



Le rôle de l'environnement  
sur la santé des femmes enceintes  
et des enfants de moins de 3 ans

QUELLES SONT LES DONNÉES  
DU PROBLÈME ET LES PISTES D'ACTION ?

Juin 2020

# TABLE

# DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES.....	2
INTRODUCTION.....	3
I. MÉTHODE.....	4
1. Les données probantes : de quoi parle-t-on ?.....	4
2. Méthodologie de la recherche documentaire.....	5
2.1 Typologie d'informations recherchées.....	5
2.2 Sources consultées.....	5
2.3 Descripteurs et mots-clés utilisés.....	5
2.4 Équations de recherche.....	7
2.5 Résultats et exploitation de la recherche.....	7
II. ANALYSE DES DONNÉES COLLECTÉES.....	8
1. Quelques éléments de définition : quels environnements et quelle population sont traités dans ce dossier ?.....	9
1.1 Comment définir l'environnement ?.....	9
1.2 Le fœtus et le petit enfant : une population plus vulnérable.....	13
2. Les données du problème Quels sont les polluants, les sources d'exposition, et les effets sur la santé, spécifiquement dans les phases de conception, grossesse et petite enfance ?.....	16
2.1 Des données difficiles à comparer.....	16
2.2 Ce que l'on sait : les effets d'une exposition in utero sur la santé de l'enfant.....	19
2.3 Ce que l'on sait : les effets d'une exposition au cours de la petite enfance.....	21
2.4 Ce qui reste à explorer.....	22
3. Les éléments sur les leviers d'actions pour limiter les polluants et les expositions.....	23
3.1 Les Limites des actions "qui marchent".....	23
3.2 Actions pour réduire les expositions de la femme enceinte et de l'enfant in utero.....	24
3.3 Actions pour réduire les expositions des enfants de 0 à 3 ans.....	25
3.4 Que nous disent les éléments "des solutions" ?.....	26
4. Agir sur les expositions environnementales de la conception à 3 ans : quels choix opérer ?.....	29
4.1 Plusieurs dimensions du questionnement en amont de l'action.....	29
4.2 Les outils d'aide à la décision.....	30
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	31
ANNEXE.....	33
Bibliographie.....	33



# INTRODUCTION

Les enjeux en santé-environnement sont à l'heure actuelle clairement identifiés même si de nombreuses zones d'incertitude demeurent sur les mécanismes à l'œuvre (relation dose effet inopérant, cumul de risques peu pris en compte, vulnérabilités différentielles des publics...). La périnatalité (qui englobe la période pré conceptionnelle, la grossesse et les premiers mois de vie) et la petite enfance constituent une période particulièrement vulnérable et sensible aux expositions environnementales. Ces expositions et leurs conséquences sur la santé sont préoccupantes et conduisent les pouvoirs publics à prioriser les actions de santé publique sur cette période.

Une des questions sous-jacentes est alors celle de l'efficacité des actions déployées. Cette question traverse toutes les problématiques de santé publique et incite tant les financeurs que les porteurs d'actions et de programmes à se tourner vers les données dites probantes pour construire ou consolider leur stratégie d'intervention. En effet, les acteurs sont à la recherche de données utiles et fiables sur les leviers d'action, **les données des solutions** qui les orientent dans le déploiement d'interventions qui visent à obtenir des résultats.

L'objectif de ce dossier est de dresser un panorama des données probantes disponibles sur les enjeux en santé environnement pendant la grossesse et la petite enfance. Mais l'identification des pistes d'actions nécessite en amont de mieux délimiter les données du ou des problèmes. L'intervention se construit en réponse à un problème qu'il faut savoir comprendre et dont il faut analyser les différentes composantes.

La première partie de ce dossier s'attachera à définir la notion de données probantes et à présenter la démarche documentaire ayant permis de constituer le corpus de références étudiées.

La seconde partie présentera succinctement :

- > les données du ou des problèmes **sur la période périnatale et de la petite enfance et les enjeux en santé-environnement**,
- > les données probantes sur les pistes d'actions identifiées et leurs éventuelles limites.

Ce travail s'inscrit dans les principes de la promotion de la santé en référence à la Charte d'Ottawa, ce qui se

traduit en particulier dans le choix des mots-clés pour réaliser la recherche documentaire. En effet, il a fallu sélectionner des mots-clés relatifs à la qualification du ou des problèmes mais aussi des mots-clés pour qualifier les leviers d'interventions possibles. Cela signifie une forme de parti pris dans le choix de ces mots-clés du fait de l'attachement à des valeurs et des modalités d'intervention en adéquation avec la démarche de promotion de la santé, excluant de fait certaines actions qui ne seraient pas en cohérence avec cette démarche (voir encart).

## Les valeurs de la promotion de la santé <sup>1</sup>

- > **Solidarité et équité** : réduire les inégalités sociales (de santé)
- > **Respect des choix et libertés individuelles** : porter sur les personnes et les groupes un regard exempt de critique ou de jugement
- > Reconnaissance des savoirs, attitudes et représentations du public
- > Prise en compte de toutes les dimensions de la personne
- > Conception globale, positive et dynamique de la santé, considérée comme une ressource et non comme le but de la vie

## Des modalités d'intervention en accord avec ces valeurs

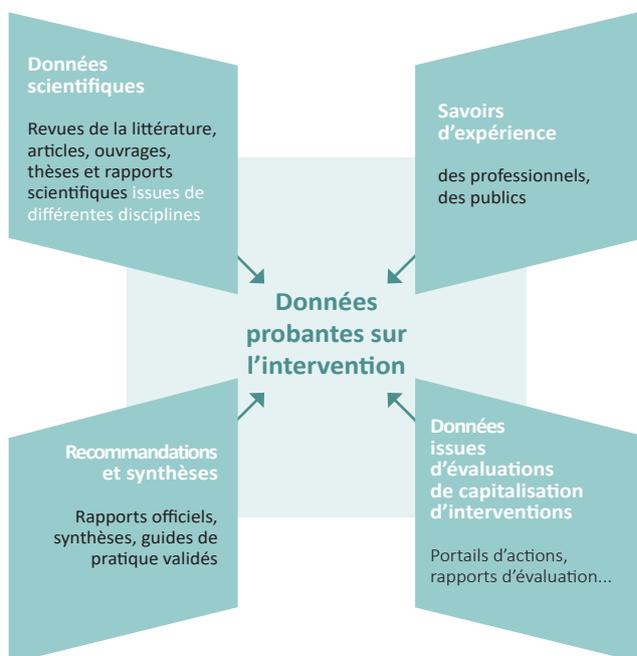
- > Agir sur les déterminants de la santé qui sont multiples et interdépendants
- > Appliquer une démarche d'intervention très large pour une approche globale des personnes et des situations
- > Mettre en œuvre une démarche participative et s'appuyer sur les ressources des personnes pour développer le pouvoir d'agir des individus et des groupes
- > Inscrire les actions dans la durée
- > Former les professionnels et interpeller les décideurs, dans l'optique d'un partage des responsabilités
- > S'inscrire également dans le soin
- > Refuser d'utiliser certains leviers d'action tels que la stigmatisation, l'injonction, la culpabilisation, l'infantilisation, la peur ou la menace.

1 : Largement inspiré de "L'éducation pour la santé et la promotion de la santé au service des acteurs de terrain, des élus et des décideurs". CRES Bretagne, avril 2009.

## 1. LES DONNÉES PROBANTES : DE QUOI PARLE-T-ON ?

La santé publique fondée sur des **données probantes** consiste à trouver, utiliser et partager ce qui fonctionne dans ce secteur<sup>2</sup>. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) précise qu'elles sont "des conclusions tirées de recherches et autres connaissances qui peuvent servir de base utile à la prise de décision dans le domaine de la santé publique et des soins de santé" (2004).

Dans le champ de la promotion de la santé, qui se situe au carrefour de différents champs de recherches et de pratiques, c'est l'association de différentes sources de données qui permet de qualifier une stratégie ou pratique de "probante". Ainsi, celles-ci peuvent être produites à partir d'études, de recherches et de revues de la littérature menées dans différentes disciplines (épidémiologie, sciences politiques, sociologie, psychologie, éducation etc.), mais aussi à partir d'évaluations de programmes, de manière articulée avec les expériences des acteurs<sup>3</sup>.



À l'origine du concept de données probantes, on trouve une certaine forme de pratique et de recherche dans le milieu médical, nommée *Evidence Based Medicine* (EBM), qui renvoie à une démarche basée sur les règles de la preuve (cette dernière étant notamment obtenue par le biais d'essais cliniques randomisés).

Ces protocoles randomisés sont d'une pertinence très limitée en promotion de la santé, car peu adaptés aux interventions complexes fondées sur des approches de population et pour un champ qui n'est pas lié à une discipline particulière<sup>4</sup>. De plus, **la production de la preuve en santé publique est complexe** en raison de fortes contraintes externes, d'une standardisation impossible, de la lourdeur de la mise en œuvre, des coûts et d'un système (financement, réglementation, institutions) inadapté<sup>5</sup>. Au-delà de ces questionnements méthodologiques, les études ou rapports disponibles sont très souvent insuffisamment explicites pour constituer réellement des repères pour l'action. Par ailleurs, les faibles moyens dévolus aux porteurs d'actions pour faire évaluer leur action par des équipes de recherche limitent la production de données. Cette faible production de données est également freinée par le manque de pratique des professionnels pour formaliser des comptes-rendus d'action tels que la capitalisation ou la rédaction de rapport d'évaluation diffusable. Enfin, la plupart des publications sont anglophones, ce qui constitue un réel obstacle à leur utilisation.

Par conséquent, il y a encore à ce jour peu de productions de données probantes issues des actions en promotion de la santé<sup>6</sup> et la présente recherche documentaire s'est heurtée à ce manque de données.

2 : Centres de collaboration nationale en santé publique du Canada - Qu'est-ce que la santé publique fondée sur des données probantes ?, 2011  
 3 : Cambon L, Ridde V, et Alla F. 2010. "Réflexions et perspectives concernant l'*evidence-based health promotion* dans le contexte français". Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique 58.  
 4 : McQueen D. V., Anderson L. M.- Données probantes et évaluation des programmes en promotion de la santé - Ruptures, n°1 Vol. 7, 2011, pp. 79-98.

5 : Cambon L.- [Recherche interventionnelle en santé publique, transfert de connaissance et collaboration entre acteurs, décideurs et chercheurs. Le défi français de l'innovation.](#)- Questions de santé publique, n°27, 2014, 4 p.  
 6 : Ferron C.- [Recherche interventionnelle en santé publique : Quand chercheurs et acteurs de terrain travaillent ensemble.](#)- La santé en action, 2010, n° 425, pp.10-40.

## 2. MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE DOCUMENTAIRE

Le recueil des données pour ce dossier s'appuie essentiellement sur une recherche documentaire qui a été effectuée entre décembre 2018 et mars 2019. À noter qu'un travail antérieur, lié à la mise à jour de contenu pour le site internet du Pôle Éducation et promotion Santé-Environnement Auvergne Rhône Alpes, a permis le repérage de nombreuses sources dans le champ de la santé-environnement.

### 2.1 TYPOLOGIE D'INFORMATIONS RECHERCHÉES

Les informations ciblées lors de ce travail de recherche documentaire renvoient à la définition des données probantes telles que définies précédemment. Elles englobaient :

- > Des recommandations institutionnelles
- > Des articles ou revues scientifiques, des rapports d'évaluation
- > Des documents de capitalisation de l'expérience de terrain (donc intégrant *a minima* une analyse de l'action sur ses freins et ses leviers)

Les informations retenues ont pour leur grande majorité été produites après 2000. Des filtres ont été utilisés lors des recherches afin d'écartier des références trop anciennes ou non accessibles en texte intégral.

### 2.2 SOURCES CONSULTÉES

Les sources consultées et utilisées pour ce travail sont de nature variée.

Bases de données et portails :

- > [Base EPS de l'IREPS Auvergne-Rhône-Alpes](#)
- > Banque de données en santé publique (aujourd'hui fermée)
- > [Pieros](#)
- > [PubMed \(et Medline\)](#)
- > [BibCNRS](#)
- > [Jstor](#)
- > [Cochrane](#)
- > [Médiathèque de la maison de l'environnement de Lyon](#)
- > [Le Filin](#)

Sites d'organismes et d'associations :

- > [Santé Publique France](#)
- > [Inserm](#)
- > [Ademe](#)
- > [Cerema](#)
- > [Inra](#)
- > [Inspire Haute-Savoie](#)
- > [CNFPT](#)
- > [Fédération Atmo France](#)
- > [Anses](#)
- > [WECF](#)
- > [RNSA](#)
- > [Appa](#)
- > [Organisation mondiale de la santé](#)
- > [Centre de collaboration nationale des déterminants de la santé \(Canada\)](#)

Sites dédiés à un projet ou à une étude :

- > [Cohorte Elfe](#)
- > [Nesting](#)
- > [Collectivités Viables](#)

Revues

- > [Environnement, risques & santé](#)
- > [Global health promotion](#)

### 2.3 DESCRIPTEURS ET MOTS-CLÉS UTILISÉS

Les descripteurs (mots-clés hiérarchisés présents dans des thésaurus) et mots-clés utilisés durant le travail de recherche sont nombreux. La plupart d'entre eux ont été traduits pour être utilisables sur les bases de données anglo-saxonnes, mais certains ne possédaient pas d'équivalence.

Lorsqu'un thésaurus était existant (MESH pour Medline, EPS pour la base IREPS, etc.), son usage était privilégié aux mots-clés libres afin de réduire plus efficacement le bruit documentaire.

Enfin, certains descripteurs et mots-clés sont liés aux valeurs de la promotion de la santé ou aux types d'informations à recueillir.

## Exemples de descripteurs et mots-clés transversaux :

FORMATION PROFESSIONNELLE
EDUCATION PAR LES PAIRS / PEER EDUCATION
EDUCATION POUR LA SANTE / HEALTH EDUCATION
PROMOTION SANTE / HEALTH PROMOTION
ESPRIT CRITIQUE
POUVOIR D'AGIR
PARTICIPATION
COMPETENCES PSYCHOSOCIALES / LIFE SKILLS
ACCOMPAGNEMENT AU CHANGEMENT / CHANGING BEHAVIOUR
PLAIDOYER / ADVOCACY
LIEN SOCIAL
COMMUNAUTE
AGENDA 21
CAMPAGNE D'INFORMATION / INFORMATION CAMPAIGN
QUESTION SOCIALEMENT VIVE / QSV
CONTROVERSE / CONTROVERSIAL TOPICS / CONTROVERSY / DEBATE
ACTION PROMETTEUSE
ACTION TRANSFERABLE
RECOMMANDATION
DONNEE PROBANTE / EVIDENCE BASED / REVIEW
AMENAGEMENT DE L'ESPACE / AMENAGEMENT DU TERRITOIRE
MILIEU URBAIN
MILIEU RURAL
PERTURBATEUR ENDOCRINIEN / ENDOCRINE DISRUPTORS
TOXIQUE / TOXIC / POLLUTANT
PESTICIDES
ACTION DE TERRAIN / INTERVENTION
SANTE ENVIRONNEMENTALE
RECHERCHE ACTION / RECHERCHE INTERVENTIONNELLE
EDUCATION A L'ENVIRONNEMENT

## Exemples de descripteurs et mots-clés spécifiques à la recherche sur la périnatalité :

PERINATALITE / NATALITE
FEMME ENCEINTE / PREGNANT WOMAN
GROSSESSE / PREGNANCY
ENFANT / CHILD
NOURRISSON / INFANT
FOETUS
ALLAITEMENT / ALLAITEMENT MATERNEL / BREASTFEEDING
ALIMENTATION
ALLAITEMENT ARTIFICIEL / ARTIFICIAL FEEDING
AIR INTERIEUR / INDOOR AIR
POLLUTION DE L'AIR INTERIEUR / INDOOR AIR POLLUTION
QUALITE DE L'AIR INTERIEUR / INDOOR AIR QUALITY
COSMETIQUE / COSMETIC PRODUCT / COSMETICS / MAKE-UP
PUERICULTURE / PUERICULTRICE / CHILDCARE
CRECHE
ACCUEIL DE L'ENFANT / ACCUEIL ENFANT
STRUCTURE SOCIALE POUR ENFANT / STRUCTURE SOCIALE ENFANT
HALTE GARDERIE / DAYCARE
JARDIN ENFANT / KINDERGARTEN
POUPONNIERE / NURSERY
HABITAT / HOUSING / HOME
HYGIENE DE L'HABITAT
HOUSEHOLD PRODUCTS / PRODUITS D'ENTRETIEN

## 2.4 ÉQUATIONS DE RECHERCHE

Étant donné les différences entre les bases de données et autres sources exploitées, il serait difficile de lister de manière exhaustive les équations appliquées durant ce travail documentaire. De façon générale, la recherche a requis l'association de descripteurs spécifiques et de descripteurs communs par opérateurs booléens (AND, OR).

