

RAPPORT PUBLIC

PER- ET POLYFLUOROALKYLÉS (PFAS), POLLUTION ET DÉPENDANCE : COMMENT FAIRE MARCHE ARRIÈRE ?

Interdire tous les rejets industriels, restreindre la production et l'utilisation des PFAS, en fonction de leurs usages, de leur diffusion et des alternatives.

Soutenir l'initiative de restriction proposée par cinq pays européens.

Traiter la dépollution.



**Rapport remis
au Premier Ministre
le 4 janvier 2024**

ABSTRACT DU RAPPORT

1. Face à de nombreuses complexités, faire avancer les connaissances

Connaissances chimiques :

Les premiers cas de pollution aux PFAS ont été identifiés à partir des années 1990, aux Etats-Unis puis dans certains pays européens, tels que l'Italie, la Belgique et la Suède. À cette époque, l'état de connaissances scientifiques relatif à ces substances est faible, si bien que les quelques exemples de pollutions massives aux PFAS et les révélations des effets toxiques de certaines substances apparentées PFAS n'entraînent pas une prise de conscience générale quant au problème.

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) a bien été saisie en 2009 pour déterminer la toxicité du PFOS et du PFOA (parmi un ensemble de substances potentiellement perturbatrices endocriniennes et reprotoxiques), mais ces deux molécules ne sont pas priorisées, parmi toutes les urgences écologiques et sanitaires auxquelles doivent faire face les autorités. En même temps est demandée à l'ANSES une campagne de mesures sur les eaux destinées à la consommation humaine, pour un ensemble de substances PFAS.

Les publications internationales devenant de plus en plus alarmistes, les méthodes pour quantifier les PFAS devenant de plus en plus précises, les analyses se multipliant sur la planète, la prise de conscience s'accélère.

Définir ce que sont les PFAS apparaît comme un premier écueil. La famille des PFAS représente une classe chimique aux structures moléculaires et aux propriétés et comportements divers. Le nombre exact de PFAS n'est pas connu : 256 (ce serait le nombre de PFAS produits industriellement), 4000, 5000 ou 14 000.

Il n'existe pas de définition ou de classification universelle pour définir ce qu'est un PFAS.

Recommandation 1 : Faire adopter par l'Union européenne :

- **Une définition large de la famille des PFAS : toute molécule contenant plus d'une liaison carbone-fluor**
- **Incluant 2 sous-familles : celle des monomères et celle des polymères.**

Il existe deux grandes catégories : les PFAS non-polymères et les PFAS polymères. La première difficulté repose sur le débat concernant qu'il convient, ou non, de traiter les uns et les autres comme un ensemble cohérent. Les polymères sont de grosses molécules obtenues par assemblage de plusieurs dizaines de molécules contenant du fluor, le cas échéant des PFAS non-polymères.

Les connaissances scientifiques sur la famille des polymères restent partielles concernant

- Leur cycle de vie,
- Leur possible/probable dégradation en PFAS monomères,
- Leurs effets sanitaires.

Recommandation 2 : Améliorer les connaissances sur les polymères.

Un sujet préoccupant de santé publique : quelle est l'importance de leur toxicité ?

A l'heure actuelle, les connaissances scientifiques sur l'ensemble des molécules PFAS restent limitées. Seulement quelques PFAS ont été étudiés (PFOA, PFOS, etc.) parmi les centaines existantes et leur niveau de toxicité pour l'Homme est important.

Un scientifique reconnu nous a signalé la toxicité importante des PFAS, dont certains occuperaient le haut du panier des perturbateurs endocriniens et pour lesquels les arguments en faveur de la toxicité des PFAS sont clairement plus solides que pour le glyphosate. Les PFAS sont des substances persistantes dont les valeurs sont assez stables dans le sang, alors que le glyphosate a une demi-vie courte.

De multiples études sur des sites très pollués ou en laboratoire ont permis de démontrer la toxicité de certains de ces composés PFAS (cancers, troubles hépatiques, diminution de la réponse immunitaire liée à la vaccination, diminution du poids et du périmètre crânien des nouveau-nés, infertilité...), mais ces effets varient en fonction du niveau d'exposition, de l'âge, du PFAS concerné. Ces informations restent limitées car elles restent centrées sur quelques PFAS parmi les milliers existants, et ne permettent pas de déterminer la prévalence de pathologies liée à l'exposition aux PFAS, ni même les effets engendrés par l'exposition cumulée à plusieurs PFAS ou à plusieurs substances chimiques préoccupantes, dont les PFAS.

Le programme ESTEBAN a montré que l'ensemble de la population française présente une imprégnation plus ou moins importante aux PFAS.

C'est pourquoi il faut renforcer la veille sanitaire vis-à-vis des produits chimiques (améliorer les connaissances sur les effets sanitaires, sur la prévalence des pathologies, sur les effets cocktails et l'exposome) en soutenant les programmes de biosurveillance actuellement menés à l'échelle européenne, avec l'étude PARC (200 partenaires européens, 400 millions de crédits), mais également à l'échelle nationale, avec l'étude Albane ou à l'échelle locale pour les « hotspots ».

Recommandation 3 : Améliorer la veille sanitaire vis-à-vis des produits chimiques et soutenir fortement les programmes de biosurveillance.

Cette méconnaissance explique le nombre limité de réglementations. Les PFAS ont de nombreuses propriétés et beaucoup sont mobiles, ils se retrouvent dans tous les milieux, l'eau, l'air, les sols et contaminent la chaîne alimentaire et l'Homme. Certaines matrices, telles que les sols ou l'air, ne font l'objet d'aucune réglementation car il n'existe pas encore de méthode d'analyse ou d'outils de prélèvement harmonisés pour permettre de détecter de manière fiable la présence de PFAS dans tous les milieux, ni d'en déterminer le seuil à partir duquel ils engendrent une toxicité.

Recommandation 4 : Établir rapidement des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) pour toutes les matrices.

Certains scientifiques considèrent que les seuils actuellement en vigueur sont trop élevés et obsolètes en l'état actuel des connaissances scientifiques notamment par rapport au seuil de 100 ng/L pour 20 PFAS dans les eaux destinées à la consommation humaine. En France, l'Anses avait établi, en 2017¹, une valeur sanitaire maximale de 75 ng/L pour le PFOA dans l'eau potable, avant l'apparition de nouveaux résultats scientifiques. Plus récemment, d'autres pays proposent des valeurs guides environnementales plus restrictives (sans que celles-ci ne soient contraignantes), à l'instar de l'organisme Santé Canada, qui propose de fixer un seuil de 30 ng/L pour la somme des concentrations de PFAS détectées dans l'eau potable², ou l'Agence fédérale de protection de l'environnement des Etats-Unis, qui propose un seuil de 4 ng/L pour le PFOA et de 2 ng/L pour le PFOS. Le Danemark dispose quant à lui d'une valeur guide de 2 ng/L pour la somme du PFOA, du PFOS, du PFNA et du PFHxS, et les Pays-Bas de 4 ng/L.

Recommandation 4 bis : Anticiper, dès maintenant, à la suite de publications scientifiques qui ne vont que se multiplier, un possible/probable abaissement progressif des VTR.

Connaissance sur la diffusion de la pollution :

Ces substances sont utilisées à grande échelle par les industriels dès les années 1950 en raison de leurs propriétés (stables, résistantes à l'eau, à la chaleur). Elles sont désormais omniprésentes dans notre environnement, à l'échelle mondiale. Le projet Forever Pollution mené par des dizaines de rédactions européennes a révélé la contamination de plus de 17.000 sites en Europe.

Ces composés chimiques se diffusent dans et grâce à toutes les matrices, eau, sols et air, et se propagent sur de longues distances (découverte en Arctique, dans les ours polaires et les oiseaux). Ils arrivent jusqu'à l'animal et à l'humain, et contaminent ainsi la chaîne alimentaire. Il est établi que ces substances compromettent la qualité des milieux.

D'origine anthropique, ils se déversent dans l'environnement par des rejets industriels des ICPE, stations d'épuration et centres d'incinération (rejets aqueux ou atmosphériques, boues d'épandage), se répandent par diffusion lors de l'utilisation de produits contenant des PFAS ou des substances qui se dégradent en PFAS (tels que les mousses anti-incendie, fortement utilisées sur les sites aéroportuaires, les produits déversés sur les cultures, le fart des skis) et par les déchets en contenant également (objets électroniques, textiles, dispositifs médicaux, peintures...).

Certains sites peuvent atteindre des concentrations en PFAS que les experts considèrent comme « dangereuses pour l'Homme » lorsque l'exposition aux substances dure dans le temps. Le Forever Pollution Project, après échanges avec des experts, qualifie des sites de « hotspots » pour des contaminations dépassant 100 ng/l dans les eaux.

¹ Anses, « Avis relatif à l'évaluation des risques sanitaires d'alkyls per- et polyfluorés dans les eaux destinées à la consommation humaine », 21 décembre 2017.

² Santé Canada, « Objectif pour la qualité de l'eau potable au Canada », 12 avril 2023.

Face à une pollution diffuse et des sources de pollution ponctuelles multiples, l'état des lieux des sources de pollution reste incomplet. Pour tenter d'enrayer ces cycles et de limiter les pollutions qu'ils engendrent, une série de réglementations aux niveaux international/européen, national et local doit être mise en place.

