

« 1000 premiers jours de la vie » Enjeux liés à l'environnement et état des lieux en Normandie

Introduction

Il est aujourd'hui admis que de nombreux facteurs environnementaux (pollutions des sols, qualité de l'air extérieur, de l'air intérieur, qualité des eaux distribuées, niveau ambiant de radioactivité, de bruit, insalubrité, etc.) peuvent avoir un rôle déterminant dans la survenue de plusieurs pathologies.

Selon le rapport de l'OMS [1] sur les inégalités en matière d'environnement et de santé en Europe de, les facteurs de risque environnementaux représentent au moins 15 % de la mortalité dans la Région européenne – soit environ 1,4 million de décès par an qui sont, pour la plupart, évitables. Outre l'inégale répartition des pressions environnementales au sein des différents pays et régions, la vulnérabilité variable de différents sous-groupes de population peut amplifier les inégalités en matière de santé qui en découlent.

Les groupes vulnérables susceptibles de réagir plus fortement aux risques environnementaux, ou de présenter des réactions sanitaires sont les enfants, les personnes âgées, les femmes enceintes et les personnes dont la santé est déjà défaillante.

De même, les sous-groupes de population socialement défavorisés peuvent être plus vulnérables. Ce rapport montre que les sous-groupes de population défavorisés peuvent avoir des niveaux d'exposition aux facteurs de risque environnementaux 5 fois plus élevés que les sous-groupes privilégiés. Le rapport conclut en soulignant l'importance d'utiliser des données à une échelle plus fine pour contextualiser les inégalités territoriales et recommander des actions politiques adaptées [1].

Nous savons avec certitude que les périodes de croissance et de développement rapides du fœtus et de l'enfant sont par nature très sensibles à l'influence de facteurs externes : les processus biologiques normaux peuvent être perturbés en particulier par les substances chimiques présentes dans l'environnement.

Les 1000 premiers jours de l'enfant, période de la vie comprise entre le 4^{ème} mois de grossesse et les deux ans de l'enfant, constituent aujourd'hui un concept incontournable pour de nombreux scientifiques afin de souligner l'importance de cette période clé pour tout individu. En effet, il s'agit d'une période sensible pour le développement et la sécurisation de l'enfant, qui contient les prémisses de la santé et du bien-être de l'individu tout au long de la vie [2].

Dans le cadre de la présente définition de la stratégie de prévention l'expression « 1000 premiers jours » sera utilisée pour couvrir une période plus large s'étendant de la période préconceptionnelle jusqu'à l'âge de 3 ans.

Pourquoi la vie intra-utérine et période de la petite enfance sont des « fenêtres de vulnérabilité » ?"

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. Par exemple, comme le système nerveux a du mal à se régénérer après une exposition aux produits chimiques (plomb et mercure par exemple) il peut s'installer des dysfonctionnements permanents ou irréversibles. C'est la raison pour laquelle des adultes exposés de la même manière ne montrent pas les mêmes symptômes. La dose et le moment de l'exposition sont importants dans la détermination de la nature et de l'impact de l'effet.

Le développement du métabolisme du foie et des reins n'est pas complètement achevé durant les 6 à 12 mois qui suivent la naissance : pour cette raison, les enfants sont moins capables de détoxifier et excréter des produits chimiques que les adultes. Cette carence pourrait être bénéfique car toutes les voies métaboliques ne sont pas activées. Cela signifie que certains produits peuvent passer dans le corps sans changement et sans entraîner de danger (donc les nourrissons pourraient être moins sensibles aux pro-cancérigènes) [3] [4]. Par contre, cette même carence peut rendre l'enfant plus susceptibles vis-à-vis des toxines qui ne peuvent pas être détoxifiées. L'absorption, la distribution, la biotransformation et l'excrétion des xénobiotiques s'effectuent de manière totalement différente chez les enfants et chez les adultes [5].

En outre un enfant est plus exposé par unité de poids corporel ou par surface corporelle aux risques environnementaux:

- au repos, les adultes inhalent 70-110 ml/kg/min d'air alors que pour les nourrissons, le volume de ventilation est d'environ 20ml/kg/min [6]
- le besoin calorique d'un enfant de 1 an est approximativement de 80kcal/kg alors que celui d'un adulte est d'environ 30kcal/kg [7]
- le besoin en eau d'un enfant de 6-12 mois est près de 100ml/kg, celui d'un adulte est de 30-35ml/kg [8]

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

- les jeunes 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;
- les jeux mis à disposition (jouet, matériel manuel : colle, pigments...) peuvent également être source d'exposition à des produits chimiques;
- ils sont plus à risque face à des produits qui entraînent des conséquences après une exposition chronique, car ils ont plus d'années de vie devant eux. Des effets adverses peuvent se manifester plus d'une décennie après une exposition aux neurotoxines [5].

Une période particulièrement sensible aux perturbations épigénétiques

La mise en évidence de cette période clé dans la vie de l'individu a également été renforcée par la meilleure connaissance de l'influence de l'environnement (qualité de l'air...) et des modes de vie (alimentation, activité physique, sommeil...) sur l'expression des gènes et la santé globale de l'individu.

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."* [9]

Les trajectoires de vie vers une bonne santé, se mettent en place très tôt. Les stress prénataux, néonataux et dans la petite enfance ont des effets significatifs à long terme sur le développement, le comportement, la cognition, les capacités relationnelles et affectives [10]. On relève par exemple une marque épigénétique des personnes victimes de maltraitance dans l'enfance [11] et des études ont démontré qu'une faible croissance in utero (reflétant une malnutrition foetale) conditionne le futur risque cardiovasculaire, ou d'obésité [12].

Cette « programmation » précoce et durable des principales fonctions biologiques sous l'effet de l'environnement, probablement plus encore que sous l'effet du génome est ainsi à l'origine du concept de l'origine précoce de la santé et des principales maladies (DOHaD : Developmental Origins of Health and Disease) chroniques, non transmissibles, de l'adulte: obésité, diabète, maladies cardio-vasculaires et respiratoires, troubles neuro-psychiques dits de civilisation et conditionne probablement les comportements, la sensibilité et la vulnérabilité sociales.

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 [13].

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. D'ailleurs la précocité des interventions, mêmes mineures, est souvent proportionnelle à leur efficacité (et efficacité en termes de ressources). Des politiques de santé publique dirigées sur cette période ont été promues et soutenues au niveau international (Unicef, OMS) et existent dans de nombreux pays.

L'information disponible sur l'impact de l'environnement sur la santé est difficile à exploiter : le sujet est complexe vu la multiplicité des polluants et leurs combinaisons, la variété des sources d'exposition et des durées d'exposition, l'hétérogénéité des individus exposés, le problème de l'effet cocktail et l'absence de seuils de toxicité.

Que savons-nous des effets de l'exposition aux contaminants de l'environnement sur la santé de l'enfant in utero et au cours de la période de petite enfance en population Française ?

Les contaminants environnementaux auxquels nous sommes confrontés [14]:



Une synthèse des principaux facteurs de risques d'origine environnementaux et de leurs effets sur la santé des femmes enceintes et des enfants de 0 à 3 ans est présentée en [Annexe 1](#).

Deux cohortes de référence : ELFE et PELAGIE

Cohorte ELFE (Etude Longitudinale Française depuis l'Enfance), volet prénatal [15]

Le volet périnatal du programme national de biosurveillance mis en place par Santé publique France s'appuie sur la population de la cohorte Elfe. Cette 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.)

Points essentiels à retenir :

- La majorité des polluants étudiés sont mesurés à des niveaux de concentrations quantifiables chez près de la totalité des femmes enceintes incluses dans l'étude. Entre autres : BPA (74%), phtalates (100%), pesticides (100%), plomb (100%), mercure (91%).
- Les concentrations du BPA sont en baisse, en lien probablement avec une substitution progressive du BPA par d'autres substances.
- Une sur-imprégnation au mercure, aux PCB et aux pesticides par rapport à d'autres pays comme les États-Unis.
- L'alimentation (et ses emballages) représente la principale source de contamination devant l'air intérieur et extérieure.

Cohorte PELAGIE (Perturbateurs Endocriniens: Etude longitudinale sur les Anomalies de la Grossesse, l'Infertilité et l'Enfance) [16]

Menée par l'INSERM depuis 2002 en Bretagne, 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.

Points essentiels à retenir :

- Une forte consommation de coquillages et crustacés (dioxines et métaux lourds) pendant la grossesse est en lien avec une augmentation du risque que l'enfant ait un petit poids à la naissance
- 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 (qui suggère un rôle des pratiques phytosanitaires spécifiques à ces cultures).
- Un impact néfaste d'une exposition à l'atrazine sur la croissance intra-utérine

Autres études

Etude ESTEBAN (Etude de Santé sur l'Environnement, la Biosurveillance, l'Activité physique et la Nutrition)

Construite pour être répétée tous les 7 ans environ Esteban est une étude nationale qui vise notamment à mesurer l'exposition d'un échantillon représentatif de la population générale (6-74 ans) à certaines substances de l'environnement. Elle comprend une sous population enfant âgée de 6 à 17 ans.

Points essentiels à retenir :

- BPA : Les bisphénols A, S et F ont été détectés dans la quasi-totalité des échantillons avec une imprégnation plus importante chez les enfants. La recherche des déterminants de

l'imprégnation montrait une augmentation des concentrations en BPS et BPF chez les enfants avec l'achat de poissons pré-emballés et le fait d'aérer moins régulièrement son logement.

- Ethers de glycol : l'ensemble de la population (adulte et enfant) était exposé à au moins un des 8 métabolites recherchés. Association avec l'utilisation de produits de consommation courante comme les cosmétiques et les produits ménagers notamment.
- Parabènes : les niveaux retrouvés chez les enfants sont plus élevés que ceux mesurés chez les adultes. L'imprégnation par les parabènes augmente avec l'âge, la fréquence d'utilisation de crèmes ou de soins pour le corps et avec l'utilisation de cosmétiques ou de vernis à ongles.
- Composés perfluorés : les résultats mettent en lumière que la population était exposée à au moins un composé perfluoré et que ces molécules persistent dans l'environnement malgré les restrictions d'utilisation.
- Phtalates : La plupart des métabolites ont été quantifiés dans 80 à 99% des échantillons des adultes et des enfants avec les enfants qui étaient les plus imprégnés. La demi-vie de ces composés étant courte, ce constat démontre que les phtalates continuent d'être omniprésents dans l'environnement et les produits de consommation courante.
- Les retardateurs de flamme bromés : la majorité des RFB a été peu ou pas quantifié. Le temps passé en voiture et l'aération ont été retrouvés comme déterminants des niveaux d'imprégnation en PBDE (polybromodiphényléthers).

ANSES - Etude de l'alimentation totale infantile

Lancé en 2011 et publié en 2016, cette étude a permis d'évaluer les risques liés à l'exposition des enfants via leur alimentation à 670 substances. La situation a été jugée préoccupante pour les contaminants suivants (quantité présente dans l'alimentation): plomb, arsenic inorganique, nickel, dioxines, furanes, polychlorobiphényles, acrylamide, toxine T2/HT2, déoxynivalénol.

WECF - Cosmétiques pour bébés : encore trop de substances préoccupantes

L'étude fournit un aperçu de la composition typique des produits cosmétiques et de soins corporels destinés aux bébés et jeunes enfants (moins de 3 ans) sur le marché français en 2016.

