

Faculté de santé publique

Produits d'hygiène pour bébés : perturbateurs endocriniens et risques pour la santé

Un enjeu de santé publique

Mémoire réalisé par
Valentine Bourgoignie

Promoteur·rice(s)
Prof. Séverine Henrard

Année académique 2023-2024
Master en sciences de la santé publique, finalité spécialisée

Produits d'hygiène pour bébés : perturbateurs endocriniens et risques pour la santé

Mémoire réalisé par

Valentine Bourgoignie

Promotrice

Prof. Séverine Henrard

Année académique 2023-2024

Master en sciences de la santé publique, finalité spécialisée

REMERCIEMENTS

Je remercie Prof. S. Henrard pour ses conseils avisés, tout en me permettant d'être libre pour la rédaction de ce travail.

J'adresse aussi toute ma reconnaissance à mon entourage pour leur intérêt à l'égard de cette recherche et leur soutien.

LE PLAGIAT

Je déclare sur l'honneur que ce mémoire a été écrit de ma plume, sans avoir sollicité d'aide extérieure illicite, qu'il n'est pas la reprise d'un travail présenté dans une autre institution pour évaluation, et qu'il n'a jamais été publié, en tout ou en partie.

Toutes les informations (idées, phrases, graphes, cartes, tableaux, ...) empruntées ou faisant référence à des sources primaires ou secondaires sont référencées adéquatement selon la méthode universitaire en vigueur. Je déclare avoir pris connaissance et adhérer au Code de déontologie pour les étudiants·e·s en matière d'emprunts, de citations et d'exploitation de sources diverses et savoir que le plagiat constitue une faute grave sanctionnée par l'Université catholique de Louvain

Nom : Bourgoignie Valentine

Année académique : 2023-2024

Titre : Produits d'hygiène pour bébés : perturbateurs endocriniens et risques pour la santé

Promotrice : Prof. Séverine Henrard

RESUME

Introduction : La population est confrontée de manière quotidienne à de multiples substances chimiques, notamment aux perturbateurs endocriniens. Les recherches en la matière sont loin d'être exhaustives, mais il est démontré que ceux-ci ont des effets néfastes sur la santé humaine, en particulier en cas d'exposition en bas âge.

Question de recherche : Les produits d'hygiène à exposition cutanée pour les enfants de moins de 3 ans mis en vente à Bruxelles contiennent-ils des perturbateurs endocriniens ?

Méthodes : Etude quantitative menée dans la Région de Bruxelles-Capitale entre novembre 2023 et février 2024. 32 produits à exposition cutanée pour enfants de 0 à 3 ans ont été inclus (crème solaire, crème de change, lotion hydratante, shampoing, lingette nettoyante et lotion lavante). Les données ont été collectées à partir de l'étiquetage en se référant à la liste INCI et analysées selon leur classification REACH, le règlement européen (CE) No 1223/2009 et les classifications par d'autres organismes. Le logiciel IBM SPSS a permis une analyse statistique.

Résultats : 7 produits sur 32 contenaient au minimum 1 substance ayant des propriétés de perturbations endocrinienne, avec une majorité de produits sans rinçage et 1 produit destiné à la zone du siège. Les crèmes solaires contiennent un PE avec la plus grande fréquence (3 produits sur 7). Près de la moitié des produits qui contiennent au moins 1 PE en contiennent plusieurs (2 ou 3 PE). Le prix n'est pas corrélé avec la composition en PE.

Discussion et conclusion : Parmi les 7 PE détectés, 2 ne sont pas classifiés comme tels par REACH et 6 sont autorisés par la réglementation européenne selon une concentration maximale, alors qu'il est établi que la toxicité des PE n'est pas corrélée à la dose d'exposition. Aucune réglementation ne fait la distinction entre l'usage des substances chez les adultes ou chez les enfants. La sous-évaluation des risques, le manque de cohérence des réglementations et les déficits dans l'information des soignants et de la population générale sont des raisons susceptibles d'expliquer les résultats. Il est urgent de mettre en place des actions visant à promouvoir la santé individuelle et collective. Une liste de ressources accessibles ainsi qu'une fiche pratique à destination des parents sont incluses dans ce travail.

Mots-clés : « children », « baby products », « endocrine disruptors », « chemicals »

Table des matières

1.Introduction	2
1.1 Contexte et définitions des concepts	2
1.1.1 Définition des perturbateurs endocriniens	2
1.1.2 Caractéristiques des perturbateurs endocriniens	2
1.1.3 L'exposition aux perturbateurs endocriniens	4
1.1.4 Les effets des perturbateurs endocriniens sur la santé humaine	5
1.1.5 La vulnérabilité particulière des jeunes enfants.....	6
1.2 L'encadrement législatif des perturbateurs endocriniens	8
1.2.1 Les exigences relatives à la composition des cosmétiques.....	8
a) La réglementation européenne générale.....	8
b) Les restrictions spécifiques aux perturbateurs endocriniens et produits destinés aux enfants	9
1.2.2 Le règlement « REACH » et le règlement « CLP ».....	10
1.2.3 Les exigences relatives à l'information du consommateur.....	11
1.2.4 Initiatives nationales	11
1.3 La problématique : des substances toxiques en circulation sur le marché	11
1.3.1 Objectifs et question de recherche	12
2.Matériel et méthodes	12
2.1 Recherche de la littérature et bases de données utilisées.....	12
2.2 Stratégie de recherche	12
2.2.1 Type d'étude	13
2.2.2 Lieu et durée de l'étude	13
2.2.3 Technique d'échantillonnage et critères de sélection	14
2.2.4. Collecte des données	14
2.2.5 Méthode d'analyse des résultats.....	15
2.2.6 Indicateurs mesurés	15
2.3 Précautions éthiques.....	16
3. Résultats	16
3.1. Perturbateurs endocriniens identifiés	16
3.2. Analyse descriptive des échantillons	17
3.3Analyse bivariée	16
4. Discussion	17
4.1 Mise en perspective des résultats	17
4.1.1 Produits contenant des PE suspectés	17
4.1.2 PE identifiés et toxicité spécifique	17
4.1.3 Nombre de PE par produit	18

4.1.4	Discordance entre connaissances, classification et réglementations	19
4.1.5	Idées reçues : prix, marques et qualité de composition d'un produit.....	20
4.2	Biais et limites de la recherche	21
5.	Implications en santé publique.....	23
5.1	Les perturbateurs endocriniens : un enjeu de santé publique.....	24
5.2	Pistes pratiques en santé publique et proposition de ressources	25
6.	Conclusions	27
	Bibliographie.....	30

Liste de abréviations

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

ANSM : Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé

CoRAP : Plan d'action glissant communautaire

ECHA : Agence européenne des produits chimiques

EDL : Liste des perturbateurs endocriniens

EPA : Environmental Protection Agency

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PE : Perturbateur Endocrinien

SCCS : Comité scientifique pour la sécurité des consommateurs

1.Introduction

1.1 Contexte et définitions des concepts

Depuis plusieurs décennies, la population est confrontée de manière quotidienne à de multiples substances chimiques contenues dans l'environnement au sens strict, mais aussi dans des produits de consommation courante : cosmétiques, produits alimentaires, jouets, produits d'entretien, tapis, meubles, produits électroniques, peintures, (1). L'offre et la diversification des produits étant en perpétuelle croissance, l'exposition aux substances chimiques ne fait que croître et se fait le plus souvent de manière insidieuse (1).

Or, l'évolution des connaissances scientifiques de ces dernières décennies a fait apparaître un doute sur l'impact de ces expositions sur la santé humaine, notamment celles aux perturbateurs endocriniens.

1.1.1 Définition des perturbateurs endocriniens

En 1991, par la déclaration de Wingspread, des scientifiques expriment pour la première fois à la communauté internationale leurs préoccupations concernant les conséquences de l'exposition de l'Homme et de l'environnement à des substances chimiques pouvant interagir avec le système endocrinien (2). Ces substances sont désignées sous le terme de « perturbateurs endocriniens ».

Selon la définition de l'Organisation mondiale de la santé (« OMS ») de 2002, **un perturbateur endocrinien** (« PE ») est « une substance ou un mélange exogène qui altère les fonctions du système endocrinien et de ce fait induit des effets néfastes sur la santé d'un organisme intact, de ses descendants ou au sein de (sous)-populations » (3).

1.1.2 Caractéristiques des perturbateurs endocriniens

Les perturbateurs endocriniens présentent plusieurs caractéristiques qui font qu'on les considère comme une catégorie à part de substances chimiques.

a) Les effets des PE sur le système hormonal

Les hormones jouent un rôle fondamental dans l'organisme des êtres humains. « Distribuées dans l'organisme, les hormones jouent un rôle de « messenger chimique » et ont des fonctions essentielles et variées telles que stimuler la croissance et le développement, réguler les émotions, contrôler les grandes constantes physiologiques (température corporelle, glycémie, pression artérielle). La moindre altération du système endocrinien peut donc perturber notre équilibre » (4).

Les PE peuvent interférer sur le système endocrinien de plusieurs façons (5):

- En imitant l'action d'une hormone naturelle et en provoquant la réponse des cellules cibles à cette hormone (effet mimétique ou agoniste) ;
- En empêchant la fixation d'une hormone sur son récepteur au niveau des cellules cibles
- En gênant ou bloquant la production ou la régulation d'une hormone ou de son récepteur et donc en modifiant le signal hormonal (effet de blocage ou antagoniste)
- En perturbant le transport d'une hormone dans l'organisme.

b) Difficulté d'établir le lien de causalité entre la substance et l'effet néfaste sur l'organisme

Les perturbateurs endocriniens remettent en cause le postulat classique en toxicologie qui veut que « la dose fait le poison » car leur toxicité n'est pas corrélée à la dose d'exposition (5). « La quantité d'hormones nécessaires au fonctionnement du système endocrinien étant extrêmement faible, la perturbation de celui-ci peut résulter d'une très faible concentration perturbatrice. L'effet peut être plus fort à faible dose qu'à forte dose » (5).

De ce fait, le dérèglement hormonal ou les effets sur la santé peuvent ne se révéler que bien après l'exposition ou ne se développer qu'à la suite d'une exposition chronique (6).

c) Effets transgénérationnels

Les PE ont une action épigénétique ; leurs effets peuvent atteindre la descendance et s'exprimer à la 1ère, à la 2ème et à la 3ème génération (6).

1.1.3 L'exposition aux perturbateurs endocriniens

A l'heure actuelle, l'Agence européenne des produits chimiques (« ECHA »), qui collecte les informations sur les substances chimiques fabriquées et importées dans l'Union européenne, possède un répertoire de plus de 120.000 substances chimiques tandis que la liste de l'Environmental Protection Agency (« EPA »), aux États-Unis, compte environ 140.000 substances (7). Selon l'Endocrine Society américaine, mille substances au moins pourraient être des perturbateurs endocriniens (7). Par ailleurs, entre 1.000 et 10.000 autres substances sont également suspectées d'être des PE « potentiels », suite à la publication d'études scientifiques qui étudient le lien éventuel entre l'exposition à ces substances et le développement d'effets néfastes sur la santé (7).

Les PE sont présents dans les produits de consommation courante : textiles, produits de nettoyage, cosmétiques, aliments, emballages des aliments, médicaments, ustensiles de cuisine, dispositifs médicaux, meubles, matériau de construction et de décoration (7). De nombreux produits destinés aux bébés ou aux enfants en bas âge contiennent des substances faisant partie de la famille des perturbateurs endocriniens (biberons, tétines, jouets, vêtements, aliments, cosmétiques,) (7). Ils sont également présents dans l'alimentation et dans l'environnement (7).

Les organismes sont exposés aux PE par **différentes voies** (7) ;

- Orale : consommation d'aliments ou de boissons, de médicaments et objets ingérés (7)
- Respiratoire : l'inhalation de parfums, peintures, détergents, ... (7)
- **Cutanée** : contact avec la peau ou les muqueuses (7)
- Parentérale : dispositifs médicaux (7)
- Maternelle : transplacentaire et au cours de l'allaitement (7)
- Environnementale

Cette recherche s'intéresse au type d'exposition par voie cutanée, qui résulte principalement de l'usage des produits d'hygiène personnelle et des cosmétiques. Ce choix s'explique d'une part parce que les enfants en bas âge, qui ont la peau plus perméable que celle des adultes, sont plus vulnérables à ce type d'exposition (8), et d'autre part puisque ce mode d'exposition est peut-être celui sur lequel les consommateurs ont le plus de pouvoir d'action.

1.1.4 Les effets des perturbateurs endocriniens sur la santé humaine

Bien que les scientifiques s'intéressent depuis près de 40 ans aux effets que peuvent avoir les perturbateurs endocriniens sur la santé humaine, on en connaît encore peu sur le sujet (9).

