



UNIVERSITÉ DE LILLE
UFR3S – DEPARTEMENT ODONTOLOGIE

Année de soutenance : 2026

N°:

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

Présentée et soutenue publiquement le 12 janvier 2026

Par Lou ROSE

L'impact des perturbateurs endocriniens en dentisterie

JURY

Président :	Madame le Professeur Marion DEHURTEVENT
Assesseurs :	<u>Monsieur le Docteur Philippe ROCHER</u>
	Madame le Docteur Céline CATTEAU
	Madame le Docteur Amélie DE BROUCKER
Membre invité :	Madame le Docteur Alice BARAS



Président de l'Université :	Pr. R. BORDET
Directrice Générale des Services de l'Université :	A.V. CHIRIS FABRE
Doyen UFR3S :	Pr. D. LACROIX
Directrice des Services d'Appui UFR3S :	A. PACAUD
Vice doyen département facultaire UFR3S-Odontologie :	Pr. C. DELFOSSE
Responsable des Services :	L. KORAÏCHI
Responsable de la Scolarité :	V MAURIAUCOURT

PERSONNEL ENSEIGNANT DE LA FACULTE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

K. AGOSSA	Parodontologie
P. BOITELLE	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
C. DELFOSSE	Vice doyen du département UFR3S-Odontologie Odontologie Pédiatrique Responsable du département d'Orthopédie dento-faciale
M. DEHURTEVENT	Co-responsable du département de Prothèses
B LOUVET	Chirurgie orale (Professeur des universités associé)
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
L ROBBERECHT	Responsable du département de Dentisterie RestauratriceEndodontie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé,
------------	--

	OdontologieLégale
F. BOSCHIN	Parodontologie
F CATHALA	Prévention,Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale (maître de conférences des Universités associé)
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
C. DENIS	Co-responsable du département de Prothèses
F. DESCAMP	Prothèses
M. DUBAR	Responsable du département de Parodontologie
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
G. MAYER	Prothèses
L. NAWROCKI Lille	Responsable du département de Chirurgie Orale Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHU
C. OLEJNIK	Responsable du département de Biologie Orale
P OLEKSIK	Dentisterie Restauratrice Endodontie (maître de conférences des Universités associé)
H PERSOON	Dentisterie Restauratrice Endodontie (maître de conférences des Universités associé)
C PRUVOST	Prévention,Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale (maître de conférences des Universités associé)
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. SAVIGNAT	Responsable du département de Fonction-Dysfonction,

Imagerie,Biomatériaux

T. TRENTESAUX
Pédiatrique

Responsable du département d'Odontologie

J. VANDOMME

Prothèses

R. WAKAM KOUAM

Prothèses

PRATICIEN HOSPITALIER et UNIVERSITAIRE

M BEDEZ

Biologie Orale

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse

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

REMERCIEMENTS

Aux membres du jury,

Madame le Professeur Marion DEHURTEVENT

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Section de Réhabilitation Orale

Département Prothèses

Docteur en Chirurgie Dentaire

Master Recherche Biologique et Santé - Université de Lille

Doctorat de l'Université polytechnique des Hauts-De-France – Ecole doctorale science de la matière, rayonnement et environnement de Lille

Habilitation à Diriger les Recherches - Université de Lille

Diplôme Universitaire en prothèse Amovible Complète - Université de Lille

Diplôme Universitaire d'Occlusodontie et de Réhabilitation Orale Fonctionnelle – Université de Lille

Certificat d'Etude Supérieure en Prothèse Fixée - Université de Nantes

Lauréate de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire - 2018

Chargée de mission Nouvelles Technologies

Vous me faites l'honneur d'avoir accepté de présider ce jury de thèse.

*Je suis très reconnaissante de l'attention que vous avez portée à mon travail et de la
qualité de vos retours.*

*Voyez en ce travail l'expression de ma plus grande estime et de mon plus profond
respect, en espérant que celui-ci soit à la hauteur de vos attentes.*

Monsieur le Docteur Philippe ROCHER

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Section de Réhabilitation Orale

Département Sciences Anatomiques

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Odontologie de l'Université de Lille2

Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales

Diplôme d'Etudes Approfondies de Génie Biologique et Médicale – option Biomatériaux

Diplôme Universitaire de Génie Biologique et Médicale

Certificat d'Etudes Supérieures de Biomatériaux

*Vous avez accepté de diriger cette thèse et je vous en suis très reconnaissante.
Je souhaite vous remercier pour la confiance que vous m'avez accordée durant ce travail,
ainsi que pour vos précieux conseils, votre disponibilité et votre bienveillance.
Par ce travail, je vous prie de recevoir ma reconnaissance la plus sincère.*

Madame le Docteur Céline CATTEAU

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Section Développement, Croissance et Prévention

Département Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Odontologie de l'Université d'Auvergne

Master II Recherche « Santé et Populations » - Spécialité Evaluation en Santé & Recherche

Clinique - Université Claude Bernard (Lyon I)

Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales (Lille2)

Formation à la sédation consciente par administration de MEOPA pour les soins dentaires (Clermont-Ferrand)

Formation certifiante « concevoir et évaluer un programme éducatif adapté au contexte de vie d'un patient » (CERFEP Lille)

Adjoint au vice doyen département facultaire UFR3S-Odontologie - Lille

Responsable du Département Prévention et Epidémiologie, Economie de la Santé et Odontologie Légale

*Je suis très honorée que vous fassiez partie de mon jury de thèse.
Je vous remercie pour la qualité de votre enseignement hospitalo-universitaire, votre
accompagnement et votre implication auprès des étudiants.
Voyez en ce travail l'expression de ma plus sincère considération.*

Madame le Docteur Amélie de BROUCKER

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Section de Réhabilitation Orale

Département Sciences Anatomiques

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université de Lille2

Chargé de mission Vie de campus et relations étudiants

Je vous remercie d'avoir accepté de siéger spontanément au sein de mon jury de thèse.

Je vous en suis très reconnaissante.

Voyez en ce travail l'expression de ma plus profonde reconnaissance.

A mes proches,

Table des matières

Introduction.....	17
I. Fondements historiques	19
A. La conférence de Wingspread, United States of America (USA), 1991	19
B. Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2002	20
C. Rapport Parlementaire de 2011 ¹	20
D. Cadre réglementaire et évolutions législatives [3].....	20
1. En Europe.....	21
2. En France	21
3. Catégories réglementaires	22
II. Fondements théoriques	23
A. Le système endocrinien	23
B. Les perturbateurs endocriniens.....	25
1. Les mécanismes d'action :	25
2. Les effets dose et cocktail ¹	28
3. Les propriétés :.....	28
4. Principaux perturbateurs endocriniens et leurs usages	30
5. Les différentes voies d'exposition aux perturbateurs endocriniens ⁴	33
6. Focus sur le bisphénol A.....	34
III. Enjeux de Santé Publique	36
A. Effet des perturbateurs endocriniens sur la santé humaine.....	36
1. Effets sur le système de reproduction féminin.....	36
2. Effets sur le système de reproduction masculin :.....	36
3. Autres effets :	36
B. Conséquences de l'exposition aux perturbateurs endocriniens selon les différents stades de la vie	37
1. Pendant la grossesse.....	37
2. Durant l'enfance.....	38
3. À l'adolescence.....	38
4. À l'âge adulte.....	39
C. Impact des perturbateurs endocriniens sur la santé bucco-dentaire.....	40
1. Perturbateurs endocriniens et pathologies dentaires	40
2. Implication des maladies métaboliques sur la santé bucco-dentaire	43
IV. Perturbateurs endocriniens au cabinet dentaire	44
A. Les sources d'exposition aux perturbateurs endocriniens dans les matériaux dentaires	45
1. Les différentes substances retrouvées dans les matériaux dentaires et les dispositifs médicaux	45
2. Pistes d'actions et alternatives pour limiter l'exposition aux perturbateurs endocriniens.....	55
B. Les perturbateurs endocriniens dans l'environnement du cabinet dentaire.....	73
1. Les sources environnementales [32].....	73
2. Qualité de l'air et exposition.....	75
C. Risques professionnels pour l'équipe dentaire	77
D. Santé et environnement, une approche globale positive.....	79
Références bibliographiques.....	84

Liste des figures	88
Liste des tableaux.....	90
Annexes	91

Table des abréviations

PE : Perturbateur(s) Endocrinien(s)

ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

DM : Dispositifs Médicaux

SNPE : Stratégie Nationale sur les Perturbateurs Endocriniens

USA : United States of America

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

BPA,S,F : Bisphénol A, S, F

REACH : Registration, Evaluation, Autorization and Restriction of Chemicals

SVHC : Substances of Very High Concern

EFSA : European Food Safety Authority

ECHA : Agence Européenne des Produits Chimiques

CLP : Classification, Labelling and Packaging

UE : Union Européenne

LH : Hormone Lutéinisante

FSH : Hormone de stimulation Folliculaire

PTH : Hormone Parathyroïdienne

PFOA, S : composés Perfluorés/Perfluoroalkylés

DES : Diéthylstilbestrol

DEHP : Di(2-éthylhexyl) Phtalate

DBP : Phtalate de Dibutyle

BBP : Phtalate de Benzyle et de Butyle

DDT : Dichlorodiphényltrichloroéthane

ELFE : Étude Longitudinale Française depuis l'Enfance

TDAH : Trouble du Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité

SOPK : Syndrome des Ovaires Polykystiques

PCB : Polychlorobiphényles

MIH : Hypominéralisation des Molaires et des Incisives permanentes

CVI : Ciment Verre Ionomère

NaF : Fluorure de Sodium

FDS : Fiche de Données de Sécurité

Bis-GMA : Glycidylméthacrylate de bisphénol A

Bis-DMA : Diméthacrylate de bisphénol A

DJA : Dose Journalière Admissible

TEGDMA : Triethylene Glycol Diméthacrylate

UDMA : Uretane Diméthacrylate

HEMA : Hydroxyethyl etacrylate

TiO₂ : Dioxyde de Titane

PVC : Polychlorure de Vinyle

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

CMR : Cancérogène, Mutagène, toxiques pour la Reproduction

AINS : Anti-Inflammatoire Non Stéroïdien

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

DUERP : Document Unique d'Évaluation des Risques Professionnels

PBT : Persistante, Bioaccumulable et Toxique

vPvB : très Persistante et très Bioaccumulable

VLEP : Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

PETG : Polyéthylène Téréphtalate Glycol

TPU : Polyuréthanes Thermoplastiques

PEEK : Polyétheréthercétone

TPE : Elastomère Thermoplastique

DEHT : Téréphtalate de Dioctyle

DINCH : Hexahydrophtalate de Diisononyle

CAD-CAM : Computer-Aided Design - Computer-Aided Manufacturing

INCI : International Nomenclature for Cosmetic Ingredients

COVs : Composés Organiques Volatiles

Introduction

Depuis la révolution chimique, de nombreuses substances ont été développées et introduites dans les écosystèmes et nos environnements de vie. Certaines ont été réglementées, tandis que d'autres, tout aussi préoccupantes, se sont largement diffusées. C'est dans ce contexte que sont apparus les perturbateurs endocriniens (PE), aujourd'hui omniprésents et cela jusque dans les pratiques médicales. La pandémie de Covid-19 a révélé l'ampleur de la crise environnementale et la vulnérabilité de notre modèle sociétal, mettant en lumière les limites d'un système qui néglige la finitude des ressources naturelles. En compromettant la capacité des écosystèmes à régénérer les ressources essentielles, les activités humaines menacent directement la santé de tous. Parmi les principales préoccupations figurent donc les PE, incluant les métaux lourds, les nanomatériaux, les plastiques et d'autres polluants chimiques persistants, qui perturbent les systèmes hormonaux et compromettent à la fois la santé humaine et environnementale. Ces menaces s'ajoutent aux grands défis actuels : changement climatique, épuisement des ressources, perte de la biodiversité et pollution chimique, autant de facteurs qui accentuent les risques pour les générations actuelles et futures [1].

Ces substances, présentes dans de nombreux produits et environnements de soins dentaires, sont aujourd'hui considérées comme un enjeu majeur de santé publique et suscitent une préoccupation croissante en dentisterie. L'exposition aux PE touche non seulement les praticiens, mais aussi l'ensemble du personnel dentaire et les patients, augmentant ainsi le risque de développer diverses pathologies. Malgré la mise en évidence par la science de leurs effets néfastes sur la santé et la réalité clinique de certaines maladies émergentes, la prise de conscience de leur impact sanitaire n'est que récente. Les recherches ont mis en lumière le rôle potentiel de PE tels que les bisphénols ou les phtalates dans l'apparition de pathologies dentaire, en particulier l'hypominéralisation de l'émail, qui touche près de 20 % des enfants. Certaines périodes de la vie telles la grossesse et la petite enfance rendent les sujets particulièrement vulnérables et les effets peuvent se manifester à long terme, parfois bien après l'exposition initiale.

Face à ces constats, les agences sanitaires telles que l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) ont renforcé la surveillance et les mesures réglementaires, notamment via la création de la Stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens (SNPE). Une dynamique de prévention et de gestion des risques associés est lancée, mais ces substances demeurent présentes dans les matériaux et dispositifs médicaux (DM). Un paradoxe subsiste alors : les outils utilisés pour soigner contiennent eux-mêmes des substances suspectées d'activité perturbatrice endocrinienne, exposant ainsi potentiellement les patients à de nouveaux risques tout en cherchant à restaurer et à préserver leur santé.

La santé bucco-dentaire est reconnue comme un pilier de la santé globale, et les maladies orales, en particulier la maladie carieuse, figurent parmi les plus répandues dans le monde, avec des inégalités socio-économiques marquées. Intégrer la prise en compte des PE dans la pratique dentaire s'inscrit dès lors dans une démarche plus large de responsabilité sociétale, où la prévention, la formation et l'innovation sont essentielles pour protéger la santé de tous.

Cette thèse vise à sensibiliser l'ensemble de la profession dentaire à la nécessité de réduire l'exposition à ces substances et à encourager l'évolution vers des pratiques plus systémique et soutenable.

I. Fondements historiques

Dans le cadre de cette thèse consacrée aux PE, il est nécessaire de rappeler les travaux fondateurs qui ont permis d'établir notre compréhension actuelle de ces substances chimiques.

A. La conférence de Wingspread, United States of America (USA), 1991

Cette conférence majeure a réuni 21 experts pour mettre en évidence les effets de certaines substances chimiques sur le système hormonal. C'est à cette occasion qu'a été introduit le terme « perturbateur endocrinien », marquant une étape décisive dans leur reconnaissance et dans la prise en compte de leur impact environnemental [2]. Il en est ressorti les constats suivants :

- les PE peuvent imiter, bloquer ou dérégler les hormones naturelles [2],
- ils ont des effets sur les troubles du développement, de la reproduction, de l'immunité, du métabolisme, et induisent des cancers hormono-dépendants ¹,
- ces effets sont précoces (in utero), et donc particulièrement préoccupants [2],
- leurs impacts épigénétiques peuvent être potentiellement transmis sur plusieurs générations [2],
- il faut instaurer le principe de précaution, surtout pour les populations vulnérables (fœtus, enfants, femmes enceintes) ¹,
- il est nécessaire de renforcer la réglementation et les recherches ¹.

¹ Barbier G. Rapport sur les perturbateurs endocriniens : le temps de la précaution [Internet]. Assemblée Nationale/Sénat; 2011 juill [consulté le 10 juill 2024]. Report No.: 765. Disponible sur: <https://www.senat.fr/rap/r10-765/r10-765.html>

B. Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2002

En 2002, l'OMS et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) adoptent une nouvelle définition qui sera amendée en 2012 :

« Un PE est une substance ou un mélange de substances exogènes, qui altère une ou plusieurs fonctions du système endocrinien, entraînant ainsi des effets délétères sur la santé d'un organisme intact, de sa descendance, ou sous-populations »

Cette définition souligne que les PE peuvent affecter l'équilibre hormonal chez l'humain comme chez l'animal ceci à différents stades de la vie.

C. Rapport Parlementaire de 2011 ¹

Ce rapport a marqué un tournant majeur en France. Il identifie les PE comme un enjeu de santé publique et environnementale, et met en évidence les points suivants :

- les PE sont omniprésents dans notre quotidien (plastiques, cosmétiques, pesticides),
- ils agissent à faible dose, souvent en synergie (« effet cocktail »), sur le système hormonal mais aussi sur le génome ou les systèmes nerveux, métabolique et immunitaire.

Ce cadre a conduit aux premières restrictions ou interdictions sur certains PE (notamment le bisphénol A (BPA)), tout en stimulant la recherche et la sensibilisation du public.

D. Cadre réglementaire et évolutions législatives [3]

L'évaluation des risques avérés, présumés et suspectés liés à l'exposition aux PE demeure complexe et controversée en raison de l'absence de critères harmonisés d'identification et d'évaluation à l'échelle internationale et européenne. Néanmoins, un

cadre réglementaire évolutif se met en place tant au niveau européen qu'en France pour encadrer ces substances et réduire leurs impacts sanitaires et environnementaux.

1. En Europe

Depuis 2006, le règlement REACH (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals) vise à prévenir la commercialisation de substances chimiques sans évaluation préalable des dangers. Dans ce cadre, les PE sont classés parmi les substances extrêmement préoccupantes, dites SVHC (Substances of Very High Concern). Toutefois, la réglementation peine à suivre la diversité croissante des substances et les spécificités toxicologiques des PE, limitant actuellement leur identification à une centaine de substances. Le site collaboratif edlists.org, créé en 2020, compile et met à jour les données sur les substances reconnues ou suspectées PE dans l'Union Européenne (UE), favorisant la transparence et la coopération des institutions.

Depuis octobre 2012, l'EFSA (Autorité Européenne de Sécurité des Aliments), en collaboration avec d'autres agences sanitaires, coordonne les connaissances et activités scientifiques sur les PE. Par ailleurs, en juin 2018, l'EFSA et l'ECHA (Agence Européenne des Produits Chimiques) ont publié un document d'orientation relatif à l'identification des substances à propriétés endocriniennes dans les pesticides et biocides.

Un renforcement réglementaire a vu le jour avec le règlement (UE) n° 2023/707 du 19 décembre 2022, modifiant le règlement CLP (Classification, Labelling and Packaging). Depuis avril 2023, il instaure une nouvelle classe de danger « perturbateurs endocriniens » distinguant les substances dangereuses pour la santé humaine ou pour l'environnement, réparties selon trois niveaux de preuves : **avérés**, **présumés** et **suspectés**. Cette mesure impose l'étiquetage obligatoire des produits contenant des PE, visant à mieux informer l'ensemble des acteurs concernés.

2. En France

La France s'est rapidement engagée dans la prévention des risques liés aux PE à travaux avec une stratégie nationale ambitieuse. Deux phases de SNPE ont été lancées : la première en avril 2014 (SNPE 1), la seconde en septembre 2019 (SNPE 2). Ces

stratégies visent à réduire l'exposition aux PE, développer la recherche, promouvoir la substitution des substances à risque, ainsi qu'à former et informer les différents acteurs.