On retrouve 3 ingrédients ou familles d'ingrédients classés à « risque élevé » dans 299 produits :

- un allergène par contact (la méthylisothiazolinone) dans 19 produits dont 7 lingettes
- un conservateur soupçonné d'effets toxiques sur la reproduction (le phénoxyéthanol) dans 54 produits dont 26 lingettes
- des parfums dans 226 produits, impliquant des risques potentiels d'allergies.

On retrouve 4 ingrédients ou familles d'ingrédients classés à « risque modéré » dans 181 produits :

- un composé très présent dans les produits moussants (l'EDTA) dans 87 produits dont 30 lingettes
- des sulfates (laureth et lauryl sulfate), agents moussants potentiellement irritants dans 50 produits, en grande majorité des produits pour le bain et shampoings
- des huiles minérales, issues de la chimie du pétrole pouvant être contaminées par des impuretés, dans 30 produits en majorité des crèmes et lotions
- des nanoparticules, dont les effets sont encore mal évalués, dans 14 produits solaires.

Quelles sont les caractéristiques de la population féminine Normande ?

Caractéristiques socio-démographiques de la population Normande

Répartition des femmes en âge de procréer

Actualisation 2020	Proportion de naissances par mères de 15-19 ans	Proportion de naissances par mères de 20-24 ans	Proportion de naissances par mères de 25-29 ans	Proportion de naissances par mères de 30-34 ans	Proportion de naissances par mères de 35-39 ans	Proportion de naissances par mères de 40-44 ans	Proportion de naissances par mères de 45-49 ans
	2016-2018	2016-2018	2016-2018	2016-2018	2016-2018	2016-2018	2016-2018
France métropolitaine	1,7%	11,6%	30,5%	34,0%	17,8%	4,1%	0,3%
Normandie	2,1%	14,2%	33,4%	32,1%	14,9%	3,1%	0,2%
Calvados	1,9%	12,7%	31,8%	34,5%	15,9%	3,1%	0,1%
Eure	2,0%	14,3%	33,4%	31,5%	15,2%	3,4%	0,2%
Manche	1,8%	14,1%	35,5%	31,5%	14,5%	2,4%	0,2%
Orne	2,7%	16,1%	34,5%	29,7%	13,9%	3,0%	0,1%
Seine-Maritime	2,2%	14,7%	33,4%	31,8%	14,6%	3,1%	0,2%

A noter : une proportion de grossesses précoces (avant 19 ans) plus importantes que la moyenne nationale d'autant plus marquée pour l'Orne, la Seine Maritime et l'Eure ;

	Nombre moyen de naissances vivantes de femmes de 12-54 ans	Indice conjoncturel de fécondité (ICF - 12-54 ans)	Nombre de femmes ayant accouché
Date	2013-2019	2013-2019	2013-2019
Unité	nombre	enfant(s) par femme	
France hexagonale	745.456	1,89	
Normandie	35.810	1,89	
Calvados	7.025	1,76	3987
Eure	6.814	2,01	3385
Manche	4.642	1,90	2445
Orne	2.607	1,93	1348
Seine-Maritime	14.721	1,92	7671

A noter : un indice de fécondité plus dynamique que la moyenne régionale dans les départements de l'Eure, l'Orne et la Seine Maritime à mettre en relation avec une proportion de grossesse précoces

Présence d'inégalités sociales et territoriales de santé

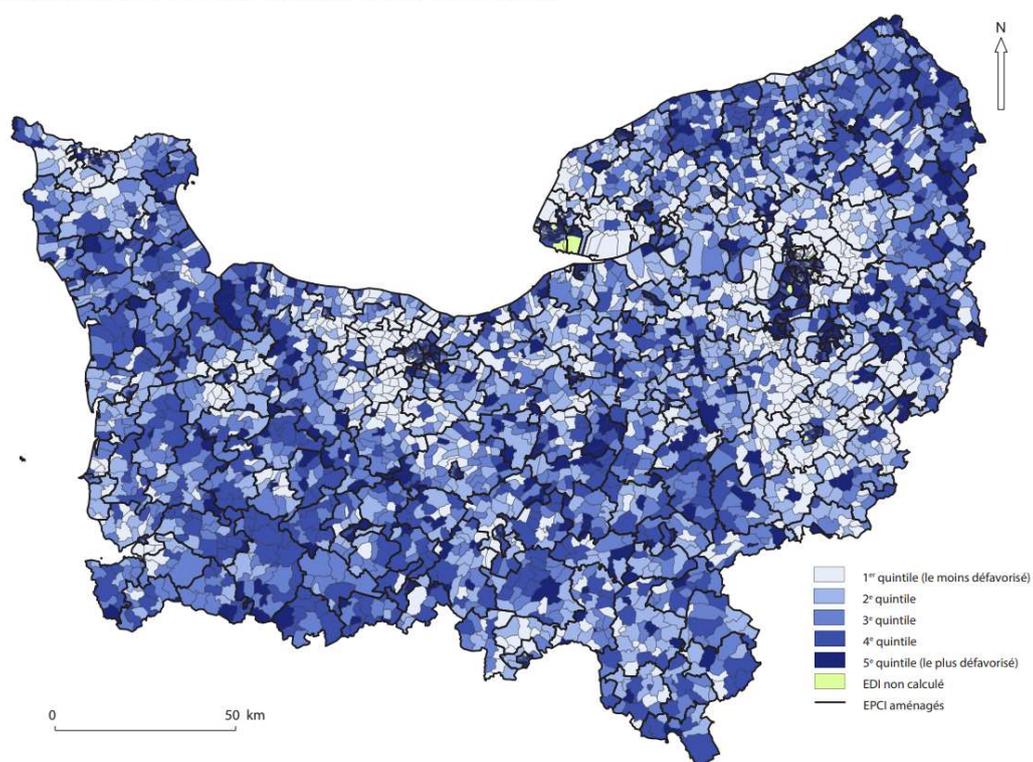
Comme déjà souligné, les sous-groupes de population les moins favorisés ont un degré de résilience plus faible face aux pressions environnementales en raison d'une moindre disponibilité des ressources personnelles.

Le territoire de la Normandie, comme celui de toutes les autres régions, présente de forts contrastes en termes de répartition des richesses / bien-être social.

En exploitant l'indice français écologique de défavorisations sociale [16] basé sur des données 2011, il est possible de montrer une image synthétique mais détaillée de la situation socio-économique de la région. Les IRIS (Ilots Regroupés pour l'Information Statistique) les plus défavorisés sont majoritairement situés dans des zones urbaines, tandis que les IRIS les plus favorisés sont situés dans des zones proches ou en périphérie des villes.

Certaines zones plus rurales (Orne, Manche et nord-est de la Seine-Maritime) comptent également un grand nombre d'IRIS avec un indice de privation élevé. Plus précisément, 31% de la population normande vit dans un IRIS classé parmi les plus défavorisés au niveau national (classe 5), 20% dans la classe 4, 16% dans les classes 3 et 2 et 17% parmi les moins défavorisés [17].

Distribution de l'indice agrégé de défavorisation sociale EDI en Normandie (2011)



Sources : Inserm U1086 / U558
Exploitation : ARS Normandie

Comme on peut le voir sur la carte, les agglomérations de Caen, du Havre et de Rouen concentrent une grande partie des zones les plus défavorisées.

Les 3 centres accueillent 60% des 194 000 habitants des QPV (quartiers prioritaires de la ville). La Seine-Maritime compte à elle seule environ 100 000 habitants répartis presque équitablement entre Le Havre et Rouen, même si la population de Le Havre Seine Métropole est environ deux fois moins importante que celle de Rouen Métropole. [18]

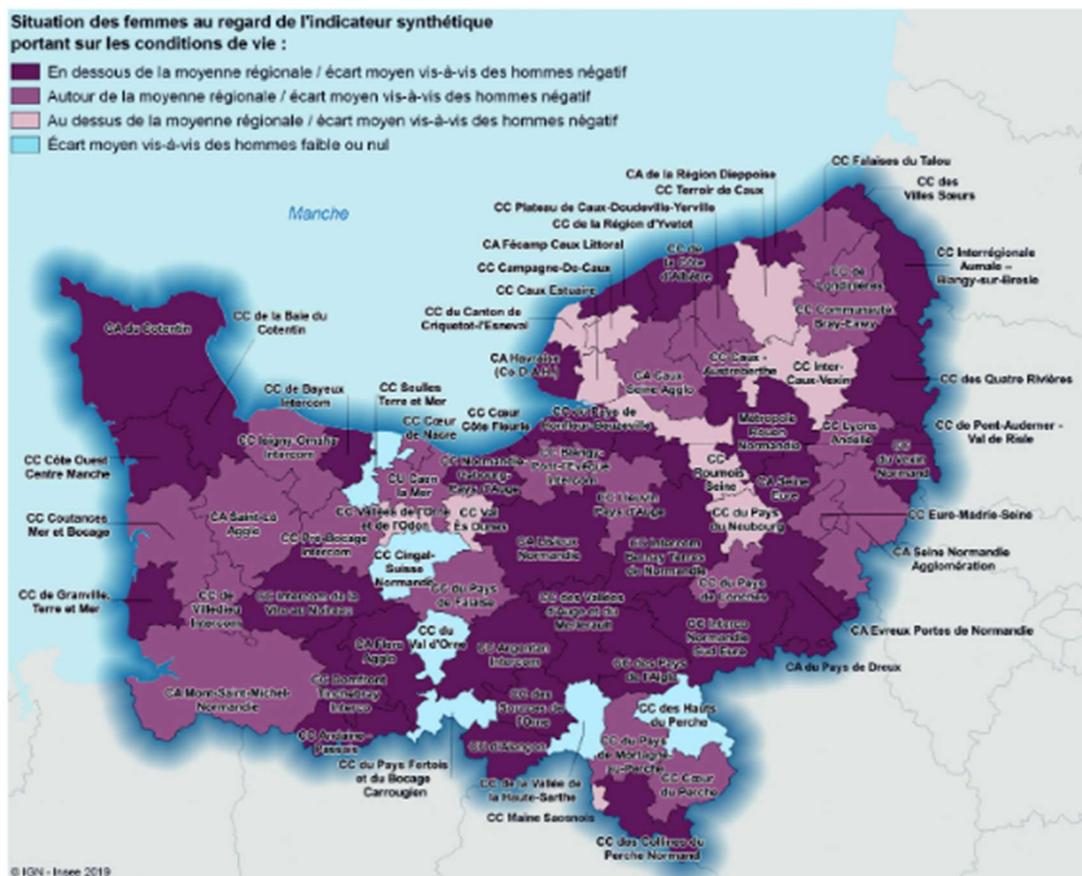
La région abrite quelques-uns des quartiers les plus démunis de France : les quartiers de Perseigne (Alençon), Nétreville (Évreux), La Madeleine (Évreux et L'Aigle), Château Blanc (Rouen) et Les Hauts de Rouen font partie des 100 quartiers les plus pauvres de la Métropole.

46% des habitants des quartiers identifiés comme QPV vivent sous le seuil de pauvreté (trois fois la moyenne régionale) et 25% de leurs ressources proviennent de prestations sociales.