Voici quelques exemples d'équations de recherche appliquées sur PubMed :

```
#2 "Search (((((((((((("perinatology"[MeSH Terms]) OR "natality" OR "pregnancy"[MeSH Terms]) OR "pregnant" OR "infant"[MeSH Terms]) OR "foetus" OR "baby" OR "child care"[MeSH Terms]) OR "nursery" OR "kindergarten" OR "daycare")) AND (((((((((((("peer group"[MeSH Terms] OR "peer influence"[MeSH Terms])) OR "peer education" OR "empowerment" OR ("changing behaviour" OR "changing behaviours")) OR "advocacy" OR "solidarity" OR "agenda 21" OR "campaign" OR "critical mind" OR "participation" OR "community" OR "life skills" OR "social link" OR "change management")) AND (((((((((((("indoor air" OR "indoor air pollutant" OR "indoor air pollutants" OR "indoor air pollution" OR "indoor air quality")) OR "cosmetic" OR "make up" OR "cosmetics" OR ("household product" OR "household products")) OR "housing"[MeSH Terms] OR "habitat" OR "pollutant" OR "toxic" OR "endocrine disruptors")) AND ("health education"[MeSH Terms] OR "health promotion"[MeSH Terms])"
```

## 2.5 RÉSULTATS ET EXPLOITATION DE LA RECHERCHE

Cette recherche exploratoire a permis d'identifier **plus de 200 références**, tous types confondus. On constatera que les "données des solutions", c'est-à-dire celle qui concernent les actions possibles à mettre en œuvre, sont en proportion bien moins abordées dans la littérature que les "données du problème". Enfin, quand elles sont mentionnées, les "données des solutions" sont souvent peu détaillées et approfondies.

Pour faciliter le travail d'analyse succédant à la recherche documentaire, ces références ont été listées dans un tableau à trois colonnes, respectivement intitulées "Données du problème", "Recommandations" et "Leviers d'actions issus des pratiques de terrain". Ces colonnes, en faisant apparaître un résumé de contenu ou des idées clés, ont aidé à catégoriser les informations du corpus documentaire.

Le travail d'analyse de ces références a permis d'identifier des références complémentaires qui ont été ajoutées à la première recherche documentaire dans la bibliographie.

## II. ANALYSE DES DONNÉES COLLECTÉES

Les différents types de documents collectés dans le cadre de ce dossier traitent de différentes sous thématiques (perturbateurs endocriniens, qualité de l'air intérieur ou extérieur...). Initialement, l'intention était de repérer essentiellement les données qui concernent les actions, autrement dit les données des "solutions". Mais celles-ci se sont révélées peu nombreuses et très souvent associées aux données qui qualifient le problème, les données du "problème". En outre, il est apparu nécessaire pour mieux délimiter les données des "solutions" de mieux cerner dans un premier temps les données du "problème" de manière à pouvoir notamment les prioriser.

Les documents collectés portent tous sur les risques environnementaux auxquels peuvent être exposés les femmes enceintes et les enfants de moins de 3 ans, et permettent de comprendre et de mettre en parallèle :

- > l'impact sanitaire d'une exposition à tel ou tel polluant lorsque cela est documenté,
- > et les différentes interventions mises en place pour éviter, réduire ou compenser le risque lié à l'exposition.

À partir de la collecte et de la synthèse de cette littérature scientifique ou issue de l'expérience, le présent dossier se présente comme un support d'information, permettant de faire le point sur **l'état des productions faisant le lien entre "santé environnement" et "santé des femmes enceintes et enfants de moins de 3 ans."**

**La nature de l'information synthétisée dans ce document reste partielle, dans la mesure où :**

- > elle n'analyse pas **le contexte**<sup>7</sup> propre à chacune des interventions citées. Par contexte, nous entendons la situation sanitaire, les besoins et intérêts des individus, le contexte politique, les moyens (financiers, humains, matériels) déployés. Sans son contexte spécifique, l'efficacité-efficience-pertinence d'une action n'est pas claire, et encore moins transférable à d'autres contextes ;
- > elle n'approfondit pas **les critères d'évaluation/d'efficacité** choisis pour chacune des interventions. Or une action n'est plus ou moins satisfaisante qu'au regard des critères dont les opérateurs se sont dotés en amont. **Le niveau de preuve des documents collectés n'est pas discuté/évalué.**

Une analyse plus spécifique et approfondie des actions (contexte, évaluation) serait incontournable pour en faire un véritable **support d'aide à la décision.**

En revanche le présent dossier permettra :

- > de cadrer la notion d'environnement "naturel" (versus environnement "social") et de visualiser les types de polluants existants ; de cerner la vulnérabilité de la phase de conception et des premières années de vie de l'enfant et de l'enjeu de la qualité de l'environnement à ces stades de la vie (1) ;
- > de synthétiser ce que dit la littérature sur les polluants auxquels sont exposés les femmes enceintes et les enfants de moins de 3 ans, et sur leur impact en termes de santé (2) ;
- > de classer les actions mises en œuvre pour réduire l'exposition de cette population, par type de polluant (perturbateurs endocriniens, particules fines...), par population (femmes enceintes ou enfants de moins de 3 ans), et par niveau d'action selon qu'elles s'adressent aux parents, aux professionnels ou aux décideurs (3) ;
- > Enfin de proposer quelques pistes d'exploration complémentaires (points de vigilance) pour poursuivre la réflexion dans le champ, préalable à la prise de décision pour la mise en place/le financement d'actions pertinentes sur ce sujet (4).

7 : Dobrow, Goel, Upshur, Evidence-based health policy : context and utilisation, 2004.

## 1. QUELQUES ÉLÉMENTS DE DÉFINITION : QUELS ENVIRONNEMENTS ET QUELLE POPULATION SONT TRAITÉS DANS CE DOSSIER ?

Ce dossier étudie le lien entre l'environnement et la santé de l'enfant in utero jusqu'à environ 3 ans. Mais de quelle dimension de l'environnement parle-t-on exactement ? Et pourquoi s'intéresser spécifiquement aux étapes de vie in utero et de la petite enfance ?

### 1.1 COMMENT DÉFINIR L'ENVIRONNEMENT ?

En tant que milieu de vie, l'environnement au sens large comprend une multitude de facteurs qui influencent la santé de tout être vivant, et notamment la santé humaine.

√ Qu'entend-on exactement par "environnement" ?

**L'environnement désigne "l'ensemble des conditions naturelles (physiques<sup>8</sup>, chimiques<sup>9</sup>, biologiques<sup>10</sup>) et culturelles<sup>11</sup> (sociologiques) susceptibles d'agir sur les organismes vivants et les activités humaines<sup>12</sup>".**

La notion d'environnement naturel est souvent désignée par le seul terme "Environnement". Dans le cadre de ce dossier, **nous nous intéresserons uniquement à l'Environnement (naturel)**, et non à l'environnement social (Cf encadré).

Dans cet environnement naturel, certaines substances sont considérées comme des polluants. Elles nous intéressent tout particulièrement car leur effet négatif sur notre santé est régulièrement questionné et pour certaines, démontré.

#### Et l'environnement culturel ?

La non prise en compte de la dimension culturelle de l'environnement répond aux besoins du présent document, cependant ce parti pris reste artificiel :

> en effet, le faible niveau socio-économique de la mère sera corrélé à un environnement plus négatif pour l'enfant à naître (contexte psychologique plus défavorable, femmes plus souvent en surpoids ou obèses, deux fois plus souvent fumeuses<sup>8</sup>. Réf. 29 et 88)

De plus l'impact de l'environnement culturel sur la santé de l'enfant est très important et documenté, à titre d'exemple :

> le stress de la mère durant la grossesse est un facteur décisif de la santé de l'enfant<sup>13</sup> ;

> l'obésité, l'hypertension artérielle et le tabagisme sont étroitement liés à la prématurité et au faible poids à la naissance<sup>14</sup>.

8 : Chaleur, radioactivité, bruit, luminosité

9 : Plus de 110 000 substances chimiques en circulation dans l'Union européenne

10 : Toxines, germes, parasites

11 : Conditions de vie et de travail, niveau d'étude, liens familiaux et amicaux...

12 : Définition issue du Grand Robert de la langue française - 2001

13 : Thomas Gallois et Jaqueline Wendland, Effets du stress prénatal sur le développement cognitif et psychoaffectif de l'enfant : une revue de la question, Devenir 2012/3 (Vol. 24), pages 245 à 262

14 : Inserm – DREES, Enquête nationale périnatale, rapport 2016

## v Qu'est-ce qu'un polluant ?

"Un polluant est une substance chimique, physique ou biologique qui peut être d'origine naturelle (tels que le gaz d'une éruption volcanique, le radon ou le pollen d'une plante par exemple) mais principalement d'origine anthropique (transport, industrie, chauffage, agriculture, déchets...) et qui ne peut pas ou plus être éliminée naturellement par l'écosystème.

L'élimination est impossible car il s'agit soit d'une substance artificielle non dégradable, soit d'une substance qui dépasse le seuil toléré par le milieu. Le polluant va donc entraîner une détérioration de l'environnement (air, eau, sol...)<sup>15</sup>."

La grande diversité des polluants ne permet pas d'en établir une liste exhaustive. Le schéma sur les contaminants de l'environnement (page suivante) distingue 3 catégories de contaminants : les contaminants chimiques, physiques et biologiques.

La catégorie des polluants chimiques comprend de nombreux contaminants, dont les contaminants organiques et parmi eux les **polluants organiques persistants** qui font l'objet d'une attention toute particulière du fait de leurs propriétés.

"**Les contaminants organiques** sont des molécules chimiques (composées de chaînes de carbones) issues des activités humaines dont l'effet nocif sur l'environnement est variable selon leur nature : certains sont très biodégradables (cardamomes) et d'autres persistants."

"**Les polluants organiques persistants** (POP) correspondent à des molécules complexes, qui contrairement aux autres polluants atmosphériques ne sont pas définis à partir de leur nature chimique mais sur la base de quatre propriétés : la toxicité, la persistance dans l'environnement, la bioaccumulation, la capacité de transport longue distance." [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

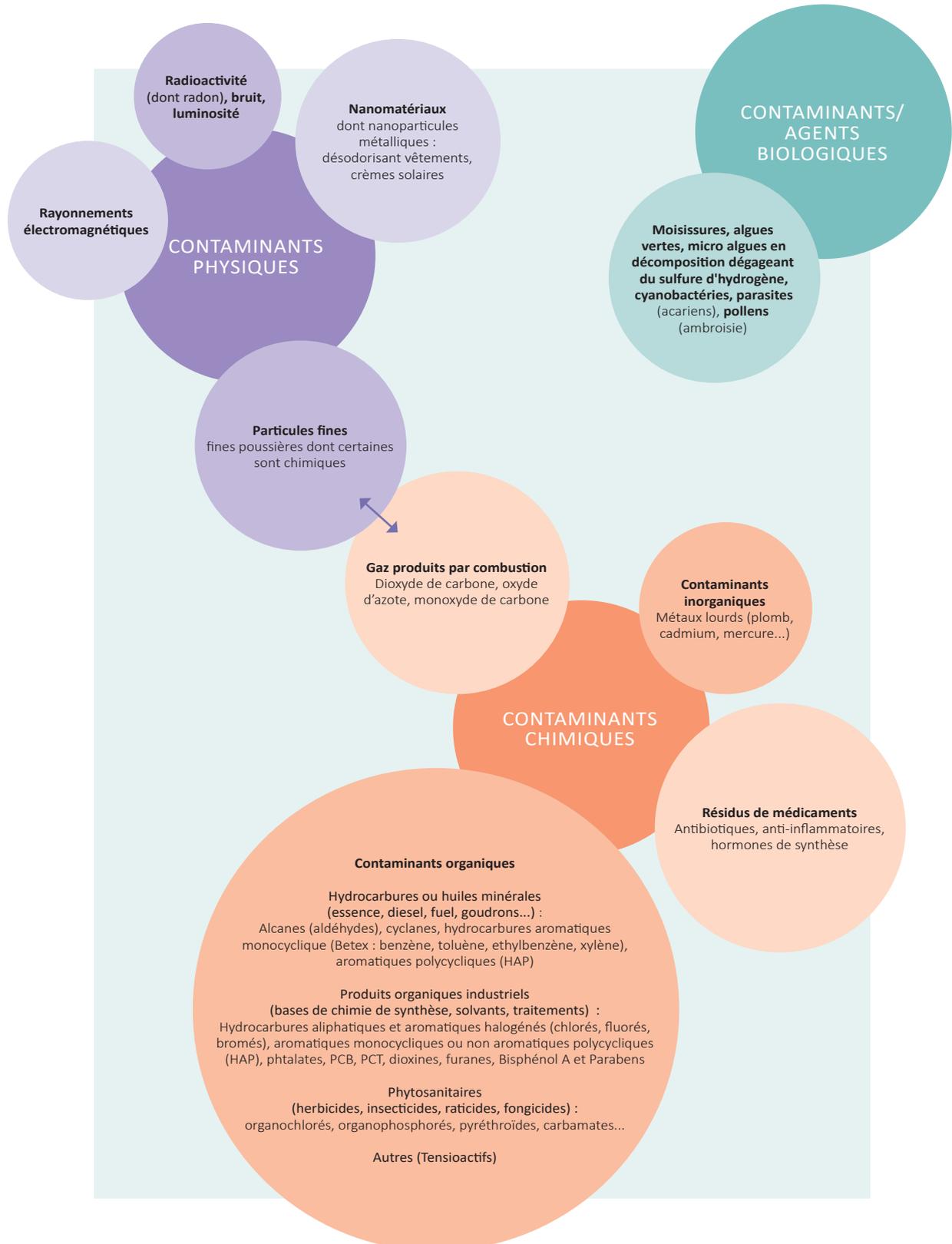
### Polluant ou contaminant ?

Un contaminant pourra être qualifié de polluant en fonction, notamment, de sa quantité dans le milieu, de sa toxicité potentielle, de son interaction avec l'environnement, de la capacité de l'écosystème à "absorber" la contamination, et de notre capacité à mesurer son impact.

Un polluant est toujours un contaminant. Un contaminant n'est pas systématiquement un polluant.

15 : Définition élaborée à partir de la définition du terme "pollution" sur le site [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

Les différents contaminants de l'environnement :



Ces différents contaminants peuvent être des perturbateurs endocriniens, des composés organiques volatiles (COV) et des polluants organiques persistants (POP)

✓ En quoi un contaminant constitue-t-il un risque pour notre santé ?<sup>16</sup> Qu'est-ce qu'un risque sanitaire environnemental ?

**Le risque**, c'est la rencontre entre l'homme et un danger (situation ou état qui menace l'intégrité physique des personnes, de façon immédiate ou différée). Il est le résultat de l'exposition à ce phénomène dangereux. Exemple : le plomb représente un danger du fait de sa toxicité intrinsèque ; le résultat de l'exposition à ce danger est le risque de saturnisme.

