



L'ENVIRONNEMENT
EN FRANCE

FOCUS
**ENVIRONNEMENT
& SANTÉ**

 La
documentation
Française 



Directeur de la publication : Thomas Lesueur

Pilotage de projet : Mélanie Gauche (*Sdes*), Aurélie Le Moullec (*Sdes*)

Rédaction en chef : Valéry Morard (*Sdes*) avec la collaboration de Philippe Calatayud (*Sdes*)

Coordination éditoriale : Mélanie Gauche (*Sdes*), Irénée Joassard (*Sdes*)

Cartographie : Solange Vénus (*Magellium*)

Traitements statistiques : Colin Albizzati (*Sdes*), Pascal Irz (*Sdes*), Frédérique Janvier (*Sdes*), Alain Lodirot (*Sdes*), Cyril Quintelier (*Sdes*)

Collecte des données : Elisabeth Rossi (*Sdes*)

Secrétariat de rédaction : Céline Carrière (*Sdes*), Mélanie Gauche (*Sdes*), Irénée Joassard (*Sdes*), Florence Patin (*Sdes*)

Conception graphique et réalisation : direction de l'information légale et administrative

ISBN : 978-2-11-157022-1

Sommaire

- 4 - Auteurs
- 5 - Remerciements
- 7 - Introduction**
- 11 - Impacts sanitaires du changement climatique**
- 13 - Événements naturels extrêmes
- 18 - Températures extrêmes
- 22 - Vecteurs de maladies infectieuses
- 27 - Pollens
- 31 - Pollution de l'air et nuisances sonores**
- 33 - Pollution de l'air extérieur
- 39 - Pollution de l'air intérieur
- 43 - Nuisances sonores
- 47 - Exposition aux substances chimiques**
- 49 - Pesticides
- 56 - Perturbateurs endocriniens : BPA et DEHP
- 61 - Métaux lourds : cadmium, mercure et plomb
- 66 - Sites et sols pollués
- 72 - Nanomatériaux
- 77 - Exposition aux rayonnements**
- 79 - Radioactivité naturelle : le radon
- 84 - Radioactivité artificielle : les installations nucléaires de base
- 89 - Radiofréquences
- 93 - Conclusion**
- 95 - Annexes**
- 96 - Glossaire
- 99 - Définitions
- 104 - Références

Auteurs

Introduction

Sébastien Denys (*Santé publique France*), Mélanie Gauche (*Sdes*), Éric Pautard (*Sdes*)

Impacts sanitaires du changement climatique

Événements naturels extrêmes : Véronique Antoni (*Sdes*), Philippe Pirard (*Santé publique France*)

Températures extrêmes : Mathilde Pascal (*Santé publique France*)

Vecteurs de maladies infectieuses : Alexis Cerisier-Auger (*Sdes*)

Pollens : Jean-Pierre Besancenot (*RNSA*), Alexis Cerisier-Auger (*Sdes*), Samuel Monnier (*RNSA*), Gilles Oliver (*RNSA*), Charlotte Sindt (*RNSA*), Michel Thibaudon (*RNSA*)

Pollution de l'air et nuisances sonores

Pollution de l'air extérieur : Irénée Joassard (*Sdes*), Sylvia Medina (*Santé publique France*)

Pollution de l'air intérieur : Corinne Mandin (*CSTB*)

Nuisances sonores : Mélanie Gauche (*Sdes*)

Exposition aux substances chimiques

Pesticides : Didier Eumont (*Sdes*), Véronique Antoni (*Sdes*), Clémentine Dereumeaux (*Santé publique France*), Aurélie Dubois (*Dreal Centre – Val de Loire*), Lubomira Guzmova (*Sdes*), Aurélie Le Moullec (*Sdes*), Sandrine Parisse (*Sdes*)

Perturbateurs endocriniens : Mélanie Gauche (*Sdes*), Clémentine Dereumeaux (*Santé publique France*), Didier Eumont (*Sdes*), Clémence Fillol (*Santé publique France*), Lubomira Guzmova (*Sdes*), Aurélie Le Moullec (*Sdes*), Corinne Mandin (*CSTB*)

Sites et sols pollués : Véronique Antoni (*Sdes*), Éric Pautard (*Sdes*)

Métaux lourds : Sébastien Colas (*Dreal Centre-Val de Loire*), Clémence Fillol (*Santé publique France*), Marie Pécheux (*Santé publique France*), Agnès Verrier (*Santé publique France*)

Nanomatériaux : Céline Magnier (*Sdes*), Kathleen Chami (*Santé publique France*), Éric Pautard (*Sdes*)

Exposition aux rayonnements

Radioactivité naturelle : le radon : Véronique Antoni (*Sdes*), Mélanie Gauche (*Sdes*), Aurélie Le Moullec (*Sdes*), Corinne Mandin (*CSTB*), Éric Pautard (*Sdes*)

Radioactivité artificielle : les installations nucléaires de base : Céline Magnier (*Sdes*), Éric Pautard (*Sdes*), Candice Roudier (*Santé publique France*)

Radiofréquences : Mélanie Gauche (*Sdes*), Corinne Mandin (*CSTB*), Éric Pautard (*Sdes*)

Conclusion

Mélanie Gauche (*Sdes*)

Remerciements

Cet ouvrage a été soumis au **Conseil scientifique du Sdes** :

- **Daniel Boy**, directeur de recherche (FNSP) au CEVIPOF
- **Jean Cavailhès**, directeur de recherche émérite à l'INRA, Centre d'économie et sociologie appliquées à l'agriculture et aux espaces ruraux (CESAER)
- **Didier Cornuel**, professeur émérite d'économie à l'université de Lille
- **Patrick Elias**, mission Économie et Statistiques, CSTB (DESH)
- **Antoine Frémont**, directeur scientifique, IFFSTAR
- **André-Jean Guérin**, membre associé de l'Académie d'Agriculture de France
- **Jean-Marc Jancovici**, ingénieur consultant (Manicore, Carbone 4)
- **René Lalement**, directeur adjoint de l'appui aux politiques et aux acteurs, Agence française pour la biodiversité
- **Yvette Lazzeri**, enseignant-chercheur, LivingLab T.Créatif®, CNRS-Aix-Marseille université
- **Gérard Monédiaire**, professeur émérite, université de Limoges, Directeur du Centre de recherches interdisciplinaires en droit de l'environnement, de l'aménagement et de l'urbanisme (CRIDEAU)
- **Denise Pumain**, professeur, université de Paris I, Laboratoire Géographie-cités
- **Gilles Rotillon**, professeur émérite, économiste de l'environnement
- **Harris Selod**, conseiller à la Banque mondiale, Agriculture & Rural Development Department
- **Hubert Stahn**, professeur des universités, Aix-Marseille School of Economics
- **Mauricette Steinfelder**, membre du CGEDD, MTES
- **Pierre Stengel**, directeur de recherche, Inra
- **André Vanoli**, Association de comptabilité nationale

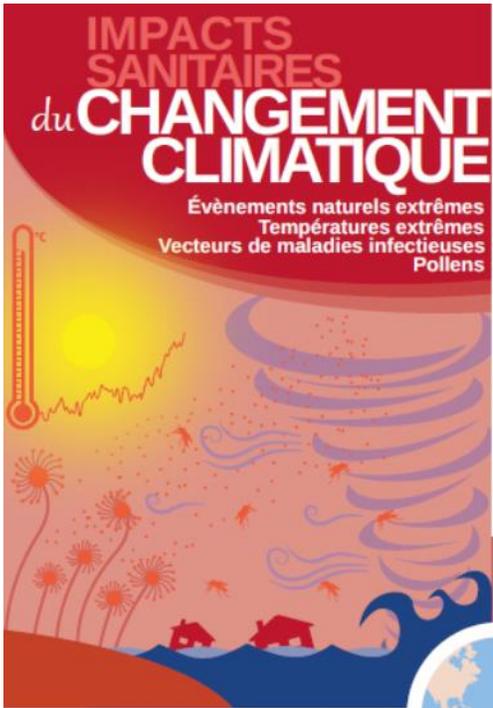
Cet ouvrage a également été soumis à la relecture des **directions générales de la prévention des risques (DGPR), de l'énergie et du climat (DGEC) et de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN)** du ministère de la Transition écologique et Solidaire, ainsi qu'à celle de l'**Anses**, de **Santé publique France**, de la **Direction générale de la Santé (DGS)** et de la **Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (Drees)** du ministère de la Santé.

Outre les producteurs de données, le Sdes remercie également :

Jean-Benoît Agnani (*ANFR*), Manuel Baude (*Sdes*), Benoît Bourges (*Sdes*), Didier Che (*Santé publique France*), Bruno Coignard (*Santé publique France*), Nathalie Commeau (*DGPR*), Damien De-Geeter (*DGPR*), Aurélie Dubois (*Dreal Centre – Val de Loire*), Jérôme Duvernoy (*Onerc*), Juliette Feuardenet (*IRSN*), Julie Figoni (*Santé publique France*), Aurélien Gay (*DGPR*), Jérôme Guillevic (*IRSN*), Emilie Hillion (*DGPR*), Florence Kleiber (*Dreal Centre-Val de Loire*), Katerine Lamprea (*Sdes*), Alain Le Tertre (*Santé publique France*), Antoine Lévêque (*Sdes*), Jean-Pierre Luguern (*ANFR*), Sophie Margontier (*Sdes*), Marie-Claire Paty (*Santé publique France*), Jean-Louis Pasquier (*Sdes*), Maxandre Pauron (*ASN*), Jean-Luc Perrin (*DGPR*), Mathilde Pichot-Utrera (*stagiaire Ensai*), Serge Planton (*Météo-France*), Alain Rannou (*IRSN*), Elise Raynaud (*DGPR*), Elodie Ricaud (*Sdes*), Michel Schneider (*Météo-France*), Éric Val (*IRSN*), Elodie Verdier (*DGPR*).

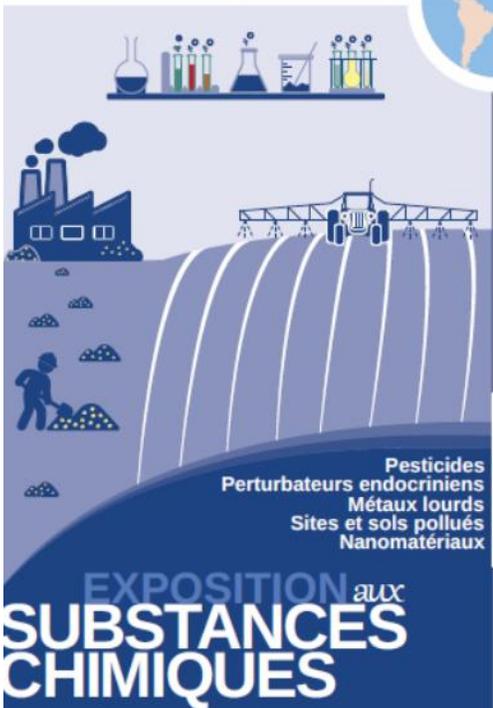
IMPACTS SANITAIRES du CHANGEMENT CLIMATIQUE

Évènements naturels extrêmes
Températures extrêmes
Vecteurs de maladies infectieuses
Pollens



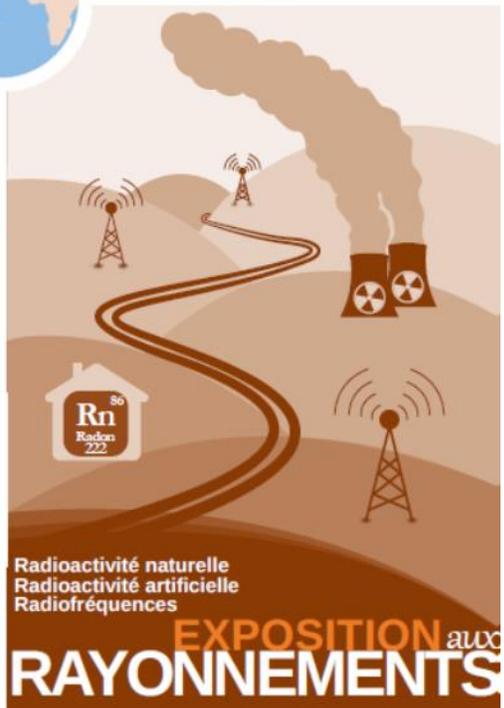
POLLUTION de L'AIR et NUISANCES SONORES

Pollution de l'air extérieur
Pollution de l'air intérieur
Nuisances sonores



Pesticides
Perturbateurs endocriniens
Métaux lourds
Sites et sols pollués
Nanomatériaux

EXPOSITION aux SUBSTANCES CHIMIQUES



Radioactivité naturelle
Radioactivité artificielle
Radiofréquences

EXPOSITION aux RAYONNEMENTS

© Bertrand Gaillet, Sdes

Introduction

« Chacun a le droit de vivre dans un environnement équilibré et respectueux de la santé »
(article 1^{er} de la Charte de l'Environnement, 2004)

Les facteurs environnementaux (milieux naturels, pollutions, climat, etc.) avec le patrimoine génétique et les conditions de vie, et notamment le système de soins, influent sur la santé humaine. Ils peuvent recouvrir des périmètres plus ou moins larges selon qu'ils intègrent ou non l'impact sanitaire des modes de vie (alcool, tabagisme, etc.), les conséquences des catastrophes naturelles ou les maladies professionnelles liées à l'environnement de travail. En s'attachant à ces causalités environnementales, dans leur acception large, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) estime que **23 % des décès dans le monde et près du quart des pathologies chroniques peuvent être imputés à des facteurs environnementaux**. Elle estime également que la pollution de l'environnement est, chaque année, à l'origine du décès de 1,7 million d'enfants de moins de 5 ans (OMS, 2017).

La dégradation de l'environnement par l'homme et son impact sur la santé suscitent, depuis longtemps, des interrogations. Les premières réglementations contre le bruit remontent à l'antiquité. Dès le XVII^e siècle, des textes décrivent la pollution de l'air dans les grandes agglomérations urbaines. En matière de produits chimiques, le recours à des insecticides débute dès le XVIII^e siècle. Longtemps, c'est en lien avec le cadre de vie que se sont exprimées les préoccupations sanitaires. Les problèmes d'assainissement et de potabilité de l'eau (choléra) et les maladies infectieuses liées à des vecteurs animaux (peste) étaient ainsi récurrents jusqu'à la mise en œuvre de politiques hygiénistes à la fin du XIX^e siècle.

Au cours du XX^e siècle, les conséquences sanitaires de l'amiante, et le temps nécessaire pour les gérer en France et dans le monde, ont marqué un tournant dans **la prise en compte par les pouvoirs publics de la santé environnementale**. De par l'ampleur du nombre de victimes, le drame de l'amiante constitue l'une des premières crises sanitaires et environnementales à grande échelle. Son interdiction en France intervient en 1997, près d'un siècle après l'apparition des premiers soupçons sur sa dangerosité. Au total, selon l'Institut national de veille sanitaire (Invs), il y aurait eu, sur la période 1955-2009, entre 61 300 et 118 404 décès imputables à une exposition à l'amiante (exposition professionnelle uniquement pour le cancer du poumon et tout type d'exposition pour le mésothéliome). Plus récemment, Santé publique France estime qu'en 2012, entre 2 048 à 4 704 décès par cancer sont le résultat d'une exposition professionnelle à l'amiante (poumon, larynx, mésothéliome, ovaire).

En parallèle, d'autres accidents écologiques majeurs, nationaux et internationaux (catastrophe de Seveso, etc.), et plus récemment la multiplication de crises sanitaires (vache folle, etc.), ont mis en exergue les conséquences sanitaires parfois graves des atteintes causées par l'homme à la nature. Ces exemples illustrent également une des caractéristiques majeures du champ de la santé environnementale, à savoir **l'émergence constante de problématiques nouvelles** touchant au cadre de vie, aux modes d'organisation des sociétés, à la qualité de l'alimentation ou encore résultant de l'apparition de nouvelles technologies. Ces phénomènes induisent des interrogations quant à leur impact sur la santé alors même que les scientifiques disposent de peu de données objectives pour y répondre.

Le hiatus **entre connaissance et préoccupations** engendre parfois une défiance de la société vis-à-vis des réponses apportées par les pouvoirs publics. Le baromètre de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la perception des risques par les Français montre ainsi que la confiance des citoyens est d'autant plus faible que les sujets évoqués font débat au sein de l'espace public. Moins de 15 % de la population déclare ainsi

avoir confiance dans l'action des autorités sur des sujets encore mal documentés, comme les perturbateurs endocriniens ou les nanoparticules. Dans le même temps, près d'un Français sur dix reconnaît ne pas avoir d'opinion sur la question. Sur d'autres sujets controversés, comme les pesticides, les déchets nucléaires ou les OGM, plus de trois Français sur cinq ne croient pas aux informations qui leur sont données sur les effets de ces produits. Les travaux sociologiques menés depuis une vingtaine d'années par Francis Chateauraynaud sur la question des lanceurs d'alerte montrent que la notoriété d'une controverse ne dépend pas forcément du niveau effectif de la menace qu'elle représente pour la société. Certains sujets comme l'électro-hypersensibilité, ont longtemps rencontré des difficultés à s'imposer dans le débat public, les lanceurs d'alerte n'étant pas parvenus à porter cette cause sur le devant de la scène.

À l'instar du travail de contre-expertise citoyenne menée par la Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité (Criirad) suite à la catastrophe de Tchernobyl, des associations se mobilisent pour faire valoir la légitimité de l'épidémiologie populaire qu'elles proposent. Dénonçant l'existence de conflits d'intérêts, elles remettent en cause la validité de nombreuses études scientifiques et font valoir dans l'espace public leur expertise profane.

Confrontés à ces nouvelles formes de mobilisation, les pouvoirs publics ont favorisé la création d'espaces de dialogue, en mettant en œuvre une variété de dispositifs participatifs. C'est dans cet esprit que l'action publique en santé-environnement consacre une large place à la **concertation entre les services de l'État et les parties prenantes** pour l'élaboration des politiques publiques. À cet égard, 2004 constitue une année charnière, avec l'adoption de la Charte de l'environnement et du premier plan national santé-environnement (PNSE). Sous l'égide des ministères en charge de l'Environnement et de la Santé, la quatrième édition de ce plan est actuellement élaborée en partenariat avec les partenaires intéressés à la santé environnementale. Afin de prendre en compte les enjeux territoriaux, le PNSE fait également l'objet de déclinaisons locales à travers les plans régionaux santé-environnement. En parallèle, d'autres plans thématiques (Stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens, plan Écophyto, plan Micropolluants, plan national Chlordécone, plan Écoantibio, etc.) ont vu le jour et sont régulièrement actualisés, favorisant le dialogue avec les partenaires lors de leur conception. Le pilotage opérationnel de ces politiques est assuré au niveau interministériel ou, à un niveau local, à un niveau inter-administratif.

Dans ce cadre, une **expertise publique** s'est progressivement structurée sur le champ de la santé-environnement afin de répondre aux préoccupations légitimes et croissantes de la société, de contribuer de manière effective à la protection de la santé des populations (en mettant en œuvre les actions de remédiation ou de prévention ciblées sur les facteurs de risque) et d'évaluer l'efficacité des politiques publiques mises en œuvre. Avec la création en 2010 de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) et celle de Santé publique France en 2016, l'État s'est doté de deux agences de sécurité sanitaire qui lui permettent de couvrir un spectre très large et complémentaire de la santé-environnementale. Les missions de l'Anses sont focalisées sur les vigilances et l'évaluation de la toxicité des substances ou agents physiques et des risques liés à l'alimentation, à l'environnement et aux produits de consommation courante. De son côté, Santé publique France est chargée de la surveillance de la santé des populations afin de protéger la santé de tous. À ces deux agences s'ajoute l'IRSN, en charge des questions liées aux rayonnements ionisants. Chacune favorise l'ouverture et le dialogue avec la société et les parties prenantes en intégrant dans leurs conseils d'administration des représentants d'associations environnementales ou en se dotant de comité d'ouverture et de dialogue.

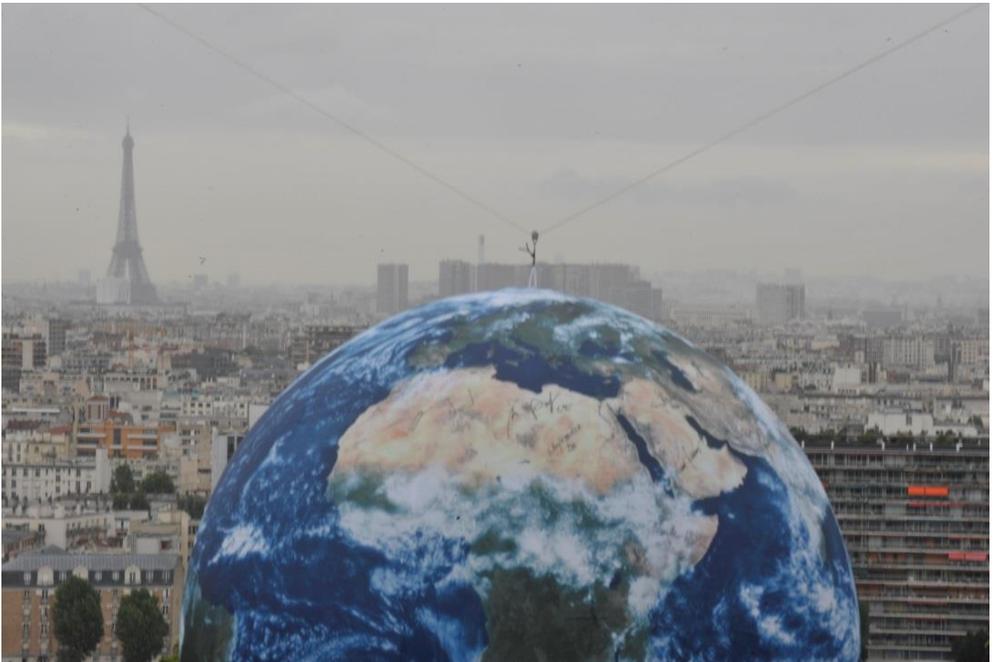
Ces agences doivent garantir l'impartialité de leur expertise dans un contexte où la question des **conflits d'intérêts dans le champ sanitaire** est régulièrement soulevée dans le débat public. Suite au scandale du Médiateur, et afin de prévenir ces conflits d'intérêts, la loi du 29 décembre 2011 relative au renforcement de la sécurité sanitaire du médicament et des produits de santé renforce les obligations des institutions sanitaires en matière de transparence, avec notamment l'instauration de la déclaration publique d'intérêt (DPI). Le

décret 2013-413 du 21 mai 2013 portant approbation de la charte de l'expertise sanitaire complète ce dispositif en prévoyant notamment les modalités de choix des experts, le processus d'expertise et les méthodes de gestion des conflits d'intérêts pour les organismes publics ayant des compétences dans le domaine sanitaire.

Dès lors, les agences de santé ont pour mission de produire l'expertise permettant d'**objectiver les risques et les impacts** de l'environnement sur la santé. Cette analyse pose peu de difficultés en présence d'un lien causal entre un facteur de risque environnemental et une pathologie. C'est le cas, par exemple, de l'exposition au plomb (saturnisme infantile) ou à l'amiante (mésothéliome). Cependant, dans le cas où les connaissances épidémiologiques établissant la causalité ne sont pas suffisamment avancées (expositions aux substances chimiques, à des milieux contaminés, tels que les sols pollués, ou aux champs électromagnétiques), l'expologie, la toxicologie, l'évaluation quantitative des risques sanitaires apportent des éléments utiles aux pouvoirs publics pour réduire les risques, voire adopter le principe de précaution, et définir les politiques de prévention. Pour ce dernier objectif, une attention particulière et un effort doivent être portés sur l'identification des facteurs sociaux et territoriaux susceptibles de favoriser les **inégalités de santé**, afin d'en comprendre les déterminants et orienter au mieux les politiques de prévention.

Afin d'informer et de sensibiliser à ces enjeux, la présente publication propose une présentation synthétique et des clés de lecture sur les principaux facteurs de dégradation de l'environnement en France susceptibles d'exposer les populations à des risques sanitaires. Elle aborde, d'une part les conséquences sanitaires du changement climatique (chapitre 1), puis celles de la pollution de l'air et des nuisances sonores (chapitre 2). Elle étudie également la contamination des milieux naturels et l'exposition des populations aux substances chimiques (chapitre 3) et aux rayonnements (chapitre 4). L'ambition n'est pas de dresser un panorama exhaustif des risques environnementaux et sanitaires mais de cibler l'analyse sur les sujets majeurs faisant l'actualité environnementale en 2019. Les fiches thématiques qui composent ce document dressent l'état actuel des connaissances environnementales et sanitaires, en mettant en exergue les disparités locales et en analysant les perceptions citoyennes.

Impacts sanitaires du changement climatique



©Laurent Mignaux, Terra

« Le changement climatique représente la plus grande menace pour la santé dans le monde au XXI^e siècle »

(Appel de l'OMS en faveur d'une intervention d'urgence pour protéger la santé face au changement climatique lors de la COP 21, 2015)

L'augmentation des émissions de gaz à effet de serre liée aux activités humaines a entraîné une élévation des températures de l'atmosphère (+ 1 °C dans le monde au cours des 130 dernières années) avec une nette accélération depuis 25 ans. Or, le changement climatique agit sur les déterminants environnementaux et sociaux de la santé : qualité de l'air, qualité et disponibilité de l'eau potable, sécurité alimentaire, etc. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), entre 2030 et 2050, les effets du changement climatique pourraient être à l'origine de 250 000 décès prématurés supplémentaires par an dans le monde (malnutrition, paludisme, diarrhée, fortes chaleurs, etc.).

Cette institution met en exergue quatre types d'effets sanitaires majeurs liés au changement climatique :

- une augmentation des températures extrêmes, caniculaires, contribuant à accroître la charge de mortalité et de morbidité ;
- un développement des concentrations en pollens et autres allergènes, associé à l'élévation des températures ;
- un accroissement de l'occurrence d'événements naturels extrêmes et une variation des précipitations susceptibles d'exposer les populations à des risques sanitaires à court et long termes ;
- une expansion des maladies vectorielles et une modification de leur répartition géographique.

La France est d'ores et déjà confrontée à ces différents phénomènes. Événement marquant tant pour la population que pour les pouvoirs publics et les services de soins, la canicule de 2003 a symbolisé la réalité des effets du changement climatique sur le territoire et la nécessité de s'y adapter. En parallèle, le développement des allergènes et l'expansion du moustique-tigre en métropole font aujourd'hui parties des enjeux majeurs de santé publique nationaux. Plus récemment, les conséquences de l'ouragan Irma témoignent de la forte exposition des départements et des collectivités d'outre-mer aux conséquences du changement climatique, les rendant particulièrement vulnérables.

Événements naturels extrêmes

La France recense 180 événements naturels dommageables depuis 1900, dont neuf dixièmes d'origine climatique. Alors que l'accroissement des effets liés au changement climatique est attendu (augmentation du nombre d'événements météorologiques extrêmes, hausse du niveau marin, extension des zones exposées aux feux de forêts, etc.), les conséquences sanitaires et psychologiques de ces événements sur les populations touchées sont particulièrement préoccupantes.

Quand les événements climatiques dépassent les capacités de réaction de la société

En France, les populations et les territoires sont particulièrement exposés à de multiples aléas, ou événements naturels, potentiellement dangereux. Parmi les huit principaux types (inondation et submersion marine, mouvement de terrain, avalanche, feu de forêt, cyclone, tempête, séisme, éruption volcanique), les six premiers dépendent des conditions climatiques. Le risque climatique procède de la combinaison d'un aléa lié au climat et de la présence d'enjeux (population, industrie, patrimoine, etc.). La croissance urbaine et économique dans les territoires exposés accroît les impacts des catastrophes naturelles. Bien que leur fréquence soit faible, les événements extrêmes causent des risques majeurs d'une gravité considérable. À l'origine de nombreuses victimes et d'importants dommages aux biens et à l'environnement, ils peuvent dépasser les capacités de réaction de la société. Les effets du changement climatique pourraient à l'avenir accroître l'intensité et la fréquence de ces aléas, aggravant le risque climatique, à vulnérabilité ou sensibilité égale des populations et des territoires.

Deuxième pays d'Europe le plus concerné par des catastrophes naturelles, la France recense 180 événements naturels dommageables survenus entre 1900 à 2017, dont 93 % liés au climat. Si les inondations affectent particulièrement la métropole, les territoires ultramarins sont notablement exposés aux cyclones et aux ouragans.

Les événements extrêmes sont-ils attribuables au changement climatique ?

Le projet Extremoscope

Vagues de chaleur, inondations, températures saisonnières anormales, etc., les événements climatiques extrêmes touchant la France relèvent-ils du changement climatique et seront-ils plus fréquents ou plus intenses à l'avenir ? Le projet « Extremoscope » (Interprétation et attribution des événements météorologiques et climatiques extrêmes dans un cadre climatique en France, programme Gestion des Impacts du Changement Climatique - GICC) tente de répondre à ces questions en analysant six événements météorologiques ou climatiques extrêmes récents.

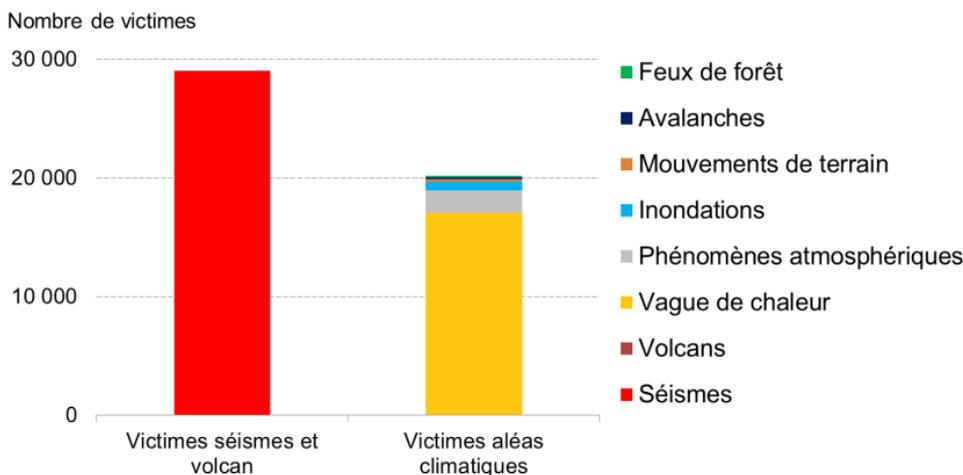
Pour la moitié d'entre eux, des signaux significatifs indiquent que, sans influence humaine, l'occurrence de tels événements est extrêmement peu probable. Par exemple, les températures très exceptionnelles des vagues de chaleur tardives de mi-août à mi-septembre 2016 sont extrêmement peu probables sans le changement climatique.

En revanche, l'analyse d'autres événements montre des signaux plus faibles quant à la probabilité d'occurrence dans un climat sans influence humaine. Par exemple, en automne, sur les Cévennes, la probabilité de dépasser aujourd'hui des seuils élevés de précipitation (300 mm/jour), à l'instar des dix épisodes de pluies cévenoles particulièrement violents survenus à l'automne 2014, a environ triplé en 65 ans. S'il est difficile d'expliquer ces tendances sans invoquer l'influence humaine sur le climat, les modèles ne permettent pas encore de simuler ces phénomènes orageux.

Événements naturels extrêmes et exposition des populations aux risques climatiques

Sur les 180 événements naturels dommageables recensés depuis le début du XX^e siècle, les quatre cinquièmes concernent *a minima* des accidents très graves ayant entraîné la mort d'au moins 10 personnes ou généré au moins 30 millions d'euros (M€) de dommages matériels. Les catastrophes les plus meurtrières correspondent aux deux éruptions volcaniques de la montagne Pelée en 1902 (29 000 victimes au total) et à la vague de chaleur de l'été 2003 (surmortalité de 15 000 décès entre le 1er et le 20 août par rapport à la mortalité attendue). Parmi les risques climatiques considérés, le poids des inondations s'accroît en termes d'occurrence ces dernières décennies. La recrudescence des inondations dommageables résulte essentiellement de l'extension de l'urbanisation et des enjeux socio-économiques dans les zones inondables, ainsi que de certaines pratiques agricoles. Le risque d'inondation concerne plus de la moitié du territoire, environ 23 000 communes étant exposées à cet aléa. Par ailleurs, l'exposition du littoral au risque de submersion marine et à l'érosion côtière est exacerbée par sa démographie et son artificialisation des sols en constante augmentation.

Graphique 1 : nombre de victimes des événements telluriques et climatiques recensées entre 1900 et 2017



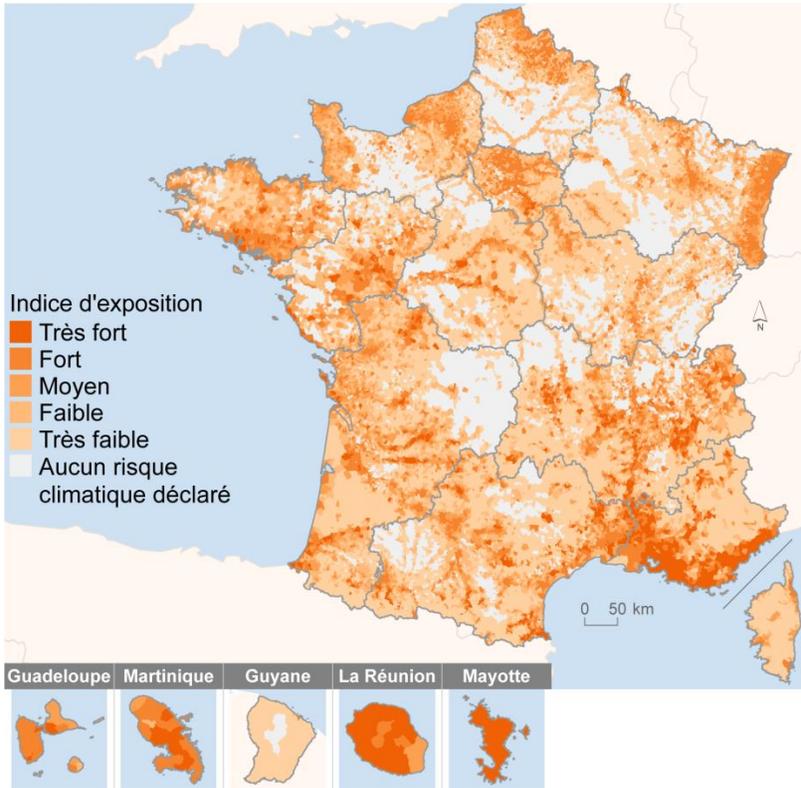
Note : les phénomènes atmosphériques correspondent aux tempêtes, cyclones et ouragans.

Sources : MTEs/DGPR/SRNH et Barpi. BD Gaspar, derniers arrêtés pris en compte, publiés au JO le 24 septembre 2017. AFP, CCR, FFSA/GEMA, Météo-France. Traitements : Sdes

L'estimation de l'exposition des habitants aux risques climatiques résulte de l'analyse de la densité de population et du nombre d'aléas climatiques recensés pour chaque commune par les services de l'État. Ce nombre d'aléas résulte de l'agrégation des communes déclarées « à risques majeurs » dans la base de données Gaspar (MTEs/DGPR) pour les différents aléas naturels hydrologiques et terrestres. *De facto*, l'exposition est d'autant plus forte que la densité de population et le nombre d'aléas naturels liés au climat et identifiés par commune sont élevés. En 2016, l'exposition des populations dans les communes déclarées à risque par les préfets se décline selon cinq niveaux : très fort (14 % de la population), fort (43 %), moyen (6 %), faible (23 %), très faible (6 %), nulle (8 %).

Dans les territoires ultramarins, particulièrement vulnérables, l'exposition forte concerne plus des deux tiers des communes à Mayotte (100 %), à La Réunion (92 %), en Martinique (88 %) et en Guadeloupe (65 %), leur situation insulaire en zone tropicale les confrontant davantage aux aléas météorologiques (cyclones et tempêtes). En métropole, Provence – Alpes – Côte d'Azur (Paca) (45 %) et l'Île-de-France (33 %) sont les régions les plus exposées. Si en Île-de-France c'est avant tout la densité de population qui sous-tend ce niveau élevé, Paca et la Bretagne recensent en outre un nombre élevé de communes cumulant au moins trois risques climatiques identifiés.

Carte 1 : exposition des populations aux risques climatiques en 2016



Note : exposition des populations dans les communes déclarées à risque par les préfets. Concernant le risque tempête, seules les communes ultra-marines sont prises en considération, étant donné le caractère ubiquiste des tempêtes en métropole.

Sources : MTEs, Gaspar, 2017 - Insee, RP, 2014 - ©IGN, BD Carto©, 2016. Traitements : Sdes, 2019

Les effets attendus du changement climatique portent sur l'accroissement de l'intensité et de la fréquence des événements météorologiques extrêmes (vagues de chaleur, inondations côtières, submersions marines, sécheresse, etc.), la hausse du niveau marin (inondations de certaines zones côtières) ainsi que l'aggravation et l'extension des zones exposées aux feux de forêts vers le nord et en altitude.

D'ici la fin du siècle, la hausse du niveau marin pourrait probablement atteindre 45 à 82 cm, voire 1 m, et 22 à 37 cm à l'horizon 2050 selon les projections du scénario d'émission RCP 8.5 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) correspondant au réchauffement le plus marqué (d'après IPCC, 2013 Medde/DGEC, 2015). Ces chiffres seront mis à jour dans le rapport spécial du Giec dédié aux océans et à la cryosphère, qui paraîtra à l'automne 2019. Ce phénomène graduel menace les zones basses : outre-mer, Occitanie, Paca, côte atlantique (entre la Gironde et la Loire-Atlantique), façade Manche-mer du Nord (entre la Normandie et les Hauts-de-France). Des submersions marines plus fréquentes y sont à craindre, ainsi qu'une aggravation de l'érosion littorale.

Outre-mer, l'accroissement de la fréquence et/ou de l'intensité des pluies extrêmes pourraient engendrer inondations (La Réunion, Antilles) et glissements de terrain (Guyane, La Réunion). L'intensité des cyclones devrait également se renforcer. La forte croissance démographique attendue sur le littoral devrait accroître la vulnérabilité de ces territoires au changement climatique.

In fine, les activités humaines influent à la fois sur le changement climatique, mais aussi sur l'ampleur des effets induits par les risques climatiques. En termes d'adaptation, l'aménagement du territoire lié à la démographie, nécessite *de facto* d'intégrer au mieux les risques climatiques pour prévenir les dommages liés aux catastrophes naturelles.

Des conséquences sanitaires et psychologiques directes et indirectes

Les impacts sanitaires des catastrophes, naturelles ou liées aux activités humaines, peuvent perdurer plusieurs années après l'événement. À court terme, les effets sur la santé physique peuvent résulter directement de la dispersion d'agents dangereux ou de l'action physique de l'événement (destruction, noyade, accident, etc.).

Les conséquences sanitaires de l'ouragan Irma dans les Antilles françaises

Cet ouragan de catégorie 5 sur l'échelle de Saffir-Simpson, le plus puissant en Atlantique nord après Hugo en 1989, a frappé Saint-Martin et Saint-Barthélemy le 6 septembre 2017. Avec des vents dépassant 300 km/h, il a causé des dommages majeurs : 11 morts, 22 blessés en soins urgents et lourds, 430 blessés en urgence relative et des dégâts matériels (habitations, réseaux d'eau et d'électricité, structures sanitaires). Une mobilisation anticipée a permis de transférer des patients hospitalisés ou chroniques nécessitant des soins et suivis médicaux (dialysés, femmes enceintes, malades psychiatriques) vers les hôpitaux de la Guadeloupe les jours précédents, libérant les structures locales pour les patients nécessitant les premiers secours. Santé publique France a mis en place une évaluation régulière dès le passage de l'ouragan, des dégâts et perturbations initialement identifiés jusqu'à l'amélioration des conditions de vie (réapprovisionnement de l'eau, réactivation de l'offre de soins, etc.). Le système de surveillance des pathologies à risque s'est basé sur les sources disponibles (services d'urgence, dispensaires provisoires, médecine de ville, CUMP).



© Satoshi Kina

À Saint-Martin, durant la semaine suivant le cyclone, les passages hebdomadaires aux urgences ont été multipliés par quatre (soit 1 225, contre 313 la même semaine en 2016). L'activité a ensuite diminué progressivement, se rapprochant fin octobre de celle observée avant l'ouragan. Un quart des consultations relevaient de traumatismes, plaies, brûlures et coupures et 36 % d'autres pathologies non surveillées prioritairement. Pour les premières, 65 % d'entre elles ont été enregistrées les deux premières semaines. En médecine de ville, la gastro-entérite était la pathologie la plus fréquemment rencontrée (11 %), l'hypothèse de plusieurs sources de contamination étant confirmée par différents agents pathogènes identifiés lors de plusieurs épisodes infectieux. Au début de la surveillance, les infections cutanées étaient les plus fréquemment retrouvées (20 %). Elles ont ensuite été supplantées par les infections respiratoires (6 %) à compter de fin octobre. À Saint-Barthélemy, l'activité de l'hôpital a été multipliée par 2,5 la semaine suivant l'ouragan. En médecine générale, les troubles psychologiques (3 %) étaient les plus fréquemment recensés au début, remplacés par les pathologies respiratoires fin octobre (6 %). Aucun cas de choléra, leptospirose, hépatite A ou fièvre typhoïde n'a été enregistré sur les deux îles, ni aucune épidémie ou signal sanitaire d'importance en lien avec les pathologies surveillées, excepté plusieurs cas groupés de gastro-entérites (réservistes sanitaires et militaires).

Une surveillance des conséquences psychologiques a été maintenue jusqu'en novembre 2018 (fin de la saison cyclonique) pour accompagner localement les autorités sanitaires et les collectivités dans leurs politiques de santé et pour ajuster le dispositif de prise en charge médico-psychologique. Les troubles de santé mentale, restés sensiblement équivalents au cours du temps (stress, troubles anxieux, troubles isolés du sommeil) ont augmenté à l'arrivée de la nouvelle saison cyclonique (stress, ESPT, idées suicidaires). Les femmes et les personnes de plus de 60 ans sont les plus susceptibles de voir leur état psychologique s'aggraver au cours du temps.

L'impact sanitaire procède en grande partie des conséquences matérielles des catastrophes : augmentation de traumatismes liés aux opérations de déblaiement, intoxications au monoxyde de carbone par l'usage inapproprié de groupes électrogènes, risque de maladies par contamination microbiologique des captages d'eau potable par les eaux d'inondations, etc.). Le vécu d'une catastrophe peut aussi provoquer un traumatisme psychologique (stress aigu, anxiété, insomnie, etc.). L'augmentation de consommation de médicaments psychotropes et le recours aux Cellules d'urgence médico-psychologiques (CUMP) le confirment. Enfin, la perturbation des services de santé et de protection civile suite à la catastrophe peut en diminuer les prestations et l'accès.

Au-delà de ces impacts sanitaires immédiats, ceux observés sur le moyen et long termes résultent de l'exposition des victimes à des agents chimiques ou radiologiques dangereux, immédiatement ou de façon chronique par la contamination durable de l'environnement (eau, aliments, sol). Un impact différé peut résulter du traumatisme psychologique lié à la violence de l'exposition aiguë à l'événement, aux pertes (matérielles, économiques, affectives), à la détérioration du tissu social et à la difficulté du territoire touché à retrouver une dynamique de développement satisfaisante.

