



T

H

É

M

A

Essentiel



ENVIRONNEMENT

Perturbateurs endocriniens : dans notre quotidien, mais aussi dans les milieux naturels

SEPTEMBRE 2022

Susceptibles de perturber le fonctionnement hormonal des êtres vivants, contribuant ainsi à la survenue de divers troubles et pathologies, les perturbateurs endocriniens sont des substances chimiques invisibles, inodores, présentes dans les espaces intérieurs, les objets du quotidien et l'alimentation. Diffusées dans l'environnement du fait des activités humaines, la surveillance de leur présence est hétérogène selon les milieux naturels (air, eau, sol), mais leur impact est réel, notamment sur la faune.

Un perturbateur endocrinien est une substance ou un mélange de substances susceptible d'interférer avec le fonctionnement du système endocrinien, ensemble de cellules et d'organes impliqués dans la production des hormones (définition de l'Organisation mondiale de la santé). En dérégulant le fonctionnement hormonal des organismes, les perturbateurs endocriniens ont des effets néfastes sur la santé des êtres vivants (encadré 1).

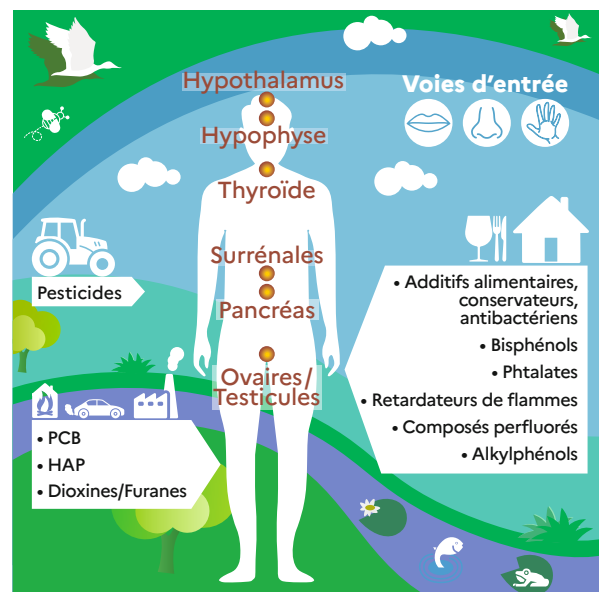
Les perturbateurs endocriniens peuvent agir selon trois mécanismes principaux :

- imiter l'action d'une hormone naturelle, provoquant ainsi la réponse des cellules cibles ;
- bloquer la fixation d'une hormone sur son récepteur et empêcher la transmission du signal hormonal ;
- gêner ou bloquer la production ou la régulation d'une hormone ou de son récepteur, modifiant ainsi le signal hormonal.

Ils peuvent produire des effets à très faible dose et à long terme. La sensibilité à ces substances varie selon les périodes de la vie. Elle est plus grande lors de la vie foetale, de la petite enfance et de la puberté. Par ailleurs, l'exposition à un mélange de perturbateurs endocriniens peut générer un effet combiné.

Chez l'être humain, ces substances peuvent toucher l'ensemble des fonctions endocrines (reproductrices, thyroïdiennes, surrénaliennes, métaboliques, neurodéveloppementales, etc.), contribuant à des maladies chroniques ou développementales, telles que des pubertés précoces, des troubles de la fertilité, de la croissance, du développement neurologique, de la fonction immunitaire, ou à l'apparition de certains cancers hormono-dépendants et de maladies métaboliques (diabète, obésité) – (figure 1).

Figure 1 : principales glandes endocrines et familles de perturbateurs



Source : SDES

DES SOURCES D'EXPOSITION DOMESTIQUE

Si certains perturbateurs endocriniens comme les hormones et les phytoestrogènes sont d'origine naturelle, la plupart sont artificiels, contenus dans des produits issus de l'industrie chimique et utilisés dans plusieurs secteurs. Certains articles et produits de consommation courante contiennent et émettent des perturbateurs endocriniens, contribuant à une exposition domestique parfois continue (encadré 2).

Ces substances se retrouvent notamment dans nos intérieurs :

- Les objets et textiles d'ameublement, tels que les tapis, moquettes, rideaux, fauteuils, ou également les appareils électroniques, contiennent des composés polybromés destinés à les rendre moins inflammables.