Il est donc essentiel de dresser un état des lieux exhaustif de toutes les pollutions aux PFAS (dans toutes les matrices, ainsi qu'en matière de hotspots) et de les graduer, et de renforcer notre compréhension de la diffusion des pollutions.

Recommandation 5 : Dresser un état des lieux exhaustif de toutes les pollutions aux PFAS.

Recommandation 6 : Mieux comprendre la diffusion pour mieux lutter contre la pollution.

Le nombre des PFAS observés a constamment augmenté. Depuis les années 2000, les analyses ont recherché 1 PFAS (le PFOA), puis 4, puis 20, puis 20+4. Le Danemark souhaiterait en surveiller 70.

Pour surveiller la qualité des milieux et les usages liés, des concentrations maximales en PFAS ont été fixées au niveau européen, applicables dans l'ensemble des Etats membres. Dans les eaux destinées à la consommation humaine, à compter de janvier 2026, les autorités sanitaires devront s'assurer que la concentration de PFAS ne dépasse pas les teneurs maximales fixées à 500 ng/L pour le total des PFAS, ou 100 ng/L pour la somme des 20 PFAS listés. C'est cette deuxième option qui a été retenue pour la transposition en droit français. Dans les eaux de surface, une valeur limite en PFOS applicable en 2027 est fixée à 0,65 ng/L. En France, en complément, est intégré au contrôle de l'état des masses d'eau la surveillance des 20 PFAS applicables aux EDCH, dans les eaux souterraines, et la surveillance de cinq PFAS dans les eaux de surface, et d'un dans le biote aquatique et dans les sédiments.

La complexité de ces normes est multiple :

1. Elles ne concernent qu'une infime partie des PFAS présents dans notre environnement, même si elles ciblent au moins pour partie des PFAS les plus fortement identifiés.
2. Les sources d'émission de ces PFAS sont nombreuses, pour beaucoup mal connues et mal surveillées (rejets industriels aqueux ou gazeux, boues d'épandage, déchets de produits finis, activité humaine, notamment essais avec des mousses anti-incendie, peintures, activité médicale...). La seule certitude est qu'elles proviennent toutes d'activités humaines.
3. En l'état actuel des connaissances scientifiques, et comme nous l'a démontré la gestion de la crise au niveau de Lyon, il n'existe pas encore d'outils et de méthodes de détection et d'analyse harmonisés des PFAS dans toutes les matrices. La métrologie n'est pas stabilisée et n'existe pas pour toutes les matrices. Trop peu de laboratoires sont accrédités et ils n'arrivent pas à faire face à la demande croissante d'analyse. C'est pourquoi il est encore difficile d'adopter des réglementations et des normes de qualité à l'encontre de ces substances dans certains milieux.

4. En l'état actuel des connaissances scientifiques des PFAS, des limites de qualité ont pu être définies, à l'échelle internationale ou européenne pour l'eau. Pour les autres milieux, il n'existe aucune norme de qualité environnementale harmonisée.

Recommandation 7 : Améliorer et stabiliser la métrologie pour toutes les matrices.

Recommandation 8 : Interdire les rejets industriels et établir des normes de qualité environnementale.

Concernant les réglementations en vigueur, de nombreuses limites atténuent l'effectivité de ces mesures : l'initiative réglementaire principalement européenne, les nombreuses dérogations, l'action molécule par molécule qui ne permet pas de prendre en compte les milliers de PFAS existants et n'est pas réaliste à cette échelle, l'état des connaissances scientifiques encore faible, l'absence d'outils et de méthodes fiables et harmonisées pour détecter et analyser la présence de PFAS dans certains milieux, les nombreuses sources d'émission, mal connues et mal surveillées, et la complexité des parcours de ces molécules....

2. REACH : restreindre et arrêter la production et l'utilisation des PFAS

L'objectif est, d'une part, de limiter les émissions de PFAS par la restriction de leur production, de leur utilisation et des rejets industriels, et d'autre part de surveiller l'état chimique des milieux en fixant des concentrations maximales de PFAS à ne pas dépasser et de définir des limites sanitaires à différentes expositions humaines.

En matière de limitation des émissions, trois PFAS font spécifiquement l'objet de restrictions et d'interdictions : le PFOS, le PFOA et le PFHxS, ainsi que leurs sels et leurs dérivés. A l'échelle internationale, la production et l'utilisation du PFOS sont restreintes, tandis qu'elles sont interdites dans l'ensemble des pays de l'Union européenne. La production, l'utilisation, l'importation et l'exportation du PFOA et du PFHxS sont interdites, tant à l'échelle internationale qu'à l'échelle européenne. Un certain nombre de dérogations sont cependant prévues. Depuis le 23 février 2023, il est interdit, au niveau européen, de mettre sur le marché et d'utiliser des PFAS acides carboxyliques avec une chaîne de 9 à 14 atomes de carbone. Plusieurs PFAS sont également identifiés comme substances extrêmement préoccupantes (SVHC) et sont soumises à une procédure d'autorisation, dans le but de garantir une surveillance tout au long de leur cycle de vie et leur remplacement progressif par des substances moins dangereuses.

Il existe trois grandes catégories d'usages de PFAS : l'utilisation des PFAS pour produire d'autres substances (polymères... comme matières premières ou comme auxiliaires des processus de production), l'utilisation des PFAS dans les systèmes industriels (joints, isolants de câbles électriques etc.), l'utilisation des PFAS directement dans les produits de consommation et biens d'équipements notamment domestiques (emballages, textiles etc.).

Les PFAS sont présents dans de nombreux produits de la vie quotidienne et dans les usages professionnels diffus (poêles anti-adhésives, emballages alimentaires, textiles, cosmétiques, dispositifs médicaux et médicaments, peintures, mousses anti-incendie, batteries,

pesticides...). L'ECHA met en avant 15 secteurs majeurs d'utilisations (gaz fluorés, textile, matériaux, emballages alimentaires, produits de consommation, produits phytosanitaires, médicaments etc.) et une production de PFAS annuelle estimée entre **117 000 tonnes** et **396 000 tonnes en 2020**.

A l'heure actuelle, il est difficile d'établir une liste exhaustive de tous les usages. La proposition de restriction portée par les cinq pays européens et la consultation mise en place par l'ECHA ont mis en exergue de nombreux usages, néanmoins, il est important de mentionner que de nombreuses entreprises découvrent qu'elles utilisent des PFAS. Il n'existe pas de mécanisme obligeant les fournisseurs à mentionner qu'ils utilisent ou qu'ils ont mis des PFAS dans leurs produits (ex des résines).

Recommandation 9 : Obligation d'information concernant l'utilisation des PFAS.

La proposition de restriction REACH portée par cinq pays européens (Allemagne, Danemark, Pays-Bas, Suède et Norvège) est un projet de restriction sur la famille des PFAS. Le but de cette proposition est de restreindre l'ensemble de la famille des PFAS plutôt que de travailler substance par substance. Cette proposition de restriction se base sur la définition de PFAS proposée par l'OCDE et inclut toutes les substances qui contiennent au moins un groupe méthyle (-CF₃) ou méthylène (-CF₂) entièrement fluoré. Cette définition inclut notamment les fluoropolymères et les polymères à chaînes latérales fluorées.

Pourquoi un règlement européen ?

Il est essentiel d'avoir une réglementation au niveau européen ou international. En effet, comme le montre le précédent du Bisphénol A, une interdiction au niveau français n'empêche pas totalement en pratique, du fait de la libre circulation des marchandises dans le cadre du marché unique européen, une introduction sur le marché français de conserves fabriquées dans d'autres États membres et contenant du Bisphénol A. Par ailleurs, sur un sujet aussi complexe et multiple, les décisions et évolutions réglementaires nécessitent une expertise multiple et approfondie, que seul le niveau européen a une chance de pouvoir mobiliser. L'ANSES travaille ainsi en réseau avec des structures homologues d'autres pays, pour partager les informations, résultats, veilles... Les scientifiques travaillent eux-aussi en s'appuyant sur des échanges internationaux pour partager connaissances et pratiques.

Les conditions de restrictions concernées par la démarche engagée sont les suivantes : interdiction de fabrication, de mise sur le marché et d'utilisation, interdiction des PFAS en tant que tel et en tant que constituants d'autres substances. Cette proposition de restriction interdirait les PFAS mais proposerait également plusieurs possibilités de dérogations en fonction des usages : une dérogation de 5 ans pour les alternatives qui sont encore en développement mais pas encore disponibles et une de 12 ans pour les secteurs pour lesquels l'identification, le développement et la certification des alternatives sont nécessaires. Pour trois secteurs sont proposées des dérogations dites « illimitées dans le temps » car ils sont encadrés par d'autres législations : il s'agit des principes actifs des produits phytosanitaires, des principes actifs des biocides et des principes actifs des médicaments (les co-formulants sont compris dans le projet de restriction au titre de REACH).

Au vu du calendrier proposé par l'ECHA, une restriction des PFAS n'aura pas lieu avant l'année 2027-2028, et il apparaît que le processus de décision réglementaire ne peut être formellement enclenché que sur la base du résultat complet des travaux conduits sous l'égide de l'ECHA. Par contre, ce processus nécessitera un travail préparatoire spécifique, à partir des analyses et conclusions de l'ECHA. Il est dès lors fort souhaitable que l'ECHA puisse publier le résultat de ses travaux et projets de conclusions, usage par usage, de façon intermédiaire, en fonction des priorités qu'elle se sera données. Cette question de méthode a été discutée par les 2 comités mobilisés par l'ECHA en novembre 2023. L'ECHA discute avec les cinq États d'un plan commun pour évaluer au mieux la proposition, ce plan sera rendu public quand il aura été défini (communiqué ECHA du 7 décembre).