De plus, dans ces quartiers prioritaires normands, les familles monoparentales représentent 21 % des ménages (soit la part la plus forte parmi les treize régions), un chiffre particulièrement problématique si l'on ajoute que la Normandie est également l'une des régions les plus touchées par le problème de l'emploi précaire (27 % dans les QPV contre 14 % dans la région) en raison du fort poids de l'industrie qui fait largement appel aux intérimaires.

Dans ce cadre, il est possible d'identifier une population encore plus sensible, celle des femmes. Selon un rapport de l'INSEE, les Normandes sont plus exposées à la pauvreté que les hommes vivant dans le même territoire. [19]

Selon un indice synthétique élaboré par l'INSEE, non seulement les femmes sont plus pauvres que les hommes (écart du 12 % en faveur des hommes) mais elles sont aussi plus défavorisées et tant plus si elles sont dans une situation de monoparentalité (plus d'enfants, taux d'emploi mineur).



Dans 8 cas sur 10, le parent d'une famille monoparentale est la mère et près d'une femme sur trois dans cette situation vit sous le seuil de pauvreté. En conséquence elles résident plus souvent que les hommes dans un quartier prioritaire de la ville.

Les femmes sont moins favorisées que les hommes dans presque tous les territoires normands mais ces différences sont plus marquées dans les EPCI les plus peuplés de la région (Métropole Rouen Normandie, CA Havraise, CA du Cotentin).

Le fait qu'elles possèdent moins souvent une voiture limite encore leur accès aux emplois, aux services de la vie quotidienne, aux relations sociales.

Quelles sont les spécificités d'exposition environnementale en Normandie ?

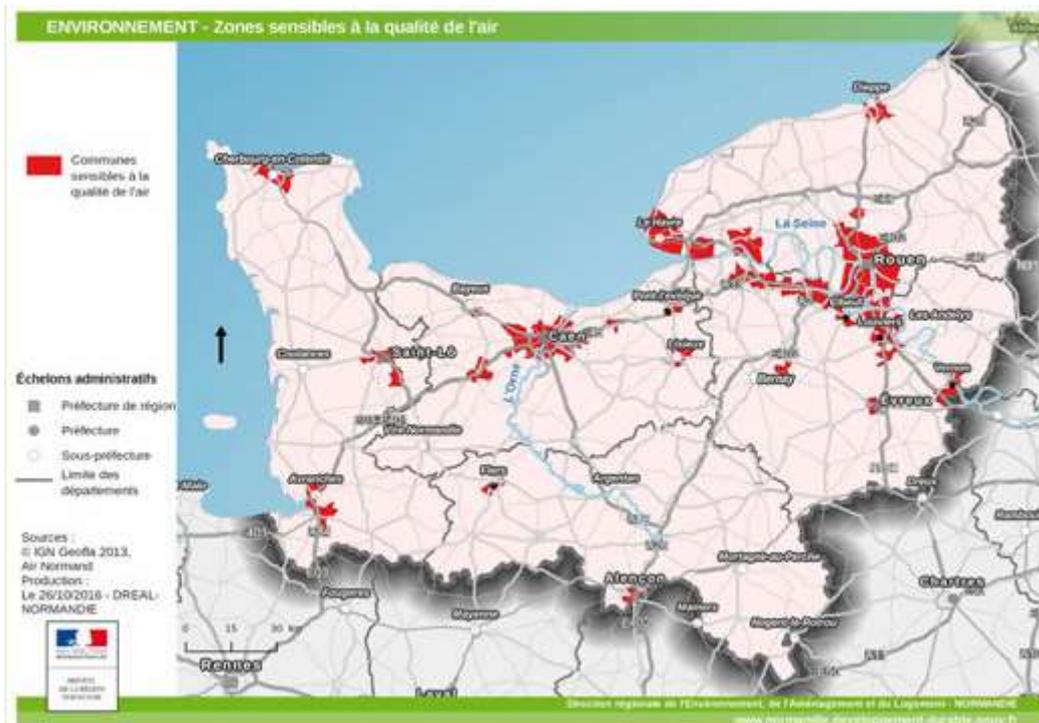
Spécificités Normandes liées au cadre de vie et aux polluants de l'environnement

AIR EXTERIEUR

La pollution atmosphérique a un impact considérable sur notre santé. En Normandie (comme dans le reste de la France métropolitaine), la pollution anthropique est responsable de 9 % de la mortalité totale, soit environ 2 600 décès chaque année (environ 1050 décès en Basse-Normandie et près de 1550 en Haute-Normandie) [1]. Dans un scénario sans pollution atmosphérique (concentrations de polluants observées dans 5% des communes les moins polluées de type équivalent), les personnes âgées de 30 ans gagneraient alors en moyenne 9 mois d'espérance de vie [2] [20]. On peut supposer que ce gain serait encore plus important pour les personnes plus jeunes.

En Normandie, les principales sources d'émissions polluantes sont: les transports, le chauffage, l'agriculture et les activités industrielles. Les situations varient en fonction de la proximité des sources, des secteurs et des conditions climatiques.

Dans les situations proches du trafic automobile ou des activités industrielles, les oxydes d'azote et les particules fines sont fortement présents : en Normandie, ils sont 183 les communes où le dépassement des normes réglementaires est récurrent. Les zones les plus à risque sont les agglomérations de Rouen et du Havre.



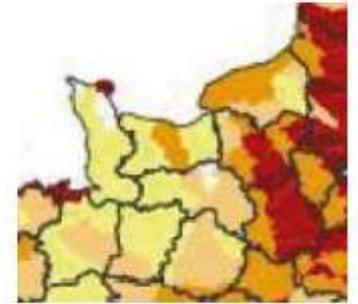
Pesticides

Il n'existe pas de réglementation spécifique relative à la surveillance des pesticides dans l'air. Néanmoins, plusieurs études et campagnes ont mis en évidence que les produits phytosanitaires sont bien présents en atmosphère urbaine comme en atmosphère rurale et qu'ils possèdent une variation saisonnière largement gouvernée par les pratiques agricoles.

Les grandes cultures (céréales et colza) et certaines cultures spécialisées comme pommes de terre, betteraves et légumes de plein champ, sont des activités agricoles qui consomment des grandes quantités de pesticides. La quantité de phytosanitaires vendus en Normandie a augmenté entre 2011 et 2014 pour atteindre les 5 000 tonnes en l'absence de changements notables dans la moyenne totale des indices de fréquence de traitement (IFT). De plus, la Normandie est une région à forte activité agricole surtout dans les départements de l'Orne et de la Manche (respectivement 4,8% et 4,4% d'actifs exerçant comme agriculteurs-exploitants contre 1,7% en France métropolitaine).

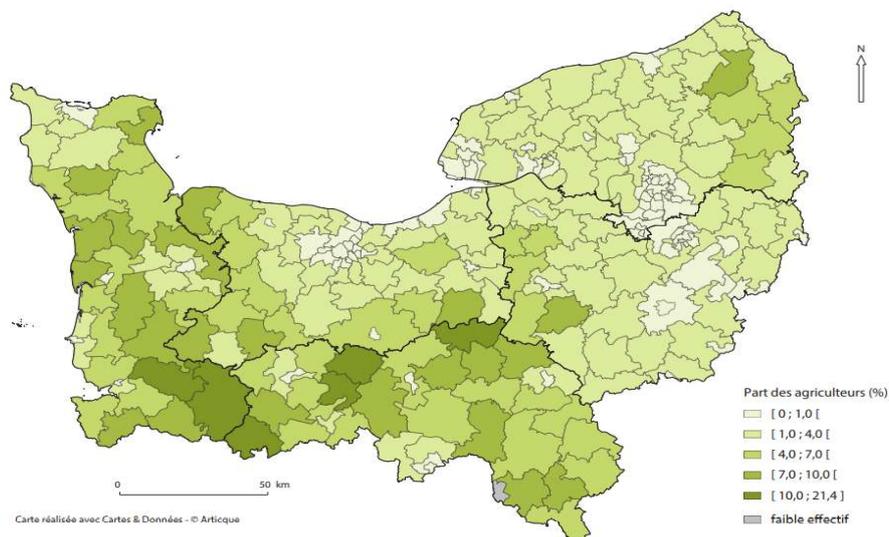
Il a été mis en évidence que les enfants d'agriculteurs sont particulièrement exposés au risque de contamination chronique [21].

Niveau de pressions phytosanitaire des petites régions agricoles



Sources : Agreste – MAAPRAT-SSP
Exploitation : Inra

Part des actifs occupés âgés de 15-64 ans agriculteurs-exploitants au 1^{er} janvier 2012



Source : Insee RP 2012
Exploitation : ORS BN / OR25

Un recensement de la DRAAF début 2016 a mis en évidence que 16% (soit 1454) des établissements normands accueillant des personnes vulnérables (jeunes enfants, établissements sanitaires et médico-sociaux) sont situés à moins de 100 mètres d'une parcelle agricole (grandes cultures majoritairement). Les établissements d'enseignement (52%) sont les plus concernés, devant les espaces ouverts au public (28%) et les établissements de santé (18%). Avec 444 sites, soit près du tiers des sites concernés, la Seine-Maritime est le département le plus impacté.

EAU

Eaux superficielles

Les pesticides sont présents dans l'ensemble des cours d'eau et sont retrouvés de manière plus importante dans les zones agricoles de cultures à fort rendement. Les principaux pesticides retrouvés sont des herbicides (glyphosate, isoproturon, triclopyr...). De nombreuses études épidémiologiques ont mis en évidence des effets sanitaires en particulier dans le champ des cancers, ainsi que des effets neurologiques et des troubles de la reproduction.

Les phtalates, utilisés en majorité comme plastifiants ou en cosmétique, sont détectés en quantité excessive de manière récurrente dans plusieurs cours d'eau de la région. Les composés de la famille des PCB sont aussi présents de façon significative dans plusieurs masses d'eau. Ils sont classés cancérigènes, écotoxiques et reprotoxiques. D'après les études menées par le GIP Seine Aval, l'estuaire de la Seine et la Baie de Seine sont les zones les plus contaminées du littoral français par les PCB. On retrouve aussi dans les cours d'eau des métaux lourds issus principalement de l'industrie (cf. profils environnementaux, 2015).

Eaux souterraines

L'état chimique des nappes d'eaux souterraines en Normandie est en grande majorité qualifié de médiocre, selon les critères de la directive cadre sur l'eau. Cette situation est principalement due à deux causes : la présence de pesticides et de nitrates.

Malgré des ressources en eau (superficielles et souterraines) dégradées, l'eau distribuée en Normandie est globalement de bonne qualité. Le bilan 2019 du contrôle sanitaire de la qualité de l'eau distribuée met en exergue certains secteurs où des dépassements récurrents des normes sont observés. Les paramètres en cause sont majoritairement des pesticides. 94% de la population a été alimenté par une eau conforme aux limites de qualité pour les pesticides.

HABITAT ET ESPACES CLOS

En Normandie en 2013, selon la définition donnée par la loi MOLLE 2009 (mobilisation pour le logement et la lutte contre l'exclusion), 5% des résidences principales du parc privé étaient potentiellement indignes soit 58000 logements pour un total de 118000 personnes potentiellement exposées [17].

La pollution de l'air intérieur par divers gaz, particules ou micro-organismes peut provoquer l'apparition ou l'aggravation de maladies respiratoires chroniques ou aiguës, d'allergies, de crises d'asthme ou même d'asphyxie au monoxyde de carbone.