**Un risque sanitaire environnemental** peut être défini comme la probabilité de survenue d'un événement de santé indésirable liée à l'exposition à un danger présent dans l'environnement. On peut distinguer trois catégories principales de risques :

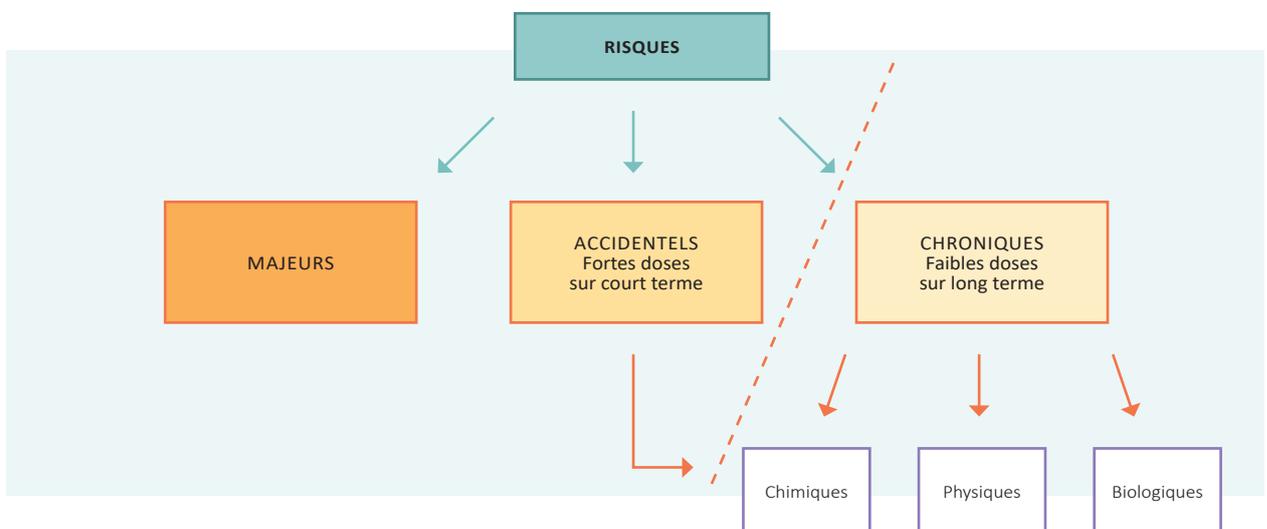
- > Le risque majeur (catastrophe naturelle, ou industrielle/nucléaire),
- > Les risques accidentels (utilisation de produits dangereux, incendie, accidents corporels...)
- > Les risques chroniques : exposition à faible dose sur une période longue (plusieurs années, telle que l'exposition à la pollution atmosphérique, aux substances chimiques.)

### Facteur de risque ?

Le risque est à distinguer d'un facteur de risque.

"Un facteur de risque est tout attribut, caractéristique ou exposition d'un sujet qui augmente la probabilité de développer une maladie ou de souffrir d'un traumatisme." (OMS)

Exemple : pour les enfants, les peintures contenant du plomb sont un facteur de risque du saturnisme.



16 : Paragraphe adapté du guide "Recenser, prévenir et limiter les risques sanitaires environnementaux dans les bâtiments accueillant des enfants", p7 (Ref.14).

## 1.2 LE FOËTUS ET LE PETIT ENFANT : UNE POPULATION PLUS VULNÉRABLE

Les ressources réunies dans le cadre de ce dossier traitent de la période pré-conceptionnelle, de la grossesse, de la petite enfance\* (variation de 0 à 6 ans), et plus ponctuellement de la population générale. La plus grande vulnérabilité de l'Homme à ces étapes de la vie attire d'autant plus notre attention sur la qualité de l'environnement, déterminant important de la santé présente et future de l'enfant.

✓ Pourquoi la vie intra-utérine et la petite enfance sont des "fenêtres de vulnérabilité\* ?" (Réf. 14 et 38.)

Certaines personnes sont plus sensibles que d'autres aux polluants présents dans notre environnement du fait de leur capital santé, du cumul des expositions ou de leur âge<sup>17</sup>. Pour l'âge, c'est le cas notamment de l'enfant à naître, du nourrisson et des jeunes enfants.

### Une période de fortes évolutions biologiques et physiologiques

- > Pendant la période périnatale, les principales fonctions métaboliques et physiologiques se mettent en place. Or, des événements lors de cette période peuvent impacter les gamètes, agir sur le développement des tissus de l'embryon et du fœtus, et ainsi conditionner le développement de pathologies durant l'enfance et à l'âge adulte.
- > Au cours des 1<sup>ères</sup> années de vie, le métabolisme et le système immunitaire fonctionnent différemment (différenciation et prolifération cellulaire). De plus, rapporté à leur poids, les enfants mangent, boivent et respirent plus que les adultes, étant ainsi exposés à des doses de polluants plus élevées que les adultes.

Nous pouvons également relever une spécificité en termes d'exposition :

- > Les petits enfants sont également davantage exposés du fait de leur déplacement au sol (polluants présents dans les poussières) ; de l'exploration de leur environnement en mettant ce qu'ils trouvent à la bouche (peintures) ;
- > Les jeux mis à disposition (jouet, matériel manuel : colle, pigments...) peuvent également être source d'exposition à des produits chimiques.

\* : Terme défini page 15.

17 : **Capital santé** : personnes cardiaques/insuffisantes respiratoires, asthmatiques, bronchitiques chroniques ; **Cumul des expositions** : fumeurs, expositions professionnelles ; **Âge** : enfants, adolescents, personnes âgées.

### L'exemple des abeilles

Les abeilles d'une même ruche sont toutes génétiquement identiques. Pourtant, on y distingue les reines et les ouvrières, qui ont un aspect, un rôle et une durée de vie très différents. Cette différence provient de leur alimentation : les larves des futures reines sont nourries à la gelée royale. Sous l'effet de l'alimentation, des individus identiques génétiquement peuvent acquérir des caractéristiques différentes.

### Une période particulièrement sensible aux perturbations épigénétiques

Avec l'*épigénétique*\*, nous constatons que nous ne sommes pas uniquement influencés par notre capital génétique (gènes), mais également par des marqueurs épigénétiques qui sont le fruit de nos expositions à divers facteurs environnementaux (*exposome*\*). Ces marqueurs sont réversibles, et vont modifier l'expression de nos gènes. Les gènes sont donc influencés par notre environnement et les événements de la vie, et vont eux même influencer notre état de santé.

Différentes études ont montré que la période pré conceptionnelle, intra utérine et la petite enfance sont des "âges" où les facteurs environnementaux influencent fortement les marqueurs épigénétiques, avec des conséquences en termes de santé notamment. *"Le type et l'ampleur de l'impact des facteurs épigénétiques environnementaux dépendent non seulement de différences génétiques individuelles, mais également du stade de développement ou de l'âge auquel ils se produisent"*<sup>18</sup>.

### Le rôle de l'environnement socio-économique

Comme pour les adultes, les enfants de milieux socio-économiques plus faibles sont davantage affectés par des polluants environnementaux (proximité avec le trafic routier, les émissions d'incinération, exposition au plomb, etc.). Plusieurs revues de la littérature relèvent des inégalités en termes d'exposition et en termes de vulnérabilité.

(Deguen, Zmirou-Navier, 2010 ; Hajat, Hsia et al., 2015 ; Rodriguez-Villamizar, Berney et al., 2016)

18 : Nelle Lambert, Génétique et transmission transgénérationnelle, Dans Cahiers de psychologie clinique 2014/2 (n° 43)

## v Les enjeux de la santé-environnement et de la périnatalité\*

L'exposition à des polluants durant la période périnatale a des conséquences immédiates sur la santé de l'enfant, mais également des conséquences de long terme sur sa santé à l'âge adulte, voire sur plusieurs générations.

### Les conséquences immédiates

Elles impactent les bébés à la naissance (prématurité, petit poids/taille/périmètre crânien à la naissance) et le développement de pathologies au cours de la petite enfance. Ces dimensions sont détaillées dans les paragraphes 2.2 p.19 et 2.3. p.21.

### Les conséquences à long terme

Elles se traduisent par le développement, à l'âge adulte, de maladies non transmissibles :

- > Un stress maternel à la période péri conceptionnelle (famine, guerre) augmente le nombre de maladies neuroendocriniennes et le risque cardiovasculaire<sup>19</sup>.
- > Les études de David Barker<sup>20</sup> (médecin épidémiologiste britannique), puis d'autres études<sup>21</sup>, ont démontré qu'une faible croissance in utero (reflétant une malnutrition fœtale) conditionne le futur risque cardiovasculaire, ou d'obésité<sup>22</sup>.
- > Enfin, une exposition dans la petite enfance entraîne également diverses conséquences : on relève par exemple une marque épigénétique des personnes victimes de maltraitance dans l'enfance<sup>23</sup>.

## Les conséquences sur plusieurs générations ?

Les effets transgénérationnels des modifications épigénétiques est un mécanisme qui n'est pas encore clairement élucidé chez l'humain. En revanche, chez l'animal, des études montrent que certaines modifications épigénétiques peuvent être transmises sur plusieurs générations<sup>24</sup>.

Les premiers résultats d'un projet de recherche (Réf. 103) coordonné par l'INRA montrent chez l'animal que l'exposition maternelle chronique aux gaz d'échappement de moteur diesel muni de filtre à particules (comme pour les voitures vendues en Europe) pendant la gestation entraîne des effets délétères sur la croissance et le métabolisme des fœtus en première et deuxième génération. Les scientifiques établissent aussi pour la première fois que des nanoparticules de diesel inhalées sont capables de traverser la barrière placentaire et d'atteindre le sang fœtal.

\* : Terme défini page 15.

19 : - Heijmans BT, Tobi EW, Stein AD, Putter H, Blauw GJ, Susser ES, et al. "Persistent epigenetic differences associated with prenatal exposure to famine in humans", 2008.

- Lehrner A, Bierer LM, Passarelli V, Pratchett LC, Flory JD, Bader HN, et al. "Maternal PTSD associates with greater glucocorticoid sensitivity in offspring of Holocaust survivors", 2014.

- Field NP, Om C, Kim T, Vorn S. "Parental styles in second generation effects of genocide stemming from the Khmer Rouge regime in Cambodia", 2011.

20 : Barker DJ, Fetal origins of coronary heart disease, BMJ 1995

21 : Curhan GC, Chertow GM, Willett WC, et al. Birth weight and adult hypertension and obesity in women. Circulation 1996

22 : Milagro FI, Mansego ML, De Miguel C, Martínez JA. "Dietary factors, epigenetic modifications and obesity outcomes: Progresses and perspectives", 2012.

23 : McGowan PO, Sasaki A, D'Alessio AC, Dymov S, Labonté B, Szyf M, et al. "Epigenetic regulation of the glucocorticoid receptor in human brain associates with childhood abuse", 2009

24 : Dias BG, Ressler KJ. "Parental olfactory experience influences behavior and neural structure in subsequent generations", 2014.

### Santé environnementale

La santé environnementale comprend les aspects de la santé humaine, y compris la qualité de la vie, qui sont 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.<sup>25</sup>

### Exposome

La santé humaine dépend de deux grandes composantes, reliées l'une à l'autre : le génome (lié au caractère génétique de l'individu) et l'exposome (l'environnement dans lequel il vit et a vécu).

L'exposome correspond donc à "la totalité des expositions à des facteurs environnementaux subis par un organisme humain de sa conception à sa mort".<sup>26</sup>

Il s'agit donc de l'ensemble des facteurs non génétiques (physiques, chimiques, acoustiques, radiologiques, biologiques, psychologiques) qui influencent notre santé.

### Dohad (Developmental origins of health en disease)

Le concept de Dohad, ou concept de l'origine développementale de la santé et des maladies, correspond au fait que des facteurs environnementaux divers créent des marques sur notre génome (épigénétique) qui peuvent avoir un impact sur notre santé, et celle de nos futurs enfants, voire petits-enfants.

### Epigénétique

"L'épigénétique correspond à l'étude des changements dans l'activité des gènes, n'impliquant pas de modification de la séquence d'ADN et pouvant être transmis lors des divisions cellulaires. Contrairement aux mutations qui affectent la séquence d'ADN, les modifications épigénétiques sont réversibles."<sup>27</sup>

Exemple : 2 jumeaux qui partagent le même génome ne sont jamais parfaitement identiques.

### Fenêtre de vulnérabilité/ fenêtre d'exposition à risque

Périodes de la vie durant lesquelles une exposition environnementale, notamment chimique, impactera de façon plus importante la santé de l'individu : vie intra-utérine, jeune enfance, début de la puberté. Des études montrent que des modifications épigénétiques peuvent être également liées à l'environnement pré conceptionnel (alimentation des parents, exposition des parents à tel risque environnemental).

### Périnatalité

La périnatalité se définit comme l'ensemble des processus liés à la naissance, depuis la contraception jusqu'aux premiers mois de la vie du nourrisson, en passant par le désir d'enfant, le diagnostic anténatal, la grossesse, l'interruption volontaire de grossesse, l'accouchement ou l'allaitement<sup>28</sup>.

### Petite enfance

Elle désigne une étape du développement humain, soit de la naissance à l'âge de 6 ans. Cette tranche d'âge peut varier : pour certains organismes sociaux ou en médecine, la petite enfance représente une partie de ces 6 années. C'est une période qui se distingue des autres car elle est cruciale pour le développement du futur adulte.

25 : Définition OMS – Conférence d'Helsinki - 1994

26 : Définition de Christopher Wild, Directeur du CIRC

27 : Définition de l'Inserm – Site internet - Septembre 2019

28 : Site du Ministère des solidarités et de la santé – Septembre 2019

## 2. LES DONNÉES DU PROBLÈME

Quels sont les polluants, les sources d'exposition, et les effets sur la santé, spécifiquement dans les phases de conception, grossesse et petite enfance ?

L'information disponible sur l'impact de l'environnement sur la santé est difficile à traiter :

- > Le sujet est complexe ne serait-ce que par la multiplicité des agents nocifs et des sources d'exposition,
- > Le sujet est en constante évolution,
- > Les niveaux de preuves des données sont hétérogènes.

Finalement que sait-on vraiment ? Que nous reste-t-il à explorer ?

Ce paragraphe fait le point sur les données du problème collectées dans le cadre de cette recherche documentaire, notamment sur les polluants étudiés, les sources d'exposition et l'impact de ces mêmes polluants.

### 2.1 DES DONNÉES DIFFICILES À COMPARER

✓ "Normes" de dangerosité des polluants : les références accessibles

- > La **classification du CIRC**<sup>29</sup> (Centre international de recherche sur le cancer) établit 4 groupes de produits chimiques en fonction de leur degré de cancérogénicité.
- > L'exemple des **valeurs guides de qualité de l'air intérieur** établies par l'Anses (Réf. 69) témoignent de l'extrême complexité d'établir des seuils, notamment pour les perturbateurs endocriniens. En effet, certains PE peuvent provoquer à de faibles doses des effets plus néfastes (voire opposés) qu'à dose moyenne ou importante. D'importantes inconnues subsistent pour une variété de substances.

✓ Recherche sur les substances chimiques : une

#### L'effet cocktail

Cette expression désigne les conséquences sur la santé humaine d'une exposition à plusieurs substances chimiques ou organiques simultanément. Même s'il existe peu d'études, l'idée de l'effet cocktail est que cette exposition simultanée peut renforcer le pouvoir nocif de chaque substance ou provoquer des effets inattendus. Des substances théoriquement sans danger pour l'homme pourraient devenir nocives une fois mélangées.

Un travail de recherche (Réf. 43) identifie six cocktails différents de substances chimiques auxquelles les femmes enceintes sont exposées par leur alimentation.

tâche colossale et complexe

L'éditorial du Bulletin épidémiologique hebdomadaire (juill. 2018 ; Réf. 113) nous rappelle :

"La difficulté d'établir un lien de causalité précis entre certain polluant en particulier (perturbateurs endocriniens par exemple) et ses effets car les paramètres et leurs combinaisons sont multiples : la diversité des polluants et leurs combinaisons complexes ; la variété des sources d'exposition (eau, air, alimentation, contact...) et des durées d'exposition ; la variabilité et l'absence de seuils de toxicité ; l'hétérogénéité des individus exposés (âge, capital santé, cumul des expositions, niveaux socio-économiques, parcours de vie ...)"

✓ Que mesure-t-on ?

> **Le niveau d'imprégnation à un ou plusieurs polluants**

Le volet périnatal du programme national de bio-surveillance (Réf. 2) décrit les niveaux d'imprégnation des femmes enceintes par les polluants de l'environnement, mesurés à partir de prélèvement recueillis au moment de l'accouchement (sang, urines, cordon, cheveux, sérum).

Ce travail permet d'évaluer l'exposition globale aux polluants de l'environnement. C'est une première étape de la démarche qui vise ensuite à établir des liens entre le niveau d'imprégnation des mères et la santé de leurs enfants suivis dans la cohorte.

> **Les effets sur la santé**

29 : [Agence de recherche sur le cancer basée à Lyon](#)

D'autres études mesurent directement les effets de certains polluants sur la santé du nouveau-né ou de l'enfant.

Pour certains polluants chimiques, tels que les perturbateurs endocriniens, l'évaluation de leurs effets est difficile. On sait cependant que l'exposition aux PE pendant les périodes critiques de développement (fenêtre d'exposition) entraîne des effets plus importants et sur le long terme (période de latence.)

#### ✓ Les principaux types de contaminants étudiés : les contaminants chimiques organiques

La plupart des documents collectés (38/50) étudient les contaminants chimiques organiques auxquels les femmes enceintes (27/50) et/ou les jeunes enfants (7/50) peuvent être exposés.