L'évaluation des risques pour la santé posés par l'exposition aux perturbateurs endocriniens est à la fois complexe et sujette à controverse, en raison de plusieurs facteurs liés à leurs caractéristiques :

- a) les difficultés rencontrées pour évaluer le caractère de perturbateur endocrinien des substances chimiques et à prioriser les substances en fonction des risques (4)
- b) le mode d'action des perturbateurs endocriniens, souvent à de très faibles doses (5)
- c) le grand nombre et la grande variété de perturbateurs endocriniens : leurs compositions sont très différentes en termes de taille, de structure chimique, de propriétés physico-chimiques et de susceptibilité de biotransformation (6)
- d) leur présence diffuse dans l'environnement causant des expositions permanentes ou répétées
- e) la sensibilité aux PE variable selon les périodes de la vie (« fenêtres d'exposition ») (4). C'est notamment le cas de la période du développement foeto-embryonnaire et de la petite enfance, qui présentent une sensibilité accrue à certaines de ces substances (4).
- f) l'effet cocktail possible et encore mal identifié : « La compréhension des effets des perturbateurs endocriniens demande de prendre en compte également l'exposition de l'individu à un mélange de substances chimiques et de comprendre leurs interactions au sein de l'organisme humain sur le long terme » (4).
- g) les pathologies liées à la perturbation endocrinienne qui sont pour la plupart multifactorielles (10).

Selon l'étude « PEPS'SE : Priorisation des effets sanitaires à surveiller dans le cadre du programme de surveillance lié aux perturbateurs endocriniens », menée par le ministère de Santé publique de France (10), il existe une accumulation de preuves établissant l'effet des PE sur:

- Le système reproducteur : endométriose, fibrome utérin, issues défavorables de la grossesse, cryptorchidies, malformations génitales, altération de la qualité du sperme, puberté précoce, infertilité (10)

- Le système immunitaire : maladie thyroïdienne auto-immune, asthme, allergie (10)
- Le système nerveux : diminution du Quotient Intellectuel (QI), troubles cognitifs, autisme, trouble du déficit de l'attention avec hyperactivité (TDAH), maladies mentales, maladies d'Alzheimer et de Parkinson (10)
- Les troubles métaboliques : diabète de type 2, obésité (10)
- Les cancers : cancer du sein, cancer de la prostate, lymphomes et leucémies, cancer des ovaires, cancer de l'endomètre, cancer du testicule (10)

1.1.5 La vulnérabilité particulière des jeunes enfants

Des signaux d'alarme sont lancés depuis plusieurs années sur la **vulnérabilité des enfants** à l'exposition aux PE (8). En effet, les **enfants âgés de 0 à 3 ans** possèdent des caractéristiques qui les rendent encore plus vulnérables que les adultes à ces substances (9). Cette vulnérabilité accrue provient notamment des facteurs suivants :

- Un **rapport surface/masse corporelle** deux à trois fois plus élevé chez le bébé que chez l'adulte, ce qui signifie que la surface d'échange est proportionnellement plus grande, favorisant les interactions avec les produits chimiques (1).
- Une **immaturité fonctionnelle des différents systèmes métaboliques** (8) : les composés absorbés ne seront pas éliminés avant l'âge de 2 ans, quand les reins peuvent accomplir leur fonction de détoxification (8).
- Une **peau plus perméable** que celle de l'adulte car les cellules de l'épiderme ne sont pas encore suffisamment soudées les unes aux autres (8).
- Un **film hydrolipidique moins protecteur** : ce film à la surface de la peau protège des agressions extérieures et se développe uniquement à partir de l'âge de 4 ans (8).
- La **zone du siège**, un milieu humide occlusif et chaud, particulièrement sensible et qui favorise l'absorption des substances par voie cutanée (1).
- Les **comportements des bébés**, assis sur le sol, habillés uniquement de couches, mains et objets en bouche, et donc en contact étroit avec de la poussière dans laquelle des produits chimiques sont présents (8) et exposés à des produits chimiques qui ne doivent pas être ingérés (8).
- Une **prédisposition aux modifications épigénétiques** : la théorie des origines développementales des maladies de santé (DOHaD) postule que des environnements défavorables au début de la vie peuvent provoquer des changements épigénétiques

(11). Ces modifications du matériel génétique vont se fixer dans la mémoire et peuvent favoriser le développement de maladies à l'âge adulte, susceptibles de se transmettre aux générations suivantes (11).

Il est donc nécessaire d'être vigilant à l'exposition des PE le plus tôt possible. De nombreuses études confirment l'association entre l'exposition des jeunes enfants aux PE et les effets néfastes sur leur santé ;

- **Maladies métaboliques** : il a été démontré que l'obésité et le diabète sont influencés par des prédispositions génétiques et des facteurs environnementaux tels que l'exposition aux PE (12) (13) (14) (15) (16).
- **Développement neurologique et troubles du comportement** : l'exposition aux PE peut affecter le développement neurologique en causant des déficits d'attention, des troubles autistiques ou des dysfonctions du système cognitif et comportemental (9) (13) (15) (17) (18) (19) (20).
- **Puberté et fonction de reproduction** : que ce soit des retards de croissance des organes sexuels ou des malformations du système reproducteur masculin ou féminin, de nombreuses études scientifiques ont établi un lien certain entre les PE et les altérations graves des fonctions de reproduction des enfants (cancers des testicules, malformations génitales, puberté précoce, diminution de la qualité du sperme) (15) (21) (22).
- **Fonction thyroïdienne** : plusieurs études scientifiques réalisées dans l'Union européenne démontrent les effets que peuvent avoir ces substances sur la croissance et le développement de la thyroïde (9) (15).
- **Fonction pulmonaire** : certains phtalates ont un effet sur la fonction pulmonaire des enfants, spécialement pour les garçons exposés après la naissance (23).
- **Effet cancérigène** : il est aujourd'hui établi que certains PE jouent un rôle dans le développement de certains cancers (seins, testicules, prostate, thyroïde) (24).
- **Fonction immunitaire** : l'exposition aux phtalates et bisphénols au moment du développement de l'enfant a des répercussions sur son système immunitaire, ce qui peut également être lié à l'apparition d'autres maladies, comme les cancers (25).

La multiplicité et l'importance des risques ainsi identifiés ont amené le législateur à décider de mesures visant à garantir, ou de tenter d'assurer la sécurité des produits chimiques mis sur le marché et qui sont susceptibles de constituer des perturbateurs endocriniens. En Belgique, c'est essentiellement la réglementation adoptée à l'échelle européenne qui s'applique.

1.2 L'encadrement législatif des perturbateurs endocriniens

L'Union européenne (« UE ») s'est dotée de plusieurs législations visant à réguler la composition des produits mis sur le marché ainsi que l'information donnée aux consommateurs. Ces instruments législatifs ne limitent cependant l'usage des substances comportant des effets de perturbation endocrinienne dans les cosmétiques mis sur le marché que dans de rares cas.

1.2.1 Les exigences relatives à la composition des cosmétiques

Les **produits d'hygiène** destinés au nettoyage, à la protection ou au parfumage des différentes parties du corps sont **considérés comme des produits cosmétiques**, car inclus dans la définition de ceux-ci au sens de la législation européenne (26).

a) La réglementation européenne générale

Dès 1976, l'UE a réglementé la sécurité des cosmétiques par l'adoption de **directive du Conseil du 27 juillet 1976 (76/768/CEE)** (26) . Celle-ci a permis d'harmoniser la réglementation au sein des pays de l'Union européenne, en visant les caractéristiques de composition auxquelles doivent répondre les produits cosmétiques (26). Ainsi, l'article 2 de la directive de 1976 prévoit que « les produits cosmétiques mis sur le marché dans l'Union européenne ne doivent pas être susceptibles de nuire à la santé humaine lorsqu'ils sont appliqués dans des conditions normales d'utilisation » (26).

Ce texte a été remplacé le 30 novembre 2009 par le **Règlement 1223/2009 du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques**, qui réglemente encore aujourd'hui les cosmétiques en Europe (27). Ce règlement reprend une définition similaire du cosmétique et prévoit la même exigence de sécurité générale (27). Il prévoit également (27);

- 1) Que toute personne désireuse de mettre un produit cosmétique sur le marché est tenu d'établir **un dossier d'informations** sur celui-ci, contenant diverses informations, dont le rapport sur la sécurité du produit ainsi que les données relatives aux expérimentations animales réalisées par le fabricant (article 11) (27). Ce dossier doit être accessible pour l'administration compétente (article 11) (27).
- 2) Des **listes négatives et positives qui permettent de classer les substances autorisées dans les cosmétiques.**

- a. Listes négatives (annexes II et III du Règlement) (27): elles établissent une liste de substances interdites (1328 substances) ou faisant l'objet de restrictions (256 substances) dans la composition des cosmétiques mis sur le marché
- b. Listes positives (annexes IV et V du Règlement) (27): elles désignent les seules substances autorisées en ce qui a trait aux colorants et aux agents conservateurs.
- c. Que « lorsque des critères convenus par la Communauté ou au niveau international pour l'identification des substances présentant des propriétés perturbant le système endocrinien sont disponibles, la Commission révisé le présent règlement en ce qui concerne les substances présentant des propriétés perturbant le système endocrinien » (article 15 al.4) (27).

b) Les restrictions spécifiques aux perturbateurs endocriniens et produits destinés aux enfants

La Communication de la Commission du 7 novembre 2018 « Vers un Cadre complet de l'Union européenne en matière de perturbateurs endocriniens » (28), reconnaît que si des dispositions spécifiques sur la manière de traiter les perturbateurs endocriniens figurent dans la législation sur les pesticides et les biocides, « d'autres volets législatifs, tels que ceux relatifs aux matériaux destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires, aux produits cosmétiques, aux jouets ou à la protection des travailleurs sur le lieu de travail, ne contiennent pas de disposition spécifique concernant les perturbateurs endocriniens (28). **La Commission européenne constate donc elle-même qu'il n'existe pas de disposition spécifique aux produits cosmétiques pour limiter l'usage des PE.**

Par ailleurs, seul un nombre limité de substances ayant des effets de perturbation endocrinienne figurent dans les listes négatives prévues par la législation européenne réglementant les cosmétiques (29). **Il n'existe aucune disposition générale indiquant comment les perturbateurs endocriniens présents dans les cosmétiques doivent être traités**, ce qui implique qu'en pratique, ils sont traités substance par substance (29).

Certaines restrictions spécifiques ont cependant été fixées pour quelques substances possédant des propriétés perturbant le système endocrinien, **visant en particulier à protéger les nourrissons et les enfants en bas âge** (30).

- 1) Sont interdites depuis 2014 par le règlement (UE) n° 358/2014 les substances suivantes, faisant partie de la famille des parabènes : l'isopropylparabène, l'isobutylparabène, le phénylparabène, le benzylparabène et le pentylparabène (30).
- 2) Pour d'autres substances, c'est la limite maximale autorisée¹ qui a été abaissée par le règlement n°1004/2014 (31).
- 3) L'utilisation de butylparabène et de propylparabène dans les produits cosmétiques sans rinçage destinés à être appliqués sur la zone du siège des enfants de moins de trois ans est interdite depuis 2014 (31).

Hormis ces rares restrictions, **il n'existe à ce jour aucune législation spécifique aux produits destinés aux enfants.**

1.2.2 Le règlement « REACH » et le règlement « CLP »

Le **règlement « REACH »**, adopté en 2007, est le pilier de la politique européenne dans le domaine des produits chimiques puisqu'il établit des procédures d'évaluation et d'enregistrement des substances chimiques produites par les entreprises (32). L'Agence européenne des produits chimiques (« ECHA ») est quant à elle chargée d'évaluer la sécurité de la substance avant sa mise sur le marché, si du moins celle-ci est soumise à la procédure prévue (32).

Le **règlement relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage (CLP)** (33) ((CE) n° 1272/2008), attribue une classe de danger à une substance chimique (33). Deux catégories de PE y sont distingués : les perturbateurs endocriniens connus pour la santé humaine et ceux suspectés de l'être (34). Depuis décembre 2022, les PE sont désormais identifiés dans une nomenclature unique comprenant deux niveaux de danger et ce pour la santé humaine et l'environnement (34).

¹ La limite maximale autorisée de l'acide 4-hydroxybenzoïque, ses sels et esters (autres que les esters d'isopropyle, d'isobutyle, de phényle, de benzyle et de pentyle), est abaissée à 0,4%. Le triclosan n'est autorisé que dans certains produits, et en concentration maximale de 0,3% (dentifrices, savons pour les mains, savons pour le corps, déodorants (autres que sous forme de spray), poudres pour le visage et fonds de teint, produits pour les ongles) Par ailleurs, 0,2% de concentration de triclosan est autorisé pour les bains de bouche.

1.2.3 Les exigences relatives à l'information du consommateur

Depuis 1989, la liste des ingrédients cosmétiques doit obligatoirement figurer au dos de l'emballage des produits, par référence à la nomenclature internationale des ingrédients cosmétiques (« INCI ») (35). Cette liste devenue obligatoire en 1998 au sein des pays de l'UE permet une plus grande transparence vis-à-vis des consommateurs (35). Les ingrédients y sont listés par ordre décroissant, **mais les quantités exactes n'y sont pas mentionnées** (35).

1.2.4 Initiatives nationales

Plusieurs Etats membres de l'Union européenne ont pris des initiatives bien avant que les institutions européennes ne s'inquiètent de la problématique des perturbateurs endocriniens. En juin 2020, la Belgique, le Danemark, la France, les Pays-Bas, la Suède et l'Espagne se sont rassemblés pour créer les « **Endocrine disruptors list** » (« EDL ») (36). Ces listes répertorient toutes les substances identifiées comme perturbateurs endocriniens ou en cours d'évaluation au niveau européen (36).