Identification et évaluation des perturbateurs endocriniens

Il existe diverses familles de composés possiblement « perturbateurs endocriniens » : phtalates, bisphénols, alkylphénols, parabènes, polychlorobiphényles, pesticides, etc. Une substance est reconnue « perturbateur endocrinien » si elle a des effets néfastes sur la santé (humaine ou animale), altère une ou des fonction(s) du système endocrinien, et que sa toxicité est une conséquence de ce mode d'action. Cependant, il est encore difficile de démontrer les liens de causalité, et donc, d'arrêter une liste précise de perturbateurs endocriniens. Des travaux de recherche et d'évaluation sont nécessaires pour mieux comprendre la complexité de ces mécanismes biologiques.

Une distinction en trois catégories a cependant été retenue selon le degré de probabilité d'être perturbateur endocrinien : avéré (probabilité forte), présumé (forte suspicion), suspecté (des informations préoccupantes existent mais sont insuffisantes). En France, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a été saisie par les ministères de l'Environnement et de la Santé pour établir une liste hiérarchisée de perturbateurs endocriniens selon cette catégorisation. Actuellement, les « perturbateurs endocriniens » reconnus officiellement comme avérés sont déterminés par :

- les réglementations européennes sur les biocides et les produits phytopharmaceutiques, qui disposent d'une méthodologie d'identification des perturbateurs endocriniens ;
- la Ed-List1, qui est une liste de « substances reconnues comme perturbateurs endocriniens suite à une évaluation », élaborée dans le cadre d'une coopération européenne entre agences nationales de six États membres (France, Danemark, Suède, Pays-Bas, Belgique, Espagne), disponible sur un site dédié. Les travaux d'évaluation en cours de l'Anses contribueront à compléter cette liste.

- Les sols en PVC, les peintures, les colles et résines du mobilier, de nombreux produits ménagers peuvent relâcher dans l'air des phtalates, tels que le phtalate de di-2-éthylexyle (DEHP).
- Certains fongicides ou biocides utilisés dans la sphère domestique sont des perturbateurs endocriniens.
- Des détergents ou cosmétiques sont fabriqués à partir d'alkylphénols, tels que le 4-nonylphénol.
- Les vêtements neufs peuvent être imprégnés, au cours de leur fabrication, de substances susceptibles d'être des perturbateurs endocriniens.

Ainsi, les intérieurs clos (logements, bureaux, salles de classe, etc.), dans lesquels nous passons 80 à 90 % de notre temps, deviennent une source majeure d'exposition.

Les phtalates entrent également dans la composition de produits d'hygiène et cosmétiques (déodorants, après-rasage, shampoings, vernis à ongles, etc.), de même que les parabènes qui sont utilisés comme conservateurs, ou le triclosan comme biocide dans les savons et dentifrices.

Certains bijoux fantaisie présentent aussi un risque, du fait de la présence de métaux lourds, tels que le nickel, le cadmium ou le plomb, suspectés d'être des perturbateurs endocriniens.

Des perturbateurs endocriniens, tels que les bisphénols, sont également présents dans l'alimentation, en raison du contact avec certains ustensiles de cuisine, les contenants en plastique et les emballages. Les aliments peuvent aussi être contaminés par certains pesticides, des dioxines ou des polluants organiques persistants, comme les polychlorobiphényles (PCB) retrouvés dans des poissons d'eau douce. Enfin, certains additifs alimentaires seraient également des perturbateurs endocriniens. C'est le cas des parabènes utilisés comme conservateurs du fait de leurs propriétés antibactériennes et antifongiques, ou des antioxydants E320 et E321 ajoutés par exemple aux céréales du petit-déjeuner pour éviter que les graisses ne rancissent.

Des études sur l'alimentation sont conduites depuis une vingtaine d'années pour surveiller l'exposition des populations à un grand nombre de substances présentes dans les aliments : résidus de pesticides, contaminants de l'environnement, etc. En 2016, l'une d'elles a porté sur l'alimentation infantile, avec près de 670 substances

recherchées, dont certains perturbateurs endocriniens. Le DEHP, le bisphénol A et le 4-nonylphénol étaient les plus fréquemment détectés dans les échantillons. Interdit en France depuis 2015 dans les contenants alimentaires, le bisphénol A persiste néanmoins dans certains ustensiles, tels que les cuves d'autocuiseur ou les bacs de réfrigérateur.