Se reporter au schéma page 18.

TYPES DE CONTAMINANTS	NBR DE RÉFÉRENCES
CONTAMINANTS CHIMIQUES ORGANIQUES	21 10 (sous forme de gaz)
CONTAMINANTS CHIMIQUES INORGANIQUES	3
CONTAMINANTS INORGANIQUES	3
CONTAMINANTS BIOLOGIQUES	1
POLLUANTS PHYSIQUES	5 (1 bruit, 1 nano particules, 3 radio fréquence)

Parmi les contaminants récurrents, on retrouve le bisphénol A, les phtalates, les retardateurs de flamme bromés, les pesticides et divers polluants atmosphériques (dioxine, dioxyde d'azote et de soufre, particules fines), les furanes, les PCB (polychlorobiphényles), et les composés perfluorés.

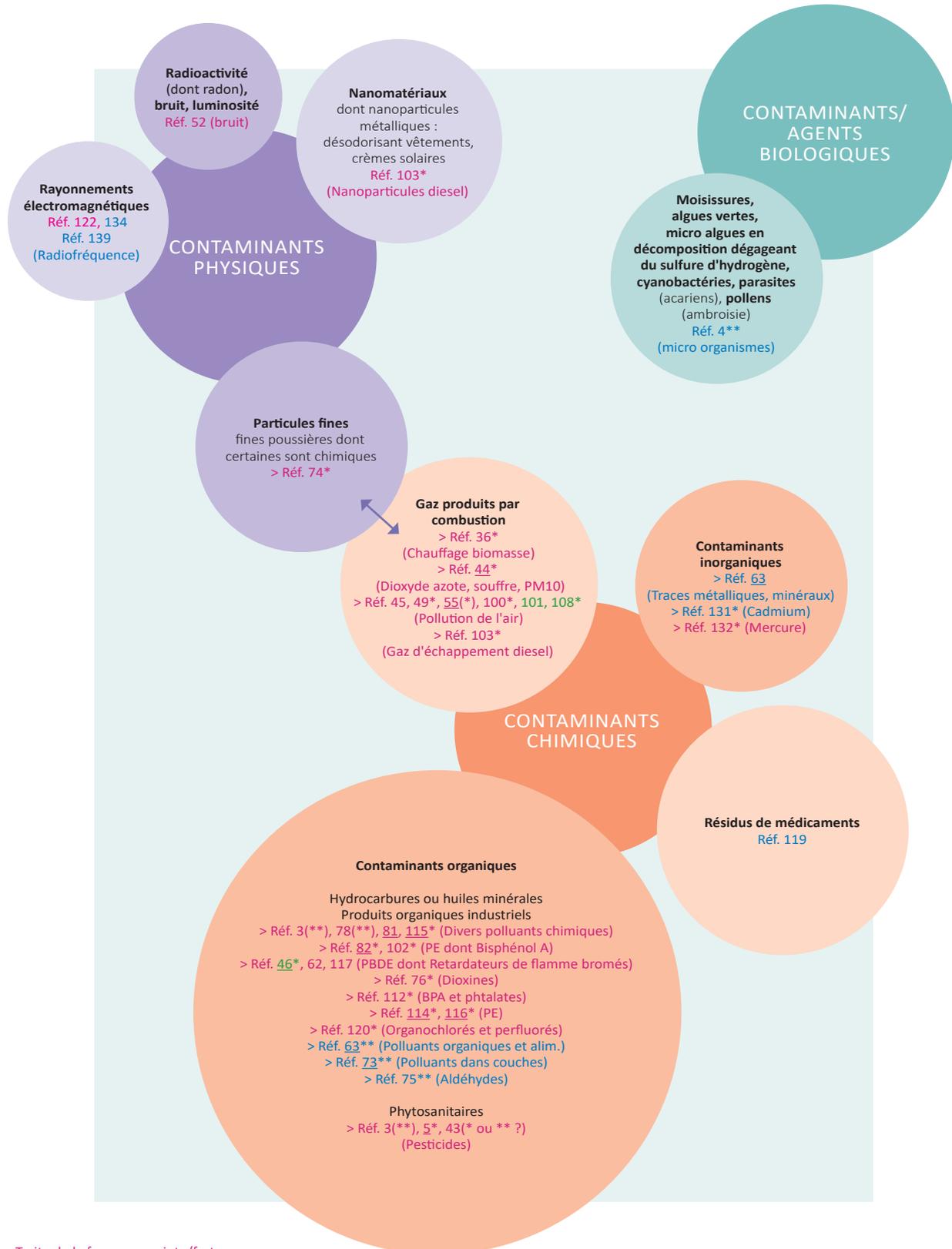
Cette *sur-représentation* des contaminants chimiques organiques, tient notamment à leur grand nombre, à leur omniprésence dans notre quotidien, et à notre connaissance encore incomplète sur leurs effets sanitaires.

À l'inverse, les polluants biologiques et chimiques inorganiques sont peu représentés. On peut faire l'hypothèse que ces polluants, leurs modes d'exposition, et leurs effets sur la santé sont mieux connus. La référence 99 soulignait cependant, en 2003, "le peu de données disponibles en France, concernant la femme enceinte et l'exposition au plomb."

Concernant les polluants physiques, on peut faire l'hypothèse que leur faible représentation, notamment pour les nanomatériaux et les rayonnements électromagnétiques, est liée à la nouveauté de ces champs et au fait qu'ils sont davantage étudiés en population générale.

## Les différents contaminants traités dans les articles collectés

### Données du problème



Traite de la femme enceinte/fœtus

Traite de l'enfant de moins de 3 ans

Traite de la femme enceinte et de l'enfant de moins de 3 ans

Revue de la littérature/Etat des connaissances/ Rapport d'experts

\*Conclut à 1 impact négatif sur la santé

\*\* Mesure des niveaux d'imprégnation ou exposition

## 2.2 CE QUE L'ON SAIT : LES EFFETS D'UNE EXPOSITION IN UTERO SUR LA SANTÉ DE L'ENFANT

### ✓ La voie d'exposition la plus importante : l'alimentation

Les substances chimiques pénètrent dans l'organisme selon 3 voies : la voie cutanée, la voie digestive et la voie respiratoire.

L'expertise collective de l'Inserm (Réf. 5 p.866) sur les effets des pesticides sur la santé souligne :

**"en population générale, la voie orale est souvent considérée comme la voie d'exposition la plus importante."**

Plusieurs études et revues de la littérature s'intéressent précisément à l'exposition à des polluants environnementaux via l'alimentation (Réf. 3, 43, 128, 129, 130, 131), notamment les deux cohortes de référence ELFE (Réf. 2) et Pélagie (Réf. 78) qui établissent un lien étroit entre le régime alimentaire et l'imprégnation à des polluants organiques et inorganiques.

### ✓ Les deux cohortes de référence : ELFE et PELAGIE

Les études de référence sur le lien entre femmes enceintes et contaminants chimiques organiques mesurent leur niveau d'imprégnation à tel ou tel contaminant. L'objectif étant de mesurer l'évolution de ces niveaux d'imprégnation et ainsi l'efficacité des stratégies de réduction des expositions.

Attention : la présence dans l'organisme d'un biomarqueur de polluant de l'environnement ne signifie pas qu'un effet néfaste sur la santé est attendu, pour la mère ou l'enfant à naître.

### **Le volet périnatal de la cohorte Elfe**

*Étude longitudinale française depuis l'enfance (Réf. 2)*

"Le programme national de biosurveillance, mis en place par Santé publique France, comporte un volet périnatal. Celui-ci s'appuie sur un sous échantillon de 4145 mères incluses dans la cohorte Elfe. L'étude fournit des résultats sur le niveau d'imprégnation des femmes enceintes à divers polluants chimiques organiques mesurés à partir de prélèvements biologiques en maternité (sang du cordon, urine/ cheveux/sang de la mère.)

L'étude montre que la majorité des polluants étudiés sont présents chez près de la totalité des femmes enceintes, et que l'alimentation représente la source principale d'exposition, malgré l'existence d'autres sources notamment dans l'air intérieur et extérieur."

#### Les résultats

> L'étude a mesuré des niveaux de concentrations quantifiables chez près de la totalité des femmes enceintes : BPA, phtalates, pyréthriinoïdes, dioxines, furanes, PCB, retardateurs de flammes, composés perfluorés.

> L'une des principales sources d'exposition aux polluants organiques est l'alimentation et ses emballages.

> BPA : les concentrations sont plus faibles que celles observées dans les études précédentes (hypothèse : la substitution progressive du BPA par d'autres substances.)

### **L'étude Pélagie**

*Perturbateurs Endocriniens : Étude Longitudinale sur les Anomalies de la Grossesse, l'Infertilité et l'Enfance (Réf. 78)*

L'étude, menée par l'INSERM depuis 2002 en Bretagne, suit 3421 femmes enceintes. Elle analyse, sur le long terme, les expositions pendant la grossesse et l'enfance à divers contaminants environnementaux et professionnels et leurs effets sur la grossesse et le développement de l'enfant.

#### Les résultats

> Une augmentation du risque que l'enfant ait un petit poids à la naissance en lien avec une forte consommation de coquillages et crustacés (dioxines et métaux lourds) pendant la grossesse.

> Une exposition aux solvants en début de grossesse est associée à un doublement du risque de malformations congénitales.

> Une diminution du périmètre crânien, en lien avec la présence de certaines cultures (en particulier de pois protéagineux). Ceci suggère un rôle des pratiques phytosanitaires spécifiques à ces cultures.

> Un impact néfaste d'une exposition à l'atrazine sur la croissance intra-utérine.

### ✓ Les conclusions des principales revues de la littérature

RÉF	ARTICLE	CONCLUSIONS
44	Exposition prénatale à différents polluants atmosphériques et asthme infantile : revue de la littérature. Environnement, risques & santé, N° 3, Vol. 17. 2018	Association entre l'exposition prénatale à quelques polluants – le dioxyde d'azote, les particules PM10 et le dioxyde de soufre – et le développement d'un asthme dans l'enfance.
55	Conséquences de la pollution de l'air sur l'issue de la grossesse : revue de la littérature. Environnement, risques & santé, N° 4, Vol. 10. 2011	La diversité des approches rend la synthèse difficile, mais montre que les recherches doivent être poursuivies et adaptées au contexte local.
114	The effect of maternal exposure to endocrine disrupting chemicals on fetal and neonatal development : A review on the major concerns. Birth Defects Research. 2016	Résumé des effets sur le fœtus (données sur l'animal et l'humain) de l'exposition aux PE (BPA, PCBs, DES, Phtalates, Pesticides) des mères.
115	Environmental Influences on Reproductive Health, the Importance of Chemical Exposures. HHS Public access. 2017	Résumé sur la présence et les effets sur la santé de la mère et du fœtus de composés chimiques, tels que les PCBs, le PFAS, les PBDEs, les phénols, les phthalates, les pesticides, et les métaux.
134	Children's health and RF EMF exposure. Views from a risk assessment and risk communication perspective. Wiener Medizinische Wochenschrift, N° 9-10, Vol. 161. 2011	Pas de preuve ou peu convaincante de lien entre l'exposition aux champs électromagnétiques (téléphonie mobile) et l'incidence des tumeurs cérébrales et de la leucémie chez les enfants ainsi que des études expérimentales sur leurs effets sur la cognition et le SNC chez les enfants.

### ✓ Les conclusions des expertises collectives (Inserm, Anses, HAS)

RÉF.	TITRE	CONCLUSIONS
5	Pesticides : Effets sur la santé. Inserm. 2013 (Expertise collective)	A partir d'une synthèse des études épidémiologiques, le lien entre l'exposition aux pesticides et la survenue d'une maladie est classé selon 3 niveaux de présomption (fort, moyen, faible).
81	Pollution intérieure : Risques sanitaires pour la femme enceinte et le jeune enfant. ARS Nouvelle-Aquitaine. 2016 (État des connaissances)	Excellente synthèse des connaissances, s'appuyant sur des références de l'Anses, Afsset, Hcsp. Effets sur la santé présentés par polluant (fiches des polluants en fin d'ouvrage).
82	Évaluation des risques du bisphénol A (BPA) pour la santé humaine Tome 2 - Anses	Nombreux effets avérés sur la santé humaine.
100	Quel impact de la pollution atmosphérique sur le placenta ? INSERM. 2018	L'exposition à la pollution atmosphérique est associée à des modifications épigénétiques au niveau du placenta, pouvant présenter un risque pour le fœtus.
108	Expositions environnementales précoces et santé respiratoire de l'enfant : L'exposome dévoile ses premiers résultats. INSERM. 2019	L'exposition prénatale et postnatale à différents polluants chimiques est associée à une diminution de la fonction respiratoire des enfants.
122	Exposition maternelle aux champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquence, prématurité et hypotrophie dans la cohorte Elfe. Environnement, risque et santé, N°1, Vol. 18. 2019	Tenant compte à la fois de l'exposition professionnelle et résidentielle aux champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquence, cette analyse des données de l'Étude longitudinale française depuis l'enfance (Elfe) n'indique aucune relation entre l'exposition cumulée au cours de la grossesse et le risque de prématurité modérée ou de petitesse pour l'âge gestationnel.

## 2.3 CE QUE L'ON SAIT : LES EFFETS D'UNE EXPOSITION AU COURS DE LA PETITE ENFANCE

Les documents traitant des effets d'une exposition au cours de la petite enfance sont beaucoup moins nombreux (12/47) que ceux traitant de la femme enceinte (38/47). On peut faire l'hypothèse que cette tranche d'âge est intégrée à des études en population générale.

Du fait de leur faible nombre, les documents cités dans ce paragraphe n'ont pas fait l'objet d'une sélection, mais sont présentés de façon presque exhaustive.

### ✓ La mesure du niveau d'exposition

Les études ci-dessous tentent d'objectiver/mesurer le niveau d'exposition des enfants à différents polluants (contaminants chimiques organiques principalement et plomb). Contrairement à la cohorte Elfe, on ne mesure pas ici le taux d'imprégnation des individus, mais bien la "quantité" de polluants présents dans leur environnement quotidien (alimentation, air intérieur, cosmétiques/textiles/couches.)

RÉF.	TITRE	CONCLUSIONS
47	Résidus de pesticides agricoles rapportés à la maison : une source d'exposition importante pour les enfants ? Environnement, risques & santé, N° 2, Vol. 17. 2018	La contamination des logements représente une source d'exposition chronique aux pesticides non négligeable pour les enfants d'agriculteurs.
50	Textiles : Stop the chemical overdose ! WECF. 2013	Eléments d'information sur les contaminants chimiques contenus dans les textiles.
51	Cosmétiques pour bébés : encore trop de substances préoccupantes. WECF. 2016	Eléments d'information sur les contaminants chimiques contenus dans les cosmétiques.
53	Exposition au plomb des enfants dans leur logement. Projet Plomb-Habitat (2008-2014) : principaux résultats, retombées et perspectives. Environnement, risques & santé, N° 1, Vol. 14. 2015	Enquête auprès de 484 foyers ayant permis de décrire la contamination au plomb des enfants de 6 mois à 6 ans. Identification des déterminants environnementaux des plombémies, des sources d'exposition.
63	Etude de l'alimentation totale infantile : Tome 1. Avis de l'ANSES : Synthèse et conclusions. ANSES. 2016	La situation est jugée préoccupante pour les contaminants suivants (quantité présente dans l'alimentation) : plomb, arsenic inorganique, nickel, dioxines, furanes, polychlorobiphényles, acrylamide, toxine T2/HT2, déoxyivalénol.
73	Sécurité des couches pour bébé : Avis révisé de l'Anses. Rapport d'expertise collective. ANSES. 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Il n'existe aucune donnée épidémiologique permettant de mettre en évidence une association entre des effets sanitaires et le port de couches.</li> <li>&gt; Des substances chimiques dangereuses ont été retrouvées dans ces couches.</li> <li>&gt; Mise en évidence des dépassements de seuils sanitaires pour plusieurs substances.</li> <li>&gt; Il n'est pas possible d'exclure un risque sanitaire lié au port des couches à usage unique.</li> </ul>
75	Mesure des aldéhydes dans l'air intérieur des écoles maternelles et des crèches de la région Rhône-Alpes. Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air. 2007	La très grande majorité des salles présentent des concentrations moyennes de formaldéhyde qui dépassent la valeur guide de 10µg/m3 (valeur guide pour une exposition à long terme) : 98% des salles d'écoles maternelles et 83% des crèches.
128	Infant dietary exposures to environmental chemicals and infant/child health : A critical assessment of the literature. Environmental health perspectives, N° 9, Vol. 126. 2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Il n'y a pas de preuves concluantes à propos des conséquences sur la santé des nourrissons exposés à des produits chimiques environnementaux présents dans le lait maternel.</li> <li>&gt; Il y a des manques importants dans les données, et un manque de recherche sur les produits chimiques environnementaux dans les préparations pour nourrissons et les résultats pour la santé des enfants.</li> </ul>

### ✓ Les conclusions des études sur les effets sur la santé

Les 3 études suivantes concluent que l'exposition à certains contaminants pendant la petite enfance ont des effets sur la santé.