Une autre liste est celle du « Plan d'action glissant communautaire » (CoRAP), qui répertorie les substances qui ont été évaluées ou qui seront évaluées dans les années à venir (37).

1.3 La problématique : des substances toxiques en circulation sur le marché

Malgré les réglementations européennes et nationales en vigueur, des récentes études concluent que des substances toxiques se retrouvent encore dans les produits mis en vente sur le marché, notamment dans les produits pour enfants. En 2019, sur les 559 alertes sur la sécurité des produits envoyées par l'Union européenne pour informer des niveaux illégaux de produits chimiques nocifs, 296 concernaient des articles pour enfants (38). En 2023, le « Conseil Danois des Consommateur THINK Chemicals » (39) a testé 121 produits pour enfants (jouets de dentition, gobelets, chaussons, couvertures, lunettes de soleil, chaussettes) et est arrivé à la conclusion que 60 % des produits testés contenaient au moins un perturbateur endocrinien (39).

1.3.1 Objectifs et question de recherche

Ce mémoire a comme **principal objectif** de faire un état des lieux de la problématique en identifiant si des perturbateurs endocriniens se retrouvent dans les produits d'hygiène à exposition cutanée pour les enfants de moins de 3 ans.

Pour atteindre cet objectif principal, la question de recherche est formulée comme suit : **Les produits d'hygiène à exposition cutanée pour les enfants de moins de 3 ans mis en vente à Bruxelles contiennent-ils des perturbateurs endocriniens ?**

Une fois l'objectif principal atteint et les leçons tirées de l'état des lieux réalisé, un **objectif secondaire** s'est révélé important. : proposer des ressources d'informations accessibles à la population, dont les soignants, dans le but de les sensibiliser à cette problématique et à aider les consommateurs à trouver des alternatives.

2. Matériel et méthodes

Cette recherche est une étude quantitative descriptive transversale. Une recherche de la littérature a également été réalisée pour le cadre théorique.

2.1 Recherche de la littérature et bases de données utilisées

Une recherche bibliographique a été réalisée entre octobre 2023 et avril 2024 en utilisant trois bases de données : Embase, PubMed et ScienceDirect.

Les mots-clés utilisés ont été extraits à partir de la question clinique : « baby products », « personal care product », « children », « endocrine disruptors », « product safety ».

2.2 Stratégie de recherche

Pour rappel, la question de recherche est la suivante : **Les produits d'hygiène à exposition cutanée pour les enfants de moins de 3 ans mis en vente à Bruxelles contiennent-ils des perturbateurs endocriniens ?**

2.2.1 Type d'étude

Pour répondre à la question de recherche, j'ai tout d'abord souhaité procéder à une revue de la littérature au départ de trois bases de données : Pubmed, EMBASE, ScienceDirect.

Tableau 1 : Equations de recherche par base de données

Base de données	Equations de recherche	Articles
Pubmed	((personal care products) AND (baby)) AND (endocrine disruptors))	20 résultats => 1 article correspond à la question (Japon)
	((personal care products) AND (baby)) AND (product safety)	68 résultats => 0 article correspond
EMBASE	('endocrine disruptor' OR ('endocrine AND disruptor) AND ('baby products' OR 'baby' AND 'products'))	37 résultats => 2 articles correspondent (Chine)
ScienceDirect	baby products and endocrine disruptor	0 article correspond

Parmi les résultats obtenus, les articles se consacrent principalement à évaluer l'impact des perturbateurs endocriniens sur la santé. La composition même des produits d'hygiène mis en vente sur le marché est très peu étudiée dans la littérature scientifique. Seules deux études, réalisées en Chine (40) et au Japon (41), ont exploré l'association entre l'utilisation de produits d'hygiène et le taux de produits chimiques dans les urines chez les adultes. Les études qui ciblent plus directement les enfants sont encore plus rares. **Une revue de la littérature n'a donc pas pu être envisagée pour cette recherche.**

La méthode la plus appropriée a donc été d'essayer de découvrir la réalité du terrain par moi-même ayant comme **objectif de recueillir des informations sur la composition en PE des produits d'hygiène** (la prévalence). Le type d'étude qui répond le mieux à cet objectif est **une étude quantitative descriptive transversale**. En effet, ce type d'étude permet de « mesurer l'amplitude d'un phénomène à un moment donné » (42).

2.2.2 Lieu et durée de l'étude

L'étude se déroule dans la Région de Bruxelles-Capitale entre novembre 2023 et février 2024.

2.2.3 Technique d'échantillonnage et critères de sélection

Imitant la démarche du consommateur ordinaire, je me suis rendu entre novembre 2023 et janvier 2024, dans différents **magasins de grande distribution et dans des pharmacies de Bruxelles (Belgique)** et y ai sélectionné au hasard quelques produits d'hygiène pour **enfants de moins de 3 ans** : crème solaire, lingettes nettoyantes, shampooing, gel lavant, crème de change, lotion hydratante. J'ai orienté ma sélection vers ces catégories de produits pour représenter au mieux les expositions globales quotidiennes des jeunes enfants. A ce stade, mon échantillon contenait 52 articles.

J'ai ensuite trié tous les articles retenus en fonction de mes critères d'inclusion et d'exclusion. Je me suis limitée aux **produits à exposition cutanée** (avec et sans rinçage) à destination des **enfants de 0 à 3 ans** et exclu les **produits biologiques**. Je n'ai cependant pas mis de contrainte par rapport aux ingrédients contenus dans les emballages ni aux labels indiqués (autres que certifiés biologiques). Les produits ont été sélectionnés jusqu'à une redondance des résultats. **32 produits constituent l'échantillonnage final** (Annexe 1). Afin d'assurer que la majorité de la population puisse avoir accès aux produits sélectionnés, les **prix** des produits ont été considérés et situés dans une moyenne.

Synthèse des critères d'inclusion et d'exclusion

Inclusion	Exclusion
-Produits à destination des enfants de 0 à 3 ans -Produits à exposition cutanée -Produits vendus en Belgique -Vendus en produits de grande distribution et en pharmacies -Prix accessible	-Produits biologiques

2.2.4. Collecte des données

Une fois l'échantillonnage terminé, j'ai dressé **la liste de tous les ingrédients** en me référant à la **liste INCI (35)** (Annexe 2). Pour ce faire, j'ai recouru à l'application sur téléphone « INCI Beauty », qui laisse apparaître la liste des ingrédients en scannant le code-barres du produit (35). J'ai ensuite parcouru les ingrédients listés et **vérifié leur classification REACH** (Annexe 3) (32). **Cinq substances ont ainsi été identifiées comme perturbateurs endocriniens**

suspectés. Afin d'avoir une recherche plus complète, j'ai également analysé les ingrédients en fonction du **règlement européen** (CE) No 1223/2009 (27) et de leur potentielle **classification par d'autres organismes** (liste EDL, liste CoRAP, Agence nationale française de sécurité du médicament et des produits de santé). Après cette analyse supplémentaire, **deux ingrédients sont ajoutés à la liste des substance ayant des propriétés de perturbateurs endocriniens.**

L'Annexe 4 présente les perturbateurs endocriniens potentiels ainsi identifiés, leur fréquence d'apparition, le type de produit dans lequel ils sont retrouvés, leur classification REACH (32), le règlement européen (CE) No 1223/2009 (27) et leur classification par d'autres organismes.

2.2.5 Méthode d'analyse des résultats

Une analyse descriptive de l'échantillon (N=32) a été faite en incluant les indicateurs suivants : catégories de produits, types d'exposition, produits destinés à la zone du siège, public cible du produit, tranche de prix du produit et composition en perturbateurs endocriniens. Après avoir constitué l'échantillon des produits contenant au minimum 1 PE, la même analyse descriptive a été réalisée (N=7).

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel IBM SPSS, dont ;

- Les variables catégorielles sont résumées par les effectifs et les proportions.
- Les variables quantitatives par la médiane et les premier et troisième percentiles.

Une analyse bivariée a été réalisée avec le test chi carré de Pearson pour les variables catégorielles.

La normalité des distributions a été évaluée par le test de Kolmogorov-Smirnov, l'histogramme, le QQ-plot et le boxplot (Annexes 5 et 6).

Pour l'ensemble des tests statistiques, le seuil de confiance est fixé à 95%, l'erreur alpha à 5% et la p-valeur tenue pour significative lorsqu'elle est inférieure à 0.05.

2.2.6 Indicateurs mesurés

Des données générales sur les échantillons ont été recensées : type de produit, type d'exposition, type de population cible du produit et prix. La principale variable mesurée est le nombre de substances ayant des propriétés de PE.

2.3 Précautions éthiques

Aucun patient ni professionnel de santé n'a été interrogé pour cette étude. L'accord d'un comité éthique n'a donc pas été nécessaire. Par ailleurs, personne n'a testé physiquement les produits analysés : aucun risque n'a été pris.

3. Résultats

Pour rappel, la question de recherche est la suivante : **Les produits d'hygiène à exposition cutanée pour les enfants de moins de 3 ans mis en vente à Bruxelles contiennent-ils des perturbateurs endocriniens ?**

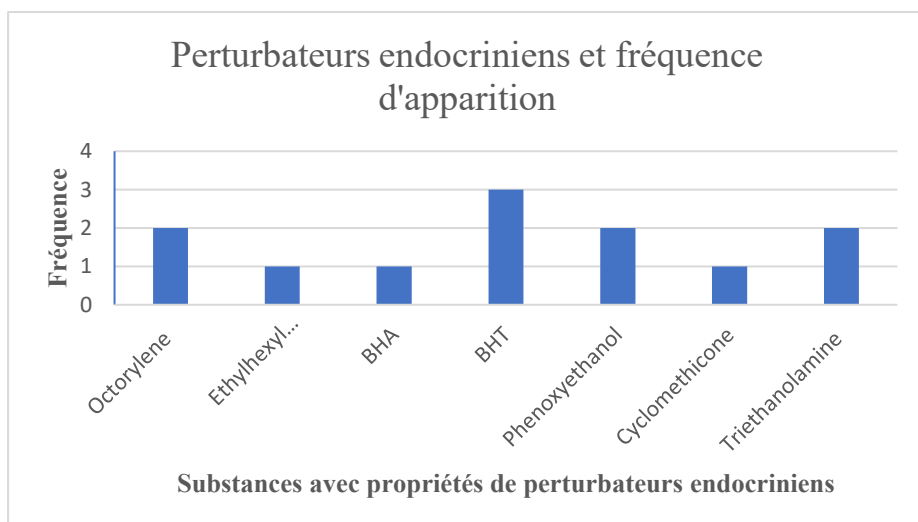
Parmi les 32 produits constituant l'échantillon, **7 d'entre eux se sont révélés comme contenant au minimum 1 substance ayant des propriétés de perturbations endocriniennes** (Annexes 2 et 4).

Au total, **7 substances ont été identifiées comme perturbateurs endocriniens potentiels.**

3.1. Perturbateurs endocriniens identifiés

Au total, 7 ingrédients différents ont été identifiés comme **perturbateurs endocriniens suspectés** ou en cours d'évaluation pour des propriétés de perturbations endocriniennes.

Figure 1 : Perturbateurs endocriniens identifiés et fréquence d'apparition (N=32)



3.2. Analyse descriptive des échantillons

Les 32 produits d'hygiène qui constituent l'échantillon total ont été analysés. Leurs caractéristiques sont reprises dans le Tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Caractéristiques de l'échantillon total (N=32)

Variables	
Catégories de produits (n, %)	
Crème solaire	(6, 18,8%)
Lingettes nettoyantes	(7, 21,9%)
Shampooing	(4, 12,5%)
Lotions lavantes	(6, 18,8%)
Crèmes de change	(3, 9,4%)
Lotions hydratantes	(6, 18,8%)
Types d'exposition (n, %)	
Cutanée sans rinçage	(22, 68,8%)
Cutanée avec rinçage	(10, 31,3%)
Produit destiné à la zone du siège (n, %)	
Oui	(10, 31,3%)
Non	(22, 68,8%)
Public cible (n, %)	
Bébés uniquement (0-3 ans)	(25, 78,1%)
Bébés et enfants	(4, 12,5%)
Bébés, enfants, adultes	(3, 9,4%)
Prix des produits (médiane, [P25 ; P75])	6,52 [3.03; 11.14]
Composition en PE (n, %)	
0 PE	(25, 78,1%)
1 PE ou plus	(7, 21,9%)

Figure 2. Produits analysés : catégories et fréquence d'apparition (N=32)