Au fil des années, et des premières restrictions et des contraintes réglementaires qui se focalisent sur un seul PFAS, on a observé une substitution des molécules PFAS par d'autres molécules PFAS dans les processus industriels. Dans la plupart des cas, ces substitutions sont tout aussi dangereuses que les PFAS d'origine. Il est donc essentiel de mettre en place une réglementation pour la famille entière des PFAS. Arkema illustre l'inventivité des chimistes, qui se renouvellent au fur et à mesure des réglementations qui ciblent un seul PFAS.

Recommandation 10 : Arrêter la production et l'utilisation des PFAS en soutenant l'initiative de restriction des cinq pays européens.

Insister pour obtenir de l'ECHA des données intermédiaires dès 2024.

Recommandation 10 bis : En l'absence d'avancée européenne, la France peut proposer la restriction de certains usages (fart, cosmétiques, textiles d'habillement, emballages alimentaires, papier carton).

Le projet de restriction s'appuie notamment, pour prévoir des dérogations, sur la distinction entre usages essentiels et usages non essentiels et sur l'existence ou non d'alternatives. Au niveau européen, il n'existe pas de définition pour distinguer ces deux types d'usages. L'ECHA est en train d'établir la liste des secteurs et usages où il n'y a pas d'alternatives pertinentes et qui auraient donc le droit à une dérogation et la liste des secteurs et usages où des alternatives existent déjà ou sont en cours de commercialisation et n'auraient pas de dérogation.

Certains secteurs se disent prêts à arrêter l'utilisation et la mise en œuvre des PFAS comme les cosmétiques. Il existe également les secteurs où des alternatives sont déjà existantes au moins pour la plupart des usages, comme les papiers/cartons d'emballage destinés au contact avec les denrées alimentaires.

Une distinction est également importante à prendre en compte : celle entre les usages contenus sous réserve d'une gestion appropriée de la fin de vie des produits (batteries, dispositifs technologiques spécifiques) et les usages diffus (fart des skis, textiles, produits phytosanitaires, ...).

Recommandation 11 : Distinguer l'essentiel du superflu et prendre des décisions rapides concernant le superflu.

Il est crucial d'explorer des alternatives pour remplacer les PFAS, compte tenu de leur large éventail d'applications. Certains PFAS ne pourront pas forcément être remplacés par une substance unique, et différentes options alternatives devront être identifiées pour chaque utilisation spécifique.

Il est également important de mentionner que les alternatives des PFAS doivent répondre à différents enjeux et notamment un enjeu d'efficacité (textiles professionnels pour les pompiers), et de fiabilité. Pour certains usages, ces performances se traduisent par des agréments, autorisations... au terme d'une procédure parfois longue et lourde (autorisations de mise sur le marché de médicaments, sécurité aéronautique...). Les industriels mettent en avant le temps et le travail nécessaire avant de pouvoir utiliser des produits dont on changerait les spécifications techniques et les caractéristiques.

RECOMMANDATION 12 : Encourager fortement le développement des alternatives par la prise de conscience par les industriels de la sortie programmée de l'utilisation des PFAS. Après l'entrée en vigueur des interdictions, instaurer un contrôle strict des importations pour garantir des produits sans PFAS.

3. La gestion de crise dans le Rhône suite à la révélation de la pollution par l'équipe de journalistes Vert de Rage

Il nous a paru important de revenir sur la gestion de cette crise qui peut servir si de nouveaux sites de pollution étaient découverts en France.

L'émotion de la population a été forte suite à la découverte de concentrations importantes dans le fleuve Rhône, dans les sols, dans certaines denrées alimentaires... et dans le lait maternel des femmes.

Pour le Préfet, il est apparu très rapidement que le sujet était interministériel et qu'il nécessitait une mobilisation forte des différents services de l'État au niveau départemental et au niveau régional, des ministères et des établissements publics au niveau national. De nombreuses actions ont été prises par la préfecture en lien avec la DREAL, l'ARS, la DRAAF et la DDPP afin de stopper la pollution et d'analyser la contamination des différentes matrices autour de la plateforme industrielle.

Dans le cadre de la mission, j'ai souhaité mettre en place un groupe PFAS-Rhône réunissant l'ensemble des parties prenantes afin de recueillir les différentes difficultés auxquelles ils ont été confrontés.

La principale difficulté des représentants locaux de l'État a été de trouver des réponses scientifiques et techniques auprès de leur direction générale et des agences.

Recommandation 13 : Mise en place d'une « task force » nationale.

Recommandation 14 : Associer les citoyens et les collectifs.

La principale difficulté des élus a été d'accéder à des informations compréhensibles pour répondre aux inquiétudes de la population et apporter des réponses face à un problème extrêmement complexe et à des connaissances scientifiques limitées.

Recommandation 15 : Application d'une transparence totale concernant la pollution.

Recommandation 16 : Communication compréhensible et pratique envers la population, les élus et les administrations.

Suite à la révélation de la pollution sur plusieurs sites français, le Gouvernement n'a pas attendu de décisions européennes pour agir afin d'identifier et mettre fin aux pollutions, grâce à l'adoption de son plan d'action ministériel PFAS en janvier 2023 et d'un arrêté du 20 juin 2023 visant à surveiller les rejets aqueux d'environ 5 000 ICPE susceptibles de produire ou utiliser des PFAS. Par ailleurs, a été engagé un recensement des sites d'entraînement à l'usage de mousses anti-incendie. Grâce à cela, la France va disposer d'un recueil de données lui permettant de mieux appréhender l'état de contamination en France à partir des sources ponctuelles identifiées. Il en ressort que, pour l'heure, aucun autre cas de pollution comparable au site de Pierre-Bénite n'a été détecté.

4. La dépollution

La question de la fin de vie des PFAS reste entière.

S'il est possible de traiter les matrices polluées par « transfert de phase³ », il est important de mentionner qu'aucun des procédés de traitement examinés dans le rapport ne permet une destruction directe des PFAS dans le milieu pollué.

Au final, les PFAS devront être confinés ou détruits par incinération.

Il existe plusieurs technologies de dépollution des PFAS pour différentes matrices. Les technologies pour la dépollution de l'eau sont les suivantes : les charbons actifs, les résines échangeuses d'ions, les procédés d'osmose inverse par membranes.

Tout comme pour l'eau, il existe plusieurs manières de traiter la dépollution des sols⁴ tels que la couverture et l'isolation, le confinement hydraulique du site, l'excavation et l'élimination, l'excavation et désorption thermique *ex situ* ainsi que la sorption et la stabilisation.

Comment gérer les différents déchets finaux et condensats de PFAS issus de la fabrication de PFAS, des unités de dépollution ou encore les PFAS contenus dans les boues d'épuration?

L'incinération des déchets contenant des PFAS est actuellement considérée comme l'option de traitement la plus efficace pour détruire des PFAS. Néanmoins, l'incinération des produits

³ Générations Futures.

⁴ Contribution écrite de l'UPDS.

PFAS peut entraîner une diffusion atmosphérique de la pollution si la température de traitement est trop basse⁵. De leur côté, les déchets électroniques qui brûlent peuvent former des fumées toxiques qui incluent des PFAS.

Recommandation 17 : Créer une filière de traitement PFAS et soutenir la recherche pour trouver des moyens de destruction des PFAS moins coûteux et bien adaptés aux spécificités des PFAS.

La dépollution exige :

- La mise en place d'une filière Responsabilité Élargie des Producteurs « REP-PFAS » à travers la loi AGEC.
- La recherche d'un financement pour traiter la pollution historique.

Le coût total du traitement des eaux potables et usées pour éliminer les PFAS a été estimé à 238 milliards d'euros par an dans l'UE⁶.

A l'échelle nationale, le principe du pollueur-payeuro est devenu un des quatres principes généraux du droit de l'environnement en France grâce à la loi Barnier de 1995.

Plusieurs modalités d'application du principe du pollueur-payeuro peuvent être étudiées pour faire participer les industriels : une taxe environnementale, une compensation volontaire, une redevance, la consignation d'une somme ou encore le principe de l'avarie commune.

En parallèle, un « Fonds-PFAS » doit être créé pour financer les études et les analyses, et pour aider les collectivités à financer les solutions de dépollution des eaux destinées à la consommation humaine.

Recommandation 18 : Appliquer le principe du Pollueur-Payeuro en mettant en place une « REP » PFAS et en créant un fonds PFAS financé par les producteurs.

⁵ Société francophone de Santé et environnement, « PFAS per et poly fluoro alkyls substances - fiches pratiques », novembre 2023.

⁶ European Environmental Bureau, « Policy Briefing: Toxic Tide rising : time to tackle PFAS - National approaches to address PFAS in drinking water across Europe », 2023.