RÉF.	TITRE	CONCLUSIONS
46	Effets de l'exposition aux PBDE sur les capacités intellectuelles et attentionnelles de l'enfant : revue de la littérature. Environnement, risques & santé, N° 2, Vol. 17. 2018	Cette revue de la littérature conclut à l'existence d'une association entre l'exposition aux polybromodiphényléthers (PBDE) durant le développement et l'altération des capacités intellectuelles. En revanche, les preuves d'un effet sur les capacités attentionnelles sont limitées.
131	Dietary exposure to cadmium and health risk assessment in children- Results of the French infant total diet study. Food and chemical toxicology, Vol. 115. 2018	L'étude préconise de baisser l'exposition au cadmium des enfants et des adultes afin de prévenir des problèmes rénaux à un âge plus avancé (la source d'exposition principale étant l'alimentation.)
139	Exposition aux radiofréquences et santé des enfants : Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective. ANSES. 2016	Conclut à des effets possibles des radiofréquences sur les fonctions cognitives et le bien-être.

## 2.4 CE QUI RESTE À EXPLORER

### ✓ Les polluants "oubliés" ?

Le schéma page 18 souligne le faible nombre d'études sur les données du problème concernant certains polluants : les nanoparticules, le bruit, la luminosité, les ondes électromagnétiques, les polluants inorganiques et les polluants biologiques.

Deux éléments peuvent expliquer ce résultat :

- > Les mots clés utilisés dans le cadre de la recherche documentaire de ce dossier de connaissances étaient incomplets. Une recherche complémentaire, incluant d'autres mots clés, est à envisager.
- > Une sous-représentation des études qui traitent peut-être ces sujets en population générale. Des études complémentaires permettraient de mieux cerner les modes d'exposition de ces polluants et leurs effets sur la santé des femmes enceintes et des petits enfants.

### ✓ Polluants chimiques : la partie immergée de l'iceberg

La revue de la littérature sur les expositions maternelles aux produits chimiques (Réf. 115) rappelle que de nombreuses substances chimiques avec lesquelles nous sommes en contact nous sont peu ou pas connues. La recherche dans le champ de la connaissance de ces substances ne fait que commencer, d'autres techniques de recherche sont à inventer. Alors que les techniques classiques d'identification des substances balaient une liste finie de composés (établie au préalable), de nouveaux outils permettent/ permettront d'enregistrer n'importe quel composé, sans ciblage préalable (spectrométrie de masse haute résolution et chromatographie en phase liquide.)

### ✓ Epigénétique et exposition des pères

Les recherches sur l'influence de l'environnement sur nos gènes, sur notre santé n'en sont qu'à leur début. De même les conséquences de ces expositions pour les générations futures.

À l'étude des femmes enceintes, des études sur l'exposition des pères et ses conséquences commencent à livrer leurs résultats<sup>30</sup>.

30 : S. Cordier, Evidence for a role of paternal exposures in developmental toxicity, 2008

### 3. LES ÉLÉMENTS SUR LES LEVIERS D'ACTIONS POUR LIMITER LES POLLUANTS ET LES EXPOSITIONS

Malgré les limites inhérentes à chaque étude et à leur comparaison (3.1), un ensemble d'actions visant à réduire l'exposition des femmes enceintes (3.2) et du petit enfant (3.3) sont documentées. Dans ce chapitre, elles ont été classées selon 3 niveaux d'intervention :

- > Les actions à l'échelon national ou local (collectivité notamment),
- > Les actions réalisées en direction de professionnels, à l'échelle d'un établissement/structure,
- > Les actions ciblant directement les parents.

Le dernier paragraphe (3.4) soulève quelques questionnements complémentaires sur cette question des solutions possibles.

#### 3.1 LES LIMITES DES ACTIONS "QUI MARCHENT"

✓ Diverses difficultés liées à l'objet d'étude (cf paragraphe 2.1)

L'objet de travail, c'est-à-dire les modifications de l'environnement qui ont des conséquences sur la santé des populations, ont des spécificités qui en compliquent l'étude (Réf. 138) :

- > "les pathologies auxquelles contribuent les expositions environnementales sont fréquemment multifactorielles ;
- > les expositions peuvent être multi-produits, multivoies et multirisques ;
- > les expositions sont souvent faibles mais chroniques, et concernent souvent une large part, voire la totalité, de la population ;
- > les latences entre les expositions et les effets sanitaires sont grandes ;
- > les relations entre les expositions et les effets sur la santé sont faibles et difficiles à mettre en évidence mais la part attribuable à l'environnement de nombreuses pathologies est compensée par le fait que la prévalence de l'exposition est élevée, voire généralisée."

✓ La rareté des études : des expérimentations qui ne sont pas nécessairement transcrites à l'écrit

Une part importante des actions menées, voire une majorité, ne font pas l'objet d'un travail d'étude écrit (capitalisation, évaluation, article de presse ou de recherche).

L'accès à ces informations ne passe donc pas par la recherche documentaire telle qu'elle a été réalisée pour ce dossier, mais suppose de rencontrer directement les acteurs. C'est en effet par des entretiens, à l'oral, que l'on pourrait collecter l'information.

Également, certains documents d'évaluation sont des documents internes aux structures et donc non accessibles au grand public.

✓ Des méthodologies et des critères d'efficacité différents selon les études

Les données et les méthodes utilisées dans les analyses des différentes études sont très hétérogènes, ce qui limite grandement la comparaison des résultats.

Aussi, même une revue de littérature qui reste plus robuste en termes de conclusions qu'une étude isolée, peine à généraliser les résultats obtenus et les moyens d'y parvenir (Réf. 44, P.45). Cela explique notamment le faible nombre des revues de la littérature sur les éléments portant sur les solutions : variables, adaptées à un contexte donné et aux moyens disponibles, elles ne sont pas nécessairement reproductibles, voire pertinentes, dans un autre contexte.

De même, les études ne se dotent pas des mêmes critères d'efficacité ni des mêmes indicateurs de mesure. Chaque action "marche, fonctionne" ou pas, au regard des critères de réussite définis par les acteurs.

✓ Des éléments de contexte souvent très succincts

Enfin, les études disponibles ne développent pas suffisamment les éléments de contexte (besoins, acteurs en présence, organisation, ressources...) qui ont contribué ou non à la réussite d'une action. Or on ne peut pas transposer une action visant à limiter l'exposition à divers polluants "toutes choses étant égales par ailleurs", car c'est rarement le cas. **Les expériences citées plus bas ont donc une valeur illustrative forte, source d'inspiration pour l'action, mais demande à creuser les éléments de contexte qui ont conditionné l'action**, ceci directement auprès des pilotes des projets.

### 3.2 ACTIONS POUR RÉDUIRE LES EXPOSITIONS DE LA FEMME ENCEINTE ET DE L'ENFANT IN UTERO

	ACTIONS POUR RÉDUIRE L'EXPOSITION AU BISPHÉNOL A	ACTIONS POUR RÉDUIRE L'EXPOSITION AUX PESTICIDES (OU PHYTOSANITAIRES)	ACTIONS POUR RÉDUIRE L'EXPOSITION AUX POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES (AIR EXTÉRIEUR) <i>Les références traitées dans cette colonne visent la population générale, et pas uniquement les femmes enceintes.</i>
<p><b>À UN NIVEAU MACRO (LÉGISLATIONS OU POLITIQUES LOCALES, NATIONALES OU +)</b></p> <p><b>= INTERDICTION DE L'UTILISATION DU POLLUANT OU LIMITATION DE SON ÉMISSION</b></p>	<p>Interdiction réglementaire du bisphénol A dans la composition d'éléments en contact avec des denrées alimentaires (Hypothèse explicative à la chute du taux d'imprégnation au BPA : substitution progressive du BPA (Réf. 2. p3)</p>	<p>Interdiction de l'Atrazine en 2003. (Hypothèse explicative à la chute du taux d'imprégnation à l'Atrazine Réf. 2 p.5)</p>	<p>Exemples : Interdiction de fumer dans les lieux publics, interdiction du plomb dans l'essence.</p> <p>&gt; Zones à faible émission en particules et dioxyde d'azote en Europe, dont Paris, Strasbourg et Grenoble : impact sur la concentration des particules PM2.5 (Réf. 139) Leviers : dérogations, aides financières, progressivité de la mise en œuvre, communication, type de véhicules inclus</p> <p>&gt; Diverses mesures/actions très exhaustives à l'échelon national et local (Réf. 138)</p> <p>&gt; Bénéfices sanitaires et financiers des politiques UE pour réduire la pollution atmosphérique liée au trafic routier (Revue de la littérature Réf. 140). Divers leviers pour limiter l'impact de la mobilité sur la pollution (Réf. 141), et notamment dans les Alpes (Réf. 142)</p>
<p><b>Les actions les plus efficaces en termes de santé publique sont au niveau macro (Réf. 48) : rôle de plaidoyer des professionnels de santé auprès des décideurs locaux et nationaux.</b></p>			
<p><b>AU NIVEAU D'ÉTABLISSEMENTS/ DES PROFESSIONNELS</b></p> <p><b>= FORMER LES PROFESSIONNELS POUR QU'ILS PUISSENT INFORMER POUR ÉVITER LE CONTACT À UN POLLUANT PRÉSENT</b></p>	<p><u>Levier clé</u> : la sensibilisation des parents par les professionnels pendant la grossesse.</p> <p>&gt; Posture des professionnels : approche bienveillante et non alarmiste des sages-femmes (Réf. 79)</p> <p>&gt; Moments clés de sensibilisation : les consultations pré conceptionnelles, prénatales, précoces, préparation à l'accouchement (Réf. 79)</p> <p>&gt; Nature du message des professionnels : simple, illustré, positif (Réf. 48)</p> <p>&gt; Enjeu de la formation des professionnels, notamment les sages-femmes : comment former les professionnels : Programme FEES (Voir encadré page 27 ; Réf. 54 et 48)</p>		
<p><b>AU NIVEAU DES PARENTS (ACTIONS/ MESSAGES)</b></p>	<p>Les messages en direction des parents :</p> <p>&gt; Messages clés – supports de sensibilisation – Réf.56 WECF</p> <p>&gt; Modèle intégratif de prédiction des comportements : la pression normative perçue est le principal déterminant des changements de comportements des mères (Réf.65)</p>	<p>&gt; Mesures anti parasites intégrées (nettoyage, blocage des points d'entrée, insecticides à faible toxicité, sensibilisation) pour réduire l'exposition aux insecticides à usages domestiques durant la grossesse (Réf. 67)</p> <p>&gt; Changer les comportements alimentaires (Réf. 61) : Revue de la littérature qui identifie 4 leviers : levier éducatif, sur du moyen terme, en impliquant la famille, et les paires ou les éducateurs sociaux.</p>	

### 3.3 ACTIONS POUR RÉDUIRE LES EXPOSITIONS DES ENFANTS DE 0 À 3 ANS

	ACTIONS POUR RÉDUIRE L'EXPOSITION À DIVERS POLLUANTS (HORS AIR INTÉRIEUR)	ACTIONS POUR RÉDUIRE L'EXPOSITION AUX POLLUANTS DE L'AIR INTÉRIEUR		
		Divers polluants	Actions en lien avec l'asthme	Radon
<b>À UN NIVEAU MACRO (LÉGISLATIONS OU POLITIQUES LOCALES, NATIONALES OU +)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Recommandations pour le législateur (Réf. 51)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Analyse des politiques publiques américaines : sont-elles favorables à la prévention de l'asthme via des techniques d'interventions à domicile ? (Réf. 39)</li> </ul>	
<b>AU NIVEAU D'ÉTABLISSEMENTS/ DES PROFESSIONNELS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Formation des infirmières en santé environnement (Réf. 38) : éducation des patients + rôle de plaidoyer</li> <li>&gt; Enjeu de la formation initiale des sages-femmes : Programme FEES (Réf. 54)</li> <li>&gt; Recommandations aux industriels pour réduire les composants chimiques dans les couches (Réf. 73)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Guide pratique pour les lieux accueillant des enfants (Réf. 7, 8)</li> <li>&gt; Peu de données probantes sur les actions efficaces contre l'exposition au plomb dans l'eau potable (Réf. 37)</li> <li>&gt; Dispositif de lutte contre le saturnisme à Paris : le rôle de la PMI dans le repérage (Réf. 96)</li> <li>&gt; Guide pour la construction de bâtiments à destination des maîtres d'œuvre et d'ouvrage (Réf. 11) et collectivités territoriales (Réf. 14)</li> <li>&gt; Leviers d'actions pour les crèches (Réf. 12) et référentiel écolo-crèche (Réf. 80)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Les interventions à domicile s'avèrent efficaces si elles ciblent plusieurs facteurs de l'asthme et par différents moyens (Réf. 23)</li> <li>&gt; Efficacité des interventions multi dimensionnelles (Réf. 40)</li> <li>&gt; Efficacité des actions complètes à domiciles (Réf. 60)</li> <li>&gt; Efficacité d'un programme éducatif en direction des familles (Réf. 64)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Recommandations pour limiter le radon dans les bâtiments accueillant des enfants (Réf. 14, p.77)</li> <li>&gt; 14 recommandations pour les infirmières se déplaçant à domicile (Réf.20)</li> </ul>
<b>AU NIVEAU DES PARENTS (ACTIONS/ MESSAGES)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Brochure sur l'alimentation des nourrissons – Anses- Réf. 68</li> <li>&gt; Sensibiliser les parents à la question du bruit (Réf. 57)</li> <li>&gt; Recommandations aux parents (Réf. 51)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Brochure pour les particuliers (Réf. 9- généraliste, 10- produits d'entretien)</li> <li>&gt; Appartement pédagogique (Réf. 16)</li> <li>&gt; Freins à la prise de conscience (Réf. 70)</li> </ul>		
<b>ACTIONS NON PROBANTES</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Revue de la littérature (Réf. 18) sur l'efficacité des stratégies de réduction des allergènes (en intérieur) de l'asthme.</li> <li>&gt; Pas de bénéfice significatif à la déshumidification par ventilation mécanique (Réf. 41)</li> </ul>	

### 3.4 QUE NOUS DISENT LES ÉLÉMENTS "DES SOLUTIONS" ?

✓ Y a-t-il une logique entre les problèmes identifiés et les solutions testées ?

Les documents collectés sur les données du problème se focalisent en grande majorité sur les polluants chimiques organiques (schéma page 18), dont les sources d'exposition sont l'ingestion en premier lieu, l'inhalation (air intérieur et extérieur) et le contact cutané.

→ Les documents collectés sur les données qui concernent les leviers d'actions s'intéressent également en majorité aux polluants chimiques organiques.

✗ En revanche, aucun document ne traite de la qualité de l'air extérieur sur la thématique des femmes enceintes ou des petits enfants. Les documents collectés dans le tableau 3.2. sur l'air extérieur traitent de la population générale. Ce constat s'explique notamment par :

Les leviers sont plutôt d'ordre macro, à l'échelle d'un pays ou d'une ville,

On peut supposer que toute mesure indiquée en population générale inclut de fait le sous-groupe des personnes vulnérables.

Cependant, sans attention particulière au lien entre qualité de l'air extérieur et impact sur le fœtus, le travail de plaidoyer qui peut être réalisé par les acteurs de la périnatalité est moins évident.

✗ Les expériences sur la qualité de l'air intérieur sont de fait sur-représentées, et focalisent l'attention des acteurs.

Plusieurs hypothèses explicatives :

Le contexte réglementaire qui incite les établissements recevant des jeunes enfants à traiter cette question,

La qualité de l'air intérieur est un levier pour réduire l'asthme,

Il est possible d'agir sur la qualité de l'air intérieur à l'échelle d'une structure ou d'une famille. Le levier est donc plus facilement et logiquement actionnable à l'échelle des professionnels ou des familles.

✗ Enfin, la principale source d'imprégnation qui est l'ingestion, donc l'alimentation, est proportionnellement peu traitée dans les actions.