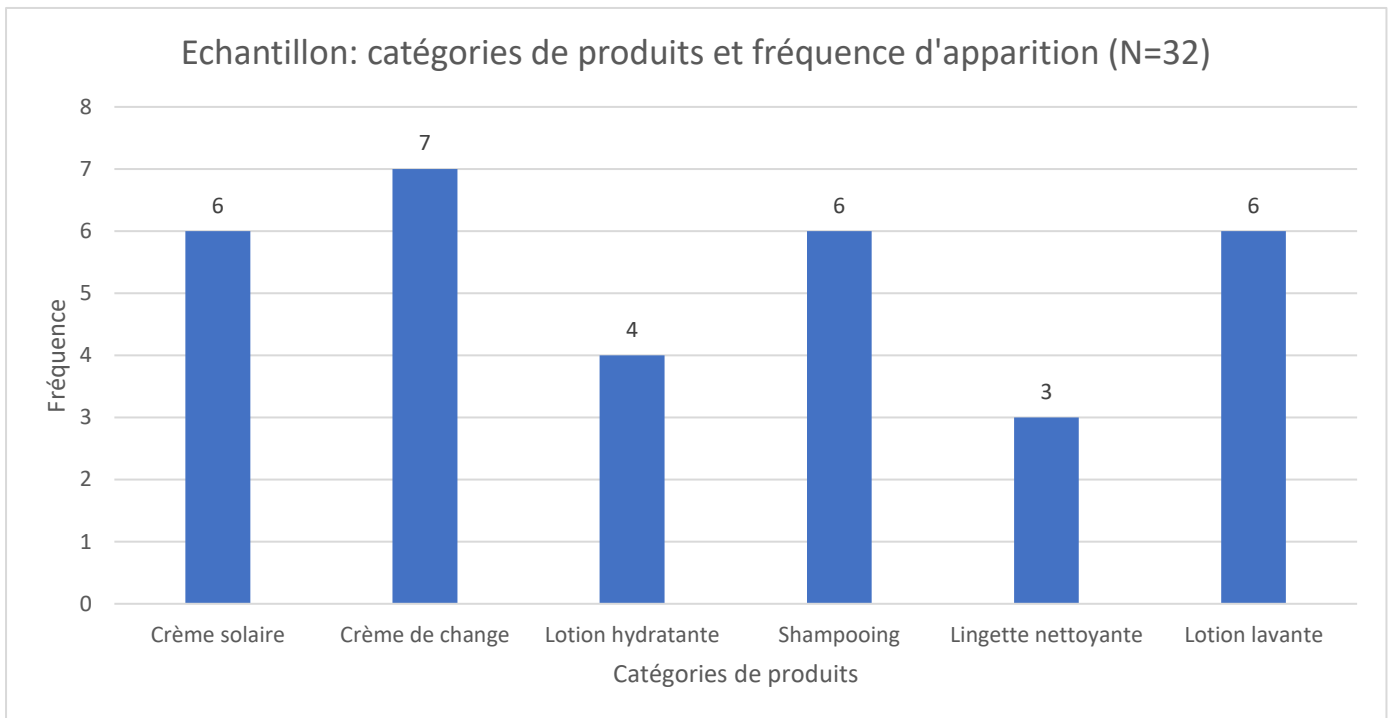
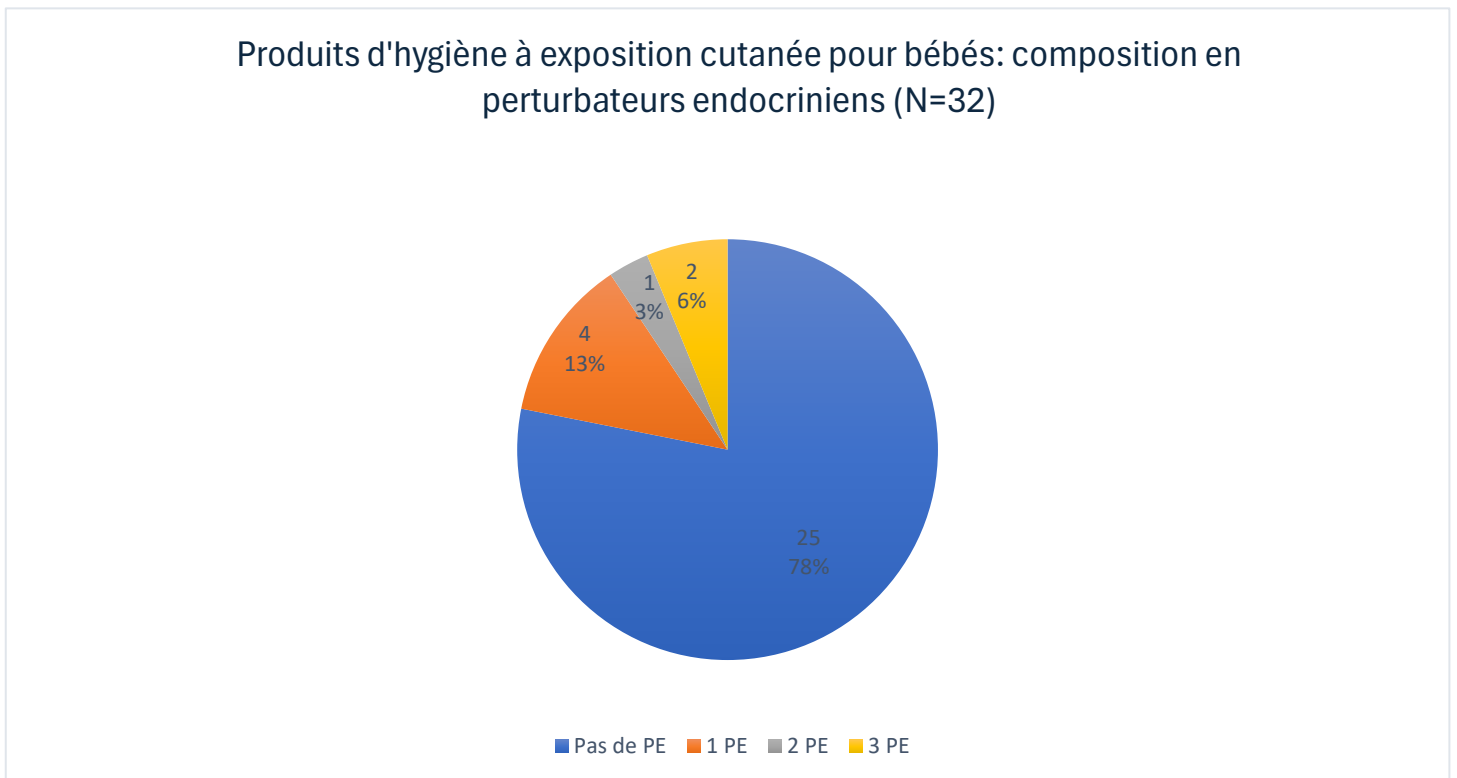


Figure 3. Produits d'hygiène à exposition cutanée pour bébés : composition en perturbateurs endocriniens (N=32)



Les caractéristiques des 7 produits identifiés comme contenant au minimum une substance avec des propriétés de perturbations endocriniennes sont détaillées dans le Tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 : Caractéristiques de l'échantillon contenant des PE (N=7)

Variables	
Catégories de produits (n, %)	
Crème solaire	(3, 42,9%)
Lingettes nettoyantes	/
Shampooing	(1, 14,3%)
Lotions lavantes	/
Crèmes de change	(1, 14,3%)
Lotions hydratantes	(2, 28,6%)
Types d'exposition (n, %)	
Cutanée sans rinçage	(6, 85,7%)
Cutanée avec rinçage	(1, 14,3%)
Produit destiné à la zone du siège (n, %)	
Oui	(1, 14,3%)
Non	(6, 85,7%)
Public cible (n, %)	
Bébés uniquement (0-3 ans)	(6, 85,7%)
Bébés et enfants	(1, 14,3%)
Bébés, enfants, adultes	/
Prix des produits (médiane, [P25 ; P75])	11 [6,4; 12,9]
Composition en PE (n, %)	
1 PE	(4, 57,1%)
2 PE	(1, 14,3%)
3 PE	(2, 28,6%)

Figure 4 : Composition en perturbateurs endocriniens : types de produits

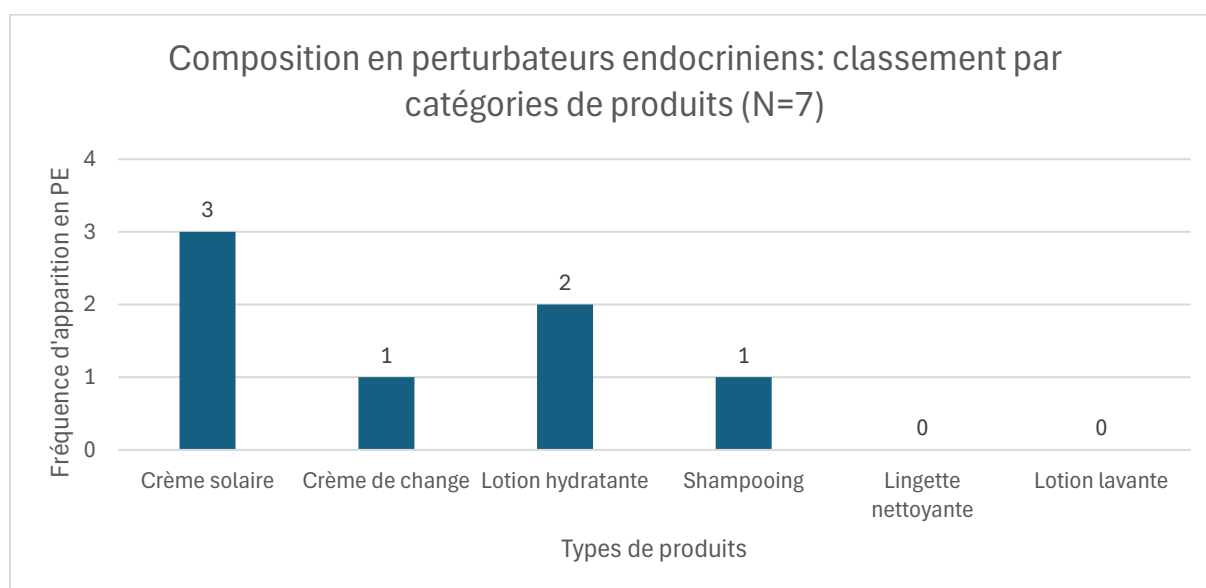


Figure 5 : Produits d'hygiène avec au minimum 1 perturbateur endocrinien : type d'exposition cutanée (N=7)

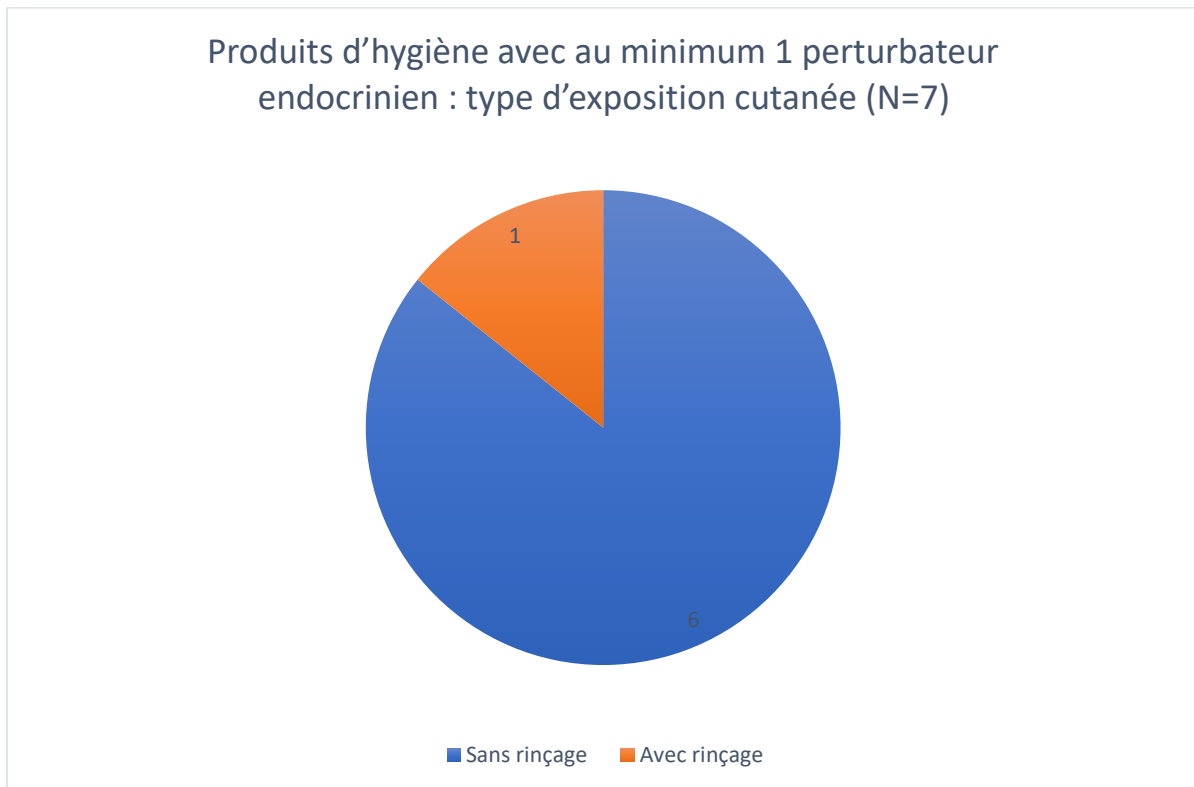


Figure 6 : Produits d'hygiène avec au minimum 1 perturbateur endocrinien : produits destinés à la zone du siège (N=7)