Par ailleurs, trois arrêtés ministériels publiés en octobre 2023 rendent obligatoire, depuis le 12 avril 2024, la mise à disposition de l'information sur la présence de PE dans les produits de la vie quotidienne. Cette obligation traduit la volonté d'améliorer la transparence et la protection des consommateurs, en cohérence avec les exigences européennes tout en étant limitée d'emblée au nombre relativement faible de PE réglementés.

Ainsi, la France et l'UE convergent vers un cadre réglementaire harmonisé plus strict concernant les PE, tout en tentant de poursuivre une démarche progressive adaptée aux défis scientifiques et réglementaires persistants.

3. Catégories réglementaires

Comme vu précédemment, les substances identifiées officiellement comme PE en tant que SVHC sont classées selon leur niveau de preuve scientifique, selon la réglementation CLP. Cette catégorisation permet d'orienter la gestion du risque, la surveillance des expositions et la réglementation des usages (Tableau 1).

Tableau 1 : Tableau de classification des PE (adapté de [3])

Classes de Danger	Définition	Étiquetage réglementaire*
Perturbation endocrinienne pour la santé humaine	Catégorie 1 : PE <u>avérés</u> ou <u>présumés</u> pour la santé humaine (DEHP, DBP, BPA, BBP, certains parabènes, certains alkylphénols...)	<u>Danger</u> EUH380
	Catégorie 2 : PE <u>suspectés</u> pour la santé humaine	<u>Attention</u> EUH381

	(preuves limitées, données incomplètes)	
Perturbation endocrinienne pour l'environnement	Catégorie 1 : PE <u>avérés</u> ou <u>présumés</u> pour l'environnement	<u>Danger</u> EUH430
	Catégorie 2 : PE <u>suspecté</u> pour l'environnement	<u>Attention</u> EUH431

*Selon le règlement (UE) n°2023/707

Ce classement fait l'objet d'une mention obligatoire sur les étiquettes des produits contenant des PE, permettant leur identification réglementaire et les listes officielles sont régulièrement mises à jour (ANSES, ECHA).

II. Fondements théoriques

A. Le système endocrinien

Le système hormonal (ou endocrinien) est constitué de glandes comme la thyroïde, les ovaires, les testicules, l'hypophyse, le pancréas et les surrénales qui sécrètent des hormones comme les hormones thyroïdiennes, les œstrogènes, la testostérone, l'insuline, le cortisol ou l'adrénaline par exemple. (Figure 1).

Ces hormones sont libérées dans la circulation sanguine et régulent l'ensemble des fonctions physiologiques : développement du fœtus et de l'enfant, reproduction, métabolisme, régulation de la glycémie, adaptation au stress, sommeil (Tableau 2).

L'action d'une hormone dépend de la présence de récepteurs spécifiques sur les cellules cibles : seule la liaison répétée hormone-récepteur déclenche une réponse biologique adaptée ¹.

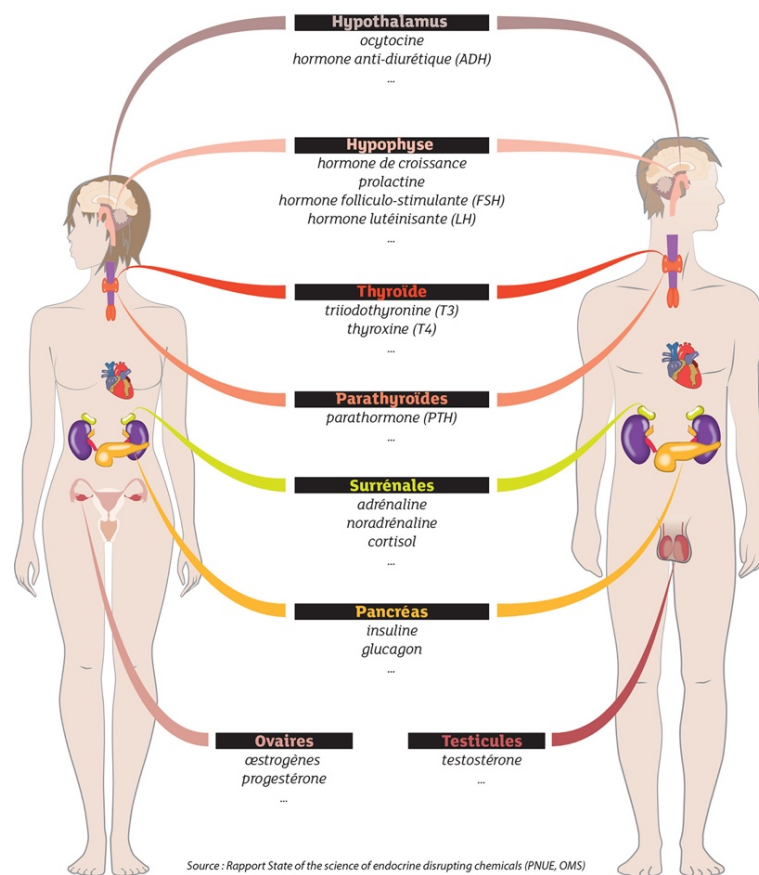


Figure 1 : Le système endocrinien humain : glandes principales et hormones ²

Tableau 2 : Synthèse des différentes fonctions hormonales ¹ :

Fonctions	Hormones	Réponses
REPRODUCTION	Androgènes, œstrogènes, progestérone, LH, FSH, prolactine	Gamètes, croissance, lactation, reproduction
CROISSANCE	Hormone de croissance, thyroïdiennes, insuline	Croissance cellulaire, maturation osseuse

² Institut national de recherche et de sécurité. Perturbateurs endocriniens : définition - mécanismes d'action [Internet]. 2025 [cité 6 nov 2025]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/risques/perturbateurs-endocriniens/definition-mecanismes-action.html>

MAINTIEN DE L'ENVIRONNEMENT INTERNE	Vasopressine, aldostérone, PTH	Volume/pression artérielle, électrolytes, os muscles
MÉTABOLISME	Insuline, glucagon, hormones thyroïdiennes	Régulation du métabolisme

B. Les perturbateurs endocriniens

Les PE sont des substances exogènes qui interfèrent avec le fonctionnement normal du système endocrinien. Ils sont capables de modifier la production, la libération, le transport, le métabolisme, la liaison, l'action ou l'élimination des hormones naturelles dans le corps (Figure 2). Ces substances peuvent être d'origine naturelle ou synthétique¹.

Leurs effets ne sont pas forcément toxiques au sens classique : ils modifient l'équilibre endocrinien, ce qui peut générer un effet toxique dès lors que les mécanismes de régulation homéostatique sont dépassés ou altérés.

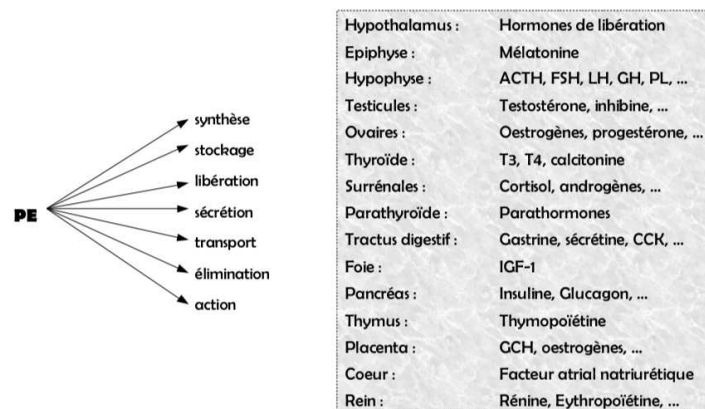


Figure 2 : Les différentes cibles des PE¹

1. Les mécanismes d'action :

Les PE agissent selon différents modes d'action :

- par **agonisme** (Figure 3) : certains PE se fixent aux récepteurs hormonaux et les activent, en imitant l'effet de l'hormone naturelle. Cette activation peut être excessive ou inappropriée, entraînant une désorganisation des réponses physiologiques et des effets toxiques à long terme [3].
- par **antagonisme** (Figure 4) : d'autres PE bloquent le récepteur en prenant la place de l'hormone naturelle, mais ne l'activent pas. L'hormone ne peut donc plus exercer son effet, ce qui peut provoquer un déficit de signalisation [3].
- par **altération de la synthèse, du transport ou du métabolisme des hormones** (Figure 5) : certains PE modifient la production ou l'inactivation enzymatique des hormones, leur transport dans le sang ou l'expression des récepteurs sur les cellules cibles. Ils perturbent ainsi la régulation hormonale [3].

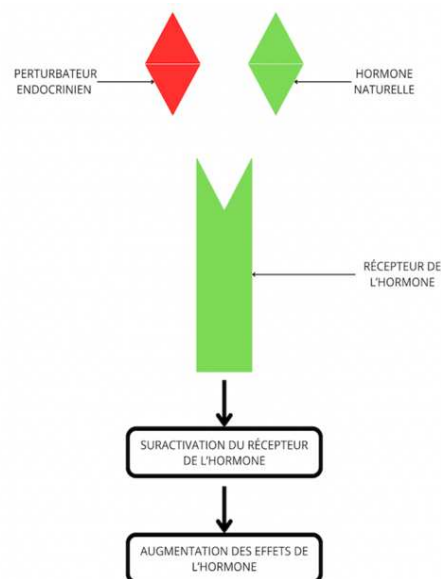


Figure 3 : Action agoniste des PE sur le récepteur (figure personnelle reproduite à partir de [3]) : le PE se fixe sur le récepteur de l'hormone et en imite l'action

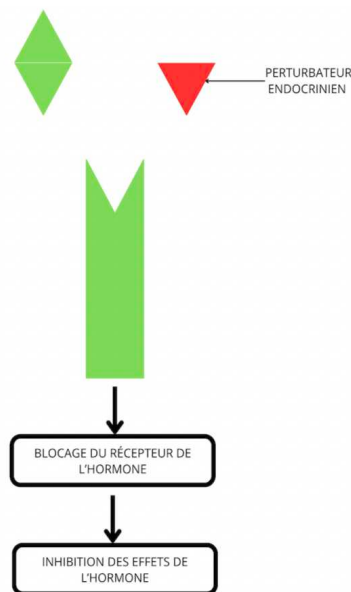


Figure 4 : Action antagoniste des PE sur le récepteur (figure personnelle reproduite à partir de [3]) : le PE se fixe sur le récepteur et le bloque par saturation

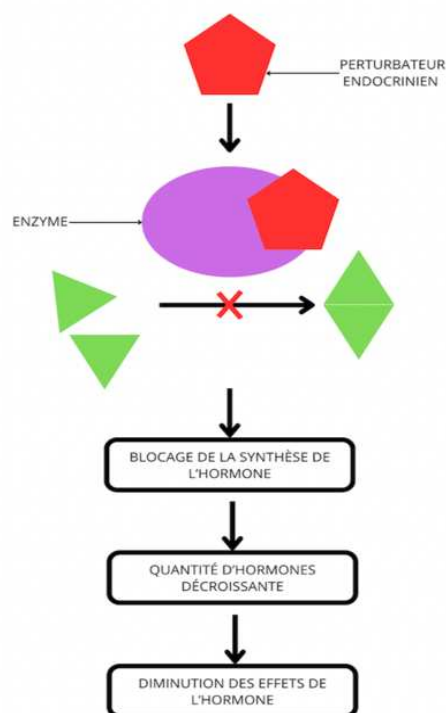


Figure 5 : Exemple de mécanisme des PE (figure personnelle reproduite à partir de [3]) : inhibition de l'enzyme produisant l'hormone et blocage de sa synthèse par fixation du PE sur l'enzyme

2. Les effets dose et cocktail ¹

Les PE ne suivent pas les principes classiques de la toxicologie : l'adage « la dose fait le poison » de Paracelse n'est pas applicable dans ce champ de la toxicologie car certains PE agissent à de très faibles doses, et le moment d'exposition (fenêtre de vulnérabilité) est souvent plus déterminant que la dose elle-même [2].

La relation entre la dose et les effets biologique est **non monotone** : la dose-réponse n'est pas linéaire ; de très faibles expositions, parfois infinitésimales, peuvent provoquer des effets notables, tandis que de fortes doses peuvent être sans effets ou inhibitrices ¹.

L'**effet cocktail** est le terme employé pour signifier que l'exposition à un mélange de PE multiplie les effets, en créant une synergie ou en modulant la réponse biologique. Les effets combinés sont souvent imprévisibles, ce qui complique l'évaluation du risque et la définition de seuils réglementaires adaptés ¹ d'autant plus qu'actuellement, la très grande majorité des évaluations toxicologiques étudie les effets substance par substance.

Pour donner quelques exemples, l'exposition simultanée à des phtalates et à des bisphénols accroît le risque de perturbation de la fertilité ³ et l'exposition prénatale à plusieurs PE augmente le risque d'altérations de l'émail dentaire chez l'enfant [4].

3. Les propriétés :

a. La bioaccumulation ¹ :

Un grand nombre de PE sont lipophiles et persistent dans l'organisme : ils s'accumulent dans les tissus adipeux, le foie, parfois les os ou le cerveau.

³ Balicco A, Bidondo ML, Fillol C, Gane J, Oleko A, Abdessattar S, et al. Imprégnation de la population française par les phtalates [Internet]. Santé Publique France; 2014 2016 [consulté le 19 août 2024]. (Programme National de Biosurveillance). Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/exposition-a-des-substances-chimiques/perturbateurs-endocriniens/documents/rapport-synthese/impregnation-de-la-population-francaise-par-les-phtalates-programme-national-de-biosurveillance-esteban-2014-2016>

Ils peuvent être stockés pendant des mois ou des années, puis libérés progressivement dans la circulation sanguine, par exemple pendant la grossesse, ou l'allaitement.

Les enfants (fœtus, nourrisson) sont particulièrement à risque car leur système de détoxification n'est pas encore mature, ce qui favorise la rétention et la toxicité des PE à long terme.

b. Les effets transgénérationnels et épigénétiques ¹:

L'exposition in utéro à un mélange de PE peut induire des phénotypes pathologiques (obésité, trouble de la fertilité) chez la descendance et même chez les générations suivantes. Cela résulte de modifications épigénétiques transmissibles (méthylation de l'ADN, régulation des gènes), responsables d'altérations génétiques sur plusieurs générations.

c. La toxicocinétique (distribution, métabolisme, élimination) [3] :

Certains PE ne sont que peu éliminés par les systèmes enzymatiques classiques et s'accumulent même quand l'exposition cesse. Les PE persistants franchissent la barrière placentaire : ils sont détectés dans le cordon ombilical, le lait maternel, les tissus du fœtus ou du nouveau-né. De plus, la demi-vie d'un PE peut varier de quelques heures à plusieurs années. Ainsi, il existe deux types de PE ³:

- les PE **non persistants** tels que les phtalates, parabènes et bisphénols, qui ont une durée de vie courte dans l'organisme,
- et les PE **persistants** tels que les composés perfluorés (PFOA,PFOS), qui peuvent persister dans l'environnement et dans le corps humain pendant des décennies, voire des siècles.

4. Principaux perturbateurs endocriniens et leurs usages

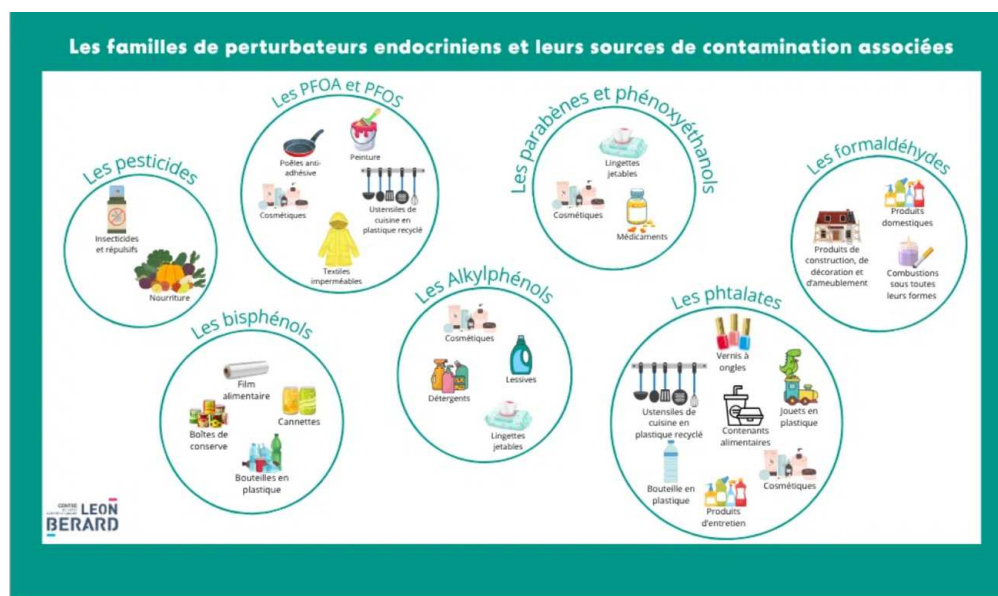
Les PE sont présents dans de nombreux produits de notre quotidien, avec diverses catégories de substances jouant des rôles spécifiques en fonction de leurs propriétés chimiques (Figure 6)³.

Dans les années 1930, le chercheur britannique Edward Charles Dodds met en évidence les propriétés œstrogéniques de deux substances : le diéthylstilbestrol (DES) et le BPA. Le DES, commercialisé sous le nom de Distilbène®, est prescrit pour prévenir les fausses couches à répétition, à tort car il se révèle inefficace. Il sera ultérieurement associé à de graves effets indésirables : anomalies génitales, infertilité et cancers chez les descendants exposés in utero, ainsi que dans les générations suivantes¹. Le BPA, quant à lui, n'a pas trouvé d'usage médical mais s'est largement imposé dans l'industrie plastique pour ses propriétés de résistance et de transparence, notamment dans la fabrication des polycarbonates et des résines époxy⁴.

Ce n'est qu'au début des années 1990 que la biologiste Ana Soto (Tufts University, Boston) attire l'attention sur la dangerosité du BPA, après avoir observé une prolifération anormale de cellules cancéreuses du sein sensibles aux œstrogènes en présence de cette molécule¹.

Malgré son interdiction progressive en France, la production mondiale de BPA reste très importante. De plus, ses substituts, tels que les bisphénols S et F, présentent également des propriétés de PE⁴.

⁴ Ministère du Travail, de la Santé, des Solidarités et des Familles. Bisphénols [Internet]. 2024 [consulté le 11 sept 2025]. Disponible sur: <https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/article/bisphenols>



Familles de PE et sources de contamination associées. Infographie du Centre Léon Bérard, données de l'INCa, 2023.

Figure 6 : Les principales sources de PE⁵

*a. Les phtalates (DEHP, DBP, BBP)*³ :

Ces plastifiants sont largement utilisés pour conférer de la souplesse, de la brillance ou de la dureté aux matériaux plastiques. On les retrouve dans les objets de cuisine, les contenants alimentaires, les jouets, les emballages en plastique, et même dans certains produits médicaux.

b. Les parabènes⁴ et phénoxyéthanol :

Ce sont des conservateurs couramment utilisés dans les cosmétiques, les produits pharmaceutiques, et certains aliments. Ils prolongent la durée de conservation en empêchant la croissance de bactéries et de champignons.