Différentes études menées *a posteriori* mettent en exergue les troubles psychologiques à court, moyen et long termes : inondations de la Somme (2001), du Gard (2002), en Angleterre (2000, 2005, 2007), ouragan Katrina aux États-Unis (2005). Ils correspondent à court terme à des états de panique, d'agitation ou de sidération, ou des manifestations d'angoisse. À plus long terme, ils concernent des troubles anxieux, des troubles dépressifs plus fréquents, une augmentation de l'usage de produits psychoactifs (médicaments, tabac, alcools, drogues), ou engendrent l'apparition d'un état de stress post-traumatique (ESPT).

Températures extrêmes

En France, conséquence du changement climatique, un accroissement des phénomènes de vagues de chaleur et une diminution des vagues de froid sont observés depuis plusieurs années. Les répercussions des canicules peuvent s'avérer dramatiques, comme en témoigne le bilan de la surmortalité de l'année 2003. Dès lors, prévenir ces événements afin de s'y adapter et d'en maîtriser les impacts, en particulier chez les populations les plus vulnérables, constitue un défi sanitaire majeur.

L'influence des températures sur la mortalité

L'épidémiologie montre que la température a une influence sur la mortalité pour des valeurs qui ne sont généralement pas considérées comme froides ou chaudes. Ces températures, dites douces, contribuent même davantage à la mortalité que les extrêmes, chauds ou froids, car elles ont un impact faible mais sur un nombre important de jours. Il est toutefois intéressant de traiter séparément les températures extrêmes, notamment lorsqu'elles persistent plusieurs jours, car elles requièrent une réponse sociale particulière pour protéger les personnes et éviter l'engorgement du système de soins.

Il n'existe pas de définition consensuelle des vagues de chaleur ou de froid car les définitions évoluent avec la durée, l'intensité et l'étendue géographique du phénomène. Elles ont cependant toutes en commun de souligner le caractère inhabituel de l'événement. Le périmètre de l'instruction interministérielle du 22 mai 2018 relative au Plan national canicule (PNC) est ici retenu. Il cible particulièrement les canicules, à savoir les vagues de chaleur pour lesquelles les moyennes sur trois jours des températures nocturnes et diurnes atteignent les seuils d'alerte départementaux du système d'alerte canicule et santé. Pour les vagues de froid, la vigilance météorologique utilise l'indice de refroidissement éolien prenant en compte l'effet de la température et du vent et un seuil unique pour toute la France.

Priorité d'adaptation : la prévention des effets de la chaleur

Le changement climatique conduit à une modification de la fréquence, de l'intensité et de l'étendue géographique et calendaire des vagues de chaleur. Certaines, comme lors des étés 2003 et 2016, font déjà l'objet d'analyses visant à expliciter le rôle du changement climatique dans leur survenue.

La prévention vis-à-vis des effets de la chaleur sur la santé est identifiée comme une priorité d'adaptation en France. En effet, ils surviennent en moins de quelques heures suivant l'exposition et peuvent se traduire par un accroissement du recours aux soins et de la mortalité, comme cela a été observé en août 2003. Il y a alors urgence à agir pour limiter l'exposition et prendre en charge les personnes le plus rapidement possible. L'enjeu d'adaptation à court terme est de parvenir à une société dans laquelle la majorité des canicules n'engendre plus une crise mais un événement estival routinier. Maîtriser l'impact de canicules inédites dans leur durée et leur intensité représente un défi majeur qu'il s'agit de préparer.

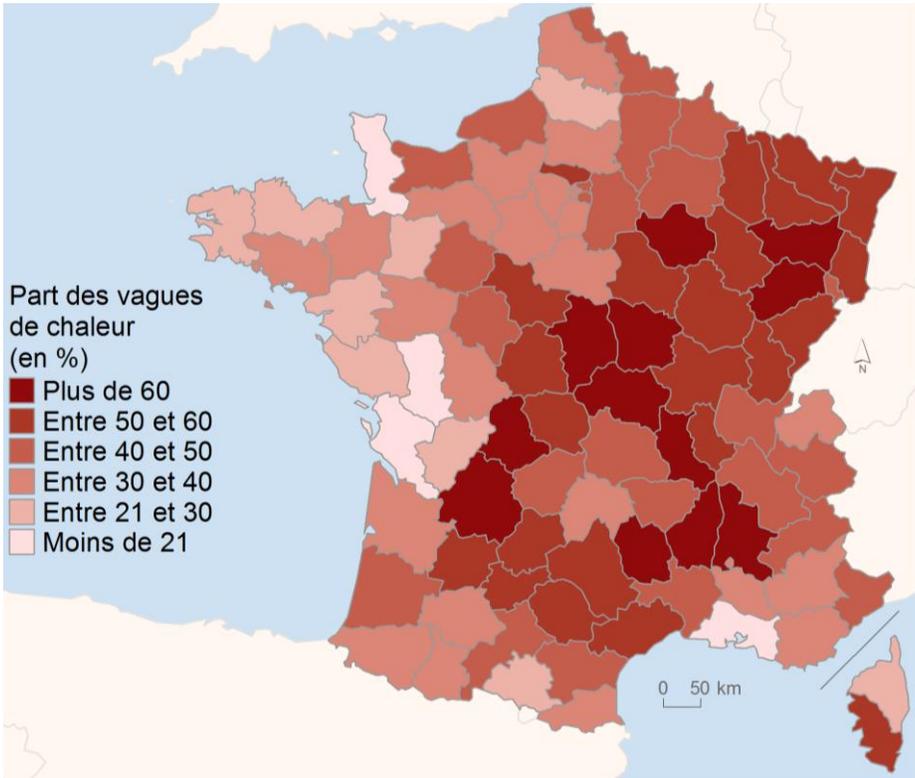
À l'inverse, l'effet du froid est très étalé dans le temps, pouvant survenir jusqu'à trois semaines après l'exposition, prenant la forme de pathologies cardiovasculaires ou respiratoires. Des effets sanitaires liés aux conditions météorologiques concomitantes peuvent également survenir : traumatismes en lien avec la neige et le verglas, intoxications au monoxyde de carbone, etc. Quant au très grand froid, il ne se traduit pas par une augmentation de la mortalité. Dans un contexte de changement climatique, les épisodes de

froid pourraient néanmoins avoir des effets d'autant plus importants qu'ils deviendront très inhabituels. Enfin, il faut souligner qu'il n'y a pas de raison de s'attendre à une diminution importante de la mortalité hivernale, cette mortalité étant principalement due aux épidémies respiratoires saisonnières. Des projections d'évolution de la mortalité attribuable à la température sous différents scénarios climatiques montrent que, sous les hypothèses modérées, dans certaines régions la hausse de la mortalité attribuable à la chaleur et la baisse de la mortalité attribuable au froid pourraient se compenser. Pour le scénario RCP 8.5 (scénario du Giec correspondant au réchauffement le plus marqué), l'augmentation attribuable à la chaleur dépasse les diminutions attendues liées au froid.

Hausse du nombre de canicules et exposition des populations

Une augmentation du nombre de canicules est constatée au fil des décennies. La période 2014-2016 a fait l'objet de davantage de canicules que les décennies 1974-1983 et 1984-1993. Compte-tenu des canicules plus fréquentes et de l'accroissement démographique, le nombre de personnes exposées à au moins une canicule répondant aux critères d'alerte du PNC (vigilance orange) a doublé entre les périodes 1974-1983 et 2004-2013. Les personnes âgées, dont le nombre augmente, sont particulièrement concernées. L'extension géographique et calendaire est également visible, le PNC restant désormais activé jusqu'au 15 septembre pour prendre en compte les épisodes tardifs. Les canicules les plus intenses et les plus longues se sont produites en 1976, 1983, 2003, 2015 et 2018.

Carte 2 : part des canicules observées sur la période 1970-2016 survenues après 2004, par département



Lecture : dans le Cher, plus de 60 % des canicules enregistrées depuis 1970 sont survenues après 2004.
Source : Santé publique France. Traitements : Sdes, 2019

Conséquences sanitaires : certaines populations plus vulnérables

Entre 1974 et 2013, 931 canicules sont recensées à l'échelle départementale pour la France métropolitaine, durant lesquelles ont été observés plus de 32 000 décès prématurés. La canicule de 2003, qui demeure inégalée tant en intensité qu'en durée et en étendue géographique, concentre à elle seule plus de la moitié de cet impact. La modification de la relation entre la température et la mortalité, avant et après la mise en place du PNC en 2004, n'est pas mise en évidence à ce jour. Aussi, les surmortalités plus faibles retrouvées depuis 2004 n'indiquent pas nécessairement une efficacité de la prévention, mais peuvent s'expliquer par l'intensité modérée des canicules observées sur cette période. Depuis 2013, les canicules les plus sévères ont eu lieu en 2015 et 2018, avec respectivement un impact estimé de 1 700 et de 1 500 décès en excès.

Tableau 1 : évolution du nombre de canicules départementales et surmortalité associée, par décennie

Décennies	Nombre de canicules départementales	Surmortalité associée
1974-1983	166	9 957 [9 050 : 10 902]
1984-1993	135	2 149 [1 572 : 2 712]
1994-2003	288	17 274 [15 817 : 18 730]
2004-2013	332	2 281 [672 : 3 844]

Note : surmortalité cumulée sur l'ensemble des canicules pour chacune des périodes étudiées. La surmortalité associée présente les estimations moyenne, minimale et maximale.

Source : Santé publique France

Pour toutes les classes d'âges, les canicules se traduisent également par une augmentation du recours aux soins d'urgence pour des pathologies directement liées à la chaleur. Si les personnes de 75 ans et plus représentent les effectifs les plus importants en termes de recours aux soins et de mortalité liés à la chaleur, l'impact est également élevé chez les plus jeunes.

En particulier, les vagues de chaleur précoces démarrant en juin semblent associées à des recours aux soins relativement importants pour les enfants et les moins de 65 ans. Par exemple, 8 000 passages aux urgences (dont environ 1 200 concernent des enfants de moins de 15 ans) pour des causes directement liées à la chaleur ont été recensés pendant les périodes de vigilance canicule de l'été 2017. Ceci ne représente qu'une part de l'impact total, la chaleur pouvant avoir des effets systémiques conduisant à des symptômes variés.

Il n'existe pas de données équivalentes pour les vagues de froid, les critères de la vigilance « *grand froid* » n'ayant quasiment jamais été atteints lors des dernières années.

Plusieurs facteurs sanitaires, socio-économiques et environnementaux peuvent se combiner pour accroître la vulnérabilité à la chaleur ou au froid. Ces facteurs peuvent influencer sur l'efficacité de la thermorégulation (âge, sédentarité, traitement médicamenteux, etc.), sur l'exposition (îlot de chaleur urbain, exposition professionnelle, précarité énergétique, etc.), et sur la capacité à mettre en place des mesures de protections (conditions de travail, accès à l'information, capacités cognitives, etc.).

Illustration 1 : augmentation de la population à risque en fonction de l'intensité de la chaleur



Source : Santé publique France

Des plans nationaux pour prévenir les températures extrêmes

Pour la chaleur, la réponse s'appuie principalement sur le Plan national canicule, qui couple un système d'alerte fondé sur les prévisions météorologiques, un suivi d'indicateurs sanitaires, des actions d'information et de communication et des mesures de gestion (registres municipaux de personnes vulnérables, plans blancs, plans bleus, etc.). Les villes commencent par ailleurs à mettre en place des mesures de fond pour réduire le phénomène d'"îlot de chaleur urbain" (urbanisme, végétalisation, isolement des logements, etc.).

Le plan « *grand froid* » prévoit des campagnes de communication, un dispositif spécifique pour les sans-abri (ouverture de places d'hébergement d'urgence, maraudes, etc.) et des mesures pour les personnes précaires (trêve hivernale pour les locataires, aides financières pour le chauffage, etc.).

Vecteurs de maladies infectieuses

Les maladies à transmission vectorielle connaissent actuellement une nette progression. L'intensification des échanges internationaux et le changement climatique expliquent, en partie, cette situation. Cette dynamique, qui constitue aujourd'hui un enjeu global de santé publique, est confirmée par le dernier rapport du Giec, publié en 2018, qui alerte les pouvoirs publics sur l'expansion future de maladies telles que le paludisme et la dengue, facilitée par des climats favorables aux moustiques. Selon l'OMS, les maladies à transmission vectorielles constituent plus de 17 % des maladies infectieuses et sont à l'origine, chaque année, de plus d'un million de décès dans le monde.

Une propagation des vecteurs favorisée par une modification de l'aire de répartition des espèces à l'échelle planétaire

Qu'ils soient insectes ou acariens, les vecteurs de maladie transmettent de façon active des agents pathogènes d'un vertébré infecté (l'hôte) à un autre, en provoquant dans les populations humaines des maladies parasitaires (telle que le paludisme), bactériennes (comme la borréliose de Lyme) ou encore virales (virus de la dengue, du chikungunya, du zika, etc.). Ces maladies peuvent être strictement humaines ou être transmises de l'animal à l'homme et inversement (zoonoses). Le mécanisme de la transmission vectorielle se fait le plus souvent par piqûre mais aussi par déjection, voire par régurgitation du vecteur.

Sur le plan épidémiologique, trois éléments fondamentaux entrent en jeu dans le système vectoriel : l'agent infectieux, le vecteur et l'hôte. Tous trois, dépendants de l'environnement qui les entoure, peuvent être sensibles aux variations climatiques.

Dans un rapport, publié en 2017, l'OMS alerte les pouvoirs publics sur la nécessité d'agir face au risque d'exposition de la population mondiale, qui dépend à la fois de la zone géographique et climatique. Aujourd'hui, plus de 80 % de la population vit dans des zones où existe un risque de contracter une maladie comme le paludisme, la borréliose de Lyme, le virus de la dengue, du chikungunya, ou du zika.

La France n'est pas épargnée par les maladies à transmission vectorielle, aussi bien en métropole que dans les territoires ultramarins. En contribuant à modifier les zones de répartition des espèces d'insectes ou d'acariens, le changement climatique est susceptible d'influencer la transmission de ces maladies. Jusqu'alors épargnées, de nouvelles aires sont aujourd'hui concernées par l'implantation de vecteurs de maladie comme le moustique tigre (*Aedes albopictus*), créant un risque de transmission, voire d'épidémie de chikungunya et de dengue. Selon une récente étude (2018) pilotée par l'université de Carnegie Mellon et le Mayo Clinic College of Medicine and Science, une hausse des températures de 2 °C pourrait également avoir des répercussions sur la propagation de la borréliose de Lyme aux États-Unis (+ 20 %) en augmentant la densité des tiques dans les années à venir.

Une exposition accrue des populations aux maladies à transmission vectorielle sur le territoire national

Paludisme lié au moustique Anophèle

Le paludisme, maladie parasitaire transmise par une femelle moustique du genre *Anopheles*, affecte près de 40 % de la population mondiale. Malgré une diminution de la mortalité depuis

les années 2000 de près de 60 %, 500 millions de cas cliniques sont encore observés chaque année à l'échelle du globe, avec une recrudescence observée ces trois dernières années.

Bien que le paludisme y ait été éradiqué depuis des décennies, la France métropolitaine, du fait notamment des nombreux échanges commerciaux et non commerciaux, est, avec la Grande-Bretagne, le pays qui recense le plus grand nombre de cas importés de paludisme au monde. En 2017, le nombre total de cas de paludisme d'importation est estimé à environ 5 300. Selon Santé publique France, sur le territoire métropolitain 2 749 cas d'importation ont été déclarés cette même année au Centre national de référence du Paludisme soit une hausse de 12 % par rapport à 2016. Avec de fortes disparités régionales, les cas de paludisme sont rencontrés majoritairement en Île-de-France, en Pays-de-la-Loire et dans les régions du sud et sud-ouest de la France.

Le risque de paludisme est plus élevé en Outre-mer. Contrairement à la Guyane et à Mayotte où quelques cas autochtones sont recensés chaque année, aucun cas n'est rapporté dans les Antilles et à La Réunion. En revanche, une présence du moustique et des conditions environnementales favorables y font craindre le développement d'une transmission à partir de cas importés.

Actuellement, de nombreux chercheurs alertent les pouvoirs publics sur la nécessité d'anticiper une éventuelle arrivée de maladies vectorielles jusqu'alors cantonnées aux zones tropicales. Avec l'accroissement des températures, le champ d'action des moustiques, vecteurs du paludisme mais aussi du chikungunya, de la dengue et du zika, pourrait connaître une extension dans les prochaines décennies.

Chikungunya, dengue et Zika propagés par le moustique tigre

Cible de surveillance prioritaire des autorités sanitaires, le moustique tigre est susceptible de transmettre les virus responsables du chikungunya, de la dengue et du zika.

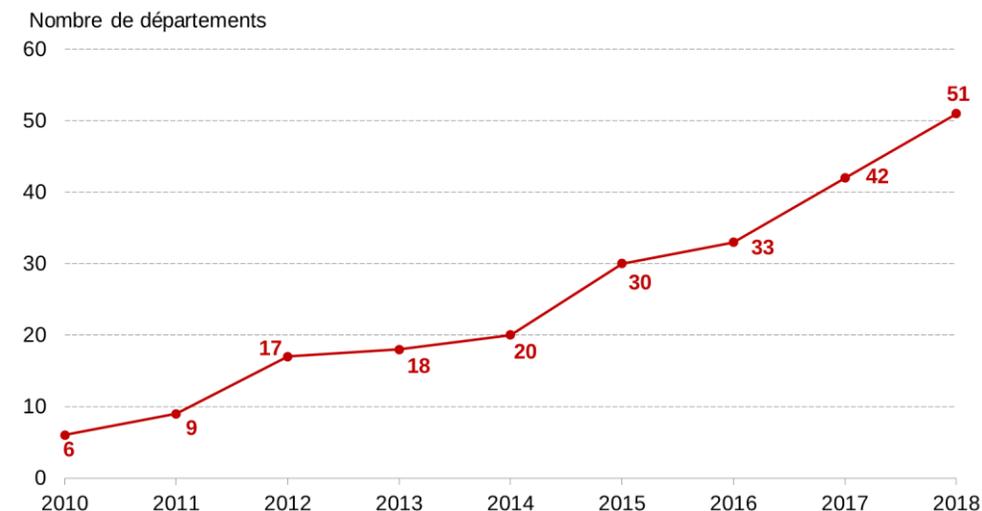
À l'échelle européenne, l'insecte est implanté sur une grande partie du pourtour méditerranéen, dans certains territoires limitrophes franco-allemands et à l'ouest de la mer Noire.

En Guadeloupe, Martinique et Guyane, le moustique *Aedes aegypti* est le principal vecteur de ces virus, alors qu'il cohabite avec le moustique tigre à Mayotte, comme sur l'île de La Réunion, où ce dernier est prédominant.

Identifié en France métropolitaine pour la première fois en 2004 dans les Alpes-Maritimes, *Aedes albopictus*, s'est progressivement implanté sur le territoire métropolitain, le long des axes routiers notamment. En 2018, le moustique est implanté dans 51 départements progressant depuis le sud vers le nord de la France. Cette dynamique s'est accélérée ces dernières années, notamment sous l'effet de l'augmentation du transport de marchandises et voyageurs. La hausse des températures due au réchauffement climatique peut avoir, par ailleurs, des répercussions sur les densités de vecteurs et leur capacité à transmettre le virus. En l'espace de 9 ans, l'insecte a envahi 45 départements, soit une progression annuelle moyenne de 31 %. Les territoires ultramarins où ce moustique est responsable d'épidémies régulières (notamment de dengue) sont, depuis de nombreuses années, concernés par cette propagation.

Coordonnée chaque année par Santé publique France, la surveillance renforcée saisonnière du chikungunya et de la dengue conduite par les Agences régionales de santé (ARS) permet de dresser une situation épidémiologique de chaque territoire. Le moustique est dorénavant installé et actif depuis 2018 dans 51 départements de métropole (parmi les plus septentrionaux la Seine-et-Marne, l'Essonne, la Côte-d'Or et la Nièvre). Dans les départements où il s'est implanté, le moustique est susceptible de transmettre la dengue et le chikungunya. Entre 2010 et 2018, onze épisodes de transmission autochtone ont ainsi été recensés en France métropolitaine, huit de dengue (22 cas au total) et trois de chikungunya (31 cas au total).

Graphique 2 : évolution du nombre de départements métropolitains où le moustique tigre est installé et actif



Aux Antilles et en Guyane, la situation épidémiologique de la dengue est caractérisée par une circulation continue du virus avec des épidémies récurrentes. Cinq grandes épidémies de dengue en Martinique et en Guadeloupe ont été recensées (dont la plus importante a eu lieu en 2010 avec 86 000 cas, selon Santé publique France). Plusieurs épidémies se sont produites en Guyane au cours des deux dernières décennies. En 2005-2006, la plus importante d'entre elles a provoqué 16 200 contaminations. Les îles de l'océan Indien comme La Réunion et Mayotte subissent des épidémies moins fréquentes. Depuis janvier 2018, La Réunion connaît cependant une épidémie de dengue de grande ampleur, avec 8 064 cas autochtones biologiquement confirmés ou probables recensés (état au 24 février 2019).

L'opération « Kass'Moustik : ma maison sans moustique » (La Réunion)

Associées aux fortes chaleurs, les pluies de l'été austral favorisent l'apparition et la prolifération du moustique tigre à La Réunion. L'opération *Kass'Moustik* « *Ma maison sans moustique* » est initiée depuis 2001 par l'ARS Océan Indien. Elle regroupe près de 70 partenaires institutionnels et associatifs et mobilise plus de 500 collaborateurs formés qui communiquent et sensibilisent au travers d'une centaine d'actions par an sur le moustique tigre et les maladies qu'il peut transmettre. Devant le constat qu'une maison sur cinq comporte encore un gîte larvaire, l'opération vise à convaincre les habitants de la nécessité de supprimer les eaux stagnantes dans leur jardin et réduire efficacement les risques de transmission de maladies ainsi que les nuisances occasionnées par les moustiques. La population réunionnaise est invitée à signer une charte d'engagement qu'elle peut télécharger sur le site de l'ARS ou obtenir lors des actions de porte-à-porte réalisées fréquemment par les associations locales. Sa signature engage l'habitant à éliminer régulièrement les eaux stagnantes autour de son habitation et l'invite à sensibiliser son entourage au travers d'un autocollant apposé sur sa boîte aux lettres. Cette campagne effectuée auprès du grand public, réalisée en fin d'année, est renforcée par une diffusion sur la page Facebook de l'opération. Elle renseigne l'internaute sur les actions menées sur le terrain, les associations partenaires, l'invite à enrichir ses connaissances sur le moustique tigre au travers d'un quizz et à développer les bons gestes à effectuer pour éliminer les gîtes larvaires. Un jeu concours est organisé, en parallèle, afin de valoriser les gestes de prévention.

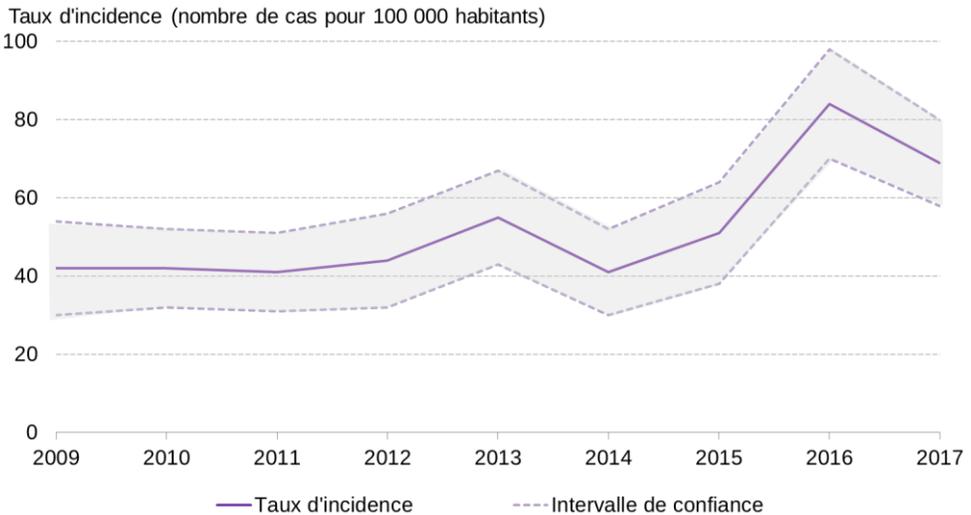
Dans ce contexte, les autorités publiques peuvent mettre en application des plans territoriaux pour lutter contre l'épidémie. À La Réunion, les autorités sanitaires ont déclenché le niveau 4 du Plan Orsec de lutte contre les arboviroses « *épidémie de moyenne intensité* » (dernier niveau avant l'épidémie de masse) renforçant la mobilisation des moyens contre le moustique tigre (interpellation de l'ensemble des acteurs impliqués, distribution de répulsifs, accentuation de la communication et sensibilisation des personnels médicaux).

Borréliose de Lyme liée à la tique

Inoculée par une tique infestée (*Ixodes ricinus*) après que la larve se soit nourrie du sang de petits mammifères (souris, hérissons, etc.), la borréliose de Lyme est une maladie endémique dans la majorité des pays de l'hémisphère Nord et qui émerge actuellement dans de nouvelles régions du globe. Elle peut se manifester dans un premier temps par un halo rosâtre autour de la pique et provoquer, dans de rares cas, des atteintes disséminées à plusieurs organes comme le système nerveux, le cœur mais aussi les articulations si le traitement approprié n'a pas été administré lors de la phase initiale.

Transmise par la bactérie *Borrelia burgdorferi*, la borréliose de Lyme est la maladie vectorielle la plus fréquente en Europe. Les pays d'Europe centrale et ceux bordant la mer Baltique semblent être les plus touchés. Il existe cependant des variabilités régionales importantes au sein de nombreux pays. Depuis les années 1980, les populations de tiques vectrices de la maladie semblent gagner des latitudes et des altitudes plus élevées en Europe, traduisant les effets du réchauffement climatique associé à d'autres facteurs. Il est probable que la borréliose de Lyme s'y étendra. À l'inverse, les régions les plus au sud, soumises à des sécheresses plus fréquentes, pourront voir l'incidence de la maladie diminuer au moins momentanément. La maladie devrait disparaître dans les régions les plus chaudes et sèches. En France métropolitaine, la borréliose de Lyme touche chaque année plusieurs dizaines de milliers de personnes. Sur la période 2009-2017, le Réseau Sentinelles estime le taux d'incidence annuel moyen de la maladie à 53 cas pour 100 000 habitants, avec une tendance plutôt à la hausse.

Graphique 3 : évolution du taux d'incidence de la maladie de Lyme en France métropolitaine



Champ : France métropolitaine

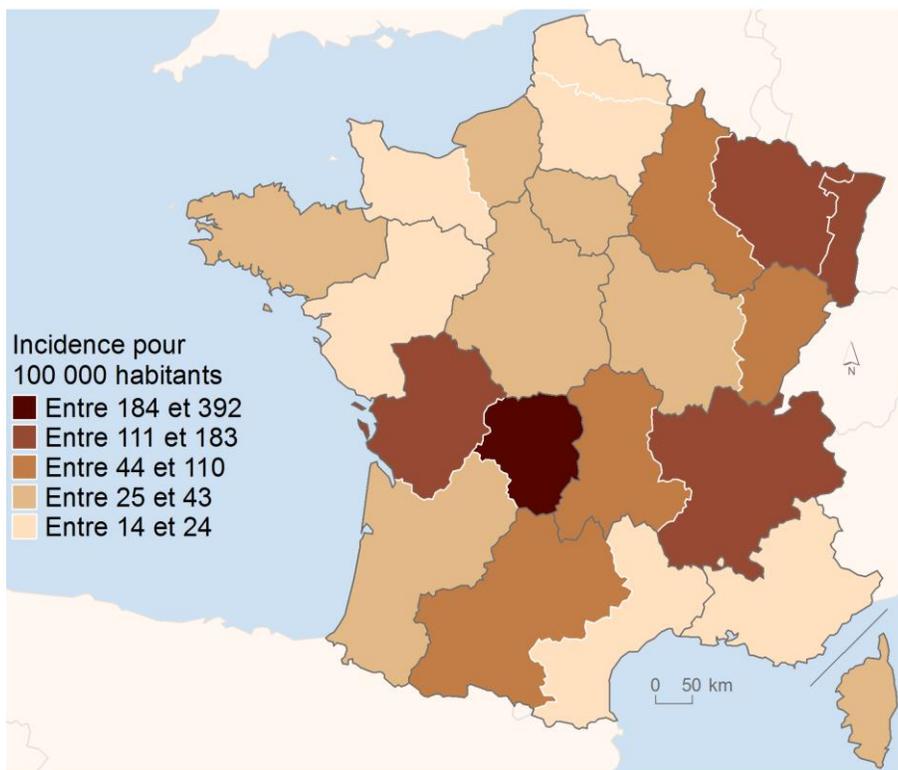
Source : Réseau Sentinelles, 2018. Traitements : Sdes, 2019

Sur le territoire métropolitain, la maladie de Lyme concerne plus largement les régions forestières froides et tempérées, car les conditions climatiques permettent la multiplication des tiques qui affectionnent les milieux ni trop froids, ni trop secs. Le taux d'incidence est ainsi très hétérogène suivant les régions. Ces dernières années, les zones plus touchées sont le Limousin, la Lorraine et l'Alsace notamment. Les territoires les moins affectés sont les Pays-de-la-Loire, la Basse-Normandie, le nord de la France et le Bassin méditerranéen, même si ces derniers n'en sont pas exempts.

Certaines tiques peuvent également provoquer d'autres maladies (encéphalite à tique, rickettsioses, anaplasmose granulocytaire humaine). Avec des hivers plus doux et moins d'humidité, une nouvelle espèce (*Hyalomma marginatum*) s'est installée dans le sud de la

France. Celle-ci est susceptible d'inoculer chez l'humain et les animaux un virus qui provoque la fièvre hémorragique de Crimée-Congo, maladie endémique des pays d'Afrique, du Moyen-Orient, d'Asie et des Balkans et dont deux cas ont été rapportés pour la première fois en Espagne en 2016.

Carte 3 : taux d'incidence moyen de la maladie de Lyme entre 2013 et 2017, par région



Champ : France métropolitaine

Source : Réseau Sentinelles, 2018. Traitements : Sdes, 2019

Les mesures de prévention

Il existe plusieurs moyens de prévention contre les infections vectorielles, reposant sur des méthodes de prévention individuelle telles que les méthodes de protection chimique (répulsifs cutanés ou imprégnation des vêtements), les méthodes de protections mécaniques (port de vêtements longs), la chimioprophylaxie contre le paludisme ou la vaccination contre l'encéphalite à tique ou la dengue. Au niveau collectif, des techniques de lutte anti-vectorielle sont également mises en place afin de tenter de contrôler les populations de vecteur ou de limiter l'exposition des êtres humains. La surveillance des maladies vectorielles constitue un enjeu majeur de santé publique. Le contrôle des vecteurs mais également la mise en œuvre de stratégies de lutte et d'information efficaces s'avèrent être la réponse la plus appropriée pour protéger les populations les plus concernées par cette expansion.

Pollens

Le climat joue un rôle non négligeable sur la production de grains de pollen et les allergies qu'ils déclenchent. Les observations phénologiques permettent d'évaluer l'influence du changement climatique, non seulement sur la végétation et la biodiversité, mais aussi sur la santé humaine. La hausse observée de la quantité de pollens émis entraîne une augmentation de la prévalence des allergies. Dans les prochaines années, cette tendance due au changement climatique et à une production accrue de pollens devrait se poursuivre, voire s'amplifier.

Le changement climatique, un facteur d'accroissement des concentrations de pollens

Le grain de pollen, élément reproducteur microscopique, produit par les étamines des plantes, est transporté par différents modes : eau (plantes hygrophiles), air (plantes anémophiles), insectes (plantes entomophiles). Retrouvés dans l'air, les pollens des plantes anémophiles (bouleau, charme, aulne, etc.) sont à l'origine de manifestations allergiques récurrentes en France.

Le changement climatique peut entraîner une modification des aires de répartition de certaines espèces avec notamment un déplacement du Sud vers le Nord (olivier, frêne, chêne, etc.) mais aussi une extension en altitude et une régression de certaines d'entre elles. Il modifie, par ailleurs, la période de floraison et de pollinisation. La hausse des températures moyennes s'est accompagnée d'une avancée de la pollinisation des arbres de 4 à 6 semaines jusque vers les années 2003-2004. Depuis près de quinze ans, en raison de saisons plus contrastées (début d'automne et hiver plus doux et fin d'hiver plus froid), les analyses du Réseau national de surveillance aérobiologique (RNSA) mettent en évidence un retard sur la pollinisation.

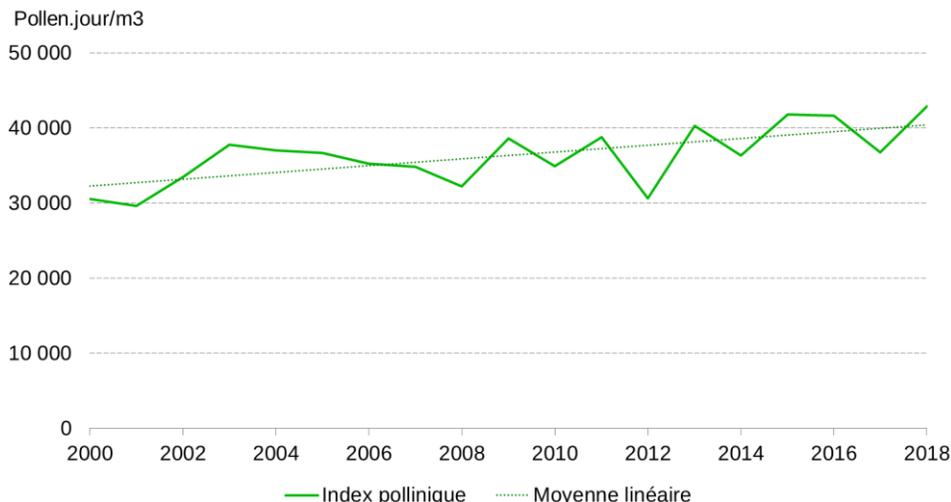
En France, les allergies aux pollens ont été multipliées par trois en 25 ans. Les pollens de graminées y constituent une des premières sources d'allergie pour les populations, après les acariens. Plus de 20 % de la population française est allergique aux pollens. Ces allergies pourraient toucher la moitié de la population mondiale d'ici 10 ans. Les concentrations de pollens de certaines espèces à fort pouvoir allergisant, comme l'ambrosie, pourraient quadrupler d'ici 2050. En Europe, le changement climatique et l'envahissement de nouveaux territoires par cette plante seraient responsables respectivement des deux tiers et du tiers de cette augmentation. En France, le nombre de personnes allergiques à l'ambrosie pourrait passer de 3,2 millions aujourd'hui à 6 millions d'ici à 2050. D'autres facteurs aggravent également l'allergénicité des pollens, tels que la pollution urbaine. L'introduction d'arbres dans les villes (cyprés, bouleau, platane, etc.) et les activités anthropiques (qui peuvent favoriser l'expansion d'espèces invasives comme l'ambrosie), multiplient également les plantes émettrices de pollens allergisants, contribuant ainsi à l'augmentation des allergies respiratoires.

Une exposition croissante des populations aux pollens

Grâce aux mesures réalisées par le RNSA, un index pollinique basé sur les quantités de grains de pollens et leur pouvoir allergène est déterminé de façon hebdomadaire ; un bilan annuel est également dressé. Une augmentation des quantités de pollens est observée depuis plusieurs années, avec d'importantes variations liées aux conditions météorologiques. Cette hausse de l'index s'explique notamment par une plus forte densité de la végétation, et

par des conditions météorologiques (fortes chaleurs persistantes, pluviométrie déficitaire) propices à une production accrue de pollens et à l'apparition de nouveaux pollens, comme l'ambrosie, dans certaines régions du territoire métropolitain.

Graphique 4 : évolution de l'index pollinique annuel en France métropolitaine



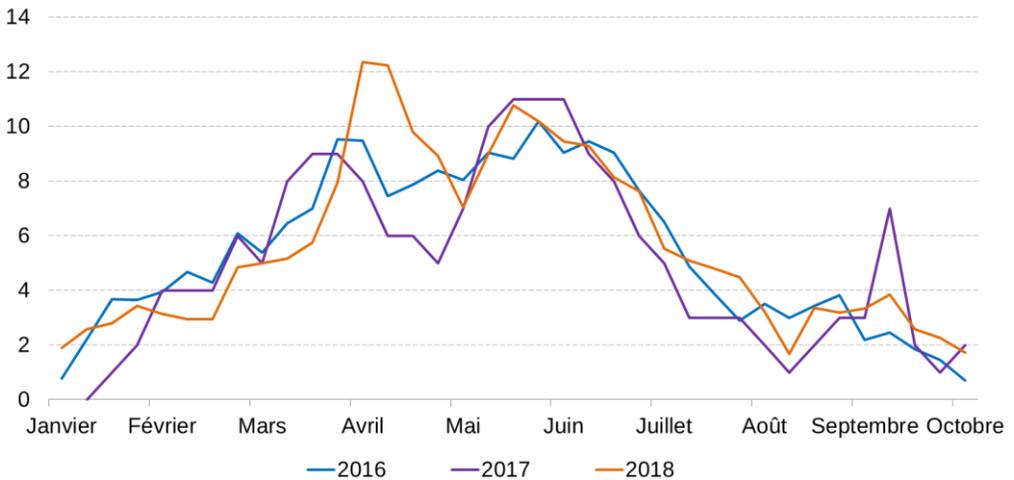
Source : RNSA

L'évolution de l'index est corrélée à celles des bouleaux et de l'ambrosie, espèces au potentiel allergisant très élevé. Le bouleau, qui pollinise en mars-avril, libère de grandes quantités de pollens dans l'air. Une hausse de 20 % de cette concentration est observée, traduisant l'évolution des températures ces vingt dernières années. La propagation de l'ambrosie, plante originaire d'Amérique du Nord, affecte l'ensemble du continent européen. Les territoires situés autour du 45^{ème} parallèle, ainsi que certains pays européens comme la Hongrie, sont actuellement partiellement, voire totalement infestés. En France, les pollens d'ambrosie sont principalement présents en vallée du Rhône, dans le secteur de Nevers et en Charente.

Les pollinoses, principale conséquence sanitaire

L'index clinique, outil d'évaluation de l'impact sanitaire des pollens sur la population, permet de suivre au fil de la saison pollinique, l'existence de pollinoses (troubles liés au pollen), leur évolution, la fréquence et la gravité des symptômes associés. Cet index se fonde sur le nombre de patients venus en consultation, leur type de symptômes et leur sévérité. Depuis plusieurs années, cet index est stable contrairement à l'index pollinique, en constante progression.

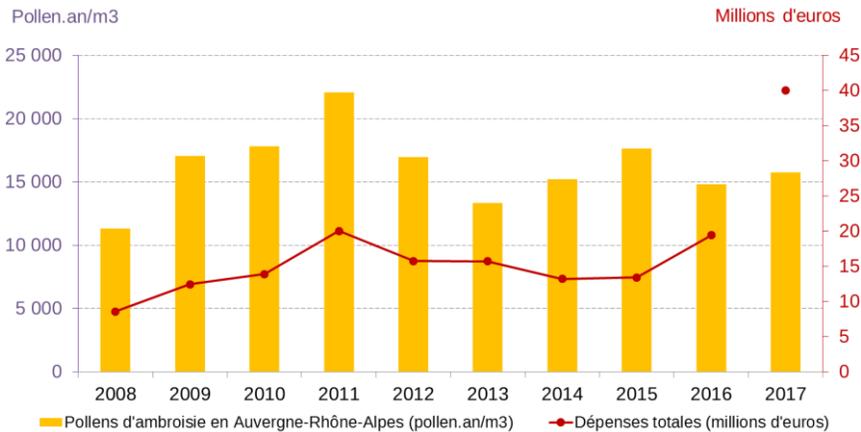
En 2018, l'index clinique a été très faible en début de saison, du fait des conditions météorologiques hivernales de janvier et février. Il a ensuite augmenté rapidement, avec un pic en avril, du fait de la pollinisation des bouleaux. Cette tendance, bien supérieure aux deux années précédentes, traduit des concentrations records de pollens et de nombreuses pollinoses. À partir de fin avril, la valeur de l'index a chuté en raison des conditions météorologiques beaucoup plus fraîches, avant de remonter fin mai-début-juin, avec un pic d'allergie lié aux graminées (situation similaire à 2017 et supérieure à celle de 2016). La diminution des symptômes courant juillet a été suivie durant les mois d'août et de septembre par des niveaux supérieurs à 2016 mais inférieurs à 2017, en lien avec les symptômes dus aux pollens d'ambrosie.

Graphique 5 : évolution annuelle de l'index clinique en France métropolitaine, en période de pollinisation

Source : RNSA

La pollinisation de l'ambroisie en Auvergne – Rhône-Alpes et ses conséquences économiques et sanitaires

Depuis plusieurs années l'ARS Auvergne – Rhône Alpes étudie le coût du traitement des pathologies liées aux pollens. Dans cette région, les dépenses publiques annuelles liées à l'allergie à l'ambroisie ont été estimées à près de 22 millions d'euros en 2016. En 2017, le coût sanitaire a été réévalué à 40,6 millions d'euros. Celui-ci ne cesse d'augmenter depuis plusieurs années. D'après une simulation de l'Observatoire des ambrosies, si l'ensemble de la France était autant touché que la région Auvergne – Rhône Alpes, le coût national sanitaire en dépenses de soins liés à l'ambroisie s'élèverait à 329 millions d'euros. D'après l'ARS Auvergne – Rhône Alpes et le RNSA, en considérant tous les pollens allergisants sur l'ensemble du territoire et en estimant qu'au moins 20 % de la population est allergique, le coût sanitaire s'élèverait entre 1 et 4 milliards d'euros par an.

Graphique 6 : évolution de la consommation d'antihistaminiques en période de pollinisation de l'ambroisie en région Auvergne-Rhône-Alpes

Note : de 2008 à 2013, régime général (hors SLM) seulement. Depuis 2013, ajout de la MSA et de la Camieg. Rupture de série en 2016 pour l'évolution de la consommation d'antihistaminiques.

Sources : RNSA ; ARS Auvergne-Rhône-Alpes

Surveiller et informer pour prévenir les risques allergènes

Depuis près de vingt ans, la mise en place d'un réseau de polliniers sentinelles naturels permet d'observer les herbes et les arbres allergisants. L'objectif premier de ce réseau est d'effectuer des observations phénologiques (libération des pollens, suivi des dates de floraison des espèces allergisantes, précocité et durée des phases phénologiques en lien avec le changement climatique, analyse de la complémentarité avec le capteur pollinique, etc.). Cet objectif scientifique se double d'un objectif pédagogique qui se traduit par la formation et l'information du grand public. Afin de sensibiliser la population aux risques allergènes, le RNSA a développé une application mobile appelée « *Alertes Pollens* » qui permet à l'utilisateur de consulter les niveaux d'alerte en fonction de sa géolocalisation, de choisir les pollens qu'il souhaite suivre et de décrire ses symptômes pour pouvoir les comparer avec l'évolution des pollens dans l'air. Il est aussi possible de suivre les épisodes de pollution (PM₁₀ et NO₂) qui sont des facteurs aggravants pour les symptômes d'allergie aux pollens.

Pollution de l'air et nuisances sonores



L'air est le milieu naturel de vie et d'évolution de l'homme et d'une large part des organismes vivants. Depuis longtemps, la pollution de l'air extérieur est un enjeu fondamental tant d'un point de vue sanitaire qu'environnemental et un sujet majeur de préoccupation des Français. À l'inverse, la pollution de l'air intérieur a longtemps été négligée. Aujourd'hui, avec l'évolution des modes de vie des populations, qui passent une large partie de leur vie dans des espaces fermés, les polluants intérieurs font désormais l'objet d'une attention particulière. Le bruit, qui se propage dans l'air, peut entraîner des conséquences sanitaires majeures, allant de la baisse de l'audition à divers effets extra-auditifs.