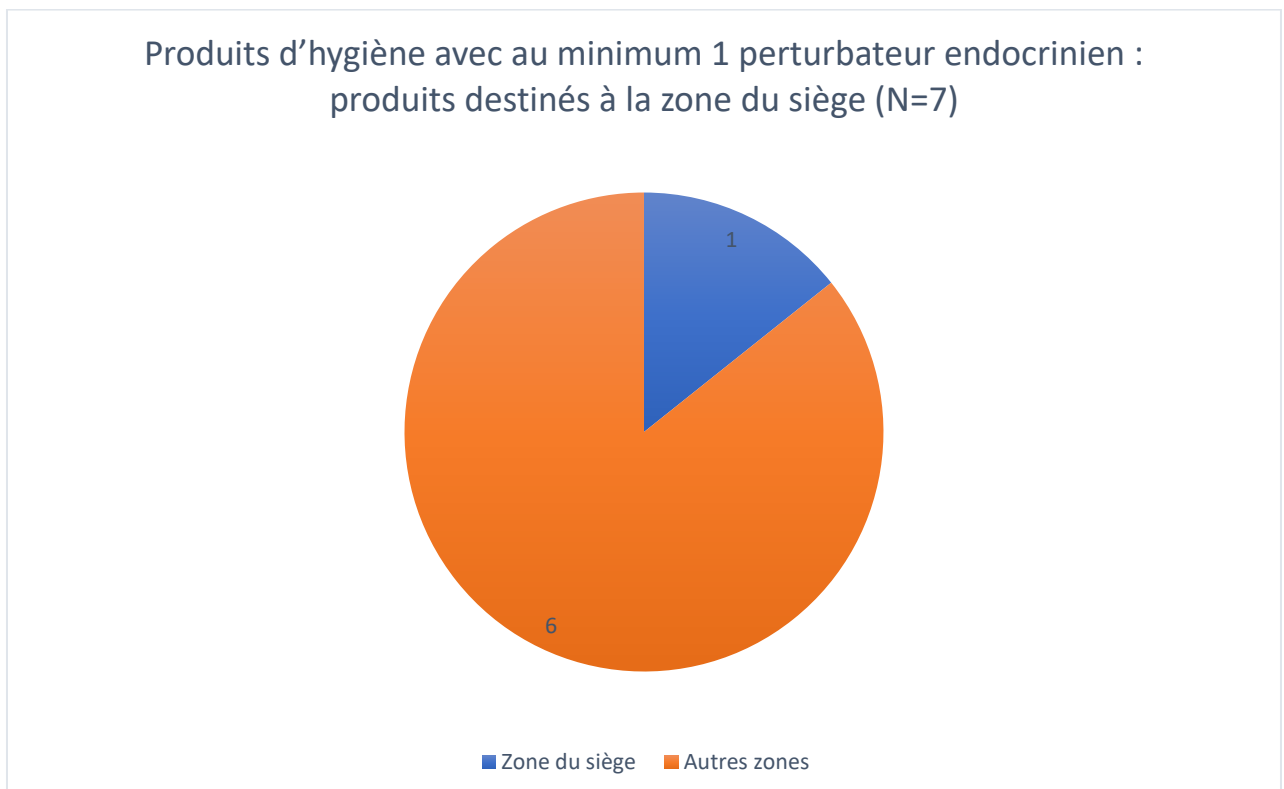
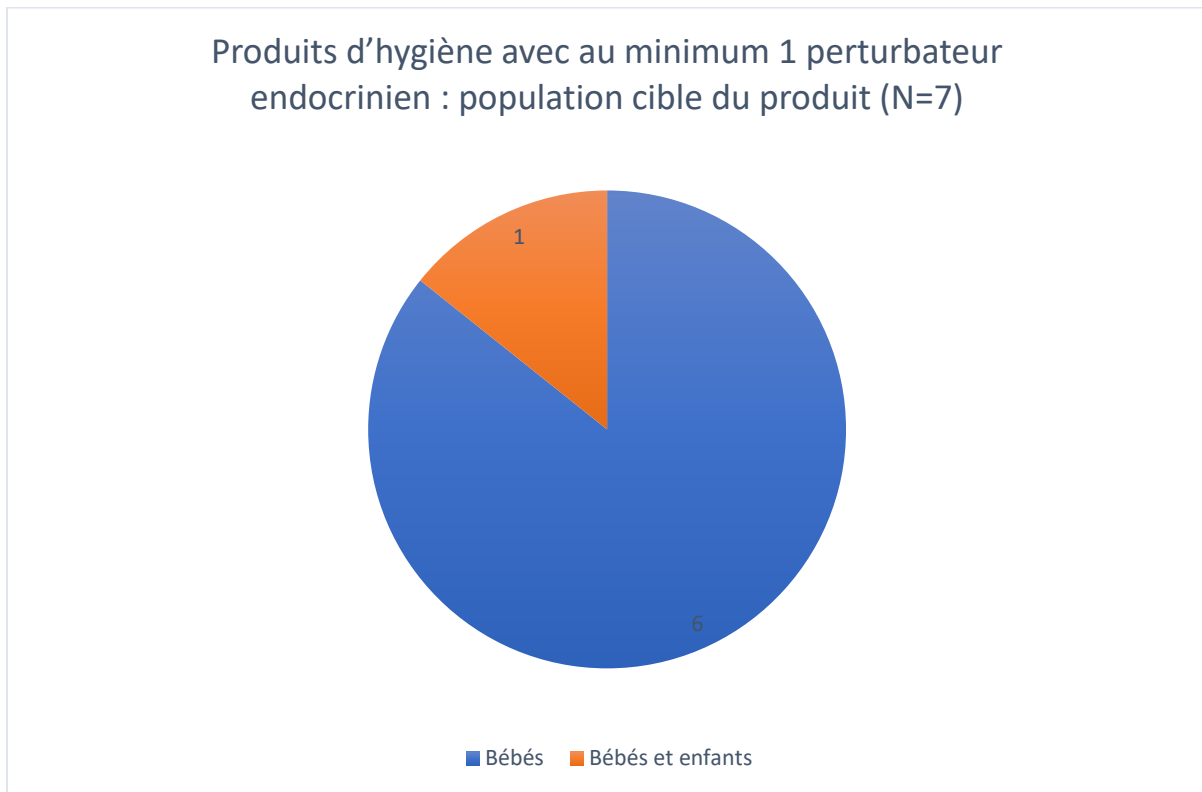


Figure 7 : Produits d'hygiène avec au minimum 1 perturbateur endocrinien : population cible du produit (N=7)



3.3 Analyse bivariée

Une analyse bivariée a été réalisée afin d'évaluer l'association potentielle entre la composition d'un produit en perturbateurs endocriniens (minimum 1) et son prix.

Tableau 3 : Composition en perturbateurs endocriniens et prix du produit

Variable susceptible d'être associée à une composition en perturbateurs endocriniens (N=32)			
Variable	Composition en PE		P-valeur
	Pas de PE	Minimum 1 PE	
Prix (N, %)			0,12 = non significatif
< 5 euros	(12, 37,5%)	(1, 3,12%)	
Entre 5 et 10 euros	(8, 25%)	(2, 6,25%)	
> 10 euros	(5, 15,6%)	(4, 12,5%)	

La composition en perturbateurs endocriniens n'est pas associée au prix du produit (p=valeur>0.05).

4. Discussion

Les résultats ont permis de démontrer que des perturbateurs endocriniens sont présents dans plusieurs produits d'hygiène pour enfants vendus à Bruxelles.

4.1 Mise en perspective des résultats

4.1.1 Produits contenant des PE suspectés

Parmi les 7 produits contenant des PE, la grande majorité sont des **produits sans rinçage** (n=6). Ce type de produit implique inévitablement une exposition de longue durée entre la peau de l'enfant et de potentiels perturbateurs endocriniens ou autres toxiques (1).

De plus, 1 produit (crème de change) qui contient des PE est à destination de la **zone du siège**. Cette zone, qui reste longtemps en milieu occlusif et chaud, est une zone plus à risque où l'absorption des substances est encore plus facile (43).

Selon les résultats, **les crèmes solaires sont les produits qui contiennent le plus de PE** (3 produits sur 7).

4.1.2 PE identifiés et toxicité spécifique

7 PE différents ont été identifiés. Bien que les études soient toujours en cours, les connaissances actuelles permettent de leur attribuer une toxicité spécifique.

1. **Octocrylene** (retrouvé dans 2 crèmes solaires) : En 2021, une étude franco-américaine a montré que l'octocrylene pouvait se transformer en composé potentiellement cancérigène avec le temps, le benzophénone (44). Cette même année, le comité scientifique européen a estimé que l'utilisation de l'octocrylène est sans danger sur la santé jusqu'à une concentration maximale de 10% (45). L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (« ANSES »), en France, plaide depuis 2023 pour l'interdiction de cette substance tenue comme trop dangereuse pour la santé et l'environnement (35).
2. **Ethylhexyl methoxycinnamate** (retrouvé dans 1 crème solaire) : substance dont les effets perturbateurs endocriniens ont été prouvés par des expériences in vivo sur des rongeurs et des expériences humaines in vitro, mais pas par des expériences humaines in vivo (46) (47) (48) (49) (50) (51). Parmi les effets démontrés par ces études, on

retrouve l'altération de la production des hormones de reproduction féminine (46) (47) (50), une altération de la fonction thyroïdienne (48) (49), une altération du développement du système nerveux (50) ainsi qu'un impact sur l'apparition de certains cancers du sein (51)

3. **BHA (hydroxyanisole butylé)** (retrouvé dans 1 crème solaire) : des expériences menées sur des rats ont prouvés les effets perturbateurs endocriniens du BHA (52), dont une altération des fonctions de reproduction et du système hépatique (53).
4. **BHT** (retrouvé dans 1 shampooing, 1 crème de change et une lotion hydratante) : le BHT est la substance la plus fréquemment identifiée (3 produits différents). Il s'agit d'un conservateur très utilisé en cosmétique, dont les effets perturbateurs endocriniens (effets sur les hormones de reproduction et sur le système nerveux) ont été rapportés par des expériences in vitro sur des cellules humaines (54) (55).
5. **Phenoxyethanol** (retrouvé dans 1 crème solaire et 1 lotion hydratante) : cette substance est un conservateur synthétique très utilisé dans les cosmétiques. Certaines études démontrent des effets toxiques sur la reproduction (56) et le développement neurologique des jeunes enfants (57). D'autres études attestent que le phénoxyethanol est sans danger lorsqu'il est utilisé en petite concentration comme conservateur (58).
6. **Cyclomethicone** (retrouvé dans 1 lotion hydratante) : cette substance est en cours d'évaluation par l'Union européenne. Depuis 2020, la ECHA recommande qu'elle fasse partie de la « liste d'autorisation » de REACH. Celle-ci répertorie les ingrédients extrêmement préoccupants pour l'environnement ou la santé, dont l'utilisation devrait être interdite au-delà d'une date limite (35).
7. **Triethanolamine** (retrouvé dans 1 lotion hydratante et 1 crème solaire) : des expériences in vivo sur des rongeurs ont prouvé des effets perturbateurs endocriniens, notamment des effets sur la fonction hépatique, sur le système nerveux et sur l'apparition de certains cancers (59).

4.1.3 Nombre de PE par produit

43% des produits qui contiennent au moins 1 PE en contiennent plusieurs (2 ou 3 PE). Ce constat met en évidence l'importance d'évaluer le risque sur la santé lié à l'accumulation de plusieurs substances toxiques en même temps (effet cocktail) (1).

4.1.4 Discordance entre connaissances, classification et réglementations

Parmi les 7 PE identifiés dans l'échantillon, **2** (phenoxyethanol, triethanolamine) **ne sont pas classifiés comme PE suspectés par REACH**. Ces deux substances sont en cours d'évaluation pour perturbation endocrinienne et ont été retrouvées, dans l'échantillon analysé, dans des crèmes solaires et une crème hydratante visage & corps.

En ce qui concerne la **réglementation européenne (NO 1223/2009)**, 6 PE identifiés sont réglementés et **autorisés dans les cosmétiques selon une concentration maximale**. Le BHA n'est cependant pas réglementé alors qu'il est classifié par REACH comme PE suspecté au niveau européen. Par ailleurs, **aucune réglementation ne fait la distinction entre l'usage des substances chez les adultes ou chez les enfants**. Seul le phenoxyethanol contient une recommandation spécifique à l'égard des enfants faite par l'ANSM et formulée comme suit : « il est recommandé que la substance ne soit pas utilisés dans les produits cosmétiques destinés au siège des bébés ». Dans cette recherche, le phenoxyethanol a pourtant été retrouvé dans une crème solaire et dans une crème hydratante visage & corps.

La **réglementation européenne ne suit pas toujours les recommandations de l'ANSM**. Ainsi, le phenoxyethanol est admis en en cosmétique selon la concentration maximale autorisée de 1% (Annexe V/29) (27), alors que l'ANSM recommande que sa teneur maximale soit fixée à 0.4% (20). Il est cependant important de rappeler qu'il a été démontré que la toxicité des PE n'est pas corrélée à la dose d'exposition. **L'analyse toxicologique classique consistant à définir des seuils à partir desquels le produit devient nocif est donc inopérante**.

D'autres réglementations européennes concernent uniquement des produits cosmétiques à rincer. C'est le cas du cyclomethicone, qui ne doit pas être mis sur le marché dans les produits cosmétiques à rincer dans une concentration égale ou supérieure à 0.1% (Annexe II/1388) (27). Dans l'échantillon analysé, cette substance a été identifiée dans une crème hydratante visage & corps, qui est un produit sans rinçage.