⁵ Institut National du Cancer. Perturbateurs endocriniens et effets sur la santé - Cancer Environnement [Internet]. Cancer Environnement. 2025 [consulté le 8 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.cancer-environnement.fr/fiches/expositions-environnementales/perturbateurs-endocriniens/>

c. Les composés perfluorés ⁶ :

Cette classe de substances chimiques est utilisée pour conférer des propriétés antiadhésives, imperméables et résistantes aux taches. On les retrouve dans les revêtements de poêles antiadhésives, les emballages alimentaires résistants aux graisses, les textiles, et même certains produits de nettoyage.

d. Les alkylphénols ⁴ :

Ces composés sont utilisés dans la fabrication de détergents et d'autres produits d'entretien. Ils peuvent également être présents dans certains plastiques et peintures.

e. Les pesticides ⁴ :

Nombre de pesticides utilisés en agriculture contiennent des substances pouvant agir comme PE, affectant la santé humaine par le biais de résidus dans les aliments ou par l'exposition environnementale.

f. Les formaldéhydes ⁷ :

Présents dans les peintures, les colles à bois, les vernis et divers autres produits de construction, les formaldéhydes sont également reconnus pour leurs effets toxiques et PE.

g. Les bisphénols (BPA, BPS, BPF) ⁴ :

Le BPA est le plus connu, mais ses analogues sont également employés. Ces composés servent à la fabrication de plastiques rigides et transparents, présents dans les films

⁶ Ministère du Travail, de la Santé, des Solidarités et des Familles. Perturbateurs endocriniens [Internet]. 2024 [consulté le 20 sept 2025]. Disponible sur: <https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/article/perturbateurs-endocriniens>

⁷ Institut National du Cancer. Formaldéhyde et effets sur la santé - Cancer Environnement [Internet]. Cancer Environnement. 2025 [consulté le 8 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.cancer-environnement.fr/fiches/expositions-environnementales/formaldehyde/>

alimentaires, pots de yaourt, lentilles de contact, boîtes de conserve, canettes et bouteilles plastiques.

À titre de synthèse, le tableau suivant (Tableau 3) illustre les différentes catégories de PE, ainsi que leurs principales sources d'exposition et leurs effets sur la santé.

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des différentes catégories de PE, des principales sources d'exposition et de leurs effets sur la santé (tableau personnel réalisé à l'aide des sources ^{4 5 6 7} [4]) :

Catégories de PE	Exemples de substances	Sources principales d'exposition	Effets potentiels sur la santé
Phtalates	DEHP, DBP, BBP	Plastiques souples, jouets, dispositifs	Fertilité, obésité, diabète
Parabènes/phénoxyéthanol	Méthylparabène, Phénoxyéthanol	Cosmétiques, produits pharmaceutiques	Fertilité, reproduction
Bisphénols	BPA, BPS, BPF	Plastiques rigides, résines, contenants alimentaires, tickets de caisse	Développement neuronal, reproduction
Composés perfluorés	PFOA, PFOS	Textiles, antiadhésifs,	Fertilité, cancérigène
Alkylphénols	Nonylphénol	Détergents	Développement, fertilité
Pesticides	DDT, Chlordécone	Agriculture	Cancérigène, reproduction
Formaldéhydes	Formaldéhyde	Colles, vernis, peintures	Cancérigène, toxicité respiratoire, troubles hormonaux

5. Les différentes voies d'exposition aux perturbateurs endocriniens ⁴

a. La voie orale :

L'alimentation constitue une source majeure d'exposition aux PE, via l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés provenant par exemple d'emballages plastiques (BPA, phtalates) ou de résidus de pesticides.

Les PE accumulés dans l'organisme maternel peuvent être transférés au nourrisson par le lait maternel, constituant ainsi une source d'exposition postnatale.

b. La voie cutanée :

Une autre voie d'exposition réside dans l'absorption cutanée de cosmétiques, crèmes, lotions ou produits de soin contenant des PE (parabènes, phtalates), ainsi que par le contact à des produits ménagers ou des plastiques souples susceptibles d'en libérer.

c. La voie respiratoire :

L'inhalation de poussières domestiques, de fumées ou de vapeurs peut également constituer une source d'exposition aux PE, issus notamment de produits ménagers, de peintures, de meubles traités ou de plastiques contenant des composés tels que les phtalates ou les retardateurs de flamme.

d. La voie transplacentaire :

La transmission des PE de la mère au fœtus peut s'effectuer par voie placentaire, exposant ainsi l'embryon à des substances susceptibles d'altérer son développement.

Pour la population générale, l'exposition se fait principalement par l'alimentation, l'eau, l'air et les cosmétiques.

6. Focus sur le bisphénol A

Le BPA peut être absorbé par de multiples voies. Il est métabolisé majoritairement par le foie où il est inactivé, puis il est éliminé dans les urines, mais une partie est distribuée dans les tissus adipeux, où il s'accumule si les expositions sont répétées. De

plus, on note que les expositions par voie sublinguale sont assimilées à une absorption rapide sans inactivation par le foie. Cette particularité des expositions sublinguales doit inviter les chirurgiens-dentistes à une vigilance particulière vis-à-vis de la composition des produits de santé utilisés pour les soins bucco-dentaires (Figure 7) [3].

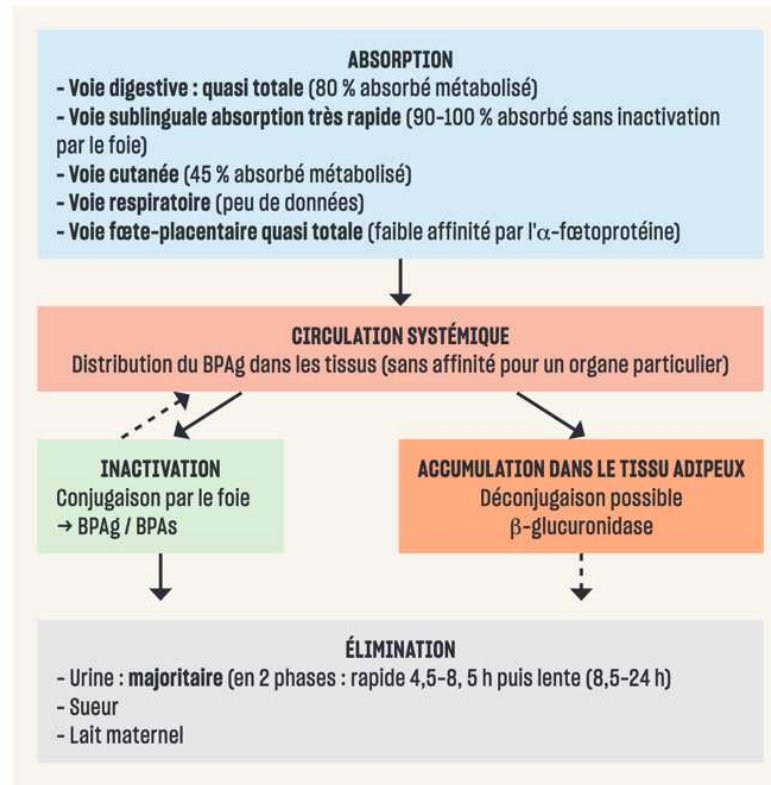


Figure 7 : Métabolisme du bisphénol A chez l'être humain d'après [3]

III. Enjeux de Santé Publique

A. Effet des perturbateurs endocriniens sur la santé humaine

Les PE ont un impact délétère sur l'équilibre et la préservation des écosystèmes, et en leur sein, cet impact est reconnu comme un enjeu majeur de santé publique, leur impact sur la santé humaine se décline en trois grandes catégories ⁸.

1. Effets sur le système de reproduction féminin

Les PE peuvent entraîner l'apparition de syndromes de dysgénésie ovarienne, tels que l'endométriose, et perturber la fertilité ou le fonctionnement hormonal. Ces effets sont particulièrement préoccupant chez les femmes enceintes, car l'exposition lors de la gestation risque de perturber le développement du fœtus.

2. Effets sur le système de reproduction masculin :

Chez l'homme, l'exposition aux PE est associée à des syndromes de dysgénésie testiculaire, caractérisés par des anomalies comme l'hypospadias et la cryptorchidie, une altération de la spermatogenèse, et une dégradation de la qualité du sperme. Ces effets compromettent donc la fertilité masculine.

3. Autres effets :

Au-delà des systèmes reproducteurs, les PE sont impliqués dans de nombreux autres troubles : atteintes du neurodéveloppement (Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDAH), retards cognitifs et du langage, diminution du quotient

⁸ Rasooly E, Saudubray F, Durand N, Reingewirtz S. Évaluation de la deuxième stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens.pdf [Internet]. 2024 mai [consulté le 21 août 2024] p. 203 p. Disponible sur: <https://igas.gouv.fr/sites/igas/files/2024-07/Rapport%20igas-igedd%20Evaluation%20strat%C3%A9gie%20nationale%20sur%20les%20perturbateurs%20endocriniens%202.pdf>

intellectuel), maladies thyroïdiennes, allergies, affections métaboliques (obésité, diabète) et pathologies affectant la santé bucco-dentaire.

Pour rappel, les effets des PE étant observés même à de très faibles doses d'exposition, il est important de respecter le principe de précaution afin de protéger les populations les plus vulnérables.

B. Conséquences de l'exposition aux perturbateurs endocriniens selon les différents stades de la vie

La période dite des « 1000 premiers jours », de la conception aux deux ans de l'enfant, représente une fenêtre de vulnérabilité majeure où toute perturbation hormonale peut avoir des effets durables sur la santé ⁹. Les PE interfèrent avec la régulation hormonale et la signalisation cellulaire, entraînant des répercussions variables selon le moment et l'intensité de l'exposition et peut ainsi avoir des effets délétères durant de cette période, mais également pendant l'enfance, l'adolescence et tout au long de la vie (lors de la spermatogénèse par exemple).

1. Pendant la grossesse

L'exposition maternelle aux PE peut affecter à la fois la santé de la mère et le développement du fœtus. Certaines substances (BPA, phtalates) altèrent l'équilibre œstro-progestatif indispensable au bon déroulement de la gestation [2]. Ces altérations impliquent :

- des **complications obstétricales** telles que l'augmentation du risque de diabète gestationnel, de prééclampsie, de troubles thyroïdiens, d'accouchement prématuré ou de retard de croissance intra-utérin [5],

⁹ Limiter les perturbateurs endocriniens [Internet]. 1000 Premiers Jours. 2019 [consulté le 25 sept 2025]. Disponible sur: <https://www.1000-premiers-jours.fr/fr/limiter-les-perturbateurs-endocriniens>

- des **atteintes fœtales** telles que perturbation du développement endocrinien, neurologique et reproductif, entraînant des retards cognitifs, des troubles du comportement ou des anomalies du développement sexuel [2],
- des **effets à long terme** (programmation épigénétique altérée prédisposant à des troubles métaboliques et reproductifs ultérieurs) ¹⁰.

2. Durant l'enfance

Les expositions prénatales et précoces aux PE :

- influencent la **croissance** et le **développement**, causant des anomalies du développement des organes reproducteurs, des troubles cognitifs et comportementaux [2],
- induisent des **troubles métaboliques** comme la dérégulation de la thyroïde pouvant entraîner une hypothyroïdie congénitale responsable de retards de croissance [6], d'obésité infantile ainsi que de diabète de type 2 [7].

3. À l'adolescence

La période pubertaire constitue une nouvelle phase critique, marquée par des transformations hormonales importantes. L'exposition aux PE durant cette période implique des complications au niveau :

- de la **maturation sexuelle**, tels qu'une puberté précoce, le Syndrome des Ovaires Polykystiques (SOPK), l'endométriose, des anomalies testiculaires (cryptorchidie, hypospadias) et l'altération de la qualité du sperme [3,8],

¹⁰ De la prématurité aux maladies infantiles: l'enjeu des perturbateurs endocriniens [Internet]. Colloque: De la Prématurité aux Maladies infantiles : l'enjeu des perturbateurs endocriniens; 2023 nov 17 [consulté le 22 juill 2024]; Palais du Luxembourg, Paris. Disponible sur: <https://www.reseau-environnement-sante.fr/wp-content/uploads/2024/02/Les-Actes-du-Colloque-de-la-prematurite-aux-maladies-infantiles-lenjeu-des-PE-17-novembre-2023.pdf>

- du **neurodéveloppement** et de la **santé mentale**, tels que des troubles de l'attention, comportementaux, émotionnels, et l'altération des performances cognitives persistantes ¹¹ [2]. Ces troubles peuvent également avoir des répercussions psychologiques notables,
- du **métabolisme** et de la **santé bucco-dentaire**, tels que l'obésité et le diabète de type 2, qui sont étroitement liés à la santé bucco-dentaire en raison de l'impact du diabète sur le risque carieux et parodontal.

4. À l'âge adulte

Chez l'adulte, les PE continuent d'exercer des effets sur la fertilité, le métabolisme et le risque de cancers. En effet, les implications peuvent être de l'ordre de l'apparition :

- de **pathologies gonadiques**, tels que la réduction de la qualité spermatique, l'oligospermie, l'hypofertilité masculine, et des anomalies ovariennes (SOPK, insuffisance ovarienne prématurée), ainsi que des effets transgénérationnels [7],
- de **cancers hormonaux dépendants**, en effet le lien est établi avec les cancers du sein, de la prostate et du testicule, dont la genèse est favorisée par les expositions précoces à des composés oestrogéniques ou anti androgéniques (BPA, DDT, chlordécone, PCB) [7].
- de **troubles thyroïdiens et cognitifs**, du fait des interférences avec la synthèse ou la régulation des hormones thyroïdiennes, pouvant induire des goitres, nodules ou effets neurocognitifs tardifs [7],

¹¹ Anses. Les Cahiers de la Recherche N° 23 : Santé, Environnement, Travail – Les perturbateurs endocriniens [Internet]. 2024 juin [consulté le 10 sept 2024]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/CDLR-mg-pe-23.pdf>

- de **pathologies métaboliques** venant de l'augmentation de l'incidence de l'obésité et du diabète de type 2 par effet d'insulino-résistance et de la perturbation du métabolisme lipidique [7].

C. Impact des perturbateurs endocriniens sur la santé bucco-dentaire

La cavité orale et les tissus dentaires sont particulièrement exposés à l'action des PE dont les effets se manifestent dès la période prénatale et persistent tout au long de la vie.

1. Perturbateurs endocriniens et pathologies dentaires

La formation des dents, en particulier la synthèse de l'émail, résulte d'une succession d'événements cellulaires et moléculaires parfaitement synchronisés dans l'espace et le temps. On distingue trois phases majeures dans l'amélogenèse :

- la prolifération et le recrutement des cellules souches,
- la sécrétion, au cours de laquelle les protéines matricielles amélares déterminent l'épaisseur de l'émail et aident à sa minéralisation,
- la maturation qui correspond à l'élimination quasi complète des protéines amélares, libérant ainsi l'espace nécessaire à l'expansion des cristaux d'apatite et à la minéralisation totale de l'émail, tissu le plus minéralisé de l'organisme recouvrant la couronne dentaire.

Une fois ce processus achevé, la dent est prête à faire son éruption dans la cavité buccale. Durant cette étape finale, les améloblastes disparaissent, ce qui rend toute atteinte future de l'émail irréparable et donc irréversible [9].

Le développement de chaque dent suit un calendrier précis, ce qui permet d'identifier les périodes pendant lesquelles certaines substances peuvent perturber la formation de certaines dents. L'émail commence à se former pendant les deux derniers trimestres de la

vie fœtale, puis continue sa maturation entre 4 et 6 ans après la naissance. Cette période correspond donc à une phase clé où l'organisme est particulièrement sensible aux facteurs extrinsèques pouvant affecter la santé bucco-dentaire future (Figure 8) [9].

Ainsi, la perturbation de l'amélogénèse peut induire certaines pathologies, telles que l'Hypominéralisation des Molaires et Incisives (MIH) qui se manifeste par une altération qualitative de l'émail, visible sous formes d'opacités blanches, jaunes ou brunes, accompagnées d'une fragilité accrue de la structure dentaire. Cliniquement, cela se traduit par une hausse de la sensibilité dentaire, une augmentation du risque de caries précoces et la présence de défauts visibles tels que des taches, des fissures ou des rugosités. Ces perturbations peuvent résulter de l'exposition à certains PE.

Les études menées par le groupe Inserm, conduite par Sylvie Babajko, confirment qu'une exposition, même à faibles doses, au DEHP ou au BPA, altère la minéralisation de l'émail chez les rongeurs, avec une intensité proportionnelle à la dose et une susceptibilité accrue chez les mâles. Ces PE agissent sur les améloblastes, perturbant l'expression de gènes essentiels à la formation de l'émail, ce qui impacte durablement la qualité de ce tissu [4]. Des anomalies de forme et de longueur radiculaire, ainsi que des troubles de l'éruption [3] peuvent également apparaître.

De ce fait, toute perturbation exogène affectant les améloblastes peut entraîner l'apparition de stigmates visibles dès l'enfance. Ces altérations permettent de retracer l'historique des expositions et contaminations subies par les améloblastes, faisant de l'émail un **marqueur précoce** d'une exposition environnementale aux PE, ce qui justifie une prise en charge individualisée et ciblée visant à limiter les conséquences futures [9].

Enfin, des études expérimentales suggèrent que les PE peuvent également affecter la sphère oro-faciale, en particulier le sens du goût (altération de la perception du goût sucré), les glandes salivaires (modifications histologiques des glandes sous mandibulaires responsables d'une xérostomie) ainsi que le développement du massif crânio-facial (anomalies du remodelage osseux, réduction du périmètre crânien, fentes labio-palatines et faciales) [3].

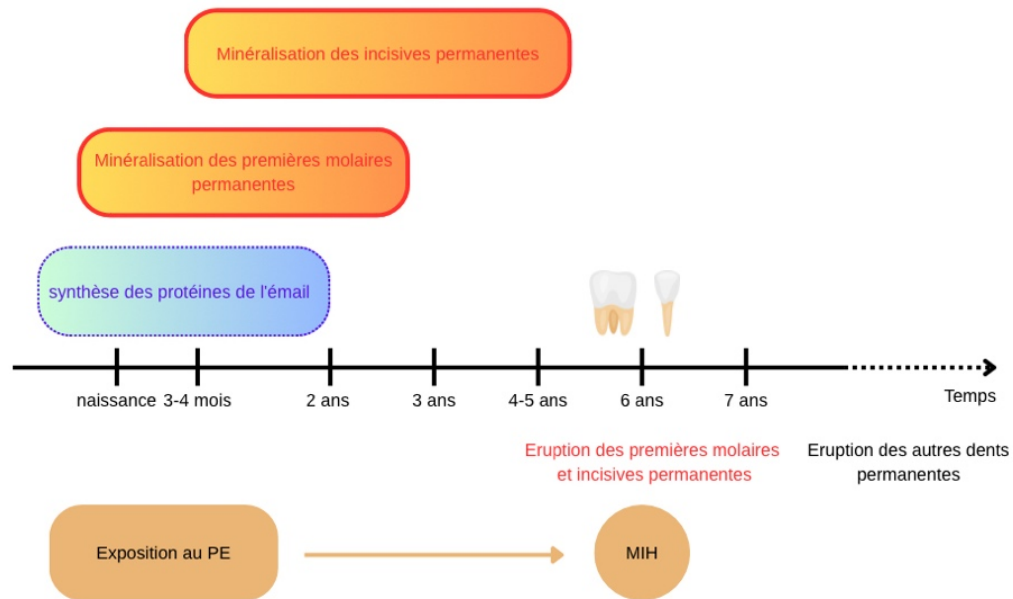


Figure 8 : Exposition précoce aux PE et développement dentaire (figure personnelle adaptée de [9])

D'autres agents, tels que le fluor peuvent également influencer la qualité et la formation de l'émail dentaire. Il s'agit d'un oligo-élément omniprésent dans notre environnement : il est présent dans certaines eaux minérales et eaux de consommation courante, dans les thés, et dans certains aliments. L'efficacité des fluorures pour la prévention de la carie dentaire est aujourd'hui reconnue unanimement. Ils sont présents dans les dentifrices, les gels, les bains de bouche, les vernis fluorés, dans certains fils dentaires ou encore dans des matériaux de restauration comme les Ciments Verre Ionomère (CVI). Il est efficace à dose adaptée mais peut devenir toxique en cas d'exposition excessive, notamment chez les enfants durant la phase de formation des dents [3].