PROPOSITION POUR UNE FEUILLE DE ROUTE

1. Faire cesser URGEMMENT les rejets industriels des PFAS

Au niveau national, il est essentiel d'interdire tous les rejets industriels contenant des PFAS sans attendre de restriction européenne. L'arrêté ministériel du 20 juin 2023 oblige 5000 ICPE à surveiller les PFAS dans leurs rejets aqueux. **Il est proposé que cet arrêté soit complété rapidement par de nouveaux arrêtés ministériels pour interdire les rejets de PFAS en instaurant des échéances (3,6 ou 9 mois).**

L'interdiction des rejets industriels est une mesure prioritaire et facile de réalisation. L'exemple d'Arkema montre qu'il est possible de stopper les rejets de PFAS lorsqu'une interdiction est instaurée.

2. Recenser l'intégralité des sites pollués...

Sites industriels : poursuivre le plan gouvernemental en complétant la liste des 5000 ICPE à l'ensemble des structures susceptibles d'utiliser des PFAS.

Sites d'entraînement : établir un état des lieux des contamination des aéroports. Pour cela, il faut commencer par les 17 aéroports identifiés comme prioritaires, puis, en fonction des résultats obtenus, étendre les enquêtes. Accorder une attention particulière aux aéroports militaires et à leurs zones d'entraînement est également une priorité.

Stations d'épuration : établir un état des lieux des pollutions dans les stations d'épurations avec une analyse des PFAS dans l'eau entrante, l'eau traitée et les boues. Il faut prioriser les stations d'épuration à proximité des "hotspots" puis élargir aux autres stations d'épuration. Cela permettra également d'améliorer notre compréhension de la pollution

...En contrôlant les PFAS dans toutes les matrices

Eaux de surfaces et eaux profondes notamment l'eau potable : renforcer l'état des lieux des eaux profondes et les eaux de surface dans lesquelles on puise l'eau potable. Afin de restreindre au maximum la pollution dans l'eau et au regard des normes dans l'eau des autres pays européens (2 ng/L au Danemark pour 4 PFAS, 4 ng/L aux Etats-Unis pour le PFOA), il est nécessaire d'anticiper un abaissement de la norme de 100 ng/L pour 20 PFAS en Europe. De plus, la famille des PFAS est très large et à l'heure actuelle seulement 20 PFAS sont compris dans la norme pour l'eau et nous encourageons également à compléter cette liste de 20 PFAS à d'autres PFAS utilisés.

Denrées alimentaires : renforcer l'état des lieux des denrées alimentaires : poissons, différentes variétés de légumes et fruits) et dans les œufs des poulaillers domestiques.

Sols : renforcer les analyses sur les sols des jardins, des écoles, des crèches, des stades autour des sites industriels.

Certaines matrices comme l'air et les déchets n'ont pas de normes de qualité et il est primordial d'œuvrer pour **l'adoption de normes européennes pour les matrices qui n'en ont pas**. Il est également nécessaire d'élaborer des valeurs de référence pour le contrôle des transferts et mises en circulation des PFAS : eau d'irrigation, boues d'épuration, composts de déchets urbains, incinération de déchets ménagers, recyclages matières.

Concernant l'élaboration des normes et des **valeurs toxicologiques de référence** (VTR), la connaissance scientifique est nécessaire et nous encourageons l'ANSES à accélérer son travail en collaboration avec les autres agences européennes afin d'établir des normes européennes.

3. S'assurer de la destruction des stocks

Il est crucial de garantir l'élimination des réserves de certains produits renfermant des PFAS, particulièrement les mousses anti-incendie. Cette démarche implique l'élaboration d'une stratégie pour la gestion, la destruction des stocks de PFAS et l'évaluation des coûts associés, en fonction des enjeux identifiés.

4. Se désintoxiquer face à cette dépendance

Il est impératif d'intensifier fortement le développement des alternatives par la prise de conscience par les industriels de la sortie programmée de l'utilisation des PFAS.

Cela se traduit par la restriction des usages et par la proposition de restriction de la famille des PFAS déposée auprès de l'ECHA en janvier 2023. Il apparaît essentiel d'avoir

- Une réglementation qui a pour but de **restreindre de la famille des PFAS** plutôt que de travailler substance par substance.
- Une réglementation qui se base sur la définition de PFAS proposée par l'OCDE et qui inclut toutes les substances qui contiennent au moins un groupe méthyle ou méthylène entièrement fluoré (incluant les polymères fluorés et les polymères à chaînes latérales fluorés)
- Une réglementation européenne pour éviter que d'autres produits contenant des PFAS puissent être mis sur le marché français.

Le calendrier présenté par l'ECHA n'est pas précis et les résultats finaux sont attendus entre 2025 et 2026 et une restriction n'aura pas lieu avant l'année 2027-2028. Il est dès lors fort souhaitable que l'ECHA puisse publier le résultat de ses travaux et projets de conclusions, usage par usage, **avec des avis intermédiaires dès 2024**.

En l'absence d'avancée européenne, la France doit proposer la restriction de certains usages notamment le fart, la cosmétique, les textiles d'habillement ou encore les emballages alimentaires.

De plus, il est primordial de s'assurer de la mise en place de filières de traitement contrôlés pour les produits déchets de traitement saturés en PFAS (charbons actifs, concentrées effluents de régénération de résines échangeurs).

Après l'entrée en vigueur des interdictions, instaurer un **contrôle strict des importations pour garantir des produits sans PFAS**.

5. Traiter les pollutions historiques

La dépollution des PFAS a un coût important et le coût total du traitement des eaux potables et usées pour éliminer les PFAS a été estimé à 238 milliards d'euros par an dans l'Union européenne.

Il est essentiel de créer une filière de traitement PFAS et de soutenir la recherche pour trouver des moyens de destruction des PFAS moins coûteux et bien adaptés à leurs spécificités.

Pour cela, il est essentiel de mettre en pratique et d'appliquer le principe du pollueur payeur en mettant en place une filière à responsabilité élargie du producteur (REP) ainsi qu'un fond PFAS financé par les producteurs afin de financer les études, les analyses et permettre aux collectivités de financer les solutions de dépollution des eaux destinées à la consommation humaine.

Introduction

Le 10 mai 2022, une enquête journalistique a permis de révéler l'importance d'une pollution aux PFAS dans le sud-ouest de la Métropole de Lyon, provenant des activités industrielles de la Vallée de la Chimie. Des concentrations importantes de ces substances chimiques ont été détectées dans le Rhône, dans les sols, dans certaines denrées alimentaires et même au sein de l'organisme d'habitants de la commune de Pierre-Bénite (dans le lait maternel des femmes notamment).

Suite à ces révélations, j'ai immédiatement interpellé le Gouvernement à ce sujet. En janvier 2023, un plan d'action ministériel sur les PFAS a été mis en place afin d'identifier et de lutter contre ces pollutions, et d'informer la population sur cette problématique, ce que sont les PFAS, les risques pour la santé et pour l'environnement qu'ils engendrent, et les solutions mises en œuvre en réponse.

Le 5 juillet dernier, la Première ministre, Elisabeth Borne, m'a ainsi confié une mission gouvernementale sur ces substances chimiques pour une durée de six mois, auprès des ministères de la Transition écologique et de la Cohésion des Territoires, de la Santé et de la Prévention, de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire et de l'Industrie. L'objectif de ce rapport est d'actualiser et compléter le diagnostic de la situation en France (usages, contamination des milieux), de recenser la connaissance des imprégnations par les PFAS dans les différents milieux et d'étudier le caractère essentiel, ou non, de certains de ces composés pour des technologies cruciales pour la transition écologique.

Cette mission s'est effectuée à trois niveaux : international et européen, national et régional. 107 auditions ont été menées, des contributions ont été reçues, et des déplacements ont été effectués pour rencontrer les institutions et les acteurs européens.

Elle s'est réalisée avec l'appui de Monsieur Jean-Philippe Torterotot, inspecteur général de l'environnement et du développement durable, d'Albane Suaudeau et de Karin Kamalanavin, collaboratrices parlementaires.

La pollution aux PFAS est un sujet de santé publique préoccupant.

Dans les mois et années à venir, nous pouvons craindre que de nouvelles découvertes apportent à cette problématique une gravité encore plus importante.

Ce travail n'est pas exhaustif.

- Il ambitionne de présenter une vision globale et actualisée de l'exceptionnelle complexité de cette pollution, d'illustrer la lente prise de conscience de la problématique, de rendre compte des difficultés rencontrées concernant les connaissances disponibles, la métrologie, les normes applicables à l'heure actuelle et le faible niveau de réglementations encadrant ces substances chimiques.
- Il souhaite également inciter à élaborer un état des lieux représentatif des pollutions dans les différents milieux, dans les différentes matrices.
- Enfin, il veut soutenir les solutions visant à interdire, du moins restreindre, l'utilisation de ces composés en fonction de leurs usages dans le cadre d'une démarche nouvelle, seule à même de répondre aux enjeux et spécificités liés aux PFAS, traiter des pollutions historiques et actuelles, et donc, pour cela, identifier un certain nombre d'efforts et d'investissements collectifs pour y répondre.