Aujourd'hui, pollution atmosphérique et bruit constituent les deux principales causes de morbidité en Europe. Au cœur de ces enjeux sanitaires et environnementaux, le logement et les transports représentent deux facteurs d'exposition majeurs. En parallèle, des études ont mis en évidence l'existence d'inégalités d'exposition des populations, tant sociales que géographiques.

Pollution de l'air extérieur

Les effets de la pollution de l'air extérieur sur la santé humaine ne sont plus à démontrer. L'OMS a notamment défini des valeurs seuils de concentrations de polluants au-delà desquelles une exposition devient nuisible pour la santé. En 2018, l'Agence européenne pour l'environnement évalue à 391 000 le nombre annuel de décès prématurés dans les pays de l'Union européenne du fait de la présence de particules de diamètre inférieur à 2,5 µm dans l'air extérieur. La France n'est pas épargnée par ce fléau, avec une estimation de Santé publique France avoisinant 48 000 décès prématurés.

Une pluralité de substances présentes dans l'atmosphère, aux effets néfastes pour la santé

Les phénomènes naturels (éruptions volcaniques, brumes de sable, incendies de forêts, etc.) et les activités humaines (industries, transports, agriculture, chauffage résidentiel, etc.) sont à l'origine d'émissions de gaz et de particules dans l'atmosphère. Une fois libérées dans l'air, ces substances évoluent dans l'atmosphère sous l'effet des conditions météorologiques et peuvent subir des transformations par réactions chimiques. Il existe ainsi des polluants dits "primaires" qui sont émis directement dans l'air (monoxyde d'azote –NO, dioxyde d'azote –NO₂, dioxyde de soufre –SO₂, monoxyde de carbone –CO, poussières et particules, métaux lourds, composés organiques volatils –COV, hydrocarbures aromatiques polycycliques –HAP, pesticides, etc.) et des polluants "secondaires" issus de transformations physico-chimiques de gaz ou de particules sous l'effet de conditions météorologiques particulières (ozone –O₃, NO₂, particules, etc.). Ces substances sont susceptibles de pénétrer le corps humain après avoir été respirées et peuvent affecter la santé.

Les effets des particules fines sur la santé

Les particules de diamètre inférieur à 2,5 µm (PM_{2.5}), notamment les ultrafines, ont la capacité de pénétrer profondément dans l'arbre respiratoire, de traverser les parois alvéolaires et d'arriver dans la circulation sanguine, pouvant ainsi atteindre différents organes du corps. Agrégeant une grande diversité de substances chimiques ou minérales, les particules ont une action pro-inflammatoire et produisent une génotoxicité et un stress oxydatif au niveau cellulaire. Répétés jour après jour, elles finissent par épuiser les mécanismes de défense et conduisent à un vieillissement cellulaire anticipé, ou à une mutation cellulaire pouvant dégénérer en cancer et, dans certains cas, conduire à la mort cellulaire.

À court terme, l'exposition répétée aux particules fines peut entraîner une maladie chronique. À long terme, elle augmente la probabilité d'un événement aigu, tel qu'un infarctus, un accident vasculaire cérébral (AVC) pouvant entraîner un décès. Le système respiratoire (par diminution de la capacité respiratoire chez l'enfant favorisant le développement de bronchite chronique chez l'adulte, maladie asthmatique chez l'enfant ou l'adulte, cancer du poumon) et le système cardiovasculaire (par effet sur les maladies coronariennes comme l'infarctus du myocarde ou l'angine de poitrine, l'AVC ou l'hypertension) sont particulièrement concernés. D'autres effets ont récemment été mis en évidence comme le diabète chez l'adulte, les maladies neurodégénératives (démence) ou le faible poids à la naissance.

Face aux impacts sanitaires et économiques de la pollution de l'air, la communauté internationale a adopté en 2015 les objectifs de développement durable. Elle s'est ainsi accordée pour réduire, d'ici 2030, l'impact de la pollution de l'air dans les villes et diminuer nettement le nombre de décès et de maladies dus à des substances chimiques dangereuses et à la contamination de l'air. Cette orientation fait écho au niveau toujours élevé de préoccupation vis-à-vis de la pollution de l'air qu'expriment les Français depuis plusieurs années et renforce les dispositifs nationaux existants.

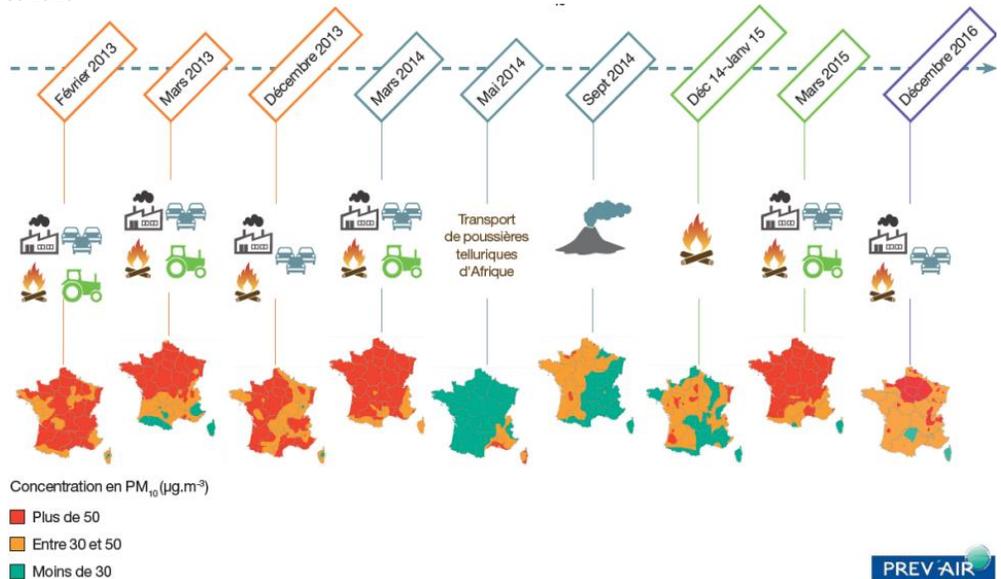
Des polluants sous surveillance

En application de la réglementation en vigueur, la présence de plusieurs polluants dans l'air extérieur (SO₂, NO₂, oxydes d'azote, O₃, benzène, particules, monoxyde de carbone, plomb, arsenic, cadmium, nickel, mercure et HAP) est suivie en continu sur tout le territoire national. D'autres substances font également l'objet d'une surveillance spécifique dans des zones pouvant présenter des risques : composés odorants, polluants issus d'activités spécifiques telles que l'agriculture ou le traitement des déchets. Par ailleurs, suite à des recommandations de l'Anses en 2017 pour la mise en œuvre d'une surveillance nationale des pesticides dans l'air ambiant, une campagne nationale expérimentale de mesures est actuellement en cours.

En complément des mesures prises au niveau national, les territoires sont également invités à élaborer des plans de protection de l'air visant à définir des actions susceptibles de réduire les rejets de polluants dans l'air (industrie, transport de marchandises, mobilité des personnes, brûlage de déchets verts, chauffage au bois, etc.).

Depuis le début des années 2000, les émissions des principaux polluants diminuent en réponse aux progrès technologiques, à l'évolution des comportements et à la modification de la composition des carburants. Toutefois, la France, comme de nombreux autres pays européens, est régulièrement confrontée à des dépassements récurrents des seuils réglementaires (moyennes annuelle et/ou journalière) de la pollution de l'air pour la protection de la santé pour les particules de diamètre inférieur à 10 µm, le dioxyde d'azote ou l'ozone. Chaque année, plusieurs agglomérations sont sujettes à des dépassements pour un ou plusieurs polluants ou à des pics de pollution. Des dispositifs locaux et nationaux d'information, de prévision et d'alerte des populations sont en place pour informer les habitants, notamment les plus fragiles, des effets potentiels de la pollution de l'air sur la santé et diffuser des conseils sur les comportements à tenir durant ces pics de pollution. La diffusion journalière de bulletins d'informations sur la qualité de l'air dans les journaux télévisés relève de cette démarche.

Illustration 2 : sélection non exhaustive d'épisodes de pollution aux PM₁₀ d'ampleur nationale entre 2013 et 2016



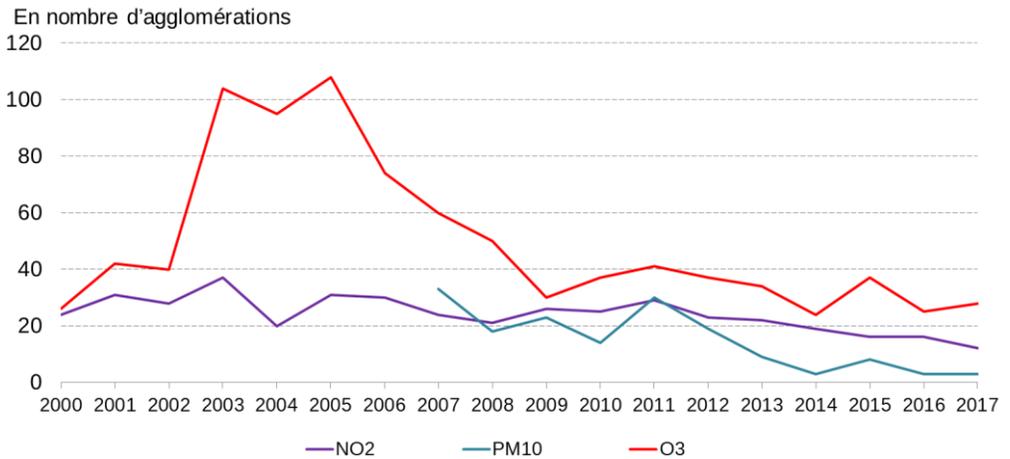
Sur la période 2000-2017, le nombre d'agglomérations ne respectant pas chaque année les normes réglementaires de qualité de l'air en dioxyde d'azote (NO₂) diminue. Les grandes

agglomérations (plus de 250 000 habitants), et dans une moindre mesure celles de taille moyenne (50 000 à 250 000 habitants), sont les plus concernées par ces dépassements de normes, majoritairement à proximité du trafic routier.

Pour les particules fines de diamètre inférieur à 10 μm (PM₁₀), les agglomérations les plus touchées par le non-respect des normes réglementaires sont également celles de taille moyenne et grande. Sur la période 2007-2017, le nombre d'agglomérations concernées a également diminué. Les zones situées à proximité du trafic routier et en fond urbain sont les plus affectées.

Si les concentrations moyennes d'ozone (O₃) n'évoluent pas à la baisse, le nombre d'agglomérations présentant des dépassements de normes a en revanche diminué sur la période 2000-2017. Cette tendance peut s'expliquer par des conditions météorologiques plus favorables à la formation d'O₃ en début de période, en 2003 et 2006 notamment. Contrairement au NO₂ et aux PM₁₀, les agglomérations les plus touchées sont celles de moyenne et petite taille (moins de 50 000 habitants).

Graphique 7 : évolution des dépassements de normes réglementaires pour la protection de la santé dans les agglomérations pour les trois polluants les plus problématiques



Note : la méthode de mesure des PM₁₀ a évolué en 2007 afin d'être équivalente à celle définie au niveau européen. Les concentrations de PM₁₀ de la période 2000-2006 ne peuvent donc pas être comparées à celles de la période 2007-2017 ; pour l'O₃, la conformité à la norme européenne se mesure en moyenne triennale.

Champ : France métropolitaine et Dom.

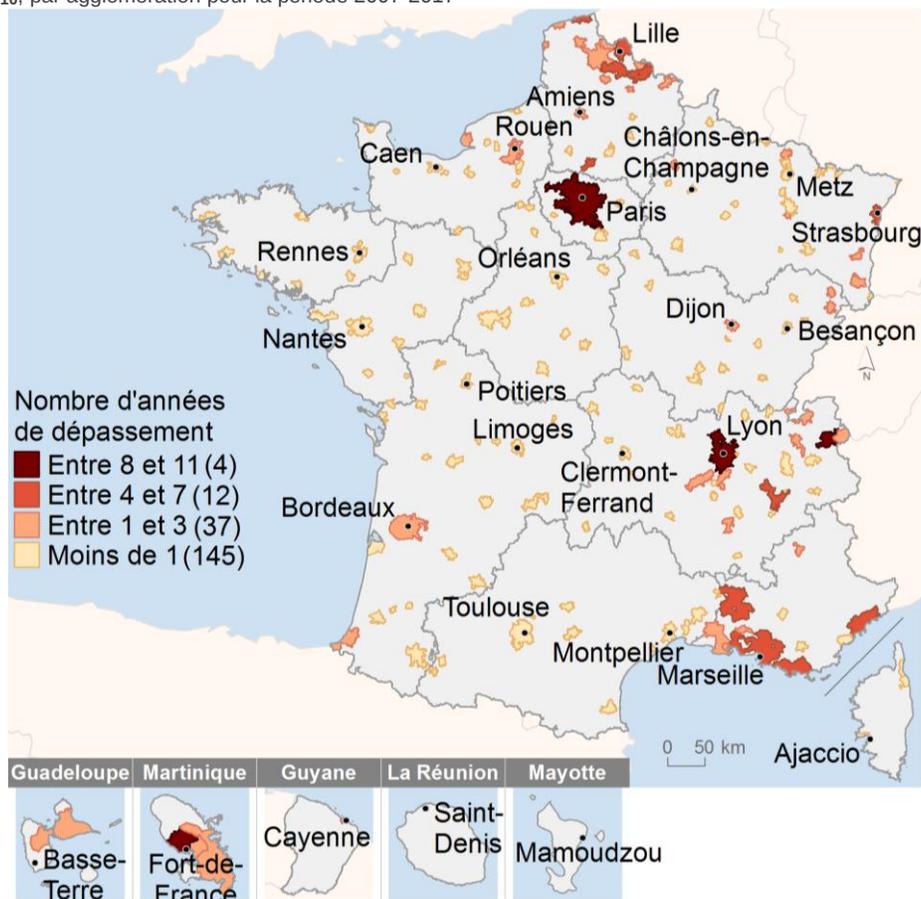
Source : Géod'Air, juillet 2018. Traitements : Sdes, 2018

La baisse globale du nombre d'agglomérations en dépassement pour le NO₂, les PM₁₀ et l'O₃ masque cependant de fortes disparités territoriales. Ainsi, sur la période 2000-2017, 157 agglomérations n'ont jamais connu de dépassement de normes réglementaires pour le NO₂, alors qu'elles sont cinq (Lyon, Marseille–Aix-en-Provence, Montpellier, Paris, Strasbourg) à en enregistrer chaque année.

Sur la même période, huit agglomérations (Avignon, Beaucaire, Gérardmer, Marseille–Aix-en-Provence, Montpellier, Mulhouse, Nice, Toulon) ont des concentrations en O₃ supérieures aux seuils réglementaires.

Enfin, sur la période 2007-2017, 145 agglomérations n'ont jamais enregistré de concentrations supérieures aux normes réglementaires pour les PM₁₀. Seule l'agglomération de Paris est en dépassement chaque année, Sallanches (vallée de l'Arve) l'ayant subi dix années sur onze.

Carte 4 : nombre d'années de dépassement des normes réglementaires pour la protection de la santé en PM₁₀, par agglomération pour la période 2007-2017



Source : Géod'air, juillet 2018. Traitements : Sdes, 2018

Exposition des populations

Des normes réglementaires de qualité de l'air pour la protection de la santé humaine ont été mises en place au sein de l'Union européenne. Parfois proches des valeurs guides prises par l'OMS, elles sont parfois moins contraignantes pour certains polluants. C'est notamment le cas pour les PM₁₀.

Tableau 2 : seuils réglementaires et sanitaires concernant la concentration maximale dans l'air des PM₁₀

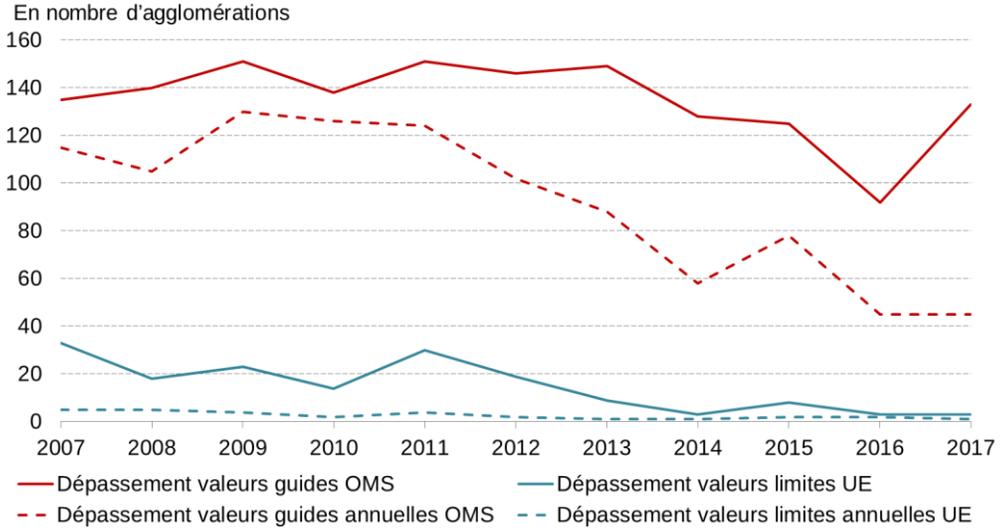
	Valeurs limites réglementaires européennes	Valeurs guides sanitaires de l'OMS
Concentration moyenne annuelle	40 µg/m ³	20 µg/m ³
Concentration moyenne journalière	50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 35 jours/an	50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 jours/an

Sources : Commission européenne ; OMS. Traitements : Sdes, 2019

Le nombre d'agglomérations dépassant les valeurs guides de l'OMS reste élevé même si la tendance est à la baisse. En 2017, 45 agglomérations présentent une concentration annuelle

moyenne supérieure à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tandis que seule une agglomération est concernée par un non-respect du seuil réglementaire européen. En parallèle, 133 agglomérations dépassent plus de trois jours par an la valeur guide de l'OMS (concentration moyenne journalière de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) alors que seules trois d'entre elles la dépassent plus de 35 jours.

Graphique 8 : évolution du nombre d'agglomérations dépassant les valeurs limites européennes et les valeurs guides de l'OMS pour les concentrations en PM_{10}



Note :

- valeurs limites européennes : concentration moyenne annuelle $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$; concentration journalière : $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an ;

- valeurs guides OMS : concentration moyenne annuelle $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$; concentration journalière : $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an.

Champ : France métropolitaine et Dom

Source : Géod'Air, juillet 2018. Traitements : Sdes, 2019

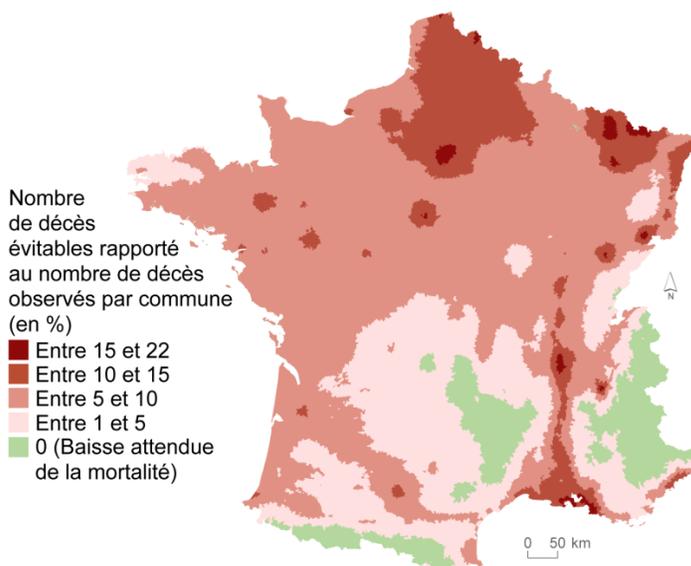
Impacts sanitaires de la pollution de l'air

Enjeu de santé publique universel, le risque découlant de la pollution atmosphérique est susceptible de changer du fait de la modification des conditions climatiques, de la politique de réduction des émissions et de l'évolution possible des sources émettrices.

En 1997, le programme de surveillance air et santé (Psas) a été créé en application de la loi Laure (loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996). Depuis vingt ans, ce programme surveille et caractérise les effets à court et long termes de la pollution atmosphérique grâce aux résultats des études épidémiologiques et des évaluations quantitatives d'impact sanitaire (EQIS-PA) qu'il produit. Entre 1999 et 2014, le Psas a produit 119 EQIS-PA sur 54 zones urbaines françaises, soit une couverture de 949 communes et un peu plus de 21 millions d'habitants.

Une nouvelle EQIS réalisée par Santé publique France a estimé à 48 000 décès prématurés annuels le poids sanitaire de la pollution par les particules fines $\text{PM}_{2,5}$ en lien avec l'activité humaine en France continentale. Cela correspond à 9 % de la mortalité en France et à une perte d'espérance de vie à 30 ans pouvant dépasser 2 ans. Cette évaluation propose différents scénarios de réduction de la pollution et met en évidence des contrastes géographiques, notamment un impact sanitaire non négligeable dans les zones rurales. Si toutes les communes françaises respectaient la valeur recommandée par l'OMS ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$), plus de 17 000 décès pourraient être évités chaque année, avec un coût sanitaire évité estimé à près de 53 milliards d'euros par an.

Carte 5 : baisse attendue de la mortalité annuelle sous le scénario « sans pollution anthropique » pour les PM_{2,5}



Note : la carte représente, pour chaque commune, le nombre de décès évitables rapportés au nombre de décès observés, si aucune des communes françaises ne dépassait $4,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur de référence pour ce scénario correspondant à la valeur maximale rencontrée dans les 5 % des communes rurales les moins polluées).

Sources : IGN-GéoFLA, 2008 ; GAZEL, 2007-2008 ; Inserm-CépiDC, 2007-2008 ; Insee-RP, 2007-2008 ; Invs, 2015

La pollution par les particules fines dans la vallée de l'Arve



©B. Brassoud / Wikimedia Commons

La vallée de l'Arve, en Haute-Savoie, est un territoire sur lequel sont fréquemment observés des dépassements des valeurs réglementaires de la qualité de l'air pour la protection de la santé pour les particules fines. Une étude publiée en 2017 par Santé publique France révèle que, dans les zones habitées de la vallée de l'Arve, près de la moitié des communes sont exposées à des concentrations moyennes annuelles en particules fines de diamètre inférieur à $2,5 \mu\text{m}$ (PM_{2,5}) dépassant la recommandation de l'OMS ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Au total, 68 % de la population de la zone d'étude est affectée, soit 106 000 personnes. La pollution aux particules fines serait responsable de 8 % de la mortalité des adultes de plus de 30 ans, soit 85 décès par an. En moyenne, les habitants de la vallée de l'Arve perdraient neuf mois d'espérance de vie à 30 ans à cause de cette exposition chronique aux particules fines. La diminution de 30 % des concentrations dans l'ensemble des communes permettrait d'éviter 45 décès par an, soit une baisse de la mortalité de 4 %.

Les concentrations hivernales de particules sont les principales voies d'exposition des habitants dans ce territoire. Les températures négatives provoquent une stagnation de l'air et une accumulation des polluants en fond de vallée. Le chauffage au bois des logements, principale source d'émission de particules fines, ainsi que la circulation des véhicules accentuent cette situation.

Pollution de l'air intérieur

En France, la population passe aujourd'hui en moyenne 80 % de son temps dans des espaces clos ou semi-clos. Longtemps négligées, les conséquences sanitaires de l'exposition des populations à l'amiante ont contribué à la prise en compte de la pollution de l'air intérieur en tant qu'enjeu majeur de santé publique à l'échelle nationale. En raison d'une pluralité de sources de polluants et de lieux concernés, les modes et les degrés d'exposition des populations sont très variables. Afin de prévenir les risques sanitaires, une surveillance de la qualité de l'air dans les principaux lieux de vie (logements, bureaux et écoles) se développe depuis près de quinze ans.

Une exposition chronique des populations

Les modes de vie contemporains conduisent la population à passer la majorité du temps dans des environnements clos, où de nombreux polluants peuvent être présents. Dans le monde professionnel, certains secteurs d'activités (chimie, métallurgie, etc.), entraînent également une exposition chronique des travailleurs à certains agents chimiques ou biologiques. Ces polluants sont de nature variée : chimiques (composés organiques volatils – COV), biologiques (moisissures, bactéries) et physiques (particules, fibres). Ils peuvent avoir des répercussions sur la santé humaine, tant à court terme qu'à long terme. Une première étude menée en 2014 par l'Anses et l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) estime à environ 28 000 le nombre annuel de nouveaux cas de maladies et à plus de 20 000 le nombre annuel des décès prématurés liés à six polluants de l'air intérieur, hors locaux professionnels à pollution spécifique. Cette étude évalue le coût socio-économique de la pollution de l'air à environ 19 milliards d'euros par an, en se fondant sur les dépenses de santé, ainsi que sur le coût externe, ou coût social (mortalité et perte de bien-être) de la pollution de l'air intérieur.

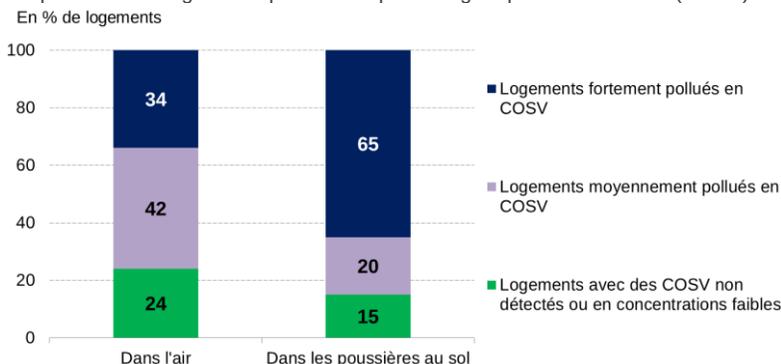
Dans les logements, deux sujets de préoccupation : concentrations en perturbateurs endocriniens et influence de l'efficacité énergétique

Premier lieu de vie, le logement a fait l'objet pour la première fois, en 2003-2005, d'une campagne nationale de mesure de la qualité de l'air intérieur, conduite par l'OQAI. Plus d'une centaine de paramètres chimiques, physiques et biologiques ont été mesurés dans un échantillon de 567 logements représentatifs du parc des résidences principales de France métropolitaine. Depuis, de nouvelles analyses ont contribué à améliorer les connaissances concernant les concentrations intérieures de près de 70 composés organiques semi-volatils (COSV). Ces composés sont émis par les matériaux plastiques (phtalates, bisphénol A), les ordinateurs et les textiles d'ameublement (retardateurs de flamme polybromés ou PBDE), les détergents (muscs de synthèse) ou les traitements insecticides (pyréthrinoides). Certains, comme les polychlorobiphényles (PCB), ne sont aujourd'hui plus autorisés. Ils peuvent cependant continuer à être émis, en particulier par des joints d'étanchéité utilisés dans les années 1970 et toujours en place dans les bâtiments. Enfin, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) proviennent des processus de combustion. Du fait de leurs caractéristiques physico-chimiques, les COSV sont non seulement présents dans l'air, sous forme gazeuse et particulaire, mais également dans les poussières déposées au sol, sur le

mobilier et les objets. La plupart d'entre eux sont des perturbateurs endocriniens avérés ou suspects.

Les mesures réalisées montrent que ces composés sont omniprésents : si dans un logement sur deux, plus d'une trentaine de COSV sont détectés dans l'air, les phtalates et les HAP sont présents dans l'ensemble des logements. Les concentrations sont particulièrement élevées pour le DEHP et le DiNP, deux phtalates. Elles sont plus faibles pour les PCB, les PBDE, les alkylphénols et les pesticides organochlorés et organophosphorés.

Graphique 9 : pollution des logements par les composés organiques semi-volatils (COSV)



Source : OQAI

Par ailleurs, à l'heure où les enjeux du bâtiment s'inscrivent dans des priorités d'économie d'énergie, des questionnements se font jour quant à la qualité de l'air dans les bâtiments construits ou réhabilités selon les réglementations les plus récentes en matière de performance thermique. L'amélioration des performances énergétiques des bâtiments impose en effet une étanchéité à l'air de l'enveloppe des bâtiments qui ne doit pas se faire au détriment de la qualité de l'air intérieur. En 2012, l'OQAI a engagé un programme dédié à l'étude de la qualité de l'air intérieur et du confort dans 72 logements, répartis dans 43 bâtiments neufs ou récemment rénovés. Comparativement au parc de logements français, les concentrations sont inférieures ou équivalentes dans les logements performants en énergie, pour toutes les substances recherchées à l'exception de l'hexaldéhyde (ou hexanal), de l' α -pinène et du limonène. L'analyse statistique montre que la présence de bois dans les logements augmente la concentration en alpha-pinène (ossature bois, présence de mobilier en bois, isolant naturel à base de bois placé au niveau des combles) et en hexaldéhyde (ossature bois, revêtements de sol à base de bois brut ou reconstitué). S'agissant du limonène, l'introduction de mobilier neuf durant la semaine de mesure et le stockage des produits d'entretien dans le logement augmentent les concentrations intérieures.

Par ailleurs, un développement fongique actif est identifié dans 47 % des logements étudiés contre 37 % dans le parc français, soit près d'un logement sur deux contaminé par des moisissures. Ces dernières ne sont toutefois pas visibles dans la majorité des situations (1 % seulement des logements présentent des traces de moisissures visibles contre 15 % dans la campagne nationale « *Logements* »).

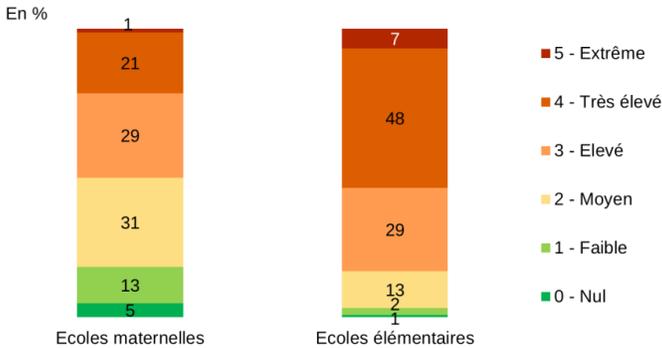
Les moisissures se développeraient selon le type d'isolation thermique, le nombre d'occupants du logement et les problèmes d'humidité, d'infiltrations et de dégâts des eaux.

Dans les écoles, une qualité de l'air dégradée principalement du fait du confinement des classes

Après le logement, l'école est le deuxième lieu de vie fréquenté par les enfants. Environ 6 millions d'élèves sont scolarisés dans les écoles maternelles et élémentaires en France. L'importance du mobilier, l'utilisation de produits pour les activités (colles, peintures, feutres, etc.) et le nettoyage fréquent des locaux peuvent avoir des répercussions sur la qualité de l'air intérieur, avec des spécificités différentes de celles des logements. Par ailleurs, l'utilisation de craie, la proximité d'axes de circulation et la forte activité des enfants remettant en

suspension les poussières déposées au sol sont des facteurs qui favorisent la pollution particulaire dans les salles de classe. Toutes ces spécificités ont motivé la conduite d'une campagne de mesure, menée par l'OQAI entre 2013 et 2017, sur un échantillon de 301 écoles maternelles et élémentaires, représentatif des écoles de France métropolitaine.

Graphique 10 : répartition des indices de confinement de l'air intérieur



Note : l'indice de confinement (Icône) prend en compte à la fois la fréquence et l'intensité des concentrations en CO₂ mesurées dans les salles de classe. Ces concentrations sont exprimées en partie par million (ppm) correspondant au nombre de molécules de CO₂ par million de molécules d'air. L'état du confinement est qualifié avec une note comprise entre zéro et cinq : 0 correspond à un confinement nul (concentration en CO₂ < 1 000 ppm 100 % du temps) et 5 à une situation de confinement extrême (concentration en CO₂ > à 1 700 ppm 100 % du temps).

Source : OQAI, Campagne nationale 2013-2017

S'agissant des concentrations en COV et aldéhydes, la très grande majorité des établissements scolaires respectent les valeurs guides réglementaires nationales pour le formaldéhyde et le benzène. Les valeurs limites, nécessitant des investigations complémentaires et l'information du préfet de département, ne sont jamais dépassées. En comparaison des logements, les concentrations en COV et aldéhydes dans les écoles sont significativement inférieures, à l'exception de celles du formaldéhyde et de l'hexaldéhyde, similaires à celles observées dans les logements.

Parmi les 47 COSV recherchés dans l'air, seuls deux ne sont jamais détectés. Deux phtalates (DiBP et DEP), deux muscs (tonalide et galaxolide), un pesticide (lindane) et quatre HAP (phénanthrène, fluoranthène, fluorène et acénaphène) sont présents dans 100 % des écoles. Les concentrations sont très variables selon les composés, les plus élevées étant mesurées pour les phtalates.

La médiane des concentrations intérieures en particules PM_{2,5} est égale à 18 µg/m³. Ces concentrations sont supérieures à la valeur guide proposée par l'OMS pour une exposition de long terme (10 µg/m³) dans la quasi-totalité (96 %) des écoles. *Contrario*, le dioxyde d'azote, également marqueur de pollution atmosphérique extérieure en l'absence de sources de combustion dans les bâtiments scolaires, n'est pas détecté dans un quart des écoles et a une concentration médiane faible inférieure à 5 µg/m³. La valeur guide de qualité de l'air intérieur proposée par l'Anses est dépassée dans 13 % des écoles.

Enfin, le confinement de l'air intérieur a été évalué au moyen de l'indice de confinement (Icône), calculé à partir des concentrations en CO₂ mesurées dans les salles de classe durant les périodes d'occupation. Cet indice traduit la qualité du renouvellement d'air de la pièce au regard de son taux d'occupation. Un indice élevé indique une qualité de l'air intérieur potentiellement dégradée. Respectivement 22 % des écoles maternelles et 55 % des écoles élémentaires présentent au moins une salle de classe ayant un confinement de l'air très élevé ou extrême.

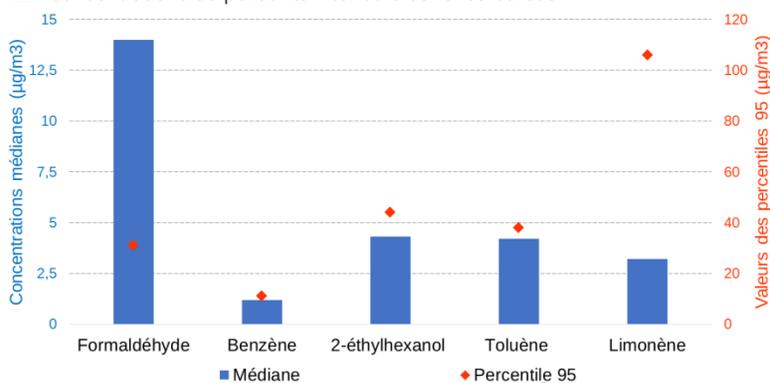
Les bureaux, des espaces globalement peu pollués

Dans les espaces de bureaux, des sources et activités spécifiques (présence d'imprimantes et de photocopieurs, entretien régulier des locaux avec des produits pouvant émettre des

COV, etc.) pourraient être à l'origine d'une spécificité de la pollution intérieure. Dans ce contexte, une campagne nationale de mesure a été menée par l'OQAI dans 129 immeubles de bureaux de 2013 à 2017. Les paramètres mesurés étaient les COV et aldéhydes, les particules de diamètre compris entre 10 nm et 1 µm, la température, l'humidité relative et le CO₂.

Les premiers résultats disponibles pour 645 espaces de bureaux montrent des concentrations intérieures globalement faibles pour les substances recherchées. La concentration médiane en formaldéhyde est égale à 14 µg/m³ et les COV présentant les médianes les plus élevées sont le 2-éthylhexanol (4,3 µg/m³) et le toluène (4,2 µg/m³). De fortes concentrations en limonène (> 100 µg/m³) sont mesurées dans 5 % des bureaux. De même, des concentrations en benzène supérieures à 10 µg/m³ sont ponctuellement observées et sont, dans quasiment toutes les situations, liées à une concentration également élevée dans l'air extérieur, en zones urbaines denses. Certains bureaux (8 %) sont multipollués, avec une présence de tous les composés recherchés en concentrations plus élevées que dans l'ensemble de l'échantillon. Enfin, la concentration médiane en particules est égale à 6 900 particules/cm³.

Graphique 11 : concentrations de polluants intérieurs dans les bureaux



Lecture : le formaldéhyde a la concentration médiane la plus élevée (14 µg/m³), tandis que le limonène est la substance pour laquelle on observe les concentrations les plus élevées (percentile 95 égal à 106 µg/m³).

Note : les percentiles 95 représentent les concentrations dépassées dans 5 % des bureaux.

Source : OQAI

Une qualité de l'air intérieur dégradée dans les espaces de bureaux est associée à une diminution de la performance des travailleurs. Entre 2011 et 2013, une première étude française analysant cette relation a été menée dans le cadre du projet européen Officair. Ayant pour objectif l'étude de la qualité de l'air et du confort dans les immeubles de bureaux neufs ou récemment rénovés en Europe, elle révèle que, si les caractéristiques individuelles restent les principaux déterminants de la performance au travail, les concentrations intérieures en xylènes et ozone, mesurées en période estivale, peuvent exercer une influence.

Étendre l'observation et s'adapter aux évolutions technologiques

Les connaissances sur les polluants présents dans l'air intérieur ont largement progressé ces dernières années et des progrès ont été réalisés pour réduire les expositions à certaines substances chimiques. La qualité de l'air intérieur est désormais prise en compte dans l'acte de construire et dans l'exploitation des bâtiments. Des recherches sont cependant encore nécessaires afin d'investiguer d'autres lieux (crèches, hôpitaux, Ehpad, commerces, etc.) et polluants. Parallèlement, le bâtiment est en constante évolution et de nouvelles interrogations se font jour, en lien par exemple avec l'utilisation croissante des nanomatériaux, avec la réémergence des problématiques d'amiante à l'occasion des programmes de rénovation énergétique des bâtiments ou encore via l'impact du changement climatique sur les émissions des matériaux.

Nuisances sonores

Au-delà des effets auditifs tels que la perturbation des communications ou la dégradation de l'acuité auditive, les nuisances sonores peuvent entraîner des effets extra-auditifs, allant de l'apparition de troubles du sommeil jusqu'à une perturbation du système cardio-vasculaire. Selon l'OMS, le bruit constitue, parmi les facteurs de risques environnementaux, la deuxième cause de morbidité en Europe, derrière la pollution atmosphérique. Au moins un million d'années de vie en bonne santé seraient ainsi perdues chaque année en raison du bruit causé par la circulation.

Une pluralité de nuisances sonores et de facteurs d'exposition

Résultat d'une émission sonore se propageant en vibration dans l'air, le bruit se caractérise par sa fréquence (mesurée en hertz), son niveau (mesuré en décibels) 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.).

Trois types d'impacts sanitaires du bruit se distinguent :

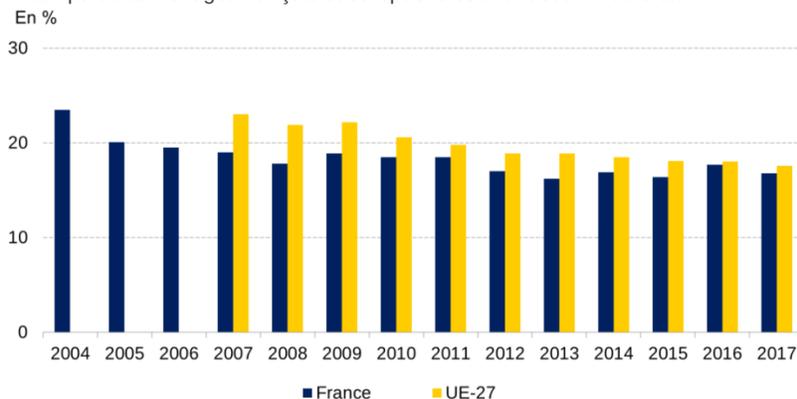
- les effets auditifs (baisse de l'audition, surdité, etc.), conséquences d'une exposition prolongée à un niveau élevé de bruit généralement en milieu professionnel ou lors des loisirs ;
- les effets extra-auditifs objectifs (perturbation du sommeil, du système endocrinien, du système cardio-vasculaire, effets sur le système immunitaire, etc.) ;
- les effets extra-auditifs subjectifs, issus d'une perception individuelle (gêne, effets sur les attitudes et le comportement social).

Les impacts sanitaires extra-auditifs peuvent également survenir à court ou moyen-long terme, suite à une exposition chronique à des niveaux sonores parfois faibles. Il est difficile d'attribuer une relation directe de causalité entre l'exposition au bruit et l'apparition de pathologies. Des liens ont toutefois été établis entre l'exposition au bruit des transports et l'apparition de certains symptômes ou pathologies (perturbation du sommeil, maladies cardio-vasculaires, troubles de l'apprentissage).

Les populations urbaines particulièrement exposées aux effets extra-auditifs du bruit

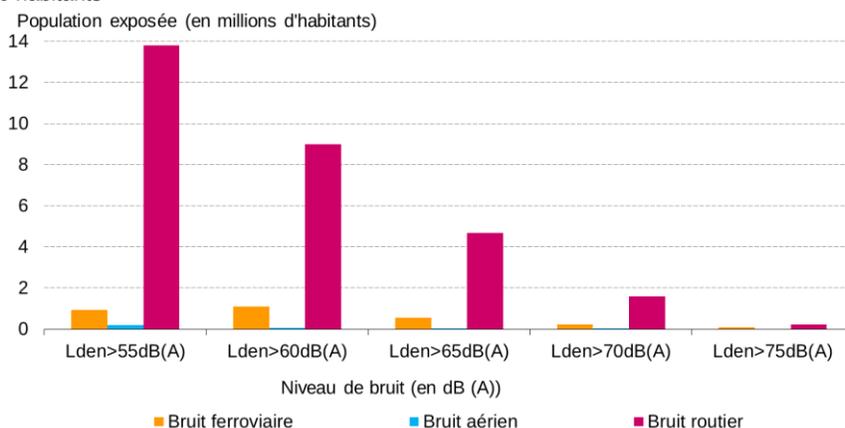
Les transports, les activités industrielles ou de loisirs, mais aussi le voisinage figurent parmi les principales sources de bruit. Le bruit des transports terrestres est causé à la fois par les véhicules en circulation (motorisation, type de conduite, etc.) et les infrastructures elles-mêmes (revêtement du sol, aménagement du véhicule, état des rails pour le transport ferroviaire, etc.). La pollution sonore due à l'aviation intervient principalement lors des phases de décollage et d'atterrissage. Elle dépend également de la nature de l'aéronef (avion civil, militaire, hélicoptère, etc.). Dans une étude réalisée en 2013, l'Anses évalue à 40 %, la part de la population française exposée à des niveaux de bruits dépassant 55 décibels A, ou dBA (unité de mesure de la pression acoustique utilisée pour mesurer les bruits environnementaux), dont les trois quarts sont liés au trafic routier.

D'après un sondage réalisé par Eurostat, en 2017, 17 % des ménages français estiment souffrir du bruit. Ce sentiment de gêne lié aux nuisances sonores, proche de la moyenne européenne (18 % pour l'Europe à 27), diminue nettement depuis près de quinze ans (- 30 % par rapport à 2004).

Graphique 12 : part des ménages français et européens estimant souffrir du bruit

Source : Eurostat. Traitements : Sdes, 2019.