La complication la plus fréquente est la fluorose dentaire, marquée par des anomalies de minéralisation de l'émail allant de taches blanches à des colorations brunes, voire des défauts structuraux sévères. Elle résulte d'une perturbation de l'activité des améloblastes et d'une altération du processus de minéralisation. La toxicité du fluor dépend de la dose

absorbée et de la durée d'exposition ¹². Par ailleurs, l'association du fluor avec une exposition à des PE (effet cocktail) pourrait accentuer la sévérité et la fréquence des fluoroses dentaires, et favoriser également l'apparition d'agénésies dentaires [3].

Le fluor n'est pas officiellement reconnu comme PE en Europe ou en France à l'heure actuelle, mais il peut présenter, à des doses importantes et lors d'une exposition chronique, certains effets susceptibles de perturber le système hormonal (notamment thyroïdien ou sexuel). Ces mêmes effets sont également observés à faibles doses ¹³, et le fluorure de sodium (NaF) figure dans la liste des substances préoccupantes de l'ANSES [10].

2. Implication des maladies métaboliques sur la santé bucco-dentaire

Les PE ont également des effets indirects en favorisant des maladies métaboliques (obésité, diabète de type 2) qui entretiennent un état inflammatoire chronique de la sphère orale. Cela se traduit par une augmentation des gingivites, parodontites sévères et autres affections inflammatoires de la cavité buccale ¹¹ [2]. Chez l'adolescent, la conjonction des fluctuations hormonales et de l'exposition continue aux PE renforce ces déséquilibres, aggravant les troubles existants et majorant la prévalence des pathologies chroniques nécessitant des soins répétés.

Le paradoxe demeure : certaines substances soupçonnées de nuire à la santé bucco-dentaire restent largement présentes dans les matériaux de soins. Il devient donc essentiel de réduire la présence des PE dans l'environnement dentaire afin de préserver la santé des patients comme celle des praticiens.

¹² Baras A. L'information dentaire [Internet]. 2022 [consulté le 24 mai 2024]. L'environnement est sur les dents. Disponible sur: <https://www.information-dentaire.fr/actualites/l-environnement-est-sur-les-dents/>

¹³ Dantagnan CA, Babajko S, Jedeon K, Bosco J, Dursun E, Attal JP. L'Information Dentaire. 2025 [cité 11 nov 2025]. Les perturbateurs endocriniens en orthodontie. Disponible sur: <https://www.information-dentaire.fr/formations/les-perturbateurs-endocriniens-en-orthodontie/>

IV. Perturbateurs endocriniens au cabinet dentaire

La présence de PE dans les DM et matériaux dentaires représente un risque non seulement pour les patients mais aussi pour les professionnels (chirurgiens-dentistes, assistantes) exposés de façon chronique au cabinet dentaire [11]. Face à cette problématique, la réglementation européenne s'est renforcée : les biomatériaux dentaires doivent répondre à des normes de sécurité et de biocompatibilité via le marquage CE, et depuis 2020, la présence de PE ou de nanoparticules fait l'objet d'une vigilance accrue. Cependant, aucun matériau n'est totalement inoffensif ; une communication transparente avec le patient, la surveillance des effets indésirables, et l'analyse des fiches de données de sécurité (FDS), tout en reconnaissant qu'elles ne transmettent qu'une partie des informations nécessaires à l'évaluation des risques toxicologiques et sanitaires répondant aux seules exigences réglementaires, sont indispensables pour limiter l'exposition à des substances préoccupantes ¹⁴.

Dans ce contexte, il est important d'appliquer le principe de précaution : cela consiste à sélectionner en priorité des biomatériaux ayant une composition clairement renseignée, à exiger des fabricants la transparence sur la formulation, à manipuler les matériaux dans le respect des modalités d'utilisation optimales (polymérisation, rinçage, élimination des excès) et à privilégier, chaque fois que possible, des solutions sans dérivés de PE, en particulier pour les patients les plus vulnérables (femmes enceintes, jeunes enfants, sujets allergiques) et dans une approche systémique et positive de la santé, de promouvoir la santé et la prévention des maladies, en reconnaissant que le meilleur soin est bien sûr celui que l'on peut éviter. Adopter cette démarche, permet d'anticiper les risques même en l'absence de certitudes scientifiques absolues, conformément aux recommandations professionnelles actuelles ¹⁴.

¹⁴ Baras A. Mémoire de médecine environnementale : Perturbateurs endocriniens : quels enjeux pour le cabinet dentaire ? [Internet]. [France]: Université de Montpellier; 2019 [consulté le 12 sept 2025]. Disponible sur: <http://ecops-conseil.fr/wp-content/uploads/2020/11/m%C3%A9moire-m%C3%A9decine-environnementale-Dr-Alice-Baras-2019-diffusion-ASEF-2.pdf>

A. Les sources d'exposition aux perturbateurs endocriniens dans les matériaux dentaires

1. Les différentes substances retrouvées dans les matériaux dentaires et les dispositifs médicaux

Le BPA

En dentisterie, la présence du BPA est liée à la dégradation des monomères via ses dérivés (Bis-GMA, Bis-DMA), utilisés dans la formulation des composites, adhésifs, sealants et certains dispositifs orthodontiques. Il peut aussi être retrouvé en raison d'impuretés de fabrication ¹⁵ [3].

Le relargage du BPA se produit principalement via la dégradation physico-chimique ou enzymatique des résines en bouche, ou par exposition sublinguale lors de l'utilisation de certains matériaux (gouttières, brackets). Ce phénomène est accentué par une polymérisation incomplète, le chauffage ou l'abrasion de la surface des dispositifs [3,12].

L'exposition au BPA à partir des soins dentaires reste minoritaire dans l'exposition totale, mais sa toxicité à faibles doses et par voie sublinguale est aujourd'hui documentée. Les effets rapportés incluent des perturbations du développement sexuel, des troubles neurodéveloppementaux et thyroïdiens [12–14].

La revue systématique de Marzouk et al. (2019) réalisée à partir de plusieurs essais cliniques a établi une augmentation significative des concentrations urinaires de BPA dans les 24h suivant l'application de composites, sealants ou adhésifs à base de Bis-GMA ou Bis-DMA, cette élévation relative allant de 43 % à 354 % selon le contexte, avant un retour à la normale en général sous 14 jours. Ces données confirment que le relargage de

¹⁵ Cicolella A, Ferrand N. Vers une dentisterie sans perturbateurs endocriniens [Internet]. 2016 [consulté le 7 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.reseau-environnement-sante.fr/wp-content/uploads/2016/06/Actes-du-colloque-Vers-une-dentisterie-sans-Perturbateurs-Endocriniens.pdf>

BPA lors des actes dentaires existe bel et bien, justifiant la prudence et le recours à des alternatives chaque fois que possible [12].

La Dose Journalière Admissible (DJA) a été abaissée à 0,2 ng/kg/j par l'EFSA récemment, imposant une évolution de la composition industrielle des biomatériaux (la DJA est passée en 10 ans de 50mg/kg/j à 4 µg/kg/j pour arriver à 0,2 ng/kg/j) et le choix de matériaux dépourvus de dérivés de BPA chez les publics vulnérables ⁴.

Les autres monomères à potentiel toxique présents dans les matériaux dentaires [3]

Les monomères tels que TEGDMA, UDMA et HEMA sont couramment employés dans la composition des matériaux dentaires. Ils servent principalement de diluants et de composants de base pour améliorer la maniabilité, la flexibilité et l'hydrophilie des matériaux.

L'exposition survient majoritairement par contact direct avec la muqueuse buccale lors de la pose, mais aussi par dégradation chimique ou enzymatique des résines et par la présence d'impuretés issues de la fabrication, ainsi qu'une polymérisation incomplète. Les voies d'entrées dans l'organisme sont les mêmes que pour le BPA (par absorption sublinguale et diffusion via la salive).

La toxicité de ces monomères est essentiellement cytotoxique et allergisante et ils sont également suspectés d'exercer une activité perturbatrice endocrinienne, même si la classification reste à préciser. Chez les patients comme chez les professionnels, le risque systémique existe, particulièrement en cas d'exposition répétée ou chez les populations vulnérables.

À ce jour, le TEGDMA, l'UDMA et l'HEMA ne sont pas formellement classés comme PE ni soumis à des interdictions spécifiques. Toutefois, leur relargage et leur potentiel toxique sont surveillés.

Le mercure

Le mercure, métal lourd, est le principal composant des amalgames dentaires utilisés pour les obturations, en raison de leur robustesse, de leur cariostaticité et de leur coût avantageux [3].

L'exposition au mercure survient principalement lors de la pose ou de la dépose d'amalgames (par inhalation des vapeurs dégagées). En dehors de ces situations, la quantité de mercure relarguée par des obturations stables en bouche demeure inférieure aux seuils de toxicité établis pour la population générale, les praticiens étant les plus exposés lors des actes cliniques ^{16 17}.

Il est reconnu pour ses effets de PE sur les axes thyroïdien et hypothalamo-hypophysaire, ainsi que ses effets neurotoxiques, néphrotoxiques et sa toxicité pour les écosystèmes [3]. L'exposition répétée ou massive peut causer des troubles neurologiques, rénaux et immunitaires. Les risques pour le patient sont surtout liés aux sensibilités individuelles (allergie, antécédents rénaux) et aux expositions prolongées ^{16 17}.

Depuis le 1er janvier 2025, les amalgames au mercure sont interdits dans l'UE [3], mais les restaurations anciennes demeurent fréquentes en bouche. Les recommandations insistent sur la protection lors de la pose/dépose ^{16 17}.

Le dioxyde de titane

Le dioxyde de titane (TiO₂) est utilisé sous forme nanoparticulaires dans de nombreux matériaux dentaires tels que certains composites, prothèses, implants, brackets, matériaux orthodontiques, ainsi que dans des produits d'hygiène bucco-dentaire tels que les dentifrices et des médicaments [3] en raison de ses propriétés blanchissantes et opacifiantes [15].

¹⁶ Ministère du Travail, de la Santé, des Solidarités et des Familles [Internet]. sante.gouv.fr. 2025 [consulté le 25 sept 2025]. Précautions d'emploi des amalgames dentaires. Disponible sur: <https://sante.gouv.fr/soins-et-maladies/autres-produits-de-sante/dispositifs-medicaux/article/precautions-d-emploi-des-amalgames-dentaires>

¹⁷ Ansm. Le mercure des amalgames dentaires : recommandations à l'attention des professionnels de santé à respecter lors de l'utilisation des amalgames dentaires [Internet]. 2014 [consulté le 25 sept 2025]. Disponible sur: <https://ansm.sante.fr/uploads/2021/03/11/7cacb0593aa9f8ebd9b176c65ff98890.pdf>

L'exposition peut se produire par voie sublinguale (par contact direct et par diffusion dans la cavité buccale) [3], inhalation lors des actes de polissage ou d'abrasion générant des aérosols contenant des nanoparticules ¹⁸. La dégradation des composites ou la corrosion des implants ou des brackets en titane peuvent également entraîner la libération de nanoparticules de TiO₂ [3].

Le dioxyde de titane est suspecté d'avoir des effets de PE, notamment sur l'axe androgénique (baisse de testostérone, altération de la spermatogenèse) [3], mais aussi des effets inflammatoires, une altération du microbiote buccal et intestinal [16], ainsi que des risques génotoxiques et cancérogènes à long terme discutés et étudiés par l'EFSA [17] et l'ANSES ¹⁹. Ces études expérimentales montrent une possible migration systémique des nanoparticules, mais la toxicité chronique chez l'humain n'est pas encore démontrée.

Depuis 2022, l'utilisation du TiO₂ comme additif alimentaire (E171) est interdite en Europe [3]. Son usage se poursuit dans les matériaux dentaires, les DM, et certains dentifrices, sous surveillance des agences sanitaires, qui recommandent une vigilance accrue et poursuivent l'évaluation de la toxicité à long terme.

Le triclosan

Le triclosan est un biocide organochloré largement utilisé dans les produits d'hygiène dentaire tels que les dentifrices ou les bains de bouche et certains DM pour ses propriétés antibactériennes et fongicides. Il a longtemps été intégré pour prévenir la formation de plaque, la parodontite, et les infections péri-implantaires [11].

L'absorption du triclosan se fait principalement par voie orale (par voie sublinguale ou par ingestion), mais aussi par voie cutanée lors de l'utilisation de gels, crèmes ou

¹⁸ Les nanoparticules 2 [Internet]. [consulté le 25 juin 2024]. Disponible sur: <https://www-information-dentaire-fr/formations/les-nanoparticules-partie-2-exposition-et-protection/>

¹⁹ Anses. Nanoparticules de dioxyde de titane dans l'alimentation (additif E 171) : des effets biologiques qui doivent être confirmés [Internet]. 2017 [consulté le 29 sept 2025]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/nanoparticules-de-dioxyde-de-titane-dans-lalimentation-additif-e-171-des-effets-biologiques>

dispositifs contenant la substance. Il pénètre facilement l'organisme, s'accumule dans les urines, le lait maternel ou le sang du cordon ombilical, induisant la bioaccumulation en cas d'expositions répétées ²⁰.

Le triclosan agit comme PE, interfère avec les récepteurs œstrogéniques et androgéniques, et est associé à des troubles de la fertilité, du développement embryonnaire et thyroïdien. Il peut également perturber le fonctionnement du système immunitaire, favoriser la résistance bactérienne, augmenter les risques d'allergies et influencer l'équilibre du microbiote. Selon certaines études, il est suspecté d'augmenter le risque de certains cancers hormono-dépendants et de perturber la contraction musculaire ²⁰.

Le triclosan est désormais interdit dans certains usages grand public (les savons et certains cosmétiques aux USA), limité en concentration dans les cosmétiques et bains de bouche en Europe, mais reste autorisé dans certains DM spécifiques. L'usage doit être restreint, en particulier chez les populations à risque ¹⁹.

Les phtalates

Les phtalates sont des plastifiants largement utilisés en médecine pour assouplir le PVC (Polychlorure de Vinyle) des DM (comme les poches de sang, les tubulures, les gants et les appareils de dialyse) et sont également présents en dentisterie dans les tuyaux d'aspiration, les dispositifs à usage unique et équipements de soins, les revêtements en PVC, les produits d'entretien, les gants, les fils dentaires, les gels, les dentifrices et dans certains matériaux prothétiques ou orthodontiques. Dans les résines, les prothèses transitoires, les aligneurs et les colles orthodontiques, leur présence et leur relargage ont été démontrés, justifiant des mesures de précautions particulières. De plus, leur usage est interdit en néonatalogie, en pédiatrie et en maternité [3]. Ils sont également présents dans

²⁰ Association Santé Environnement France. Le triclosan : Où en est-on - la synthèse de l'ASEF [Internet]. 2017 [consulté le 29 sept 2025]. Disponible sur: <https://www.asef-asso.fr/production/le-triclosan-ou-en-est-on-la-synthese-de-lasef/>

certains médicaments (comme excipients pour l'enrobage de comprimés)²¹. La figure 9 représente différentes sources d'expositions aux phtalates (Figure 9).



Figure 9 : Sources d'exposition aux phtalates au quotidien¹²

Les phtalates sont absorbés principalement par voie orale, cutanée et inhalatoire : ils ne sont pas chimiquement liés aux matériaux, sont très volatils et migrent facilement dans l'organisme par contact avec les muqueuses ou par inhalation, directement via l'environnement (par les revêtements ou les produits d'entretiens) ou par les aérosols générés lors de soins dentaires¹¹.

Les phtalates sont reconnus pour leur activité de PE, notamment sur le développement sexuel, la fertilité, le métabolisme et le neurodéveloppement, pouvant induire des troubles de la différenciation sexuelle, la baisse du taux de testostérone, l'obésité infantile, des troubles neurocomportementaux et thyroïdiens dont les effets ont été documentés chez l'humain et l'animal¹¹. Des altérations de la minéralisation dentaire et de la qualité de l'émail ont été observés chez les rongeurs à des doses faibles, avec une susceptibilité plus élevée chez les mâles [4].

²¹ Paitraud D. Phtalates dans les médicaments : précautions d'emploi en attendant leur remplacement [Internet]. Vidal. 2013 [consulté le 2 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/actualites/13261-phtalates-dans-les-medicaments-precautions-d-emploi-en-attendant-leur-remplacement.html>

La réglementation européenne (REACH, règlements (CE) 2021/2045 et 1272/2008 (CLP)) [3], impose depuis 2021 une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) pour tous les DM contenant plus de 0,1% de DEHP, BBP, DBP, et DIBP ainsi l'étiquetage obligatoire de tout DM contenant plus de 0,1 % de phtalates classés Cancérogènes, Mutagènes ou toxiques pour la Reproduction (CMR), de la classe 1A ou 1B (Figure 10), ainsi que l'interdiction dans les dispositifs à risques (néonatalogie, pédiatrie), et leur substitution progressive ²². Des triangles pictogrammes permettent également de repérer la présence potentielle de PE au sein des contenants plastiques, notamment les types 3, 6 et 7 (Figure 11).



Figure 10 : Symboles spécifiques sur l'étiquetage des DM signalent la présence de phtalates [11]



Figure 11 : Pictogrammes permettant de repérer la présence potentielle de PE au sein des contenants plastiques de type 3, 6 et 7 ²³

Les parabènes

Les parabènes sont des conservateurs antimicrobiens couramment utilisés dans l'industrie cosmétique, pharmaceutique et alimentaire. En dentisterie, ils se retrouvent dans certains anesthésiques locaux, dentifrices, bains de bouche, gels, solutions topiques

²² Ineris. Information réglementaire | Substitution des phtalates [Internet]. 2023 [consulté le 30 sept 2025]. Disponible sur: <https://substitution-phtalates.ineris.fr/fr/information-reglementaire>

²³ Nos conseils pour préserver votre santé [Internet]. perturbateur-endocrinien.com. [consulté le 30 sept 2025]. Disponible sur: <https://www.perturbateur-endocrinien.com/gestes-simples-details/>

et comme excipients conservateurs dans des médicaments (notamment liquides, suspensions, crèmes et gels) [3], les DM à usage unique et leurs emballages plastiques [11].