Ces résultats démontrent **l'insuffisance de REACH et des réglementations européennes**. En effet, en vertu du règlement REACH, deux perturbateurs endocriniens² ont été placés sur la liste des substances nécessitant une autorisation spécifique pour être mises sur le marché (32). Treize autres substances ont été identifiées comme perturbateurs endocriniens et figurent sur la liste des substances candidates à une éventuelle inscription sur la liste des substances soumises à

² Ethoxylates de nonyphénols et octylphénols

autorisation à l'avenir (32). En attendant, **ces substances, reconnues comme perturbateurs endocriniens, continuent à circuler sur le marché.** Le Parlement européen reconnaît lui-même **l'insuffisance de REACH**: « Les défaillances dans la mise en œuvre du règlement (pourcentage élevé de dossiers d'enregistrement non conformes, évaluations lentes en raison de données manquantes, absence de mesures réglementaires concernant les substances dont l'évaluation a révélé qu'elles présentent un risque grave pour la santé humaine ou l'environnement) conduisent à une incapacité à minimiser l'exposition aux perturbateurs endocriniens avérés ou aux substances suspectées de l'être » (60).

4.1.5 Idées reçues : prix, marques et qualité de composition d'un produit

Contrairement aux idées reçues, les résultats démontrent que le prix n'est pas forcément déterminant de la qualité d'un produit. Ainsi par exemple, la crème solaire protectrice bébé SPF 50 de Gerovital® à 19.90 euros contient 3 PE différents, alors que celle de Mustela® à 8.33 euros n'en contient pas. En effet, les étiquettes des produits démontrent que la crème solaire de Mustela® contient beaucoup moins d'ingrédients, ce qui fait baisser son prix et ce qui fait parallèlement diminuer le risque de substances toxiques.

Une analyse des comportements d'achats montre que les mères préfèrent souvent les marques établies, qui ont gagné la confiance des consommateurs (Mustela®, Pampers®, Nivea®, Garnier®, Galenco®, Weleda®, Avene®, ...) (61). Mustela® et Procter & Gamble® (Pampers®) comptent parmi les marques les plus vendues dans le monde (61). Les produits analysés de ces deux marques ne contiennent, dans cette recherche, pas de PE. Cependant, les résultats démontrent que d'autres produits de marques populaires en contiennent : Nivea® (2 produits sur 7), Avene®, Garnier®, Galenco®. Il ne faut cependant pas faire de généralités, puisqu'une même marque peut être irréprochable sur un produit et critiquable sur un autre. C'est le cas de Galenco®, dont la lotion lavante et la crème de change analysées ne contiennent a priori pas de PE, alors que le shampoing de la même marque en contient un.

Par ailleurs, mon expérience de sage-femme hospitalière à Bruxelles m'a permis de voir que différents produits d'hygiène sont distribués aux mamans à la maternité, notamment des produits pour le bain. Ces produits sont utilisés dès le premier jour de vie du nouveau-né et souvent recommandés par les professionnels de santé. Parmi eux, on retrouve la gamme de Galenco®, dont le shampoing analysé par cette recherche contient 1 PE.

4.2 Biais et limites de la recherche

Différents biais doivent être pris en compte pour l'interprétation des résultats de cette étude.

- a) Les produits analysés ont été sélectionnés de façon aléatoire, mais j'ai moi-même constitué l'échantillon. Bien que la sélection ait été réalisée de façon la plus neutre possible, je ne peux pas assurer que mes choix n'aient pas été influencés de façon inconsciente par mes propres représentations ou idées reçues. Un **bias d'échantillonnage** est donc possible.
- b) La **taille de l'échantillon** (n=32) est inférieure au nombre de produits qui auraient dû être sélectionnés pour pouvoir généraliser les résultats (n=59). Cependant, la mesure de la taille de l'échantillon idéale est très approximative en raison du manque de données sur la quantité de produits d'hygiène pour enfants mis sur le marché à Bruxelles en 2023. Les valeurs utilisées sont les suivantes :
- En 2022, les produits de bébés (produits du quotidien, alimentation, couches, produits d'hygiène, soins) ont généré un chiffre d'affaires de 4.5 milliards d'euros en France (grandes surfaces et pharmacies) (61). La part du marché attribuée aux produits d'hygiène pour bébés vaut 22% (61). En estimant que les types de produits inclus dans cette recherche concernent 10% des ventes, que le prix moyen d'un produit est de 10 euros et que la variété de produits est diminuée de 30% à Bruxelles par rapport à la France, la taille de ma population (N) est de 6 930 000 produits possibles.
 - $z = z\text{-score} = 1.96$ (95% de confiance)
 - $e = \text{marge d'erreur} = 5\%$
 - $p = \text{écart-type} = 0.5$
 - Après calculs, 59 produits auraient dû constituer l'échantillon, alors que 32 produits constituent réellement cette recherche.
- c) La collecte des données s'est faite à partir de la liste INCI et des **étiquettes des produits**. Or, il est **impossible de savoir si la liste complète des ingrédients est répertoriée**. De plus, **l'étiquetage ne renseigne pas sur les doses des substances**. Il est donc impossible de savoir si les concentrations maximales autorisées sont respectées. Une étude réalisée en 2013 par le Bureau européen des unions de consommateurs (« BEUC ») a analysé 66 produits cosmétiques (62). Dans 3 cas, des substances qui n'apparaissaient pas dans la liste des ingrédients ont été détectées par le laboratoire (62).

- d) La **classification REACH** a été utilisée pour identifier les substances ayant des propriétés de perturbateurs endocriniens. Comme expliqué précédemment, cette **classification comprend des lacunes**. Il est donc possible que certains ingrédients ayant des propriétés de perturbateurs endocriniens ne soient pas classifiés comme tels selon REACH.
- e) **De nombreux ingrédients sur le marché n'ont pas encore fait l'objet d'études** (4) ; certaines substances considérées comme non toxiques selon les données actuelles pourraient s'avérer avoir des propriétés de perturbateurs endocriniens avec l'évolution des connaissances scientifiques.
- f) Les **substances contenues dans les emballages des produits d'hygiène n'ont pas été pris en compte**. Or, des PE peuvent également se retrouver dans les emballages (4).
- g) Cette **recherche se limite aux produits d'hygiène à exposition cutanée**. Il est donc important de rappeler que les enfants peuvent être exposés aux perturbateurs endocriniens par d'autres moyens ; alimentation, environnement, produits de puéricultures, autres produits d'hygiène, ... (7)
- h) Les résultats de cette étude ont mis en évidence **d'autres types de toxiques présents dans les produits d'hygiène pour enfants** (annexe 3). On y trouve notamment ;
- Le **talc/E553b** : suspecté de contenir de l'amiante et d'être nocif pour les voies respiratoires et de provoquer certains cancers des ovaires (63).
 - Des **nanoparticules** : principalement identifiées dans les crèmes solaires. Bien que les recherches soient encore en cours, plusieurs études dénoncent leurs effets toxiques cutanés, pulmonaires, cardiovasculaires et cancérigènes (64).
 - Des **huiles minérales** (paraffine, ...): ces ingrédients sont des dérivés du pétrole (43). Pour être incorporés dans un cosmétique, ces ingrédients sont obligatoirement ultraraffinés, dépourvus d'impuretés potentiellement toxiques (43). Leurs équivalents moins raffinés sont en effet cancérigènes et interdits en cosmétique (43). Cependant, une étude réalisée en Suisse en 2014 sur des rouges à lèvres révèle la présence d'hydrocarbures en quantité supérieure à la normale, ce qui semble montrer que les fabricants ne respectent pas tous les réglementations (43).
 - Des **sulfates** (copper sulfate, sodium laureth sulfate, magnésium sulfate) : ces ingrédients ne sont pas cancérigènes comme on pourrait le lire sur certains sites.

Des résidus du procédé de fabrication, les dioxanes, sont en revanche potentiellement toxiques (43).

- Des **EDTA** (trisodium, disodium) : le règlement CLP classe certains composés comme irritants pour les yeux (43). En 2002, des experts mettent en évidence que l'EDTA facilite le passage cutané d'autres substances chimiques et alertent sur l'effet cytotoxique et génotoxique (43). En 2004, la ECHA estime que l'EDTA ne représente pas de risque (43). En France, l'Institut National de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (« INRS ») alerte pourtant que des effets reprotoxiques ont été observés par des études, en particulier dans le cas d'une exposition orale (43).
- Des **allergènes** (parfum, alcool, ...) : le Comité scientifique pour la sécurité des consommateurs (« SCCS ») estime que 1 à 3% de la population souffre d'allergie aux ingrédients de parfum (43). 32 fragrances sont interdites par le règlement européen et 87 autres doivent être déclarées sur les étiquettes si elles sont présentes à plus de 0.01% dans les produits à rincer et à plus de 0.001% dans les produits sans rinçage (43). Ces seuils n'empêchent toutefois pas l'apparition d'allergies car un cosmétique peut contenir des allergènes et ne pas les indiquer sur la liste d'ingrédients s'ils ne dépassent pas les seuils indiqués.

5. Implications en santé publique

Cette partie sera consacrée au lien entre les PE et la santé publique, ainsi que les actions publiques qui pourraient être mises en place.

En 2002, l'OMS définit la santé publique comme « l'ensemble des efforts par des institutions publiques dans une société pour améliorer, promouvoir, protéger et restaurer la santé de la population grâce à une action collective » (65). Les résultats de cette recherche démontrent que malgré les réglementations européennes, certaines substances toxiques pour la santé humaine se retrouvent encore sur le marché. Il est donc nécessaire d'encourager des actions concrètes afin de protéger et de promouvoir la santé humaine, ainsi que celle des générations futures.

5.1 Les perturbateurs endocriniens : un enjeu de santé publique

Des scientifiques ont évalué les **coûts sanitaires et économiques pouvant être attribués à l'exposition aux perturbateurs endocriniens dans les pays de l'Union européenne** (« UE ») (7). En tenant compte de leur lien probable sur les problèmes de développement cérébral, d'autisme, d'obésité, de diabète et de cancers, ces coûts se situent **entre 150 et à 200 milliards d'euros par an**, pour l'ensemble de l'UE (7). En Belgique, le préjudice a été estimé à 4,4 milliards d'euros par an (7).

Bien qu'il soit difficile d'évaluer l'impact direct de ces substances sur la santé humaine, la prévalence de certaines maladies ne cesse d'augmenter depuis plusieurs années. C'est ainsi le cas des maladies métaboliques ; dont la **prévalence des jeunes en surpoids et obèses a doublé au cours des trois dernières décennies dans le monde** (12) et dont le **diabète de type 1 chez l'enfant augmente de 4% par an en France** (66). L'**infertilité est également en augmentation** (67). En France, 15% des couples en âge de procréer consultent pour une difficulté à concevoir (67). Dans 10 à 20% des cas, l'origine de l'infertilité reste inexpliquée et le rôle des PE est de plus en plus mis en cause (67).

Dans un rapport de 2021, l'OMS estime que 23 % des décès et 25 % des pathologies chroniques dans le monde peuvent être attribués à des facteurs environnementaux et comportementaux (cancers, pathologies respiratoires, allergies, asthmes, maladies cardiovasculaires, diabète, obésité, ...) (68). L'OMS estime aussi qu'en 2019, « **2 millions de personnes ont perdu la vie en raison de l'exposition à des produits chimiques** » (68). Ce chiffre est « en constante augmentation par rapport aux années précédentes (**1,6 million de vies perdues en 2016 et 1,3 millions en 2012**) » (68). Selon ce même rapport, les produits chimiques ont également un impact négatif sur la qualité de vie (68).

Le lien étroit ainsi établi entre la santé et l'environnement fait de **la santé environnementale**³, et partant de la lutte contre les PE, **un enjeu fondamental de santé publique**.

³ L'OMS définit la **santé environnementale** comme comprenant « les aspects de la santé humaine, y compris la qualité de la vie, déterminés par les facteurs physiques, chimiques, biologiques, sociaux, psychosociaux et esthétiques de notre environnement. Elle concerne également la politique et les pratiques de gestion, de résorption, de contrôle et de prévention des facteurs environnementaux susceptibles d'affecter la santé des générations actuelles et futures » (68).

5.2 Pistes pratiques en santé publique et proposition de ressources

Les résultats de cette recherche démontrent que la problématique des substances chimiques est sous-évaluée par les pouvoirs publics, mais également par la population générale. Il est donc **urgent de mettre en place des actions visant à promouvoir la santé individuelle et collective.**

Un tel plan d'action pourrait se développer autour des principaux axes suivants :

1. **Former les professionnels de santé** : Les cursus universitaires des futurs professionnels de santé ne contiennent malheureusement pas de cours dédiés à la santé environnementale. Au cours de mes 4 années de médecine et de mes 3 années d'études de sage-femme, je n'ai eu aucun cours susceptible de me sensibiliser à la problématique des substances chimiques et à leur impact sur la santé. Il est très dommage de faire ce constat alors que la problématique risque de s'accroître dans les prochaines années. Il serait donc utile et urgent d'inclure une telle formation dans les cursus universitaires et dans celui des hautes-écoles, ainsi que d'encourager des formations continues pour les professionnels déjà diplômés. Cela permettrait en outre aux professionnels de développer un esprit critique face aux produits distribués gratuitement par l'hôpital ou par les firmes commerciales.
2. **Inclure un cours de santé environnementale à l'école pour sensibiliser dès le plus jeune âge**, ce qui inclut évidemment la formation des enseignants en amont.
3. **Rendre les ressources d'informations plus accessibles.** L'exposition aux différents produits chimiques est difficilement évitable. Cependant, les consommateurs peuvent apprendre à les identifier et à trouver de meilleures alternatives. En effectuant ce travail, mes recherches m'ont menées à plusieurs ressources disponibles gratuitement pour informer les consommateurs sur la problématique des substances chimiques dans les produits de consommation courante. Je n'avais pourtant jamais eu connaissance de ces informations avant d'effectuer ce travail. Il me semble dès lors primordial de rendre ces ressources plus accessibles, par des initiatives nationales ou simplement par le biais des professionnels de santé.