Une enquête menée auprès de la population française en 2014, pilotée par le ministère en charge de l'Environnement, a mis en évidence des disparités importantes de nuisance selon la localisation géographique des logements. Plus d'un habitant sur deux résidant en agglomération parisienne s'estime gêné par le bruit, tandis que cette situation n'affecte que 30 % des sondés vivant en zone rurale. Le voisinage (vie quotidienne, travaux, animaux) puis la circulation des véhicules motorisés constituent les deux premiers facteurs de nuisance cités par les Français. L'ancienneté et l'isolation du bâtiment ont également un impact sur l'intensité des nuisances ressenties par les ménages (*Insee, enquête logement 2013*).

Graphique 13 : population exposée au bruit de jour dans les agglomérations françaises de plus de 100 000 habitants

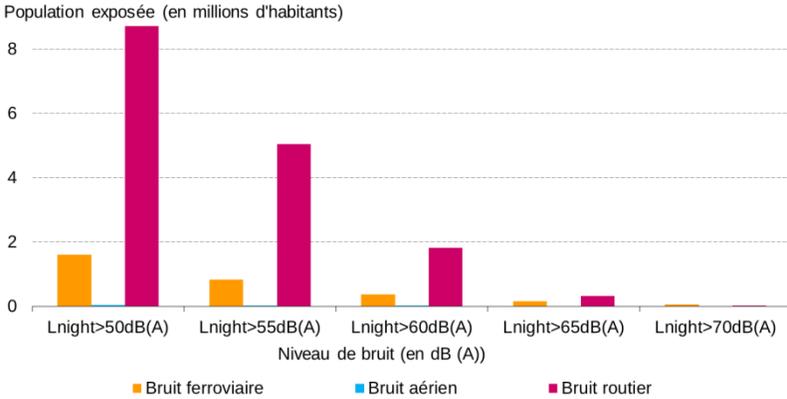
Note : le Lden est un indicateur européen estimant le niveau de bruit global pendant une journée complète, en prenant en compte un critère de sensibilité selon la période considérée (jour, soirée, nuit).

Source : MTES/DGPR. Traitements : Sdes, 2019

L'élaboration de cartes de bruit est imposée par la directive européenne 2002/49/CE du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement aux gestionnaires d'infrastructures de transport (aérien, routier, ferroviaire) et à certaines agglomérations de plus de 100 000 habitants dont la liste est fixée par le décret n° 2006-361 du 24 mars 2006. Les résultats des 25 agglomérations ayant élaboré leur carte de bruit permettent de dresser un bilan de l'exposition des populations urbaines. Au total, plus de 22 millions d'habitants sont exposés au bruit routier, soit 42 % (de jour) et 27 % (de nuit) de la population de ces territoires. L'exposition au bruit ferroviaire touche plus de 2 millions

d'habitants dans ces agglomérations. Enfin, 0,8 % de la population est exposée au bruit du trafic aérien, ce qui représente plus de 236 000 personnes.

Graphique 14 : population exposée au bruit de nuit dans les agglomérations françaises de plus de 100 000 habitants



Note : le Lnight est un indicateur européen estimant le niveau de bruit pendant la nuit.
Source : MTES/DGPR. Traitements : Sdes, 2019

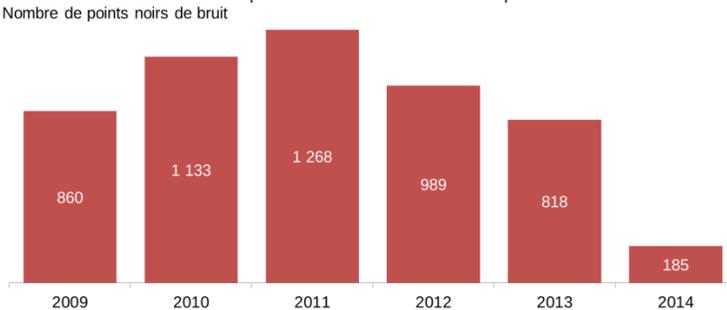
Le bruit, cause majeure de morbidité

Selon l'OMS, plus d'un million d'années de vie en bonne santé seraient perdues chaque année en Europe sous l'effet du bruit causé par les transports. D'après l'Agence européenne pour l'environnement, il serait à l'origine de plus de 10 000 cas de mortalité prématurée et 43 000 hospitalisations par an. En France, une étude commandée par l'Ademe et le Conseil national du bruit (CNB) estime à 57 milliards d'euros par an le coût social des pollutions sonores en 2016 en prenant notamment en compte le coût des troubles et pathologies associées et la perte de productivité..

La difficile résorption des points noirs de bruit

Un point noir bruit (PNB) est un bâtiment dit « *sensible* » (habitation, établissement de santé ou d'enseignement) exposé à des niveaux sonores dépassant les valeurs limites réglementaires. Selon le conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD), il y aurait 53 000 bâtiments classés en PNB ferroviaires en France, dont 2 200 ont été traités par SNCF Réseau en 2017. En parallèle, le Cerema évalue à 62 000 le nombre de logements situés dans des immeubles classés points noirs du bruit ferroviaire.

Graphique 15 : évolution du nombre de points noirs de bruit traités par an



Note : données postérieures à 2014 non disponibles en l'absence de bilan réalisé après 2016.
Source : Ademe. Traitements : Sdes, 2019

Le plan bruit de l'Ademe (2009-2013) a permis la résorption de 4 615 logements. En 2016, 736 logements identifiés comme PNB ont été traités. Cela concerne 2 208 personnes. La complexité des procédures associée au faible financement expliquent cette difficulté à

remédier aux points noirs de bruit. Après avoir augmenté entre 2009 et 2011, le nombre de PNB traités en France est en diminution depuis 2012. En 2014, les 185 PNB traités concernent 500 logements, dont 350 collectifs, pour lesquels l'isolement acoustique des façades des bâtiments a été renforcé.

Financement et surveillance pour lutter contre les expositions aux nuisances sonores

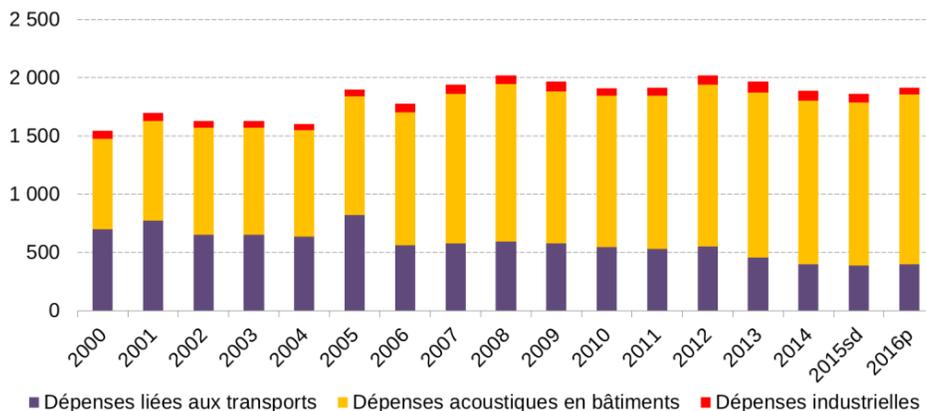
En 2009, le Grenelle de l'environnement a donné lieu à la création du plan bruit porté par l'Ademe, articulé autour de trois objectifs :

- le financement de la réduction des nuisances sonores engendrées par le réseau routier national et le réseau ferroviaire ;
- la sécurisation d'un dispositif de lutte contre les nuisances sonores du transport aérien ;
- le développement d'un réseau d'observatoires de bruit dans les grandes agglomérations.

Plus récemment, le troisième plan national santé environnement prévoit plusieurs actions pour lutter contre le bruit : l'amélioration de la lutte contre les nuisances sonores générées par les deux-roues motorisés, l'actualisation de recommandations pour la construction des établissements d'accueil du jeune enfant et la poursuite de la résorption des PNB.

Graphique 16 : évolution de la dépense nationale de lutte contre le bruit, par secteur

En millions d'euros courants

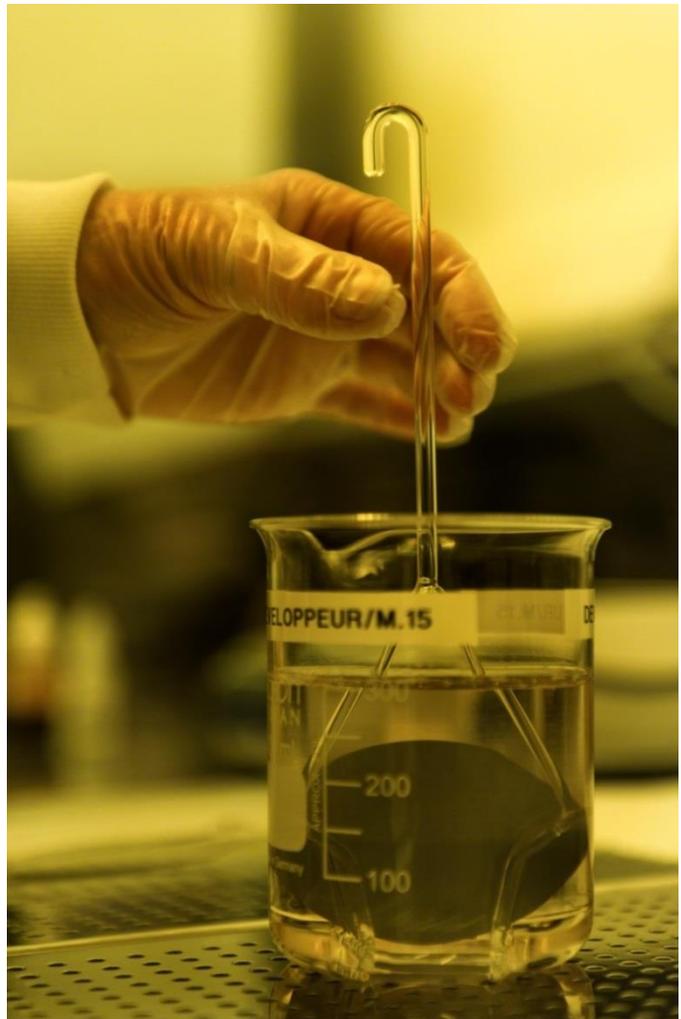


Note : sd = données semi-définitives, p = données provisoires.

Source : Sdes, Comptes de dépenses pour la lutte contre le bruit et les vibrations. Traitements : Sdes, 2019

En 2016, 1,9 milliard d'euros ont été affectés à la lutte contre les nuisances sonores. Les principales dépenses concernent le traitement acoustique des fenêtres dans le bâtiment, le remplacement des silencieux des véhicules et le traitement des infrastructures de transports terrestres (traitement des PNB et programme de modernisation des routes). Depuis les années 2000, malgré un ralentissement entre 2008 et 2012, les dépenses acoustiques dans le bâtiment (fenêtres), financées essentiellement par les ménages et les entreprises, augmentent en moyenne de 4,3 % chaque année. Cette progression peut être mise en relation avec les évolutions observées des marchés dans le bâtiment. Les dépenses liées aux transports baissent depuis 2000, en moyenne, de 3,7 % par an, du fait notamment de la diminution des ventes de silencieux et de la baisse des dépenses publiques relatives aux programmes traitent de la résorption des points noirs du bruit.

Exposition aux substances chimiques



À la fois invisibles et omniprésentes dans la vie quotidienne, les substances chimiques peuvent avoir des conséquences sanitaires néfastes pour l'environnement et la santé humaine.

De la contamination des milieux naturels (eau, air, sol), à celle de l'eau potable et de l'alimentation, les voies et les lieux d'exposition et d'imprégnation des populations sont multiples. Ponctuelles ou chroniques, directes ou indirectes, les expositions et leurs effets sanitaires sont souvent difficiles à identifier en raison de leur caractère multifactoriel. Cette exposition des populations tout au long de la vie à une pluralité de sources de pollution se retrouve dans le concept d'Exposome et intégré dans le corpus législatif national en 2015 (article 1 de la loi santé publique).

Aujourd'hui, si les risques sanitaires liés à l'introduction de certaines substances chimiques dans l'environnement sont connus, ce n'est pas le cas pour une partie d'entre elles, utilisées dans des produits de consommation courante. Dès lors, la prévention passe notamment par le contrôle de leur mise sur le marché et la surveillance de la contamination des milieux, de l'eau destinée à la consommation humaine ainsi que de l'alimentation afin de prévenir les risques sanitaires. Elle implique également une surveillance sur le long terme des imprégnations des populations, mise en œuvre à travers les programmes de biosurveillance. Cependant, les évolutions techniques entraînent régulièrement l'apparition de nouvelles substances aux impacts sanitaires encore inconnus.

En France, quatre types de substances chimiques font l'objet d'une attention particulière des pouvoirs publics et de la communauté scientifique et constituent des sujets de préoccupations pour la population :

- celles contenues dans les pesticides ;
- celles ayant des effets perturbateurs endocriniens ;
- celles composées de métaux lourds ;
- celles ayant la taille de nanoparticules.

En parallèle, les sites et sols pollués, susceptibles de rejeter une variété de polluants dans l'environnement et de contaminer les populations, font l'objet d'une politique nationale de gestion particulière.

Pesticides

Avec 70 000 tonnes de substances actives vendues sur le territoire national en 2017, le recours aux pesticides reste une caractéristique du modèle agricole français, comme ailleurs en Europe. Au cours des dernières décennies, la pharmacopée autorisée a considérablement évolué, sous l'influence d'une réglementation accordant une attention croissante aux questions sanitaires. Plusieurs pesticides jugés trop dangereux ont ainsi été interdits. Alors qu'aujourd'hui environ 500 substances actives autorisées sont commercialisées en France dans un ou plusieurs des 3 000 produits phytopharmaceutiques recensés dans la Banque nationale des ventes de distributeurs (BNV-d), la question de leur impact sur la santé est au cœur des dispositifs de surveillance, notamment pour les travailleurs directement exposés. Disséminés dans l'environnement lors de leur application, les pesticides contaminent les différents milieux et la chaîne alimentaire, nécessitant un suivi de ces sources de contamination et de l'exposition des populations

Les pesticides : un usage banal de substances à risque

Le terme « pesticide » désigne l'ensemble des produits, chimiques, naturels ou de synthèse, destinés à éliminer ou repousser les organismes jugés nuisibles pouvant causer des dommages lors de la production, du stockage ou de la commercialisation de produits agricoles, de denrées alimentaires, de bois. Ils sont également utilisés comme biocides ou antiparasitaires.

Les usages phytopharmaceutiques concernent principalement le secteur agricole (environ 90 % des volumes utilisés), et dans une moindre mesure l'entretien des réseaux et d'infrastructures de transports. Les biocides sont utilisés dans les domaines industriel (traitement du bois, etc.), de la santé (lutte anti-moustiques, antiparasitaires, etc.) et domestique (antipuces ou tiques, etc.).

L'emploi de pesticides n'est pas nouveau, mais l'essor de la chimie au début du XXe siècle a démultiplié l'offre. Combinés aux besoins croissants de produits alimentaires au sortir de la seconde Guerre mondiale, les pesticides sont progressivement devenus un pilier de l'agriculture moderne intensive. Depuis, leur recours s'est banalisé, des grandes cultures aux jardins et potagers. Avec plus de 70 000 tonnes vendues en 2017, la France est, en volume, le deuxième consommateur de produits phytopharmaceutiques en Europe, derrière l'Espagne, et le huitième rapporté à la surface agricole utilisée.

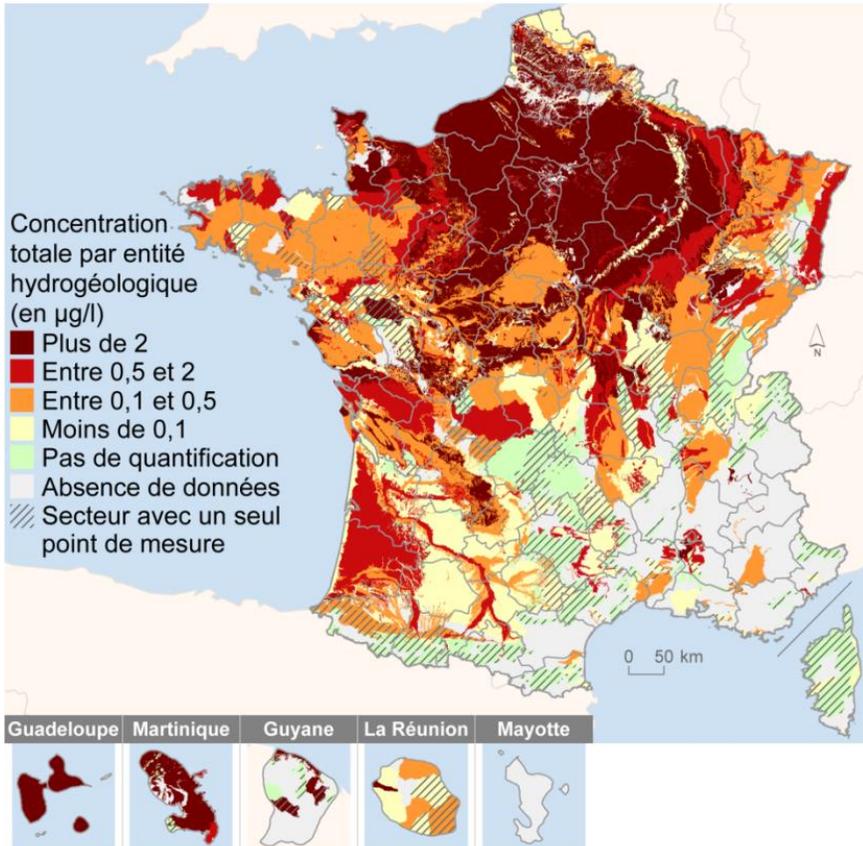
Les pesticides peuvent avoir des effets délétères sur la santé humaine. Ainsi 20 % des tonnages vendus en 2017 relèvent de substances classées comme toxiques, mutagènes et reprotoxiques. Si leur potentiel toxique individuel est relativement bien connu, ce n'est pas le cas de l'effet de mélange, ou du caractère de perturbateur endocrinien de certains, qui vient remettre en cause le lien dose-effet de la toxicologie classique. Forts de ces enjeux, les pouvoirs publics et la profession agricole s'accordent pour réduire l'usage des pesticides, à l'aide notamment des plans Écophyto mis en place depuis 2008. L'absence de résultats tangibles de ces plans met en lumière la difficulté du secteur agricole pour rompre cette dépendance, tant elle est associée à la sécurisation des rendements et aux pratiques en place depuis de nombreuses années.

Milieus naturels : eaux et sols contaminés, un manque de connaissance pour l'air

Les pesticides se diffusent dans l'environnement selon différents mécanismes : adsorption, volatilisation, lessivage, infiltration. De 2014 à 2016, les 23 millions d'analyses d'échantillons réalisés dans les cours d'eau ou les lacs de France métropolitaine ont révélé la présence quasi-systématique de pesticides, en particulier d'herbicides et de leurs produits de dégradation. Les dix premières substances dépassant le seuil réglementaire (arrêté du 11/01/07 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine) de 0,1 microgramme par litre ($\mu\text{g/l}$) comprennent, de surcroît, principalement des herbicides. Cette contamination des cours d'eau présente de fortes disparités territoriales : l'indice de présence de pesticides a globalement augmenté (+ 2 points) en métropole, et baissé (- 4 points) en outre-mer. De même, selon le bassin hydrographique, 18 à 49 % des échantillons ont dépassé au moins une limite d'écotoxicité et 29 à 66 % des points de mesure ont excédé ces limites au moins deux années sur trois. Par ailleurs, les variations saisonnières des régimes hydriques et des périodes d'utilisation des pesticides induisent des valeurs plus fortes en été qu'en hiver.

Très solubles, hydrophiles et persistants pour certains, les pesticides migrent vers les eaux souterraines. En raison du faible taux de renouvellement de ces eaux et de l'absence de mécanisme de dégradation de ces substances, la pollution par les pesticides peut y persister durant des décennies.

Carte 6 : concentrations totales en pesticides dans les eaux souterraines entre 2015 à 2017



Sources : BRGM, banque ADES et BDLisa. Traitements : Sdes, 2019

En 2015, ils sont la première cause de la dégradation de l'état chimique des eaux souterraines, devant les nitrates. De 2015 à 2017, des pesticides ont été trouvés au moins une fois dans 80 % des 2 300 points de mesure du réseau de surveillance des eaux souterraines. Dans près d'un cas sur deux, la concentration d'au moins un échantillon dépasse le seuil réglementaire de 0,1 µg/l. Sur les 737 substances recherchées, 54 % sont trouvées, dont la moitié sont des substances interdites d'usage en France au moment de la mesure.

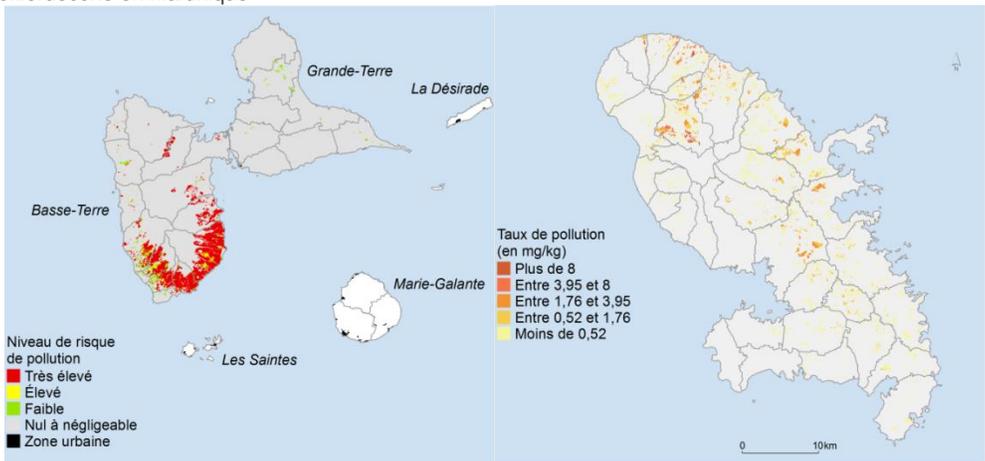
L'usage prolongé de pesticides peut également engendrer des pollutions diffuses des sols. Ainsi, après cinquante ans d'utilisation et malgré son interdiction en usage agricole depuis 1998 en France, des résidus de lindane, substance toxique pour l'homme et dangereuse pour l'environnement, subsistent dans les sols métropolitains (0,16 à 5 µg/kg de sol). Sa faible mobilité, renforcée par une période de dégradation pouvant excéder quarante ans selon la nature du sol, du climat et de la profondeur d'enfouissement, explique les fortes valeurs de sa teneur mesurée dans les sols de certaines zones d'agriculture intensive : insecticide en culture (Beauce, Nord - Pas-de-Calais), antiparasitaire en élevage avicole ou porcin (Bretagne).

La contamination chronique des sols antillais par la chlordécone

Aux Antilles, la pollution agricole chronique des sols et la contamination des eaux et des écosystèmes par la chlordécone résultent de son utilisation pendant plus de vingt ans (de 1971 à 1993), afin de lutter contre le charançon des bananiers (*Cosmopolites sordidus*), mais également contre le charançon des agrumes ou de la patate douce. La molécule de chlordécone est classée dès 1979 comme cancérigène possible par le Centre international de recherche sur le cancer (Circ, agence spécialisée de l'OMS), puis comme polluant organique persistant par le Programme des Nations unies pour l'environnement (Pnue) en 2007. Elle est également considérée comme perturbateur endocrinien.

Peu mobile, peu soluble, très peu volatile, la chlordécone se fixe durablement sur la matière organique des sols et se dégrade très lentement dans les sols aérés. De même, elle est fortement retenue dans la structure des minéraux des sols volcaniques des Antilles (allophanes). Le risque de pollution par la chlordécone concerne plus d'un quart de la surface agricole utilisée en Guadeloupe (soit 14 200 ha) et deux cinquièmes en Martinique (soit 10 000 ha). Ces résultats intègrent les analyses effectuées dans les sols antillais dans le cadre de démarches variées (études de zones périurbaines, programme jardins familiaux chez des particuliers -Jafa, etc.) et opérées par différentes institutions (agriculteurs, services de l'État, instituts de recherche, etc.). Selon la simulation de l'évolution des teneurs en chlordécone en Guadeloupe, les sols argileux de la bande côtière ne devraient plus en contenir d'ici deux siècles, tandis que les sols volcaniques d'altitude seront encore très pollués.

Carte 7 : sols potentiellement pollués par la chlordécone en Guadeloupe et pollution des sols par la chlordécone en Martinique



Note : la carte de la Martinique représente les parcelles analysées.

Sources : Production DAAF 97 ; SISE, Mars 2018 ; ©IGN, Scan100® ; Inra ; Cirad ; ChIEauTerre ; UE-SDES, CORINE Land Cover, 2012 ; préfecture de la Martinique, Centre de ressource géomatique et infrastructure de données Géographiques (Géomartinique), 2018. Traitements : Sdes, 2018

D'après de récentes recherches (Dromard *et al.*, 2019), la contamination des chaînes alimentaires des mangroves, herbiers marins et récifs coralliens montre de fortes teneurs en chlordécone dans les matières en suspension et dans le zooplancton des habitats côtiers situés en aval des bassins versants contaminés. Au-delà de l'atteinte à l'environnement, la population antillaise peut être exposée à cette substance *via* l'ingestion d'eau ou d'aliments contaminés. Si la contamination des cultures par la chlordécone dépend de nombreux facteurs (espèce, organe de la plante cultivée, niveau de pollution, type de sol et d'argiles, pratiques culturelles, etc.), elle se concentre principalement dans les racines et les tubercules.

La mise en place successive de trois plans chlordécone a marqué ces dix dernières années. Les connaissances sur l'exposition de la population antillaise à la chlordécone et à d'autres pesticides, mais aussi sur la situation sanitaire de la population, se sont considérablement améliorées grâce aux travaux des agences sanitaires (Escal, Calbas, Reso, Kannari, Matphyto-Dom) et des équipes de recherche (Hibiscus, Karuprostate, Timoun, Hepatotachlor).

Concernant l'exposition, ces travaux ont montré l'efficacité des mesures de prévention mises en place auprès de la population pour certains déterminants, comme la consommation de légumes racine et tubercules contaminés. Cependant, il existe des sous-groupes de population à risque élevé (les personnes s'approvisionnant principalement dans les circuits informels). Des incertitudes subsistent également sur le niveau de l'exposition non alimentaire dans certaines zones. La publication par Santé publique France des premières données de biosurveillance des pesticides au sein d'un échantillon représentatif de la population antillaise adulte date de 2018. Elle mentionne la détection de la chlordécone dans le sang de la quasi-totalité des adultes de la Martinique et de la Guadeloupe. Cette publication informe également sur le niveau d'imprégnation des populations à d'autres pesticides. Quant à la connaissance des expositions professionnelles aux pesticides, elle a également progressé *via* la réalisation de matrices « *culture/exposition* » et la reconstitution d'une cohorte de travailleurs de la banane. Ces deux outils vont notamment permettre d'étudier les effets sanitaires d'une exposition professionnelle passée.

Enfin, concernant la santé des populations, les travaux de recherche montrent que les effets sanitaires en lien avec l'exposition à la chlordécone touchent des populations sensibles (les femmes enceintes et les jeunes enfants) et vulnérables, amplifiant une situation déjà préoccupante. Ces constats concernent les pathologies en lien direct avec la chlordécone (cancer de la prostate), ou indirect (autres cancers, hypertension artérielle, surcharge pondérale, diabète, etc.).

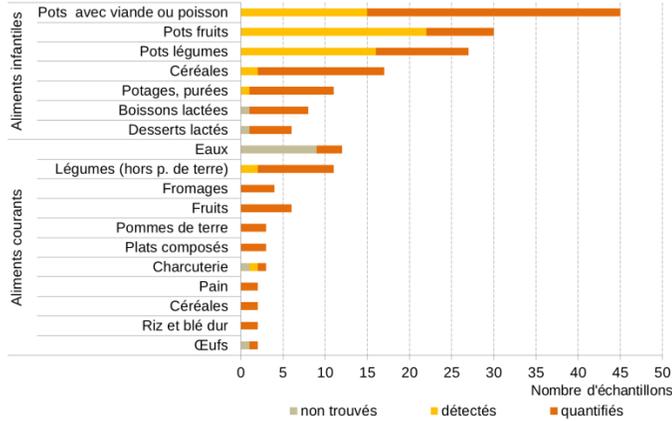
Il n'existe pas encore à ce jour de dispositif national de surveillance pérenne des pesticides dans l'air extérieur. Cependant, une première campagne nationale exploratoire de surveillance de 90 substances prioritaires dans l'air a été engagée en 2018 par l'Anses. Viendront en complément des campagnes de mesures ponctuelles pour les populations vivant à proximité des sources d'émissions de pesticides, notamment les riverains de zones agricoles à proximité des vergers et des vignes. Ces dispositions relayent des campagnes de mesures volontaires locales de pesticides dans l'air engagées dès 2001 par les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa).

Des résidus de pesticides dans l'alimentation et l'eau potable

La Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) contrôle le taux de résidus de pesticides au sein des échantillons d'aliments destinés à la consommation. En 2016, des pesticides ont ainsi été retrouvés dans plus de la moitié (56 %) des échantillons contrôlés, en majorité dans les fruits. Près de 7 % des échantillons analysés dépassent la limite maximale autorisée au moins pour un pesticide. Ce taux dépasse 10 % sur les échantillons importés. En outre, parmi les 2 661 denrées d'origine françaises examinées, 2 % contiennent des traces de pesticides interdits en France.

La présence de pesticides dans les aliments préparés est évaluée par l'Anses. En 2016, l'étude EAT-i (infantile) a permis de détecter la présence de 469 pesticides dans 90 aliments courants et dans 219 aliments infantiles, composant un panier de 5 484 produits achetés. Des résidus de pesticides ont été détectés dans les deux tiers et leur concentration a pu être quantifiée pour 37 % des échantillons analysés. Le risque alimentaire a pu être estimé pour 281 substances. Pour la majorité d'entre elles, il a été jugé tolérable/acceptable. Toutefois, il n'a pas pu être écarté pour 3 d'entre elles (dieldrine, lindane, PTU – métabolite de propinèbe).

Graphique 17 : résidus de pesticides dans l'alimentation en 2016

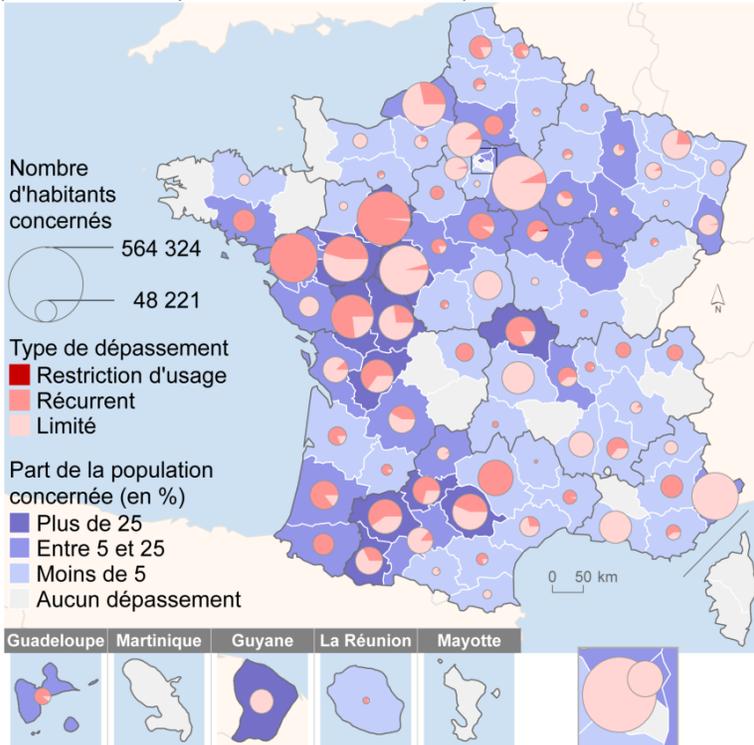


Note : détectés : pesticides présents mais de concentration réelle inconnue ; quantifiés : pesticides présents et de concentration connue.

Source : Anses, EATi 2016. Traitements : Sdes, 2019

La production d'eau destinée à la consommation humaine mobilise les cours d'eau et les eaux souterraines. Avant sa distribution auprès de la population, des traitements préalables sont mis en œuvre pour supprimer ou atténuer la teneur de l'eau en substances nocives pour la santé, notamment en pesticides.

Carte 8 : population desservie par une eau non conforme en pesticides en 2017



Note : nombre d'habitants desservis par une eau présentant des dépassements récurrents aux limites de qualité vis-à-vis des pesticides sans nécessiter une restriction d'usage, c'est-à-dire avec des concentrations supérieures aux limites de qualité sur une période de plus de 30 jours cumulés sur une année sans jamais dépasser la valeur sanitaire maximale.

Source : ministère chargé de la Santé, ARS, SISE-Eaux. Traitements : Sdes 2019

En 2017, 7 % de la population, soit 4,9 millions d'habitants, sont desservis par une eau non conforme en pesticides. Parmi eux, près de 2 200 personnes sont touchées par des restrictions d'usage en raison de la présence de pesticides à des teneurs supérieures à la valeur sanitaire maximale.

L'instauration d'une veille sanitaire pour prévenir les risques liés aux produits phytopharmaceutiques : la phytopharmacovigilance

Afin de prévenir les risques sanitaires et environnementaux liés à l'exposition aux produits phytopharmaceutiques, la loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt du 13 octobre 2014 a confié à l'Anses, avec la gestion des autorisations de mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, la mise en place d'un dispositif de phytopharmacovigilance destiné à surveiller les effets indésirables des produits phytopharmaceutiques disponibles sur le marché. Ce dispositif couvre à la fois la contamination des milieux, l'exposition et les impacts sur les organismes vivants et les écosystèmes, ainsi que les phénomènes d'apparition de résistances.

Imprégnation de la population

La surveillance de l'exposition de la population française aux pesticides est assurée par Santé publique France via l'étude ENNS et le programme national de biosurveillance.

Dans le volet périnatal du programme national de biosurveillance, l'imprégnation des femmes enceintes par certains pesticides a été mesurée sur 1 077 participantes de la cohorte Elfe ayant accouché en 2011. Les résultats de l'étude montrent que la totalité des femmes enceintes est exposée à au moins un pesticide. Les pesticides les plus fréquemment quantifiés sont les pyréthrinoides (100 % des femmes), les pesticides organophosphorés (50 %), le propoxur ou son métabolite, le 2-isopropoxyphénol (2-IPP) (20 %) et les chlorophénols (10 %). À l'inverse, moins de 1 % des femmes enceintes présente un niveau quantifiable d'herbicides (atrazine et ses métabolites, le glyphosate et son métabolite l'AMPA).

Les concentrations urinaires de pesticides mesurées dans ce volet périnatal sont généralement inférieures à celles mesurées dans les études antérieures menées en France et à l'étranger auprès de femmes enceintes. Les récentes interdictions (atrazine) et les réductions d'usage de certains pesticides (pesticides organochlorés et organophosphorés) substitués par d'autres pesticides (pyréthrinoides notamment) expliquent en partie ces résultats. En revanche, les niveaux d'imprégnation par les pyréthrinoides sont plus élevés que ceux mesurés aux États-Unis. Cette sur-imprégnation avait déjà été mise en évidence en 2007, dans l'étude ENNS pour la population générale française.

Illustration 3 : imprégnation des femmes enceintes par les pesticides (pyréthrinoides)



Source : Santé publique France

L'imprégnation des femmes enceintes par les pyréthrinoides augmente avec les usages domestiques de pesticides au cours de la grossesse (insecticides, anti-poux et anti-puces) mais aussi avec certaines consommations alimentaires (poissons, pommes), la

consommation de tabac et d'alcool, et la présence de vignes et de cultures de fruits (vergers, fruits à coques et fruits oléagineux) à proximité du lieu de résidence.

Des impacts sanitaires avérés liés aux expositions chroniques

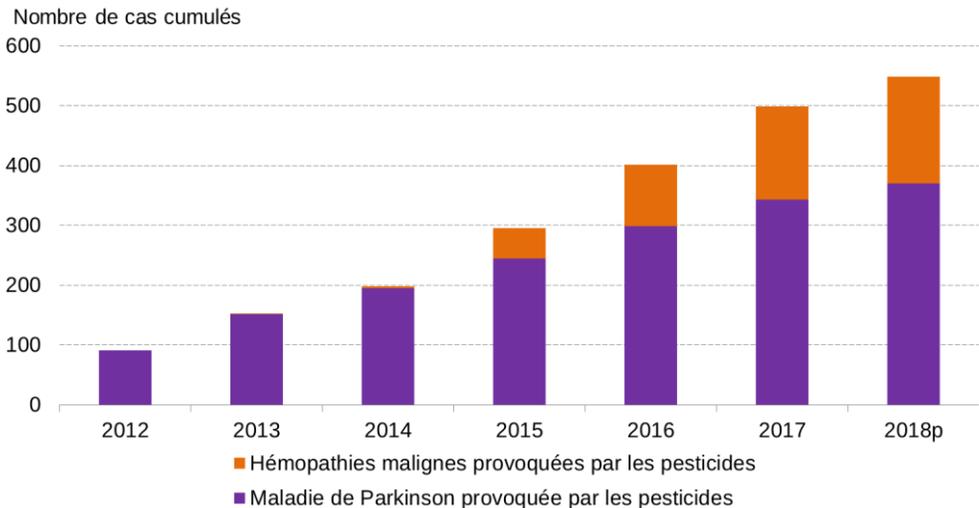
Des liens ont été mis en évidence entre l'exposition à certains pesticides et l'apparition de cancers (lymphome non hodgkinien, myélome multiple, prostate) et de maladies neurologiques chroniques (Parkinson), en particulier pour les travailleurs directement exposés à ces substances.

Des effets sur la grossesse (malformations congénitales, morts fœtales) et le développement de l'enfant (développement psychomoteur et intellectuel, affections du système reproducteur, du métabolisme) ont également été observés lors d'expositions chez la femme enceinte.

Le Circ a classé les pesticides arsenicaux, le lindane et le pentachlorophenol comme agents cancérigènes pour l'Homme (groupe 1). D'autres pesticides sont classés par le Circ comme cancérigènes probables (groupe 2A : DDT, glyphosate, malathion) ou possibles (groupe 2B : 2,4-D, chlordécone, parathion, 2,4,6-trichlorophénol) pour l'Homme.

Chez les agriculteurs, la maladie de Parkinson et le lymphome non hodgkinien (cancer LNH) sont officiellement reconnus en tant que maladies professionnelles et complètent, respectivement depuis 2012 et 2015, la dizaine de tableaux de maladies provoquées par les pesticides. Depuis cette reconnaissance, une cinquantaine de cas de maladie de Parkinson liés aux pesticides est officiellement reconnue chaque année.

Graphique 18 : évolution du nombre de cas de reconnaissance de maladies professionnelles liées aux pesticides



Note : cumul des cas de reconnaissance année après année. Données 2018 provisoires. Salariés et non salariés agricoles.

Source : Mutualité sociale agricole (MSA). Traitements : Sdes, 2019

En 2018, l'État a confié à l'Inserm et à l'Anses une mission visant à mener une étude scientifique sur le lien entre surexposition à la chlordécone et les pathologies constatées au sein de la profession agricole antillaise, ouvrant ainsi la voie à une éventuelle reconnaissance en maladie professionnelle des pathologies développées en Martinique et en Guadeloupe par des travailleurs en bananeraies.

Perturbateurs endocriniens : BPA et DEHP

Les perturbateurs endocriniens (PE) provoquent des troubles de santé chez l'homme ou l'animal par dérèglement de leur système hormonal (changements de morphologie, de physiologie, de croissance, de reproduction, de développement ou de durée de vie). Ces effets néfastes peuvent s'observer après exposition à un perturbateur endocrinien isolé ou en mélange, même à faible dose, tant sur l'organisme humain exposé que sur ses descendants. Aujourd'hui, le défaut de réglementation spécifique, faute de définition commune à l'ensemble des PE, rend difficile leur régulation. Le bisphénol A (BPA) et le DEHP (phtalate de di-2-éthylhexyle), utilisés depuis cinquante ans pour la fabrication de certains plastiques et de résines, sont des substances considérées comme perturbateurs endocriniens par de nombreux organismes internationaux. Bien que leur usage soit aujourd'hui restreint, elles demeurent des sources de contamination environnementale et d'imprégnation de la population.

Les perturbateurs endocriniens, des substances chimiques préoccupantes encore faiblement encadrées

Le système endocrinien comprend les organes sécrétant des hormones. L'OMS définit un perturbateur endocrinien (PE) comme « *une substance exogène ou un mélange qui altère la/les fonction(s) du système endocrinien et, par voie de conséquence, cause un effet délétère sur la santé d'un individu, sa descendance ou des sous-populations* ». Hormones naturelles ou de synthèse, produits chimiques ou sous-produits industriels, les PE sont d'une grande diversité. L'étude de leurs effets est confrontée à plusieurs difficultés : doses d'exposition à ces substances, délai d'apparition des effets délétères, existence de périodes de vulnérabilité des populations face au risque toxique (période prénatale, avant/après la puberté, effet transgénérationnel), effet cocktail, etc.

Par ailleurs, le défaut de réglementation spécifique applicable aux PE, en raison de l'absence d'une définition commune à l'ensemble des PE, rend difficile leur régulation. En 2017, une définition réglementaire européenne a été adoptée pour les PE utilisés comme principes actifs biocides (règlement délégué 2017/2100 du 4 septembre 2017). En 2018, les PE utilisés comme pesticides ont, à leur tour, fait l'objet d'une définition européenne (règlement 2018/605 de la Commission européenne du 19 avril 2018), mais celle-ci n'est, pour le moment, pas intégrée au sein du règlement européen Reach (règlement CE 1907/2006 du 18/12/06 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques).

Le BPA et le DEHP, des PE de la vie quotidienne sous surveillance

Le bisphénol A (BPA) et le DEHP (phtalate de di-2-éthylhexyle) sont utilisés depuis cinquante ans pour la fabrication de certains plastiques et de résines. Ils entrent dans la composition de nombreux produits de consommation courante, tels que les emballages alimentaires plastiques, les équipements domestiques et automobiles, les jouets et articles de puériculture ainsi que les équipements médicaux. Le BPA peut aussi être présent dans les produits de consommation en polycarbonate, les emballages avec un film protecteur (revêtements

intérieurs de boîtes de conserve, canettes) et les papiers (tickets de caisse). Le DEHP entre dans la composition de certains produits d'entretien ménager, de peintures, de films, de tissus ou encore de papiers enduits. Ces deux substances sont considérées comme des PE, notamment par le Pnue et l'OMS depuis 2012. Elles sont également identifiées comme extrêmement préoccupantes pour la santé humaine et classées comme PE pour la santé humaine au titre du règlement Reach en 2017. En outre, le DEHP est classé comme substance cancérigène possible (groupe 2B) par le Circ et comme substance toxique pour la reproduction (groupe 1B) dans le cadre du règlement européen 1272/2008, relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges.

La période d'exposition prénatale au BPA et au DEHP apparaît comme particulièrement critique car elle est susceptible d'altérer le développement du fœtus et d'entraîner des effets précoces pouvant avoir des conséquences pathologiques à l'âge adulte (effet DOHaD).

Le BPA fera, à compter de 2020, l'objet d'une utilisation restreinte dans le papier thermique (utilisé notamment pour les tickets de caisse) au sein de l'Union européenne suite à l'adoption du règlement européen CE 2016/2235 du 12 décembre 2016. En guise de substitution, des industriels ont désormais recours au bisphénol S (BPS). Dans un rapport de 2013, l'Anses a relevé que l'activité oestrogénique de ce composé, commune à la famille des bisphénols, pourrait également s'avérer néfaste pour le consommateur et a appelé à porter une attention particulière quant à son utilisation. Plus largement, l'agence souligne l'absence de données toxicologiques suffisantes pour évaluer la toxicité des autres substituts au BPA.