La maison est généralement synonyme de lieu protégé et sûr, mais les espaces clos ont la particularité d'avoir tendance à accumuler tout type de polluant (indépendamment de la localisation de la source, interne/externe) et peuvent en fait atteindre des concentrations bien plus élevées qu'à l'extérieur.

Si l'on ajoute que les Français passent 70 à 90 % de leur temps à l'intérieur, dont les 2/3 dans leur propre maison, et que ces pourcentages ont tendance à être encore plus élevés pour les jeunes enfants de moins de 3 ans. Aussi, l'habitat et les lieux clos sont des milieux de vie à risque majeur d'exposition.

L'air dans les espaces clos est affecté par :

- sources externes situées à proximité des bâtiments;
- sources intérieures : produits de nettoyage usagés, matériaux de construction (amiante, plomb), mobilier (source de composés organiques volatils), la présence d'animaux et d'activités (bricolage, décoration...);
- les conditions de ventilation.

La principale source de dégradation de la qualité de l'air intérieur est l'homme lui-même par sa respiration et l'ensemble de ses comportements et activités au sein du bâtiment.

Ceci est particulièrement important en ce qui concerne les locaux d'enseignement, car les salles de classe peuvent accueillir 20 à 30 personnes. Une campagne de mesure dans les écoles (primaires, secondaires et maternelles) menée par l'OQAI (Observatoire de la qualité de l'air intérieure) en 2009-2011, a montré que le renouvellement permanent de l'air est un moyen efficace de réduire les concentrations de polluants et de maintenir une bonne qualité de l'air intérieur [17].

Le radon, un risque spécifique en Normandie méconnu

La Normandie est l'une des régions les plus exposées au risque lié au radon (spécifiquement la partie ouest). L'exposition au radon serait à l'origine de près de 3 000 décès par cancer du poumon chaque année (IRSN, Santé publique France), soit 10 % des victimes du cancer du poumon ce qui en ferait la deuxième cause de décès par cancer du poumon, juste derrière le tabac et au même niveau que le tabagisme passif. Le risque est nettement plus élevé chez les fumeurs, l'interaction entre le radon et le tabac multipliant par trois le risque de cancer du poumon (Institut national du cancer).



Pourtant, parmi les 34 sujets étudiés dans le baromètre de l'IRSN sur la perception des risques par les Français, la présence de radon dans les habitations figure parmi les dangers les moins redoutés. En 2017, seuls 12 % des enquêtés estiment à contrario qu'il représente un risque élevé.

Dans les 31 départements les plus concernés par la présence de radon seulement 29 % des enquêtés savaient de quoi il s'agit et seulement 21 % sont conscients d'être exposés à ce type de risque [22].

BRUIT

L'exposition au bruit a des conséquences néfastes sur la santé, par ses effets directs sur l'appareil auditif parfois irréversibles, et sur la qualité de vie, l'état psychologique, le stress et le sommeil qui sont des facteurs ayant un impact sur les pathologies cardiovasculaires.

Les connaissances permettent de dire que l'exposition à des niveaux sonores élevés peut provoquer des séquelles auditives irréparables chez le fœtus dans les trois derniers mois de grossesse. En effet, aucun dispositif ne peut protéger le fœtus en dehors de l'évitement des forts niveaux sonores.

Population particulièrement vulnérable également, les oreilles d'un bébé ou d'un enfant sont plus fragiles que celles d'un adulte.

Il existe suffisamment de preuves scientifiques des effets du bruit ambiant chez les enfants sur la sécrétion d'hormones de stress notamment les catécholamines, la gêne, le bien-être et les effets cognitifs tels que la compréhension de la lecture, la mémoire à long terme et les performances aux tests standardisés

En Normandie, les cartes stratégiques d'exposition au bruit élaborées dans les communes de plus de 10 000 habitants indiquent qu'au moins 37000 personnes sont potentiellement exposées aux abords des infrastructures routières de transports à des niveaux sonores de plus de 65 dB(A) nécessitant des plans de prévention de bruit dans l'environnement (PPBE).

De plus une étude de la santé scolaire menée en 2012-2013 auprès des jeunes collégiens de 5^{ème} de Seine Maritime et de l'Eure montre que près de 8% d'entre eux présentent déjà des troubles auditifs mesurables.

EXPOSITION LIEES AUX SITES ET SOLS POLLUES

Le sol est un milieu de l'environnement en lien étroit avec les autres milieux (eau et air) et les populations qui séjournent dessus ou à proximité. Il existe de multiples voies d'exposition en résultant, notamment par ingestion ou par inhalation :

- l'ingestion de terre et poussières de sol notamment par les enfants, particulièrement exposés en raison de leur comportement. Lors de jeux à même le sol, ils peuvent ingérer directement la terre déposée sur les mains ou les objets qu'ils portent à la bouche ;
- l'ingestion de produits du potager cultivés sur des terres polluées ;
- l'ingestion d'eau contaminée, conséquence du transfert d'un produit présent dans le sol vers la nappe phréatique ou de phénomènes de migration vers les réseaux d'adduction en eau potable ;
- l'inhalation de poussières, gaz et vapeurs, conséquence de la volatilisation éventuelle d'un polluant.

Les polluants les plus couramment retrouvés dans les sols pollués peuvent avoir des effets à long terme sur la santé humaine en cas d'exposition en fonction des doses reçues. Les effets peuvent être systémiques (altération d'organes tels que le rein, le foie ou le cerveau), cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction... Les effets sur la santé varient en fonction des polluants et de leurs concentrations ainsi que des voies d'exposition et des durées d'exposition.

En mai 2016, la Normandie compte 465 sites et sols pollués (source BASOL), soit 7 % des sites pollués français. Parmi eux, 195 disposent d'une surveillance, 111 justifient l'absence de surveillance, et 159 sites ne disposent pas encore de surveillance.

Depuis plusieurs années, des diagnostics, pilotés par le niveau national, sont mis en oeuvre sur les lieux accueillant des enfants et adolescents situés sur ou à proximité d'anciens sites identifiés dans la base

de données BASIAS, afin de mettre en évidence d'éventuelles situations préoccupantes, nécessitant des mesures correctives sur l'environnement, voire la mise en place de mesures de prise en charge sanitaire. À l'échelle de la Normandie, 83 établissements ont été ciblés. Fin mai 2016, des diagnostics sont engagés ou réalisés pour 45 d'entre eux. L'effort se poursuit depuis.

EXPOSITION AU PLOMB ET SATURNISME INFANTILE

Le saturnisme est une intoxication au plomb qui s'introduit dans l'organisme par les voies digestives ou respiratoires. Il atteint principalement les reins, la moelle osseuse (globules rouges) et le système nerveux.

Au moment de la grossesse, le plomb qui a pu être stocké dans les os de la mère, passe dans le sang et contamine le fœtus, puis se retrouve dans le lait maternel et contamine le nourrisson pendant la période d'allaitement. Chez l'enfant, l'absorption de plomb entraîne des troubles à l'acquisition de certaines fonctions cérébrales supérieures ; ceci est cause de retards intellectuels, de difficultés d'apprentissage, de troubles psychomoteurs avec agitation, d'irritabilité et de troubles du sommeil, et au-delà un ralentissement de la croissance. Ces effets peuvent être irréversibles et survenir à partir de faibles niveaux d'imprégnation.

Les principales expositions à risque de saturnisme chez l'enfant sont :

- l'habitat : les poussières et les écailles de peinture au plomb (céruse) présentes dans les logements construits avant 1949 ;
- l'eau du robinet contaminée par des canalisations en plomb en particulier en présence d'eaux agressives ;
- les activités professionnelles ou de loisirs pratiquées par l'entourage de l'enfant ou le jeu lui-même : vitraux, céramiques, objets émaillés, tir sportif, recyclage de certains produits...
- les vaisselles artisanales, certains cosmétiques traditionnels (Khöl, surma) ou remède traditionnels ;
- des expositions liés à des sites et sols pollués ou d'origine industrielle.

Lorsqu'ils sont exposés à la présence de plomb dans l'environnement, les enfants, particulièrement ceux âgés de moins de 6 ans, constituent une population à risque pour plusieurs raisons :

- pendant les premières années de sa vie, l'enfant porte spontanément les mains et les objets à la bouche. Il ingère ainsi une grande quantité de poussières (97,98). Dans certaines conditions, ce comportement peut aller jusqu'à l'ingestion de particules non alimentaires (syndrome de PICA) telles que des écailles de peintures ;
- son système nerveux est toujours en développement ;
- un taux d'absorption digestif du plomb plus élevé que chez l'adulte.

Sur la période 2006-2018, 28 cas de saturnisme ont été diagnostiqués en Normandie, dont 17 depuis l'abaissement du seuil de plombémie en 2015 (de 100 µg/L à 50µg/L). Même si les dernières données des études (cohorte elfe et étude de prévalence du saturnisme infantile) mettent en exergue une diminution du nombre de cas de saturnisme infantile, l'exposition au plomb des plus jeunes demeure un enjeu de santé publique en Normandie au regard du potentiel d'exposition lié au parc ancien important de logements et bâtiments accueillant des jeunes enfants.

La faible prévalence et l'absence de signes cliniques chez la plupart des enfants imprégnés soulignent l'importance de cibler les populations à risque pour les efforts de dépistage. Il est particulièrement important d'interroger les familles sur les facteurs associés à une plombémie plus élevée (enfant né à l'étranger, fort comportement " main-bouche ", bénéficiaires de la CMUc, mère née en Afrique,

parents locataires de leur logement, nombre de résidents/nombre de pièces $\geq 1,5$, présence d'autres enfants intoxiqués dans la famille/le quartier).

LES EXPOSITIONS A DES PERTURBATEURS ENDOCRINIENS

Les expositions environnementales, même à faibles doses, peuvent avoir des effets biologiques particulièrement importants à certaines étapes de la vie (vie embryonnaire et fœtale, petite enfance, puberté, etc.) Ces expositions peuvent affecter la fertilité ou le développement de l'appareil reproducteur. L'impact de l'exposition aux agents chimiques et en particulier aux perturbateurs endocriniens (bisphénol A, phtalates, composés perfluorés, parabènes, retardateurs de flamme...) sur la fonction de reproduction masculine et féminine est aujourd'hui mieux étudié (cf annexe). Les principales sources d'expositions

Depuis 2011, Santé Publique France (à l'époque, InVS) publie les résultats d'études nationales sur les malformations urogénitales (cryptorchidie, hypospadias), le cancer du testicule et la qualité du sperme. Ces différentes études indiquent une diminution de la qualité des spermatozoïdes [23]; l'importance de la qualité du sperme, l'importance de l'augmentation du nombre de couples ayant des difficultés à concevoir en France et l'augmentation du nombre de cancers du testicule en Europe, le cancer du sein et les malformations congénitales. Si les études nationales sur le lien entre les troubles de la reproduction et les perturbateurs endocriniens sont de plus en plus fréquentes, les analyses des variations géographiques, notamment de la qualité du sperme, de la fréquence des malformations urogénitales et de l'incidence du cancer du testicule sont difficilement exploitables (différences de méthodes d'enquête, évolution des pratiques médicales ou du codage du PMSI dans le temps et entre les territoires...).

Aussi, nous ne disposons pas de données spécifiques à l'exposition de la population Normande.