Dans l'eau potable, les substances identifiées comme perturbateurs endocriniens et recherchées actuellement concernent essentiellement des pesticides comme la deltaméthrine, le linuron, l'iprodione, la perméthrine, la métribuzine, le myclobutanil ou l'époxiconazole. Une nouvelle directive européenne sur l'eau potable ajoute une valeur réglementaire pour le bisphénol A et vient renforcer le suivi de certaines substances d'intérêt, dont des perturbateurs endocriniens, tels que le bêta estradiol ou le nonylphénol.

DES SUBSTANCES DANS TOUS LES MILIEUX NATURELS, DES IMPACTS SUR LA BIODIVERSITÉ ET LES ÉCOSYSTÈMES

Présents dans nos assiettes, dans l'eau, dans les produits que nous utilisons, les perturbateurs endocriniens se retrouvent dans les milieux naturels terrestres et aquatiques du fait d'une diffusion généralisée, d'origine agricole, industrielle et domestique. Ils peuvent persister longtemps dans l'environnement. Si l'évaluation précise de leur impact reste difficile, leurs effets sur la faune et les écosystèmes ont été mis en évidence dès la seconde moitié du XX^e siècle. Différentes anomalies ont été observées chez les poissons, les reptiles, les invertébrés ou les oiseaux : baisse de fertilité, changement de sexe, troubles du comportement, etc. Les altérations mesurées individuellement peuvent se traduire à l'échelle de populations d'espèces, contribuant au déclin de certaines d'entre elles et participant ainsi à l'érosion de la biodiversité.

Des substances rejetées dans l'air

Certaines substances, suivies dans le bilan annuel de la qualité de l'air, sont considérées par les autorités sanitaires comme des substances d'intérêt pour leur

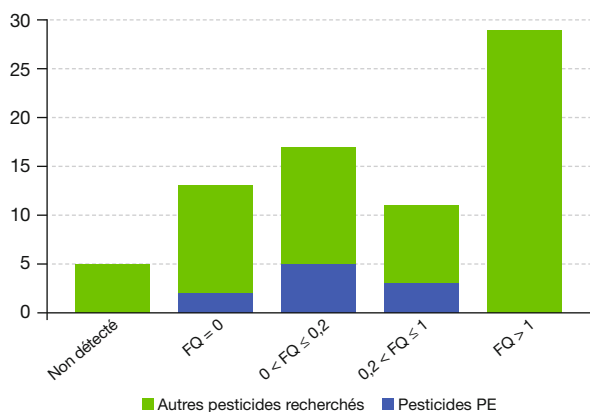
Perturbateurs endocriniens : dans notre quotidien, mais aussi dans les milieux naturels

caractère de perturbateur endocrinien : dioxines, furanes, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), produits de combustion issus notamment d'activités industrielles, ou encore certains polychlorobiphényles (PCB), rejetés dans l'atmosphère à partir des sols, de l'eau ou des fonds marins. À ce jour, ces substances ne font pas partie d'une liste européenne réglementée au titre des perturbateurs endocriniens, mais la plupart étaient déjà connues pour leur cancérogénicité¹. Ainsi, le protocole d'Aarhus, adopté le 25 juin 1998, a obligé leur élimination ou leur réduction substantielle. Leur émission a nettement diminué en vingt ans, mais elles sont toujours présentes. Or, les effets néfastes d'un perturbateur endocrinien peuvent s'exercer même à très faible concentration d'exposition.

De même, les pesticides épandus sur les terres agricoles ou les différents espaces verts privés et publics peuvent se retrouver disséminés dans l'air, l'eau ou le sol. Certains sont des perturbateurs endocriniens. Une campagne nationale exploratoire de mesure des résidus de pesticides dans l'air extérieur a ainsi recherché entre juin 2018 et juin 2019 la présence de 75 substances. Parmi elles, 10 sont aujourd'hui reconnues perturbateurs endocriniens dans le cadre de la réglementation européenne sur les biocides et phytopharmaceutiques, mais aucune ne fait partie des substances les plus fréquemment détectées dans l'air ambiant, et aucune ne dépasse 1 % de quantification (graphique 1). Depuis 2021, un suivi national et annuel des mesures de concentration dans l'air de ces 75 substances est mis en place.

Graphique 1 : mesure des pesticides dans l'air extérieur : répartition du nombre de substances actives identifiées perturbateurs endocriniens (PE), selon leur fréquence de quantification (FQ en %)

En nombre de substances



Note 1 : la fréquence de quantification est la proportion d'analyses supérieures à la limite de quantification (plus petite valeur à partir de laquelle la mesure présente une fidélité suffisante). Parmi les 75 substances recherchées dans l'étude, 5 ne sont jamais détectées, 13 sont détectées mais non quantifiées (FQ = 0 %), 57 sont détectées et quantifiées.