Voici une liste des ressources d'informations essentielles :

- L'application pour téléphone « **INCI Beauty** », qui permet de scanner les code-barres des produits et de mettre en évidence les ingrédients à éviter. Il s'agit d'une application fiable et très simple d'utilisation (35).
- Se renseigner sur des sites internet d'associations spécialisées :
 - On y retrouve celui des **Femmes enceintes environnement et santé** (« Fees ») (69), qui contient plusieurs outils d'informations gratuits pour les jeunes parents afin de les sensibiliser aux risques environnements. On peut d'ailleurs y trouver gratuitement un livret réalisé par l'APPA (« Association pour les praticiens hospitaliers et assimilés ») avec tous les conseils à retenir concernant l'air intérieur, l'alimentation et les cosmétiques (69).
 - L'association française **Women engage for a common future** (« WECF ») dont le site internet contient de nombreuses fiches d'informations gratuites, dont l'une sur les cosmétiques bébés (70).
 - L'association **Women's voices for the earth** (« WVE ») qui a publié un guide pour les parents pour éviter les produits toxiques à destination des enfants dans les maisons (71).

Afin de rendre ces informations les plus accessibles possibles, **j'ai créé une fiche synthétique qui reprend tous les conseils donnés par ces associations en vue de diminuer l'exposition des jeunes enfants aux produits toxiques** contenus dans les produits d'hygiène ([Annexe 7](#)).

4. **Introduire des campagnes de prévention à l'échelle nationale** (publicité, affiches, télévision, réseaux sociaux) ainsi que **des campagnes communautaires** au sein des maisons médicales ou des cabinets de professionnels de santé. Cette action nécessite évidemment la formation des professionnels de soins de santé en amont ainsi qu'une attention particulière à ne pas définir comme publics-cibles uniquement les patients les plus éduqués.

5. **Comblent le manque de données scientifiques**, notamment sur les effets des PE, leur impact spécifique sur la santé des enfants, l'effet cocktail et l'analyse des ingrédients contenus dans les cosmétiques.
6. **Agir au niveau politique** en vue de contrer ou de limiter le lobbying exercé par les entreprises commerciales du secteur des produits chimiques et cosmétiques
7. **Mettre les réglementations à jour en élevant le niveau de protection** actuellement accordé.

La diversité des actions à mener démontre la complexité de la problématique des substances toxiques contenues dans les produits de consommation, située en effet au carrefour entre la santé, la politique, l'économie, le droit, l'environnement, la pharmacologie et même l'épidémiologie... Si cette complexité explique en partie la lenteur des changements apportés au niveau réglementaire et les limites des connaissances publiques en la matière, elle ne peut en aucun cas servir d'excuse à l'inaction. La santé publique permet, entre autres, de faire le lien entre toutes ces disciplines.

6. Conclusions

Même si les recherches en la matière sont loin d'être exhaustives, il est démontré que les PE ont des effets néfastes sur la santé humaine. Ces risques sont accrus lorsque l'exposition aux PE est le fait d'enfants en bas âge. Prévenir, réduire ou interdire l'exposition des enfants aux substances chimiques à l'origine de perturbations endocriniennes constitue incontestablement un enjeu de santé publique.

L'objectif principal de cette recherche était de dresser un état des lieux de la problématique en identifiant si, dans la région de Bruxelles (Belgique), des PE se retrouvent dans les produits d'hygiène à exposition cutanée pour les enfants de moins de 3 ans. Les résultats confirment la discordance entre les connaissances scientifiques sur les risques des PE, les réglementations et la réalité du terrain : des substances toxiques sont en vente sur le marché. Sur un échantillon de 32 produits d'hygiène pour enfants en bas âge (crème solaire, crème de change, lotion hydratante, shampoing, lingette nettoyante et lotion lavante), 7 produits contenaient au minimum 1 substance ayant des propriétés de perturbations endocrinienne, avec une majorité de produits sans rinçage et 1 produit destiné à la zone du siège. Les crèmes solaires s'avèrent

être les produits qui contiennent un PE avec la plus grande fréquence (3 produits sur 7). 43% des produits contenant au moins 1 PE en contiennent plusieurs (2 ou 3 PE).

Au total, 7 ingrédients différents ont été identifiés comme PEs suspectés ou en cours d'évaluation pour des propriétés de perturbation endocrinienne. Parmi les 7 PEs détectés, 2 ne sont pas classifiés comme PEs suspectés par REACH. D'autres sont autorisés par la réglementation européenne selon une concentration maximale, alors qu'il est établi que la toxicité des PEs n'est pas corrélée à la dose d'exposition. Enfin, aucune réglementation ne fait la distinction entre l'usage des substances toxiques concernées chez les adultes ou chez les enfants.

Les raisons susceptibles d'expliquer ces conclusions sont multiples et diverses : la sous-évaluation, par le pouvoir politique et les entreprises, des risques que posent les PE pour la santé humaine, un manque de cohérence dans la réglementation, le lobbying des industries du secteur et les déficits importants dans l'information tant du personnel soignant que des consommateurs. Les résultats confirment qu'il est important de développer un esprit critique à l'égard des stratégies de marketing mises en place par des marques connues de produits cosmétiques et de ne pas nécessairement faire confiance aux produits distribués par les professionnels de santé. Dans le but de sensibiliser à la problématique des PEs, une liste de ressources d'informations accessibles a été incluse dans ce travail, dont en annexe une fiche pratique à destination des parents.

L'interdiction du bisphénol A, substance classée comme PE par REACH (32), dans les biberons pour bébés en Europe en 2010 et, en 2013, dans tous les contenants alimentaires destinés aux enfants (32), en un exemple d'action qui amène de grands bénéfices. Après 6 mois seulement, les concentrations en bisphénol dans les urines de la population impliquée ont été réduites de moitié (32).

Depuis 2003, la Belgique adopte elle aussi des plans environnement-santé afin de limiter l'exposition aux PE, tel le plan d'action national sur les PE (« NAPED ») (7). Ce plan, débuté en 2022 et qui prendra fin en 2026, a comme objectif « d'établir un cadre global et cohérent permettant le développement d'actions concrètes et concertées, ayant pour objectif de diminuer l'exposition aux PEs et de réduire leurs conséquences au niveau de la Santé et de l'Environnement, en Belgique » (7). Les actions s'inscrivent autour de trois axes: la prévention, la réglementation et la recherche scientifique (7).

Etant donné l'impact des PE sur la santé humaine et la santé publique en général, il est de la responsabilité des autorités publiques d'agir en vue de réduire l'exposition du public aux PEs. Au-delà des mesures d'informations ou d'éducation et de simples recommandations dépourvues de force obligatoire, un encadrement réglementaire plus strict s'impose. Sans la mise en place d'un tel cadre global, la problématique de l'exposition aux substances toxiques ne fera que croître avec les années.

Bibliographie

1. FRANCE ASSOS SANTE. *Femmes enceintes et enfants en danger face aux produits chimiques du quotidien*. 2018. Disponible à l'adresse : <https://www.france-assos-sante.org/2018/11/26/femmes-enceintes-et-enfants-en-danger-face-aux-produits-chimiques-du-quotidien/>, [consulté le 30 janv 2024]
2. MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET DE LA COHESION DES TERRITOIRES. *Stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens*. 2021. Disponible à l'adresse: <https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-sur-perturbateurs-endocriniens>, [consulté le 21 avr 2024]
3. ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE. *State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals*. OMS; 2002. 289 p.
4. ANSES. *Travaux et implication de l'Anses sur les perturbateurs endocriniens*. 2019. Disponible à l'adresse: <https://www.anses.fr/fr/content/travaux-et-implication-de-lanses-sur-les-perturbateurs-endocriniens>, [consulté le 21 avr 2024]
5. LAVARDE, P. BARTOLI, F. LESTEVEN, P. MOQUAY, V., VEDEAU, F. La stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens (SNPE). [En ligne]. 2017. Rapport No.: n° 011609-01 (CGEDD), n° 2017-17 (IGAS), n° 17103 (CGAAER). [consulté le 21 avr 2024]. Disponible sur: <https://www.igas.gouv.fr/IMG/pdf/2017-117R.pdf>
6. PLOTKA-WASYLKA, J. MULKIEWICZ, E. LIS, H. GODLEWSKA, K. KUROWSKA-SUSDORF, A, SAJID, M. LAMBROPOULOU, D. *et al.* (2023). Endocrine disrupting compounds in the baby's world - A harmful environment to the health of babies. *Elsevier*. 881 (163350).
7. FEDERATION WALLONIE BRUXELLES. (Eds). *Plan d'action national sur les perturbateurs endocriniens (NAPED)*. [En ligne]. 2024. [cité 21 avr 2024]. Disponible sur: https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/naped_2022_06_20_fr_0.pdf
8. THE EUROPEAN CONSUMER ORGANISATION. *BEUC members test shows children's multiple exposure to chemicals*. 2015. Disponible sur: <https://www.beuc.eu/news/beuc-members-test-shows-childrens-multiple-exposure-chemicals>, [consulté le 30 janv 2024]
9. DI PIETRO, G. FORCUCCI, F., CHIARELLI, F. (2023). Endocrine Disruptor Chemicals and Children's Health. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(3), 1-17.
10. MINISTERE DU TRAVAIL, DE LA SANTE ET DES SOLIDARITES. *Perturbateurs endocriniens*. 2023. Disponible sur: <https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/article/perturbateurs-endocriniens>, [consulté le 21 avr 2024]
11. LUCACCIONI, L. TREVISANI, V. PASSINI, E., RIGHI, B. PLESSI, C. PREDIERI, B. IUGHETTI, L. (2021). Perinatal Exposure to Phthalates: From Endocrine to Neurodevelopment Effects. *International Journal of Molecular Sciences*, 22, 1-16.
12. YANG, C. LEE, HK. KONG, APS. LIM, LL. CAI, Z. CHUNG, ARTHUR, CK. (2018). Early-life exposure to endocrine disrupting chemicals associates with childhood obesity. *Annals of pediatric endocrinology and metabolism*. 23(4), 182-95.

13. BRAUN, JM. (2017). Early-life exposure to EDCs: role in childhood obesity and neurodevelopment. *Nat Rev Endocrinol.* 13(3), 161-73.
14. FRIGERIO, G. FERRARI, CM. FUSTINONI, S. (2023). Prenatal and childhood exposure to per-/polyfluoroalkyl substances (PFASs) and its associations with childhood overweight and/or obesity: a systematic review with meta-analyses. *Environmental Health.* 22(1), 56-98.
15. PREDIERI, B. ALVES, CAD. IUGHETTI, L. (2021). New insights on the effects of endocrine-disrupting chemicals on children. *Jornal de Pediatria.* 98, 73-85.
16. KAHN, LG. PHILIPPAT, C. NAKAYAMA, SF. SLAMA, R. TRASANDE, L. (2020). Endocrine-disrupting chemicals: implications for human health. *Lancet.* 8(8), 703-18.
17. O'SHAUGHNESSY, KL. FISCHER, F. ZENCLUSSEN, AC. (2021). Perinatal exposure to endocrine disrupting chemicals and neurodevelopment: How articles of daily use influence the development of our children. *Best Practice Research Clinical Endocrinology and Metabolism.* 35(5), 101568.
18. JANKOWSKA, A. POLAŃSKA, K. KOCH, HM. PÄLMKE, C. WASZKOWSKA, M. STAŃCZAK, A. WESOŁOWSKA, E. ET AL. (2019). Phthalate exposure and neurodevelopmental outcomes in early school age children from Poland. *Environmental Research.* 179, 108829.
19. HUANG, HB. CHEN, HY. SU, PH. HUANG, PC. SUN, CW. WANG, CJ. CHEN, HY. et al. (2015). Fetal and Childhood Exposure to Phthalate Diesters and Cognitive Function in Children Up to 12 Years of Age: Taiwanese Maternal and Infant Cohort Study. *Plos one.* 10(6)
20. OH, J. BENNETT, DH. CALAFAT, AM. TANCREDI, D. ROA, DL. SCHMIDT, RJ. HERTZ-PICCIOTTO, I. et al. (2021). Prenatal exposure to per- and polyfluoroalkyl substances in association with autism spectrum disorder in the MARBLES study. *Environment International.* 147.
21. THACHARODI, A. HASSAN, S. ACHARYA, G. VITHLANI, A. HOANG, LE Q. PUGAZHENDHI, A. (2023). Endocrine disrupting chemicals and their effects on the reproductive health in men. *Environmental research.* 236, 116825.
22. GASPARI, L. PARIS, F. SOYER-GOBILLARD, MO. KALFA, N. SULTAN, C. HAMAMAH, S. (2022). Perturbateurs endocriniens environnementaux et fertilité. *Gynécologie Obstétrique Fertilité et Sénologie.* 50(5):402-408.
23. BOISSIERE-O'NEILL, T. LEE, WR. BLAKE, TL. SLY, PD. VILCINS, D. (2024). Exposure to endocrine-disrupting plasticisers and lung function in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Environmental research.* 243, 117751.
24. MODICA, R. BENEVENTO, E. COLAO, A. (2022). Endocrine-disrupting chemicals (EDCs) and cancer: new perspectives on an old relationship. *Journal of Endocrinological Investigation.* 46(4), 667-677.
25. SEGOVIA-MENDOZA, M. NAVA-CASTRO, KE. PALACIOS-ARREOLA, MI. GARAY-CANALES, C. MORALES-MONTOR, J. (2020). How microplastic components influence the immune system and impact on children health: Focus on cancer. *Birth Defects Research.* 112(17), 1341-61.
26. Directive 76/768/CEE du Conseil, du 27 juillet 1976, concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques [Internet]. Disponible sur: <http://data.europa.eu/eli/dir/1976/768/oj/fra>