Conclusions

Les éléments de connaissance, présentés ici, relatifs aux risques pour la santé des enfants dès la période préconceptionnelle confirment que l'exposition aux contaminants de l'environnement est un enjeu majeur de santé publique durant la période des 1000 premiers jours de l'enfant.

Par ailleurs, la Région Normandie présente des particularités qui nécessitent une attention particulière afin de tenir compte :

- des caractéristiques sociodémographiques qui montrent des inégalités sociales et territoriales marquées dans la population ;
 - o une répartition inégale de la population des femmes en âge de procréer à l'échelle de la Normandie avec une proportion de la population plus jeune dans l'Eure notamment ;
 - o des situations de fragilité plus importante chez les femmes et des jeunes enfants : famille monoparentale, proportion de grossesse précoce supérieure à la moyenne nationale, situation de précarité

- des inégalités territoriales d'expositions aux facteurs de l'environnement qui accroissent encore les inégalités ;
- des caractéristiques d'exposition qui sont spécifiques à notre région pour certains contaminants de l'environnement (radon, polluants liés à un habitat ancien, à la présence de sites et sols pollués...).

Cela justifie que des politiques publiques ambitieuses de prévention et de promotion de la santé soient engagées pour prévenir et promouvoir un environnement favorable à la santé et au développement de l'enfant et à l'accompagnement des parents, au plus près des besoins en faveur des 1000 premiers jours.

Il s'agira notamment de contribuer à réduire les expositions des femmes enceintes et des jeunes enfants aux polluants de l'environnement, de renforcer les compétences des professionnels de santé, de la petite enfance en santé environnement et de les accompagner dans l'évolution des pratiques. Il s'agit également de mettre en place des ressources pour accompagner les parents en portant une attention particulière aux situations de fragilité et réduire les inégalités sociales et territoriales de santé.

ANNEXE

Principaux facteurs de risques environnementaux et effets pour la santé des femmes enceintes et les 0-3 ans : revue bibliographique

Facteur de risque	Sources et modes d'exposition	Effets sur la santé
Contaminants chimiques	<p>Hydrocarbures ou huiles minérales (benzène, essence, alcool éthylique, méthanol, phénol, styrène, toluène, trichloréthylène, xylène, etc.):</p> <p><u>Benzène</u> Précurseur important pour la synthèse de nombreux composés organiques: matières plastiques, caoutchoucs synthétiques, solvants, plastifiants, détergents, parfums, colorants, additifs alimentaires, médicaments, pesticides, explosifs, etc.. Les principales voies d'exposition de la population au benzène sont les vapeurs d'essence, les gaz d'échappement, les émanations industrielles, la fumée de cigarette ainsi que la combustion du bois.</p> <p><u>Formaldéhyde</u> A température ambiante, le formaldéhyde est un gaz incolore, suffocant et inflammable. Il est souvent commercialisé sous forme liquide (appelée couramment formol). Le formaldéhyde est utilisé comme désinfectant ou biocide, comme fixateur et comme liant dans des résines (produits de bricolage, entretien, revêtements des murs, sols, meubles, plastiques, etc). Il s'agit d'un sous-produit de la combustion et de certains autres processus naturels et on le trouve donc également dans: les émissions des appareils à combustible non ventilés comme les cuisinières à gaz ou les chauffages d'appoint au kérosène et la fumée de cigarette. Ses effets toxiques s'exercent par voie aérienne et localement par exposition directe. Il est fréquemment présent dans l'air intérieur et sa concentration dans l'air des logements est jugée importante en France.</p> <p><u>Trichloréthylène</u> IL sert surtout au dégraissage à la vapeur des pièces métalliques dans les industries de l'automobile et des métaux. Il sert aussi de composante d'adhésifs et de solvant dans les décapants à peinture, les lubrifiants, les peintures, les vernis, les pesticides, les nettoyeurs à froid pour métaux, les caoutchoucs et les élastomères. Il est utilisé comme caloporteur à basse température et comme intermédiaire chimique dans la production de</p>	<p>Irritants des yeux, du nez et des voies respiratoires [24]. Benzène, formaldéhyde et trichloréthylène : classés cancérogènes de catégorie 1B par le CIRC.</p> <p>L'exposition chronique au benzène à de faibles doses, augmenterait significativement le risque de leucémie aigüe chez l'enfant [25].</p> <p>Avortement spontané et perte fœtale [26] [27] [28] [29] [30] [31]</p> <p>Diminution du poids du fœtus et du poids de naissance [32] [33]</p> <p>Malformations congénitales [31] [33] [34] [35] [36] [37]</p>
Contaminants organiques		

	<p>produits pharmaceutiques, d'agents chimiques ignifuges et d'insecticides. Il est utilisé dans la phosphatation des métaux, la transformation des textiles, la production de chlorure de vinyle et les opérations aérospatiales. L'exposition au TCE se produit principalement par le biais de l'eau potable contaminée.</p> <p>Produits organiques industriels</p> <p><u>PCBs (biphényles polychlorés)</u> Utilisés comme isolants et lubrifiants industriels; interdits dans les années 1970, mais persistants dans les chaînes alimentaires aquatiques et terrestres, ce qui entraîne une exposition par ingestion.</p> <p><u>PFAS (per- and polyfluoroalkyl substances)</u> Composés organofluorés artificiels largement utilisés, avec nombreuses applications industrielles et de produits de consommation produits de consommation ; par exemple, les PFOS et PFOA, qui sont utilisés dans la fabrication du Teflon antiadhésif et d'autres produits de produits de cuisson de marque et dans les emballages en contact avec les aliments pour en contact avec les aliments, afin de conférer une résistance aux graisses, aux aux assiettes, aux récipients alimentaires, aux sacs et aux emballages qui entrent en en contact avec les aliments; persiste dans l'environnement ; exposition professionnelle des travailleurs et de la population générale exposition par inhalation, ingestion et contact cutané.</p> <p><u>PBDEs (éthers diphényliques polybromés)</u> Retardateurs de flamme qui persistent et se bio-accumulent dans l'environnement; on les trouve dans les meubles, les textiles, les moquettes, les appareils électroniques et les plastiques qui sont mélangés, mais pas liés, à la mousse ou au plastique.</p>	<p>Faible poids à la naissance [38] Exposition prénatale et développement d'un comportement associé au trouble de déficit de l'attention/hyperactivité [39] Exposition in utéro et réduction du quotient intellectuel [40] Exposition pré- et post-natale et fonction pulmonaire réduite pendant l'enfance [41]</p> <p>Hypertension induite par la grossesse et pré-éclampsie [42] Réduction du poids à la naissance [43] [44] Réduction de la croissance fœtale [45] Risque accru de maladie thyroïdienne chez l'enfant (1-17 ans) [46] Cancérogène suspecté [47]</p> <p>Exposition prénatal et altération du neurodéveloppement [48] Réduction de l'attention soutenue et des capacités de manipulation fine [49]</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p><u>BPA</u> Produit chimique intermédiaire pour le plastique et les résines de polycarbonate; présent dans les produits de consommation et les emballages; exposition par inhalation, ingestion et absorption cutanée.</p> <p><u>Triclosan</u> Composé aromatique chloré synthétique avec des propriétés antibactériennes; utilisé dans de nombreux produits de consommation tels que savons antibactériens, déodorants, dentifrices, cosmétiques, dentifrice, cosmétiques, tissus, plastiques et autres produits. L'ingestion, le contact cutané, et la consommation d'aliments et d'eau potable contaminés.</p> <p><u>Parabènes</u> Conservateurs les plus couramment utilisés dans les produits cosmétiques, notamment le maquillage, les crèmes hydratantes, les produits de soins capillaires et les produits de rasage; également utilisés dans les aliments et les médicaments; exposition par absorption cutanée et ingestion.</p> <p><u>Phtalates</u> Dérivé synthétique; utilisé dans une variété de biens de consommation tels que les dispositifs médicaux, les matériaux de nettoyage et de construction, les produits de soins personnels, les cosmétiques, les produits pharmaceutiques, la transformation des aliments et les jouets; l'exposition se produit par ingestion, inhalation et absorption cutanée.</p> <p><u>Ethers de Glycol (EG)</u> Les éthers de glycol (GE) sont des solvants oxygénés très miscibles à l'eau et aux huiles. Leur faible toxicité aiguë a favorisé leur inclusion dans un grand nombre de produits utilisés dans le</p>	<p>Reprotoxique [50] [51]; agressivité et hyperactivité chez les enfants de sexe féminin [52] Troubles du comportement chez les filles âgées de 3 ans [53] Réduction du TSH néonatale chez les garçons [54] Positivement associé aux problèmes relationnels à 3 ans et à l'hyperactivité-inattention à 5 ans [55]</p> <p>L'exposition pendant la grossesse diminue la thyroxine maternelle, fœtale et néonatale précoce [56] Exposition prénatale associé aux troubles émotionnels [55]</p> <p>Activité œstrogénique in vitro (28), d'autres études sont nécessaires pour déterminer leur impact sur la santé de la reproduction et du développement. Exposition pré- et post-natale et fonction pulmonaire réduite pendant l'enfance [41]</p> <p>Âge gestationnel raccourci [57] Développement de l'appareil reproducteur masculin (distance anogénitale réduite) [58] Exposition prénatale et réduction de la fonction exécutive à l'âge de 4-9 ans [59] Exposition pré- et post-natale et fonction pulmonaire réduite pendant l'enfance [41] L'exposition prénatale au Mono-n-butyl phtalate (MnBP) est positivement associée au comportement d'intériorisation, aux problèmes relationnels et aux symptômes émotionnels à 3 ans. Le phtalate de monobenzyle (MBzP) était également associé de manière positive à un comportement d'intériorisation et à des problèmes relationnels à 3 ans.</p> <p>Une exposition prénatale aux éthers de glycol diminue les capacités cognitives chez les enfants de 6 ans [60].</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>cadre professionnel et domestique, y compris les peintures à l'eau, les produits de nettoyage, les savons liquides, les cosmétiques et même certains produits pharmaceutiques. L'exposition à GE se produit principalement par inhalation et par voie cutanée.</p> <p>Phytosanitaires (organochlorés, organophosphorés, pyréthroïdes, carbamates...)</p> <p>Appliqué en grandes quantités dans les milieux agricoles, communautaires et domestiques; peut être ingéré, inhalé et absorbé par la peau; les voies d'exposition comprennent les aliments, l'eau, l'air, la poussière et le sol.</p>	<p>Les éthers de glycol sont suspectés d'entraîner des effets toxiques sur la reproduction et le développement chez l'homme (diminution de la fertilité masculine, augmentation du risque d'avortements spontanés, malformations fœtales) et hémato-toxicité [47].</p> <p>Altération de la croissance fœtale [61] Altération du développement cognitif [62] [63] Altération du neurodéveloppement: risque accru de troubles envahissants du développement à l'âge de 2 ans [64], augmentation des problèmes d'attention et des comportements de trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité à l'âge de 3 ans [65], et réduction des capacités de mémoire de travail et du quotient intellectuel à l'âge de 7 ans [62] [66]. Susceptibilité accrue au cancer des testicules [67] ; Cancers de l'enfant (leucémie [68] [69] [70] et tumeur cérébrale [71]</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Gaz produits par combustion</p>	<p><u>PM10 et PM2,5</u></p> <p>On distingue les particules PM10 (de taille <10 µm) et les particules PM2,5 (< 2,5 µm). Les plus fines sont néfastes pour la santé car elles peuvent pénétrer profondément dans l'appareil respiratoire. La principale source dans les villes européennes est le trafic routier, en particulier les véhicules diesel.</p> <p><u>Oxydes d'azote (NOx)</u></p> <p>Les NOx sont émis lors des combustions fossiles que l'on trouve dans certains transports, procédés industriels, ou centrales d'énergie.</p> <p><u>Dioxyde de soufre (SO2)</u></p> <p>Produit par la combustion des combustibles fossiles. La majeure partie du SO2 rejeté dans l'air provient des industries, la contribution des transports est faible (excepté le transport maritime).</p> <p><u>Monoxyde de carbone (CO)</u></p> <p>Gaz incolore et inodore, produit par les combustions incomplètes de combustibles</p>	<p>L'exposition postnatale aux principaux composants de la pollution atmosphérique (NO2, particules fines, carbone noir, SO2, etc.) est corrélée à une incidence accrue de respiration sifflante et d'asthme [72] [73] [74].</p> <p>L'exposition prénatale au NO2, SO2 et aux PM10 à un risque augmenté de respiration sifflante et de développement de l'asthme dans l'enfance [75].</p> <p>La méthylation d'ADORA2B, un gène dont l'expression a été précédemment associée à l'hypoxie et à la pré-éclampsie, a été systématiquement retrouvée sensible aux polluants atmosphériques [76]</p> <p>Association entre l'utilisation de combustibles issus de la biomasse, le faible poids de naissance et le séjour dans une unité de soins néonataux [77]</p> <p>Le CO se lie à l'hémoglobine du sang en formant un composé physiologiquement inactif appelé carboxyhémoglobine. Ce dernier empêche l'oxygénation correcte des organes, notamment du cœur et du cerveau,</p>

