

Prendre enfin en compte les PFAS dans les études d'impact

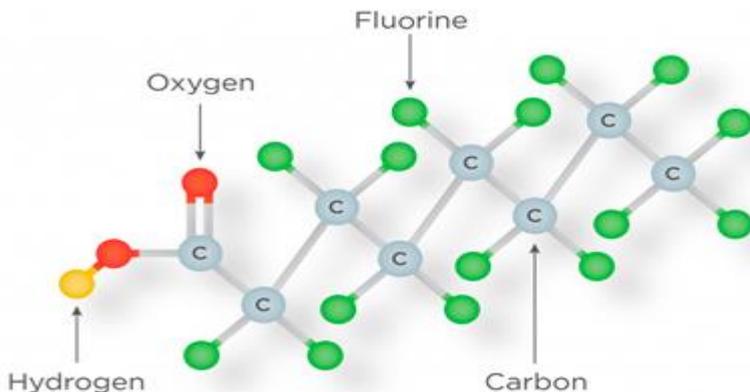
Dernière révision : 18/04/2025

Mots clé : « polluants éternels », substances poly ou perfluoroalkylées, PFOS, PFAS, PFHxS, polluants éternels, sites et sols pollués

Des polluants ignorés des études d'impact

Les PFAS ou substances poly ou perfluoroalkylées comptent plus de 10 000 composés chimiques (environ 500 sont ou ont été produits industriellement) aux propriétés diverses : antiadhésives, imperméabilisantes, résistantes aux fortes chaleurs... Ils sont largement utilisés depuis les années 1950 dans divers domaines industriels et produits de consommation : textiles, emballages alimentaires (pizzas, hamburgers...), mousses anti-incendie, revêtements antiadhésifs et déperlants, cosmétiques, pesticides, batteries électriques, ils sont utilisés pour la production de médicaments et de dispositifs médicaux, etc. Les PFAS les plus connus sont les PFOA (acide perfluorooctanoïque), PFOS (sulfonate de perfluorooctane) et PFHxS (sulfonate de perfluorohexane).

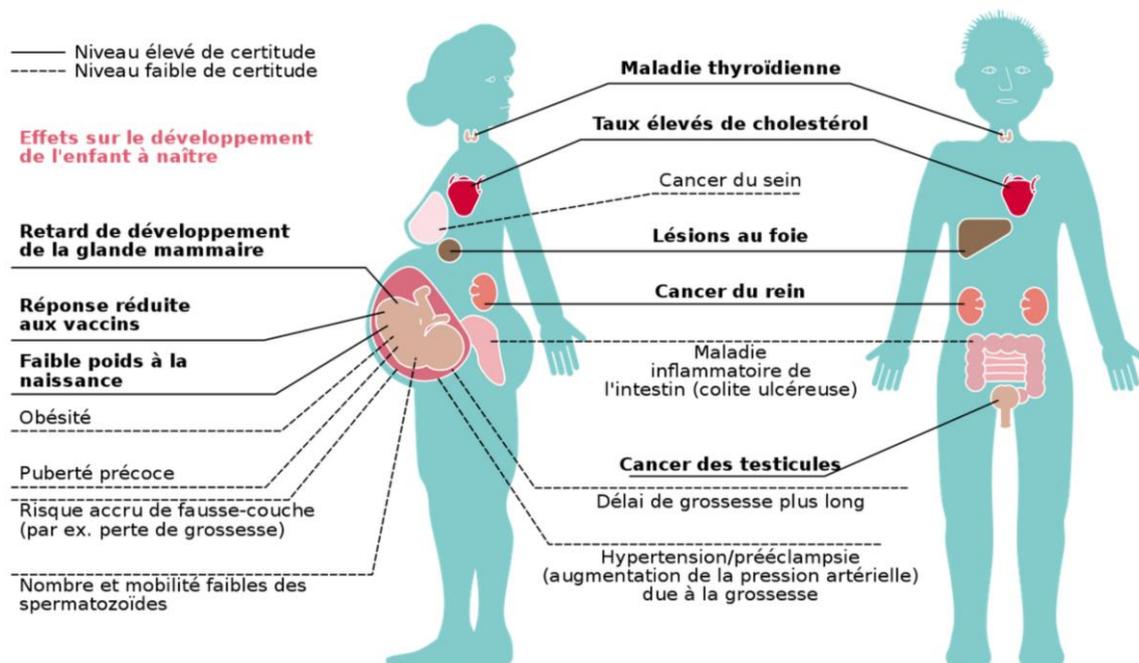
Les PFAS sont caractérisés par une chaîne carbonée plus ou moins longue, dont au moins un carbone est complètement substitué par des atomes de fluor. Ils incluent des polymères et des monomères. Les liaisons carbone-fluor comptent parmi les liaisons chimiques les plus stables, ce qui en fait des polluants persistants.