Sommaire

1. L'exceptionnelle complexité de la problématique PFAS	22
A. Complexité chimique des PFAS	22
1) Définition des PFAS	22
2) Classification des PFAS	22
3) La famille des PFAS non-polymères	24
4) La famille des PFAS polymères	29
5) Propriétés des PFAS	32
6) Dégradation des PFAS	34
B. Complexité de la pollution diffuse et persistante	36
1) Limiter les émissions de PFAS par la réglementation	37
2) Comprendre la diffusion des PFAS dans les différentes matrices	43
3) Identifier, surveiller et réduire les pollutions dans différents milieux et dans les usages associés	46
C. Complexité d'une toxicité chronique	50
1) Les effets sanitaires liés aux PFAS	50
2) Les principales sources d'exposition	52
3) Les valeurs actuellement fixées	53
4) Les études de biosurveillance menées par la France	55
5) La complexité du problème de la toxicité des PFAS57D. Complexité des usages et des « joueurs » innombrables	61
1) La production des PFAS	61
2) La quantité produite de PFAS	61
3) Les usages par secteur	59
2. Un problème identifié de longue date, mais dont l'urgence et la gravité ont été « sous-estimées »	72
A. L'émergence de la problématique dans le monde	72
B. Une lente prise de conscience	72
3. Les organismes chargés de la surveillance, les décisions et les mesures prises	80
A. Au niveau mondial	80
B. Au niveau européen	81
C. Au niveau français	86
D. Au niveau local	91
E. Exemple de la gestion de la crise dans le Rhône	93
1) L'annonce de la pollution	93
2) La mobilisation des autorités	93
3) Les décisions prises	94
4) Les inquiétudes (élus, habitants, pêcheurs, agriculteurs,...)	102
5) La mobilisation des collectifs, associations et organisations	102
6) Les études épidémiologiques	103
7) Les conclusions du groupe « PFAS Rhône »	101
4. Les différentes réponses pour « aller plus vite, plus loin, plus fort » (18 recommandations)	106
A. Faire avancer l'état de connaissance de la problématique	106
1) Connaissances scientifiques	106

2) Veille sanitaire, toxicité, pathologies émergentes et imprégnation de la population	107
3) Pouvoir disposer de normes	108
B. Soutien à la restriction REACH : « couper le robinet »	109
1) La proposition de restriction de la famille des PFAS	109
2) Les alternatives aux PFAS	112
a) Les alternatives pour les industriels	114
b) Les alternatives pour les consommateurs	115
c) Définir un usage essentiel d'un usage non essentiel	118
C. Répondre aux inquiétudes légitimes des Français	119
1) Identifier et quantifier la pollution	119
2) Mesurer l'imprégnation	133
3) Exemples de mise en place d'actions spécifiques	133
4) Coordonner et associer les citoyens	134
5) Informer	134
D. La dépollution, quel futur ?	137
1) La dépollution de l'eau	137
2) La dépollution des sols	139
3) Le traitement des déchets contenant des PFAS	140
4) Le coût de la dépollution	142
5) Les responsables financiers de la dépollution	141
5. LISTE DES 18 RECOMMANDATIONS	147
6. Lettre de mission	154
7. Liste des acronymes	157
8. Liste des organismes et experts rencontrés	160
9. ANNEXES	166
Annexe 1 : Campagnes nationales ou européennes d'analyses et de suivi concernant les rejets et émissions de PFAS, la contamination et l'imprégnation	166
Annexe 2 : Teneurs maximales pour les PFAS dans les denrées alimentaires (annexe 1 du règlement n°2023/915 sur les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires)	175
Annexe 3 : Cartes présentant la contamination des nappes françaises aux PFOS, PFHxA et PFPeA	177
Annexe 4 : Tableau des principaux PFCA et PFSA	179
Bibliographie	180

1. L'exceptionnelle complexité de la problématique PFAS

A. Complexité chimique des PFAS

1) Définition des PFAS

Les PFAS (Per and Poly fluoro Alkyls substances, composés alkylés per- et polyfluorés, ou encore per- et polyfluoroalkyls) sont des molécules chimiques contenant une chaîne, plus ou moins longue, d'atomes de carbone sur lesquels sont fixés des atomes de fluor (voir la définition de l'OCDE, plus précise, ci-dessous). Leur formule générale est C_nF_{2n+1} . Elles sont toutes issues de l'industrie chimique, et n'existent pas « à l'état naturel » dans le milieu.

Ce sont les liaisons carbone-fluor qui confèrent aux PFAS des propriétés très recherchées dans l'industrie et dans les usages du quotidien : résistance à l'eau, à l'huile, à la chaleur ou à la dégradation. C'est également pour cela que ces composés chimiques sont très peu dégradables une fois dans l'environnement, où ils ne se transforment qu'en d'autres PFAS. Ces molécules sont également, mais improprement, appelées « Forever Chemicals » ou « Produits chimiques éternels ».

Problématique

En 2018, l'OCDE définit les PFAS comme « des substances fluorées qui contiennent au moins un atome de carbone méthyle ou méthylène entièrement fluoré (sans atome H/Cl/Br/I attaché), c'est-à-dire qu'à quelques exceptions près, toute substance chimique contenant au moins un groupe méthyle perfluoré (-CF₃) ou un groupe méthylène perfluoré (-CF₂-) est un PFAS »⁷.

La définition proposée par l'OCDE est large et englobe un nombre de composés chimiques important, notamment les polymères (fluoropolymères, polymères à chaîne latérale fluorée).

Dans la littérature scientifique, nous observons une absence de consensus autour de la définition des PFAS. En effet, certains scientifiques ou certains États considèrent que les polymères, notamment les fluoropolymères et les polymères à chaîne latérale fluorés, ne doivent pas être traités avec les autres PFAS au sein d'une même « famille », en considération de leur différence de comportement physico-chimique et/ou de leur toxicité.

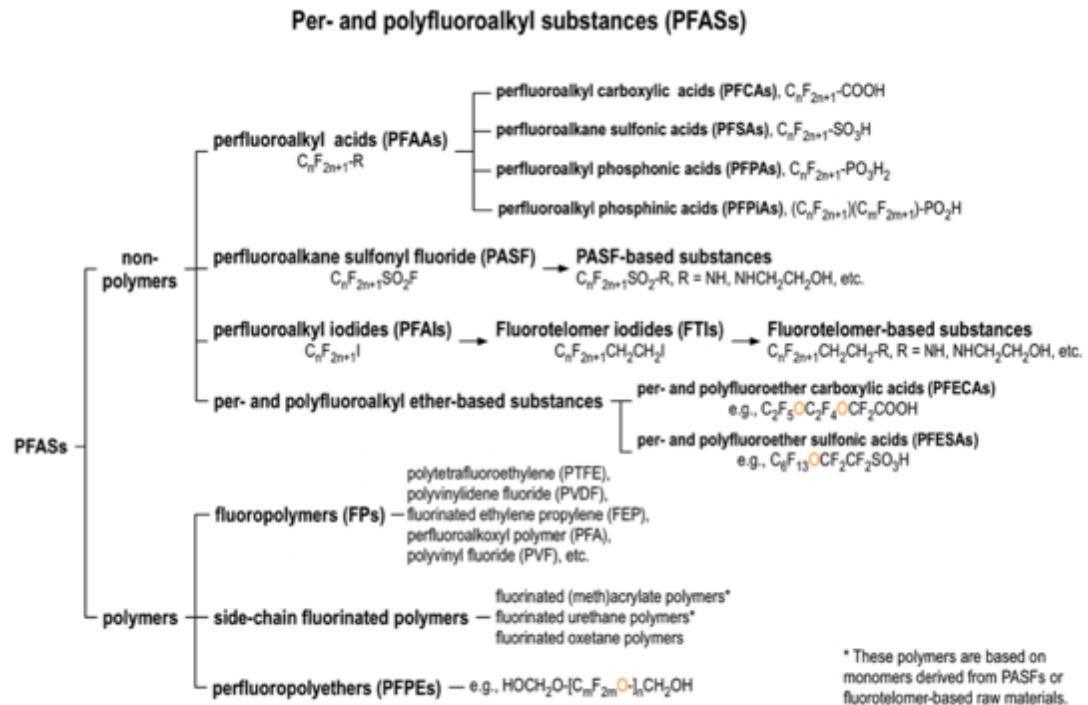
2) Classification des PFAS

Dans son rapport publié en 2021, l'OCDE précise que les PFAS représentent une classe chimique aux structures moléculaires et aux propriétés physiques, chimiques et biologiques diverses, qu'il est essentiel de prendre en compte cette diversité et de la communiquer de manière claire, spécifique et descriptive.

⁷ Organisation de coopération et de développement économique (OCDE), « Reconciling Terminology of the Universe of Per- and Polyfluoroalkyl substances:Recommendations and Practical Guidance », Juillet 2021.

A l'heure actuelle, il n'existe pas de système de catégorisation ou de regroupement unique. L'OCDE propose une classification des différentes familles (OCDE, 2021)⁸ et opère une première distinction entre les PFAS non-polymères et les PFAS polymères. Le fait qu'il n'existe pas de catégorisation unique de la famille des PFAS complexifie également la compréhension du sujet.

Proposition de classification des PFAS par l'OCDE⁹



Source : OCDE, « Reconciling Terminology of the Universe of Per- and Polyfluoroalkyl substances : Recommendations and Practical Guidance », juillet 2021.

Compte tenu de la grande complexité et de la diversité des PFAS, il peut être difficile de les caractériser et de les classer sur la base de leurs structures chimiques d'une manière cohérente et homogène, en particulier pour les non-experts. Ainsi, l'OCDE, dans son rapport publié en 2021, propose un système pour la caractérisation systématique des différents PFAS sur la base des caractéristiques de la structure moléculaire.

⁸OCDE, « Reconciling Terminology of the Universe of Per- and Polyfluoroalkyl substances:Recommendations and Practical Guidance », juillet 2021.