	<p>organiques dont la plupart des combustibles utilisés dans les transports. C'est un gaz toxique qui se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine. Même dans les centres urbains très fréquentés, les concentrations de CO dépassent rarement les normes recommandées pour la protection de la santé. Le véritable danger de ce gaz est lié à son accumulation potentielle dans les habitations en présence d'appareils de chauffage défectueux et/ou mal entretenus et d'une ventilation insuffisante des pièces.</p>	<p>provoquant essentiellement la mort par asphyxie. L'exposition au SO₂ peut provoquer une irritation des voies respiratoires.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Contaminants inorganiques</p>	<p><u>Perchlorate</u> Utilisé pour produire du carburant pour fusées, des feux d'artifice, des fusées éclairantes et des explosifs et peut également être présent dans l'eau de Javel et dans certains engrais ; la principale voie d'exposition est l'eau potable provenant d'eaux de ruissellement contaminées.</p> <p>Métaux lourds</p> <p><u>Cadmium</u> utilisé dans les piles, les pigments, les revêtements métalliques et les plastiques; pour les non-fumeurs, l'exposition est principalement due à l'alimentation (mollusques, abats, céréales comme le riz et le blé, légumes à feuilles et certaines racines comme la pomme de terre, la carotte et le céleri-rave) (43, 44); pour les fumeurs, l'exposition se produit principalement par la fumée de tabac.</p> <p><u>Plomb</u> L'exposition professionnelle se produit dans la fabrication/recyclage de batteries, la fusion, la réparation de voitures, la soudure, le brasage, le nettoyage/tirage d'armes à feu, la fabrication de vitraux/bijoux ; l'exposition non professionnelle se produit dans les vieilles maisons où des peintures à base de plomb ont été utilisées, dans ou sur certains jouets/bijoux pour enfants, les conduites d'eau, les céramiques/poterie importées, les remèdes à base de plantes, les</p>	<p>Altération de la fonction thyroïdienne chez les nouveau-nés [78]</p> <p>Altérations des signatures épigénétiques dans l'ADN (méthylation de l'ADN) du placenta et des nouveau-nés [79] Exposition périnatale et réduction du quotient intellectuel [80] Exposition prénatale et risque accru de problèmes émotionnels chez les garçons de 7 à 8 ans [81] Exposition pré- et post-natale et fonction pulmonaire réduite pendant l'enfance [41] La dose hebdomadaire tolérable de cadmium, basée sur les effets potentiels de néphrotoxicité, est dépassée par une forte proportion d'enfants de moins de 3 ans. La néphrotoxicité résulte de l'accumulation de cadmium dans les reins et apparaît généralement après une exposition à long terme (40-50 ans).</p> <p>Altérations de la méthylation génomique [82] Altération du neurodéveloppement (diminution de la fonction cognitive, diminution du quotient intellectuel, augmentation de l'incidence des comportements liés à l'attention et des problèmes de comportement antisocial, et diminution de l'audition mesurée chez les enfants, réduction du développement intellectuel) [83] [84]</p>

		<p>cosmétiques traditionnels, les teintures capillaires, les sols contaminés, les jouets, les bijoux fantaisie.</p> <p><u>Mercur</u> Les centrales électriques au charbon en sont la principale source; exposition humaine primaire par la consommation de fruits de mer contaminés</p>	<p>Réduction des performances cognitives [85] [86] Altération du développement neurologique [87] [88] Diminution des résultats psychomoteurs [89] Déficits neurocomportementaux [90]</p>
Contaminants physiques	Champs électromagnétiques de très basse fréquence	<p>Les champs de fréquences extrêmement basses (Extremely Low Frequency) comprennent les champs de courant alternatif et d'autres rayonnements électromagnétiques non ionisants de 1 Hz à 300 Hz. Les champs ELF à 60 Hz sont produits par les lignes électriques, le câblage électrique et les équipements électriques.</p>	<p>Une association statistique entre exposition aux champs magnétiques extrêmement basses fréquences et leucémie infantile a été observée par différentes études épidémiologiques. Toutefois, à ce jour, les études qui ont été conduites pour déterminer un mécanisme biologique de cet effet n'ont pas été concluantes. Elles ont porté notamment sur des animaux et sur des systèmes cellulaires humains in vitro [91].</p> <p>Dans ce contexte, le CIRC a classé en 2002 le champ magnétique de fréquences 50/60 Hz comme cancérigène possible pour l'homme (catégorie 2B).</p> <p>Absence d'associations avec la prématurité et l'hypotrophie [92].</p> <p>Les données actuelles ne permettent pas de conclure à l'existence ou non d'un effet sur : comportement; fonctions auditives; effets tératogènes et développement; système reproducteur mâle et femelle; effets cancérigènes; système immunitaire; toxicité systémique.</p> <p>Les données actuelles permettent de conclure à un effet possible des champs électromagnétiques chez l'enfant sur: fonctions cognitives et bien-être.</p>
	Radiofréquences	<p>Le terme radiofréquence, désigne une fréquence d'onde électromagnétique située entre 3 kHz et 300 GHz (entre 3×10^3 et 3×10^{11} Hz), ce qui inclut les fréquences utilisées par différents moyens de radiocommunication, notamment la téléphonie mobile, le Wi-Fi ou la radiodiffusion, ainsi que des signaux destinés à d'autres usages comme les radars ou les fours à micro-ondes.</p> <p>Il existe de nombreux appareils radioélectriques à destination des enfants. Ceux-ci peuvent être à</p>	<p>Effets possibles des radiofréquences sur les fonctions cognitives et le bien-être [93]</p>

	usage récréatif, tels que les jouets radiocommandés, ou à usage de surveillance, tels que les veille-bébés.	
Radon	Gaz radioactif d'origine naturelle retrouvé sur l'ensemble de la surface terrestre. Il est issu de la désintégration radioactive de l'uranium présent dans la croûte terrestre. Comme tous les gaz, il a une forte capacité à s'accumuler dans les espaces fermés, notamment dans l'atmosphère des bâtiments. Il est souvent le plus gros contributeur à la dose d'un individu pour la radioactivité naturelle, avec cependant de fortes disparités géographiques	Cancer du poumon (reconnu cancérigène certain par le CIRC depuis 1987) Deuxième cause de cancer du poumon, derrière le tabac et devant l'amiante : 9,8% des cas de cancer du poumon seraient dus au radon. L'interaction entre le radon et le tabac multiplie par 3 le risque de cancer du poumon [94].
Bruit	Résultat d'une émission sonore se propageant en vibration dans l'air, le bruit se caractérise par sa fréquence (mesurée en Hz), son niveau (mesuré en dB) et sa durée. Fonction à la fois de cette durée, de son intensité, de son origine mais également des perceptions individuelles, la pollution sonore regroupe une grande variété de bruits (bruit de fond ou bruit émergent, bruit répété ou non, etc.).	L'exposition professionnelle des femmes enceintes au bruit, pendant les derniers 3 mois de grossesse, est un facteur de risque de déficience auditive de l'enfant [95]. Ils existent suffisamment de preuves des effets du bruit ambiant chez les enfants sur la sécrétion de catécholamines, la gêne, le bien-être et les effets cognitifs tels que la compréhension de la lecture, la mémoire à long terme et les performances aux tests standardisés [96].
Nanomatériaux	Il y a convergence pour considérer que les nanomatériaux sont des matériaux dont la taille est comprise entre 1 et 100 nanomètres environ. Cette taille leur confère des propriétés physiques, chimiques et biologiques particulières (forte capacité à franchir les barrières physiologiques, interactions possibles avec des biomolécules, persistance dans l'environnement). En raison des nombreuses applications innovantes l'utilisation des nanomatériaux est en plein essor et, désormais, ils entrent dans la composition de nombreux produits de la vie courante disponibles sur le marché: <ul style="list-style-type: none"> • en informatique et électronique : nano-argent comme agent antibactérien pour les claviers et les souris d'ordinateur; • en médecine: transport ciblé de substances actives (vectorisation), agents de contraste pour l'imagerie médicale, table d'opération antibactérienne; • cosmétiques et produits d'hygiène: crèmes solaires à filtre anti-ultraviolet, dentifrice 	Les <u>nanotubes de carbone</u> ont montré des effets génotoxiques en vitro, des effets tératogènes (pouvant provoquer un développement anormal de l'embryon en l'absence de toxicité chez la mère), des effets pathologiques respiratoires (tels que la formation de granulomes, la fibrose) et des effets cancérigènes (mésothéliomes) [97]. L'exposition gestationnelle quotidienne répétée aux <u>gaz d'échappement des moteurs diesel</u> à des niveaux proches de la pollution urbaine peut affecter le développement foeto-placentaire de la première et de la deuxième génération [98]. Le <u>TiO₂</u> sous forme nano-particulaire est classé cancérigène possible pour l'homme (2B) par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) depuis 2007. Perturbateur des fonctions cérébrales [99].