L'exposition a lieu principalement par voie orale, cutanée, inhalation ou absorption lors de l'usage de dispositifs, médicaments, aliments et produits de soins personnels [18].

Certains parabènes présentent une activité œstrogénique suspectée, ce qui en fait des PE potentiels. Ils sont associés à des troubles de la fertilité, à l'obésité et à des cancers hormono-dépendants [3], en particulier pour les dérivés à longue chaîne [19]. Des effets neurodéveloppementaux et thyroïdiens sont également suspectés en toxicologie humaine et animale [20].

Depuis 2014, les parabènes à longue chaîne (butyl-, isobutyl-, propyl-, isopropyl-) sont interdits dans les cosmétiques en Europe, tandis que les courts (méthyl-, éthyl-) restent autorisés à dose limitée [19]. L'étiquetage des produits cosmétiques et pharmaceutiques est obligatoire (codes E214 à E219) afin d'informer clairement les consommateurs et les professionnels, en particulier pour protéger les enfants et les femmes enceintes ²⁴. Les autorités françaises (ANSM) recommandent la substitution dans les médicaments pédiatriques [18].

Les antalgiques courants

Le paracétamol et l'ibuprofène sont les antalgiques les plus couramment prescrits en chirurgie et soins dentaires pour la gestion de la douleur mais comme pour toutes prescriptions et soins, l'évaluation de la balance bénéfice/risque est de mise, et doit pour ces molécules intégrer la prévention des expositions aux PE des publics les plus sensibles. Certaines études ayant mis en avant un potentiel risque de PE invitent à une attention particulière quant à l'évaluation de cette balance chez la femme enceinte [3].

²⁴ Efsa. Advises on the safety of paraben usage in food [Internet]. 2004 [consulté le 2 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.efsa.europa.eu/en/news/efsa-advises-safety-paraben-usage-food>

Leur voie d'exposition est essentiellement orale. Chez la femme enceinte, ces molécules franchissent la barrière placentaire et pourraient ainsi exposer le fœtus durant des périodes sensibles du développement, en particulier pour le système endocrinien et neurologique [3].

L'exposition in utero au paracétamol est associée, selon plusieurs études épidémiologiques et expérimentales, à un risque de troubles de la différenciation sexuelle, notamment une réduction de la production testiculaire de testostérone et des modifications possibles du développement génital, en particulier si l'exposition survient pendant la fenêtre critique de différenciation sexuelle chez le fœtus mâle (8-14 semaines) [21].

Des associations épidémiologiques sont également rapportées entre la prise de paracétamol pendant la grossesse et certains troubles neurodéveloppementaux chez l'enfant, tels que l'autisme et le TDAH ainsi qu'une altération du développement urogénital et une diminution de la distance anogénitale chez les garçons [22]. Toutefois, les études restent limitées par des biais méthodologiques et il est difficile de distinguer l'effet propre du médicament de celui de l'affection maternelle qui a justifié sa prescription.

Le principe de précaution prévaut : il faut limiter la prescription à la dose minimale efficace, sur la durée la plus courte possible chez la femme enceinte, et ne prescrire que si c'est strictement nécessaire [21].

L'ibuprofène, comme les autres anti-inflammatoire non stéroïdien (AINS), traverse également la barrière placentaire et expose le fœtus à des risques de perturbation endocriniennes, en particulier durant le premier trimestre de grossesse. Des études menées sur des testicules fœtaux humains et appuyées par l'Inserm montrent que l'ibuprofène est capable de perturber le système hormonal du fœtus mâle, qui peuvent

conduire à des anomalies du développement génital, telles qu'une cryptorchidie (testicules non descendus) ou un hypospadias, et ainsi impacter la fertilité du futur enfant ²⁵.

Les autorités sanitaires déconseillent la prise d'AINS pendant la grossesse, notamment au 1^{er} et 3^{ème} trimestre, en raison du risque sur le développement fœtal ²⁵.

Le fluor

Le fluor (principalement sous forme d'ions fluorures) est massivement utilisé en dentisterie pour la prévention de la carie dentaire. Il est présent dans les dentifrices, bains de bouche, vernis, CVI [3], mais aussi naturellement (ou par adjonction) dans l'eau potable, certains compléments alimentaires, thés, eaux minérales et sel de table.

L'exposition aux fluorures se fait essentiellement par voie orale par ingestion d'eau potable fluorée, consommation d'aliments riches en fluor et utilisation de produits dentaires fluorés (tels que les dentifrices ou les bains de bouche). Chez les jeunes enfants, l'avalement de dentifrice ou la consommation excessive de produits fluorés représentent une source de surdosage accidentel, en particulier durant la période de minéralisation des dents ²⁶.

Si le fluor à dose appropriée a des effets bénéfiques avérés (protection contre la carie, minéralisation osseuse), un apport excessif est associé à des effets indésirables tels que des perturbations de la fonction thyroïdienne, des effets anti-androgéniques et anti-œstrogéniques documentés principalement chez l'animal (réduction du nombre de spermatozoïdes, baisse du taux de testostérone, risque de fausses couches, atrophie ovarienne), la fluorose dentaire et osseuse et des troubles du neurodéveloppement chez le fœtus et le jeune enfant [3].

²⁵ Rivière P. Attention à la prise d'ibuprofène pendant la grossesse [Internet]. Inserm salle de presse. 2017 [consulté le 2 oct 2025]. Disponible sur: <https://presse.inserm.fr/attention-a-la-prise-dibuprofene-pendant-la-grossesse/27524/>

²⁶ Fluorure | INSPQ [Internet]. Institut national de santé publique du Québec. 2025 [consulté le 3 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.inspq.qc.ca/eau-potable/fluorures>

La réglementation européenne fixe la limite maximale de fluor dans l'eau potable à 1,5 mg/L (mais certaines recherches mettent en garde contre des effets neurodéveloppementaux à des concentrations inférieures)²⁷, et l'EFSA recommande un apport quotidien total maximal de 3,3 mg/jour pour l'adulte, la femme enceinte et les enfants de plus de 8 ans, avec des seuils adaptés pour les plus jeunes (1 mg/j avant 1 an, 1,6 mg/j de 1 à 3 ans, 2 mg/j de 4 à 8 ans) afin de prévenir la fluorose dentaire²⁷. Mais comme tous les PE, on ne peut assurer qu'il y ait une dose minimale d'exposition sans effet ; comme vu précédemment, l'ANSES classe le NaF dans la liste des substances préoccupantes, il donc faut appliquer le principe de précaution.

2. Pistes d'actions et alternatives pour limiter l'exposition aux perturbateurs endocriniens

a. Une approche fiable et reproductible

La réduction de l'exposition aux PE au cabinet dentaire doit reposer sur une approche rigoureuse, fiable et reproductible, permettant d'adapter continuellement les pratiques en fonction de l'évolution des données toxicologiques et des formulations disponibles. Plutôt que de se limiter à une liste ponctuelle de produits « sans PE », la démarche doit s'appuyer sur une lecture méthodique des FDS et sur les outils de prévention réglementaires proposés par des institutions comme l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS)²⁸. Elle doit aussi intégrer le principe de précaution et tenir compte du fait que toutes les substances chimiques mises sur le marché n'ont pas été évaluées au préalable, de plus, la réglementation ne tient pas compte des risques liés à l'effet cocktail.

Cette méthode d'évaluation des matériaux dentaires doit suivre les principes du règlement REACH et du CLP, qui encadrent la classification, l'étiquetage et la gestion des produits

²⁷ Efsa. Sécurité du fluorure : actualisation des apports maximaux pour tous les âges [Internet]. 2025 [consulté le 2025 oct 2]. Disponible sur: <https://www.efsa.europa.eu/fr/news/fluoride-safety-updated-intake-levels-all-ages>

²⁸ Institut national de recherche et de sécurité. Risques chimiques : évaluation et prévention des risques chimiques [Internet]. [consulté le 26 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/risques/chimiques/evaluation-risques.html>

chimiques en Europe, pour permettre d'identifier les substances dangereuses susceptibles de présenter un effet endocrinien, cancérogène, reprotoxique ou allergène, bien que cette réglementation présente des limites.

L'INRS, grâce à son site internet, met à disposition des praticiens et assistantes dentaires une boîte à outils dédiée à la prévention, comprenant des fiches pratiques interactives et des guides d'évaluation des risques chimiques, des modèles pour élaborer un plan d'action préventif, des outils numériques pour la tenue du Document Unique d'Évaluation des Risques Professionnels (DUERP) et le suivi du plan de prévention ²⁹.

La lecture correcte des FDS et du système CLP est essentielle pour identifier les produits à risque, mais elle ne suffit pas.

La compréhension du système CLP établi par le règlement (CE) n° 1272/2008 est néanmoins une étape essentielle à l'analyse des produits chimiques utilisés en pratique dentaire. Ce dispositif repose sur plusieurs éléments permettant d'identifier et de hiérarchiser les risques associés à chaque substance ³⁰ :

- **La classification selon le Code du Travail** : indique s'il s'agit de *substances* (les éléments chimiques et leurs composés tels qu'ils se présentent à l'état naturel ou tels qu'ils sont obtenus par tout procédé de production contenant éventuellement tout additif nécessaire pour préserver la stabilité du produit et toute impureté résultant du procédé, à l'exclusion de tout solvant pouvant être séparé sans affecter la stabilité de la substance ni modifier sa composition) ou de *mélanges* (mélanges ou solutions composés de deux substances ou plus).

²⁹ Institut national de recherche et de sécurité. Cabinets dentaires : des outils pour prévenir les risques professionnels [Internet]. 2024 [consulté le 26 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/actualites/cabinets-dentaires-ressources.html>

³⁰ Institut national de recherche et de sécurité. Classification et étiquetage des produits chimiques : comprendre le système d'étiquetage des produits chimiques - risques [Internet]. 2023 [consulté le 28 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/risques/classification-etiquetage-produits-chimiques/comprendre-systemes-etiquetage-produits-chimiques.html>

- **Le classement du danger** : chaque produit chimique est classé dans une ou plusieurs classes de danger selon les *dangers physiques* (par exemple : inflammables, explosifs), les *dangers pour la santé* (par exemple : sensibilisants, CMR, corrosifs, toxiques) et les *dangers pour l'environnement* (par exemple : toxicité aquatique).
- **Les catégories et mentions de danger “H”** : à l'intérieur de chaque classe, une catégorie précise le niveau de danger, associée à un code “H” (mention de danger). Par exemple H315 indique « irritation cutanée », H317 indique « sensibilisation cutanée », H350 indique « cancérogène » et H360 indique « toxicité pour la reproduction ».
- **Les pictogrammes de danger** : la classification CLP impose l'utilisation de pictogrammes graphiques (losange rouge) signalant le type de risque (par exemple : flamme pour l'inflammabilité, tête de mort pour la toxicité aiguë, point d'exclamation pour l'irritation/sensibilisation). Chaque pictogramme possède un code composé de la façon suivante : « SGH » + « 0 » + 1 chiffre (Annexe 1).
- **Les mentions d'avertissement (“danger” ou “attention”)** : selon la gravité du risque, le produit porte soit “Danger” (risque élevé, par exemple : cancérogène, corrosif) ou “Attention” (risques modérés, par exemple : irritant, sensibilisant).
- **Les conseils de prudence “P”** : les indications supplémentaires sur la manipulation, le stockage et la protection (par exemple : porter des gants, éviter l'inhalation).

Par ailleurs, la FDS constitue un outil réglementaire central pour la gestion des risques chimiques. Elle comprend 16 rubriques normalisées, dont certaines présentent un intérêt particulier pour les praticiens en raison des informations qu'elles apportent sur la composition, les effets toxicologiques ou les mesures de prévention à mettre en œuvre ³¹ :

³¹ Institut national de recherche et de sécurité. La fiche de données de sécurité : brochure [Internet]. 2022 [consulté le 27 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206483>

- La rubrique 2 « **identification des dangers** » : elle donne la classification d'un mélange ou d'une substance ainsi que les éléments d'étiquetages, qui indiquent les *mentions de danger* (H) et (EUH), les *pictogrammes de danger* (CMR ou PE) (Annexe 1), les *mentions d'avertissement* (par exemple : danger), les *conseils de prudence P* et les informations supplémentaires figurant sur l'étiquette telles que si la substance répond aux critères PBT (Persistante, Bioaccumulable et Toxique) ou vPvB (très Persistante et très Bioaccumulable), si elle est inscrite sur la liste des substances candidates à la procédure d'autorisation en raison de ses propriétés perturbant le système endocrinien et si la substance est connue pour avoir des propriétés perturbant le système endocrinien.

- La rubrique 3 « **composition/information sur les composants** » : elle décrit l'identité chimique des composants de la substance ou du mélange. Elle liste les substances avec leur pourcentage et leurs numéros index/CE/CAS. En ce qui concerne les mélanges, ceux-ci doivent mentionner les substances suivantes : les substances présentant un *danger pour la santé ou pour l'environnement*, les substances pour lesquelles il existe des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) européennes, les substances qui sont *persistantes, bioaccumulables et toxiques* (par exemple : propriétés perturbant le système endocrinien), ou les substances identifiées comme ayant *des propriétés perturbant le système endocrinien* si leur concentration individuelle est égale ou supérieure à 0,1 %. Ainsi, elle permet d'identifier les composants tels que le BPA, les phtalates ou les parabènes.

- La rubrique 8 « **contrôle de l'exposition/protection individuelle** » : elle précise les précautions à prendre pour minimiser l'exposition des travailleurs comme les équipements de protection recommandés (par exemple le port du masque, des gants, les systèmes de ventilation et d'assainissement de l'air intérieur) et les seuils limites (la liste des VLEP françaises est disponible sur le site de l'INRS).

- La rubrique 11 « **informations toxicologiques** » : elle est destinée à être utilisée par les professionnels de santé et par les toxicologues. Elle fournit des informations sur les effets toxicologiques (notamment la toxicocinétique, la

métabolisation et la distribution) du produit pour la santé, lorsque l'utilisateur rentre en contact avec celui-ci. Elle indique les classes de danger pour lesquelles les informations doivent toujours être fournies (comme une toxicité aiguë, la corrosion cutanée/irritation cutanée, les lésions oculaires graves/irritation oculaire, la sensibilisation respiratoire ou cutanée, une mutagénicité sur les cellules germinales, une cancérogénicité, une toxicité pour la reproduction, une toxicité spécifique pour certains organes cibles, un danger par aspiration).

- La rubrique 12 « informations écologiques » : elle donne à l'utilisateur une appréciation des effets, du comportement et du devenir probable de la substance ou du mélange lorsqu'ils sont rejetés dans les milieux naturels. Elle renseigne sur la biodégradabilité, la bioaccumulation, mobilité dans le sol, la toxicité pour les organismes aquatiques et/ou terrestres, mais aussi sur les propriétés perturbant le système endocrinien.
- La rubrique 15 « informations relatives à la réglementation » : elle signale la présence de SVHC.

À titre d'illustration, l'analyse de la FDS ³² du ciment-résine adhésif Innocem BIO+ (Elsodent), destiné au collage ou au scellement de restaurations à base de zircone, de céramique silanisée, de composite, de métal, de facettes, de tenons radiculaires, de bridges collés ou encore de taquets d'aligneurs ³³, permet d'appliquer concrètement cette méthodologie :

Rubrique 2 : Identification des dangers

Classification selon le règlement (CE) 1272/2008 (CLP) :

- H319 : Provoque une irritation oculaire.

³² G-Pharma. Fiche de données de sécurité : InnoCem [Internet]. 2019 févr [consulté le 28 oct 2025]. Disponible sur: <https://elsodent.com/wp-content/uploads/2024/03/MSDS-InnoCem-FR-20190227.pdf>

³³ Elsodent. Innocem bio+ [Internet]. 2025 [consulté le 16 sept 2025]. Disponible sur: <https://elsodent.com/produit/innocem-bio-new-2/>

- H335 : Peut irriter les voies respiratoires.
- H315 : Provoque une irritation cutanée.
- H317 : Peut provoquer une allergie cutanée.

Pictogramme de danger : SGH07

Conseils de prudence :

- P261 : Éviter de respirer les poussières/fumées/gaz/brouillards/vapeurs/aérosols.
- P272 : Les vêtements de travail contaminés ne devraient pas sortir du lieu de travail.
- P280 : Porter des gants/vêtements/protection des yeux/du visage.

Informations supplémentaires :

- Pas d'identification de dangers supplémentaires ou de synergies.
- Ce produit n'est pas considéré PBT ou vPvB.

Rubrique 3 : composition/information sur les composants

Aucun des composants déclarés n'est décrit comme PE avéré ou suspecté (Tableau 4).

Tableau 4 : Tableau de la composition du mélange InnoCem (adapté de la FDS)

CAS	Nom chimique	Classification CLP
72869-86-4	Urethane dimethacrylate	H315, H319, H335, H317
85590-00-7	Phosphate methacrylate	H315, H319, H335
65997-17-3	Barium alumino silicate	H335, H319, H315

Rubrique 8 : contrôle de l'exposition/protection individuelle

Contrôle de l'exposition professionnelle :

- Protection respiratoire : non requise dans les conditions normales d'utilisation.

- Protection individuelle : lunettes, masque, gants, blouse recommandés.
- Hygiène : éviter le contact prolongé avec la peau, se laver les mains après utilisation, rincer abondamment en cas de contact oculaire.

Pas de VLEP spécifiques indiquées dans la FDS.

Rubrique 11 : informations toxicologiques

Effets aigus potentiels :

- Irritation ou sensibilisation de la peau si non éliminé rapidement.
- Irritation cutanée, oculaire ou des voies respiratoires possibles.

Effets chroniques potentiels : possibilité de sensibilisation en cas d'exposition/contact prolongé ou répété.

Signes et symptômes : irritation peau/yeux/voies respiratoires

Rubrique 12 : informations écologiques

Toxicité :

- Aucune toxicité écologique ou impact environnemental détecté, dans les quantités et conditions normales de conditionnement.
- Produit considéré comme inerte une fois polymérisé.

Persistance et dégradabilité : non applicable.

Bioaccumulation : non applicable.

Mobilité dans le sol : non applicable.

Résultats des évaluations PBT et vPvB : non applicable.

Rubrique 15 : informations réglementaires

Réglementation applicable :

- DM de classe IIa conformément à la directive 93/42/CEE
- Respecte les réglementations CLP (n°1272/2008) sur la classification et l'étiquetage.

Evaluation de la sécurité chimique : Non requise/notée comme non applicable pour ce mélange.

En résumé, la FDS d'InnoCem fait apparaître des risques comparables à ceux généralement observés pour les résines méthacrylates utilisées en odontologie, tels que l'irritation cutanée ou oculaire et un potentiel de sensibilisation. Aucune substance classée PBT/vPvB ni PE formellement identifiée n'y est mentionnée. Les recommandations portent principalement sur l'application des mesures de protection habituelles et sur une gestion rigoureuse des déchets ainsi que du contact prolongé avec le produit.