Quelques hypothèses explicatives :

L'alimentation est tout de même traitée parmi les différentes autres sources d'imprégnation, sans priorisation, dans l'information transmise aux parents.

Les leviers rapides et efficaces sont en grande partie à l'échelle macro (l'interdiction du BPA et de l'atrazine le démontre.)

Enfin des expériences existent (incitations au bio dans les restaurations collectives, appui à l'agriculture bio ...) mais ne sont pas directement associées à la question de la périnatalité.

✓ Le principe de précaution prévaut-il sur les problèmes "émergents" ?

Concernant l'exposition aux champs électromagnétiques ou encore aux nanoparticules, les données du problème ne sont pas encore stabilisées.

Néanmoins, le CIRC (centre international de recherche contre le cancer) classe les champs magnétiques domestiques de très basse fréquence ainsi que le dioxyde de titane (nano particule) en catégorie 2B ("possible cancérigène pour l'homme") et certaines réglementations et/ou recommandations sont en place (Réf. 14 p.35 sur les champs électromagnétiques, réglementation européenne REACH et française *Déclaration R-nano* sur les nanoparticules).

Et dans les faits,  
jusqu'où va le principe de  
précaution quant à l'utilisation  
du dioxyde de titane ?

À titre d'exemple, une étude de l'INRA<sup>31</sup> de 2016 a montré que l'exposition chronique de rats à l'additif E 171 (dioxyde de titane) par voie orale serait susceptible d'entraîner des lésions colorectales précancéreuses, sans que ces conclusions ne soient extrapolables à l'Homme pour le moment.

Suite à l'avis de l'ANSES (2019) et à l'importante campagne d'information menée par l'ONG "Agir pour l'environnement", le gouvernement français a signé un arrêté (17 avril 2019) portant suspension provisoire de la mise sur le marché des denrées alimentaires contenant l'additif E171 pour une durée de 1 an (2020). Cette suspension ne concerne pas les secteurs cosmétiques (présence de l'E171 dans de nombreux dentifrices) et pharmaceutiques. Les produits alimentaires contenant du dioxyde titane produits en 2019 pourront toutefois être vendus en 2020.

Or l'AFSA, l'agence européenne de sécurité des aliments, refuse pour l'instant de tenir compte des arguments de la France visant à interdire à long terme cet additif dans les denrées alimentaires<sup>32</sup>.

31 : Bettini et Al., Food-grade TiO 2 Impairs Intestinal and Systemic Immune Homeostasis, Initiates Preneoplastic Lesions and Promotes Aberrant Crypt Development in the Rat Colon, 2016

32 : [Avis EFSA du 10 mai 2019](#)

## v Ce que l'on peut retenir des leviers actionnés

### L'efficacité des leviers au niveau macro

La cohorte Elfe (2011) met en évidence une nette diminution des taux d'imprégnation des femmes enceintes au bisphénol A et à l'Atrazine, comparativement aux études précédentes. Au-delà des différences méthodologiques, les chercheurs lient ce résultat à la baisse d'exposition au Bisphénol A via les contenants alimentaires (son remplacement avait démarré avant l'interdiction réglementaire de 2012) et à l'atrazine dans les herbicides (interdits en 2003).

Ce constat interroge l'ordre des priorités dans l'allocation du budget public destiné à la Prévention et/ou Promotion de la santé :

- > Sensibiliser les parents pour qu'ils évitent les contenants alimentaires possiblement néfastes pour leur santé ?
- > Ou sensibiliser les élus pour que des mesures réglementaires soient prises (au regard des connaissances et/ou selon le principe de précaution) pour protéger les populations des polluants pouvant être ingérés ?

Les deux leviers ne s'opposent pas mais se complètent. La pertinence de financer des **actions de plaidoyer** est à considérer au même titre que les actions plus "classiques" de prévention et promotion de la santé.

### L'enjeu de la formation des professionnels de la périnatalité

Les professionnels de la périnatalité sont en lien avec les parents et leurs enfants tout au long de cette période charnière de leur vie. Ils sont les acteurs principaux pour impulser une démarche vigilante aux environnements pendant et après la grossesse :

- > au sein même de leur structure,
- > auprès des parents en les sensibilisant à cette question.

Plusieurs ressources insistent donc sur l'importance de la formation des professionnels, sans pour autant indiquer comment les former. En effet, nous disposons de peu d'éléments sur les modalités de formation (nombre de jours, présentiel, nombre de participants) et aucune sur les modalités pédagogiques (exemple : approche participative, temps d'expérimentation ou de mise en situation...)

L'expérience la plus documentée est celle du programme FEES (Réf. 54<sup>33</sup>) : Femmes Enceintes, Environnement et Santé.

### Zoom sur le programme FEES : Femmes Enceintes, Environnement, Santé (2011)

**Objectif** : Réduire l'exposition des femmes enceintes et des nourrissons aux polluants environnementaux.

**Opérateurs** : La Mutualité Française et l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (Appa) du Nord pas de Calais.

**Financeurs** : ARS et Conseil Régional.

**Partenaires initiaux** : les réseaux de périnatalité de la région.

**Modalités** : formation d'1,5 jours des professionnels de la périnatalité (Sages-femmes, puéricultrices, médecins...)

**Contenus de la formation** : les impacts sanitaires de l'environnement et l'information à relayer aux parents et futurs parents + création d'outils de prévention et de communication (site internet, fiches conseils, kit pédagogique) + 0,5j de présentation de ces outils et de mise en situation.

**Résultats** : 600 professionnels formés à la date de juin 2018 + intégration de la thématique aux cursus de formation initiale (médecine, pharmacie, écoles de sages-femmes de la région.)

**Évaluation de 2015 à 2017** : enquête auprès des professionnels et des parents.

**Ajustements suite à l'évaluation** : les formateurs insistent sur le fait de hiérarchiser les conseils et prioriser les publics.

**Les espaces de dialogue avec les parents** : temps de préparation à la naissance, hospitalisation après l'accouchement, consultations pré et post natales.

**Les freins rencontrés par les professionnels** : ils relèvent essentiellement de l'environnement professionnel ; manque de temps, freins imputables à l'infrastructure ou aux habitudes de service, discours contradictoires.

**Leviers identifiés dans la transmission des conseils** : la valorisation de la formation, le soutien des collègues, le statut de sage-femme, les questionnements des parents suscités par les médias. Approche positive et non anxieuse, s'appuyer sur les représentations des parents.

33 : Il s'agit d'un article publié dans la Revue "Santé en action" N°446, 2018. Le rapport d'évaluation n'est pas disponible au grand public.

### L'intérêt d'agir sur plusieurs déterminants en combinant les actions

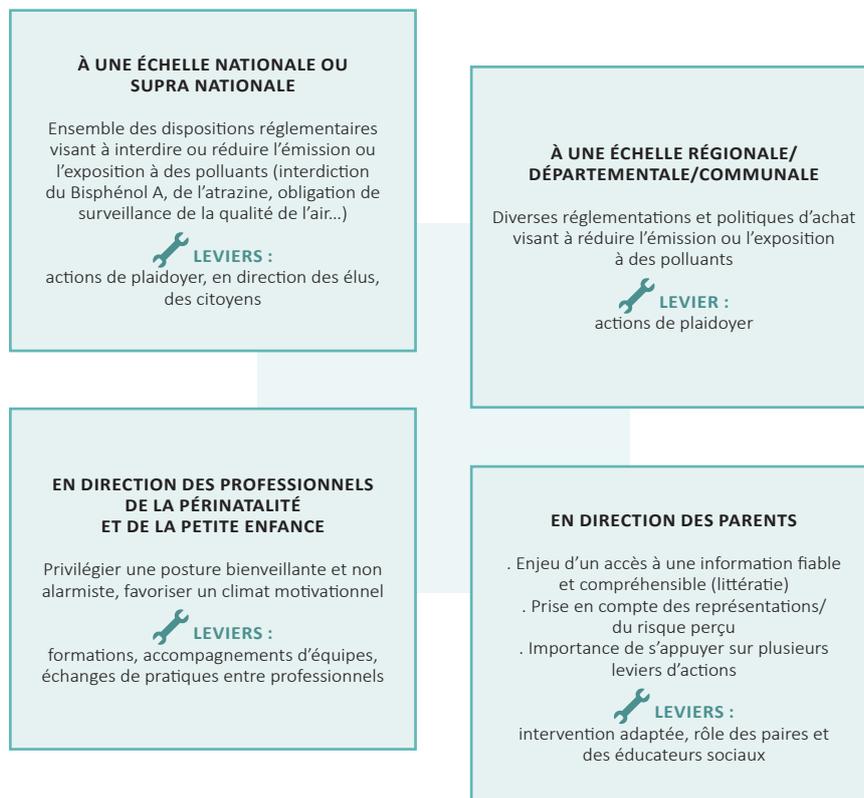
Plusieurs études mettent en avant les meilleurs résultats obtenus par les approches combinant plusieurs types d'actions :

C'est le cas notamment pour les études étudiant l'asthme chez le petit enfant (Réf. 18, 23, 40, 60) ou la réduction de l'exposition au plomb (Réf. 37) ou aux parasites (Réf. 67) : qualifiées d'actions sur "plusieurs leviers"; "interventions multimodales", "interventions multidimensionnelles", "interventions complètes à domicile" ou encore "lutte intégrée" (contre les parasites) ; il s'agit de mener en parallèle des actions de modifications de l'environnement (réduction des allergènes) et éducative (sensibilisation).

Un autre exemple (Réf. 17) dans la lutte contre l'habitat insalubre : les approches les plus pertinentes associent mesures techniques, soutien aux familles et responsabilisation des occupants.

L'intérêt d'agir sur plusieurs déterminants n'est pas spécifique aux enjeux de santé-environnement : on retrouve en effet cette nécessité d'actionner différents leviers complémentaires dans les politiques publiques de façon générale.

### LES LEVIERS D'ACTION IDENTIFIÉS



## 4. AGIR SUR LES EXPOSITIONS ENVIRONNEMENTALES DE LA CONCEPTION À 3 ANS : QUELS CHOIX OPÉRER ?

Les différents éléments présentés dans ce dossier éclairent le sujet des expositions environnementales au cours de la période périnatale et de la petite enfance, mais n'indiquent pas de démarche précise pour l'action.

Face à une situation multi dimensionnelle, comment se saisir de cette question et comment orienter ou prioriser l'action ?

Plusieurs arguments, qu'ils soient d'ordre épidémiologique, éthique, économique, peuvent influencer les choix stratégiques qui seront adoptés. Cette partie est une ébauche de questionnements suggérés par les études collectées, mais ne constitue pas une méthodologie d'aide à la décision.

### 4.1 PLUSIEURS DIMENSIONS DU QUESTIONNEMENT EN AMONT DE L'ACTION

#### ✓ La dimension épidémiologique

*Doit-on prioriser l'action qui portera sur :*

> *Le polluant qui entraîne le plus fort taux de mortalité prématurée (42 000 à 45 000 décès prématurés en France dus à la pollution de l'air) ? de morbidité ?*

> *La source d'exposition la plus problématique, qui entraîne les plus forts taux d'imprégnation, quel que soit le polluant ? Disposons-nous de ces données ?*

À titre d'exemple, dans le champ de la qualité de l'air, l'observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) travaille depuis 2002 sur la hiérarchisation sanitaire de 70 polluants de l'air intérieur, principalement sur la base de critères de toxicité et des niveaux d'exposition de la population (Voir tableau 3. Réf.81.)

#### ✓ La dimension éthique du choix

*Doit-on orienter l'action vers les publics :*

> *Les plus vulnérables au regard de leur âge (grossesse, petite enfance, personnes âgées) ?*

> *Les plus vulnérables au regard des indicateurs socio-économiques (situation professionnelle/ revenu, habitat, niveau d'étude...) ?*

Plusieurs études font état à la fois de l'exposition des familles défavorisées et de leur vulnérabilité face à ces expositions environnementales (Réf. 20, 28, 60, 61, 92, 121, 127) ; ceci dans les pays développés comme dans les pays du sud.

#### ✓ La dimension économique

*Les actions choisies répondent-elles à un critère de coût-efficacité ? (Réf. 23)*

*Doit-on orienter les actions vers les problématiques qui coûtent le plus cher à la société ?*

Une étude de l'Inserm (équipe d'épidémiologie des maladies allergiques et respiratoires- EPAR) de 2018 (Réf. 101) fait état de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur le fœtus et le petit enfant et de son coût (1,2 milliards d'euros) considérable pour le système de santé.

La commission d'enquête du sénat sur le coût économique et financier de la pollution de l'air (Rapport n° 610 – 2015), fait quant à lui état d'un coût global de 101,3 milliards d'euros. L'enquête inclut les dommages sanitaires, ses conséquences sur les bâtiments, les écosystèmes et l'agriculture.

#### ✓ Place du principe de précaution ?

Le principe de précaution est formulé, dans un sens autre que scientifique, pour la première fois en 1992 dans le principe 15 de la Déclaration de Rio :

**"En cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement."**

Deux documents (Réf. 113, 119) traitant des perturbateurs endocriniens mettent en avant la question du principe de précaution : même si le savoir n'est pas totalement stabilisé, des mesures peuvent être mises en place.

Le *Rapport sur les perturbateurs endocriniens, le temps de la précaution* (Sénat – 2011 – Réf 119) préconise 3 leviers :

> Savoir : accroître les connaissances par la recherche,

> Prévenir : plan PCB, plan echophyto 2018,

> Interdire : dans le cadre de la réglementation européenne (dont l'accélération du retrait des phtalates à chaîne courte dans les applications médicales à destination des femmes enceintes et jeunes enfants.)

## 4.2 LES OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION

### ***La Plateforme d'analyse des inégalités environnementales Plaine***

Dans le cadre des actions des deux premiers plans nationaux santé environnement (PNSE), l'Ineris contribue à la démarche de représentation géographique des risques sanitaires. La *Plateforme d'analyse des inégalités environnementales Plaine* peut permettre aux pouvoirs publics d'identifier les inégalités environnementales et de hiérarchiser les actions à mener pour les réduire.

<https://www.ineris.fr/fr/dossiers-thematiques/tous-dossiers-thematiques/inegalites-environnementales/plateforme-analyse>

### ***La démarche Approche environnementale de l'urbanisme (AEU®)***<sup>34</sup>

L'Ademe (Agence de la transition écologique – établissement public sous la tutelle du Ministère de la transition écologique) propose aux collectivités locales et aux acteurs de l'urbanisme une méthodologie leur permettant de prendre en compte la dimension "développement durable" dans leurs projets : il s'agit de *l'approche environnementale de l'urbanisme 2 (AEU2)*.

Elle permet de tenir compte des enjeux environnementaux liés au projet (déplacement, déchet, pollution des sols...) et repose sur la co-construction par les différentes parties-prenantes et sur l'évaluation du projet à chacune de ses étapes.

---

34 : <https://www.ademe.fr/collectivites-secteur-public/integrer-lenvironnement-domaines-dintervention/urbanisme-amenagement/mettre-oeuvre-approche-environnementale-lurbanisme-2-aeu2>

# CONCLUSION

## GÉNÉRALE

**Cette recherche documentaire nous permet de poser 5 constats :**

### 1. L'existence de données consistantes sur les effets des polluants environnementaux sur la santé (données du problème)

En effet, plusieurs sources de pollution ont des effets néfastes sur la santé de l'enfant in utero et le petit enfant et pour d'autres nous constatons des taux d'imprégnation importants. Les conclusions de ces études sont suffisantes pour nous appeler à la plus grande prudence dans notre production et notre utilisation à grande échelle de polluants, chimiques notamment.

Pour autant, la connaissance sur les liens entre santé et environnement est loin d'être stabilisée et d'autres études seront nécessaires pour approfondir les savoirs actuels. Plusieurs sujets illustrent la limite de l'état des connaissances : les effets d'une accumulation des polluants organiques, le fonctionnement des perturbateurs endocriniens, les effets d'une exposition à des champs électromagnétiques, les conséquences épigénétiques des polluants sur l'être humain ...

Nos savoirs et nos incertitudes nous invitent les uns comme les autres à placer **le principe de précaution** au centre des décisions collectives et individuelles visant à protéger les femmes enceintes et les petits enfants des polluants présents dans notre vie quotidienne, et par extension les Hommes et le Vivant dans son ensemble.

### 2. L'efficacité sans équivalent des mesures réglementaires visant l'interdiction de l'utilisation de substances toxiques pouvant être ingérées ou inhalées.