Exemple de formule chimique d'un PFAS,
(PFOA : $C_8HF_{15}O_2$)

Les effets délétères associés au PFAS sont variés. Les plus récentes évaluations réalisées par des agences internationales soulignent que ces composés pourraient être cancérogènes, reprotoxiques, immunotoxiques et perturbateurs endocriniens, et perturber le métabolisme des lipides. Des valeurs toxicologiques de référence (VTR) sont proposées pour un certain nombre de ces substances. La figure suivante récapitule les effets sanitaires connus et suspectés.

La recherche des PFAS dans l'environnement et dans les effluents comme leur prise en compte dans les études de danger ou des sites et sols pollués restent cependant toujours absentes.



Résumé schématisé des connaissances sur les effets sanitaires des PFAS – Source : compilation de diverses études reprises par l'Agence européenne de l'environnement et Wikipedia

Des « polluants éternels »

La stabilité chimique des PFAS (certains PFAS se dégradant en PFAS encore plus stables) en fait des substances très peu biodégradables, et donc qualifiées de « polluants éternels ». Les PFAS polyfluorés (non entièrement fluorés, « précurseurs ») peuvent être convertis par biotransformation en PFAS perfluorés, produits chimiques persistants et entièrement fluorés. La dégradation microbiologique complète des PFAS n'a pas encore été démontrée. Ils s'accumulent dans les organismes vivants et contaminent ainsi les chaînes alimentaires. Mobiles et très mal traités par les systèmes d'épuration classiques, ils migrent vers les milieux aquatiques et menacent la qualité de notre eau de boisson. À travers les rejets, domestiques ou industriels, elles se retrouvent dans tous les milieux : air, sols et eau. Leur présence dans de nombreux produits et leur résistance à la dégradation est un challenge particulier pour la gestion des déchets et un obstacle considérable à l'économie circulaire.

Les principales voies de contamination sont l'ingestion d'aliments et d'eau, ainsi que l'inhalation d'air et de poussières¹. Ces substances sont détectées dans le sang, l'urine, le placenta et le lait humain. On dispose des résultats épidémiologiques sur des sites très pollués, ainsi que d'études de biosurveillance qui vont être amplifiées et approfondies concernant les PFAS dans les prochaines campagnes nationale et européenne.

La caractérisation de la présence de PFAS dans l'environnement est complexe à la fois du fait du nombre de substances, et des concentrations faibles auxquelles on les rencontre habituellement. On distingue deux types de méthodes appliquées pour les matrices eaux, sols, sédiments, biote² :

- les analyses « spécifiques » visant à détecter et quantifier un PFAS donné. Une quarantaine de PFAS peut être analysée avec des limites de quantification désormais très faibles (2 ng/l) dans l'eau ;

¹ L'analyse des données disponibles montre des associations significatives entre l'exposition des populations humaines et des effets sur le système immunitaire, sur les équilibres métaboliques, sur le poids des bébés à la naissance ainsi qu'une exposition plus importante des nourrissons et des jeunes enfants par rapport à la population générale. Ainsi, l'analyse de risque effectuée par l'autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) montre qu'une proportion supérieure à 5% des jeunes sont exposés à des concentrations associées à des effets sanitaires. La cohorte française ELFE suivant les femmes enceintes montre que toutes les femmes enceintes analysées comportent des concentrations sériques quantifiables de PFAS.

L'étude Esteban (Étude longitudinale française depuis l'enfance), de Santé publique France, a analysé 17 PFAS dans le sérum de 249 enfants de 6 à 17 ans et de 744 adultes de 18 à 74 ans dans le cadre de la cohorte Elfe entre 2014 et 2016. Sept PFAS ont pu être quantifiés à plus de 40 % chez les adultes (6 chez les enfants). Parmi ces substances, le PFOA et le PFOS sont présents dans 100 % des échantillons. L'imprégnation aux PFAS, plus forte chez les hommes que chez les femmes, a pu être corrélée à l'âge, la faible aération des logements, la consommation d'œufs, de poisson et de lait, l'utilisation de produits de bricolage.

² Il n'existe pas de normes sur les mesures dans l'air ambiant

- les méthodes d'analyse « globales » permettent d'estimer la pollution globale en PFAS sans identification des substances de manière individuelle (exemples, le TOP Assay, EOF et AOF³).

La production, la mise sur le marché et l'utilisation du PFOS, du PFOA et du PFHxS sont interdites, sauf dérogation, ou restreints sous conditions par le règlement européen « POP ». Au titre du règlement européen « REACH », le PFOA et son sel d'ammonium sont listés en tant que « substances extrêmement préoccupantes ». Des restrictions REACH portant sur l'ensemble de la classe des PFAS visant de larges domaines d'utilisation sont proposées.