27. Règlement (CE) no 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques. [Internet]. Disponible sur: <https://www.certification-cosmetique.com/blank-2#:~:text=Le%20Dossier%20d'Information%20du,sant%C3%A9%20humaine%20du%20produit%20cosm%C3%A9tique.>
28. COMMISSION EUROPENNE. Communication de la commission au parlement européen, au conseil, au comité économique et social européen et au comité des régions. 2018. Disponible sur: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0734&from=EN>, [consulté le 16 avr 2024]
29. DEMENEIX, B. SLAMA, R. Endocrine Disruptors: from Scientific Evidence to Human Health Protection. 2019. Disponible sur: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/608866/IPOL_STU\(2019\)608866_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/608866/IPOL_STU(2019)608866_EN.pdf), [consulté le 02 février 2024]
30. Règlement (UE) n ° 358/2014 de la Commission du 9 avril 2014 modifiant les annexes II et V du règlement (CE) n ° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil relatif aux produits cosmétiques. [Internet]. Disponible sur: <http://data.europa.eu/eli/reg/2014/358/oj/fra>
31. RÈGLEMENT (UE) No 1004/2014 DE LA COMMISSION - du 18 septembre 2014 - modifiant l'annexe V du règlement (CE) no 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil relatif aux produits cosmétiques. [Internet]. Disponible sur: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1004>
32. EUROPEAN CHEMICALS AGENCY. Comprendre REACH . 2024. Disponible sur: <https://echa.europa.eu/fr/regulations/reach/understanding-reach>, [consulté le 30 janv 2024]
33. EUROPEAN CHEMICALS AGENCY. Comprendre le CLP. 2024. Disponible sur: <https://echa.europa.eu/fr/regulations/clp/understanding-clp>, [consulté le 30 janv 2024]
34. EUROPEAN CHEMICALS AGENCY. Nouvelles classes de danger en 2023. 2023. Disponible sur: <https://echa.europa.eu/fr/new-hazard-classes-2023>, [consulté le 8 févr 2024]
35. THE TRUST SOCIETY. Qu'est-ce que la liste INCI - International Nomenclature of Cosmetic Ingredients. 2021. Disponible sur: <https://thetrustsociety.fr/blogs/la-vie-en-jaune/comprendre-la-liste-inci-international-nomenclature-of-cosmetic-ingredients>, [consulté le 1 févr 2024]
36. THE DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Endocrine disruptor list. 2023. Disponible sur: <https://edlists.org/>, [consulté le 8 févr 2024]
37. THE DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Substances under evaluation for endocrine disruption under an EU legislation. 2023. Disponible sur: <https://edlists.org/the-ed-lists/list-ii-substances-under-eu-investigation-endocrine-disruption>, [consulté le 4 févr 2024]
38. CHEM TRUST. Avoiding harmful chemicals in baby products: advice for parents. 2023. Disponible sur: <https://chemtrust.org/advice-for-parents/>, [consulté le 31 janv 2024]
39. CHEM TRUST. Recent Study Finds Hormone Disrupting Chemicals in Children's Products. 2023. Disponible sur: <https://chemtrust.org/news/hormone-disrupting-childrens/>, [consulté le 31 janv 2024]
40. BAO, J. WANG, M. NING, X. ZHOU, Y. HE, Y. YANG, J. GAO, X. et al. (2015). Phthalate Concentrations in Personal Care Products and the Cumulative Exposure to Female Adults and Infants in Shanghai. *Journal of Toxicology and Environmental Health A*. 78(5), 325-341.

41. NISHIHAMA, Y. TATSUTA, N. IWAI-SHIMADA, M. NAKAI, K. ARIMA, T. FUJIWARA, I. et al. (2020). The association between gestational use of personal care products and neonatal urological abnormality at birth: The Japan Environment and Children's Study. *Reproduction Toxicology*, 93, 83-88.
42. HENRARD, S. Type d'études en épidémiologie. [PowerPoint presentation]. UCL.
43. WOMEN IN EUROPE FOR A COMMON FUTURE. Cosmétiques pour bébés: encore trop de substances préoccupantes. (2016). Disponible sur: 15_02_2016_rapport_cosmetiques_light.pdf, [consulté le 05 février 2024]
44. HOWARD, L. BIRNIE, A. SARKANY, R. Comment on Benzophenone Accumulates over Time from the Degradation of Octocrylene in Commercial Sunscreen Products. *Chemical Research Toxicology*. 34(9), 1944-1945.
45. Commission Decision (EU) 2021/1870 of 22 October 2021 establishing the EU Ecolabel criteria for cosmetic products and animal care products (notified under document C(2021) 7500) [Internet]. Disponible sur: <http://data.europa.eu/eli/dec/2021/1870/oj/eng>
46. SEIDLOVAWUTTKE, D. JARRY, H. CHRISTOFFEL, J. RIMOLDI, G. WUTTKE, W. (2006). Comparison of effects of estradiol (E2) with those of octylmethoxycinnamate (OMC) and 4-methylbenzylidene camphor (4MBC) — 2 filters of UV light – on several uterine, vaginal and bone parameters. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 210(3), 246-254.
47. KLAMMER, H. SCHLECHT, C. WUTTKE, W. SCHMUTZLER, C. GOTTHARDT, I. KOHRLE, J. JARRY, H. (2007). Effects of a 5-day treatment with the UV-filter octylmethoxycinnamate (OMC) on the function of the hypothalamo-pituitary–thyroid function in rats. *Toxicology*, 238(2-3), 192-199.
48. KLAMMER, H, SCHLECHT, C. WUTTKE, W. JARRY, H. (2005). Multi-organic risk assessment of estrogenic properties of octyl-methoxycinnamate in vivo. *Toxicology*. 215(1-2):90-96.
49. SCHMUTZLER, C. GOTTHARDT, I. HOFMANN, PJ. RADOVIC, B. KOVACS, G. STEMMLER, L. et al. (2007). Endocrine Disruptors and the Thyroid Gland—A Combined *in Vitro* and *in Vivo* Analysis of Potential New Biomarkers. *Environmental Health Perspectives*.115(Suppl 1):77-83.
50. AXELSTAD, M. BOBERG, J. HOUGAARD, KS. CHRISTIANSEN, S. JACOBSEN, PR. MANDRUP, KR. et al. (2011). Effects of pre- and postnatal exposure to the UV-filter Octyl Methoxycinnamate (OMC) on the reproductive, auditory and neurological development of rat offspring. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 250(3), 278-290.
51. ALAMER ,M. DARBRE, PD. (2018). Effects of exposure to six chemical ultraviolet filters commonly used in personal care products on motility of MCF-7 and MDA-MB-231 human breast cancer cells in vitro. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 38(2). 148-159.
52. JEONG, SH. KIM, BY. KANG, HG. KU, HO. CHO, JH. (2005). Effects of butylated hydroxyanisole on the development and functions of reproductive system in rats. *Toxicology*, 208(1), 49-62.
53. KANG, HG, JEONG, SH, CHO, JH, KIM, DG, PARK, JM, CHO, MH. (2005). Evaluation of estrogenic and androgenic activity of butylated hydroxyanisole in immature female and castrated rats. *Toxicology*. 213, 147-156.
54. ALOFE, O. KISANGA, E. INAYAT-HUSSAIN, SH. FUKUMURA, M. GARCIA-MILIAN, R. PERERA, L. et al (2019). Determining the endocrine disruption potential of industrial chemicals

- using an integrative approach: Public databases, in vitro exposure, and modeling receptor interactions. *Environment International*. 131, 104969.
55. YANG, X. SONG, W. LIU, N. SUN, Z. LIU, R. LIU, QS. et al. (2018). Synthetic Phenolic Antioxidants Cause Perturbation in Steroidogenesis in Vitro and in Vivo. *Environmental Science and Technology*. 52(2):850-858.
 56. WAREMBOURG, C. BINTER, AC. GITON, F. FIET, J. LABAT, L. MONFORT, C. et al. (2018). Prenatal exposure to glycol ethers and sex steroid hormones at birth. *Environment International*. 113:66-73.
 57. BÉRANGER, R. GARLANTÉZEC, R. LE MANER-IDRISSI, G. LACROIX, A. ROUGET, F. TROWBRIDGE, J. et al. (2017). Prenatal Exposure to Glycol Ethers and Neurocognitive Abilities in 6-Year-Old Children: The PELAGIE Cohort Study. *Environmental Health Perspectives*. 125(4), 684-690.
 58. DRÉNO, B. ZUBERBIER, T. GELMETTI, C. GONTIJO, G. MARINOVICH, M. (2019). Safety review of phenoxyethanol when used as a preservative in cosmetics. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*. 33(S7), 15-24.
 59. NATIONAL TOXICOLOGY PROGRAM. *Abstract for TR-449*. 2023. Disponible sur: <https://ntp.niehs.nih.gov/publications/reports/tr/400s/tr449>, [consulté le 28 mai 2024]
 60. Résolution du Parlement européen du 18 avril 2019 sur la progression vers un cadre complet de l'Union européenne en matière de perturbateurs endocriniens (2019/2683(RSP)). 2019. [Internet]. Disponible sur: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52019IP0441&from=EL>
 61. XERFI. Le marché de l'équipement pour bébés : étude, stratégies, classements. 2023. Disponible sur: https://www.xerfi.com/presentationetude/le-marche-de-l-equipement-pour-bebes_DIS59, [consulté le 27 mai 2024]
 62. NARDI, D. MAURER, S. Endocrine disrupting chemicals – analysis of 66 everyday cosmetic and personal care products. 2013. Disponible sur: <https://fr.slideshare.net/slideshow/yzd168/44333275>, [consulté le 27 mai 2024]
 63. SANTE CANADA. Une évaluation du gouvernement du Canada conclut que le talc pourrait être nocif pour la santé humaine. 2021. Disponible sur: <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/nouvelles/2021/04/une-evaluation-du-gouvernement-du-canada-conclut-que-le-talc-pourrait-etre-nocif-pour-la-sante-humaine.html>, [consulté le 27 mai 2024]
 64. PROSIE, F. LESAGE, FX. DESCHAMPS, F. (2008). Nanoparticules : structures, utilisations et effets sur la santé. *Presse Médicale*. 37(10), 1431-1437.
 65. FERRIOT, C. LECLÈRE, B. COLIN, C. MORET, L. (2020). Contours et organisations des activités de santé publique au sein des centres hospitaliers universitaires français. *Santé Publique*. 32(5-6), 479-88.
 66. AMELI. Pathologie. 2023. Disponible sur: https://data.ameli.fr/pages/pathologies/?refine.patho_niv1=Diab%C3%A8te, [consulté le 03 juin 2024]
 67. GASPARI, L. PARIS, F., SOYER-GOBILARD, MO. KALFA, N. SULTAN, C., HAMAMAH, S. (2022). Perturbateurs endocriniens environnementaux et fertilité. *Gynécologie Obstétrique Fertilité et Sénologie*. (50), 402-408.

68. PRÜSS-ÜSTÜN, A. WOLF, J. CORVALAN, C., BOS, R., NEIRA, M. Preventing disease through healthy environments [Internet]. OMS. 2016. Disponible sur: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/204585/9789241565196_eng.pdf?sequence=1, [consulté le 21 avr 2024]
69. FEMMES ENCEINTES ENVIRONNEMENT ET SANTE. Nos outils FEES – Projet FEE. 2023. Disponible sur: <https://www.projetfees.fr/outils-2/outils/>, [consulté le 03 juin 2024]
70. WOMEN IN EUROPE FOR A COMMON FUTURE. Cosmétiques bébés: Protéger les enfants des substances toxiques. (2016). Disponible sur: https://wecf-france.org/wp-content/uploads/2020/03/COSMETIQUES-BEBE-GUIDE2019_092.pdf, [cité 3 juin 2024].
71. WOMEN’S VOICES FOR THE EARTH. Tips for You and Baby - Avoiding Toxic Chemicals. 2023. Disponible sur: <https://womensvoices.org/avoid-toxic-chemicals/pregnancy/non-toxic-baby-tips/>, [consulté le 03 juin 2024]