⁹OCDE, « Working towards a global emission inventory of PFAS : focus on PFCA status quo and the way forward », 2015.

Tableau classification des PFAS

Table 3. Examples using the proposed characterization system.

	Possible elements to be considered	Example 1: Linear PFAs	Example 2: PFOA precursors	Example 3: ADONA	Example 4: 6:2 FT-acrylate polymer	Example 5: PTFE with –COOH on each end
Fluorinated carbon chain (A)	alkyl vs. alkylether	Alkyl	Alkyl	Alkylether	Alkyl	Alkyl
	perfluoro polyfluoro vs.	Perfluoro	Perfluoro	Polyfluoro	Perfluoro	Perfluoro
	linear vs. branched vs. cyclic	Linear	Linear + Branched	Linear	Linear	Linear
	saturated vs. non-saturated	Saturated	Saturated	Saturated	Saturated	Saturated
	polymeric vs. non-polymeric	Non-polymeric	Non-polymeric	Non-polymeric	Non-polymeric	Polymeric
	chain length	1–20	>=7 (in the case of when A and B connects via a carbon atom); >=8 (in the case of when A and B connects via other atoms other than a carbon atom)	6 + 2O	6	XX
Non-fluorinated functional group (B)	types and structures of functional groups	1,3 COOH	2 Reactive groups	1,3 COOH	2,5 CH ₂ CH ₂ –R – possibly n:2 fluorotelomers	1,3 COOH
	polymeric vs. non-polymeric	Non-polymeric	Non-polymeric; polymeric	Non-polymeric	Polymeric	Non-polymeric
Connection between A and B	How are fluorinated carbon chain(s) connected with non-fluorinated carbon chain(s)?	1:1	1:1	1:1	n:1	1:2

Source : OCDE, « Reconciling Terminology of the Universe of Per- and Polyfluoroalkyl substances:Recommendations and Practical Guidance », juillet 2021.

Ainsi, nous observons une grande complexité de classification de la famille des PFAS.

Dans la plupart des classifications scientifiques de cette famille, une première distinction est faite entre la famille des non-polymères et la famille des polymères.

3) La famille des PFAS non-polymères

Les PFAS non polymériques se composent de deux catégories : les **perfluoroalkylés** et les **polyfluoroalkylés**.

Les substances perfluoroalkylées sont des molécules pour lesquelles l'ensemble des atomes de la chaîne carbonée, hors groupe fonctionnel, sont reliés à des atomes de fluor : plus précisément, pour tous ces atomes de carbone, tous les atomes d'hydrogène sont remplacés par des atomes de fluor. La chaîne carbonée peut être reliée à un groupe fonctionnel acide (sulfonique, carboxylique, Phosphonique), sulfonamide, aldéhyde attaché à une extrémité.



Source : Sarah Berns, Théo Ciccia, Ludovic Faravel, Dr.

Ophélia Gestin et Léa Tison, « exemple de PFAS à chaîne carbonée longue PFOA », juillet 2023.

La plus grande famille de perfluoroalkylés est la famille des perfluoroalkylés acides (PFAA). Les PFAA comprennent 2 classes distinctes de substances : les perfluoroalkylés acides carboxyliques (PFCA) et les perfluoroalkylés acides sulfoniques (PFSA). La structure chimique des PFCA et des PFSA est identique, la seule différence réside dans le groupe fonctionnel attaché à l'extrémité (carboxylate pour les PFCA et sulfonate pour les PFSA). Les atomes de fluor sont attachés à tous les atomes de carbone sauf un, où se situe le groupe fonctionnel¹⁰.

L'acide perfluorooctanoïque (PFOA) et le sulfonate de perfluorooctane (PFOS) sont deux substances chimiques appartenant à la famille des PFAA et sont celles de la famille des PFAS les plus utilisées historiquement et les plus étudiées.



Source : Sarah Berns, Théo Ciccia, Ludovic Faravel, Dr. Ophélia Gestin et Léa Tison, « exemple de PFAS à chaîne carbonée longue PFOS », juillet 2023.

Proposition de classification des PFAS non-polymères

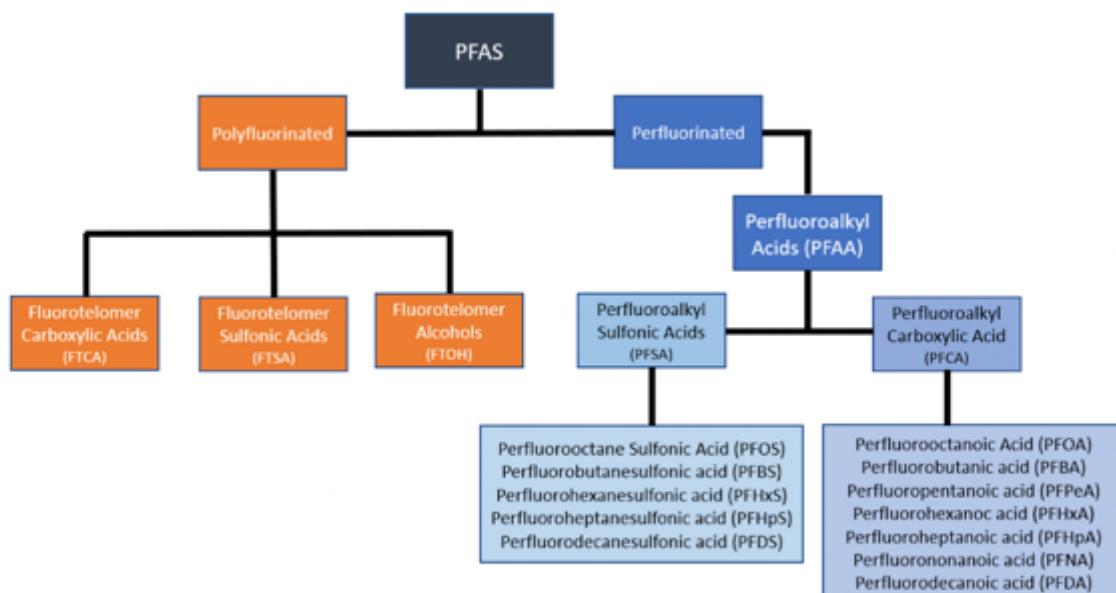


Figure 2: Basic family tree of PFAS

Source : Benjamin Moose, « Per and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in groundwater and soil : a review », avril 2020.

¹⁰ OCDE, « Reconciling Terminology of the Universe of Per- and Polyfluoroalkyl substances:Recommendations and Practical Guidance », Juillet 2021.

Au sein de ce groupe des PFAA, les PFAS sont également distingués en fonction de la longueur de leur chaîne de carbone. Si c'est un PFCA, la chaîne est considérée comme courte jusqu'à 7 atomes. S'il s'agit d'un PFSA, la chaîne est considérée courte jusqu'à 5 atomes. Les PFAS à chaîne plus courte ont été développés plus récemment pour remplacer ceux à chaîne plus longue.

Tableau des principaux PFCA et PFSA

PFAS	Nom complet	Nombre d'atome de carbone
Perfluoroalkylés acides carboxyliques (PFCA)		
PFBA	Acide perfluorobutanoïque	4 (courte)
PPPeA	Acide perfluoropentanoïque	5 (courte)
PFHxA	Acide perfluorohexanoïque	6 (courte)
PFHpA	Acide perfluoroheptanoïque	7 (courte)
PFOA*	Acide perfluorooctanoïque	8 (longue)
PFNA*	Acide perfluorononanoïque	9 (longue)
PFDA	Acide perfluorodécanoïque	10 (longue)
PFUnA/PFUnDA	Acide perfluoroundécanoïque	11 (longue)
PFDoDA	Acide perfluorododécanoïque	12 (longue)
PFTrDA	Acide perfluorotridécanoïque	13 (longue)
PFTeDA	Acide perfluorotétracanoïque	14 (longue)
Perfluoroalkylés acides sulfoniques (PFSA)		
PFBS	Sulfonate de perfluorobutane	4 (courte)
PPPeS	Sulfonate de perfluorohexane	5 (courte)
PFHxS	Sulfonate de perfluorohexane	6 (longue)
PFHpS	Sulfonate de perfluoroheptane	7 (longue)
PFOS	Sulfonate de perfluorooctane	8 (longue)
PFNS	Acide perfluorononane sulfonique	9 (longue)
PFDS	Sulfonate de perfluorodécane	10 (longue)
PFUnS/PFUnDS	Acide perfluoroundécane sulfonique	11 (longue)
PFDoDS	Acide perfluorododécane sulfonique	12 (longue)
PFTrDS	Acide perfluorotridécane sulfonique	13 (longue)
PFTeDS	perfluorotetradecane sulfonate	14 (longue)

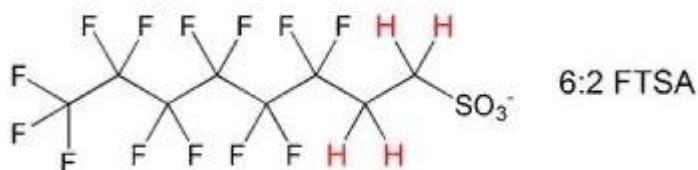
*Le PFOA et le PFNA sont les principaux représentants des PFCA.

*Le PFOS est le principal représentant des PFSA.

La deuxième grande catégorie des substances PFAS non-polymères est la catégorie des **substances polyfluoroalkylées**. Les substances polyfluoroalkylées sont des molécules pour lesquelles au moins un atome de carbone est relié à un atome d'hydrogène.