Ainsi, cette solution constitue une alternative intéressante aux ciments et résines contenant du BPA ou ses dérivés. Il convient toutefois de garder à l'esprit que cette situation est évolutive et non figée dans le temps : les alternatives disponibles aujourd'hui, réputées sans danger, peuvent rapidement devenir obsolètes en raison de l'évolution des connaissances scientifiques et de la réglementation. C'est pourquoi il est essentiel de demeurer vigilant, de s'informer régulièrement sur la composition des produits et de suivre l'actualité des recommandations afin d'adapter en permanence ses pratiques aux nouvelles données disponibles.

Enfin, la réduction de l'exposition aux matériaux contenant des PE ainsi que la substitution de ceux-ci doivent reposer sur :

- la **vérification systématique de la FDS** de tout matériau,
- la **transparence sur la composition** chimique,

- l'achat de produits dont la formulation **exclut les substances controversées**,
- le **respect des protocoles d'utilisation** (polymérisation optimale, mise en place de la digue, élimination et polissage des excès de résine, rinçage adapté), ce qui est primordial pour limiter le relargage des monomères et des substances toxiques,
- la **sensibilisation des praticiens** à l'identification des matériaux à risque,
- la **formation continue**,
- la **prévention** surtout pour les publics vulnérables (pour rappel, les patients en désir de procréer, les femmes enceintes, allaitantes, les jeunes enfants et les adolescents),
- le **principe de précaution**, et éviter donc les produits contenant des PE ou dérivés de substances reconnues comme PE, afin de limiter autant que possible toute exposition.

b. Les alternatives sans perturbateurs endocriniens

Le BPA et les autres monomères :

Des alternatives « sans BPA » ou sans autres monomères toxiques existent désormais, cependant il est essentiel de rester vigilant face à la présence de substances telles que le TEGDMA, l'UDMA ou le HEMA. Selon une étude menée en 2023 [23], sur 743 matériaux à base de résine (chez 52 fabricants) identifiés, seulement 543 (chez 44 fabricants) fournissent les informations complètes sur leur composition. Sur ces 543 matériaux, seuls 21 matériaux (3,9%) ne contiennent ni dérivés de BPA, UDMA, TEGDMA, ou HEMA. Compte tenu de l'impact possible sur la santé, quels que soient les niveaux de libération dans le corps du patient, les praticiens devraient opter pour des matériaux alternatifs qui ne contiennent pas de monomères dérivés du BPA et, au moins, des matériaux fournis avec une FDS énumérant leurs compositions chimiques exactes, comme ce qui est fait pour les médicaments. Le respect strict des protocoles de pose et

de finitions doit être assuré pour garantir la sécurité des patients, d'autant plus chez les publics vulnérables.

Cette recommandation de précaution relèverait de la responsabilité des dentistes et des autorités sanitaires compétentes.

Le mercure

La dépose systématique des amalgames n'est pas recommandée s'ils restent tolérés par le patient, mais lorsque le remplacement s'impose, il est préférable de recourir à des matériaux alternatifs comme les céramiques, les verres ionomères ou les composites de dernière génération [3]. Le choix se fait au cas par cas, en tenant compte du profil clinique et toxicologique ainsi que de l'impact environnemental. Lors de toute manipulation d'amalgame, des moyens de protection comme l'aspiration, la digue et l'irrigation sont indispensables pour protéger patients et soignants contre la diffusion de vapeurs. Il convient d'informer le patient lors de l'évaluation de la nécessité de la dépose¹⁷ ; des recommandations spécifiques sont proposées par l'OMS¹⁶.

Le dioxyde de titane

Pour limiter l'exposition au dioxyde de titane, il faut choisir des matériaux dépourvus de TiO₂ ou étiquetés « sans E171 » et appliquer un principe de précaution pour les publics vulnérables. En ce qui concerne les dentifrices, il convient d'éviter les formules « blancheur » trop abrasives qui n'ont qu'un effet mécanique et qui favorisent une usure prématurée de l'émail, en préférant des produits doux pour préserver la santé dentaire [24].

Le triclosan

Le triclosan doit être évité dans les produits d'hygiène buccale et cosmétiques. Les alternatives privilégiées sont les bains de bouche à la chlorhexidine, généralement dosés entre 0,12 % et 0,20 %, qui constituent la solution standard pour le contrôle chimique de la plaque avec des résultats rapides et significatifs sur la réduction de l'inflammation gingivale, du saignement et du niveau bactérien. Ils sont conseillés pour un usage ponctuel

et limité dans le temps [25]. De plus, les dentifrices enrichis en enzymes et peptides antimicrobiens permettent de stimuler les défenses naturelles de la salive, de limiter efficacement la formation du biofilm bactérien et de contribuer à une hygiène buccale optimale. Leur profil de tolérance et d'innocuité reconnue en fait des alternatives efficaces sans effet PE rapporté [26]. Il demeure essentiel d'insister sur l'importance d'une hygiène mécanique et régulière afin de réduire le recours aux agents antiseptiques chimiques.

Les phtalates

En ce qui concerne les aligneurs dentaires, ils sont désormais réalisés à partir de polymères innovants tels que le PETG, le TPU ou le polycarbonate, reconnus pour leur absence de phtalates et de BPA, ce qui limite le relargage de substances toxiques dans la cavité buccale [27].

L'emploi de monomères alternatifs comme le PEEK (Polyétheréthercétone) permet de répondre aux exigences de biocompatibilité, de stabilité chimique et de sécurité ³⁴ notamment pour les restaurations fixes ou les dispositifs de contention destinés aux patients allergiques ³⁵. Le PEEK connaît un essor remarquable en dentisterie pour les prothèses, piliers implantaires, châssis, couronnes et systèmes de contention. Léger, sans métal, naturellement biocompatible, il favorise une meilleure répartition des contraintes et une stabilité mécanique sur le long terme. Son module d'élasticité, proche de l'os, et sa réparabilité réduisent les risques mécaniques, les déchets et les coûts, tout en éliminant les risques liés aux monomères toxiques. Il s'impose donc comme une innovation majeure en dentisterie moderne, conforme aux protocoles CAD-CAM ³⁵ [28].

En prothèse, les céramiques comme la zircone ou le disilicate de lithium représentent l'option de référence pour leur inertie chimique, tandis que les résines acryliques évoluent vers des versions allégées en phtalates, BPA et autres monomères relargables ³⁴ [27].

³⁴ NCD Excellab - Laboratoires dentaires unis. Prothèse dentaire et biocompatibilité : matériaux à privilégier en 2025 [Internet]. 2025 [consulté le 30 sept 2025]. Disponible sur: <https://ncd-excellab.fr/prothese-dentaire-et-biocompatibilite-materiaux-a-privilegier-en-2025/>

³⁵ Hosten J. PEEKPROTHESE [Internet]. 2025 [consulté le 30 sept 2025]. PEEK : une révolution dans les prothèses dentaires. Disponible sur: <https://www.peekprothese.fr/2025/02/13/peek-une-revolution-dans-les-protheses-dentaires/>

En dehors de la dentisterie, la substitution des phtalates dans les DM s'opère grâce à l'adoption d'Elastomères Thermoplastiques (TPE) pour la fabrication de tubes, cathéters et poches, ces derniers ne nécessitant aucun plastifiant ajouté, conformément aux recommandations des autorités sanitaires ³⁶.

Pour les médicaments, la tendance actuelle vise à remplacer les excipients plastifiants traditionnels par des alternatives telles que le DEHT, le DINCH, ou certains dérivés de l'huile de ricin, qui ne présentent pas d'effets toxiques connus pour la reproduction ni d'activité endocrinienne avérée à ce jour ³⁷.

Enfin, la formation régulière des équipes soignantes à l'identification des matériaux à risque, l'application stricte des protocoles de substitution et de traçabilité, ainsi que la collaboration avec les autorités sanitaires garantissent l'intégration des mesures de gestion des risques tout en favorisant une démarche écoresponsable et conforme aux exigences actuelles du secteur médical et dentaire.

Les parabènes

Dans le domaine pharmaceutique et médical, la substitution des parabènes se révèle particulièrement difficile du fait de leur efficacité de conservation, de leur faible coût et de leur large spectre antimicrobien. Leur retrait est souvent compromis par le manque d'alternatives qui associent à la fois sécurité, stabilité et efficacité équivalentes, notamment pour les médicaments liquides et certains dispositifs à contact prolongé ³⁸.

³⁶ De nombreuses solutions offertes aux industriels pour remplacer les phtalates [Internet]. Techniques de l'Ingénieur. [consulté le 30 sept 2025]. Disponible sur: <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/de-nombreuses-solutions-offertes-aux-industriels-pour-remplacer-les-phtalates-128936/>

³⁷ Alternatives aux phtalates dans les dispositifs médicaux d'après le rapport danois du Ministère de l'environnement [Internet]. Réseau Environnement Santé. 2014 [consulté le 2 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.reseau-environnement-sante.fr/alternatives-aux-phtalates-dans-les-dispositifs-medicaux/>

³⁸ Paitraud D. Médicaments, un avenir avec ou sans parabènes ? [Internet]. Vidal. 2011 [consulté le 2 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/actualites/18072-medicaments-un-avenir-avec-ou-sans-parabenes.html>

Les conditionnements unidoses ou stériles permettent de limiter le recours aux conservateurs et ainsi de réduire l'exposition aux parabènes, même si cette solution ne s'applique pas systématiquement à toutes les formes pharmaceutiques ³⁹.

En cosmétique, des substituts comme le phénoxyéthanol (dont l'utilisation est réglementée en Europe et déconseillée pour l'hygiène des nourrissons par l'ANSES), le sorbate de potassium ou l'alcool benzylique sont privilégiés, mais leur efficacité peut être moindre ou leur stabilité chimique insuffisante, ce qui oblige parfois à ajuster les formules ou à combiner plusieurs conservateurs ³⁹.

Les extraits végétaux et huiles essentielles sont fréquemment proposés comme alternatives « naturelles », mais ils présentent souvent un potentiel allergisant élevé et leur pouvoir antimicrobien n'est pas toujours suffisant pour garantir la sécurité des produits ³⁹.

La substitution des parabènes doit reposer sur une analyse rigoureuse du rapport bénéfice/risque, en privilégiant des alternatives dont la sécurité est documentée, surtout chez les populations vulnérables. La substitution des parabènes peut exposer à des conservateurs moins bien connus ou augmenter le risque infectieux, d'où l'importance de vérifier systématiquement la liste INCI (International Nomenclature for Cosmetic Ingredients), d'opter pour des conditionnements unidoses ou des solutions stériles quand cela est possible, tout en maintenant une veille régulière sur les nouvelles alternatives ³⁹.

Les antalgiques courants

Le traitement causal rapide de la douleur dentaire (soin de la cause infectieuse/inflammatoire) est à privilégier pour éviter l'utilisation prolongée d'antalgiques.

Lorsque ceux-ci sont nécessaires, le paracétamol reste l'option de choix à la dose minimale efficace, tandis que les AINS doivent être évités durant la grossesse. Il convient

³⁹ Que contiennent vraiment les produits « sans parabène » ? [Internet]. Année de la chimie. 2025 [consulté le 2 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.anneedelachimie.fr/composition-produits-parabene.html>

de limiter la prescription au strict nécessaire [29], d'informer patients, et d'éviter l'automédication.

Le fluor

L'efficacité des fluorures dans la prévention de la carie dentaire est largement démontrée et documentée dans la littérature scientifique. Leur action repose sur la limitation de la déminéralisation de l'émail et la promotion de sa reminéralisation, contribuant ainsi à réduire l'incidence des lésions carieuses. Toutefois, cette efficacité, bien que réelle, reste modérée et doit être mise en balance avec leurs risques potentiels. En effet, une revue systématique récente portant sur 167 études (in vitro, animales et cliniques) a mis en évidence divers effets délétères possibles du fluor sur de nombreux systèmes de l'organisme : nerveux, cardiovasculaire, musculosquelettique, digestif, urinaire, reproducteur, endocrinien, immunitaire et même sur la sphère buccale hors dent. Ces résultats, bien que variables selon les conditions expérimentales, soulignent la nécessité de prudence, notamment chez les jeunes enfants, plus vulnérables à la toxicité du fluor^{40 41}.

La fluorose reste l'effet indésirable le plus reconnu et scientifiquement consensuel, ce qui a conduit à définir des doses d'ingestion adaptées à l'âge et au poids. Chez l'enfant de trois ans, la dose adéquate est estimée à 0,7 mg F/j et la dose tolérable à 1,3 mg F/j. Or, l'ingestion involontaire de dentifrice fluoré peut rapidement dépasser ces seuils, surtout lorsque la quantité utilisée excède la taille recommandée d'un « petit pois », et en tenant compte des autres sources d'exposition au fluor (eau, alimentation, environnement)⁴⁰.

⁴⁰ Dursun E, Attal JP. Plus de fluorures pour moins de caries, vraiment ? [Internet]. L'Information Dentaire. 2023 [cité 12 nov 2025]. Disponible sur: <https://www.information-dentaire.fr/formations/plus-de-fluorures-pour-moins-de-caries-vraiment/>

⁴¹ Attal JP, Hujoel P, François P, Dursun E. Prévention de la carie : Réévaluer le bénéfice-risque des fluorures dans une approche fondée sur les preuves [Internet]. L'Information Dentaire. 2025 [cité 12 nov 2025]. Disponible sur: <https://www.information-dentaire.fr/formations/prevention-de-la-carie-reevaluer-le-benefice-risque-des-fluorures-dans-une-approche-fondée-sur-les-preuves/>

Les recommandations officielles (UFSBD, ANSES) fixent la concentration maximale de fluor dans l'eau potable à 0,7 mg/L, le dépassement de 1,5 mg/L augmentant nettement le risque de fluorose²⁷. Cependant, compte tenu des évaluations en cours du NaF en tant que PE, il convient d'appliquer un principe de précaution, en particulier pour les populations vulnérables [10]. Les recommandations actuelles ne prennent pas encore en compte ce risque potentiel de PE, comme on peut le constater dans les lignes directrices de l'UFSBD.

Il apparaît donc essentiel d'éviter toute surconsommation de fluor en adaptant les apports aux besoins spécifiques de chaque âge (Figure 12) [30]. Chez l'enfant, la vigilance s'impose pour limiter l'ingestion accidentelle de dentifrice fluoré, en utilisant des quantités adaptées et sous la supervision d'un adulte. L'allaitement doit être encouragé autant que possible, la concentration en fluor du lait maternel étant naturellement très faible. [31]

Au-delà du débat sur les fluorures, la véritable cause de la maladie carieuse réside dans la consommation excessive de sucres libres. Depuis 2015, la carie n'est plus considérée comme une infection bactérienne transmise par *Streptococcus mutans*, mais comme une dysbiose polymicrobienne : un déséquilibre du biofilm buccal induit par l'exposition répétée aux glucides fermentescibles. Les sucres libres représentent ainsi le principal – voire l'unique – facteur étiologique de la maladie carieuse, tandis que les autres éléments (plaque, flux salivaire, fluor, facteurs sociaux) n'ont qu'un rôle contributif ou atténuant⁴⁰.

L'OMS recommande de limiter l'apport en sucres libres à moins de 5 % de l'apport énergétique total (soit environ 9 kg/an pour 2 000 kcal/jour). Pourtant, la majorité de la population dépasse largement ce seuil : 92 % des enfants de 3 à 6 ans et près de 90 % des adolescents et adultes français ne respectent pas cette recommandation. Ainsi, l'enjeu principal en santé bucco-dentaire n'est pas tant la détermination de la dose optimale de fluor que la réduction effective de la consommation de sucres libres⁴⁰.

Le rôle du chirurgien-dentiste s'étend donc bien au-delà de la simple prescription de fluorures : il comprend l'éducation nutritionnelle et la prévention alimentaire. La cavité buccale, première porte d'entrée des aliments, est un lieu privilégié d'action et de

sensibilisation. La formation des chirurgiens-dentistes (et plus largement du personnel soignant) à la nutrition revêt dès lors une importance majeure. La substitution des aliments riches en sucres libres par des alternatives plus saines, telles que l'eau ou les fruits, doit être encouragée. La stratégie préventive doit avant tout viser à réduire la fréquence, puis la quantité de consommation de sucres. Ce travail d'accompagnement relève pleinement de la mission du chirurgien-dentiste dans une approche globale de la santé orale et générale ⁴⁰.

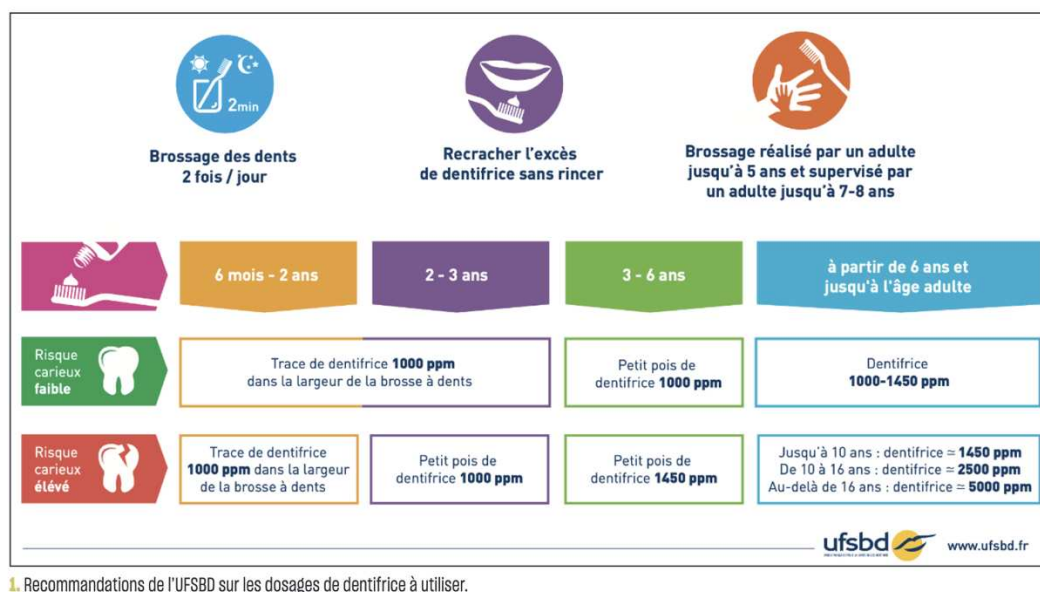


Figure 12 : Recommandations de l'UFSBD sur les dosages de dentifrice à utiliser
[30]

Pour clore cette section et mettre en perspective l'ensemble des données exposées, le tableau suivant (Tableau 5) regroupe et ordonne les principaux points abordés. Il offre une vision d'ensemble des substances présentes dans les matériaux et dispositifs dentaires, leurs effets connus ou suspectés sur la santé, ainsi que les solutions de substitution et mesures de précaution recommandées. Cette synthèse vise à simplifier la compréhension globale, tout en constituant un référentiel pratique pour adapter les choix de matériaux et renforcer la prévention des expositions aux PE au cabinet dentaire.