Note 2 : les pesticides PE sont identifiés ici au titre de la méthodologie commune aux réglementations biocides et phytopharmaceutiques. La catégorie « autres pesticides recherchés » regroupe les substances étudiées classées « PE possible », à « effets PE peu probables », ou dont les « données sont inexistantes ou insuffisantes » pour se prononcer. Ces substances peuvent néanmoins présenter une autre cotation de danger (ex. reprotoxicité). Champ : métropole et Drom.

Source : Rapport d'appui scientifique et technique de l'Anses à partir des données Géod'Air, juin 2020

ENCADRÉ 2

Imprégnation de la population

L'enquête Esteban, conduite par Santé publique France (SpF), a permis de mesurer la présence dans le corps humain de polluants de l'environnement, de mieux connaître les sources d'exposition et, in fine, de pouvoir établir des valeurs de référence d'imprégnation dans la population générale. Les premiers résultats, publiés en 2019, ont montré que des polluants sont présents dans l'organisme de l'ensemble de la population, avec des niveaux d'imprégnation souvent plus élevés chez les enfants. C'est le cas des perturbateurs endocriniens avérés ou suspectés, tels que les bisphénols, les phtalates, les parabènes, les éthers de glycol ou les retardateurs de flammes. Les modes d'exposition sont variables selon les substances et les pratiques : alimentation, utilisation de cosmétiques et produits de santé, logements insuffisamment aérés, etc. Bien que certaines de ces substances soient vite dégradées dans l'organisme, la persistance de l'exposition peut maintenir une imprégnation permanente. Une nouvelle enquête de biosurveillance, prochainement lancée par SpF, devrait permettre de poursuivre la surveillance des imprégnations, mais aussi de définir des leviers d'action pour réduire les expositions.

Omniprésentes dans les eaux superficielles et souterraines

Les rejets d'effluents domestiques, industriels et hospitaliers, l'introduction de polluants par ruissellement dans les rivières, répandent dans les milieux aquatiques un grand nombre de perturbateurs endocriniens.

Parmi les substances reconnues perturbateurs endocriniens au niveau européen (cf. encadré 1), un peu plus d'un quart a fait l'objet d'un suivi dans les milieux aquatiques entre 2015 et 2019, la plupart mesurées sur une large part du territoire français, mais pas de manière systématique. Parmi elles, on retrouve des phtalates, tels que le phtalate de di-2-éthylhexyle (DEHP), le benzyl butyl phthalate (BBP) ou encore le n-butyl phtalate, des alkylphénols comme le 4-tert-octylpénol, ou encore le bisphénol A. Lorsqu'elles sont recherchées, ces substances sont régulièrement détectées (graphique 2). Au contraire, certaines ne sont pas, ou presque pas suivies, telles le phtalate de dicyclohexyle ou le butylparaben.

Dans les sols, des substances en cours d'investigation

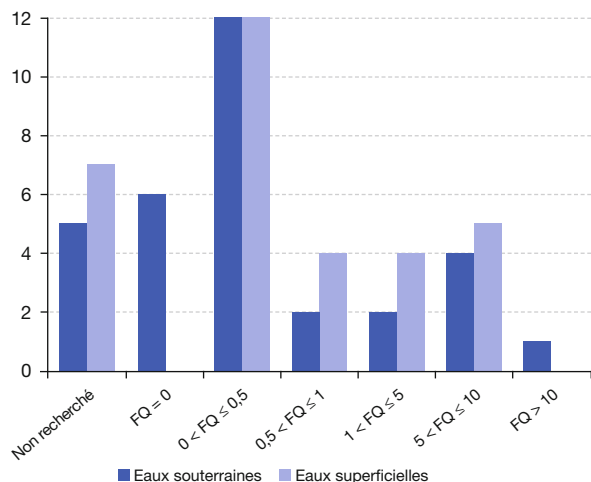
La contamination des sols par les perturbateurs endocriniens est notamment associée aux exploitations industrielles actuelles ou anciennes, ou encore à l'activité agricole avec l'épandage de pesticides. Le sol étant en lien étroit avec les autres milieux (eau, air), les transferts entre compartiments sont nombreux, multipliant les possibilités d'exposition : ingestion de produits végétaux cultivés sur des terres contaminées, inhalation de poussières émises par les sols contaminés, etc.