Les polyfluoroalkylés sont également divisés en plusieurs catégories : les fluoro télomères représentent la catégorie la plus importante des polyfluoroalkylés. Il s'agit de composés perfluorés qui ont conservé une chaîne hydrocarbonée, généralement de petite taille. Par exemple, l'acide 6:2 fluorotélomère

sulfonique (6:2 FTSA, $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_5(\text{CH}_2)_2\text{SO}_3\text{H}$) possède une structure identique à celle du PFOS, à ceci près que seulement 6 des 8 atomes de carbones sont fluorés¹¹.



Source: Guohui Shi, Yu Xie, Yong Guo, Jiayin Dai, « 6:2 fluorotelomer sulfonamide alkylbetaine (6:2 FTAB), a novel perfluorooctane sulfonate alternative », 2018.

Une caractéristique particulière des PFAS polyfluoroalkylés est leur dégradation. En effet, les PFAS polyfluoroalkylés peuvent se transformer / se dégrader en PFAS perfluoroalkylés, et notamment en acides carboxyliques (PFCA) ou en acides sulfoniques (PFSA)¹². C'est pour cette raison que les composés polyfluoroalkylés se retrouvent souvent sous le terme de « précurseurs d'acides perfluoroalkylés (pré-PFAAs) ». A titre d'exemple, l'alcool fluorotélomère 6:2 FTOH est connu pour se dégrader, dans certaines conditions, en PFPeA ou en PFBA.

¹¹ Société francophone de Santé et environnement, « PFAS per et poly fluoro alkyls substances - fiches pratiques », novembre 2023.

¹² Liu et Mejia Avendaño, « Microbial degradation of polyfluoroalkyl chemicals in the environment : a review », 2013, DOI: [10.1016/j.envint.2013.08.022](https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.08.022).

Schéma d'un exemple de dégradation de fluorotélomère en PFAS non-polymères

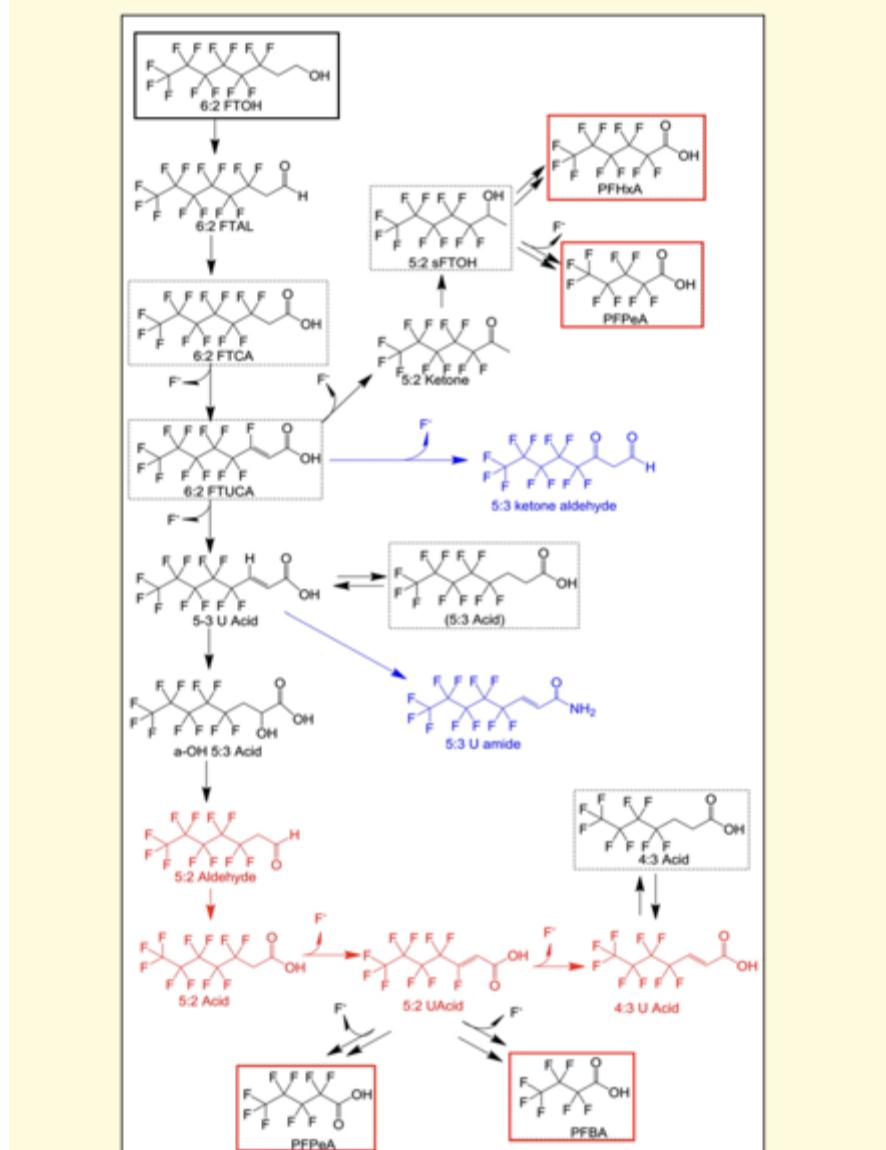


Fig. 4 : Biotransformation des Fluorotélomère alcools ; exemple du 6:2-FTOH ($F(CF_2)_6CH_2CH_2OH$) via des produits intermédiaires vers des PFAS per-fluorés stables, comme par exemple le PFPA (Acide perfluoro-pentanonic) et le PFHxA (Acide perfluoro-hexanonic). Les voies de biotransformation en flèches rouges et bleues ont été déjà identifiées auparavant. Les molécules entourées en rouge sont des PFAS perfluorés stables sous forme d'acides carboxyliques (J. Liu & S. M. Avendao 2013)

Source : Société Francophone de Santé et Environnement, « PFAS per et poly fluoro alkyls substances - fiches pratiques », novembre 2023.

4) La famille des PFAS polymères

Les polymères sont de grosses molécules obtenues par assemblage de plusieurs dizaines, au moins (parfois beaucoup plus), de molécules plus petites appelées « monomères ». L'image souvent donnée pour illustrer un polymère est celle d'un collier de perles : les perles représentent les monomères et une fois assemblées, elles forment le collier qui représente le polymère.

Les polymères de monomères PFAS appartiennent tous à la famille des PFAS, mais tous les polymères PFAS ne sont pas constitués à partir de monomères PFAS.

Si un polymère contient une structure C_nF_{2n+1} , il est alors considéré comme un PFAS.

Les polymères PFAS se distinguent en trois grandes catégories : les polyéthers fluorés, les fluoropolymères et les polymères à chaînes latérales fluorées¹³.

1. **Les Polyéthers perfluorés ou perfluoropolyethers** : ils sont constitués d'un squelette composé d'atomes d'oxygène et d'atomes de carbone auxquels sont attachés des atomes de fluor. Il s'agit d'une suite de monomères de structure CF_2- , $-CF_2CF_2-$ ou encore $CF(CF_3)CF_2-$ séparés par un atome d'oxygène O. Les perfluoropolyethers ne sont pas classés « Polymers of Low Concern (PLC) » et il existe de nombreuses discussions concernant leur degré de stabilité et leur dégradation¹⁴.
2. **Les fluoropolymères** : les fluoropolymères sont formés d'un squelette d'atomes de carbone sur lequel sont attachés des atomes de fluor. La production de polymères fluorés nécessite souvent non seulement des monomères contenant du fluor, mais aussi des auxiliaires de production fluorés¹⁵. L'auxiliaire de polymérisation est le terme utilisé pour décrire un surfactant ou un émulsifiant, fluoré ou non fluoré. Des exemples d'auxiliaires de polymérisation PFAS sont des PFAS non polymères tels que le PFOA, PFNA, PFHxA, 6:2 FTSA. Les fluoropolymères sont considérés comme très stables, ils sont notamment recherchés pour cette caractéristique. Le marché est dominé par le Polytétrafluoroéthylène (PTFE), le Polyfluorure de vinylidène (PVDF) et le Polyfluorure de vinyle (PVF). Selon certaines études, les fluoropolymères peuvent rejeter des substances d'auxiliaires de polymérisation (émulsifiants, dispersants, surfactants), des monomères non polymérisés, (dits « impuretés »). La question de leur évolution physique ou chimique à long terme, hors conditions nominales de mise en œuvre, constitue également un point de débat.
3. **Les polymères à chaînes latérales fluorées** : contrairement aux deux précédentes catégories, ils ne sont pas formés d'un squelette polymérique per- ou polyfluoré mais d'un squelette avec des chaînes latérales polyfluorées et une terminaison C_nF_{2n} . Les polymères à chaînes latérales fluorées se composent d'une chaîne carbonée mais également de chaînes latérales carbonées et c'est à elles que les atomes de fluor sont reliés. Les polymères à chaînes latérales fluorées constituent une source de PFAS

¹³ OCDE, « Reconciling Terminology of the Universe of Per- and Polyfluoroalkyl substances:Recommendations and Practical Guidance », Juillet 2021.

¹⁴ Buck et al 2011. Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances in the Environment: Terminology, Classification, and Origins. Integrated Environmental Assessment and Management. v7, (4), pp. 513–541.