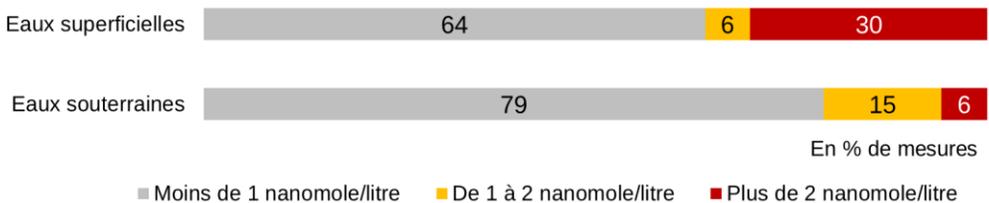
Une contamination des milieux aquatiques

Le risque sanitaire ou environnemental lié à la présence de ces substances dans les milieux naturels est difficile à estimer en l'absence de valeurs de référence de toxicité liées à la perturbation endocrinienne.

En France, le BPA et le DEHP entrent dans le panel des substances chimiques recherchées dans le cadre de la surveillance de la qualité des eaux souterraines et superficielles. Si un suivi est effectué sur une large part du territoire depuis une dizaine d'années, celui-ci n'est toutefois pas systématique. Cependant, lorsqu'elles sont recherchées, ces deux substances sont régulièrement détectées, en particulier dans les eaux superficielles.

Ainsi, pour les cours d'eau et les lacs, le DEHP présente une concentration supérieure à 1 nanomole/litre (nmol/l) dans plus de la moitié des mesures effectuées. C'est également le cas du BPA, qui est quantifié dans plus du tiers des mesures effectuées.

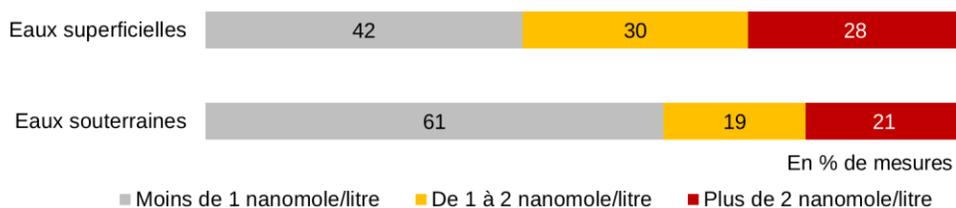
Graphique 19 : présence de BPA dans l'eau douce



Note : le BPA est recherché dans 43 % des points de mesure du territoire national pour les eaux superficielles et dans 32 % des points de mesure pour les eaux souterraines pour la période 2014-2016.

Sources : SISE ; agences de l'eau ; banque Ades. *Traitements* : Sdes, 2019

Dans les eaux souterraines, des concentrations supérieures à 1 nmol/l sont retrouvées dans deux mesures sur dix pour le BPA et dans 40 % de celles effectuées pour le DEHP. Les valeurs de référence environnementales actuelles sont respectivement de 3,3 et 7 nmol/l pour le DEHP et le BPA, mais elles ne prennent pas en compte l'activité de perturbateur endocrinien de ces substances.

Graphique 20 : présence de DEHP dans l'eau douce

Note : le DEHP est recherché dans 45 % des points de mesure du territoire national pour les eaux superficielles et dans 51 % des points de mesure pour les eaux souterraines pour la période 2014-2016.

Sources : SISE; agences de l'eau ; banque Ades. Traitements : Sdes, 2019

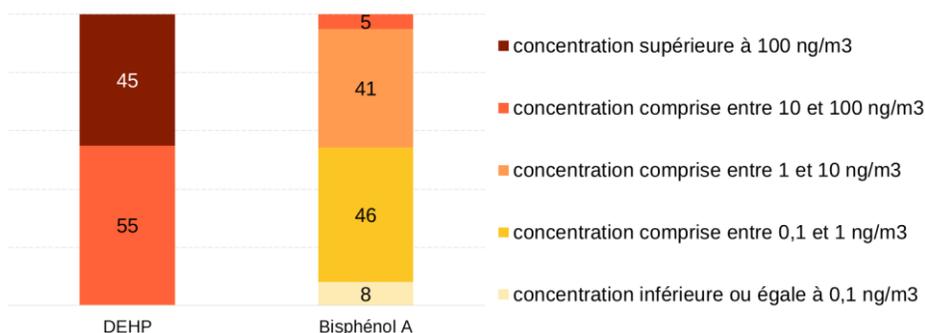
Des substances présentes dans l'air intérieur des logements

L'air et les poussières intérieures présentes notamment dans les logements, les bureaux, les écoles et les voitures, sont également une source d'exposition au BPA et au DEHP. En effet, ces substances peuvent être émises par les équipements et les mobiliers. Le BPA et le DEHP font ainsi l'objet de mesures dans l'air intérieur des logements, menées par l'OQAI. Leur présence est avérée dans l'ensemble des logements enquêtés.

De même, dans les poussières déposées au sol et collectées dans le sac de l'aspirateur domestique, le DEHP est détecté dans l'ensemble des logements. Il s'agit de la substance aux concentrations les plus élevées parmi les six phtalates recherchés. Le BPA est également présent dans tous les logements français mais avec des concentrations cent fois plus faibles que celles du DEHP.

Graphique 21 : répartition des logements selon leur concentration en DEHP et en BPA dans l'air intérieur

En %

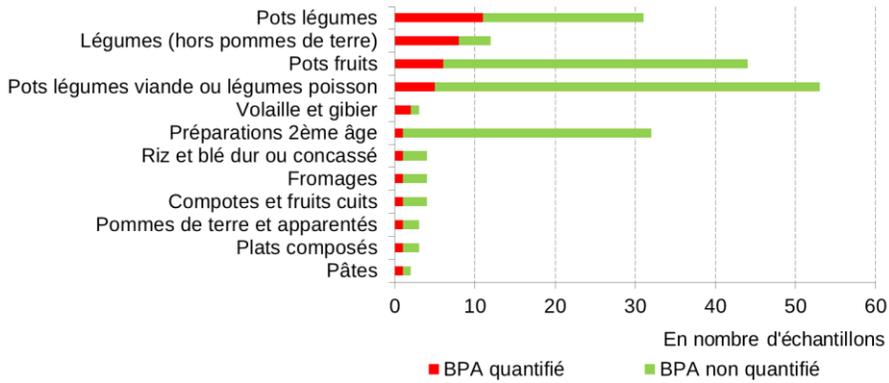


Lecture : 55 % des logements étudiés ont des concentrations en DEHP comprises entre 10 et 100 ng/m³.

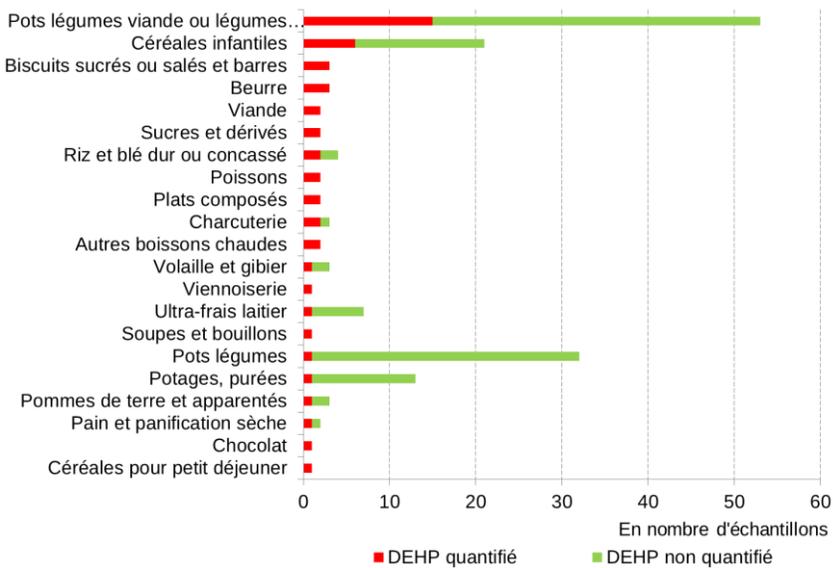
Source : OQAI

L'alimentation, principale source d'exposition

L'alimentation est la principale source d'exposition de la population au BPA et au DEHP, notamment en raison de la capacité de ces substances à migrer des emballages et contenants dans lesquels ils sont présents vers les aliments et boissons consommés. L'étude de l'alimentation totale infantile, conduite par l'Anses en 2016, a permis d'évaluer le niveau de présence de ces substances dans l'alimentation. Les teneurs les plus élevées de BPA ont ainsi été mesurées dans les conserves d'aliments courants. Des traces de DEHP ont également été retrouvées dans des plats préparés pour bébés, en particulier dans ceux ayant des contenants en plastique où les taux de détection étaient les élevés. À l'issue de l'évaluation du risque toxicologique, le BPA a été classé par cette étude dans la catégorie « *risque ne pouvant être exclu* » et le DEHP parmi les risques jugés tolérables ou admissibles.

Graphique 22 : résidus de BPA quantifiés dans l'alimentation en 2016

Source : Anses, EATi 2016. Traitements : Sdes, 2019

Graphique 23 : résidus de DEHP quantifiés dans l'alimentation en 2016

Source : Anses, EATi 2016. Traitements : Sdes, 2019

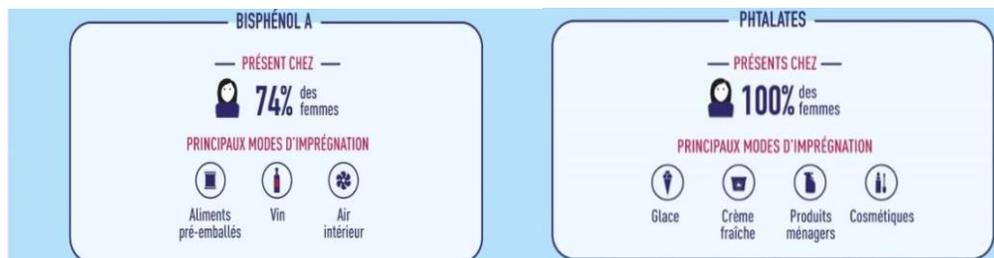
De multiples voies d'imprégnation au sein des logements

En France, l'imprégnation des femmes enceintes par le BPA et le DEHP a été mesurée chez des participantes de la cohorte Elfe, ayant accouché en 2011. Les niveaux d'imprégnation sont généralement plus faibles que ceux mesurés dans les études antérieures françaises et étrangères. Cette diminution peut être liée à des différences méthodologiques entre les études (évolution de la méthode de dosage, mode de recueil des prélèvements urinaires, population d'étude, etc.), mais aussi à l'impact des restrictions d'usages, en particulier pour le DEHP.

Il ressort également de cette étude que l'imprégnation des femmes enceintes par le BPA augmente selon la consommation d'aliments susceptibles d'avoir été en contact avec des matières plastiques ou des résines contenant du BPA (aliments pré-emballés dans du plastique ou en boîtes de conserve, vin, eau en bouteille ou en bonbonne). Elle croît également lorsque du linoléum est présent au domicile et en cas d'utilisation prolongée de la télévision, suggérant une exposition au BPA par inhalation dans l'air intérieur liée aux équipements du logement, voire à l'ingestion de poussières contaminées. Le fait d'accoucher par césarienne est aussi associé à des niveaux d'imprégnation par le BPA plus élevés. Cela

pourrait en partie être lié à une exposition récente et ponctuelle au contenu du matériel médical (perfusion, sonde urinaire, etc.).

Illustrations 4 et 5 : imprégnation des femmes enceintes par les perturbateurs endocriniens (BPA et phtalates)



Source : Santé publique France

Faire progresser la recherche et la surveillance des PE pour réduire l'exposition des populations

L'exposition de la population française au BPA et au DEHP est en cours d'analyse (étude de santé Esteban 2014-2016 sur la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition). Les résultats fourniront la première photographie nationale de l'imprégnation des enfants âgés de 6 ans à 18 ans, vivant en France métropolitaine.

Améliorer la prévention nécessite de mieux connaître les PE et surveiller les imprégnations des populations. À cet égard, en 2014, l'État a adopté la première stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens qui visait à articuler recherche, surveillance et réglementation pour prévenir et limiter l'exposition de la population, et en particulier les plus vulnérables (femmes enceintes, enfants). La deuxième stratégie nationale sur les perturbateurs 2019-2022 devrait poursuivre ces objectifs.

Métaux lourds : cadmium, mercure et plomb

Les métaux lourds, également appelés éléments traces métalliques, sont naturellement présents dans l'environnement sous forme de traces. Parmi eux, le cadmium, le mercure et le plomb font l'objet d'un suivi sanitaire et environnemental, en particulier avec la directive cadre européenne sur l'eau (DCE), qui vise à préserver les écosystèmes aquatiques. Toxiques pour tous les êtres vivants sous leur forme oxydée, ils n'ont aucun rôle bénéfique et s'accumulent dans les chaînes alimentaires (bioaccumulation).

Des métaux toxiques aux usages multiples

Rarement trouvé seul à l'état naturel, le cadmium est généralement associé à d'autres métaux dans des minerais. Il peut également provenir de procédés de métallurgie, de l'incinération des déchets et des engrais phosphorés. Ses utilisations sont nombreuses : traitement anticorrosion des alliages, fabrication de plastiques, de batteries rechargeables, de colorants ou de produits électroniques, etc.

Le mercure se présente sous forme liquide et est facilement volatil dans des conditions normales de température et de pression. Il peut être d'origine naturelle (volcanisme, lessivage des sols) ou anthropique (métallurgie, combustion du charbon, incinération des déchets, fabrication de chlore, piles et lampes, etc.).

Présent dans les sols et la croûte terrestre, le plomb est surtout extrait d'un minerai, la galène. Ses utilisations sont nombreuses : batteries, grenaille de chasse, céramiques, peintures, fusibles, etc. Il est devenu aujourd'hui l'un des principaux contaminants toxiques de l'environnement.

Cadmium, plomb et mercure sont présents dans toute la biosphère. Leur temps de séjour, leur mobilité et leur biodisponibilité dépendent de nombreux processus biologiques, chimiques et physiques.

Ces métaux font l'objet d'une surveillance particulière en raison des risques qu'ils présentent pour la santé humaine. Chacun d'entre eux a fait l'objet d'une classification par le Circ :

- cancérigène pour le cadmium et ses composés (groupe 1) ;
- cancérigène probable pour le plomb inorganique (groupe 2A) ;
- cancérigène possible pour le méthylmercure (groupe 2B).

L'exposition par voie orale à de fortes doses de cadmium peut provoquer une grave irritation gastro-intestinale et d'importants effets sur les reins. L'exposition chronique par inhalation a été associée à des effets sur les poumons, notamment l'emphysème, ainsi que sur les reins. Il peut également causer une atteinte osseuse.

Une fois dans l'organisme, le plomb se retrouve dans le sang et se fixe sur les tissus mous (foie, rate, reins, moelle osseuse, système nerveux) puis s'accumule dans le système osseux. Le principal organe cible est le système nerveux central, en particulier chez le fœtus et le jeune enfant.

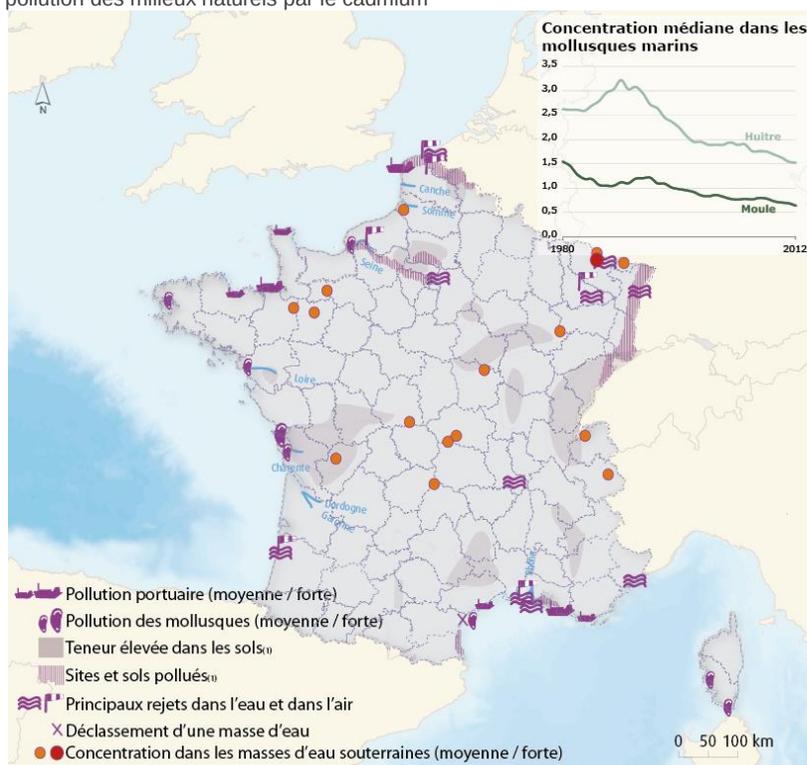
Le mercure est considéré par l'OMS comme l'un des « dix produits chimiques gravement préoccupants pour la santé publique ». Le mercure inorganique touche particulièrement les reins. Le méthylmercure est neurotoxique dans le cadre d'une exposition chronique. Une imprégnation élevée peut entraîner des troubles de l'équilibre et de la marche ainsi que des problèmes auditifs ou visuels. Chez les enfants, on peut observer des retards psychomoteurs, de croissance et de l'acquisition du langage. Cette forme de mercure est aussi fœtotoxique.

Diminution des contaminations environnementales

Globalement, les rejets de ces trois métaux par les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) les plus polluantes ont diminué (période d'étude 2004-2016 pour les rejets dans l'eau et 2010-2015 pour les rejets dans l'air). Les rejets annuels dans l'eau (moyenne 2011-2015) sont de moins d'une tonne (t) pour le cadmium, 0,3 tonne pour le mercure et 13 t pour le plomb. Plus élevées, les émissions dans l'air pour ces trois métaux sont respectivement de 1,5 t, 3 t et plus de 30 t.

Toutes sources de pollution confondues, de 2000 à 2016, les émissions dans l'air de ces polluants ont chuté : - 81 % pour le cadmium, - 70 % pour le mercure et - 61 % pour le plomb. Ceci s'explique, entre autres, par le durcissement des exigences réglementaires sur le traitement des émissions atmosphériques des usines d'incinération de déchets ménagers, l'amélioration des procédés chimiques de traitement et la mise en place de dépoussiéreurs.

Carte 9 : pollution des milieux naturels par le cadmium



Sources : MTEs, IREP 2016 – Ifremer, ROCCH 2015 – MTEs, Basol 2015 – GIS Sol, RMQS 2011 – Cetmef, bilan national du Repom, 2009. Traitements : Sdes, 2019

En France métropolitaine, le taux du cadmium est conforme aux normes de qualité dans l'ensemble des points de mesure dans l'air en 2016. Seules deux masses d'eau de surface (lagune de Bages dans l'Aude et canal de la Deule dans le Pas-de-Calais) ont des concentrations excessives en cadmium et une masse d'eau souterraine présente des concentrations élevées (Moselle). La teneur en cadmium dans les mollusques, indicateurs quantitatifs de contamination du milieu marin, décroît globalement depuis les années 1980, du fait du durcissement des réglementations voire de l'arrêt de certains de ses usages. Localement, l'estuaire de la Gironde et les pertuis charentais sont toutefois marqués par de fortes contaminations provenant d'anciens rejets industriels sur le bassin du Lot.

Dans le Nord, les vallées de la Somme et de la Seine aval, la Lorraine et l'Alsace, le cours du Rhône et son delta, certains sites et sols pollués par une activité actuelle ou ancienne sont

également sources de dispersion de cadmium. Enfin, dans le Jura, en Charente, au sud du Massif central et en Champagne, l'existence de roches calcaires implique également de hauts niveaux de présence naturelle de cadmium.

L'ingestion et l'inhalation, principales voies d'exposition des populations

Les métaux lourds pénètrent dans l'organisme par inhalation, ingestion ou exposition cutanée. L'exposition aux métaux par inhalation concerne principalement les professionnels ou les populations vivant à proximité de certains sites industriels.

La principale voie d'exposition de la population au cadmium est l'alimentation. Dans l'étude de l'alimentation totale française (EAT2) réalisée par l'Anses entre 2006 et 2010, les plus fortes teneurs moyennes en cadmium sont retrouvées dans les coquillages, les abats, les biscuits et le chocolat. Les contributeurs alimentaires majoritaires à l'exposition au cadmium sont le pain ainsi que les pommes de terre.

Chez les fumeurs, l'inhalation de fumée de cigarette représente la principale source d'exposition au cadmium. Les personnes travaillant ou vivant à proximité d'industries relâchant du cadmium dans l'air (métallurgie, papeterie, etc.) sont également susceptibles d'en inhaler.

Les pollutions environnementales des anciennes mines du nord du Gard

Dans le Gard, des études environnementales ont mis en évidence des teneurs en plomb et en arsenic exceptionnellement élevées sur les sites de Carnoulès et de la Croix-de-Pallières où deux anciennes mines de plomb et de zinc ont cessé leur activité après les années 1950, ainsi que des teneurs en cadmium élevées pour le site de la Croix-de-Pallières. Santé publique France a réalisé une étude afin de mesurer l'imprégnation des populations riveraines de ces anciens sites miniers. Un habitant sur quatre présente une imprégnation par arsenic supérieure à la moyenne nationale et près d'un sur huit par le cadmium. En revanche, les niveaux d'imprégnation par le plomb ne sont pas différents de ceux observés au sein de la population française. Aucun cas de saturnisme infantile n'a été identifié. Cette étude a permis de faire le lien entre la pollution environnementale et les niveaux d'imprégnation de la population. Des travaux complémentaires ont donné lieu à une série de propositions afin de réduire les expositions en agissant au niveau de la gestion des sources de contamination, mais également au niveau du comportement individuel (logements et alimentation).

La pénétration du mercure dans l'organisme sous sa forme la plus dangereuse (le cation méthylmercure) provient principalement de l'alimentation. L'étude EAT2 a montré que le poisson était le contributeur majoritaire (69 %) de l'exposition alimentaire au mercure sous cette forme. Le risque d'inhalation de vapeurs de mercure concerne particulièrement les professionnels de l'industrie chimique, de la construction électrique, de la tannerie ou de la médecine.

Le mercure en Guyane

250 tonnes d'or auraient été produites en Guyane depuis 150 ans. Le mercure a longtemps été utilisé pour amalgamer l'or, à raison de 1,3 à 1,4 kg de mercure pour 1 kg d'or produit. Du fait de sa dangerosité, il est interdit d'utilisation depuis 2006 par décret. Il reste cependant utilisé par les orpailleurs illégaux encore très nombreux. Par ailleurs, en contexte équatorial, les sols guyanais contiennent naturellement des quantités élevées de mercure qui, du fait des déforestations et des activités aurifères, est emporté dans les rivières aux côtés du mercure issu de l'orpaillage. Une fois dans les rivières, le mercure s'accumule dans les chaînes alimentaires sous forme de méthyl-mercure et se concentre dans les poissons carnivores comme l'aïmara. Dans ce poisson, consommé quotidiennement par les populations d'Amérindiens, il y a autant de mercure que dans 20 millions de litres d'eau.

Les études d'imprégnation au mercure réalisées sur ce territoire montrent des niveaux modérés pour la plupart des communautés de Guyane (< 2 µg/g), mais toutefois nettement supérieurs à ceux observés en métropole.

Le plomb pénètre principalement dans notre organisme par ingestion : consommation de produits avec de fortes concentrations, eau du robinet (canalisations au plomb), poussières contaminées et écailles de peinture au plomb. C'est particulièrement le cas chez l'enfant de

moins de 6 ans du fait de son comportement (marche à quatre pattes, contacts mains-bouche, etc.) et de l'importante absorption digestive.

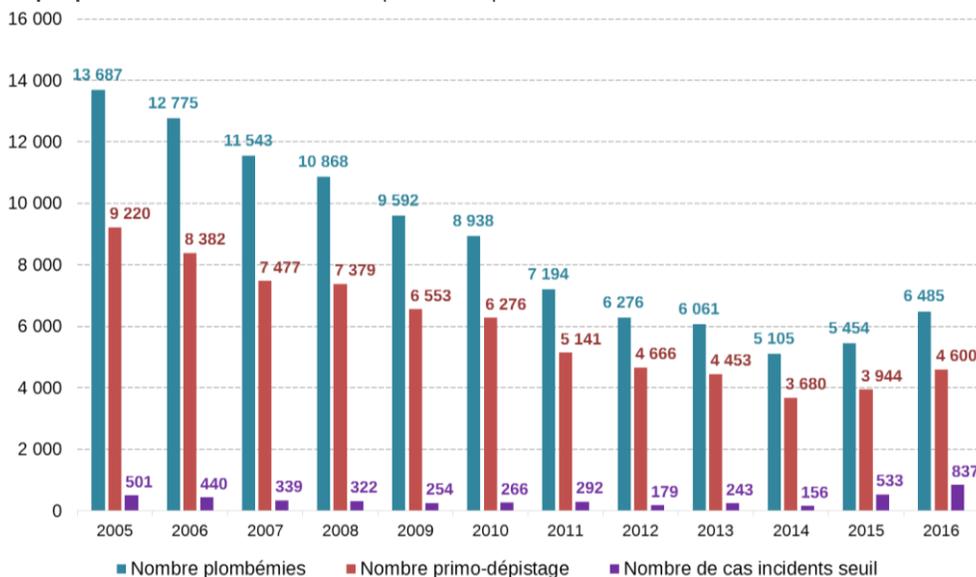
Surveillance du niveau d'imprégnation de la population générale

Depuis 2006, l'imprégnation par le cadmium, le mercure ou le plomb fait l'objet d'une surveillance nationale. Des études ont été conduites auprès d'adultes (ENNS, 2006-2007), d'enfants âgés de 6 mois à 6 ans (étude Saturn-Inf, 2008-2009) et de femmes enceintes (volet périnatal du programme national de biosurveillance, 2011). Les résultats montrent que ces métaux sont présents dans la quasi-totalité des échantillons biologiques mesurés. Néanmoins, en 2011, comparativement aux études antérieures, l'imprégnation des femmes enceintes par le mercure et le plomb est en légère baisse. L'imprégnation au mercure reste toutefois supérieure à celle mesurée sur la même période en Europe et aux États-Unis, en raison notamment de la consommation de poissons, plus élevée en France.

En 2019, les résultats de l'étude Esteban permettront d'estimer l'évolution de la cadmiurie dans la population française adulte entre les périodes 2006-2007 et 2014-2016.

S'agissant du plomb, de 2005 à 2014, l'activité de primodépistage du saturnisme (premier dosage de plomb dans le sang pour un enfant mineur) ne cesse de diminuer. Elle s'accompagne, sur cette période, d'une baisse du nombre de nouveaux cas de saturnisme (cas incidents) conséquence possible des politiques publiques de diminution de l'exposition au plomb (lutte contre l'habitat indigne, suppression de l'essence au plomb et des canalisations d'eau potable en plomb, etc.). Depuis 2015, le seuil de déclaration obligatoire du saturnisme infantile a été divisé par deux, passant de 100 µg/l à 50 µg/l. Le nombre de cas incidents a donc logiquement augmenté, en particulier en Île-de-France (65 %), dans les Dom (7 %) et en Provence – Alpes – Côte d'Azur (7 %). Cet abaissement de seuil a relancé l'activité de dépistage, entraînant une hausse du nombre de plombémies (dosage de plomb dans le sang) et du nombre de primodépistages. Presque tous les enfants (74 %) ont moins de 7 ans. Dans 8 cas sur 10, le motif de prescription de la plombémie concerne le logement (antérieur à 1949, habitat dégradé, présence de peinture au plomb ou travaux récents dans le logement).

Graphique 24 : évolution du suivi de l'exposition au plomb des enfants de moins de 18 ans



Lecture : en 2016, 6 485 plombémies (dosage de plomb dans le sang) et 4 600 primo-dépistages (premier dosage dans le sang) ont été réalisés en France chez les enfants mineurs. 837 nouveaux cas de saturnisme (cas incidents) ont été recensés.

Source : Santé publique France

Prévention des comportements et réglementation des usages pour limiter les expositions

Afin de limiter les risques, les usages de ces métaux mais également leurs rejets dans la biosphère et leur concentration dans de nombreux produits (eau du robinet, aliments, jouets, etc.) ont été réglementés.

La ratification de la convention de Minamata a marqué une étape importante dans les efforts de réduction des émissions anthropogéniques de mercure, susceptible de contribuer à la diminution globale des expositions au mercure au sein des populations.

Dans les années 80, suite à la découverte de cas graves de saturnisme infantile dans les logements parisiens anciens, dégradés avec des peintures au plomb, des politiques publiques ont été instaurées pour réduire l'exposition au plomb. Depuis 2015, le ministère de la Santé a rendu obligatoire la déclaration de l'intoxication saturne chez l'enfant âgé de moins de 18 ans pour toute plombémie $\geq 50\mu\text{g/l}$, suite aux études mettant en évidence, même à faible dose, un effet cytotoxique du plomb sur les cellules souches du système nerveux central.

Sites et sols pollués ou potentiellement pollués

En 2018, la France recense 6 800 sites et sols pollués, ou potentiellement pollués, appelant une action des pouvoirs publics, car ils peuvent présenter un risque pour la santé humaine ou l'environnement (effets directs ou indirects). Un tiers des polluants identifiés dans les sols de ces sites sont des hydrocarbures et un quart des métaux et métalloïdes. Malgré la réglementation couvrant cet aspect de la protection des sols, ce sujet inquiète fortement les Français.

Gérer et maîtriser les risques sanitaires et environnementaux des pollutions ponctuelles des sols

De par son passé industriel et à l'instar d'autres pays européens, la France recense de nombreux sites et sols pollués par une activité actuelle ou ancienne. Ces sites peuvent présenter un risque pour la santé humaine ou l'environnement. Généralement d'origine industrielle et situées en zone urbaine ou périurbaine, les sources de pollution des sols résultent de retombées atmosphériques, d'accidents de manutention ou de transport, de mauvaises pratiques en matière de stockage de déchets et d'effluents, ou encore de mauvais confinements de produits toxiques ou dangereux. Bien que généralement localisées, ces pollutions peuvent s'étendre sous l'effet de la dispersion par l'air, ou par les eaux percolant dans le sol pour s'infiltrer dans le sous-sol et les nappes souterraines. La mise en sécurité et la surveillance de ces sites ont pour but de prévenir la remobilisation des polluants piégés par les sols et présentant un danger pour la santé humaine.



© Laurent Mignaux - Terra

Ces pollutions ponctuelles se distinguent des contaminations diffuses. De moindre importance, celles-ci affectent cependant la partie superficielle des sols sur de vastes

étendues, en raison d'apports par voie aérienne (rejets industriels ou des transports, épandages agricoles).

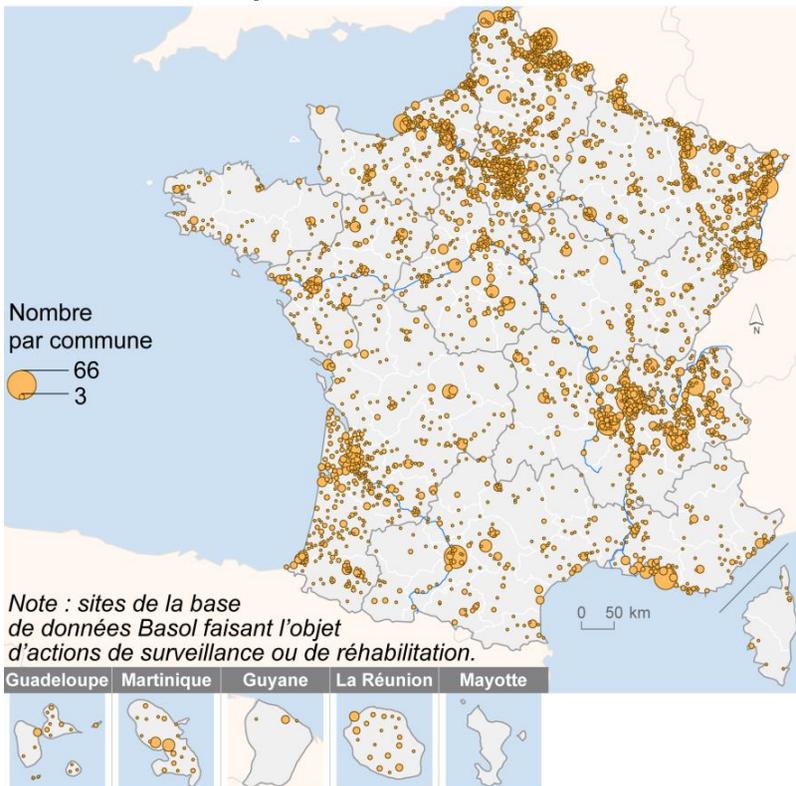
L'action des pouvoirs publics consiste à gérer les pollutions historiques, mais également à prévenir celles à venir. Au-delà de la nécessité de connaître les sites pollués et de les traiter le cas échéant selon le principe de gestion des risques en fonction de l'usage, les outils de gestion répondent au besoin d'informer les citoyens et les acteurs locaux et d'assurer la traçabilité des pollutions et des risques.

Ainsi, la base de données Basol recense depuis le début des années 1990 les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif. La base de données Basias, quant à elle, conserve la mémoire des sites industriels et des activités de services susceptibles d'avoir laissé des sites et sols pollués en s'appuyant sur des inventaires historiques régionaux. La loi pour l'accès au logement et un urbanisme rénové (loi Alur) a prévu, à partir de 2019, la mise en œuvre de secteurs d'information sur les sols (SIS) qui font état d'une pollution avérée et qui nécessitent, notamment en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et la mise en place de mesures de gestion de la pollution pour préserver la sécurité, la santé ou la salubrité publique et l'environnement.

Polluants les plus fréquents : métaux, métalloïdes et hydrocarbures

En 2018, la France recense 6 800 sites et sols pollués, ou potentiellement pollués, appelant une action des pouvoirs publics (MTES/DGPR, Basol, 2018). L'origine d'une suspicion de pollution peut être fortuite, découverte à l'occasion de travaux sur un terrain ayant accueilli anciennement des activités industrielles, ou intervenir suite à une action des pouvoirs publics dans le cadre de leur mission de suivi et de contrôle des sites industriels.

Carte 10 : les sites et sols pollués recensés en France en 2018

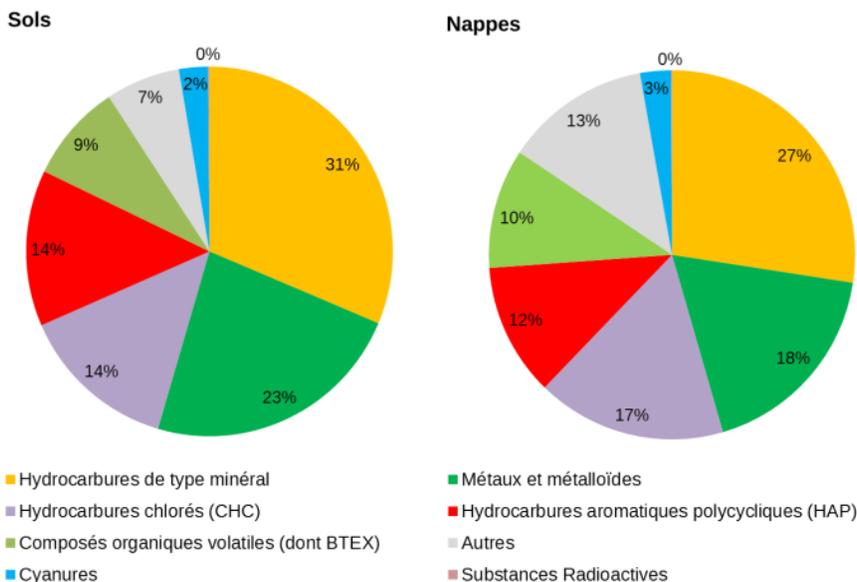


Sources : MTES/DGPR, Basol au 4 juillet 2018, ©IGN, BD Carto©®, 2010. Traitements : Sdes, 2019

Un même site peut receler de multiples pollutions. Les deux familles de polluants les plus fréquemment identifiées dans les sols sont les hydrocarbures, ainsi que les métaux et métalloïdes, représentant respectivement environ un tiers et un quart de l'ensemble des pollutions. Les trois familles d'hydrocarbures (minérales, chlorés, HAP) représentent un peu moins de 60 % des pollutions multiples des sols. Les cyanures, les BTEX (somme de benzène, toluène, éthylbenzène et xylène) et les autres contaminants (ammonium, chlorures, pesticides, solvants non halogénés, sulfates, substances radioactives) correspondent chacun à moins de 10 % des pollutions des sols.

Par ailleurs, une pollution des eaux souterraines résulte couramment de la celle des sols, avec une répartition des principaux polluants s'apparentant fortement à celle des sols : hydrocarbures (27 %), métaux et métalloïdes (18 %), etc.

Graphique 25 : poids global des 7 familles de polluants identifiées dans les sols ou les nappes d'eau souterraines



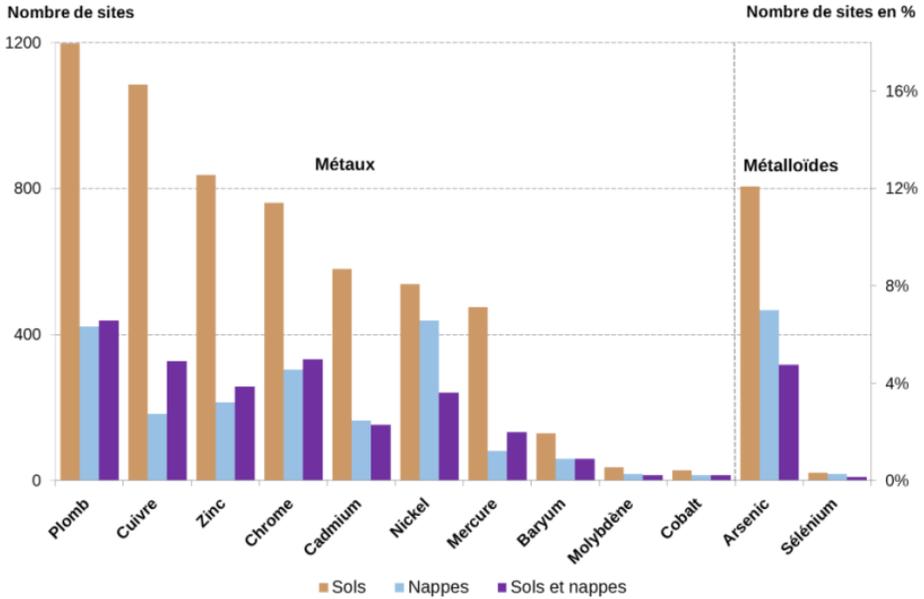
Note de lecture : un tiers des pollutions des sols identifiées dans Basol implique des hydrocarbures de type minéral. Les 7 grandes familles de polluants recensées dans les sols ou dans les nappes de chaque site pollué résultent du regroupement des 24 polluants pris en compte dans Basol.

Source : MTES/DGPR, Basol au 15 juin 2018. Traitements : Sdes, 2019

Les pollutions ponctuelles par les métaux et métalloïdes proviennent de pollutions anthropiques (rejets industriels, assainissement, incinération, etc.). Certains métaux, comme le chrome ou le fer, sont des oligoéléments indispensables à l'organisme en faible quantité. Toutefois, la plupart deviennent toxiques pour l'homme et pour un grand nombre d'espèces végétales ou animales à forte dose, avec des seuils de toxicité variant selon les espèces.

L'état chimique de ces polluants conditionne leur mobilité dans le sol, ainsi que leur capacité à être absorbés par les végétaux et donc à s'accumuler dans les chaînes alimentaires au sein des écosystèmes. Les plus fréquemment observés dans les sols des sites investigués sont le plomb (18 %), le cuivre (16 %), le zinc et l'arsenic (12 % chacun). En ce qui concerne les nappes souterraines, il s'agit de l'arsenic (7 %), du plomb et du nickel (6 % chacun). Pour les sites pour lesquels la pollution par milieu (soit sol, soit nappe) n'est pas précisée, le plomb, le cuivre, l'arsenic et le chrome figurent parmi les métaux et métalloïdes les plus présents.

Graphique 26 : répartition des métaux et métalloïdes identifiés dans les sites et sols pollués



Note : types de pollution : sols (4 601 sites), nappes (2 993 sites), sols et nappes (330 sites), soit respectivement 68 %, 44 % et 5 % de l'ensemble des sites et sols pollués.

Source : MTEs/DGPR, Basol au 15 juin 2018. Traitements : Sdes, 2019

Impacts sanitaires et voies d'exposition

À plus ou moins long terme, la pollution du sol peut avoir des impacts directs ou indirects sur la santé humaine. Ces effets peuvent être liés à la toxicité aiguë ou chronique des substances ou agents présents. En effet, le sol joue le rôle de réservoir de polluants susceptibles de devenir mobiles et d'affecter les écosystèmes, les ressources en eau et la chaîne alimentaire. L'exposition des populations peut se faire de manière directe, ingestion volontaire par de jeunes enfants par exemple, ou de manière indirecte par l'intermédiaire de produits végétaux alimentaires cultivés sur des terres polluées, ou encore d'eau contaminée par transfert du sol vers la nappe phréatique. Les poussières émises par les sols pollués peuvent être inhalées, tout comme les polluants volatilisés dans l'air à partir du sol. Les populations les plus exposées aux effets de la pollution des sols sont les employés des activités à l'origine des sites ou sols pollués, ainsi que les riverains.

De nombreuses substances chimiques mesurées dans les sols pollués sont connues pour leurs multiples effets délétères sur la santé. Toutefois, l'imputabilité directe aux pollutions du site paraît délicate car la connaissance des mécanismes de transferts des polluants du sol dans l'organisme humain demeure encore insuffisante. L'exposition peut néanmoins être approchée par l'intermédiaire de biomarqueurs, principalement le polluant ou ses métabolites, mesurés dans le sang, les urines, les cheveux, etc. Les polluants présents sur un site et sol pollué, mais également mesuré dans l'organisme d'un riverain ou d'un employé, suggère ainsi que la personne y a été exposée *via* l'environnement.

Impacts environnementaux et surveillance des eaux souterraines

Pour la grande majorité des sites pollués, une nappe d'eau souterraine se situe sous les sols pollués. Ces nappes peuvent faire l'objet d'usages variés : puits privés, agriculture et industries agroalimentaires, alimentation en eau potable, etc. Selon les voies de transfert et d'exposition, les polluants peuvent entraîner des impacts environnementaux préoccupants lorsque l'usage des sites se révèle sensible : école, établissement recevant du public, proximité d'un captage d'alimentation en eau potable.

La surveillance de la qualité des eaux souterraines revêt un caractère obligatoire depuis 2000, à moins d'une justification technique (site localisé sur une zone sans aquifère, couche imperméable importante isolant l'aquifère superficiel du sol pollué, site traité avec restriction mais ne concernant pas les eaux souterraines, site traité libre de toute restriction). Les eaux souterraines d'un site pollué sur deux font l'objet d'une surveillance : la situation s'améliore pour environ un cinquième d'entre eux, reste stable pour près de trois sur quatre et se dégrade pour 5 %.

La mise en sécurité d'un site orphelin en Meurthe-et-Moselle

En 2003, Pont-à-Mousson a acquis le site d'un ancien établissement d'usinage de tubes d'électricité (Sute), actif jusqu'en 1972, pour y construire une cuisine centrale annexée au lycée voisin. La pollution de la nappe phréatique et du sol (solvants chlorés, principalement perchloroéthylène) découverte lors des travaux de démolition a gelé le projet. Le site a alors été transformé en parking informel.