Tableau 5 : Tableau de synthèse des risques, effets sanitaires, réglementations et alternatives liés aux substances préoccupantes en odontologie (tableau personnel)

Substance/Famille	Présence/Usage	Voies d'exposition	Effets sanitaires	Réglementation	Alternatives/Reco
BPA/Monomères	Composites, adhésifs, sealants, gouttières, brackets, résines, colles (Bis-GMA/Bis-DMA, TEGDMA, UDMA, HEMA)	Sublinguale, contact muqueuse, dégradation en bouche, manipulation	Troubles développement sexuel, neurodéveloppement, thyroïdiens, cytotoxicité, allergies	- DJA BPA abaissée: 0,2 ng/kg/j (EFSA 2023) - Monomères non classés PE, surveillance	- Matériaux « sans BPA » - Utiliser résines et colles sans monomères controversés - Respect strict des protocoles de polymérisation - Nettoyage et polissage post-application
Mercure	Amalgames dentaires	Inhalation vapeurs lors pose/dépose, usure	Neurotoxicité, néphrotoxicité, PE thyroïdien, risques individuels	Interdit dans l'UE (2025)	- Précautions strictes lors de la pose/dépose - Substitution: composites céramiques, verres ionomères
Dioxyde de Titane	Nanoparticules dans composites, prothèses, brackets, dentifrices, médicaments	Sublinguale, inhalation d'aérosols, corrosion	Effets PE suspectés (androgènes), inflammatoires, perturbation microbiote, génotoxicité	Interdit comme additif alimentaire (E171 EU), toléré dentisterie	- Privilégier matériaux dentaires « sans TiO ₂ » - Limiter dentifrices blanchisseurs
Triclosan	Dentifrices, bains de bouche, dispositifs antibactériens	Sublinguale, ingestion, cutanée	Effet PE avéré (œstrogénique/androgénique), troubles fertilité/développement, immunodépression, résistance bactérienne	Interdit dans cosmétiques USA, limité en Europe	- Utiliser produits sans triclosan - Alternatives: chlorhexidine, enzymes - Prévention mécanique

Phtalates	PVC dispositifs (tuyaux, gants, fils, gadgets, gouttières, gels dentaires, prothèses)	Orale, cutanée, inhalation	Troubles développement sexuel, fertilité, PE confirmé, malformations de l'émail, exposition accrue chez enfants	- Etiquetage et interdiction > 0,1% (CLP, REACH) - Interdiction néonatalogie/pédiatrie	- Choisir DM, colles, prothèses « sans phtalates/BPA » (PETG, TPU, PEEK) - Suivre les recommandations
Parabènes	Conservateurs dentifrices, gels, médocs, anesthésiques locaux, DM jetables/emballage	Orale, cutanée, inhalation	Effet œstrogénique suspecté, infertilité, obésité, cancers hormono-dépendants, neurodéveloppement	- Interdits (longue chaîne) dans les cosmétiques en Europe - Etiquetage obligatoire	- Privilégier conditionnements unidoses - Attention aux produits « sans parabènes »
Antalgiques	Médicaments antalgiques	Orale, franchit barrière placentaire	PE suspecté (troubles différenciation sexuelle, neurodéveloppement), vigilance grossesse	AINS déconseillés grossesse, précaution paracétamol	- Privilégier traitement causal - Limiter posologie/durée chez femmes enceintes
Fluor	Dentifrices, bains bouche, vernis, CVI, eau potable, compléments	Orale, ingestion accidentelle	Fluorose, troubles neurodéveloppement, anti-androgénique/œstrogénique suspectés	- Limite eau potable 1,5 mg/L - Seuils EFSA	- Adapter concentrations - Limiter ingestion chez enfants - Privilégier allaitement - Evaluer le risque carieux et les doses d'exposition quotidienne au fluor avant tout conseil d'HBD ou acte de prévention

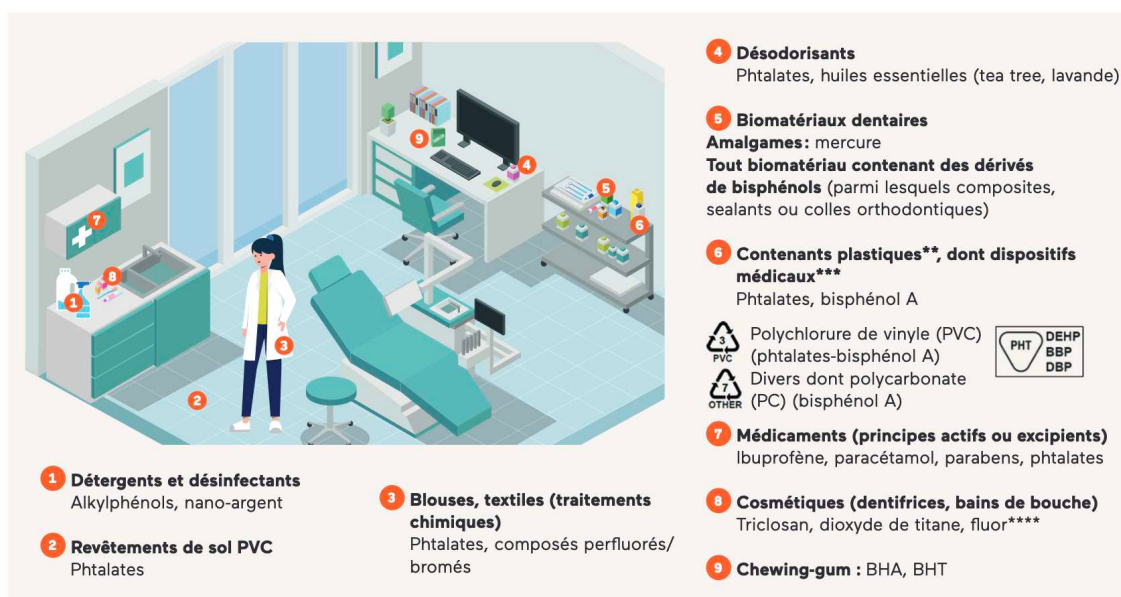
Une vigilance particulière et une évaluation adaptée de la balance bénéfice/risque doivent être intégrées pour chacune de ces substances, tout en faisant prévaloir le principe de précaution. Les actes de prévention des pathologies bucco-dentaire et de promotion de la santé orale bénéficient à la prévention des expositions de l'ensemble des PE cités ici.

B. Les perturbateurs endocriniens dans l'environnement du cabinet dentaire

Le cabinet dentaire constitue un environnement professionnel où la diversité des matériaux, l'intensité des opérations d'entretien/désinfection et la gestion des DM induisent des expositions chroniques potentielles aux PE pour les professionnels et les patients. Ces substances peuvent migrer vers l'air intérieur ou se fixer à la poussière, favorisant des voies d'exposition principalement par inhalation et contact cutané.

1. Les sources environnementales [32]

L'environnement physique du cabinet dentaire représente une source importante d'exposition aux PE en plus des sources d'exposition via les matériaux dentaires classiques (Figure 13). Plusieurs familles de matériaux et de produits industriels sont à considérer : mobilier, revêtements (sols, murs), textiles (blouses, rideaux), contenants plastiques (y compris les DM) et produits d'entretien ou désodorisants [32].



2. Sources d'exposition aux perturbateurs endocriniens avérés, présumés ou suspectés au cabinet dentaire. Liste non exhaustive et sans corrélation systématique (par exemple, tous les composites ou toutes les blouses ne contiennent pas ces composés controversés). D'après TedX-list, DEDuCT, Endocrine Society.

** Pictogrammes permettant de repérer la présence potentielle de perturbateurs endocriniens au sein des contenants plastiques de type 3 et 7.

*** Symbole normalisé indiquant la présence de phtalates (PHT) au sein du dispositif médical accompagné du nom du dérivé.

Par exemple : DEHP (Di Ethyl Hexyl Phtalate) – BBP (Butyl Benzyl Phtalate) – DBP (Dibutyl Phtalate).

**** Le fluor est visé dans la liste de substances chimiques d'intérêt, en raison de son activité endocrine potentielle ANSES, 2021.

<https://www.anses.fr/fr/system/files/REACH2019SA0179Ra-1.pdf>

Figure 13 : Sources d'exposition aux PE avérés, présumés ou suspectés au cabinet dentaire [32]

a. Revêtements, mobiliers et textiles

Les sols et revêtements en PVC sont omniprésents dans les cabinets dentaires, en raison de leurs propriétés d'étanchéité et leur facilité de nettoyage, répondant ainsi aux exigences de prévention infectieuse. Ils incorporent fréquemment des phtalates comme plastifiants (DEHP, DBP, DINP). Nous avons vu précédemment que ces phtalates ne sont pas liés de façon covalente aux polymères : ils migrent lentement dans l'air ambiant ou adhèrent à la poussière, créant ainsi une contamination chronique du milieu intérieur et une exposition continue pour les professionnels et les patients.

Les textiles utilisés dans le cabinet dentaire (comme les blouses ou les vêtements professionnels) sont des vecteurs potentiels de PE, notamment de phtalates et de composés perfluorés ou bromés, parfois ajoutés pour rendre les tissus imperméables.

Ces textiles peuvent relarguer des PE au cours de leur utilisation (par usure ou lors du lavage) contribuant à la contamination du personnel soignant.

b. Produits d'entretien

L'usage intensif de sprays désinfectants, lingettes imprégnées et solutions hydroalcooliques dans les cabinets dentaires entraîne des émissions de substances à activité perturbatrice endocrinienne comme les parabènes, le triclosan, certains biocides et des Composés Organiques Volatils (COVs) tels que le formaldéhyde et l'alcool isopropylique [33].

Selon les études récentes, les produits pulvérisés libèrent des quantités nettement plus importantes de COVs par rapport aux lingettes, induisant des pics de pollution chimique lors de chaque utilisation, surtout en espace clos et peu ventilé [33].

c. Les contenants plastiques, dispositifs à usage unique

Les contenants plastiques sont présents sous de très nombreuses formes : flacons pour solutions dentaires, boîtes de rangement, seringues, embouts, canules d'aspiration, films de protection, plateaux jetables, emballages individuels et divers DM en plastique.

Beaucoup sont fabriqués en PVC, polycarbonate ou polypropylène. Ils intègrent des plastifiants (phtalates) et des agents chimiques (bisphénols) pour garantir souplesse, transparence et résistance.

Comme vu précédemment, les plastiques de type 2, 4 et 5 sont à privilégier, car considérés comme présentant un moindre risque sanitaire, contrairement aux types 3 ou 7.

2. Qualité de l'air et exposition

La qualité de l'air intérieur constitue un déterminant central de la sécurité sanitaire au sein des cabinets dentaires, où la combinaison d'espaces clos, d'une forte densité d'équipements et de l'utilisation régulière de produits chimiques accroît le risque d'accumulation de polluants à potentiel toxique (comme les COVs, les particules fines, le CO₂) ou PE.

La concentration en CO₂ est un indicateur clé du renouvellement d'air : il est recommandé de maintenir une concentration inférieure à 1000 ppm, voire 800 ppm en période épidémique (par exemple lors du COVID-19), avec une concentration dans l'air extérieur autour de 400 ppm ⁴².

Des campagnes françaises ont montré la présence quasi systématique des phtalates dans l'air intérieur et les poussières dans les environnements intérieurs, y compris dans les établissements de soin³, en lien avec la forte densité de DM et de produits d'entretien contenant ces substances.

⁴² Haut Conseil de la santé publique. Avis relatif à la mesure du dioxyde de carbone dans l'air intérieur des établissements recevant du public [Internet]. Paris, France; 2022 janv [consulté le 6 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr983>

Par ailleurs, l'air intérieur de ces environnements de soin est exposé à des niveaux de CO₂, de COVs et de particules fines souvent 5 à 20 fois plus élevés que ceux mesurés à l'extérieur, en raison de la densité des actes cliniques, du manque de ventilation et de l'usage intensif de produits chimiques et de dispositifs plastiques. Les principaux polluants identifiés sont les COVs, les phtalates, les bisphénols, les parabènes, les nanoparticules, les formaldéhyde et les microgouttelettes [34]. Ils proviennent essentiellement des matériaux d'aménagement (PVC, polycarbonate des revêtements et mobiliers), des sprays désinfectants et produits de nettoyage, des procédures cliniques générant des aérosols et des dispositifs plastiques à usage unique, qui s'ajoutent à la charge chimique globale.

Cette pollution de l'air intérieur implique une prévention spécifique et une organisation rigoureuse du cabinet pour limiter l'exposition des professionnels et des patients à ces substances ¹⁴.

Les recommandations de prévention incluent plusieurs mesures essentielles :

- la **ventilation** et l'**aération** doivent être assurées par l'installation d'un système mécanique, associée à l'ouverture régulière des fenêtres, deux fois par jour pendant quinze minutes. Une ventilation croisée, complétée par une mesure régulière du taux de CO₂, permet de garantir un renouvellement d'air optimal¹⁴,
- le **nettoyage** doit privilégier la méthode **humide**, en utilisant des microfibras et de l'eau pour les surfaces non contaminées et dont la criticité ne nécessite pas l'usage de produits désinfectants, tout en limitant l'usage des sprays et désodorisants chimiques ¹⁴. De plus, il ne faut jamais mélanger des produits d'entretien ⁴,
- le choix des **matériaux** doit se porter sur ceux à **faibles émissions**, en privilégiant les revêtements, mobiliers et dispositifs certifiés « A/A+ » pour les émissions de COVs, et différer le plus possible l'entrée dans les locaux en cas de construction neuve ou travaux de rénovation. Il est également recommandé de demander les fiches techniques indiquant la présence éventuelle de phtalates, bisphénols ou autres PE ^{5 14}.

- Enfin, les **achats responsables** doivent viser les matériaux biosourcés et les dispositifs réutilisables lorsque cela est possible, et s'inscrire dans une démarche de sobriété chimique, c'est-à-dire un achat minimal de produits à risque. Pour le mobilier, il est conseillé de privilégier les meubles de seconde main ou ceux en bois massif, certifiés sans émanations ⁴.

C. Risques professionnels pour l'équipe dentaire

Comme nous l'avons observé, l'exposition chronique aux polluants chimiques présents dans l'air intérieur des cabinets dentaires constitue une problématique préoccupante. Les études récentes ont mis en évidence la présence de COVs, de vapeurs de mercure et de nanoparticules issues des matériaux dentaires ou des procédés de soin. Les principales voies d'exposition comprennent l'inhalation, le contact cutané répété ainsi que l'exposition aux aérosols générés lors des actes cliniques. De plus, ces expositions représentent également un risque pour les futurs enfants des professionnels en période pré conceptionnelle, les professionnelles enceintes ou allaitantes (période des 1000 premiers jours).

Bien qu'il soit désormais reconnu que le chirurgien-dentiste est exposé à certaines pathologies respiratoires, telles que l'asthme, les bronchites chroniques ou diverses formes d'irritations, ainsi qu'à des manifestations allergiques cutanées (dermatites) et respiratoires ⁴³, il subsiste un manque de données scientifiques établissant formellement un lien entre l'exercice de la profession et la survenue de troubles métaboliques (tels que l'obésité, certains cancers, les dysfonctionnements thyroïdiens ou les altérations de la fertilité). Cette absence de données ne doit pas occulter le fait que les professionnels exerçant en structure de soins bucco-dentaires constitue une population particulièrement exposée aux risques chimiques et de suivre les principes généraux de prévention des expositions, ainsi que de maîtriser les usages et les rejets de produits chimiques dangereux

⁴³ Baras A. Sensibilisation et formation des chirurgiens-dentistes à la santé environnementale et aux risques émergents. Pourquoi, comment ? [Internet]. 2018 [consulté le 11 sept 2025]. Disponible sur: <http://ecops-conseil.fr/wp-content/uploads/2020/11/m%C3%A9moire-m%C3%A9decine-environnementale-Dr-Alice-Baras-2019-diffusion-ASEF-2.pdf>

pour les écosystèmes. Comme vu précédemment, plusieurs mesures sont à intégrer de manière transversale aux pratiques et à l'environnement de soins [32]:

- **éviter les risques en les supprimant** : supprimer l'usage des produits et substances superflus et pour un même usage, tel que la désinfection des surfaces, opter pour un produit unique avec le moins de composés possibles pour limiter le risque d'effet cocktail,
- **substituer les produits dangereux par des alternatives présentant moins de risques** : opter pour des produits présentant un label environnemental évalué comme étant de confiance, moins susceptibles de contenir des substances controversées, tout en garantissant la qualité et la sécurité des soins et le respect des normes de désinfection médicale. Il faut néanmoins rester vigilants face au « greenwashing » et se référer aux labels certifiés (Figure 14).
- **choisir des contenants sûrs** : privilégier les matériaux exempts de bisphénols et de phtalates. Il est aussi important de savoir communiquer avec les commerciaux pour poser les bonnes questions,
- **mettre en œuvre des mesures de protection collective** : assurer une aération naturelle efficace au moins deux fois par jour et organiser l'entretien régulier des équipements de ventilation,
- **veiller à la protection individuelle** : utiliser des gants en nitrile (plus résistants que le vinyle) en salle de stérilisation, porter un masque et des lunettes de protection lors des actes cliniques ou d'entretien,
- **adapter les mesures pour les professionnels en période de vulnérabilité** : renforcer les précautions pour les personnes plus sensibles aux expositions chimiques (période pré conceptionnelle, femmes enceintes ou allaitantes),
- **former et informer l'équipe** : organiser des formations régulières et actualisées sur les risques professionnels et les mesures de prévention pour l'ensemble du

personnel, réaliser une veille et faciliter l'accès aux évolutions réglementaires et données probantes,

- **informer le public et les patients** : délivrer des messages simples et adaptés sur les actions de prévention à intégrer dans les gestes quotidiens.

 COMMENT SE PROTÉGER AU QUOTIDIEN DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE ET DES PERTURBATEURS ENDOCRINIENS ? 			
<i>Ces conseils pratiques sont importants à donner à tous et surtout aux couples ayant un projet de grossesse, aux femmes enceintes ou allaitantes ainsi qu'aux enfants en bas âge et aux adolescents</i>			
		<i>Je privilégie</i>	<i>J'évite</i>
	Air intérieur	J'aère 10 min/j matin et soir, j'aspire avec des filtres HEPA, je lave à la vapeur	J'évite la stagnation des polluants présents dans l'air intérieur
	Alimentation	J'achète des produits labellisés issus de l'agriculture biologique. Je lave et épluche les fruits et légumes et je cuisine mes plats maison	J'évite les plats industriels ultra-transformés, les additifs, les conservateurs et les pesticides
	Conservation et cuisson des aliments	Je reviens aux classiques pour cuisiner et conserver mes aliments : verre, fonte, inox	J'évite les poêles antiadhésives, la vaisselle et les boîtes en plastique. J'évite de chauffer les plastiques dans le micro-ondes. Je ne bois pas mon café dans des gobelets en plastique et ne laisse pas mes bouteilles d'eau en plein soleil
	Produits d'hygiène et cosmétiques	Je me lave, rase, hydrate... au naturel (pain de savon, huile d'amande douce, de coco...) avec peu de conservateurs	J'évite le contact prolongé et le passage de produits toxiques dans mon organisme : les phtalates, le triclosan, les parabènes, le phénoxyéthanol, le formaldéhyde...
	Vêtements et textiles	Je lave au préalable mes vêtements neufs. Je privilégie les matières naturelles (coton, laine, lin...)	J'évite les retardateurs de flammes, les pesticides contenus dans les textiles (antimites)
	Produits ménagers	J'entretiens ma maison au vinaigre blanc, bicarbonate de soude, savon de Marseille, savon noir, je dépoussière à la microfibre et je lave à la vapeur	J'évite la stagnation et les émissions de produits chimiques dans ma maison
	Meubles et intérieur	Je m'entoure de bois massif, non traité et éventuellement de meubles d'occasion. Je peins et vernis avec des produits labellisés, je déballe et aère mes meubles avant de les monter	J'évite le bois aggloméré et les matières composites qui contiennent des solvants, des colles, des vernis, des retardateurs de flammes...