	<p>contenant des nanoparticules de dioxyde de silicium abrasives, sèche-cheveux ou sparadrap contenant du nano-argent comme agent antibactérien;</p> <ul style="list-style-type: none"> • alimentation: les nanoparticules de dioxyde de silicium utilisées comme anti-mottant par exemple dans le sel de cuisine; • bâtiments et travaux publics: peintures et lasures, vitres autonettoyantes; • sports et loisirs: raquettes de tennis contenant des nanotubes de carbone pour la résistance mécanique, peluches contenant du nano-argent comme agent antibactérien 	
Agents biologiques	<p>Moisissures, algues vertes, cyanobactéries, parasites (acariens), pollens (bouleau, graminées, ambrosie).</p> <p>L'Ambrosie est une plante invasive originaire d'Amérique du nord et capable de se développer rapidement dans de nombreux milieux (parcelles agricoles, bords de route, chantiers, friches, etc.). C'est également une menace pour l'agriculture (pertes de rendement dans certaines cultures) et pour la biodiversité (concurrence avec certains végétaux en bords de cours d'eau).</p> <p>Les algues vertes prolifèrent sur les côtes, nourries par les pratiques agricoles intensives (nitrate + azote + phosphore). Lorsqu'elles sont en mer ou déposées depuis peu sur la plage, les algues vertes ne représentent aucun danger pour la santé. En revanche, leur décomposition au soleil produit H₂S (hydrogène sulfuré), gaz dangereux pour l'homme comme pour l'animal.</p>	<p>L'exposition aux micro-organismes intérieurs au début de la vie a été associée à des maladies respiratoires notamment asthme et allergies [100]</p> <p>Son pollen provoque de fortes réactions allergiques (rhinites, etc.) chez les personnes sensibles. Plante largement répandue et difficile à éradiquer [101]</p> <p>Selon le niveau d'exposition à l'hydrogène sulfuré, les signes vont de l'irritation des muqueuses oculaire et respiratoire à l'œdème pulmonaire parfois retardé accompagné de troubles neurologiques (céphalée, coma, convulsion) et du rythme cardiaque. Ces effets, lorsqu'ils n'entraînent pas le décès, peuvent laisser des séquelles neurologiques. Les effets chroniques ne sont pas spécifiques, il s'agit d'effets irritants (conjonctivite, œdème cornéen, rhinite, bronchite, dermatite), de troubles digestifs et neurologiques plus ou moins sévères.</p>

Bibliographie

- [1] Organisation mondiale de la Santé, «Inégalités en matière d'environnement et de santé en Europe. Deuxième rapport d'évaluation.,» Copenhagen, 2019.
- [2] S. P. France, «Rapport de la commission des 1000 premiers jours,» 2020.
- [3] J. Bruckner, «Differences in sensitivity of children and adults to chemical toxicity: the NAS panel report.,» *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, vol. 31, n° 13, pp. 280-285, 2000.
- [4] G. C. M. D. R. Scheuplein, «Differential sensitivity of children and adults to chemical toxicity. I. Biological basis.,» *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, vol. 35, n° 113, pp. 429-447, 2002.
- [5] WHO, «Children's health and environment. Developing action plans.,» 2005.
- [6] «Asian Intensive Care: problems & solutions,» chez *International Intensive Care conference*, Hong Kong, 2007.
- [7] USDA, «Infant Nutrition and Feeding: A Guide for Use in the WIC and FSF Programs,» 2009.
- [8] M. N. S. Needs, «Human Water Needs,» *Nutrition Reviews*, vol. 63, pp. S30-S39, 2005.
- [9] 1. N. Lambert, «Génétique et transmission transgénérationnelle,» *Cahiers de psychologie Clinique*, vol. 2, n° 143, 2014.
- [10] M. B. G. M. H. C. Lupien S J, «Effects of stress throughout the lifespan on the brain, behaviour and cognition,» *Nature Reviews Neuroscience*, n° 110, pp. 434-445, 2009.
- [11] S. A. D. A. D. S. L. B. S. M. e. McGowan PO, Epigenetic regulation of the glucocorticoid receptor in human brain associates with childhood abuse, 2009.
- [12] M. M. D. M. C. M. J. Milagro FI, Dietary factors, epigenetic modifications and obesity outcomes: Progresses and perspectives, 2012.
- [13] T. Benmarhnia, «Considérations, dans les politiques publiques, de l'équité et des inégalités sociales de santé en lien avec l'exposition à la pollution atmosphérique,» 31 10 2017. [En ligne]. Available: <http://lodel.irevues.inist.fr/pollution-atmospherique/index.php?id=6375>. [Accès le 3 2021].
- [14] IREPS Auvergne-Rhône-Alpes, Le rôle de l'environnement sur la santé des femmes enceintes et des enfants de moins de 3 ans, 2020.
- [15] G. L. S. A. e. a. Dereuneaux C., «Imprégnation des femmes enceintes par les polluants de l'environnement en France, 2011,» 2017.

- [16] D. C. D. O. e. a. Pernet C, «Construction of an adaptable European transnational ecological deprivation index: the French version,» *J Epidemiol Community Health*, vol. 66, n° %111, pp. 982-989, 2012.
- [17] ARS Normandie, «Santé Environnement en Normandie : État des lieux PRSE 2017-2021,» 2016.
- [18] INSEE, «Les quartiers prioritaires normands davantage touchés par la monoparentalité, le chômage et l'inactivité des jeunes,» 2019.
- [19] INSEE, «Les Normandes plus exposées que les Normands à la pauvreté du fait de leur situation familiale,» 2019.
- [20] S. L. D. D. E. J. J. N. W. S. J. W. W. P. J. A. Joanna M Gaitens, «Exposure of U.S. children to residential dust lead, 1999-2004: I. Housing and demographic factors,» *Environmental Health Perspectives*, vol. 117, n° %13, pp. 461-7, 3 2009.
- [21] L. O. Hyland C, «Review of take-home pesticide exposure pathway in children living in agricultural areas,» *Environ Res*, n° %1156, pp. 559-70, 2017.
- [22] D. G. C. L. F. B. Colette Menard, «Baromètre santé environnement,» 2007.
- [23] R. M. W. V. D. M. J. R. D. Le Moal J, «Évolution de la concentration spermatique en France entre 1989 et 2005 à partir des données de la base Fivnat,» *Bull Epidémiol Hebd*, vol. 7, n° %19, pp. 98-102, 2012.
- [24] ARS Nouvelle-Aquitaine, «Pollution intérieure : Risques sanitaires pour la femme enceinte et le jeune enfant,» 2016.
- [25] 8. P. Brosselin, «« Acute childhood leukaemia and residence next to petrol stations and automotive repair garages: the ESCALE study (SFCE),» *Occup. Environ. Med.*, vol. 66, n° %19, pp. 598-606, 2009.
- [26] R. E. B. V. B. M. Doyle P, «Spontaneous abortion in dry cleaning workers potentially exposed to perchloroethylene,» *Occup Environ Med*, n° %154, pp. 848-53, 1997.
- [27] S. D. F. J. Sharara FI, «Environmental toxicants and female reproduction,» *Fertil Steril*, n° %170, pp. 613-22, 1998.
- [28] S. G. V. M. H. A. Schettler T, *Generations at risk: reproductive health and the environment*, MIT Press, 1999.
- [29] T. H. L. M. H. K. H. O. Kyyronen P, «Spontaneous abortions and congenital malformations among women exposed to tetrachloroethylene in dry cleaning,» *J Epidemiol Community Health*, n° %143, pp. 346-51, 1989.
- [30] F. P. S. D. S. F. F. J. Hruska KS, «Environmental factors in infertility,» *Clin Obstet Gynecol*, n° %143, pp. 821-9, 2000.

- [31] C. M. K. E. E. T. K. G. McMartin KI, «Pregnancy outcome following maternal organic solvent exposure: a meta-analysis of epidemiologic studies,» *Am J Ind Med*, n° %134, pp. 288-92, 1998.
- [32] J. J. Ahmed P, «Exposure to organic solvents and adverse pregnancy outcomes,» *Hum Reprod*, n° %122, pp. 2751-7, 2007.
- [33] B. S. Hannigan JH, «Reproductive toxicology and teratology of abused toluene,» *Syst Biol Reprod Med*, n° %156, pp. 184-200, 2010.
- [34] B. R. Jones HE, «Inhalant abuse in pregnancy,» *Obstet Gynecol Clin North Am*, n° %123, pp. 153-157, 1998.
- [35] W.-H. L., «Teratogen update: toluene,» *Teratology*, n° %155, pp. 145-51, 1997.
- [36] M. D. G. L. W. T. Stillerman KP, «Environmental exposures and adverse pregnancy outcomes: a review of the science,» *Reprod Sci*, n° %115, pp. 631-50, 2008.
- [37] Council, National Research, «Assessing the human health risks of trichloroethylene: Key Scientific Issues,» The National Academies Press, Washington DC, 2006.
- [38] K. R. Z. M. C. D. Baibergenova A, «Low birth weight and residential proximity to PCB-contaminated waste sites,» *Environ Health Perspect*, n° %1111, p. 1352–7, 2003.
- [39] T. S. B. D. T. P. A. L. K. S. Sagiv SK, «Prenatal organochlorine exposure and behaviors associated with attention deficit hyperactivity disorder in school-aged children,» *Am J Epidemiol*, n° %1171, pp. 593-601, 2010.
- [40] J. S. Jacobson JL, «Intellectual impairment in children exposed to polychlorinated biphenyls in utero,» *N Engl J Med*, n° %1335, pp. 783-9, 1996.
- [41] A. L. e. al., «Early-life exposome and lung function in children in Europe : an analysis of data from the longitudinal, population-based HELIX cohort,» *The Lancet, Planetary Health*, vol. 3, pp. E81-E92, 2019.
- [42] The science panel, C8 probable link reports: probable link evaluation of pregnancy-induced hypertension and preeclampsia, 2011.
- [43] H. L. B. D. B. G. H. J. S. R. e. a. Whitworth KW, «Perfluorinated compounds in relation to birth weight in the Norwegian Mother and Child Cohort Study,» *Am J Epidemiol*, n° %1175, pp. 1209-16, 2012.
- [44] S. Y. S. S. K. S. B. S. K. K. e. a. Washino N, «Correlations between prenatal exposure to perfluorinated chemicals and reduced fetal growth,» *Environ Health Perspect*, n° %1117, pp. 660-7, 2009.
- [45] K. E. S. P. J. P. A. D. S. S. e. a. Lam J, «The Navigation Guide - evidence-based medicine meets environmental health: integration of animal and human evidence for PFOA effects on fetal growth,» *Environ Health Perspect*, n° %1122, pp. 1040-51, 2014.
- [46] The Science Panel, C8 probable link reports: probable link evaluation of thyroid disease, 2012.