En 2009, l'Ademe a été mandatée pour procéder à la surveillance, à la conduite de diagnostics de pollution et à la mise en sécurité de ce site orphelin (ou à responsabilité défaillante), l'ancien propriétaire ne pouvant se voir imposer la charge financière de sa remise en état selon le code de l'environnement (prescription de trente ans à compter du fait générateur du dommage).

La conception des travaux de mise en sécurité a intégré plusieurs contraintes spécifiques : localisation du site en zone urbaine (habitations, abbaye des Prémontrés classée patrimoine culturel), proximité de populations sensibles (écoles) imposant la réalisation des travaux en période de vacances scolaires estivales, pollution pour partie en zone saturée, site exigu (8 500 m²).



© Patrick A.Martin/Photostock

Les travaux de suppression des sources de pollution, à des fins de mise en sécurité du site, ont nécessité la gestion des eaux souterraines (mise en place d'un batardeau, pompage et traitement sur charbon actif) et l'installation d'une tente de confinement en dépression (renouvellement et traitement de l'air sur charbon actif). Les matériaux pollués excavés entre 2 à 6 m de profondeur ont été traités sous tente (malaxage et chaulage) et remis en place après contrôle de l'atteinte des objectifs de traitement. Le suivi environnemental assuré durant les travaux de mise en sécurité s'est prolongé au-delà.

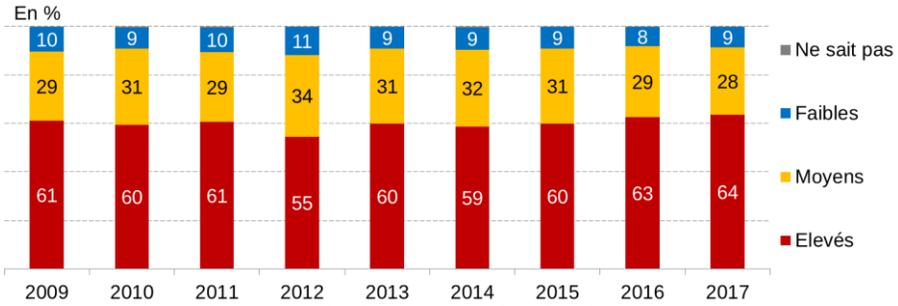
La mise en sécurité achevée, la municipalité évalue désormais différentes options d'usage (parking, espace vert).

La pollution des sols, un sujet de préoccupation majeur pour les Français

Alors que le thème de la pollution des sols est bien moins visible que d'autres dans le débat public, le niveau d'inquiétude des Français sur ce sujet se révèle très élevé. En 2017, dans le baromètre de l'IRSN sur la perception des risques, plus de trois enquêtés sur cinq estiment que les sols pollués représentent une menace importante pour la population. Dans la hiérarchie qu'ils établissent sur les risques environnementaux, ce sujet de préoccupation est

devancé par les pesticides, la pollution atmosphérique et la dégradation des milieux aquatiques, mais reste perçu comme une menace plus forte que les risques nucléaires.

Graphique 27 : considérez-vous que les risques liés à la pollution des sols sont élevés, moyens ou faibles pour les Français ?



Source : IRSN, Baromètre sur la perception des risques et de la sécurité par les Français. Traitements : Sdes, 2019

D'après l'IRSN, plus d'un Français sur deux doute des moyens mis en œuvre par les pouvoirs publics pour protéger la population des risques générés par la pollution des sols et 60 % sont peu convaincus des informations qui leurs sont adressées sur ce sujet. Ces résultats confirment, en 2017, ceux de la dernière grande étude sur le sujet : « *la pollution des sols est la thématique sur laquelle les individus se sentent le moins bien informés. (...) Seuls 7,6 % des sujets déclarent connaître le niveau de pollution des sols sur leur lieu d'habitation* » (Inpes, Baromètre Santé Environnement 2007, p. 91).

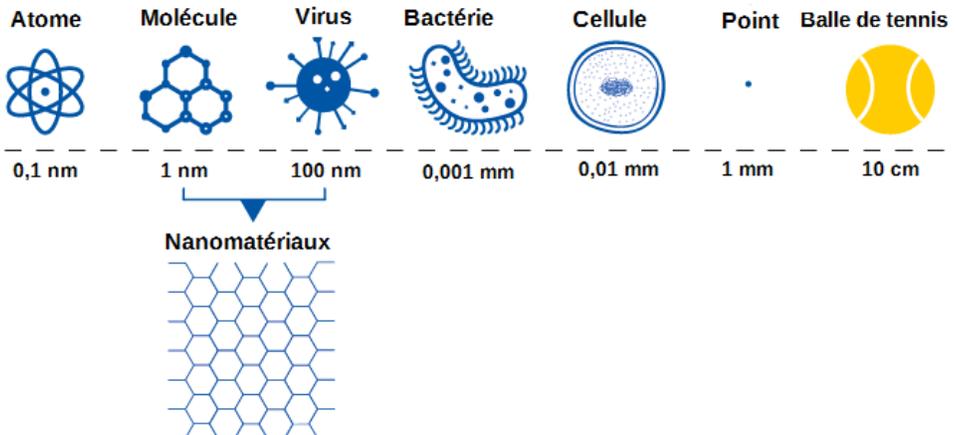
Nanomatériaux

Les propriétés des nanomatériaux sont utilisées pour de multiples applications, telles que la pharmacie, l'aéronautique et les nouvelles technologies, où ils permettent d'améliorer l'efficacité de traitements médicaux ou d'accroître la compétitivité de l'industrie française. Cependant, les risques induits par ces substances sur l'homme et sur l'environnement restent méconnus, compte tenu de leur développement rapide et récent et du manque de recul pour évaluer leurs effets. L'utilisation de ces substances dans certains produits alimentaires et cosmétiques constitue une source d'exposition de la population. Les réglementations française et européenne imposent, depuis 2013, de mentionner leur présence sur l'étiquette des produits qui en contiennent.

Des substances omniprésentes aux usages très variés

Les nanomatériaux sont des substances composées de particules, ayant au moins une dimension de l'ordre du nanomètre (nm), c'est-à-dire un milliardième de mètre, et au plus de 100 nm. La Commission européenne, dans sa recommandation du 18 octobre 2011, préconise la définition suivante : « *matériau naturel, formé accidentellement ou manufacturé, contenant des particules libres, sous forme d'agrégat ou sous forme d'agglomérat, dont au moins 50 % des particules, dans la répartition numérique par taille, présentent une ou plusieurs dimensions externes se situant entre 1 nm et 100 nm. Dans des cas spécifiques, lorsque cela se justifie pour des raisons tenant à la protection de l'environnement, à la santé publique, à la sécurité ou à la compétitivité, le seuil de 50 % fixé pour la répartition numérique par taille peut être remplacé par un seuil compris entre 1 % et 50 %* ».

Illustration 6 : dimension des nanomatériaux



©Agence européenne des produits chimiques, 2016

L'emploi de ces substances est en plein essor. En effet, leurs propriétés sont utilisées dans des domaines stratégiques et innovants : industrie, pharmacie, cosmétique, agroalimentaire, construction, énergie, technologies de l'information et de la communication, automobile, aéronautique. Les applications liées à leur taille et à leur structure sont nombreuses :

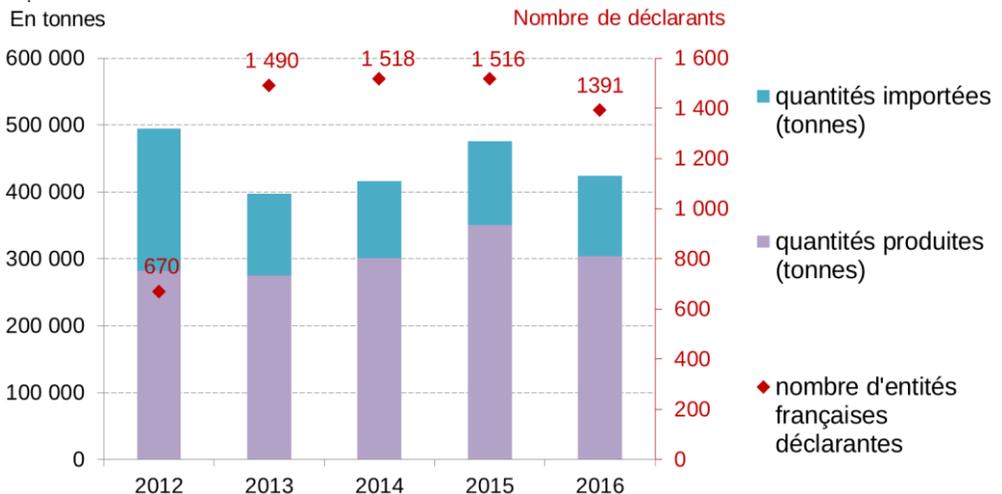
- nanoparticules utilisées dans les additifs alimentaires, les peintures, les cosmétiques, les encres, les pneumatiques ;
- noirs de carbone utilisés comme pigment noir dans les encres d'imprimerie, également pour renforcer les produits de caoutchouc tels que les pneus et les câbles ;
- nanocapsules utilisées dans les médicaments, textiles, traitement des eaux usées ;
- fullerènes utilisés dans les mascaras, crèmes de beauté, les polymères, le stockage de l'hydrogène ;
- nanofils utilisés pour la transmission de signaux électriques, optiques et chimiques ;
- nanotubes de carbone utilisés pour renforcer les matériaux composites, les céramiques et textiles, vecteurs de médicaments ;
- nanocouches utilisées dans les revêtements de surfaces pour leur donner des propriétés anti-adhésives, auto-nettoyantes, résistantes à l'abrasion ;
- nanocomposites incorporés dans des matériaux pour leur donner des propriétés mécaniques, optiques, magnétiques, thermiques particulières.

Des quantités importantes, fabriquées et importées, utilisées par l'agriculture, la chimie et l'agro-alimentaire

Le développement rapide des nanomatériaux et leur usage dans de nombreux produits de consommation courante les rendent désormais omniprésents. L'exposition de la population à ces substances est ainsi quotidienne, que ce soit via l'alimentation, la prise de médicaments, l'utilisation de cosmétiques ou les textiles. Les voies d'exposition identifiées pour l'homme sont les voies respiratoire, cutanée et digestive.

En 2016, 1 400 entités françaises (fabricants, importateurs, distributeurs, utilisateurs) ont déclaré, dans le registre « R-Nano » (système de déclaration des substances à l'état nanoparticulaire), la fabrication de 304 300 tonnes et l'importation de 120 000 tonnes de nanomatériaux, correspondant à 275 catégories de substances. Sans tenir compte des quantités exportées, car non déclarées dans le registre R-Nano, les substances produites et importées représentent 6 kg par habitant et par an. La somme des quantités fabriquées et de celles importées, diminue de 14 % entre 2012 et 2016. La production française évolue de 24 % sur la période 2012-2015, puis diminue de 13 % entre 2015 et 2016, revenant au niveau de 2014. Les importations de nanomatériaux subissent une forte diminution (- 43 %) sur la période 2012-2016.

Graphique 28 : évolution de la quantité de substances à l'état nanoparticulaire, produites en France et importées

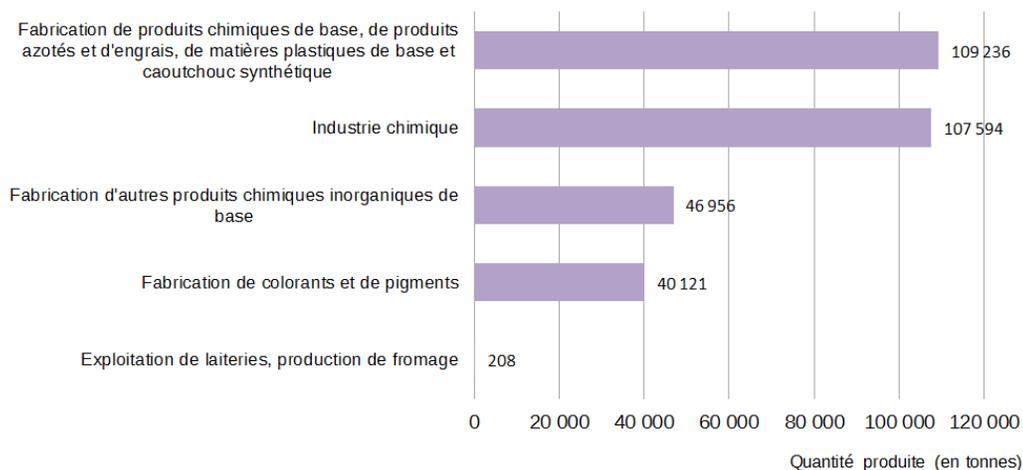


Source : Anses ; DGPR. Éléments issus des déclarations des substances à l'état nanoparticulaire. Rapports d'étude 2014, 2015, 2016 et 2017. Traitements : Sdes, 2018.

En 2016, en France, les cinq premiers secteurs d'activité produisant la majorité des quantités de nanomatériaux sont :

- le secteur de la fabrication de produits chimiques de base, de produits azotés et d'engrais, de matières plastiques de base et de caoutchouc synthétique ;
- l'industrie chimique ;
- la fabrication de colorants et de pigments ;
- la fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base ;
- l'exploitation de laiteries, la production de fromage.

Graphique 29 : cinq principaux secteurs d'activité produisant des nanomatériaux en 2016



Note : des doubles comptes sont possibles, les quantités produites ayant pu être déclarées pour plusieurs secteurs d'activité.

Source : Anses ; DGPR. Éléments issus des déclarations des substances à l'état nanoparticulaire. Rapports d'étude 2016 et 2017. Traitements : Sdes, 2018.

Par ailleurs, les nanomatériaux sont majoritairement utilisés majoritairement dans l'agriculture (pesticides). En 2016 cet usage représente 58 % des déclarations relatives aux catégories de produits chimiques dans lesquels les nanomatériaux sont intégrés. Les cosmétiques et produits de soin personnel arrivent au 2^{ème} rang (10,4 % des déclarations), devant les revêtements et peintures, solvants, diluants (10,3 % des déclarations).

La base de données R-Nano et confidentialité

Les données détaillées sur les nanomatériaux (nom chimique, usages, quantités) peuvent être soumises au secret commercial et industriel, ce qui ne permet pas de faire une répartition exhaustive des tonnages produits et importés par usages et catégories de produits. Cette répartition est diffusée selon le nombre de déclarants. Il en est de même pour les quantités produites de certains types de nanomatériaux (exemple du dioxyde de titane), dont les données sont présentées par bande de tonnage (< 100 g ; 100 g à 1 kg ; 1 à 10 kg ; 10 à 100 kg ; 100 kg à 1 t ; 1 à 10 t ; 10 à 100 t ; 100 à 1000 t ; > 1000 t). La confidentialité de ces données est prévue à l'article R 523-18 du code de l'environnement.

Des impacts sanitaires à long terme inconnus

De par leur taille, les nanomatériaux franchissent aisément les barrières biologiques de l'organisme. Les risques pour l'homme et pour l'environnement sont encore méconnus, L'usage de ces substances étant très récent et revêtant une multitude de formes.

La connaissance de la toxicité des nanomatériaux doit encore progresser. Pour ce faire, le progrès de la métrologie est indispensable, ainsi que la mise en place de règles communes d'évaluation et de caractérisation de ces substances. La France relaie et soutient les travaux

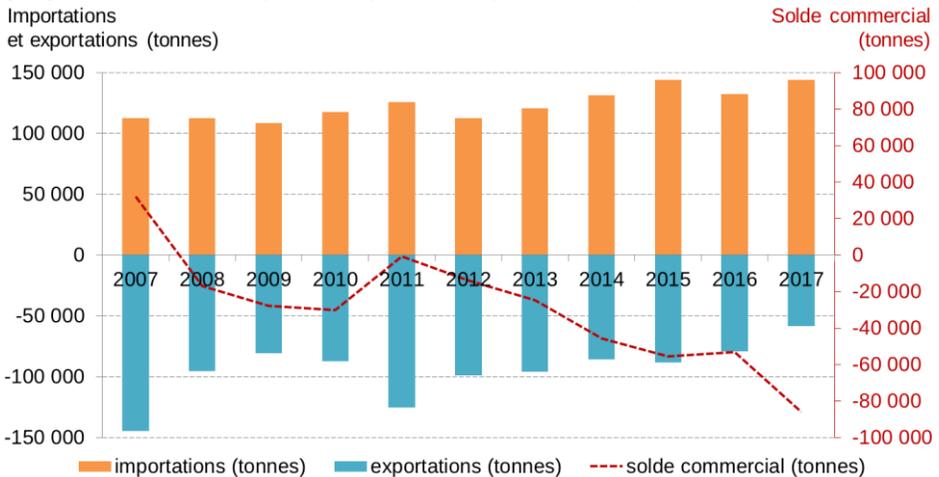
internationaux lancés pour en évaluer la toxicité pour l'homme et l'environnement. Elle œuvre avec les Nations Unies pour instaurer un système d'identification des dangers des nanomatériaux et est également impliquée dans les travaux de l'OCDE pour définir les lignes directrices de caractérisation et d'évaluation des risques potentiels des nanomatériaux manufacturés.

Au niveau national, lors de la Conférence environnementale de 2014, la France s'est engagée, à mener une réflexion sur l'étiquetage des produits de consommation courante et sur la restriction de ces substances dans certaines catégories de produits. Par ailleurs, l'Ineris travaille sur l'évaluation des risques accidentels (inflammabilité, explosivité) et sur le comportement de ces substances dans les différents compartiments environnementaux (eau, air, sols). Elle analyse également le cycle de vie de ces matières. L'Inra a démontré en 2017 que l'ingestion de nanoparticules de dioxyde de titane favorisait la survenue du cancer colorectal chez le rat.

Zoom sur le dioxyde de titane (TiO₂)

En raison de ses propriétés colorantes et ses capacités d'absorption des ultra-violet, le dioxyde de titane (également codifié E171 en tant qu'additif alimentaire) est utilisé depuis les années 1990, dans de multiples produits alimentaires (confiseries, boissons, yaourts et glaces notamment), les cosmétiques (crèmes solaires) et les médicaments. D'après les statistiques douanières, le solde commercial (exportations réduites des importations) du dioxyde de titane, sous forme nanométrique (< 100 nm) et non nanométrique (> 100 nm), est en forte baisse sur la période 2007-2017. Alors qu'en 2007, les exportations étaient 1,3 fois supérieures aux importations, ces dernières sont, en 2017, deux fois plus élevées que les exportations. Cela traduit une très forte progression de l'utilisation de cette substance par l'industrie française.

Graphique 30 : évolution des quantités importées et exportées de dioxyde de titane entre 2007 et 2017



Note : les tonnages présentés ici regroupent les volumes totaux de dioxyde de titane, qu'ils soient sous forme nanométrique ou non.

Source : Douanes (pigments et préparations à partir de dioxyde de titane, codes de la nomenclature douanière NC 32 06 11 00 et NC 32 06 19 00). Traitement : Sdes, 2018.

Le classement du dioxyde de titane comme cancérigène par le CIRC depuis 2006 et l'existence d'études toxicologiques sur les effets du TiO₂ ont conduit l'Anses à proposer à l'Agence européenne des produits chimiques (Echa) de classer cette substance en catégorie 1B (substance dont le potentiel cancérigène pour l'être humain est supposé). L'Echa a proposé une classification en catégorie 2, c'est-à-dire parmi les substances suspectées d'être cancérigènes pour l'homme (classement CMR au sens du règlement CLP n°1272/2008, dit CLP pour classification, étiquetage et emballage des substances et des mélanges).

Conformément aux dispositions de la loi "Agriculture et alimentation", l'arrêté du 17 avril 2019 suspend la mise sur le marché des denrées alimentaires contenant l'additif E171 à partir du 1^{er} janvier 2020, pendant une durée d'un an.

Suivre l'exposition des professionnels afin d'anticiper les risques sanitaires

Suite à une saisine conjointe des directions générales de la santé et du travail (DGS-DGT), dans l'objectif de détecter l'apparition d'effets sur la santé, Santé publique France a mis en place dès 2014 « EpiNano », le dispositif national de surveillance épidémiologique des travailleurs potentiellement exposés aux nanomatériaux manufacturés.

Sont éligibles les travailleurs des établissements concernés par la fabrication ou l'utilisation de nanomatériaux et intervenant sur des postes avec relargage de poudres, d'aérosols ou de gouttelettes susceptibles de contenir des nanomatériaux. Ces postes de travail sont identifiés par analyse des données d'hygiène industrielle transmises par l'établissement. Santé publique France procède à l'inclusion des travailleurs éligibles puis à leur suivi en leur adressant des auto-questionnaires qui sont ensuite enrichis par des données extraites du Système national des données de santé (SNDS).

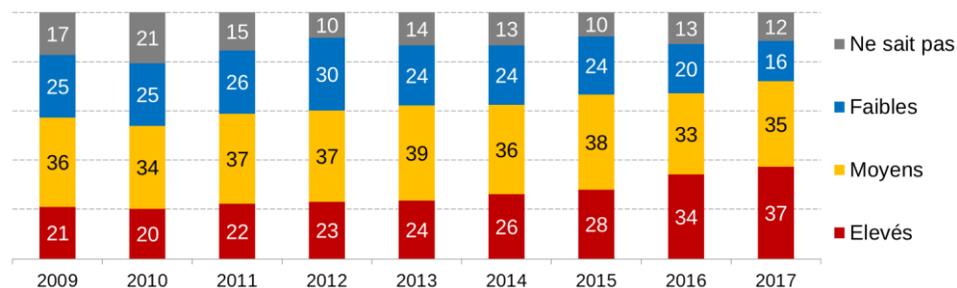
Une fois constituée, la cohorte sera suivie dans le temps et les données de santé collectées seront comparées à celles d'une population non exposée. Ses résultats doivent permettre d'orienter les programmes de prévention.

Une inquiétude grandissante des Français envers un risque encore peu connu

À la différence de la plupart des sujets étudiés par le baromètre de l'IRSN sur la perception des risques, les Français sont relativement nombreux à ne pas avoir d'avis sur les dangers potentiellement induits par l'usage des nanoparticules. Pour autant, l'inquiétude progresse : en 2017, 37 % des Français jugent élevés les risques liés aux nanoparticules, contre un sur cinq en 2010.

Graphique 31 : considérez-vous que les risques liés aux nanoparticules sont élevés, moyens ou faibles pour les Français ?

En %



Source : IRSN, Baromètre sur la perception des risques et de la sécurité par les Français. Traitements : Sdes, 2019

Tandis que la moitié de la population se montre sceptique à l'égard des informations dont elle dispose quant aux dangers potentiels des nanoparticules, 38 % des Français n'ont pas confiance dans l'action mise en œuvre par les pouvoirs publics pour protéger les personnes face à ce risque. Cette défiance reste cependant bien inférieure à celle exprimée à l'égard des pesticides (60 %) ou de la pollution atmosphérique (48 %).

Exposition aux rayonnements



©Arnaud Bouissou/Terra

Les rayonnements se caractérisent par une émission d'énergie et/ou un faisceau de particules. Certains, dits ionisants, émettent suffisamment d'énergie pour transformer les atomes qu'ils traversent en ions, contrairement à ceux générés par les ondes électromagnétiques.

Dans notre quotidien, des sources de radioactivité naturelles et artificielles exposent en permanence la population aux rayonnements ionisants. Celles-ci peuvent être d'origine naturelle, issue de la Terre (rayonnements telluriques provenant du sol), du cosmos (rayonnements cosmiques) ou de notre alimentation, mais également d'origine artificielle lors d'examens ou thérapies médicales, ou bien issue des rejets autorisés des installations nucléaires, ou encore des retombées d'essais d'armes nucléaires dans l'atmosphère.

D'origine naturelle, le radon est surveillé spécifiquement en France car il constitue le premier facteur d'exposition des populations à la radioactivité.

Source de radioactivité artificielle, les Installations nucléaires de base (INB) font également l'objet d'une attention particulière, notamment en raison des risques d'exposition des populations riveraines ou des professionnels travaillant dans ces structures.

Avec les progrès techniques, et notamment l'essor des technologies de l'information et de la communication, les populations sont aujourd'hui quotidiennement exposées à des radiations non ionisantes, à travers les ondes électromagnétiques. Parmi elles, les radiofréquences, aux rayonnements émis pour la transmission d'informations à travers les antennes relais, se sont particulièrement développées avec l'essor de la téléphonie mobile.

Radioactivité naturelle : le radon

Reconnu comme cancérigène certain depuis plus de trente ans, le radon constitue la première source d'exposition des populations à la radioactivité naturelle. Présent dans les sols, ce gaz peut présenter de fortes concentrations à l'intérieur des bâtiments et des lieux fermés. En France, le radon est principalement présent en Corse, en Bretagne, dans le Massif central et les Vosges ainsi que dans une partie de l'outre-mer. Malgré des risques sanitaires élevés, l'exposition au radon ne représente cependant pas un sujet de préoccupation majeur pour les populations concernées.

Le radon, élément radioactif essentiellement d'origine naturelle

Le radon est un radionucléide qui fait partie des substances classées comme cancérigène certain pour le poumon depuis 1987.

La radioactivité naturelle résulte des radio-isotopes de la roche à partir de laquelle ils se forment. Les sols peuvent alors atténuer les effets de la radioactivité, ou *a contrario*, devenir des sources de pollution radioactive aux effets dommageables pour l'homme et l'environnement. Les rayonnements ionisants d'origine naturelle représentent ainsi les deux tiers de l'exposition de la population en France métropolitaine. Cette exposition regroupe en particulier, l'inhalation de gaz radon, aux côtés de l'irradiation cosmique ou tellurique, ainsi que la consommation d'aliments ou d'eau contenant naturellement des éléments radioactifs. Ainsi, le radon constitue à lui seul, le tiers de l'exposition à la radioactivité reçue chaque année par la population française.

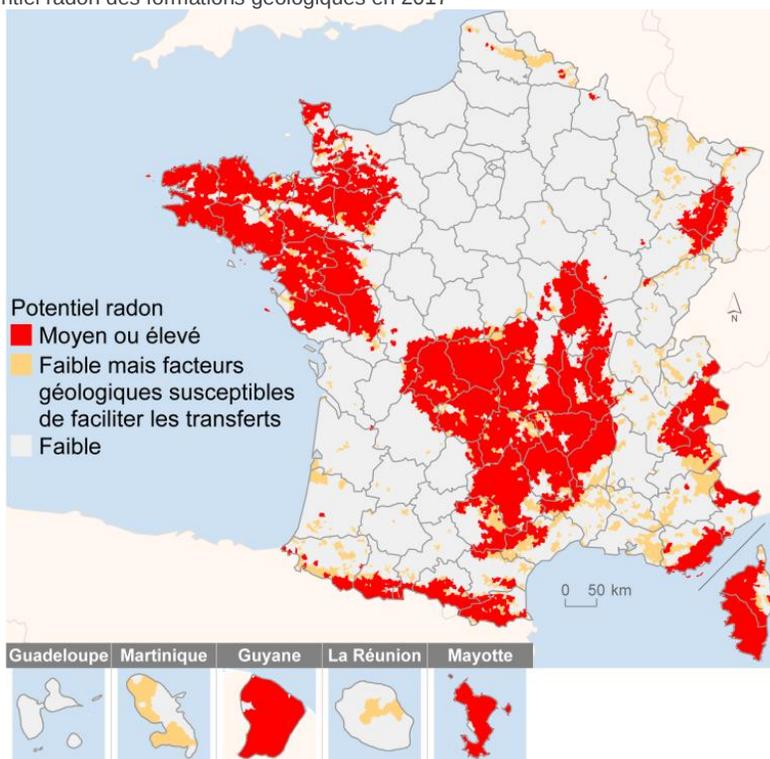
En outre, le radon d'origine anthropique, lié à l'exploitation minière d'uranium en France de 1948 à 2001 a donné lieu à 170 millions de tonnes de stériles, résidus miniers, dont deux millions ont été réutilisés en remblais.

Des formations géologiques potentiellement émettrices de radon

Le radon 222, gaz radioactif naturellement présent dans certaines roches (granit, gneiss, roches volcaniques acides), migre dans les sols depuis le sous-sol jusqu'à l'atmosphère. Généralement faibles dans l'air extérieur, les concentrations en radon peuvent parfois être élevées à l'intérieur des bâtiments et des lieux fermés en contact avec le sol. Tenant compte de la teneur en uranium des terrains sous-jacents, le « potentiel radon » des formations géologiques estime donc la probabilité de présence de radon à des niveaux élevés dans les bâtiments.

En France métropolitaine, près d'un quart des communes sont concernées par un taux moyen ou élevé du potentiel radon de leurs sous-sol, car les formations géologiques d'une partie de leur territoire renferment des teneurs en uranium particulièrement élevées. Cela concerne au moins une commune sur deux dans 21 départements, notamment en Auvergne, en Bretagne et dans le Limousin. Le phénomène touche toutefois plus particulièrement la Haute-Corse, la Creuse et la Haute-Vienne, où au moins 90 % des communes sont concernées. Le radon est majoritairement présent dans les grands massifs granitiques ou gneissiques (Corse, massifs armoricain et central, Vosges), ainsi que dans certains grès et schistes noirs. Les résultats de la campagne nationale de mesure de la radioactivité naturelle montrent que plus de 40 % des bâtiments situés sur ces terrains dépassent 100 Bq/m³ et plus de 6 % dépassent 400 Bq/m³ (IPSN/DPHD-SEGR-LEADS, 2000). Outre-mer, les massifs granitiques de la Guyane française et les formations volcaniques de Mayotte et de Polynésie française en font les territoires les plus exposés.

Carte 11 : potentiel radon des formations géologiques en 2017



Source : IRSN, 2017. Traitements : Sdes, 2019

Seules 6 % des communes de métropole ont un potentiel radon du sous-sol estimé faible, mais avec des facteurs géologiques susceptibles de faciliter les transferts. Certaines caractéristiques particulières du sous-sol (failles, ouvrages miniers ou sources hydrothermales) peuvent en effet constituer un facteur aggravant de nature à augmenter localement le potentiel radon.

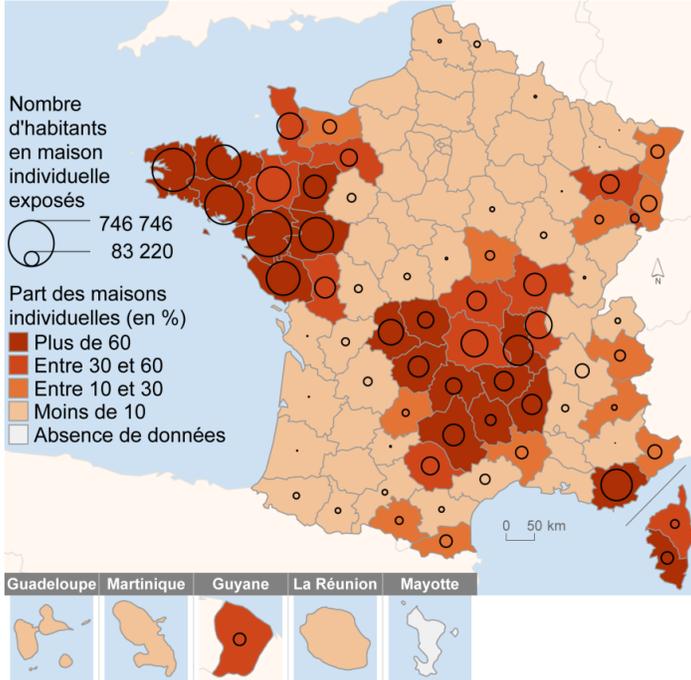
Enfin, le potentiel radon est jugé faible pour deux tiers des communes métropolitaines, principalement situées dans les bassins parisien et aquitain et le Massif central. C'est également le cas en Polynésie française et dans les Antilles.

Dans les maisons individuelles, 2,5 millions d'habitants exposés au potentiel radon moyen ou élevé

Dans les zones concernées, les habitants des maisons individuelles sont plus particulièrement exposés au potentiel radon, en raison d'un contact plus direct avec le sous-sol par rapport aux habitants des logements collectifs. En France, 41,8 millions d'habitants (62 % de la population) vivent dans une maison individuelle à titre de résidence principale (59 %) ou secondaire (3 %). 21 % d'entre eux se voient exposés à un potentiel moyen ou élevé, 10 % à un potentiel faible mais avec des facteurs géologiques favorisant les transferts et 69 % à un potentiel faible.

À l'échelle locale, dix départements comptent plus de 80 % des habitants de maisons individuelles dans les zones exposées au potentiel radon moyen ou élevé, soit un total de 2,5 millions d'habitants : Corse du Sud (100 %), Creuse (97 %), Finistère (93 %), Haute-Vienne (91 %), Morbihan (90 %), Cantal (87 %), Côtes d'Armor (84 %), Corrèze (83 %), Lozère (83 %), Aveyron (82 %). Pour quatorze départements les habitants exposés représentent entre la moitié et les trois quarts de la population totale du territoire.

Carte 12 : exposition des populations au potentiel radon moyen ou élevé en 2017



Note : habitants occupants des maisons individuelles à titre de résidence principale et recensées dans les fichiers démographiques sur les logements et les individus (Insee, Fideli).
Sources : IRSN, 2017 ; Insee, Fideli, 2016. Traitements : Sdes, 2019

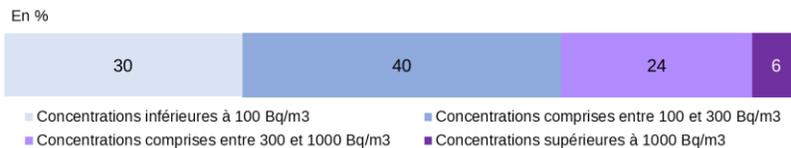
L'exposition des habitants de maisons individuelles en Bretagne et en Nouvelle-Aquitaine

Entre 2011 et 2016, trois campagnes de mesure des concentrations intérieures en radon ont été conduites en Bretagne et en Nouvelle-Aquitaine. Les résultats pour les 6 010 maisons individuelles étudiées indiquent une concentration médiane de 167 Bq/m^3 . Le seuil limite de 300 Bq/m^3 défini par la directive 2013/59/Euratom est dépassé dans 29 % des maisons, tandis que dans 6 % des maisons, une teneur supérieure à $1 000 \text{ Bq/m}^3$ est détectée.

En Bretagne, la concentration intérieure moyenne en radon des 3 200 habitations suivies est égale à 155 Bq/m^3 . Dans celles ayant bénéficié d'une rénovation thermique, cette teneur est plus élevée, sans doute en lien avec une diminution de la perméabilité à l'air de la construction et l'absence d'une gestion adéquate de la ventilation. Les concentrations sont également plus élevées à l'intérieur des vieilles maisons en granit ou en pierre construites sur des dalles sur le sol sans aucun système de ventilation.

Le potentiel d'exhalation en radon du sol, le type de soubassement de la maison, le matériau utilisé, sa période de construction, le nombre de niveaux habités, la localisation du dosimètre, un changement de fenêtres et le type de ventilation sont autant de facteurs influençant les concentrations intérieures. L'étude réalisée conforte des déterminants du radon déjà connus, comme le potentiel du sol (variable ayant la plus forte influence) et met en évidence d'autres variables moins étudiées (type de ventilation), ou non identifiées à ce jour comme pouvant influencer la concentration en radon (changement de fenêtres). Dans le cadre de la rénovation énergétique (réduction de la perméabilité de l'enveloppe des bâtiments), assurer une ventilation régulière des bâtiments est essentielle pour limiter les concentrations de radon, en particulier dans les maisons non équipées d'un système mécanique.

Graphique 32 : répartition des concentrations en radon mesurées dans l'air intérieur dans 6 010 maisons de Bretagne et du Limousin entre 2011 et 2016



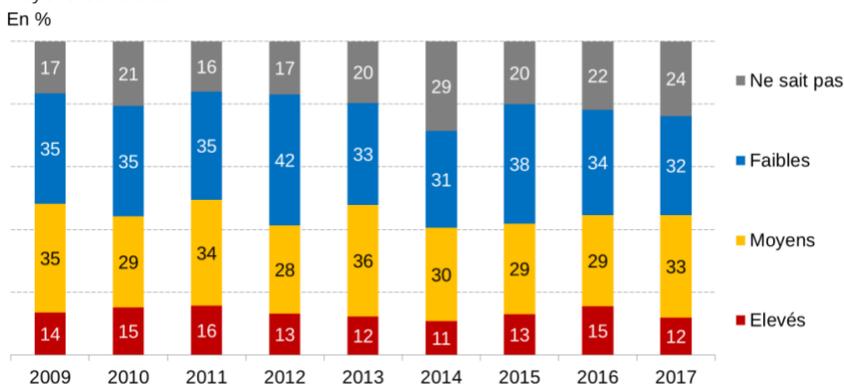
Sources : CSTB ; DGS

Un faible niveau de préoccupation des français malgré un risque sanitaire avéré

En France, 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. 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 *a contrario* qu'il représente un risque élevé.

Graphique 33 : considérez-vous que les risques liés à la présence de radon dans les habitations sont élevés, moyens ou faibles ?



Source : IRSN, Baromètre sur la perception des risques et de la sécurité par les Français. Traitements : Sdes 2019

De manière générale, un Français sur quatre n'a pas d'opinion sur la question du radon. Quand ils se montrent défiant ou suspicieux sur ce sujet, ils le sont dans des proportions nettement inférieures à celles observées pour la plupart des autres risques environnementaux et/ou sanitaires. Dans les 31 départements les plus concernés par la présence de radon, les enquêtés s'avèrent mieux informés sur ce risque que le reste de la population : 29 % savent de quoi il s'agit, contre 18 % dans le reste de la France (Inpes-INCa, Baromètre Cancer 2010), mais seuls 21 % sont conscients d'être exposés à ce type de risque (Inpes, Baromètre Santé Environnement 2007).

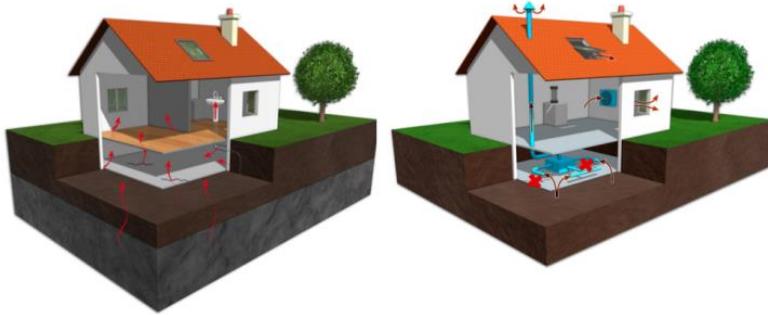
Mesurer les expositions et réduire les concentrations pour prévenir les risques

Le dépistage, à l'aide d'un dosimètre, permet de mesurer la concentration moyenne du radon dans un logement et de refléter l'exposition moyenne de ses habitants. En cas de concentration élevée de radon, cette exposition peut être réduite en procédant à des travaux de rénovation du logement : amélioration de l'étanchéité entre le sol et l'habitation, de la ventilation et du système de chauffage.

En France, certaines catégories d'établissements font l'objet d'une surveillance particulière. Ainsi, des mesures de radon doivent être effectuées tous les dix ans dans les établissements recevant du public (établissements scolaires, hôpitaux, maisons de retraite, etc.) et, le cas échéant, des travaux doivent être entrepris pour réduire les expositions. Pour les professionnels travaillant dans des lieux souterrains (tunnels routiers ou ferroviaires, grottes, etc.), les employeurs doivent réaliser des mesures tous les cinq ans. Récemment, le décret 2018-434 du 6 juin 2018 permet une meilleure prise en compte du radon, en abaissant le seuil de gestion (300 Bq/m³ au lieu de 400 Bq/m³), en élargissant la surveillance des

établissements recevant du public aux crèches et en créant une information des acquéreurs ou locataires dans des zones à potentiel radon significatif.

Illustration 7 : voies de pénétration du radon dans une maison et actions pour se protéger



©Bruno Bourgeois/IRSN

Adossé au PNSE-3, le plan national d'action 2016-2019 pour la gestion du risque lié au radon a été mis en place afin de poursuivre l'information et la sensibilisation du public, améliorer les connaissances ainsi que la prise en compte de ce risque dans les bâtiments.

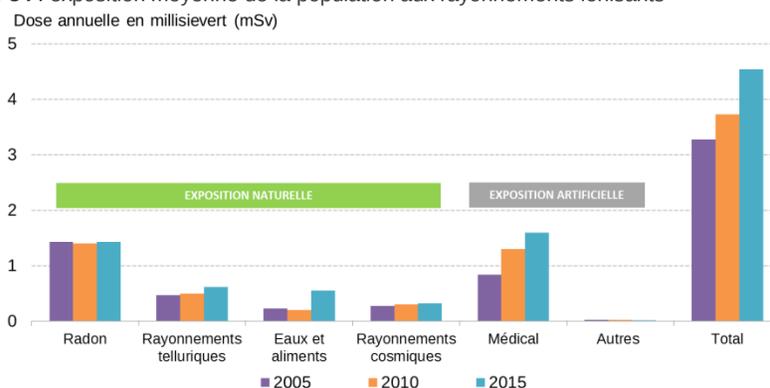
Radioactivité artificielle : les installations nucléaires de base

Les activités conduites dans les installations nucléaires de base (INB) dans le cadre du transport de substances radioactives, mais également dans les installations médicales, vétérinaires, industrielles et de recherche, mettent en jeu des sources de radioactivité artificielle et exposent la population à des rayonnements ionisants. Si l'exposition de la population due aux rejets des INB en fonctionnement normal est très faible, l'enjeu consiste à prévenir les accidents qui exposeraient la population riveraine à des doses importantes de radionucléides. En parallèle, l'exposition des personnels travaillant dans les INB fait également l'objet d'un suivi réglementaire et l'état de santé de la population résidant à proximité de 7 centrales nucléaires a été récemment étudiée.

Une exposition aux rayonnements ionisants en hausse, et pour deux tiers d'origine naturelle

L'exposition à des rayonnements ionisants est mesurée en sievert (Sv). Un Français reçoit en moyenne une dose annuelle de l'ordre de 4,5 millisieverts (mSv), avec une variation d'un facteur 1 à 15 selon le lieu d'habitation, les habitudes alimentaires (consommation régulière de poissons et fruits de mer), la fréquence des déplacements en avion ou encore les expositions médicales. L'exposition naturelle aux rayonnements ionisants représente 64 % de la dose moyenne annuelle. La dose moyenne totale a cru de 38 % entre 2005 et 2015 en raison notamment de l'augmentation des expositions médicales (+ 90 %). L'exposition due aux rejets des INB, des accidents nucléaires survenus à l'étranger et anciens essais nucléaires aériens représente 0,02 mSv par an soit 0,4 % de la dose moyenne totale.

Graphique 34 : exposition moyenne de la population aux rayonnements ionisants



Champ : France métropolitaine.

Note : Autres : rejets des installations nucléaires de base, retombées d'anciens essais atmosphériques. Le processus d'évaluation de l'exposition par l'ingestion d'eau et d'aliments a été modifié entre 2005 et 2015. Cette évaluation se base aujourd'hui sur des données mesurées en France et non plus sur des valeurs forfaitaires issues de l'UNSCEAR, ce qui explique la différence de résultat entre 2005 et 2015.