[La directive européenne du 16 décembre 2020](#) (DEDCH) relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine fixe des teneurs maximales à respecter d'ici janvier 2026 pour les eaux potables pour le total des PFAS (0,50 µg/l) ou pour la somme de 20 PFAS listés (0,10 µg/l). Cette directive a fait l'objet d'un arrêté ministériel du 30 décembre 2022 reprenant ces teneurs pour l'eau potable.

La [Loi du 27 février 2025](#) visant à protéger la population des risques liés aux PFAS prévoit, entre autres, des interdictions pour des applications du quotidien⁴ qui font partie des principales sources de contamination par les PFAS les plus toxiques dans l'environnement, ceux de chaînes comprises entre 6 et 13 atomes de carbones perfluorés. Ces PFAS sont rejetés notamment via les stations d'épuration qui éliminant peu ou pas les PFAS,

[L'arrêté ministériel du 20 juin 2023](#) sur l'analyse des PFAS dans certaines ICPE soumises à autorisation (plusieurs milliers, en fonction de la nomenclature) a imposé aux exploitants d'établir la liste des substances PFAS produites, traitées ou rejetées dans l'eau par leurs installations, ainsi que des substances produites par dégradation, et à réaliser une campagne d'identification et d'analyses des 20 substances PFAS de la DEDCH sur chaque point de rejet. Seul le PFOS fait l'objet de fixation d'une norme de qualité environnementale européenne.

Il n'existe pas de réglementation européenne ni française portant sur les PFAS dans les sols, ni de critères de qualité des sols pour les PFAS.

Progresser dans la prise en compte des PFAS dans les études d'impact...

Toute étude d'impact devra envisager la possibilité de présence de PFAS, quitte à l'écartier rapidement si la prise en compte de ce risque est sans objet⁵ à l'issue d'une étude historique ou d'une expertise. En l'absence de cette prise en compte à ce jour, aucun retour d'expériences, bonnes ou mauvaises, ne peut être établi.

Cette prise en compte, même nouvelle, pourra s'appuyer sur les méthodes qui ont fait leurs preuves pour les autres polluants. En particulier, le dossier s'attachera

- à caractériser, selon les méthodes habituelles (études historiques...), le risque de présence de PFAS sur le site de projet ou dans les zones à aménager, à établir le cas échéant la situation des sols au regard de la pollution par les PFAS et à en estimer les risques environnementaux et sanitaires et les moyens de les éviter et de les réduire ;
- à identifier la liste des substances PFAS produites, utilisées (en tant que matière première, en tant que constituant de produits ou de substance intermédiaire dans le processus de production), traitées ou rejetées par le projet, ainsi que des substances pouvant être produites par dégradation ; cela inclut les déchets de traitement des rejets, comme les charbons actifs par exemple, les boues, les concentrats d'osmose inverse ou les eaux de régénération des résines échangeuses ;
- à mettre en œuvre une démarche ERC adaptée à ces substances, en privilégiant les mesures de réduction à la source (substitution des PFAS par des molécules ne présentant pas ou moins de risques environnementaux ou sanitaires, mise en œuvre des meilleures techniques disponibles, dont le « zéro rejet »...).
- à évaluer le risque résiduel et prévoir un suivi adapté aux spécificités des PFAS.

³ La méthode par oxydation TOPA (ou TOP Assay pour Total Oxidizable Precursors Assay) permet une analyse de l'ensemble des PFAS, par oxydation des précurseurs (PFAS dont certains carbones ne sont pas saturés en fluor), pour les transformer en PFCA (acides carboxyliques perfluorés) et PFSA (acides sulfoniques perfluorés) qui seront ensuite dosés. Deux autres méthodes consistent en un dosage du fluor organique extractible (EOF) ou adsorbable (AOF).

⁴ sauf pour les usages dits essentiels ou concourant à la souveraineté nationale. Ces interdictions ne concernent pas les produits simplement contaminés par des traces. Elles ne s'appliquent qu'à partir de concentrations résiduelles minimales fixées par décret.

⁵ Les principales activités concernées sont décrites sommairement dans le rapport Igedd de 2022 (cf. « Pour aller plus loin »). Les sites concernés par ce type de pollutions s'étendent à ceux qui peuvent avoir accueilli ce type d'activités, ou situés à l'aval hydraulique (bassin versant hydrologique ou aval hydrogéologique) ou dans la zone de retombée des fumées de ce type d'activités.

Quelles précautions adopter du fait des spécificités des PFAS ?