Les exemples d'interdiction du bisphénol A dans les contenants alimentaires et de l'atrazine dans les cultures sont à l'origine de la baisse importante du taux d'imprégnation des femmes enceintes par ces deux polluants. Les conséquences bénéfiques de ces lois sont visibles à court terme et à grande échelle (échelon national). Ceci nous invite à souligner le rôle fondamental des réglementations nationale et européenne pour protéger les populations

### 3. La complémentarité d'actions à plusieurs niveaux

Les données sur les actions mises en place ont permis d'identifier plusieurs niveaux d'intervention : à l'échelon national ou local, à l'échelle d'une structure ou d'un groupe de professionnels, à l'échelle des parents qui sont les publics finaux de l'intervention. Ces différents niveaux sont complémentaires et se renforcent mutuellement.

À l'échelle d'une intervention, on constate également que plusieurs leviers d'action peuvent être mobilisés pour un résultat plus efficace : les actions multidimensionnelles à domicile visant à réduire différents déterminants de l'asthme en sont un bon exemple.

### 4. La rareté des données concernant les actions en direction des professionnels et des parents, et notamment des actions de formations pour les professionnels de la périnatalité, interlocuteurs privilégiés des parents

Lorsqu'elles existent, ces études sont difficilement comparables entre elles et apportent peu d'informations sur la façon dont a été menée l'action et sur son contexte de mise en œuvre. Or ces deux dimensions sont indispensables pour que d'autres acteurs puissent réutiliser les leviers qui ont fonctionné. Un travail d'évaluation et/ou de capitalisation des actions réalisées à destination des professionnels est à donc à encourager.

En effet, il existe de nombreuses actions, en particulier sur la qualité de l'air intérieur, qui s'adossent à une forme d'expertise professionnelle et de savoirs expérimentiels. Cette expertise, la plupart du temps confidentielle, nécessite que les expériences de terrain s'exposent et se diffusent. C'est tout l'enjeu du transfert de connaissance qui vise tout autant à favoriser l'appropriation des connaissances issues de recherches par les professionnels qu'à favoriser l'expression et le partage des connaissances des professionnels.

### 5. Les choix politiques sont-ils influencés par les données probantes disponibles ?

Les informations recueillies dans le cadre de cette recherche documentaire sont autant de faisceaux d'indices qui vont entrer, avec d'autres facteurs, dans la balance de la décision politique. On peut se poser la question suivante : à partir de ces informations, quelle(s) action(s) pourrai(en)t être choisie(s) (et d'autres écartées) par une collectivité ou un État pour traiter la question de l'exposition de l'enfant in utero et du petit enfant à des polluants chimiques organiques ?

À titre d'exemple, prenons le cas de l'alimentation et de l'utilisation des pesticides sur les cultures. Les données du présent dossier indiquent :

- > les effets délétères des polluants chimiques organiques sur l'enfant in utero et le petit enfant,
- > l'ingestion comme étant la principale source d'imprégnation à ces polluants,
- > le rôle fondamental d'un cadrage réglementaire des substances nocives.

En lien avec ces éléments, pouvons-nous constater une augmentation des mesures locales ou nationales visant à limiter ou interdire l'usage de pesticides sur les denrées alimentaires ou à encourager les pratiques sans pesticides ? Si oui, quels types de mesures ? Si non, pourquoi ?

Dans le prolongement de ce dossier, il serait intéressant d'explorer dans quelle mesure les données probantes influencent (ou non) la décision politique, notamment à partir d'un exemple concret tel que ci-dessus.

Le Centre de collaboration nationale sur les politiques publiques et la santé du Québec a publié un article<sup>35</sup> sur cette question, et rappelle plusieurs éléments importants du processus de prise de décision politique : la fragmentation des lieux de décision, des cultures institutionnelles hétérogènes quant à l'utilisation des données probantes, l'influence des réseaux politiques, le poids des idées et des croyances, des événements économiques ou sociaux qui influencent l'agenda politique. Les données probantes ne sont qu'une dimension de ce processus souvent complexe.

---

35 : Cairney, P., Favoriser l'élaboration de politiques publiques fondées sur des données probantes : incertitude versus ambiguïté. Montréal, Québec : Centre de collaboration nationale sur les politiques publiques et la santé, 2019.



# ANNEXE

## BIBLIOGRAPHIE

Réf. 1

Porcheron C, Fardet A, Philippe C. [Alimentation saine et durable pour des enfants de 0 à 6 ans : Recommandations aux parents et assistantes maternelles](#). Anis Etoilé. 2017

Réf. 2

Dereumeaux C, Guldner L, Saoudi A, et al. [Imprégnation des femmes enceintes par les polluants de l'environnement en France en 2011 - Tome 1 : polluants organiques](#). Santé publique France. 2017

Réf. 3

De Gavelle E, De Lauzon-Guillain B, Charles M-A, et al. [Chronic dietary exposure to pesticide residues and associated risk in the French Elfe cohort of pregnant women](#). Environment International, Vol. 92-93. 2016

Réf. 4

Rocchi S, Reboux G, Frossard V, et al. [Microbiological characterization of 3193 French dwellings of Elfe cohort children](#). The Science of the total environment, Vol. 505. 2015

Réf. 5

Institut national de la santé et de la recherche médicale. [Pesticides : Effets sur la santé](#). Inserm. 2013

Réf. 6

Institut national de la santé et de la recherche médicale. [Reproduction et environnement](#). Inserm. 2011

Réf. 7

Ministère de la transition écologique et solidaire. [Pour une meilleure qualité de l'air dans les lieux accueillant des enfants : Guide pratique 2017](#). Ministère de la transition écologique et solidaire. 2017

Réf. 8

Briand E. [Environnement et santé : Gestion de la qualité de l'air intérieur. Etablissements recevant du public](#). InVS, Ministère de la santé et des sports. 2010

Réf. 9

Institut national de prévention et d'éducation pour la santé. [Guide de la pollution de l'air intérieur](#). INPES. 2016

Réf. 10

Ecoconso, Réseau des Centres régionaux d'initiation à l'environnement. [Remue-ménage : L'entretien au naturel. Sain, facile et pas cher !](#). Ecoconso, Réseau des CRIE. 2011

Réf. 11

Ministère de l'égalité des territoires et du logement, Ministère de l'écologie du développement durable et de l'énergie. [Construire sain : Guide à l'usage des maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre pour la construction et la rénovation](#). Ministère de l'égalité des territoires et du logement, Ministère de l'écologie du développement durable et de l'énergie. 2013

Réf. 12

Guillam M-T, Gallien J, Ezannic J, et al. [Enquête descriptive nationale sur les écoles et les crèches et leurs pratiques d'aération : Rapport final](#). OQAI. 2011

Réf. 13

Jédon B, Ribéron J, Mandin C, et al. **Crèches et garderies** *In Lieux de vie fréquentés par les enfants. Typologie et qualité de l'air intérieur*. OQAI. 2006

Réf. 14

Alpheeis. [Recenser, prévenir et limiter les risques sanitaires environnementaux dans les bâtiments accueillant des enfants : Guide à l'usage des collectivités territoriales](#). Ministère de l'écologie du développement et de l'aménagement durables. s.d.

Réf. 15

Charpin D. **Polluants de l'air intérieur, encore de nombreuses zones d'ombre**. ADSP, N° 103. 2018

Réf. 16

Valliet E, Rousseau G, Boussouar M. **Promotion de la santé environnementale et réduction des inégalités sociales de santé : L'expérience d'un appartement pédagogique**. Santé publique, N° 6, Vol. 28. 2016

Réf. 17

Rambaud J-M, Percheron D, Roussel I, et al. **Synthèse de la table ronde sur la "qualité de l'air intérieur"**. Pollution atmosphérique : Climat, santé, société, N° Spécial. 2010

Réf. 18

Leas BF, D'Anci KE, Apter AJ, et al. [Effectiveness of indoor allergen reduction in asthma management : A systematic review](#). Journal of Allergy and Clinical Immunology, N° 5, Vol. 141. 2018

Réf. 19

Zhou Z, Jin Y, Liu F, et al. [Community effectiveness of stove and health education interventions for reducing exposure to indoor air pollution from solid fuels in four Chinese provinces](#). Environmental research letters, N° 1, Vol. 1. 2006

Réf. 20

Larsson LS. [Risk-reduction strategies to expand radon care planning with vulnerable groups](#). Public health nursing, N° 6, Vol. 31. 2014

- Réf. 21  
Santé publique France. [Diagnostiquer et prévenir le saturnisme avant 18 ans](#). Santé publique France. 2017
- Réf. 22  
Contzen N, Meili IH, Mosler HJ. [Changing handwashing behaviour in southern Ethiopia : A longitudinal study on infrastructural and commitment interventions](#). Social Science & Medicine, Vol. 124. 2015
- Réf. 23  
Nurmagambetov TA, Barnett SB, Jacob V, et al. [Economic value of home-based, multi-trigger, multicomponent interventions with an environmental focus for reducing asthma morbidity : A community guide systematic review](#). American Journal of Preventive Medicine, N° 2, Vol. 41. 2011
- Réf. 24  
Bhutta ZA, Lassi ZS, Blanc A, et al. [Linkages among reproductive health, maternal health, and perinatal outcomes](#). Seminars in perinatology, N° 6, Vol. 34. 2010
- Réf. 25  
Yakoob MY, Menezes EV, Soomro T, et al. [Reducing stillbirths : Behavioural and nutritional interventions before and during pregnancy](#). BMC pregnancy and childbirth, N° 1 suppl., Vol. 9. 2009
- Réf. 26  
Barnes BR. [Behavioural change, indoor air pollution and child respiratory health in developing countries : A review](#). International journal of environmental research and public health, N° 5, Vol. 11. 2014
- Réf. 27  
Ministère de la santé. [Allaitement maternel, médicaments et polluants](#) In *Allaitement maternel : Les bénéfices pour la santé de l'enfant et de sa mère*. Ministère de la santé. 2005
- Réf. 28  
Phipps E. [Un logement sain pour tous : Résumé et recommandations de l'initiative LogementSain](#). LogementSain. 2018
- Réf. 29  
Lassi ZS, Imam AM, Dean SV, et al. [Preconception care : Screening and management of chronic disease and promoting psychological health](#). Reproductive health, N° S3, Vol. 11. 2014
- Réf. 30  
Yuan B, Malqvist M, Trygg N, et al. [What interventions are effective on reducing inequalities in maternal and child health in low- and middle-income settings ? A systematic review](#). BMC public health, N° 634, Vol. 14. 2014
- Réf. 31  
Schiffman J, Darmstadt GL, Agarwal S, et al. [Community-based intervention packages for improving perinatal health in developing countries : A review of the evidence](#). Seminars in perinatology, N° 6, Vol. 34. 2010
- Réf. 32  
Olds DL. [The nurse-family partnership : An evidence-based preventive intervention](#). Infant mental health journal, N° 1, Vol. 27. 2006
- Réf. 33  
Lassi ZS, Haider BA, Bhutta ZA. [Community-based intervention packages for reducing maternal and neonatal morbidity and mortality and improving neonatal outcomes : A review synopsis](#). Public health nursing, N° 3, Vol. 28. 2011
- Réf. 34  
Lassi ZS, Das JK, Salam RA, et al. [Evidence from community level inputs to improve quality of care for maternal and newborn health : Interventions and findings](#). Reproductive health, N° S2, Vol. 11. 2014
- Réf. 35  
Kavle JA, Landry M. [Addressing barriers to maternal nutrition in low- and middle-income countries : A review of the evidence and programme implications](#). Maternal & child nutrition, N° 1, Vol. 14. 2018
- Réf. 36  
Saha A, Atul A, Hira S, et al. [Association of adverse neonatal outcome with biomass fuel use](#). Environmental disease, N° 2, Vol. 2. 2017
- Réf. 37  
Pfadenhauer LM, Burns J, Rohwer A, et al. [Effectiveness of interventions to reduce exposure to lead through consumer products and drinking water : A systematic review](#). Environmental research, N° 1, Vol. 147. 2016
- Réf. 38  
Sattler B, Del BAD. [Nurses' role in children's environmental health protection](#). Pediatric nursing, N° 4, Vol. 34. 2008
- Réf. 39  
Miles R. [Preventing asthma through housing interventions : How supportive is the US policy environment ?](#). Housing studies, N° 4, Vol. 20. 2005
- Réf. 40  
Maas T, Kaper J, Sheikh A, et al. [Interventions unidimensionnelles ou multidimensionnelles portant sur la réduction des allergènes dans la prévention primaire de l'asthme chez l'enfant à haut risque asthmatique](#). Cochrane. 2011
- Réf. 41  
Singh M, Jaiswal N. [Déshumidificateurs dans la maison contre l'asthme](#). Cochrane. 2013

- Réf. 42  
Wen LM, Baur LA, Simpson JM, et al. [Effectiveness of an early intervention on infant feeding practices and “Tummy Time” : A randomized controlled trial](#). Archives of pediatric & adolescent medicine, N° 8, Vol. 165. 2011
- Réf. 43  
Nicolle-Mir L. [A quels mélanges de substances les femmes enceintes sont-elles exposées par leur alimentation ?](#). Environnement, risques & santé, N° 4, Vol. 17. 2018
- Réf. 44  
Nicolle-Mir L. [Exposition prénatale à différents polluants atmosphériques et asthme infantile : Revue de la littérature](#). Environnement, risques & santé, N° 3, Vol. 17. 2018
- Réf. 45  
Nicolle-Mir L. [Exposition maternelle à la pollution de l'air et infections respiratoires basses du nourrisson dans la cohorte MoBa](#). Environnement, risques & santé, N° 3, Vol. 17. 2018
- Réf. 46  
Nicolle-Mir L. [Effets de l'exposition aux PBDE sur les capacités intellectuelles et attentionnelles de l'enfant : Revue de la littérature](#). Environnement, risques & santé, N° 2, Vol. 17. 2018
- Réf. 47  
Nicolle-Mir L. [Résidus de pesticides agricoles rapportés à la maison : Une source d'exposition importante pour les enfants ?](#). Environnement, risques & santé, N° 2, Vol. 17. 2018
- Réf. 48  
Nicolle-Mir L. [Expositions nuisibles à la santé des enfants : Quels sujets aborder et comment en parler en pratique pédiatrique](#). Environnement, risques & santé, N° 1, Vol. 17. 2018
- Réf. 49  
Nicolle-Mir L. [Exposition maternelle à la pollution ambiante et cancer de l'enfant : Vaste étude en Ontario](#). Environnement, risques & santé, N° 4, Vol. 16. 2017
- Réf. 50  
Cobbing M, Ruffinengo E. [Textiles : Stop the chemical overdose !](#). WECF. 2013
- Réf. 51  
Women engage for a common future. [Cosmétiques pour bébés : Encore trop de substances préoccupantes](#). WECF. 2016
- Réf. 52  
Nicolle-Mir L. [Exposition maternelle au bruit et déficience auditive chez l'enfant](#). Environnement, risques & santé, N° 5, Vol. 15. 2016
- Réf. 53  
Glorennec P, Lucas J-P, Etchevers A, et al. [Exposition au plomb des enfants dans leur logement. Projet Plomb-Habitat \(2008-2014\) : Principaux résultats, retombées et perspectives](#). Environnement, risques & santé, N° 1, Vol. 14. 2015
- Réf. 54  
Rousseau M, Cuny M-A, Lahouaichri A, et al. [Hauts de France : Les professionnels de santé formés à la prévention de l'exposition périnatale aux polluants environnementaux](#). La santé en action, N° 446. 2018
- Réf. 55  
Laaidi M, Boumendil A, Tran T-C, et al. [Conséquences de la pollution de l'air sur l'issue de la grossesse : Revue de la littérature](#). Environnement, risques & santé, N° 4, Vol. 10. 2011
- Réf. 56  
Women engage for a common future. [Mini-guides thématiques WECF](#). WECF. 2017
- Réf. 57  
Goines L. [The importance of quiet in the home : Teaching noise awareness to parents before the infant is discharged from the NICU](#). Neonatal network, N° 3, Vol. 27. 2008
- Réf. 58  
Thompson LM, Diaz-Artiga A, Weinstein JR, et al. [Designing a behavioral intervention using the COM-B model and the theoretical domains framework to promote gas stove use in rural Guatemala : A formative research study](#). BMC Public health. 2018
- Réf. 59  
Evans WD, Johnson M, Jagoe K, et al. [Evaluation of behavior change communication campaigns to promote modern cookstove purchase and use in lower middle income countries](#). Environmental research and public health, N° 1, Vol. 15. 2018
- Réf. 60  
Mankikar D, Campbell C, Greenberg R. [Evaluation of a home-based environmental and educational intervention to improve health in vulnerable households : Southeastern Pennsylvania lead and healthy homes program](#). Environmental research and public health, N° 9, Vol. 13. 2016
- Réf. 61  
Baird J, Cooper C, Margetts BM, et al. [Changing health behaviour of young women from disadvantaged backgrounds : Evidence from systematic reviews](#). Proceedings of the nutrition society, N° 2, Vol. 68, 2009
- Réf. 62  
Lane A, Goodyer CG, Rab F, et al. [Pregnant women's perceptions of exposure to brominated flame retardants](#). Reproductive health, N° 142, Vol. 13. 2016