Figure 14 : Comment se protéger au quotidien de la contamination chimique et des PE [32] ?

D. Santé et environnement, une approche globale positive

L'approche « one health » ou « une seule santé » reconnaît l'interdépendance entre la santé humaine, la santé animale et la santé des écosystèmes. La promotion de la santé humaine dépend de la préservation et du respect de la santé animale, végétale et écosystémique, et par la maîtrise de l'exposition aux polluants sur toute la chaîne du soin. L'intégration de cette approche systémique s'appuie sur la reconnaissance que la santé au

travail, la sécurité du patient et la sauvegarde des ressources naturelles deviennent indissociables.

Cette démarche engage l'ensemble des acteurs du soin vers une sobriété et une transition écologique mesurable, en s'appuyant sur les trois piliers de la santé durable (Figure 8) [35]. Le **pilier environnemental** vise à réduire l'empreinte écologique des pratiques, en s'appuyant notamment sur la démarche de sobriété chimique, la maîtrise de la consommation des ressources et de production des déchets, et participer ainsi à maîtriser les risques liés au dérèglement climatique et à l'effondrement de la biodiversité, ainsi qu'à la pollution des milieux (air, eau, sols). Le **pilier social** cherche à garantir la sécurité des patients et des équipes, à préserver leur santé physique, mentale et sociale, et à promouvoir l'équité dans l'accès aux soins. Enfin, le **pilier économique** consiste à maîtriser les coûts, à assurer la viabilité du système de soin, à optimiser les ressources disponibles et à soutenir une organisation éthique et durable.



Figure 15 : Les trois piliers de la santé durable dans les pratiques de santé [35]

La réduction des expositions chimiques et l'amélioration de la qualité de l'air intérieur s'inscrit dans une démarche de **santé globale** : c'est-à-dire de repenser nos pratiques pour limiter les contaminations croisées et les pressions exercées par les polluants, de favoriser la sobriété chimique en cabinet dentaire ce qui bénéficie non seulement à l'équipe soignante et aux patients, mais également à l'écosystème et à l'ensemble du vivant. Le

respect de la planète, la promotion de la santé et le partage de ces valeurs avec les patients constituent également des sources de motivation ¹⁴.

Conclusion

C'est en exerçant une pression croissante sur les milieux naturels et en perturbant les équilibres fondamentaux des écosystèmes, que l'on multiplie les risques de maladies chroniques ou émergentes : la plupart des espèces vivantes partagent une même vulnérabilité à ces substances chimiques exogènes (créées par les activités humaines modernes et industrielles), qui circulent dans l'air, l'eau, les sols et les organismes. Les PE illustrent parfaitement ce phénomène : leur impact ne se limite pas à l'être humain, mais atteint également la faune et la flore, provoquant des anomalies de développement, des troubles de la reproduction, et participant à l'effondrement de la biodiversité actuellement en cours. Protéger la santé humaine ne peut donc se concevoir sans une prise en compte globale de la santé des écosystèmes et de la préservation des équilibres écosystémiques, où chaque action pour limiter les expositions et la pollution chimique bénéficie à l'ensemble du vivant. À cela s'ajoute aujourd'hui la notion de polluants éternels, ces composés persistants qui s'accumulent dans l'environnement et dans nos corps, symboles de l'activité humaine, aujourd'hui au cœur des actualités.

L'objectif de cette thèse est de participer à informer et accompagner la montée en connaissances et compétences des professionnels de santé bucco-dentaire sur l'impact global des PE et à développer et repenser des pratiques plus soutenables afin d'appréhender la prévention des risques sous toutes ses dimensions, pour préserver durablement la santé du vivant et, par ricochet, celle des générations présentes et futures. La contamination des Français par les PE est totale, notamment démontrée par l'étude ESTEBAN ³, ce qui illustre à quel point ces substances sont omniprésentes dans notre environnement et nos produits de consommation courante, malgré les mesures de restriction déjà en place en Europe.

Il s'agit aussi d'offrir des pistes d'action concrètes afin de permettre la transition et la substitution des substances à risque avec la sélection raisonnée de biomatériaux alternatifs, la maîtrise des protocoles de manipulation, l'adoption de dispositifs et d'équipements plus sûrs, mais surtout la sensibilisation et la formation du personnel à la prévention des risques chimiques. Il est aussi important de souligner que la formation continue demeure indispensable dès lors que les évolutions technologiques dans le

domaine dentaire sont extrêmement rapides : de nombreuses substances sont mises sur le marché sans avoir été évaluées, les particularités toxicologiques nous amènent à reconnaître qu'il n'existe pas de risque zéro, nous avons donc à évaluer la balance bénéfice/risque en y intégrant le principe de précaution pour les personnes les plus vulnérables face à l'exposition aux PE lors des choix de nos équipements et la justification de nos actes. De plus, force est de constater que ce qui est considéré comme efficace et « sûr » aujourd'hui peut devenir obsolète ou préoccupant demain.

L'évolution vers une dentisterie plus éthique et écologique dépendra de la capacité de la profession à porter ces évolutions : cela suppose d'initier les changements nécessaires, de renforcer la collaboration avec l'ensemble des disciplines médicales et environnementales, et d'adopter une démarche proactive de promotion de la santé orale, de prévention des pathologies bucco-dentaires et d'information adaptée aux défis émergents de demain.

Références bibliographiques

1. Baras A. Écoresponsabilité au cabinet dentaire Pourquoi ? Comment ? L'information dentaire. 11 nov 2020;(39):36-8.
2. Rannaud-Bartaire P. Effet des perturbateurs endocriniens au cours du développement: comprendre et agir pour protéger la santé. Perfectionnement en Pédiatrie 2024. juin 2024;7:105-14.
3. Dantagnan CA, Babajko S, Jedeon K, Bosco J, Dursun E, Attal JP. Les perturbateurs endocriniens en santé orale. L'information Dentaire. 6 nov 2024;(38):16-20.
4. Babajko S, Chaussain C, Jedeon K. Relations between developmental dental defects and exposure to environmental toxicants exhibiting endocrine disrupting activity. Ann Endocrinol (Paris). 1 juin 2025;86(3):101765.
5. Puche-Juarez M, Toledano JM, Moreno-Fernandez J, Gálvez-Ontiveros Y, Rivas A, Diaz-Castro J, et al. The Role of Endocrine Disrupting Chemicals in Gestation and Pregnancy Outcomes. Nutrients. 3 nov 2023;15(21):4657.
6. Rannaud-Bartaire P, Fini JB. Les perturbateurs des hormones thyroïdiennes: comment estimer leur impact sur la santé humaine et l'environnement ? Biologie Aujourd'hui. déc 2023;217 (3-4):219-31.
7. Glorennec P, Marano F. Les perturbateurs endocriniens - Haut Conseil de la Santé Publique. ADSP. nov 2021;(115):12-58.
8. Priorisation des effets sanitaires à surveiller dans le cadre du programme de surveillance en lien avec les perturbateurs endocriniens de Santé publique France. Santé Publique France; 2021 sept.
9. Babajko S, Gayrard V, Houari S, Thu Bui A, Barouki R, Niederreither K, et al. La sphère orale, cible et marqueur de l'exposition environnementale: Défauts du développement dentaire. Med Sci (Paris). mars 2020;36(3):225-30.

10. Anses. Elaboration d'une liste de substances chimiques d'intérêt en raison de leur activité endocrine potentielle : méthode d'identification et stratégie de priorisation pour l'évaluation [Internet]. 2021 avr [cité 11 nov 2025]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/REACH2019SA0179Ra-1.pdf>
11. Baras A. Les perturbateurs endocriniens au cabinet dentaire. L'information dentaire. 12 mai 2021;19:40-2.
12. Marzouk T, Sathyanarayana S, Kim AS, Seminario AL, McKinney CM. A Systematic Review of Exposure to Bisphenol A from Dental Treatment. JDR Clin Trans Res. avr 2019;4(2):106-15.
13. Sabour A, El Helou M, Roger-Leroi V, Bauer C. Release and toxicity of bisphenol-A (BPA) contained in orthodontic adhesives: A systematic review. Int Orthod. mars 2021;19(1):1-14.
14. Halimi A, Benyahia H, Bahije L, Adli H, Azeroual MF, Zaoui F. Étude systématique de la libération du bisphénol A par les matériaux orthodontiques et ses effets biologiques. International Orthodontics. 1 déc 2016;14(4):399-417.
15. Vignard J, Pettes-Duler A, Gaultier E, Cartier C, Weingarten L, Biesemeier A. Dioxyde de titane, la bouche, première voie de passage du E171 dans le sang. Nanotoxicology. 17 mai 2023;17(4):289-309.
16. Dorier M, Tisseyre C, Dussert F, Béal D, Arnal ME, Douki T, et al. Toxicological impact of acute exposure to E171 food additive and TiO2 nanoparticles on a co-culture of Caco-2 and HT29-MTX intestinal cells. Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen. sept 2019;845:402980.
17. Younes M, Castle L, Engel KH, Fowler P, Frutos Fernandez MJ, Fürst P, et al. Safety assessment of titanium dioxide (E171) as a food additive. EFSA J. mai 2021;19(5):e06585.
18. Chatterjee S, Adhikary S, Bhattacharya S, Chakraborty A, Dutta S, Roy D, et al. Parabens as the double-edged sword: Understanding the benefits and potential health risks. Science of The Total Environment. 1 déc 2024;954:176547.

19. Janiga-MacNelly A, McGraw M, Fernandez-Luna MT, Lavado R. Assessment of the toxic effects of parabens, commonly used preservatives in cosmetics, and their halogenated by-products on human skin and endothelial cells. *NAM Journal*. 1 janv 2025;1:100011.
20. Khelfi A, Idjeraoui A, Ouarzidini H, Aksas K, Makrelouf M, Cherifi M, et al. Paraben exposure profiles in pregnant women and association with changes in thyroid hormone levels. *Ann Endocrinol (Paris)*. 13 juin 2025;86(5):101801.
21. Tadokoro-Cuccaro R, Fisher BG, Thankamony A, Ong KK, Hughes IA. Maternal Paracetamol Intake During Pregnancy—Impacts on Offspring Reproductive Development. *Front Toxicol*. 14 avr 2022;4:884704.
22. Bauer AZ, Swan SH, Kriebel D, Liew Z, Taylor HS, Bornehag CG, et al. Paracetamol use during pregnancy — a call for precautionary action. *Nat Rev Endocrinol*. 2021;17(12):757-66.
23. Dantagnan CA, Babajko S, Nassif A, Houari S, Jedeon K, François P, et al. Analysis of Resin-Based Dental Materials' Composition Depending on Their Clinical Applications. *Polymers (Basel)*. 9 avr 2024;16(8):1022.
24. Domejean S, Darenne É, Verner C. Dentifrices: que répondre aux questions de nos patients ? *Profession Assistant(e) Dentaire*. sept 2024;4:26-36.
25. Poppolo Deus F, Ouanounou A. Chlorhexidine in Dentistry: Pharmacology, Uses, and Adverse Effects. *Int Dent J*. 12 mars 2022;72(3):269-77.
26. Cawley A, Golding S, Goulsbra A, Hoptroff M, Kumaran S, Marriott R. Microbiology insights into boosting salivary defences through the use of enzymes and proteins. *J Dent*. janv 2019;80 Suppl 1:S19-25.
27. Dantagnan CA, Dursun E, François P, Attal JP. Le relargage de bisphénol A et de divers monomères en orthodontie. *BioMatériaux Cliniques*. 15 oct 2023;(2):74-85.
28. Kouamé KM, Kouadio AA, Allou AG, Kouadio KR, N'guessan KS, Amani SR, et al. Use of peek in complete removable prosthesis: narrative review of tthe

- literature and illustration through the presentation of a clinical case. *African Journal of Dentistry and Implantology*. 2025;27:26-37.
29. Castreau-Charara D. Grossesse et odontologie. *Rev Odontol Stomatol*. déc 2015;44(4):275-84.
 30. Guillet M. Idées reçues et fake news: comment répondre aux questions de vos patients ? *L'Information Dentaire*. 31 janv 2024;(3):60-3.
 31. Comité de nutrition de la société française de pédiatrie : programme national nutrition-santé, Bocquet A, Briend A, Chouraqui JP, Darmaun D, Dupont C, et al. Allaitement maternel : les bénéfices pour la santé de l'enfant et de sa mère. Ministère de la Santé; 2005.
 32. Jedeon K, Baras A. Les perturbateurs endocriniens au cabinet: les repérer, s'en protéger. *Profession Assistant(e) Dentaire*. juin 2024;(3):54-9.
 33. Nicolas M, Karr G, Real E, Maupetit F. Impact des produits d'entretien sur la qualité de l'air intérieur. CSBT, Ineris, ADEME; 2019 avr.
 34. Helmis CG, Tzoutzas J, Flocas HA, Halios CH, Stathopoulou OI, Assimakopoulos VD, et al. Indoor air quality in a dentistry clinic. *Sci Total Environ*. 15 mai 2007;377(2-3):349-65.
 35. Baras A. Agir pour la santé de la planète en intégrant une démarche écoresponsable dans les cabinets : une expérimentation française en cabinet dentaire. *International Health Trends and Perspectives*. 31 oct 2022;2(3):27-47.

Liste des figures

<u>Figure 1</u> : Le système endocrinien humain : glandes principales et hormones.....	24
<u>Figure 2</u> : Les différentes cibles des PE ¹	25
<u>Figure 3</u> : Action agoniste des PE sur le récepteur (figure personnelle reproduite à partir de [3]) : le PE se fixe sur le récepteur de l'hormone et en imite l'action.....	26
<u>Figure 4</u> : Action antagoniste des PE sur le récepteur (figure personnelle reproduite à partir de [3]) : le PE se fixe sur le récepteur et le bloque par saturation.....	27
<u>Figure 5</u> : Exemple de mécanisme des PE (figure personnelle reproduite à partir de [3]) : inhibition de l'enzyme produisant l'hormone et blocage de sa synthèse par fixation du PE sur l'enzyme.....	27
<u>Figure 6</u> : Les principales sources de PE ⁵	31
<u>Figure 7</u> : Métabolisme du bisphénol A chez l'homme d'après [3].....	35
<u>Figure 8</u> : Exposition précoce aux PE et développement dentaire (figure personnelle adaptée de [9]).....	42
<u>Figure 9</u> : Sources d'exposition aux phtalates au quotidien ¹¹	50
<u>Figure 10</u> : Symboles spécifiques sur l'étiquetage des DM signalent la présence de phtalates, mais également de bisphénols [11].....	51
<u>Figure 11</u> : Pictogrammes permettant de repérer la présence potentielle de PE au sein des contenants plastiques de type 3, 6 et 7 ²³	51
<u>Figure 12</u> : Recommandations de l'UFSBD sur les dosages de dentifrice à utiliser [30].	70

<u>Figure 13</u> : Sources d'exposition aux PE avérés, présumés ou suspectés au cabinet dentaire [32].....	73
<u>Figure 14</u> : Comment se protéger au quotidien de la contamination chimique et des PE [32] ?.....	79
<u>Figure 15</u> : Agir pour la santé de la planète en intégrant une démarche écoresponsable dans les cabinets : une expérimentation française en cabinet dentaire [35].....	80

Liste des tableaux

<u>Tableau 1</u> : Tableau de classification des PE (adapté de [3]).....	22
<u>Tableau 2</u> : Synthèse des différentes fonctions hormonales ¹	24
<u>Tableau 3</u> : Tableau récapitulatif des différentes catégories de PE, des principales sources d'exposition et de leurs effets sur la santé (tableau personnel réalisé à l'aide des sources ^{4 5 6 7} [4]).....	33
<u>Tableau 4</u> : Tableau de la composition du mélange InnoCem (adapté de la FDS).....	60
<u>Tableau 5</u> : Tableau de synthèse des risques, effets sanitaires, réglementations et alternatives liés aux substances préoccupantes en odontologie (tableau personnel).....	71

Annexes

Annexe 1 : Les 9 pictogrammes de danger ⁴⁴ et leurs codes ⁴⁵



⁴⁴ Institut national de recherche et de sécurité. Classification et étiquetage des produits chimiques : comprendre le système d'étiquetage des produits chimiques - risques [Internet]. 2023 [consulté le 28 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/risques/classification-etiquetage-produits-chimiques/comprendre-systemes-etiquetage-produits-chimiques.html>

⁴⁵ Institut national de recherche et de sécurité. Produits chimiques : les 9 pictogrammes de danger [Internet]. 2021 [consulté le 26 oct 2025]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=A%20746>
Pictogramme « je nuis gravement à la santé » concerne les PE

Thèse d'exercice : Chir. Dent. : Lille : Année 2026

L'impact des perturbateurs endocriniens en dentisterie / **Lou ROSE**. - p. (93) : ill. (15) ; réf. (35).

Domaines : Prévention

Mots clés Libres : perturbateurs endocriniens, santé environnementale, biomatériaux, bisphénols, phtalates, toxicologie, prévention, matériaux dentaires, pratique professionnelle.

Résumé de la thèse en français

À l'heure où la contamination environnementale par les polluants chimiques est devenue presque totale, celle-ci n'épargne pas le domaine médical. Parmi ces substances figurent les perturbateurs endocriniens. Naturels ou synthétiques, ils sont capables de perturber le fonctionnement du système hormonal et leur rôle dans l'apparition de diverses pathologies est désormais reconnu, affectant tout l'organisme, y compris l'organe dentaire. Ils sont présents dans de nombreux dispositifs médicaux, produits de soins et matériaux dentaires, et leur exposition chronique concerne aussi bien les patients que les professionnels de santé, particulièrement dans les cabinets dentaires où elle peut atteindre des niveaux élevés.

Face à cette réalité, une prise de conscience s'impose pour identifier les risques et adopter des mesures de prévention. Ce guide propose des clés pour repérer et limiter l'exposition aux perturbateurs endocriniens au cabinet dentaire, afin de mieux protéger la santé de tous, aujourd'hui comme demain.

JURY :

Président : Madame le Professeur Marion DEHURTEVENT

Assesseurs : Monsieur le Docteur Philippe ROCHER

Madame le Docteur Céline CATTEAU

Madame le Docteur Amélie DE BROUCKER

Membre invité : Madame le Docteur Alice BARAS