Les caractéristiques des PFAS créent des difficultés particulières que devra prendre en compte le maître d'ouvrage dans l'élaboration de son projet et de son évaluation environnementale :

- seules une quarantaine de substances parmi les milliers de PFAS sont susceptibles d'être analysées dans les eaux : les porteurs de projet ne pourront se contenter des seules analyses spécifiques pour établir leurs travaux, voire même des méthodes de mesures globales ; une approche méthodologique spécifique pourrait devoir être développée pour contourner cette difficulté ;
- leur forte persistance et leur faible biodégradabilité doivent conduire à analyser tous les risques de transfert de pollution entre les différents milieux et les éviter : transfert des effluents vers les boues d'épuration ; transferts des boues, des digestats et des composts vers les sols, l'air ou les eaux ; transfert des sols pollués vers l'air ; transferts des déchets et boues vers l'air en cas d'incinération ou de pyrolyse⁶... Le suivi de ces pollutions doit par ailleurs s'étendre à tous les compartiments pouvant être atteints (dont les sédiments), voire si besoin aux chaînes trophiques ;
- les pollutions historiques des nappes ou des sols ont été le plus souvent ponctuelles (à l'exception de pollutions possibles par les épandages), ce qui interdit des approches couramment utilisées pour identifier les pollutions de nappes diffuses (nitrates, pesticides...) ; l'analyse à l'échelle de bassins d'alimentation (par exemple, d'un captage, d'une zone de drainage...) sera souvent plus pertinente qu'à l'échelle de piézomètres ponctuels (lignes de courant⁷) ; les sites faisant l'objet d'entraînements répétés à l'usage des mousses anti-incendie conduisent à des pollutions durables des sols, si ces sites ne sont pas confinés ; il peut en être de même des sites ayant connu des incendies majeurs d'hydrocarbures ;
- Les pollutions des nappes ou des sols peuvent être liées à des accidents, phénomènes ponctuels dans le temps (incendies d'hydrocarbures) ; la caractérisation du risque de pollution d'une nappe sous un site aménagé devra prendre en compte le délai de transfert de la pollution entre le site de l'accident et celui étudié.
- Les connaissances sur les effets sanitaires des PFAS sont encore limitées ; les évaluations des risques sanitaires devront s'appuyer sur les données les plus récentes, et en présence de données insuffisantes, appliquer le principe de précaution et supprimer l'exposition à ces polluants.

Liens vers d'autres fiches :

- L'eau dans les dossiers soumis à évaluation environnementale
- Prélèvements en eau souterraine (forages, captages) : évaluation des impacts sur la ressource en eau et les milieux aquatiques
 - Prise en compte de 20 PFAS à compter du 1^{er} janvier 2026 ;
- Lutte contre les incendies d'équipements et aménagements - Besoins en eau et gestion des eaux post-événement
 - forte présence de PFAS dans la très grande majorité des émulsions utilisées pour les feux d'hydrocarbures, les feux industriels...
- Les schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) et la ressource locale en eau
- Prise en compte de l'eau dans les documents d'urbanisme et de planification territoriale (SRADDET, SCoT, PLU et PLUi)
- Réduction à la source de la consommation d'eau et des émissions de polluants dans les eaux
- Le raccordement des rejets d'activités non domestiques (industries, établissements hospitaliers...) aux réseaux publics d'assainissement
- Systèmes d'assainissement et stations de traitement des eaux usées urbaines
- Réduction à la source de la consommation d'eau et des émissions de polluants dans les eaux

⁶ Les études semblent montrer que la destruction totale des PFAS pourrait n'être assurée qu'à très hautes températures (1 400°C), au-delà de celles atteintes habituellement dans les incinérateurs (900°C à 1100°C).

⁷ Sur une nappe, les écoulements décrivent des courbes (les « lignes de courant »). L'eau et les substances qu'elle contient suivent sensiblement ces lignes de courant. L'ensemble des lignes de courant qui conduisent à un captage ou un drainage constitue leur aire d'alimentation, le « tube de courant » les alimentant, représenté de façon simplifiée sur les cartographies par la zone comprise entre les 2 lignes de courant les plus extrêmes alimentant ce captage ou ce drainage.

Pour aller plus loin :

- [Diaporama Mardis de la DGPR](#)
- [Plan d'action sur les PFAS](#)
- [Analyse des risques de présence de per- et polyfluoroalkyles \(PFAS\) dans l'environnement, rapport Igedd, décembre 2022](#)
- EFSA. 2020. Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. EFSA Journal.
- Santé Publique France. 2017. Imprégnation des femmes enceintes par les polluants de l'environnement en France en 2011. Volet périnatal du programme national de biosurveillance.
- [Imprégnation de la population française par les composés perfluorés](#). Programme national de biosurveillance, Esteban 2014-2016. Saint-Maurice : Santé publique France, septembre 2019. 58 p.
- [Fiches pratiques – Evaluation et gestion des PFAS \(Per et poly fluoroalkyls substances\), SFSE, 2023](#)
- [PFAS, des substances chimiques dans le collimateur - Anses](#)
- Evich, GM et al., 2022. Per and polyfluoroalkyl substances in the environment. Science 375, 512.