- [47] Santé Publique France, «IMPRÉGNATION DE LA POPULATION FRANÇAISE PAR LES ÉTHERS DE GLYCOL,» 2014-2016.
- [48] S. A. K. M. L. S. J. R. R. V. e. a. Herbstman JB, «Prenatal exposure to PBDEs and neurodevelopment,» *Environ Health Perspect*, n° 1118, pp. 712-9, 2010.
- [49] M. L. B. A. V. B. K. S. P. B. A. Roze E, «Prenatal exposure to organohalogenes, including brominated flame retardants, influences motor, cognitive, and behavioral performance at school age,» *Environ Health Perspect*, vol. 117, pp. 1953-8, 2009.
- [50] 21. State of California Environmental Protection Agency Office of Environmental Health Hazard Assessment, The proposition 65 list: chemicals known to the state to cause cancer or reproductive toxicity, 2016.
- [51] O. Y. S. S. M. T. S. K. Sugiura-Ogasawara M, «Exposure to bisphenol A is associated with recurrent miscarriage,» *Hum Reprod*, n° 120, pp. 2325-9, 2005.
- [52] Y. K. D. K. H. R. Y. X. C. A. e. a. Braun JM, «Prenatal bisphenol A exposure and early childhood behavior,» *Environ Health Perspect*, n° 1117, pp. 1945-52, 2009.
- [53] K. A. C. A. Y. K. Y. X. D. K. e. a. Braun JM, «Impact of early-life bisphenol A exposure on behavior and executive function in children,» *Pediatrics*, n° 1128, pp. 873-82, 2011.
- [54] G. R. B. A. H. N. C. A. E. B. e. a. Chevrier J, «Maternal urinary bisphenol a during pregnancy and maternal and neonatal thyroid function in the CHAMACOS study,» *Environ Health Perspect*, n° 1121, pp. 138-44, 2013.
- [55] D. N. A. M. C. J. B. M. D. A. B. H. R. S. a. t. E. M. S. G. Claire Philippat, Group. Prenatal Exposure to Nonpersistent Endocrine Disruptors and Behavior in Boys at 3 and 5 Years, 2017.
- [56] H. J. B. R. Z. R. P. R. D. M. e. a. Paul KB, «Developmental triclosan exposure decreases maternal, fetal, and early neonatal thyroxine: a dynamic and kinetic evaluation of a putative mode-of-action,» *Toxicology*, n° 1300, pp. 31-45, 2012.
- [57] D. F. C. P. G. D. V. A. P. I. R. F. e. a. Latini G, «In utero exposure to di-(2-ethylhexyl)phthalate and duration of human pregnancy,» *Environ Health Perspect*, n° 1111, pp. 1783-5, 2003.
- [58] U.S. Consumer Product Safety Commission., «Chronic Hazard Advisory Panel on Phthaates and Phthalate Alternatives final report,» 2015.
- [59] M. A. C. R. Z. C. S. M. C. A. e. a. Engel SM, «Prenatal phthalate exposure is associated with childhood behavior and executive functioning,» *Environ Health Perspect*, n° 1118, pp. 565-71, 2010.
- [60] G. R. L. M.-I. G. L. A. R. F. T. J. W. C. M. C. L. G. F. J. M. M. L. C. S. C. C. Béranger R, «Prenatal Exposure to Glycol Ethers and Neurocognitive Abilities in 6-Year-Old Children: The PELAGIE Cohort Study.,» *Environ Health Perspect*, vol. 125, n° 14, pp. 684-690, 2017.

- [61] R. V. B. D. C. D. A. H. G. R. e. a. Whyatt RM, «Prenatal insecticide exposures and birth weight and length among an urban minority cohort,» *Environ Health Perspect* , n° %1112, pp. 1125-32, 2004.
- [62] C. J. H. K. K. K. V. M. C. N. e. a. Bouchard MF, «Prenatal exposure to organophosphate pesticides and IQ in 7-year-old children,» *Environ Health Perspect* , n° %1119, pp. 1189-95, 2011.
- [63] W. J. C. J. Z. C. B. D. C. R. e. a. Engel SM, «Prenatal exposure to organophosphates, paraoxonase 1, and cognitive development in childhood,» *Environ Health Perspect* , n° %1119, pp. 1182-8, 2011.
- [64] M. A. B. A. H. K. B. D. J. C. e. a. Eskenazi B, «Organophosphate pesticide exposure and neurodevelopment in young Mexican-American children,» *Environ Health Perspect* , n° %1115, pp. 792-8, 2007.
- [65] G. R. P. F. A. H. H. L. B. D. e. a. Rauh VA, «Impact of prenatal chlorpyrifos exposure on neurodevelopment in the first 3 years of life among inner-city children,» *Pediatrics* , n° %1118, pp. 1845-59, 2006.
- [66] A. S. H. M. P. F. H. L. B. D. e. a. Rauh V, «Sevenyear neurodevelopmental scores and prenatal exposure to chlorpyrifos, a common agricultural pesticide,» *Environ Health Perspect* , n° %1119, pp. 1196-201, 2011.
- [67] C. P. C. R. Cohn BA, «Prenatal DDT exposure and testicular cancer: a nested case-control study,» *Arch Environ Occup Health* , n° %165, pp. 127-34, 2010.
- [68] T. M. K. D. Wigle DT, «A systematic review and meta-analysis of childhood leukemia and parental occupational pesticide exposure,» *Environ Health Perspect* , n° %1117, pp. 1505-13, 2009.
- [69] A. T. T. M. B. A. Y. Q. L. S. e. a. Wigle DT, «. Epidemiologic evidence of relationships between reproductive and child health outcomes and environmental chemical contaminants,» *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* , n° %111, p. 373–517, 2008.
- [70] L. A. H. P. L. D. Van Maele-Fabry G, «Childhood leukaemia and parental occupational exposure to pesticides: a systematic review and meta-analysis,» *Cancer Causes Control* , n° %121, p. 787–809, 2010.
- [71] H. P. L. D. Van Maele-Fabry G, «Parental occupational exposure to pesticides as risk factor for brain tumors in children and young adults: a systematic review and meta-analysis,» *Environ Int* , n° %156, pp. 19-31, 2013.
- [72] H. e. a. Khreis, «Exposure to traffic-related air pollution and risk of development of childhood asthma: a systematic review and meta-analysis,» *Environ Int* , n° %1100, pp. 1-31, 2017.
- [73] J. e. a. Fan, «The impact of PM2.5 on asthma emergency department visits: a systematic review and meta-analysis,» *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 23, n° %11, pp. 843-850, 2016.

- [74] M. d. O. A. N. F. L. a. Veras, «Before the first breath: prenatal exposures to air pollution and lung development,» *Cell Tissue Res*, n° %1367, p. 445–455, 2017.
- [75] Z. Hehua, C. Qing, G. Shanyan, W. Qijun et Z. Yuhong, «The impact of prenatal exposure to air pollution on childhood wheezing and asthma: A systematic review,» *Environmental Research*, n° %1159, p. 519–530, 2017.
- [76] E. A. e. al, «Pregnancy exposure to atmospheric pollution and meteorological conditions and placental DNA methylation,» *Environment International*, vol. 118, pp. 334–347, 2018.
- [77] A. A. S. H. N. N. N. T. K. L. Asim Saha, «Association of adverse neonatal outcome with biomass fuel use,» vol. 2, n° %12, pp. 55–59.
- [78] M. M. S. A. Steinmaus C, «Perchlorate in drinking water during pregnancy and neonatal thyroid hormone levels in California,» *J Occup Environ Med*, n° %152, p. 1217–24, 2010.
- [79] V. M. B. K. Vilahur N, «The epigenetic effects of prenatal cadmium exposure,» *Curr Environ Health Rep*, n° %12, pp. 195–203, 2015.
- [80] C. H. B. W. R. Sanders AP, «Perinatal and childhood exposure to cadmium, manganese, and metal mixtures and effects on cognition and behavior: a review of recent literature,» *Curr Environ Health Rep*, n° %12, p. 284–94, 2015.
- [81] D. H. E. N. V. V. d. M. E. C. K. V. L. N. e. a. Sioen I, «Prenatal exposure to environmental contaminants and behavioural problems at age 7–8 years,» *Environ Int*, n° %159, p. 225–31, 2013.
- [82] H. H. E. A. S. B. W. R. C. D. e. a. Pilsner JR, «Influence of prenatal lead exposure on genomic methylation of cord blood DNA,» *Environ Health Perspect*, n° %1117, pp. 1466–71, 2009.
- [83] R. S. F. M. M. S. H. C. O. E. e. a. Schnaas L, «Reduced intellectual development in children with prenatal lead exposure,» *Environ Health Perspect*, n° %1114, pp. 791–7, 2006.
- [84] N. T. Program, «NTP monograph on health effects of lowlevel lead,» 2011.
- [85] W. P. W. R. D. F. A. S. Y. K. e. a. Grandjean P, «Cognitive deficit in 7-year-old children with prenatal exposure to methylmercury,» *Neurotoxicol Teratol*, n° %119, pp. 417–28, 1997.
- [86] W. P. W. R. D. F. Grandjean P, «Cognitive performance of children prenatally exposed to “safe” levels of methylmercury,» *Environ Res*, n° %177, pp. 165–72, 1998.
- [87] J. R. C. K. R. V. S. S. T. D. e. a. Lederman SA, «Relation between cord blood mercury levels and early child development in a World Trade Center cohort,» *Environ Health Perspect*, n° %1116, p. 1085–91, 2008.
- [88] S. J. M. G. T. S. B. M. S. C. e. a. Davidson PW, «Neurodevelopmental effects of maternal nutritional status and exposure to methylmercury from eating fish during pregnancy,» *Neurotoxicology*, n° %129, p. 767–75, 2008.
- [89] S. C., «Environmental chemical contributions to ADHD and the externalising disorders of childhood—a review of epidemiological evidence,» *J Environ Immunol Toxicol*, pp. 1–92, 2013.

- [90] W. P. N. F. H. B. D. F. B.-J. E. Grandjean P, «Neurobehavioral deficits at age 7 years associated with prenatal exposure to toxicants from maternal seafood diet,» *Neurotoxicol Teratol*, vol. 34, pp. 466-72, 2012.
- [91] R. d. c. Afsset, «Les extrêmement basses fréquences : effets sanitaires des champs électromagnétiques extrêmement basses fréquences,» 2010.
- [92] P. C. C. C. e. a. Migault L, «Maternal cumulative exposure to extremely low frequency electromagnetic fields and pregnancy outcomes in the Elfe cohort,» *Environ Int*, vol. 112, pp. 165-73, 2018.
- [93] ANSES, «77. Exposition aux radiofréquences et santé des enfants : Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective,» 2016.
- [94] R. C. C. E. I. G. G. D. G. J. M. M. C. V. B. L. T. A. L. D. Ajrouche R, «Quantitative health impact of indoor radon in France,» *Radiat Environ Biophys*, vol. 57, n° %13, pp. 205-214, 2018.
- [95] L. Nicolle-Mir, «Exposition maternelle au bruit et déficience auditive chez l'enfant,» *Environnement, Risques & Santé*, vol. 15, n° %16, pp. 481-482, 2016.
- [96] S. C. C. Stansfeld, «Health Effects of Noise Exposure in Children,» *Curr Envir Health Rpt*, vol. 2, pp. 171-178, 2015.
- [97] ANSES, «Evaluation des risques liés aux nanomatériaux, enjeux et mise à jour des connaissances,» 2014.
- [98] S. T. A. A. J. a. Valentino, «. Maternal exposure to diluted diesel engine exhaust alters placental function and induces intergenerational effects in rabbits,» *Part Fibre Toxicol*, vol. 13, p. 39, 2015.
- [99] E. Brun, M. Carrière et A. Mabondzo, In vitro evidence of dysregulation of blood–brain barrier function after acute and repeated/long-term exposure to TiO₂ nanoparticles, 2012.
- [100] S. Rocchi, G. Reboux, V. Frossard, E. Scherer, B. Valot, A. Laboissière, C. Zaros, M. Vacheyrou, F. Gillet, S. Roussel, C. Raheison et L. Millon, «Microbiological characterization of 3193 French dwellings of Elfe cohort children,» *Science of The Total Environment*, vol. 505, pp. 1026-35, 2015.
- [101] C. B. M. M. Bilon R., Agir contre l'Ambroisie à feuilles d'armoise, 2017.