Réf. 63

Agence nationale de sécurité sanitaire, alimentation, environnement, travail. [Etude de l'alimentation totale infantile : Tome 1. Avis de l'ANSES : Synthèse et conclusions](#). ANSES. 2016

Réf. 64

Largo TW, Borgialli M, Wisinski CL, et al. [Healthy homes university : A home-based environmental intervention and education program for families with pediatric asthma in Michigan](#). Public health reports, N° Suppl. 1, Vol. 126. 2011

Réf. 65

Mello S, Hovick SR. [Predicting behaviors to reduce toxic chemical exposures among new and expectant mothers : The role of distal variables within the integrative model of behavioral prediction](#). Health education & behavior, N° 6, Vol. 43. 2016

Réf. 66

Hotz M, Kniepmann K, Kohn L. [Occupational therapy in pediatric lead exposure prevention](#). The american journal of occupational therapy, Vol. 52. 1998

Réf. 67

Williams MK, Barr DB, Camann DE, et al. [An intervention to reduce residential insecticide exposure during pregnancy among an inner-city cohort](#). Environmental health perspectives, N° 11, Vol. 114. 2006

Réf. 68

Agence nationale de sécurité sanitaire, alimentation, environnement, travail. [L'alimentation des nourrissons](#). ANSES. 2015

Réf. 69

Agence nationale de sécurité sanitaire, alimentation, environnement, travail. [Valeurs guides de qualité d'air intérieur](#). ANSES. 2018

Réf. 70

Gaille M. **La pollution de l'air intérieur : Cherchez la preuve...** In *Pathologies environnementales : Identifier, comprendre, agir*. CNRS Editions. 2018

Réf. 72

Khan K, Ahmed E, Factor-Litvak P, et al. [Evaluation of an elementary school-based educational intervention for reducing arsenic exposure in Bangladesh](#). Environmental Health Perspectives, N° 12, Vol. 123. 2015

Réf. 73

Agence nationale de sécurité sanitaire, alimentation, environnement, travail. [Sécurité des couches pour bébé : Avis révisé de l'Anses. Rapport d'expertise collective](#). ANSES. 2019

Réf. 74

Slama R, Morelli X, Rieux C, et al. [Pollution de l'air, santé et défaveur sociale : Une étude d'impact sanitaire à une échelle spatiale fine](#). Pollution atmosphérique, N° 231-232. 2016

Réf. 75

Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air. [Mesure des aldéhydes dans l'air intérieur des écoles maternelles et des crèches de la région Rhône-Alpes](#). Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air. 2007

Réf. 76

Cordier S, Lehébel A, Amar E, et al. [Maternal residence near municipal waste incinerators and the risk urinary tract birth defects](#). Occupational and environmental medicine, N° 7, Vol. 67. 2010

Réf. 77

Amar E. [Quand un agrégat de malformations rencontre une agence de santé publique : Une impression de déjà-vu ?](#). Environnement, risques & santé, N° 6, Vol. 15. 2016

Réf. 78

Institut national de la santé et de la recherche médicale. [Etude PELAGIE. De 2010 à 2016](#). INSERM. 2002

Réf. 79

Mignet L. [Aborder l'exposition aux perturbateurs endocriniens pendant la grossesse : Est-ce nécessaire ? Est-ce anxiogène ?](#). Université de Poitiers. 2016

Réf. 80

Echo(s). [Le référentiel Ecolo crèche](#). Echo(s). 2017

Réf. 81

Bordeaux population health centre de recherche – U1219, Plateforme Cassiopée. [Pollution intérieure : Risques sanitaires pour la femme enceinte et le jeune enfant](#). ARS Nouvelle-Aquitaine. 2016

Réf. 82

Agence nationale de sécurité sanitaire, alimentation, environnement, travail. [Evaluation des risques du bisphénol A \(BPA\) pour la santé humaine : Tome 2. Annexes](#). ANSES. 2013

Réf. 83

Groupe de travail Qualité de l'air intérieur. [Accompagnement à l'entrée en vigueur de la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les ERP recevant des enfants : Retours d'expériences de villes-santé](#). Réseau français des villes-santé de l'OMS. 2017

Réf. 85

Instance régionale d'éducation et de promotion de la santé Nouvelle-Aquitaine. [L'atelier du 19 : Logement pédagogique environnement-santé. Guide de capitalisation d'expérience](#). IREPS Nouvelle-Aquitaine. 2018

Réf. 86

Marchand D, Bonnefoy B, Durand F, et al. [Etudes des représentations sociales de la qualité de l'air intérieur et évolution des comportements : Projet Nudge'air](#). ADEME. 2018

- Réf. 87  
Bonney M, Caucat B, Garrigues C, et al. **Santé et épanouissement de l'enfant : Dans quel environnement ?**. Erès. 2018
- Réf. 88  
Cesar C, Du Roscoat E, Cardoso T, et al. [Accompagner le développement du jeune enfant](#). La santé en action, N° 437. 2016
- Réf. 90  
Aung T. [Interventions efficaces sur la qualité de l'air intérieur](#). Centre de collaboration nationale sur la santé environnementale. 2015
- Réf. 91  
École nationale de la santé publique. [Prévenir le saturnisme infantile : La maladie des enfants pauvres](#). ENSP. 2001
- Réf. 92  
Lopez A, Moleux M, Schaetzel F, et al. [Les inégalités sociales de santé dans l'enfance : Santé physique, santé morale, conditions de vie et développement de l'enfant](#). IGAS. 2011
- Réf. 93  
Conseil canadien de la santé. [Leur avenir commence maintenant : Des choix sains pour les enfants et les jeunes au Canada](#). Conseil canadien de la santé. 2006
- Réf. 94  
Institut national de prévention et d'éducation pour la santé. [Promouvoir la santé dès la petite enfance : Accompagner la parentalité](#). INPES. 2013
- Réf. 95  
Réseau français des Villes-Santé de l'OMS. [Santé et parentalité : L'approche des villes](#). EHESP. 2013
- Réf. 96  
Verrier A, Pecheux M, Dufour V, et al. [Paris : Un dispositif spécifique pour lutter contre le saturnisme chez les enfants](#). La santé en action, N° 437. 2016
- Réf. 97  
Chaire de recherche en prévention des cancers INCa/ IReSP/EHESP. [Synthèse d'interventions probantes pour le développement des compétences psychosociales : SIPrev \(Stratégies d'Interventions Probantes en prévention\) compétences psychosociales](#). EHESP. 2017
- Réf. 98  
Deroubaix P, Bouallala S, Nolay P, et al. [Ecol'air](#). ADEME. 2018
- Réf. 99  
Société française de santé publique, Société française de pédiatrie. [Intoxication par le plomb de l'enfant et de la femme enceinte : Prévention et prise en charge medico-sociale. Conférence de consensus](#). SFSP, SFP. 2003
- Réf. 100  
Institut national de la santé et de la recherche médicale. [Quel impact de la pollution atmosphérique sur le placenta ?](#). INSERM. 2018
- Réf. 101  
Institut national de la santé et de la recherche médicale. [Pollution atmosphérique en France, un impact sur la santé du fœtus et un coût de 1.2 milliard d'euros pour la société](#). INSERM. 2018
- Réf. 102  
Institut national de la santé et de la recherche médicale. [Alerte sur les mélanges de perturbateurs endocriniens pendant la grossesse](#). INSERM. 2017
- Réf. 103  
Institut national de la recherche agronomique. [Pollution aux gaz d'échappement de moteur diesel : Des effets sur les fœtus sur 2 générations](#). INRA. 2016
- Réf. 104  
Santélog. [La pollution responsable de 3% des naissances prématurées](#). Santélog. 2016
- Réf. 105  
Haut conseil de la santé publique. [Mise à jour du guide pratique de dépistage et de prise en charge des expositions au plomb chez l'enfant mineur et la femme enceinte](#). HCSP. 2017
- Réf. 106  
Agence régionale de santé Nouvelle-Aquitaine. [Guide de recommandations pour l'accueil d'enfants dans un environnement sain](#). ARS Nouvelle-Aquitaine. 2017
- Réf. 107  
Goto K, Ominami C, Song C, et al. [Globalization, localization and food culture : Perceived roles of social and cultural capitals in healthy child feeding practices in Japan](#). Global health promotion, N° 1, Vol. 21. 2014
- Réf. 108  
Institut national de la santé et de la recherche médicale. [Expositions environnementales précoces et santé respiratoire de l'enfant : L'exposome dévoile ses premiers résultats](#). INSERM. 2019
- Réf. 109  
Phipps E. [Un logement sain pour tous : Résumé et recommandations de l'initiative LogementSain](#). Partenariat canadien pour la santé des enfants et l'environnement. 2018
- Réf. 110  
Changelab solutions. [The health and housing starter kit](#). Changelab solutions. 2018

- Réf. 111  
Simoni M-L, Lavarde P, Krieps L, et al. [L'Observatoire de la qualité de l'air intérieur : Bilan et perspectives](#). CGEDD, IGAS. 2019
- Réf. 112  
Philippat C, Nakiwala D, Calafat AM, et al. [Prenatal exposure to nonpersistent endocrine disruptors and behavior in boys at 3 and 5 years](#). Environmental health perspectives, N° 9, Vol. 125. 2017
- Réf. 113  
Le Moal J, Therre H, El Yamani M. [Santé reproductive et perturbateurs endocriniens](#). Bulletin épidémiologique hebdomadaire, N° 22-23. 2018
- Réf. 114  
Mallozzi M, Bordi G, Garo C, et al. [The effect of maternal exposure to endocrine disrupting chemicals on fetal and neonatal development : A review on the major concerns](#). Birth Defects Research, N° 3, Vol. 108. 2016
- Réf. 115  
Wang A, Padula A, Sirota M, et al. [Environmental Influences on reproductive health, the importance of chemical exposures](#). HHS Public access, N° 4, Vol. 106. 2017
- Réf. 116  
Ünüvar T, Büyükgebiz A. [Fetal and neonatal endocrine disruptors](#). Journal of clinical research in pediatric endocrinology, N° 2, Vol. 4. 2012
- Réf. 117  
Observatoire régional de la santé Rhône-Alpes, Anzivino L, Marant Micallef C. [Les retardateurs de flamme bromés](#). ORS Auvergne-Rhône-Alpes. 2014
- Réf. 118  
Observatoire régional de la santé Rhône-Alpes, Anzivino L, Marant Micallef C, et al. [Fertilité et environnement](#). ORS Auvergne-Rhône-Alpes. 2014
- Réf. 119  
Barbier G. [Rapport sur les perturbateurs endocriniens, le temps de la précaution](#). Sénat. 2011
- Réf. 120  
Nicolle-Mir L. [Influence de l'exposition in utero aux organochlorés et perfluorés sur le risque de petit poids de naissance : Analyse poolée de sept cohortes européennes](#). Environnement, risque et santé, N° 1, Vol. 18. 2019
- Réf. 121  
Nicolle-Mir L. [L'exposome urbain durant la grossesse et ses déterminants socio-économiques dans neuf villes européennes](#). Environnement, risque et santé, N° 1, Vol. 18. 2019
- Réf. 122  
Nicolle-Mir L. [Exposition maternelle aux champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquence, prématurité et hypotrophie dans la cohorte Elfe](#). Environnement, risque et santé, N° 1, Vol. 18. 2019
- Réf. 123  
Nicolle-Mir L. [Exposition prénatale aux polluants de l'environnement intérieur et de l'air extérieur et trajectoire de développement cognitif jusqu'à l'âge de 7 ans](#). Environnement, risque et santé, N° 1, Vol. 18. 2019
- Réf. 124  
Nicolle-Mir L. [Quels facteurs environnementaux peuvent contribuer à l'augmentation des allergies alimentaires ?](#). Environnement, risque et santé, N° 1, Vol. 18. 2019
- Réf. 125  
Karr G, Velly N, Ramel M. [Utilisation de produits ménagers et qualité de l'air intérieur : Enjeux sanitaires liés à une séance de ménage, substances d'intérêt et bonnes pratiques](#). INERIS. 2019
- Réf. 126  
Gakidou E, Oza S, Vidal Fuertes C, et al. [Improving child survival through environmental and nutritional interventions : The importance of targeting interventions toward the poor](#). Journal of the american medical association, N° 16, Vol. 298. 2007
- Réf. 127  
LaKind JS, Lehmann GM, Davis MH, et al. [Infant dietary exposures to environmental chemicals and infant/child health : A critical assessment of the literature](#). Environmental health perspectives, N° 9, Vol. 126. 2018
- Réf. 128  
Lehmann GM, LaKind JS, Davis MH, et al. [Environmental chemicals in breast milk and formula : Exposure and risk assessment implications](#). Environmental health perspectives, N° 9, Vol. 126. 2018
- Réf. 129  
Sirot V, Traore T, Guérin T, et al. [French infant total diet study : Exposure to selected trace elements and associated health risks](#). Food and chemical toxicology, Vol. 120. 2018
- Réf. 130  
Jean J, Sirot V, Hulin M, et al. [Dietary exposure to cadmium and health risk assessment in children - Results of the French infant total diet study](#). Food and chemical toxicology, Vol. 115. 2018

Réf. 131

Kim Y, Ha E-H, Park H, et al. [Prenatal mercury exposure, fish intake and neurocognitive development during first three years of life : Prospective cohort mothers and Children's environmental health \(MOCEH\) study](#). Science of the total environment, Vol. 615. 2015

Réf. 133

Wiedemann P, Schütz H. [Children's health and RF EMF exposure. Views from a risk assessment and risk communication perspective](#). Wiener Medizinische Wochenschrift, N° 9-10, Vol. 161. 2011

Réf. 134

Altobelli LC. [Sharing histories : A transformative learning/teaching method to empower community health workers to support health behavior change of mothers](#). Human resources for health, N° 54, Vol. 15. 2017

Réf. 135

Kirkwood B, Bahl R. [Can women's groups reduce maternal and newborn deaths ?](#). The Lancet, N° 9879, Vol. 381. 2013

Réf. 136

Rosato M, Laverack PG, Grabman LH, et al. [Community participation : Lessons for maternal, newborn, and child health](#). The Lancet, N° 9642, Vol. 372. 2008

Réf. 137

Butterfoss FD, Kelly C, Taylor-Fishwick J. [Health planning that magnifies the community's voice : Allies against asthma](#). Health education & behaviour, N° 3, Vol. 8. 2005

Réf. 138

Ministère de la transition écologique et solidaire. **L'environnement en France**. Ministère de la transition écologique et solidaire. 2014

Réf. 139

Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie. [Zones à faibles émissions \(Low emission zones\) à travers l'Europe : Déploiement, retours d'expériences, évaluation d'impacts et efficacité du système](#). ADEME. 2018

Réf. 140

Henschel S, Medina S, Goodman P. [Interventions sur la pollution atmosphérique : Brève vue d'ensemble](#). BEH, N° 1-2. 2013

Réf. 141

Société française de santé publique. [Santé publique et environnements de vie : Transports-mobilité, déplacement, aménagement de l'espace](#). SFSP. 2013

Réf. 142

Lassman-Trappier A. [Transport routier et pollution dans les Alpes : Le cas particulier de la vallée de Chamonix](#). Inspire 74. 2004



## IREPS Auvergne-Rhône-Alpes

Instance Régionale d'Education et de Promotion de la Santé

[www.ireps-ara.org](http://www.ireps-ara.org)

Rédaction : Émilie Sauvignet et Lucie Pelosse.

Recherche documentaire : Aurélie Gisbert.

Juin 2020.

IREPS Auvergne-Rhône-Alpes | DOSSIER DE CONNAISSANCES | Le rôle de l'environnement sur la santé des femmes enceintes et des enfants de moins de 3 ans

Avec le soutien de l'Agence Régionale  
de Santé Auvergne-Rhône-Alpes