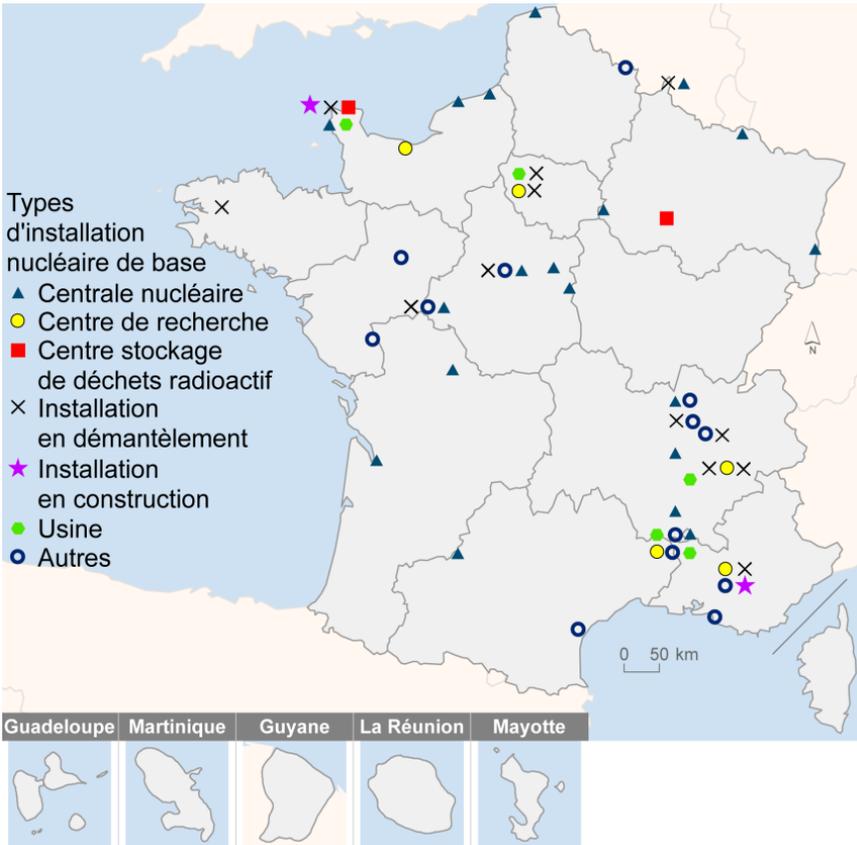
Source : IRSN, 2017. Traitement : Sdes, 2018

La place centrale du nucléaire en France

La France a fait le choix de produire son électricité principalement à partir d'installations nucléaires. Ainsi, le parc de centrales nucléaires se compose de 58 réacteurs à eau pressurisée répartis sur 19 sites de production. En plus de ces installations, la France détient des centres de recherche (réacteurs expérimentaux, accélérateurs de particules), des usines de fabrication et de retraitement du combustible nucléaire ainsi que des centres de stockage de déchets radioactifs.

Fin 2017, la France compte 127 installations nucléaires de base : 100 en fonctionnement, 3 en construction et 24 en démantèlement, hors installations relevant de la défense nationale. L'âge moyen des INB en fonctionnement est de 37 ans et de 41 ans pour celles en cours de démantèlement.

Carte 13 : localisation des installations nucléaires de base



Source : ASN, 2018. Traitement : Sdes, 2018

Avec ses 58 réacteurs, la France possède 46 % des réacteurs de puissance en fonctionnement en Europe (UE-28). Elle détient par conséquent le plus important parc de centrales nucléaires en Europe. Le Royaume-Uni, second pays le plus nucléarisé de l'Union européenne, en possède quinze. Seuls trois pays construisent actuellement de nouveaux réacteurs pour la production d'électricité : la Slovaquie (deux réacteurs), la Finlande (un réacteur) et la France (un réacteur).

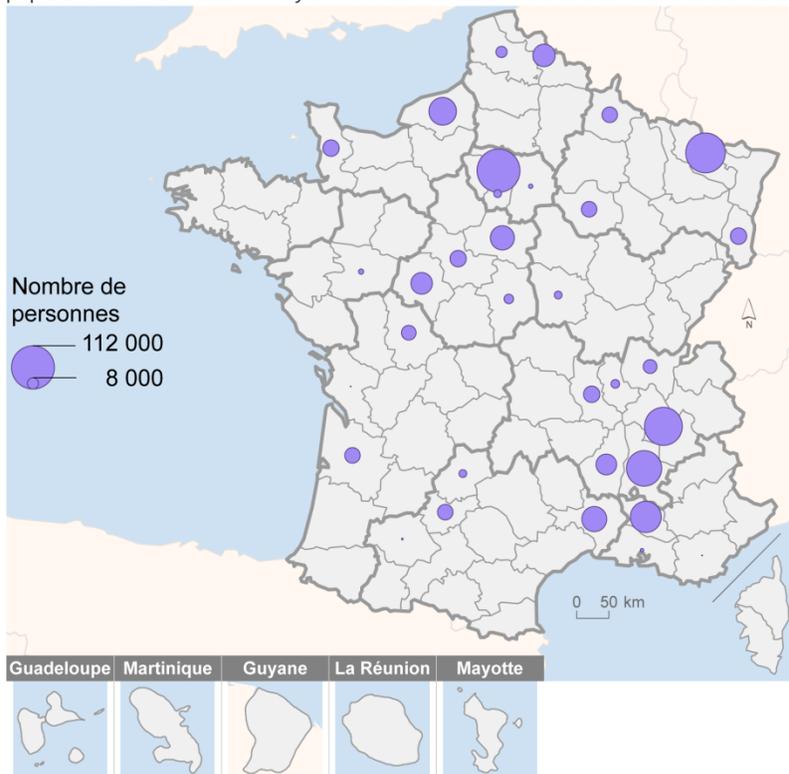
Au niveau mondial, la France est le 2^{ème} pays le plus nucléarisé en termes de nombre de centrales nucléaires, derrière les États-Unis, qui totalisent 99 réacteurs en fonctionnement.

Des territoires et des populations inégalement exposés

Un accident nucléaire est un événement pouvant conduire au rejet de matières radioactives dans l'environnement, susceptibles de porter atteinte à la population. Ce risque peut provenir d'un dysfonctionnement grave sur une INB (réacteurs, stockages, usines, centres de recherche, etc.) lors de l'utilisation de matières radioactives dans le domaine industriel et médical, ou lors du transport de matières radioactives.

La moitié des INB (installations dites de catégorie C1, définie par décision de l'ASN), réparties sur 27 sites, font l'objet d'un plan particulier d'intervention (PPI) permettant de coordonner les moyens d'intervention (pompiers, police, gendarmerie, Samu, etc.). Ces plans couvrent notamment la population vivant à moins de 10 kilomètres (km) d'une centrale nucléaire. Ils sont en cours d'extension pour atteindre 20 km. En 2016, 810 000 personnes résident dans le rayon du PPI d'une INB, dont 610 000 sont à moins de 10 km d'un centre nucléaire de production électrique.

Carte 14 : population résidant dans les rayons PPI des installations nucléaires de base en 2016



Sources : ASN (liste des INB et des PPI, 2018), Insee-DGFIP-Cnaf-Cnav-CCMSA (Fidéli, 2016). Traitement : Sdes, 2019

Les impacts sanitaires de l'exposition chronique des riverains

Les rayonnements provoquent des effets différents sur l'organisme, en fonction du type de rayonnement et de la dose reçue. En cas d'accident nucléaire, deux phénomènes sont à craindre : l'irradiation et la contamination. L'irradiation, mesurée en sievert (Sv), est le rayonnement qui traverse la matière. La contamination est provoquée par le rejet ou la mise en suspension de particules radioactives ; elle peut être interne (inhalation, ingestion) ou externe (sur la peau). La réglementation française fixe à 1 mSv par an la dose efficace maximale admissible résultant des activités nucléaires (hors médecine). La contamination due à un dépôt radioactif peut se mesurer en becquerel par cm² (Bq/cm²).

Santé publique France a publié en 2017 une étude de l'incidence des cancers de l'adulte résidant à proximité de 7 centres nucléaires de production d'électricité (CNPE) situés dans un département couvert par un registre de cancer, seule source de données permettant actuellement d'estimer l'incidence des cancers de façon fiable et exhaustive. Cette étude n'a mis en évidence aucune augmentation de l'incidence des cancers, entre 1995 et 2011, dans un rayon de 20 km autour des CNPE, à l'exception du cancer de la vessie, dont l'association avec la proximité d'un CNPE semble toutefois influencée par un seul site, celui de Flamanville, situé à proximité du centre de traitement des déchets de La Hague. Un déficit des leucémies lymphoïdes chroniques et des lymphomes à petits lymphocytes a même été observé, ainsi qu'un déficit de cancer de la thyroïde chez les femmes.

Cette étude est complémentaire de l'étude Geocap menée chez les enfants. Elle permet d'apporter des éléments de réponse aux interrogations des populations riveraines des installations nucléaires. Le développement d'indicateurs pour estimer l'incidence des cancers à partir du Système national des données de santé, devrait permettre d'élargir l'étude menée chez les adultes à l'ensemble des 19 CNPE répartis sur le territoire national.

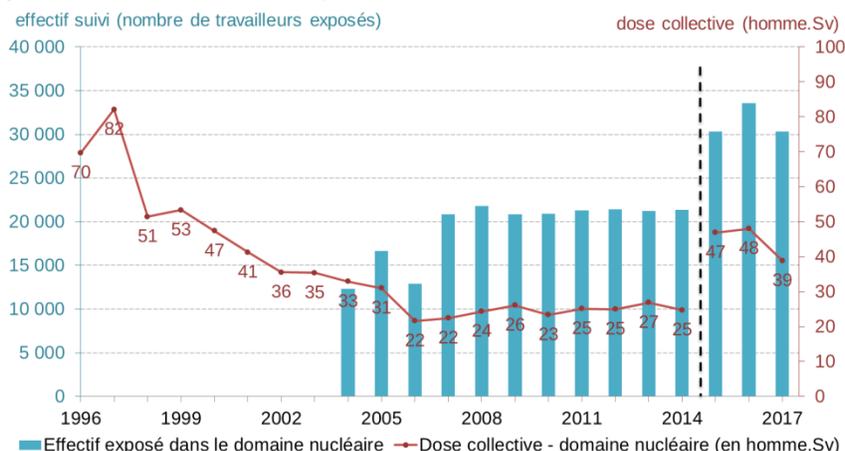
En outre, en 2010, Santé publique France a mené une étude sanitaire similaire suite à la sollicitation d'élus et de riverains du centre de stockage de déchets radioactifs de faible et moyenne activité de l'Aube, situé à Soulaïnes. Celle-ci n'a pas mis en évidence d'excès de risque de décès ou d'hospitalisation pour l'ensemble des cancers étudiés, à l'exception du cancer du poumon, chez les hommes résidant dans un rayon de 15 km autour du centre de stockage (par rapport à ceux résidant à distance). Après avoir actualisé l'étude en 2017, Santé publique France propose de poursuivre la surveillance épidémiologique et recommande de caractériser l'exposition réelle des riverains du centre de stockage.

Surveillance de l'exposition des professionnels dans les activités de maintenance des centrales

Selon l'article R 4451-6 du Code du travail, la limite réglementaire d'exposition des travailleurs est de 20 mSv en dose efficace sur 12 mois consécutifs. Le suivi de l'exposition des travailleurs, est réalisé au moyen de dosimètres à lecture différée (dosimétrie passive) ; ce suivi est complété par le port d'un dosimètre électronique lors de toute intervention en zone dite « contrôlée » (dosimétrie opérationnelle).

En 2017, 30 323 personnes travaillant dans les activités du nucléaire, c'est-à-dire les INB, le transport de matières radioactives et le démantèlement des installations, ainsi que les activités militaires, ont été exposées aux rayonnements ionisants et ont fait l'objet d'un suivi dosimétrique. Entre 1996 et 2006, la dose collective a fortement baissé (- 70 %), atteignant un niveau de 22 homme.Sv, alors que le nombre de travailleurs suivis n'a pas diminué. Cette forte baisse peut être reliée à la mise en place du principe « *As low as reasonably achievable* » (Alara), c'est-à-dire la réduction de l'exposition au niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible. Sur la période 2007 à 2014, la dose collective et le nombre de travailleurs suivis sont globalement stables. En 2015, une série de données rénovée indique un effectif globalement plus important et une augmentation de la dose collective, associée à cette évolution de l'effectif. En 2017, cette dernière s'établit à 39 homme.Sv, soit une baisse de 20 % par rapport à 2016, liée à un moindre volume de travaux de maintenance sur le parc EDF. La dose individuelle pour le domaine nucléaire est en moyenne de 1,28 mSv par travailleur exposé. Les prestataires (sous-traitants) représentent un tiers des effectifs mais reçoivent plus de deux tiers de la dose collective en 2017.

Le suivi des doses individuelles par l'IRSN permet également de vérifier que la limite des 20 mSv sur 12 mois consécutifs (50 mSv avant 2003) n'est pas dépassée. Alors que 487 alertes de dépassement de cette limite avaient été enregistrées en 1996 (chiffre ne tenant toutefois pas compte des éventuelles confirmations/infirmeries par retour du médecin du travail), plus aucun dépassement n'a été constaté entre 2014 et 2017 (chiffres consolidés à partir des conclusions d'enquête du médecin du travail). Le nombre de personnes exposées à plus de 10 mSv sur 12 mois était de 152 en 2017, contre 285 en 2015.

Graphique 35 : nombre de travailleurs exposés et dose collective annuelle

■ Effectif exposé dans le domaine nucléaire — Dose collective - domaine nucléaire (en homme.Sv)
 Lecture : en 2017, 30 323 personnes exposées, travaillant dans le nucléaire civil et militaire, ont reçu une dose collective de 39 homme.Sv.

Définition : par effectif exposé, on entend le nombre de travailleurs ayant reçu une dose supérieure au seuil d'enregistrement des dosimètres (0,100 ou 0,050 mSv suivant les laboratoires de dosimétrie). La dose collective est la somme des doses individuelles reçues par un groupe de personnes donné. À titre d'exemple, la dose collective de 10 personnes ayant reçu chacune 1 mSv est égale à 10 homme.mSv.

Note : rupture de série en 2015, due à une correction d'un biais sur le périmètre des travailleurs du nucléaire (certains travailleurs du nucléaire étaient, avant 2015, comptabilisés dans les secteurs médical et industriel). Effectif exposé non disponible avant 2004 (seul l'effectif total suivi, y compris non exposé, est disponible entre 1996 et 2003).

Source : IRSN, 2018. Traitement : Sdes, 2019

Accident et exposition chronique, deux risques sanitaires préoccupants pour les Français

Interrogés par l'IRSN sur leur perception des risques liés aux centrales nucléaires, les Français se montrent majoritairement inquiets à l'égard de ces équipements de production électrique. Pour la cinquième année consécutive, la part des enquêtés jugeant élevés les risques liés aux centrales nucléaires a augmenté en 2017 et se rapproche du niveau historique observé en 2011 suite à la catastrophe de Fukushima. Par ailleurs, 59 % des Français mettent en doute l'information sur les dangers des installations nucléaires.

En 2017, près de la moitié (47 %) de la population ne pense pas que les riverains des installations nucléaires soient en aussi bonne santé qu'ailleurs. De même, près d'un Français sur deux jugeant que les produits agricoles sont moins bons à proximité des installations nucléaires. Cette part a baissé de neuf points entre 2008 et 2017, mais reste toutefois à un niveau élevé. Deux idées restent quant à elles assez stables dans le temps et concernent toujours près de deux Français sur trois : d'une part, ceux-ci s'accordent à penser que les sites nucléaires peuvent contaminer les nappes phréatiques ; d'autre part, ils souscrivent à l'idée selon laquelle la radioactivité des centrales provoquera des cancers.

Graphique 36 : niveau d'adhésion des Français à différentes propositions relatives aux installations nucléaires en 2017

Source : IRSN, Baromètre sur la perception des risques et de la sécurité par les Français. Traitements : Sdes, 2019

Radiofréquences

Avec l'essor des nouvelles technologies et dans un contexte de transition numérique, les champs électromagnétiques sont de plus en plus présents dans la vie quotidienne des Français. Cependant, malgré l'augmentation croissante du nombre d'antennes et de bandes de fréquence, le niveau moyen d'exposition de la population reste globalement stable. Toutefois, les valeurs limites d'exposition aux ondes, définies il y a plus de vingt ans, font aujourd'hui débat. Alors que le sentiment d'inquiétude augmente chez les Français, les incertitudes demeurent quant aux effets sanitaires à long terme de l'exposition aux ondes de la population, en particulier chez les jeunes publics.

Les radiofréquences, des ondes à spectre large

Un champ électromagnétique est l'association d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Tous les appareils électriques en fonctionnement génèrent un champ électromagnétique auquel nous sommes exposés quotidiennement. Les champs électromagnétiques se différencient selon deux types :

- les champs extrêmement basse fréquence, émis par les lignes électriques et les usages domestiques ;
- les radiofréquences, provenant des antennes de radio, de télévision, de radar, de téléphonie mobile, ou encore les fours micro-ondes.

L'intensité du champ est le plus souvent fournie par sa seule composante électrique, mesurée en volts par mètre (V/m).

Les radiofréquences sont émises et reçues par toutes sortes d'appareils, allant des simples dispositifs électriques domestiques aux systèmes de sécurité, en passant par les transmissions radio et la télévision. Elles se situent entre 9 kilohertz (KHz) et 300 gigahertz (GHz).

Une réglementation pour limiter le niveau d'exposition du public aux ondes de radiofréquences

L'exposition aux champs électromagnétiques dépend à la fois de la fréquence (liée à la longueur d'onde), de la distance à la source de rayonnement ainsi que du type de support utilisé. Pour une station de base de téléphonie mobile (antenne-relais), l'ensemble du corps est exposé, contrairement au téléphone cellulaire, où seule une partie du corps est concernée. Des valeurs limites d'exposition du public aux ondes émises par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques ont été définies par la recommandation européenne du 12 juillet 1999 et le décret n°2002-775 du 3 mai 2002. Ces seuils sont aujourd'hui remis en cause dans certains territoires. En Europe, au nom du principe de précaution, certaines collectivités ou États (Belgique, Italie, Luxembourg, etc.) ont adopté des valeurs limites spécifiques dans les lieux de vie, plus restrictives que la recommandation européenne. La France assure une surveillance des points atypiques sur la base notamment d'une valeur d'attention de 6 V/m pour les domiciles et les lieux accessibles au public. La ville de Paris a adopté, en 2017 une nouvelle charte de téléphone mobile réduisant le niveau maximal autorisé d'exposition aux ondes des fréquences de téléphonie mobile à 5 V/m dans les lieux de vie fermés. Ce seuil est calculé en équivalent 900 mégahertz (MHz).

Illustration 8 : valeurs limites d'exposition en vigueur

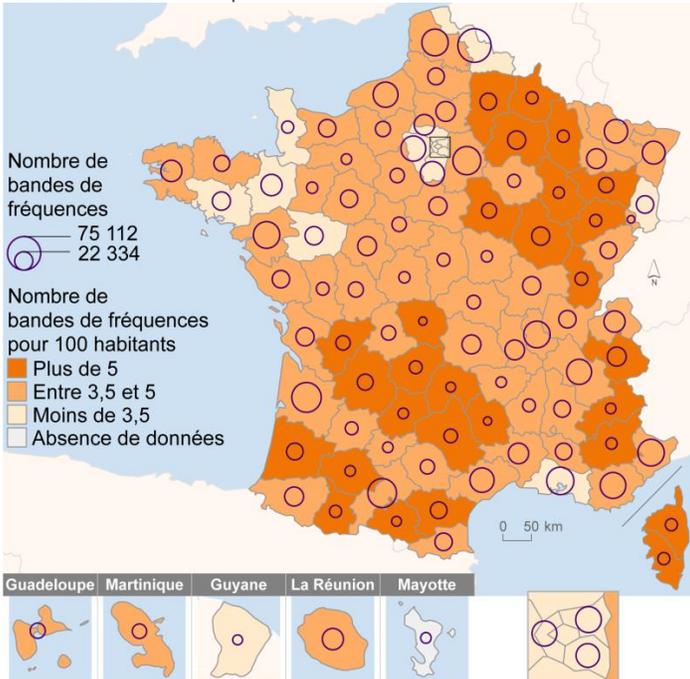


Il existe également des valeurs limites d'exposition pour les téléphones portables. Le paramètre de mesure d'un téléphone cellulaire est le DAS (Débit d'Absorption Spécifique), exprimé en Watts par kilogramme (W/kg). Il s'agit d'une puissance absorbée par unité de masse du tissu du corps. Le seuil réglementaire à ne pas dépasser pour un téléphone portable est 2 W/kg, lorsqu'il est porté à la tête ou proche du tronc. Le DAS varie d'un modèle à l'autre et doit obligatoirement être inscrit dans le guide d'utilisateur de l'appareil ainsi que sur les lieux de vente et dans toute publicité.

Une exposition croissante de la population en lien avec le développement technologique des antennes et de leurs bandes de fréquence

Le nombre de bandes de fréquence (BdF) permet d'approcher l'exposition potentielle aux ondes de la population. Il est privilégié par rapport au nombre d'antennes, qui constituent leur support. En France, en 2017, il y a 2,26 millions de bandes de fréquences rattachées à 364 438 antennes relais soit 34 bandes de fréquences et 6 antennes pour 1 000 habitants. Les grandes villes (Toulouse, Nice, Bordeaux, Nantes, Montpellier, Strasbourg) totalisent le plus grand nombre de bandes de fréquence (plus de 1 000 BdF dans chacune de ces communes, soit environ 200 BdF par km²).

Carte 15 : répartition des bandes de fréquence des antennes relais en 2017



Source : ANFR. Traitements : Sdes, 2018

En vingt ans, le nombre de bandes de fréquence, réutilisées et nouvelles, a été multiplié par 17 (2,3 millions contre 130 000 en 1997), témoignant d'une densification du réseau accrue et d'une diversité des usages. Toutefois, le niveau moyen d'exposition (moyenne nationale) reste globalement stable (en moyenne 0,8 V/m sur la période 2001-2015). La répartition des antennes et de leurs bandes de fréquence sur le territoire national est très hétérogène. Elles sont principalement concentrées dans les grandes villes et à proximité des axes routiers. Certaines communes, dites en zone blanche, ne disposent d'aucun équipement.

L'accroissement de l'exposition du public aux ondes est attendu dans les années à venir, dans un contexte de généralisation de la couverture numérique du territoire. L'État prévoit, en 2030, la couverture 4G de 99,6 % de la population métropolitaine et de 95 % de la population de chaque département. Il a également été fixé l'obligation de couverture de 97,7 % de la population de la zone dite peu dense et de 100 % des axes routiers prioritaires, par un réseau mobile très haut débit, quelle que soit la bande utilisée. En parallèle, le déploiement des réseaux de téléphonie mobile 5ème génération (5G) est prévu pour 2020.

Face à ce renforcement de la couverture numérique du territoire, une surveillance de l'exposition aux ondes est instaurée. Depuis le 1^{er} janvier 2014, le dispositif national de surveillance et de mesure des champs électromagnétiques mis en place (loi du 3 août 2009 relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement) permet à toute personne physique ou morale de demander, gratuitement, à faire mesurer l'exposition aux ondes électromagnétiques dans les locaux d'habitation ou dans des lieux accessibles au public. En parallèle, le ministère en charge de l'environnement pilote des campagnes de surveillance d'exposition aux ondes axées sur des lieux spécifiques (places publiques, écoles et autres établissements recevant du public sensible).

La mesure de l'exposition des enfants aux ondes électromagnétiques

Dans le cadre du dispositif national de mesure de l'exposition aux ondes électromagnétiques, des mesures de l'exposition aux radiofréquences ont été réalisées dans un échantillon représentatif de 298 écoles. La méthode d'échantillonnage a permis d'extrapoler les mesures à l'ensemble du parc des écoles maternelles et élémentaires de France métropolitaine (plus de 50 000 écoles).

Les mesures, réalisées entre 2014 et 2017, couvrent l'ensemble des émissions radioélectriques de 100 kHz à 6 GHz. Pour chaque école, le niveau d'exposition global est enregistré à différents emplacements afin de déterminer le point de niveau de champ électrique maximum. En ce point, le niveau d'exposition a été mesuré à trois hauteurs différentes et moyenné. Une mesure des niveaux de champ électrique par type d'émetteur et bande de fréquences est également réalisée.

Le niveau médian du champ électrique de radiofréquence à l'intérieur des écoles en France est de 0,16 V/m (moyenne 0,23 V/m ; maximum 0,98 V/m). À l'extérieur, la médiane est égale à 0,27 V/m (moyenne 0,40 V/m ; maximum 3 V/m). Ces mesures restent inférieures à la valeur d'attention de 6 V/m et valeurs limites réglementaires allant de 48 V/m à 61 V/m pour la téléphonie mobile. Les analyses statistiques montrent que les niveaux en extérieur sont significativement supérieurs à ceux en intérieur. Ils ne dénotent pas de différences significatives entre les écoles maternelles et les élémentaires.

Les niveaux intérieurs de radiofréquences les plus élevés proviennent de la téléphonie sans fil et de la téléphonie mobile. En milieu urbain, la téléphonie mobile est le contributeur principal, tandis qu'en milieu rural le Wifi et les services hautes fréquences sont les contributeurs principaux des radiofréquences détectées en milieu rural, mais avec une exposition globale plus faible. Ainsi, dans près de la moitié des écoles situées en milieu rural, aucun service n'est détecté à l'intérieur (50 %) et l'extérieur (40 %) des bâtiments. En milieu urbain, dans près du tiers des bâtiments scolaires, aucun service n'est détecté à l'intérieur, contre moins d'un quart dans la cour.

Les facteurs influençant les niveaux de radiofréquences en intérieur ont été recherchés (caractéristiques de l'environnement, du bâtiment et des émetteurs de radiofréquences). Les niveaux élevés de radiofréquences en intérieur sont associés à la densité d'émetteurs dans un rayon de 500 m autour de l'école. Non disponible, l'information sur l'orientation des émetteurs n'est pas prise en compte.

La connaissance des effets sanitaires des ondes de radiofréquences, entre risques et incertitudes

Les effets des radiofréquences sur la santé humaine font l'objet de nombreuses controverses depuis plusieurs années. À ce jour, le seul constat partagé par les scientifiques est qu'une exposition aiguë de forte intensité aux champs électromagnétiques peut provoquer des effets

thermiques. L'expertise scientifique conduite par l'Anses en 2013 met en évidence l'absence d'effets sanitaires avérés et souligne les incertitudes sur les effets à long terme de l'exposition aux radiofréquences.

L'hypersensibilité électromagnétique est classée depuis 2004 par l'OMS dans la famille des Intolérances environnementales idiopathiques (IEI), c'est-à-dire sans explication ni cause connue. Ses symptômes, de nature et d'intensité variables d'un individu à l'autre, sont à ce jour sans lien établi avec les effets connus des rayonnements électromagnétiques. En France, l'Anses a rendu en 2017 un avis dans lequel elle conclut à l'absence de preuve solide permettant d'établir un lien de causalité entre l'exposition aux champs électromagnétiques et les symptômes décrits par les personnes se déclarant électro-hypersensibles.

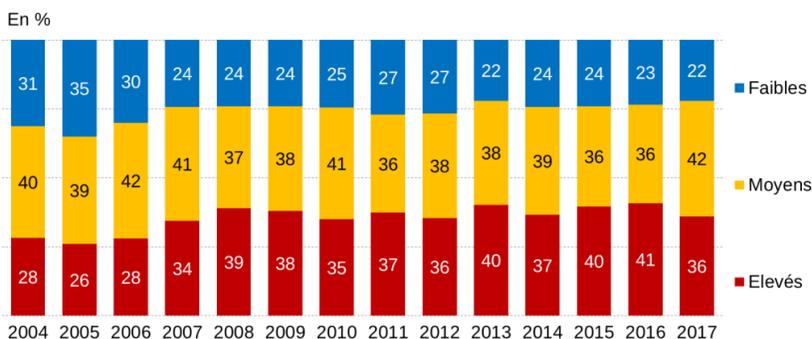
Les effets à long terme de l'utilisation des téléphones mobiles ne font, quant à eux, pas consensus. Pourtant, l'exposition de leurs utilisateurs est nettement supérieure à celle des populations localisées chroniquement à proximité des antennes relais.

À l'échelle internationale, en 2011, le CIRC a classé les radiofréquences comme cancérigènes possibles pour l'Homme (groupe 2B). En France, l'Anses a alerté, dans un avis rendu en 2016, sur l'effet possible des radiofréquences sur les fonctions cognitives des enfants et leur bien-être. L'agence a mis en évidence un usage important et un équipement précoce des nouvelles technologies, en particulier chez les très jeunes enfants. Si la caractérisation de l'exposition aux ondes de cette population reste complexe (variété des situations d'exposition et des usages, évolution rapide des dispositifs radioélectriques), cette étude souligne que les enfants sont toutefois susceptibles d'être plus exposés que les adultes, en particulier au niveau du cerveau.

Les Français partagés entre inquiétude et suspicion sur les risques liés aux antennes mobiles

Suivie depuis 2004 dans le baromètre de l'IRSN sur la perception des risques, la question des antennes de réseau de téléphones portables suscite une inquiétude accrue des Français depuis 2007. Alors que plus d'un tiers des enquêtés jugeaient en 2005 que les risques liés à ces équipements étaient faibles, moins d'un quart pensent de même douze ans plus tard.

Graphique 37 : Considérez-vous que les risques liés aux antennes de réseau pour téléphones portables sont élevés, moyens ou faibles ?



Source : IRSN, Baromètre sur la perception des risques et de la sécurité par les Français 2018. Traitements : Sdes, 2019

En 2017, plus de la moitié des Français se montrent sceptiques vis-à-vis des informations qui leur sont fournies au sujet des dangers liés aux ondes émises par ces antennes. Ce niveau élevé de suspicion est globalement stable depuis 2009. En revanche, la population se montre un peu moins défiant que par le passé : entre 2011 et 2017, la part des enquêtés déclarant ne pas avoir confiance dans les autorités françaises pour les protéger face à ce type de risque a ainsi baissé de 12 points, passant de 52 % à 40 %.

Conclusion

Si le rôle joué par les facteurs environnementaux sur la santé humaine est désormais admis, il est encore difficile de déterminer avec précision les liens de causalité entre une exposition à un polluant et l'apparition d'une pathologie. De nombreux facteurs, tels que le mode d'exposition (air, eau, sol, alimentation, etc.) et les caractéristiques de l'organisme concerné, entrent en jeu. Les impacts sanitaires sont, par ailleurs, bien souvent différés dans le temps et dans l'espace. Sans prétendre à l'exhaustivité, l'ensemble des sujets développés dans le cadre de ce rapport thématique révèle l'extrême diversité des impacts potentiels sur la santé humaine, que font peser des conditions environnementales de plus en plus dégradées.

Dans ce contexte, la recherche, la production et le partage de connaissances sont indispensables pour appréhender l'ampleur et la complexité de ces changements et de leurs conséquences. À cet égard, des progrès ont été réalisés dans la surveillance de la contamination des milieux naturels ainsi que dans celle de l'alimentation et de l'eau potable. Toutefois, accompagnant le développement technologique, de nouveaux facteurs de risque (nanomatériaux, ondes de téléphonie mobile, etc.) apparaissent et soulèvent des interrogations quant à leur gestion et leur maîtrise.

La multiplication des sources de nuisance et de pollution impose une approche globale afin d'en étudier les impacts sanitaires. Développé en 2005, le concept d'Exposome, qui vise à étudier l'ensemble des expositions auxquelles est soumis un individu de sa conception à sa mort, est actuellement en cours d'exploration par la communauté scientifique. Cette notion reconnaît l'impact des expositions multiples sur l'état de santé ainsi que la nécessité et la complexité de procéder à une évaluation de l'exposition totale des êtres humains.

Leviers essentiels, l'épidémiologie et l'exposologie ne constituent cependant pas les seules réponses suffisantes face aux conséquences sanitaires de la crise écologique. Les usages, les choix sociétaux et plus largement la notion de progrès méritent également d'être questionnés. En 2017, le comité consultatif national d'éthique a lancé un appel à repenser la place de l'humanité dans la nature, en soulignant l'interdépendance entre les éléments constituant l'écosystème planétaire et le devoir de solidarité et de responsabilité qu'elle impliquait. Afin de dépasser l'approche strictement anthropocentrée dominante, l'initiative « *One world, one health* » (un monde, une santé) prône une vision intégrée et interdisciplinaire de la santé, englobant à la fois les êtres humains, les animaux et l'environnement. Les organisations internationales ont progressivement relayé cette conception, notamment en 2010, via une déclaration commune de l'OMS, de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture et l'Organisation mondiale de la santé animale soulignant la nécessité de parvenir à « *un monde capable de prévenir, détecter, circonscrire et répondre aux risques pour la santé animale et humaine* ».

Les relations entre santé humaine et biodiversité sont, en effet, au cœur des enjeux sanitaires et écologiques. Les atteintes portées à la biodiversité sous la pression des activités anthropiques constituent une part non négligeable des menaces pour la santé humaine. L'expansion des vecteurs, le développement des pollens ou encore la problématique de l'antibiorésistance sont désormais au cœur des dispositifs de surveillance des autorités sanitaires internationales. À l'inverse, une biodiversité préservée représente une richesse essentielle pour la santé humaine. À travers la production de médicaments ou encore de ressources alimentaires, l'humanité tire de nombreux bénéfices issus de la nature. Plus largement, l'OMS déclarait il y a vingt ans : « *l'environnement est la clé d'une meilleure santé* » (OMS, conférence ministérielle Santé et environnement, 1999).

La communauté scientifique a souligné le caractère crucial de la prochaine décennie pour relever le défi climatique et ses conséquences, afin d'inverser la tendance et préserver

l'équilibre des écosystèmes. Il en va de même pour la contamination des milieux et ses impacts pour l'intégrité des générations actuelles et futures. Ces constats font plus que jamais écho aux conclusions du rapport de la commission OMS santé et environnement de 1992 : *« la santé de l'homme dépend de la capacité de la société à gérer l'interaction entre les activités humaines et l'environnement physique et biologique de manière à préserver et promouvoir la santé, sans menacer l'intégrité des systèmes naturels qui conditionnent cet environnement ».*

Annexes

Glossaire
Définitions
Références

Glossaire

Organismes

Ademe	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AEE	Agence européenne pour l'environnement
ANFR	Agence nationale des fréquences
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS	Agence régionale de santé
ASN	Autorité de sûreté nucléaire
Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
Barpi	Bureau d'analyse des risques et pollutions industriels (MTES/DGPR)
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
Camieg	Caisse d'assurance maladie des industries électriques et gazières
CBN	Conseil national du bruit
CE	Commission européenne
CGDD	Commissariat général au développement durable
CGEDD	Conseil général de l'environnement et du développement durable
Cerema	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
Circ	Centre international de recherche sur le cancer
Cirad	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
Citepa	Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
Criirad	Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité
CSTB	Centre scientifique et technique du bâtiment
DGCCRF	Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes
Daaf	Direction de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt
DGALN	Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (MTES)
DGEC	Direction générale de l'énergie et du climat (MTES)
DGS	Direction générale de la santé (ministère en charge de la Santé)
DGT	Direction générale du travail (ministère en charge du Travail)
DGPR	Direction générale de la prévention des risques (MTES)
Dreal	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
Echa	Agence européenne des produits chimiques
EDF	Électricité de France
Eurostat	Office statistique de la commission européenne
Giec	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GIS sol	Groupement d'intérêt scientifique sur les sols
Ifremer	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
Ineris	Institut national de l'environnement industriel et des risques
Inpes	Institut national de prévention et d'éducation pour la santé
Inra	Institut national de la recherche agronomique
INRS	Institut national de recherche et de sécurité
Insee	Institut national de la statistique et des études économiques
Inserm	Institut national de la santé et de la recherche médicale
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
LCSQA	Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air
Medde	Ministère de l'Environnement, du Développement durable et de l'Énergie
MTES	Ministère de la Transition écologique et solidaire
OCDE	Organisation de coopération et de développement économique
OMM	Organisation météorologique mondiale
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONU	Organisation des Nations unies
RNSA	Réseau National de Surveillance Aérobiologique
Sdes	Service de la donnée et des études statistiques
SNCF	Société nationale des chemins de fer français
SpFrance	Santé publique France
SRNH	Service des risques naturels et hydrauliques (MTES/DGPR)
UE	Union européenne
UNSCEAR	Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants

Sigles et abréviations

Ades	banque nationale d'accès aux données sur les eaux souterraines
Alara	As Low As Reasonably Achievable
AVC	accident vasculaire cérébral
Basias	inventaire historique des sites industriels et activités de service
Basol	base de données sur les sites et sols pollués
BdF	bandes de fréquence
BNV-d	banque nationale des ventes de produits phytopharmaceutiques par les distributeurs agréés
BPA	bisphénol A
BPS	bisphénol S
CCNUCC	convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques
Cem	champs électromagnétiques
CLC	CORINE Land Cover
CMR	cancérogène, mutagène, reprotoxique
CNPE	centre nucléaire de production d'électricité
COP	conférence des parties à la CCNUCC
CORINE	coordination de l'information sur l'environnement (Land Cover)
COSV	composés organiques semi-volatiles
COV	composés organiques volatils
CUMP	cellules d'urgence médico-psychologiques
Das	délati d'absorption spécifique
DCE	directive-cadre sur l'eau
DEHP	phtalate de di-2-éthylhexyle
DIBP	di-isobutyl phthalate
DINP	phtalate de diisononyl
Dom	départements d'outre-mer
EAT	étude de l'alimentation totale
EAT-i	étude de l'alimentation totale infantile
EBF	extrêmement basse fréquence
Ehpad	établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes
Elfe	étude longitudinale française depuis l'enfance
Eqis	évaluations quantitatives d'impact sanitaire
ENNS	étude nationale nutrition santé
ESPT	état de stress post-traumatique
Esteban	étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition
Fideli	fichiers démographiques sur les logements et les individus (Insee)
Gaspar	base de données Gestion assistée des procédures administratives relatives aux risques naturels et technologiques
HAP	hydrocarbures aromatiques polycycliques
JO	journal officiel
Icone	indice de confinement de l'air dans les écoles
ICPE	installations classées pour la protection de l'environnement
IEI	intolérance environnementale idiopathique
INB	installation nucléaire de base
Irep	registre français des émissions polluantes
Laure	loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie
Loi Alur	loi pour l'accès au logement et un urbanisme rénové
OGM	organisme génétiquement modifié
Onerc	observatoire national sur les effets du réchauffement climatique
ONRN	observatoire national des risques naturels
OQAI	observatoire de la qualité de l'air intérieur
Orsec	organisation de la Réponse de Sécurité Civile
Paca	Provence - Alpes - Côte-D'azur
PCB	polychlorobiphényles
PBDE	Polybromodiphényléther
PE	perturbateur endocrinien
PM_{2,5}	particules dont le diamètre est inférieur à 2,5 micromètres
PM₁₀	particules dont le diamètre est inférieur à 10 micromètres
PNB	points noirs de bruit
PNC	plan national canicule
PNSE	plan national santé-environnement
Pnue	programme des Nations unies pour l'environnement
PPI	plan particulier d'intervention
PRSE	plan régional santé-environnement
Psas	programme de surveillance Air et santé
RCP	representative concentration pathway
Reach	règlement sur l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et la restriction des produits

Rep	chimiques
Saturn-Inf	réacteur à eau pressurisé
SIS	enquête nationale de prévalence du saturnisme et de séroprévalence des maladies infectieuses chez les enfants de 6 mois à 6 ans
SISE-Eaux	secteurs d'informations des sols
SNDS	système d'information des services Santé-Environnement Eau
SSP	système national des données de santé
TIC	sites et sols pollués
	technologies de l'information et de la communication

Symboles chimiques

As	arsenic
Cd	cadmium
C₆H₆	benzène
CO	monoxyde de carbone
CO₂	dioxyde de carbone
Hg	mercure
Ni	nickel
NO	monoxyde d'azote
NO₂	dioxyde d'azote
NO_x	oxyde d'azote
O₃	ozone
Pb	plomb
SO₂	dioxyde de soufre
TiO₂	dioxyde de titane

Unités

Bq	becquerel
Bq/m³	becquerel par mètre cube
cm	centimètre
cm³	centimètre cube
dB(A)	décibel A
GHz	gigahertz
ha	hectare
kg	kilogramme
KHz	kilohertz
km	kilomètre
km²	kilomètre carré
MHz	mégahertz
MC	million d'euros
m	mètre
m³	mètre cube
mm	millimètre
mSv	millisieverts
µg/kg	microgramme par kilogramme
µg/g	microgramme par gramme
µg/l	microgramme par litre
µg/m³	microgramme par mètre cube
µm	micromètre
nm	nanomètre
nmol/l	nanomole par litre
ppm	partie par million
Sv	sievert
t	tonne
V/m	volt par mètre
°C	degré celcius

Définitions

Antenne-relais : installation support d'émetteurs d'ondes radioélectriques assurant des liaisons avec les stations mobiles susceptibles de se déplacer à l'intérieur de sa zone de couverture.

Arbovirose : maladie transmise par un vecteur.

Bande de fréquence : partie continue du spectre radioélectrique limitée par deux valeurs exprimées en Hertz (Hz). Les services de l'État sont responsables de l'attribution des bandes de fréquence aux installations radioélectriques.

Becquerel : unité de mesure de l'activité de la matière nucléaire (nombre de désintégrations par seconde).

Bioaccumulation : capacité des organismes à absorber et concentrer des contaminants ou des substances chimiques dans tout ou partie de leur organisme.

Biosphère : ensemble des écosystèmes de la Terre où la vie est présente.

Biosurveillance : surveillance de la présence dans l'organisme, des substances chimiques de notre environnement ou de leurs produits de dégradation.

Canicule : période durant laquelle les moyennes glissantes sur trois jours des températures minimales et maximales atteignent des seuils d'alerte départementaux, ces seuils pouvant être modulés par des facteurs aggravants de la chaleur (humidité, précocité, pollution de l'air, etc.). Ces périodes sont susceptibles de constituer un risque pour l'ensemble de la population exposée. Les canicules correspondent à un niveau de vigilance météorologique orange ou rouge canicule (Instruction canicule).

Cas autochtone : personne ayant contracté une maladie sur un territoire où le virus n'est pas implanté et n'ayant pas voyagé dans une zone où circule le virus.

Cas incident : nombre de cas nouveaux de maladie survenus au cours d'une période donnée.

Champ électromagnétique : association d'un champ électrique et d'un champ magnétique.

Chikungunya : maladie virale transmise à l'homme par la piqûre du moustique tigre (*Aedes albopictus*) ou du moustique *Aedes aegypti* provoquant de la fièvre et des douleurs articulaires aiguës.

Cohorte : groupe de personnes suivies individuellement dans le temps dans le cadre d'une étude épidémiologique.

Contamination : accroissement notable de la concentration d'éléments minéraux, organiques ou pathogènes dans un milieu au-delà des valeurs normales, sans préjuger de la modification de sa qualité.

Contamination (rayonnements ionisants) : présence à un niveau indésirable de substances radioactives (poussières ou liquides) à la surface ou à l'intérieur d'un milieu quelconque. La contamination pour l'homme peut être externe (sur la peau) ou interne (par respiration ou ingestion).

Dengue : maladie virale transmise à l'homme par la piqûre de moustiques du genre *Aedes* et provoquant un syndrome de type grippal pouvant entraîner des complications potentiellement mortelles (dengue sévère).

Dose collective : somme des dosimétries individuelles reçues par un groupe de personnes donné.

Dose efficace : somme des doses équivalentes reçues par les différents organes et tissus d'un individu, pondérées par un facteur propre à chaque tissu ou organe. L'unité de dose efficace est le sievert (Sv).

Dose équivalente : produit de la dose absorbée dans un tissu ou un organe par un facteur de pondération tenant compte de l'effet biologique lié à la nature et à l'énergie du rayonnement. L'unité de dose équivalente est le sievert (Sv).