En France, dans le cadre du réseau de mesures de la qualité des sols piloté par le Groupement d'intérêt scientifique sur les sols, une évaluation et un suivi sont réalisés à partir

¹ Propriété d'une substance susceptible de provoquer le cancer lorsqu'un animal ou un être humain y est exposé.

Graphique 2 : répartition des perturbateurs endocriniens selon leur fréquence de quantification moyenne (FQ en %), dans les eaux souterraines et superficielles, entre 2015 et 2019

En nombre de substances



Note : les 32 perturbateurs endocriniens examinés ici sont reconnus au titre des règlements biocides, phytopharmaceutiques ou REACH (Ed-List1) et identifiés dans le SIEau.

Champ : métropole et Drom.

Source : www.eaufrance.fr ; banques Ades et Naiades. Traitements : SDES, 2022

d'observations et de prélèvements d'échantillons tous les 15 ans, en métropole et dans les départements d'outre-mer. Entre autres, un grand nombre de polluants organiques persistants a été mesuré, comme le linuron et le diuron, herbicides à activité endocrine, retrouvés également dans l'air et le milieu aquatique. Une étude prospective sur la présence dans les sols français de substances actives phytopharmaceutiques est également en cours. Elle devrait permettre d'évaluer la présence d'autres substances, dont certaines à activité endocrine, comme le myclobutanil ou l'époxiconazole.

VERS UNE RÉGLEMENTATION RENFORCÉE DES PERTURBATEURS ENDOCRINIENS

Les perturbateurs endocriniens constituent un enjeu sanitaire et environnemental majeur, face auquel la France s'est dotée dès 2014 d'une stratégie nationale intégrant des actions de recherche, d'expertise, d'information du public et de réflexion

sur un encadrement réglementaire. Ces initiatives se sont traduites par des avancées en termes de prévention, telles que l'interdiction du bisphénol A dans les tickets de caisse en 2015. La seconde stratégie nationale 2019-2022 (SNPE2) se structure autour de trois enjeux : former et informer ; protéger l'environnement et les populations ; améliorer les connaissances. Parmi les actions figurent l'élaboration d'une liste de substances pouvant présenter des propriétés de perturbation endocrinienne, ou encore l'accélération de la recherche, pour comprendre et adapter au mieux la gestion des risques et la réglementation. Enfin, la loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (Agec) prévoit que des informations sur les produits contenant des perturbateurs endocriniens soient mises à disposition du consommateur afin de l'éclairer dans ses choix d'achat.

La notion de perturbateur endocrinien est également progressivement intégrée dans la réglementation européenne :

- Dans le règlement relatif à l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques (REACH), un système d'autorisation et de restriction est mis en place pour les substances considérées comme « extrêmement préoccupantes », dont celles qui ont des propriétés de perturbation endocrinienne et pour lesquelles des preuves scientifiques de probables effets graves sur la santé humaine ou l'environnement existent.
- Dans les règlements pour la mise sur le marché de produits phytopharmaceutiques et biocides, une définition et des critères d'identification ont été adoptés.
- Dans le règlement relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances chimiques et des mélanges (CLP), une nouvelle classe de dangers relative aux perturbateurs endocriniens est en cours de création, ainsi qu'un étiquetage spécifique.

Les travaux d'identification et d'évaluation en France et en Europe ont pour objectif d'adopter des règles d'encadrement différenciées selon l'usage, les populations exposées (enfants, personnes fragiles, etc.), de formuler des recommandations de gestion du risque, et à terme, d'orienter les industriels vers des substituants moins dangereux pour la santé humaine et l'environnement.

POUR EN SAVOIR PLUS

- [Stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens](#)
- [Dossier du ministère de la santé sur les perturbateurs endocriniens](#)
- [Travaux de l'Anses](#)
- [Santé publique France](#)

Céline JAMET, SDES

Dépôt légal : septembre 2022
ISSN : 2255-493X (en ligne)

Directeur de publication : Thomas Lesueur
Rédacteur en chef : Hugues Cahen
Coordination éditoriale : Céline Blivet
Infographie : Bertrand Gaillet
Maquettage et réalisation : Agence Efil, Tours

Commissariat général au développement durable

Service des données et études statistiques
Sous-direction de l'information environnementale
Tour Séquoia - 92055 La Défense cedex
Courriel : diffusion.cgdd@developpement-durable.gouv.fr

www.ecologie.gouv.fr