Dosimétrie : détermination, par évaluation ou par mesure, de la dose de rayonnement (radioactivité) absorbée par une substance ou un individu.

Épisode persistant de chaleur : période caractérisée par des températures élevées perdurant dans le temps (supérieures à 3 jours), proche ou en-dessous des seuils d'alerte départementaux. Ces périodes constituent un risque pour les populations.

Épidémiologie : science qui étudie les liens entre les différents facteurs (biologiques, environnementaux, mode de vie, soins de santé) influençant la santé et l'apparition, la fréquence et le mode de diffusion des maladies affectant les populations.

Espèce invasive : espèce animale ou végétale exotique qui, par sa prolifération, menace la biodiversité des écosystèmes dans lesquels elle s'est établie.

Exposition (rayonnements ionisants) : fait d'être exposé aux rayonnements ionisants : exposition externe si la source est située à l'extérieur de l'organisme, exposition interne si la source est située à l'intérieur de l'organisme.

Exposome : concept, développé par Christopher Wild en 2005, ayant pour objet l'étude de l'ensemble des expositions à des facteurs environnementaux subis par l'être humain de sa conception à sa mort.

Fœtotoxique : substance ayant un effet toxique pour le fœtus.

Imprégnation (de la population) : concentration mesurée d'une substance ayant pénétré dans un organisme *via* les voies d'exposition.

Installation nucléaire de base : installation soumise, par sa nature ou en raison de la quantité importante et/ou de l'activité élevée des substances radioactives qu'elle détient ou utilise, à un régime spécifique prévu au titre IX du livre V du Code de l'environnement (régime INB). Ces installations doivent être autorisées par décret pris après enquête publique et avis de l'ASN. Leurs conceptions, constructions, exploitations, ainsi que leur mise à l'arrêt et leur démantèlement sont réglementés et contrôlés afin d'assurer la sûreté nucléaire et la radioprotection.

Irradiation (rayonnements ionisants) : ancienne dénomination de l'exposition.

Lyme : maladie causée par la bactérie *Borrelia*, transmise à l'homme par la piqûre de tiques (*Ixodes dammini*) infectées et pouvant provoquer fièvre, fatigue, douleurs musculaires et articulaires et éruption cutanée.

Maladie chronique : affection de longue durée évolutive, entraînant un retentissement sur la vie quotidienne et pouvant générer des incapacités, voire des complications graves.

Morbidité : nombre de personnes atteintes par une maladie dans une population donnée et pendant une période déterminée

Nanomatériaux : matériau naturel, formé accidentellement ou manufacturé, contenant des particules libres, sous forme d'agrégat ou sous forme d'agglomérat, dont au moins 50 % des particules, dans la répartition numérique par taille, présentent une ou plusieurs dimensions externes se situant entre 1 nm et 100 nm. Dans des cas spécifiques, lorsque cela se justifie pour des raisons tenant à la protection de l'environnement, à la santé publique, à la sécurité ou à la compétitivité, le seuil de 50 % fixé pour la répartition numérique par taille peut être remplacé par un seuil compris entre 1 % et 50 %. [Source : JO de l'UE, recommandation de la commission du 18 octobre 2011 relative à la définition des nanomatériaux (texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) (2011/696/UE)].

Nanomole : concentration exprimée en quantité de matière par unité de volume (1 nanomole/l = environ 600 000 milliards de molécules/litre).

Neurotoxique : se dit d'une substance ayant un effet toxique pour le système nerveux.

Paludisme : maladie potentiellement mortelle due à des parasites transmis à l'homme par des piqûres de moustiques de genre *Anopheles*.

Perturbateur endocrinien : substance ou mélange de substances, altérant les fonctions du système endocrinien et induisant des effets néfastes dans un organisme intact, chez sa progéniture ou au sein de (sous)- populations.

Pesticide : produit chimique, naturel ou de synthèse, dont les propriétés permettent de lutter contre les organismes jugés nuisibles. Le terme englobe à la fois les produits phytosanitaires, utilisés principalement sur les plantes, et les biocides, recouvrant les autres usages (traitement du bois, lutte contre les moustiques, etc.).

Phytopharmacovigilance : dispositif destiné à surveiller les effets indésirables des produits phytopharmaceutiques présents sur le marché. Il englobe la contamination des milieux, l'exposition et les impacts sur les organismes vivants et les écosystèmes, ainsi que les phénomènes d'apparition et résistances.

Pic de chaleur : période durant laquelle les températures maximales peuvent atteindre des records sur une durée très courte (un à deux jours).

Plan grand froid : guide national définissant les actions à mettre en œuvre au niveaux local et national afin de détecter, prévenir et limiter les effets sanitaires et sociaux liés aux températures hivernales en portant une attention particulière aux populations vulnérables.

Plan nationale canicule : guide national définissant les actions à mettre en œuvre au niveaux local et national afin de détecter, prévenir et limiter les effets sanitaires et sociaux liés aux températures estivales en portant une attention particulière aux populations vulnérables.

Point noir de bruit : bâtiment sensible (habitation, établissement de santé, d'enseignement) soumis à des niveaux sonores en façade dépassant les valeurs limites fixées par la réglementation.

Pollen : élément reproducteur microscopique (25 micromètres en moyenne) produit par les organes mâles des plantes (étamines). Le transport du pollen a lieu grâce à l'eau chez les plantes dites « hydrophiles », aux insectes chez les plantes dites « entomophiles », au vent chez les plantes dites « anémophiles ». Les espèces anémophiles produisent beaucoup de grains de pollen pour que leur fécondation due au hasard ait plus de chances d'être efficace.

Pollution : situation constatée montrant la présence de polluants dans un milieu, suite à l'introduction, directe ou indirecte par l'activité humaine, de substances susceptibles de contribuer ou de causer un danger pour la santé de l'homme, des détériorations aux écosystèmes ou aux biens matériels, ou une entrave à un usage légitime de l'environnement. La pollution peut être historique ou nouvelle, résultant d'une activité humaine passée ou récente, ou encore résiduelle, subsistant dans un milieu déterminé après réhabilitation.

Prévalence : nombre de cas d'une maladie, ou de tout autre problème de santé, dans une population définie à un moment donné.

Principe de précaution : principe selon lequel l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque dans les domaines de l'environnement, de la santé ou de l'alimentation.

Programme national de biosurveillance : programme visant à mesurer l'imprégnation de la population française à différentes substances présentes dans l'environnement. Il comprend deux volets : un volet périnatal mis en place via la cohorte Elfe et une surveillance des imprégnations de la population générale effectué via l'étude Esteban.

Scénarios RCP : ensemble des quatre scénarios utilisés par le Giec pour estimer les variations du climat futur sur la base d'hypothèses sur les émissions de gaz à effet de serre.

Sievert : unité de mesure permettant d'évaluer l'impact du rayonnement ionisant sur la matière vivante. Il sert à quantifier le risque lié à une exposition à des rayonnements ionisants, et permet de comparer l'effet d'une même dose délivrée par des rayonnements de nature différente à des organismes, des organes ou des tissus qui n'ont pas la même sensibilité aux radiations.

Site pollué : site qui, du fait d'anciens dépôts de déchets ou d'infiltration de substances polluantes, présente une pollution susceptible de provoquer une nuisance ou un risque pérenne pour les personnes ou l'environnement.

Stériles : produits constitués par les sols et roches excavés lors de l'exploitation d'un gisement, mais présentant des teneurs insuffisantes en uranium (moins de 300 µg/g de minerai) pour justifier un traitement sur le plan économique.

Surmortalité : taux de mortalité anormalement élevé ou supérieur à un autre, pris en comparaison.

Système national des données de santé : créé par la loi 2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation de notre système de santé, le système national des données de santé (SNDS) regroupe les principales bases de données de santé publiques existantes. Il vise l'amélioration des connaissances sur la prise en charge médicale et l'élargissement du champ des recherches, des études et évaluations dans le domaine de la santé.

Taux d'incidence : nombre de nouveaux cas (population incidente) d'une pathologie observés pendant une période donnée rapporté à la population dont sont issus les cas (population cible). La valeur de ce taux permet d'évaluer la fréquence et la vitesse d'apparition d'une pathologie.

Toxicologie : étude des substances toxiques, de leurs effets sur l'organisme et de leur détection.

Vague de chaleur : temps inhabituellement chaud et sec ou chaud et humide, qui dure au moins deux à trois jours, et produise le plus souvent un impact sensible sur la santé humaine et les systèmes naturels.

Vague de froid : période durant laquelle les températures atteignent des valeurs nettement inférieures aux normales saisonnières.

Vecteur : être vivant capable d'assurer la transmission biologique d'un agent infectieux (virus, bactérie, parasite), d'un vertébré à un autre vertébré, tout en étant lui-même infecté.

Zika : virus transmis principalement par les moustiques du genre *Aedes* et pouvant provoquer fièvre, éruption cutanée, conjonctivite, douleurs musculaires et articulaires et malaise.

Références

Documentation générale

Liens utiles

- ◆ Anses > [Santé et Environnement](#)
- ◆ IRSN > [Baromètre sur la perception des risques et de la sécurité](#)
- ◆ Ministère des Solidarités et de la Santé > [Santé et Environnement](#)
- ◆ Ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES) : [Plan national santé environnement](#)
- ◆ Organisation Mondiale de la Santé > [Santé publique et environnement](#)
- ◆ Santé Publique France > [Biosurveillance](#)
- ◆ Santé publique France > [Environnement et Santé](#)

Bibliographie

- ◆ CCNE (2015), *Contribution du Comité consultatif national d'éthique à la réflexion dans le contexte de la 21ème conférence sur les changements climatiques (COP21)*, 06/11/2015
- ◆ CGEDD (2017), *Regards sur les rapports entre la santé et l'environnement*, Comité d'histoire, revue des ministères de l'environnement, de l'énergie et de la mer du logement et de l'habitat durable, hiver 2017
- ◆ CGEDD (2013), *Les liens entre santé et biodiversité*, rapport n°008095-01, ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, 58 p.
- ◆ EEA (2013), *Environment and health*, joint EEA-JRC report, EEA report n°5/2013.
- ◆ Invs (2010), *Des indicateurs en santé travail – Risques professionnels dus à l'amiante*. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2010 p. 23.
- ◆ Haut Conseil de la Santé Publique (2014), *Enjeux en Santé-Environnement : état des lieux et des milieux. Evaluation du 2ème plan national santé environnement 2008-2013*, La documentation française.
- ◆ Haut Conseil de la Santé Publique (2014), *Repérage de l'amiante et mesures d'empoussièrément. Révision du seuil de déclenchement des travaux de retrait ou de confinement de matériaux contenant de l'amiante*, La documentation française.
- ◆ Nicolle-Mir L (2017), *L'exposome : où en est-on ?*, Environnement Risque Santé – vol 16 n°4 p. 351
- ◆ OMS (1992), *Notre planète, notre santé*, rapport de la commission OMS Santé et Environnement, OMS, Genève.
- ◆ Unep (2016), *Healthy Environment, Healthy people*. Thematic report.
- ◆ WHO (2012), *Our planet, our health, our future. Human health and the Rio Conventions : biological diversity, climate change and desertification*. Discussion paper.
- ◆ YearBook Santé et Environnement (2018), *L'exposome : où en est-on ?*, Analyse d'article, p 261-262.

Impacts sanitaires du changement climatique

Liens utiles

Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique ([Onerc](#))

Bibliographie

- ◆ CGEDD (2013), *Les liens entre santé et biodiversité*, rapport n°008095-01
- ◆ Haut Conseil de la Santé Publique (2015), *Impacts sanitaires de la stratégie d'adaptation au changement climatique. Méthodologie de recherche et d'évaluation. Observations et recommandations*, La documentation française.
- ◆ Numéro thématique - *Identifier et surveiller les impacts sanitaires du changement climatique pour s'y adapter*. Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire BEH n°12-13/2012
- ◆ OMS et OMM (2012), *Atlas de la santé et du climat*, OMM-N° 1098
- ◆ Onerc (2007), *Changements climatiques et risques sanitaires en France*, rapport au Premier ministre et au Parlement, La documentation française.

- ◆ Pascal M. (2010) *Impacts sanitaires du changement climatique en France. Quels enjeux pour l'InVS ?* Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire. 80 p.

Évènements naturels extrêmes

Liens utiles

- ◆ **Observatoire National des Risques Naturels (ONRN)**
- ◆ Portail **Géorisques**, [mieux connaître les risques sur le territoire](#)
- ◆ Portail **Prévention des risques majeurs** > [risques naturels](#)
- ◆ **Météo France** > le [projet Extremoscope](#)
- ◆ **Service d'information sur le risque de crues des principaux cours d'eau en France (Vigicrue)**

Bibliographie

- ◆ Abramson D, Stehling-Ariza T, Garfield R, Redlener I. (2008) *Prevalence and predictors of mental health distress post-Katrina: findings from the Gulf Coast Child and Family Health Study*. Disaster Med Public Health Prep 2008 Jun;2(2):77-86.
- ◆ Ahern M, Kovats RS, Wilkinson P, Few R, Matthies F. *Global health impacts of floods: epidemiologic evidence*. Epidemiol Rev 2005;27:36-46.
- ◆ CGDD/SOeS (2015). *Les Français face aux risques environnementaux* (Eser 2013). Etudes & documents n°128 - juillet 2015, 86 p.
- ◆ Carroll B, Morbey H, Balogh R, Araoz G (2009), *Flooded homes, broken bonds, the meaning of home, psychological processes and their impact on psychological health in a disaster*. Health Place 2009 Jun;15:540-7.
- ◆ Cire Nord OPCd (2001). *Enquête santé chez les inondés de la Somme au printemps 2001*.
- ◆ Kessler RC, Galea S, Gruber MJ, Sampson NA, Ursano RJ, Wessely S. (2008), *Trends in mental illness and suicidality after Hurricane Katrina*. Mol Psychiatry 2008 Apr;13(4):374-84.
- ◆ Ligier K, Ganiayre F, Zielinski O, Ille D, Trugeon A, Guillaumont C, et al. *Health survey among flood victims in the Somme area*. Rev Epidemiol Sante Publique 2005 Dec;53(6):658-65.
- ◆ MTES/DGPR (2017), *Rapport 2015-2017 du délégué aux risques majeurs*, décembre 2017, 64 p.
- ◆ Medde/DGEC/Onerc (2015), *Le littoral dans le contexte du changement climatique*. Rapport au premier ministre et au Parlement. La documentation française. 178 p.
- ◆ Pitt M (2008), *The Pitt Review: Lessons learned from the 2007 floods*.
- ◆ Galea S, Brewin CR, Gruber M, Jones RT, King DW, King LA, et al. (2007), *Exposure to hurricane related stressors and mental illness after Hurricane Katrina*. Arch Gen Psychiatry 2007 Dec;64(12):1427-34.
- ◆ Reacher M, McKenzie K, Lane C, Nichols T, Kedge I, Iversen A, et al. (2004), *Health impacts of flooding in Lewes: a comparison of reported gastrointestinal and other illness and mental health in flooded and non-flooded households*. Commun Dis Public Health 2004 Mar;7(1):39-46.
- ◆ Six C, Mantey K, Franke F, Pascal L, Malfait P (2002), *Study on psychological distress after floods using health insurance databases Gard district*, September 2002

Températures extrêmes

Liens utiles

- ◆ **Ministère des solidarités et de la Santé** > [Plan national canicule](#)
- ◆ **Santé publique France** > [Climat et Santé](#)
- ◆ **Santé publique France** > [Canicules](#)

Bibliographie

- ◆ Corso M, Pascal M, Wagner V. (2017), *Impacts de la chaleur et du froid sur la mortalité totale en France entre 2000 et 2010*. Bull Epidemiol Hebd. (31):634-40.

- ◆ Hanna EG, Tait PW (2015), *Limitations to thermoregulation and acclimatization challenge human adaptation to global warming*. International journal of environmental research and public health, 12(7):8034-74.
- ◆ Laaidi K, Zeghnoun A, Dousset B, Bretin P, *et al.* (2011), *The impact of heat islands on mortality in Paris during the August 2003 heat wave*. Environmental health Perspectives. 120(2): 254-259
- ◆ OMS (2017), *Action mondiale pour lutter contre les vecteurs 2017-2030*, document de base pour éclairer les délibérations lors de la 70^e session de l'Assemblée mondiale de la Santé, 58 p.
- ◆ Pascal M (2018), *Comprendre et prévenir les impacts sanitaires de la chaleur dans un contexte de changement climatique*, Bulletin épidémiologique hebdomadaire n ° 16-17, juin 2018
- ◆ Pascal M, Wagner V, Corso M, Laaidi K, Le Tertre A. (2019), *Évolution de l'exposition aux canicules et de la mortalité associée en France métropolitaine depuis 1970*. Saint-Maurice : Santé publique France, 69 p. (à paraître)

Vecteurs de maladies infectieuses

Liens utiles

- ◆ Centre européen de prévention et de contrôle des maladies ([ECDC](#))
- ◆ Inra > [projet CiTIQUE](#)
- ◆ Institut Pasteur > [Fiches maladies](#)
- ◆ Ministère des Solidarités et de la Santé > [Maladies infectieuses](#)
- ◆ Portail d'information sur le moustique tigre > [cartes d'implantation](#)
- ◆ Santé publique France > [Maladies à transmission vectorielles](#)
- ◆ Sentinelles > Le [Réseau Sentinelles](#)

Bibliographie

- ◆ Dumic I, Severnini E (2018), *"Ticking Bomb": The Impact of Climate Change on the Incidence of Lyme Disease*, Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology
- ◆ OMS (2017), *Action mondiale pour lutter contre les vecteurs 2017-2030*, Document de base pour éclairer les délibérations lors de la 70^e session de l'Assemblée mondiale de la Santé, 58 p.

Pollens

Liens utiles

- ◆ Réseau National de Surveillance Aérobiologique ([RNSA](#))

Bibliographie

- ◆ Besancenot J-P, Thibaudon M (2012), *Changement climatique et pollinisation*, Revue des Maladies Respiratoires, n° 10, pp. 1238-1253.
- ◆ Hamaoui-Laguel L, Vautard R, Liu L, Solmon F, *et al.* (2015): *Effects of climate change and seed dispersal on airborne ragweed pollen loads in Europe*, Nature Climate Change, vol. 5, 2015, n° 8, pp. 766-771.
- ◆ R. Lake L, R. Jones N, Agnew M, M. Goodess C *et al.* (2017) : *Climate change and future pollen allergy in Europe*, Environmental Health Perspectives, vol. 125, 2017, n° 3, pp. 385-391.

Pollution de l'air et nuisances sonores

Air extérieur

Liens utiles

- ◆ Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'Air ([LSCSA](#))

◆ **Santé publique France** > rubrique « [Air et Santé](#) »

Bibliographie

- ◆ Anses (2018), *Les normes de qualité de l'air ambiant*, rapport d'expertise collective, édition scientifique, avril 2017, 158 p.
- ◆ Anses (2017), *Proposition de modalités pour une surveillance des pesticides dans l'air ambiant*, rapport d'expertise collective, septembre 2017, 257 p.
- ◆ Cho CC, Hsieh WY, Tsai CH, Chen CY, Chang HF, Lin CS (2018), *In Vitro and In Vivo Experimental Studies of PM2.5 on Disease Progression*. Int J Environ Res Public Health. 2018 Jul 1;15
- ◆ PHE (2018), *Estimation of costs to the NHS and social care due to the health impacts of air pollution*. Public Health England.
- ◆ Corso M, de Crouy-Chanel P, Medina S, Wagner V, Blanchard M, et al. (2018), *Impact sanitaire de l'épisode de pollution aux PM10 de novembre-décembre 2016*. Saint-Maurice : Santé publique France, 155 p.
- ◆ Duchesne L, Medina S. (2016) *Études d'interventions sur la qualité de l'air : quels effets sur la santé ? Revue de la littérature (1987-2015)*, Saint-Maurice : Santé publique France ; 43 p.
- ◆ Kulhánová I, Morelli X, Le Tertre A, Loomis D, Charbotel B, et al. (2018), *The fraction of lung cancer incidence attributable to fine particulate air pollution in France: Impact of spatial resolution of air pollution models*, Environ Int. 2018 Dec;121(Pt 2):1079-1086.
- ◆ Pascal M, de Crouy Chanel P, Corso M, Medina S, Wagner V, et al. (2016), *Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique*. Saint-Maurice : Santé publique France ; 158 p.
- ◆ Pascal M, de Crouy Chanel P, Wagner V, Corso M, Tillier C, et al. (2016) *The mortality impacts of fine particles in France*. Sci Total Environ.2016 Nov 15;571:416-25,
- ◆ Ung A, Blanchard B et al. (2016) *Évaluation quantitative d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine en France : bilan des études locales et retours des parties prenantes*. Saint-Maurice : Santé publique France ; 32 p.
- ◆ Sdes (2018), *Bilan de la qualité de l'air extérieur en France en 2017*, Sdes, Datalab, octobre 2018, 36 p.
- ◆ WHO (2013), *Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. New emerging risks to health from air pollution – results from the survey of experts*. WHO regional office for Europe.
- ◆ WHO (2013), *Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP technical report*. Who regional office for Europe.

Air intérieur

Liens utiles

- ◆ **Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI)**

Bibliographie

- ◆ OQAI (2018), *Qualité de l'air et confort dans les écoles en France : premiers résultats de la campagne nationale*, Bulletin de l'OQAI, juin 2018
- ◆ OQAI (2017), *Qualité de l'air et confort dans les bâtiments performants en énergie : l'éclairage de l'OQAI*, Bulletin de l'OQAI n°9, mars 2017
- ◆ OQAI (2015), *Premier état de la contamination des logements français en composés organiques semi-volatils : pesticides, phtalates, retardateurs de flamme, etc.*, Bulletin de l'OQAI n°9, juin 2015
- ◆ OQAI (2014), *Qualité de l'air intérieur et confort dans les immeubles de bureaux*, Bulletin de l'OQAI, décembre 2014

Bruit et nuisances sonores

Liens utiles

- ◆ **Centre d'information sur le Bruit (CidB)**

Bibliographie

- ◆ Anses (2013), *Evaluation des impacts sanitaires extra-auditifs du bruit environnemental*, rapport d'expertise collective, février 2013.
- ◆ Avezard C., Leblanc S., Rostagnat M. (2017), *Réflexion prospective sur une politique de réduction des nuisances sonores*, CGEDD, rapport n°011057-01
- ◆ Conseil National du Bruit (2017), *Les effets sanitaires du bruit*, Commission Santé-Environnement
- ◆ EEA (2014), *Noise in Europe 2014*, EEA report
- ◆ WHO Regional Office for Europe, JRC-EC (2011), *Burden of disease from environmental noise, quantification of healthy life years lost in Europe*, WHO.

Exposition aux substances chimiques

Pesticides

Liens utiles

- ◆ **Daaf de Guadeloupe** > Alimentation > Chlordecone > Cartographie
- ◆ **EauFrance** > [ventes des pesticides](#)
- ◆ **Ministère chargé de l'agriculture** > [Ecophyto](#)
- ◆ **Préfecture de la Martinique** > Politiques publiques > Environnement, santé publique > Chlordécone > Cartographie des analyses de la chlordécone en Martinique

Bibliographie

- ◆ Anses (2016) *Etude de l'Alimentation Totale Infantile (EATi), Tome 2 – Partie 4 : résultats relatifs aux résidus de pesticides*, rapport d'expertise collective.
- ◆ Balicco, A., et al. (2017), *Protocole Esteban : une Étude transversale de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (2014–2016)*. Toxicologie Analytique et Clinique, 29(4): p. 517-537.
- ◆ Castorina, R., et al. (2010) *Comparison of current-use pesticide and other toxicant urinary metabolite levels among pregnant women in the CHAMACOS cohort and NHANES*. Environ Health Perspect., 118(6): p. 856-863.
- ◆ Chevrier, C., et al. (2011), *Urinary biomarkers of prenatal atrazine exposure and adverse birth outcomes in the PELAGIE birth cohort*. Environ Health Perspect., 119(7): p. 1034-1041.
- ◆ Shapiro, G.D., et al. (2016), *Exposure to organophosphorus and organochlorine pesticides, perfluoroalkyl substances, and polychlorinated biphenyls in pregnancy and the association with impaired glucose tolerance and gestational diabetes mellitus: The MIREC Study*. Environ Res., 147: p. 71-81.
- ◆ Dereumeaux, C., et al. (2016), *Imprégnation des femmes enceintes par les polluants de l'environnement en France en 2011. Volet périnatal du programme national de biosurveillance mis en œuvre au sein de la cohorte Elfe - Tome 1 : polluants organiques*, Santé publique France: Saint-Maurice. p. 230 p.
- ◆ Dromard Charlotte R., Devault Damien A. et al., (2019). *Environmental fate of chlordecone in coastal habitats: recent studies conducted in Guadeloupe and Martinique (Lesser Antilles)*. Environmental Science and Pollution Research
- ◆ FAO-OMS (2010), *Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides - directives pour la publicité des pesticides*, p. 22.
- ◆ Frery, N., et al. (2013), *Exposition de la population française aux substances chimiques de l'environnement. Tome 2. Polychlorobiphényles (PCB-NDL) et pesticides*. Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice. p. 178.
- ◆ Inra-Cemagref (2005), *Pesticides, agriculture et environnement : Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux*, Expertise scientifique collective. p. 68.
- ◆ Inserm (2013) *Pesticides - Effets sur la santé*, Expertise collective, Inserm, Editor. Paris. p. 1014.
- ◆ Multigner L., Rouget F., Costet N., Monfort C., et al. (2018), *Chlordécone : un perturbateur endocrinien emblématique affectant les Antilles françaises*, BEH 22-23, Santé reproductive et perturbateurs endocriniens

- ◆ Schulz, C., et al. (2012), *Reprint of "Update of the reference and HBM values derived by the German Human Biomonitoring Commission"*. Int J Hyg Environ Health, 215(2): p. 150-158.
- ◆ Vandentorren, S., et al. (2013), *Dosage des biomarqueurs en maternité dans le cadre de l'enquête pilote Elfe*, octobre 2007, Saint-Maurice, Institut de veille, Editor, Production scientifique InVS: France. p. 47.
- ◆ Woodruff, T.J., A.R. Zota, and J.M. Schwartz (2011) *Environmental chemicals in pregnant women in the United States: NHANES 2003-2004*. Environ Health Perspect, 119(6): p. 878-885.
- ◆ Ye, X., et al. (2009), *Levels of metabolites of organophosphate pesticides, phthalates, and bisphenol A in pooled urine specimens from pregnant women participating in the Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa)*. Int J Hyg Environ Health, 212(5): p. 481-491.
- ◆ Ye, X., et al. (2008), *Urinary metabolite concentrations of organophosphorous pesticides, bisphenol A, and phthalates among pregnant women in Rotterdam, the Netherlands: the Generation R study*. Environ Res. 108(2): p. 260-267.

Perturbateurs endocriniens

Liens utiles

- ◆ Inserm > [les perturbateurs endocriniens](#)
- ◆ INRS > [les perturbateurs endocriniens](#)

Bibliographie

- ◆ Anses (2011), *Effets sanitaires du bisphénol A. Connaissances relatives aux usages du bisphénol A*, rapport d'expertise collective, 383 p.
- ◆ Anses (2016), *Etude de l'alimentation totale infantile, tome 2 partie 3, composés organiques, rapport d'expertise collective*, 378 p.
- ◆ Anses (2013), *Substances reprotoxiques et perturbateurs endocriniens. Composés de la famille des bisphénols : bisphénols M, S, B, AP, AF, F et BADGE*, rapport d'expertise collective, 235 p.
- ◆ Arbuckle, T.E., et al (2014), *Phthalate and bisphenol A exposure among pregnant women in Canada--results from the MIREC study*. Environ Int, 68: p. 55-65.
- ◆ Balicco, A., et al. (2017), *Protocole Esteban : une Étude transversale de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (2014–2016)*. Toxicologie Analytique et Clinique, 2017. 29(4): p. 517-537.
- ◆ Blanchard, O., et al. (2014), *Semivolatile organic compounds in indoor air and settled dust in 30 French dwellings*. Environ Sci Technol., 48(7): p. 3959-3969.
- ◆ Bradley, E.L., W.A. Read, and L. Castle (2007), *Investigation into the migration potential of coating materials from cookware products*. Food Addit.Contam, 24(3): p. 326-335.
- ◆ Casas, M., et al. (2015), *Exposure to Bisphenol A and Phthalates during Pregnancy and Ultrasound Measures of Fetal Growth in the INMA-Sabadell Cohort*. Environ Health Perspect.
- ◆ Dereumeaux, C., et al. (2016), *Imprégnation des femmes enceintes par les polluants de l'environnement en France en 2011. Volet périnatal du programme national de biosurveillance mis en œuvre au sein de la cohorte Elfe - Tome 1 : polluants organiques*, Santé publique France: Saint-Maurice. p. 230 p.
- ◆ Inserm (2011), *Reproduction et environnement - Expertise collective*, I. Editions, Editor. Paris. p. 64.
- ◆ Philippat, C., et al., *Prenatal exposure to phenols and growth in boys*. Epidemiology, 2014. 25(5): p. 625-635.
- ◆ Philippat, C., et al. (2012), *Exposure to phthalates and phenols during pregnancy and offspring size at birth*. Environ Health Perspect, 120(3): p. 464-470.
- ◆ Serrano, S.E., et al., (2014), *Dietary phthalate exposure in pregnant women and the impact of consumer practices*. Int J Environ Res Public Health, 11(6): p. 6193-6215.
- ◆ Unep, Who (2013), *State of the science of endocrine disrupting chemicals - An assessment of the state of the science of endocrine disruptors*, Geneva, Switzerland. p. 296.
- ◆ Valvi, D., et al. (2015), *Variability and predictors of urinary phthalate metabolites in Spanish pregnant women*. Int J Hyg Environ Health, 218(2): p. 220-231.

- ◆ Vandentorren, S., et al. (2013), *Dosage des biomarqueurs en maternité dans le cadre de l'enquête pilote Elfe*, octobre 2007, s. Saint-Maurice : Institut de veille, Editor. 2013, Production scientifique InVS: France. p. 47.
- ◆ Wittassek, M., et al. (2007), *Internal phthalate exposure over the last two decades--a retrospective human biomonitoring study*. Int J Hyg Environ Health, 210(3-4): p. 319-333.
- ◆ Ye, X., et al. (2009), *Levels of metabolites of organophosphate pesticides, phthalates, and bisphenol A in pooled urine specimens from pregnant women participating in the Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa)*. Int J Hyg Environ Health, 212(5): p. 481-491.
- ◆ Ye, X., et al. (2008), *Urinary metabolite concentrations of organophosphorous pesticides, bisphenol A, and phthalates among pregnant women in Rotterdam, the Netherlands: the Generation R study*. Environ Res, 108(2): p. 260-267.
- ◆ Zota, A.R., A.M. Calafat, and T.J. Woodruff (2014), *Temporal trends in phthalate exposures: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001-2010*. Environ Health Perspect, 122(3): p. 235-241.

Métaux

Liens utiles

- ◆ **Organisation Mondiale de la Santé** > [Mercure et Santé](#)
- ◆ **Observatoire cartographique de Santé publique France** > [GÉODES](#)

Bibliographie

- ◆ Albert I, Villeret G, Paris A, Verger P (2010), *Integrating variability in half-lives and dietary intakes to predict mercury concentration in hair*. Regul Toxicol Pharmacol Dec;58(3):482-9.
- ◆ Anses (2011) *Etude de l'alimentation totale française 2, Tome 1. Contaminants inorganiques, minéraux, polluants organiques persistants, mycotoxines, phyto-oestrogènes*. Maison Alfort.
- ◆ Balicco A, Oleko A, Szego E, Boschhat L, et al. (2017), *Protocole Esteban : une Étude transversale de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (2014—2016)*. Toxicologie Analytique & Clinique (2017) 29, 517—537.
- ◆ Cardoso T, Bateau A, Chaud P, Ardillon V, et al. (2010) *Le mercure en Guyane française : synthèse des études d'imprégnation et d'impact sanitaires menées de 1994 à 2005*. Bull Epidémiol Hebd 2010;13:118-20.
- ◆ Chevrier C, Warembourg C, Gaudreau E, Monfort C, et al. (2013), *Organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls, seafood consumption, and time-to-pregnancy*. Epidemiology 2013; 24(2):251-60.
- ◆ Dereumeaux C., Guldner L., Saoudi A., Pecheux M., et al. (2016), *Imprégnation des femmes enceintes par les polluants de l'environnement en France en 2011. Volet périnatal du programme national de biosurveillance mis en oeuvre au sein de la cohorte Elfe. Tome 1 : polluants organiques*. Saint-Maurice : Santé publique France ; 230 p.
- ◆ Dereumeaux C, Fillol C, Saoudi A, Pecheux M, et al.. (2017), *Imprégnation des femmes enceintes par les polluants de l'environnement en France en 2011. Volet périnatal du programme national de biosurveillance. Tome 2 : métaux et métalloïdes*. Saint-Maurice : Santé publique France, 225 p.
- ◆ Dereumeaux C, Fillol C, Saoudi A, Pecheux M, et al.. (2017), *Imprégnation des femmes enceintes par les polluants de l'environnement en France en 2011. Volet périnatal du programme national de biosurveillance. Tome 3 : synthèse et conclusions*. Saint-Maurice : Santé publique France, 2017. 58 p.
- ◆ Drouillet-Pinard P, Huel G, Slama R, Forhan A, et al.. (2010), *Prenatal mercury contamination: relationship with maternal seafood consumption during pregnancy and fetal growth in the 'EDEN mother-child' cohort*. Br J Nutr 2010; 104(8):1096-100.
- ◆ Etchevers A, Bretin P, Le Tertre A, Lecoffre C. (2013), *Imprégnation des enfants français par le plomb en 2008-2009. Enquête Saturn-Inf 2008-2009. Enquête nationale de prévalence du saturnisme chez les enfants de 6 mois à 6 ans*. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 51 p.

- ◆ Fréry N, Saoudi A, Garnier R, Zeghnoun A, Falq G (2011), *Exposition de la population française aux substances chimiques de l'environnement. Tome 1. Présentation générale de l'étude. Métaux et métalloïdes. Saint-Maurice. 151 p.*
- ◆ Huel G, Sahuquillo J, Debotte G, Oury JF, Takser L (2008), *Hair mercury negatively correlates with calcium pump activity in human term newborns and their mothers at delivery.* Environ Health Perspect 2008 Feb;116(2):263-7.
- ◆ IARC (1993), *Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human. Beryllium, Cadmium, Mercury and Exposures in the Glass Manufacturing Industry.* Lyon, France. 444 p.
- ◆ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (2006), *Compendium of food additive specifications, sixty-seventh meeting FAO JECFA Monographs 3, 2006.* 83. Rome. 28-7-2014.
- ◆ Leroyer A, Hemon D, Nisse C, Auque G, et al. (2001), *Determinants of cadmium burden levels in a population of children living in the vicinity of nonferrous smelters,* Environmental research ;87(3):147-59.
- ◆ Pnue-OMS (2005), *Substances chimiques. Evaluation mondiale du mercure.* Geneva.
- ◆ Pouzaud F, Ibbou A, Blanchemanche S, Grandjean P, et al. (2010), *Use of advanced cluster analysis to characterize fish consumption patterns and methylmercury dietary exposures from fish and other sea foods among pregnant women,* J Expo Sci Environ Epidemiol 2010 Jan;20(1):54-68.
- ◆ WHO (2010), *International Program on Chemical Safety, Environmental Health Criteria 101, Methylmercury.* Geneva.

Sites et sols pollués

Liens utiles

- ◆ BRGM > [Infoterre](#) > sites et sols pollués
- ◆ MTES > base de données [Basol](#)
- ◆ MTES > base de données [Basias](#)
- ◆ MTES > [Portail Prévention des risques majeurs](#)
- ◆ MTES > [Portail Géorisques](#)

Bibliographie

- ◆ CGDD (2013), *Basol : un panorama des sites et sols pollués, ou potentiellement pollués, nécessitant une action des pouvoirs publics,* Études & documents n° 97
- ◆ Inpes (2007), *Baromètre Santé Environnement 2007.* Editions Inpes. 393 p.
- ◆ MTES-DGPR (2018), *Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués*
- ◆ MTES-DGPR (2018), *Secteurs d'information sur les sols*
- ◆ Paya Perez A. & Pelaez Sanchez S., JRC (2017), *European achievements in soil remediation and brownfield redevelopment. Securing a polluted site by removing and treating the source of pollution, in the town centre of Pont-à-Mousson, France* (p. 88-92)

Nanomatériaux

Liens utiles

- ◆ Ineris > [Reach et les nanomatériaux](#)
- ◆ INRS > [Fiche toxicologique du dioxyde de titane](#)
- ◆ MTES > [Produits chimiques : classification, étiquette et emballage](#)
- ◆ MTES > Déclaration des substances à l'état nanoparticulaire « [R-Nano](#) »
- ◆ Observatoire européens des nanomatériaux > [EUON](#)
- ◆ Santé publique France > [EpiNano](#)

Bibliographie

- ◆ Anses (2014), *Evaluation des risques liés aux nanomatériaux. Enjeux et mise à jour des connaissances.* Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective.

- ◆ DGCIS (2012), *Les réalités industrielles dans le domaine des nanomatériaux en France. Analyse de la réalité du poids des nanomatériaux dans la filière industrielle concernée*, D&C consultants
- ◆ Renaudie R, Tassy V, Iwatsubo Y, et al. (2017), *EpiNano : dispositif national de surveillance épidémiologique des travailleurs exposés aux nanomatériaux manufacturés. Le rôle central du médecin du travail*, *Références en santé travail* 2017; N°152: 5.

Exposition aux rayonnements

Radon

Liens utiles

- ◆ **Autorité de sûreté nucléaire (ASN)** > [Le radon](#)
- ◆ **IRSN** > [Le radon](#)

Bibliographie

- ◆ Ajrouche, R., Roudier, C., Cléro, E. et al. (2018) *Radiat Environ Biophys*, (2018) 57: 205
- ◆ ASN (2017), *Plan national d'action 2016-2019 pour la gestion du risque lié au radon*, 36 p.
- ◆ ASN-DGS (2016), *Guide pour la gestion du risque lié au radon à destination des collectivités territoriales*, 47 p.
- ◆ ASN (2016), *Plan national d'action 2016-2019 pour la gestion du risque lié au radon*
- ◆ Collignan B., Le Ponner E., Mandin C. (2016), *Relationships between indoor radon concentrations, thermal retrofit and dwelling characteristics*. *Journal of Environmental Radioactivity* 165 (2016), 124-130.
- ◆ IRSN (2014). *Le radon: un gaz radioactif dans mon habitation*. Fiche d'information. 4 p.
- ◆ IRSN (2014). *Limiter la présence du radon dans une habitation*. Fiche d'information, Repères N°23. 3 p.
- ◆ Le Ponner E., Collignan B., Ledunois B., Mandin C. (2019), *Déterminants des concentrations intérieures en radon dans les logements français. Exploitation des données collectées dans plus de 6000 maisons*, *Environnement Risques et Santé*, Volume 18 numéro 1, janvier-février 2019
- ◆ Ministère des Solidarités et de la Santé (2018). *Radon : boîte à outils pour la mise en œuvre d'actions locales de sensibilisation*. 138 p.

Rayonnements ionisants liés aux installations nucléaires de base (INB)

Liens utiles

- ◆ **Agence internationale de l'énergie atomique** > [Base de données internationale des réacteurs de puissance nucléaire](#)

Bibliographie

- ◆ ASN (2017), *Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2016*
- ◆ Desbiolles A, Roudier C, Gorja S, Stempfelet M et al. (2018), *Cancer incidence in adults living in the vicinity of nuclear power plants in France, based on data from the French Network of Cancer Registries*. *Int J Cancer*. Mar 1;142(5):899-909
- ◆ IRSN (2017), *La radioprotection des travailleurs - exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France : bilan 2016*, Rapport de mission
- ◆ Sermage-Faure C, et al. (2012), *Childhood leukemia around French nuclear power plants-the Geocap study, 2002-2007*. *Int J Cancer* 2012;131(5):769-80
- ◆ Institut de veille sanitaire (2011), *Etude de mortalité et d'incidence par cancer autour du Centre de stockage de déchets radioactifs de faible et moyenne activité de l'Aube*. 41 p.
- ◆ Santé publique France (2018), *Santé des populations autour du Centre de stockage de déchets radioactifs de faible et moyenne activité de l'Aube*. 2017, l'étude complémentaire sur le cancer du poumon chez l'homme. 6 p.

Radiofréquences

Liens utiles

- ◆ ANFR > [Cartoradio](#)
- ◆ Portail interministériel d'information sur les radiofréquences > [radiofréquences santé-environnement](#)
- ◆ MTES > [Ondes électromagnétiques](#)

Bibliographie

- ◆ Anses (2017), *Hypersensibilité électromagnétique ou intolérance environnementale idiopathique attribuée aux champs électromagnétique*, auto-saisine n°2011-SA-0150, avis de l'Anses, rapport d'expertise collective
- ◆ Anses (2016), *Exposition aux radiofréquences et santé des enfants*, saisine n°2012-SA-0091, avis de l'Anses, rapport d'expertise collective
- ◆ Anses (2013), *Radiofréquence et santé*, auto-saisine n°2011-SA-0150, avis de l'Anses, rapport d'expertise collective
- ◆ Ajrouche, Roudier, Cléro, Ielsch, Gay, Guillevic, Marant Micallef, Vacquier, Le Tertre, Laurier (2018), *Quantitative health impact of indoor radon in France*. *Radiat Environ Biophys*. 2018 Aug;57(3):205-214. DOI: 10.1007/s00411-018-0741-x

Conditions générales d'utilisation : Licence Ouverte v2.0

Le « Concédant » concède au « Réutilisateur » un droit non exclusif et gratuit de libre « Réutilisation » de l'« Information » objet de la présente licence, à des fins commerciales ou non, dans le monde entier et pour une durée illimitée, dans les conditions exprimées ci-dessous.

Le « Réutilisateur » est libre de réutiliser l' « Information » :

- de la reproduire, la copier,
- de l'adapter, la modifier, l'extraire et la transformer, pour créer des « Informations dérivées », des produits ou des services,
- de la communiquer, la diffuser, la redistribuer, la publier et la transmettre,
- de l'exploiter à titre commercial, par exemple en la combinant avec d'autres informations, ou en l'incluant dans son propre produit ou application.

Sous réserve de mentionner la paternité de l' « Information » : sa source (au moins le nom du « Concédant ») et la date de dernière mise à jour de l' « Information réutilisée ».

Axé sur l'impact de la dégradation de l'environnement sur la santé humaine, cet ouvrage collectif fournit un panorama synthétique des principales sources de contamination environnementale ayant un impact sur la santé humaine. Sans prétendre à l'exhaustivité, il a l'ambition d'offrir au lecteur des clés de lecture afin de mieux comprendre les enjeux majeurs en matière de santé-environnement pour la France en 2019.

Cette publication fait partie des focus thématiques adossés au rapport sur l'état de l'environnement en France. Elle répond aux obligations internationales sur l'accès au public à l'information environnementale, prévues par la convention d'Aarhus.



**Commissariat général au développement durable
Service de la donnée et des études statistiques
Sous-direction de l'information environnementale**

5 route d'Olivet – CS 16105
45061 Orléans cedex 2

Diffusion

www.ree.developpement-durable.gouv.fr
www.ladocumentationfrancaise.fr

Retrouvez tout sur l'état de l'environnement en France sur le site :

www.ree.developpement-durable.gouv.fr [ouverture du site : septembre 2019]

Citation recommandée :

Commissariat général au développement durable (2019), Environnement & Santé, L'environnement en France, La Documentation Française (ed.).