¹⁵ Société francophone de Santé et environnement, « PFAS per et poly fluoro alkyls substances - fiches pratiques », novembre 2023.

non-polymères tels que le PFCA ou le PFSA, par dégradation, y compris en cours d'usage, semble-t-il. Ils ont une capacité à libérer des fractions de PFAS sur les chaînes latérales au fil du temps¹⁶. Ainsi, ces caractéristiques ont entraîné l'inclusion des polymères à chaînes latérales fluorées dans les mesures réglementaires liées aux PFAS non-polymères.

Le cycle de vie d'un polymère :

Une étude menée par « Environmental Science and Technology »¹⁷ a mis en avant les étapes du cycle de vie d'un fluoropolymère et de ses contacts avec des PFAS non-polymères :

- Dans un premier temps, sont synthétisées les substances fluoropolymères telles que le PTFE, le PVDF et le FPA. Ces dernières sont des matériaux de structure chimique connue et ont été réalisées dans la majorité des cas à l'aide de PFAS non-polymères (monomères et/ou auxiliaires de polymérisation).
- Dans un deuxième temps, les produits fluoropolymères correspondent aux différents matériaux produits, tels que vendus par un fabricant de produits chimiques (Chemours, Solvay, Daikin, Asahi Glass). Ils peuvent prendre la forme de granulés, de poudre fine Ces produits peuvent contenir des impuretés (résidus de PFAS non-polymères) provenant du processus de fabrication.
- Dans un troisième temps, sont élaborés des produits finis tels que le ruban adhésif en PTFE, les vêtements imperméables avec une membrane en PTFE, les ustensiles de cuisine avec un revêtement antiadhésif, etc.
Ces produits sont utilisés, dans un cadre professionnel ou non, pendant une certaine durée de vie correspondant à leur usage.
- Enfin, intervient la dégradation du produit contenant des polymères, le cas échéant sa destruction, son recyclage (produit ou matière...).

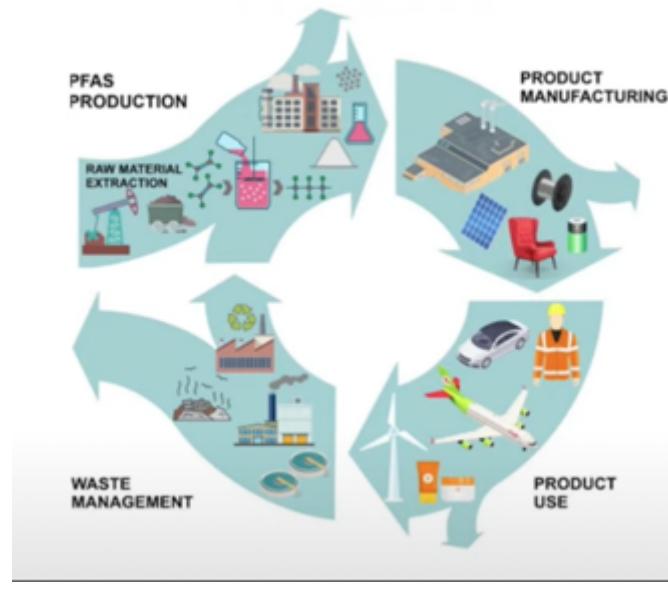
Il est donc possible de retrouver des PFAS non-polymères dans les rejets industriels synthétisant des fluoropolymères, les auxiliaires de polymérisation PFAS n'étant pas incorporés dans la structure du polymère. On considère généralement que les fluoropolymères comme le PTFE sont stables et ne sont pas des précurseurs de PFCA en tant que tels. On peut observer la présence de très faibles teneurs de PFCA dans les impuretés. Enfin, concernant la fin de vie du produit, la dégradation des fluoropolymères ou encore des polymères à chaîne latérales fluorées peut être source de PFAS non-

¹⁶ OCDE, « Synthesis Report on Understanding Side-Chain Fluorinated Polymers and Their Life Cycle », 2022.

¹⁷ Environmental Science & Technology, « Are fluoropolymers really of Low concern for Human and Environmental Health and Separate from Other PFAS ? », 2020.

polymériques. Ainsi, ils sont tous capables d'engendrer des pertes de PFAS lors de leur production ou de leur dégradation.

Source : Agence européenne des produits chimiques (ECHA).



Les PFAS polymères génèrent de nombreuses interrogations car il y a peu de connaissances scientifiques sur leur dégradation (chimique ou physique), plus précisément sur leur devenir dans l'environnement et sur leur capacité à se dégrader en PFAS non-polymères ou en microplastiques, notamment sur une durée significative.

De plus, à l'heure actuelle, il existe peu de publications sur les effets sanitaires des PFAS polymères.

Il est donc essentiel de s'intéresser aux polymères PFAS, à leurs effets et à leur devenir.

L'agence de protection de l'environnement des Etats-Unis (US EPA) a défini des polymères comme peu inquiétants « Polymers of low concern (PLC) » mais n'a pas formellement statué sur les fluoropolymères en général et a exclu les polymères à chaînes latérales fluorées. Cette qualification porte sur l'usage et la mise en œuvre nominaux des produits, pas sur la phase de production ni sur la fin de vie.

Un concept d'évaluation des risques pour les polymères a été développé par ECETOC¹⁸ : « CF4Polymers ». Contrairement au classement PLC de l'EPA, cette évaluation porte sur l'ensemble du cycle de vie.

¹⁸ Ecetoc, plateforme de collaboration scientifique, <https://www.ecetoc.org/>.

5) Propriétés des PFAS

Si ces molécules ont été aussi abondamment produites et utilisées, en dépit du coût mis en avant par plusieurs filières industrielles, c'est qu'elles présentent des propriétés apportant une valeur ajoutée technique à un grand nombre d'utilisations (performance, durabilité...).

La persistance : La liaison carbone fluor est extrêmement stable et solide. La persistance des PFAS varie selon le nombre de carbones qu'ils possèdent : plus la substance PFAS contiendra d'atomes de carbone, plus elle sera stable et persistante dans l'environnement. C'est également pour cette stabilité que les PFAS sont fortement utilisés car ils permettent d'allonger la durée de vie des produits. Quand des processus de dégradations chimiques interviennent sur les PFAS, ils génèrent d'autres molécules de PFAS (seuls les PFAS avec un seul atome de carbone fluoré peuvent se « dégrader » en molécules existantes dans la nature)¹⁹.

Propriétés tensioactives : Les PFAS correspondent à l'association de deux entités incompatibles au sein d'une même molécules : une chaîne fluorocarbonée à la fois hydrophobe et lipophile d'une part, et un groupement hydrophile d'autre part. Certains PFAS sont des surfactants ou tensioactifs avec une extrémité de molécule fluorée et une autre extrémité ayant des affinités avec les molécules d'eau ; ils permettent d'abaisser la tension superficielle entre l'eau et un corps gras, et la constitution d'un mélange stable entre le corps gras et l'eau. Du fait de la présence du fluor, ils réduisent efficacement la tension de surface de l'eau²⁰.

Les PFAS présentent des propriétés extrêmement bénéfiques, telles que leur résistance à l'huile et à l'eau (apportant des propriétés déperlantes ou anti-tâches, par exemple), leur résistance élevée sur les plans chimiques, physiques et thermiques ainsi qu'une capacité à agir comme tensioactifs (constitution d'émulsions).

Une grande mobilité : Les PFAS dans leur ensemble ont également un potentiel de diffusion mondiale très élevé. En 2022, une étude menée par plusieurs chercheurs met en avant la présence de PFAS dans des carottes de neige prélevées dans l'est de l'Antarctique²¹. Cette étude confirme donc que des PFAS sont en mesure de se déplacer sur de très longues distances, dans l'air (PFAS gazeux, ou fixés sur des particules solides). C'est également le cas dans l'eau.

La mobilité varie en fonction des PFAS. Dans le cas des substances non-polymères, plus la chaîne carbonée est courte, plus le composé est soluble dans l'eau et pourra être transporté sur de très longues distances²². A l'inverse, plus la chaîne carbonée est longue, plus la solubilité dans l'eau diminue²³. On peut citer l'exemple du PFAS GenX, PFAS à chaîne courte

¹⁹ Société francophone de Santé et environnement, « PFAS per et poly fluoro alkyls substances - fiches pratiques », novembre 2023.

²⁰ *Ibidem*.

²¹ Environmental Science and Technology, « Increasing Accumulation of Perfluorocarboxylate Contaminants revealed in an Antarctic Firn Core (1958-2017) », Volume 56 Issue 16, 2022.

²² Prevedouros et al. (2006). Prevedouros, K., Cousins, I.T., Buck, R.C. and Korzeniowski, S.H. (2006) Sources, Fate and Transport of Perfluorocarboxylates. Environmental Science & Technology 40(1), 32-44.

²³ *Ibidem*.

hautement soluble dans l'eau²⁴. Cependant, il est important de mentionner que les polymères présentent une faible mobilité dans l'environnement. Ils peuvent néanmoins être dégradés en molécules solubles dans l'eau, ou être décomposés en particules de micro-plastiques.

La volatilité : Les PFAS peuvent également être retrouvés dans l'air, notamment dans les émissions industrielles, les émissions diffuses issues de la vaporisation de surfaces contaminées ou encore de produits de consommation²⁵. Certains PFAS sont plus volatils que d'autres.

Parmi les PFAS les plus volatils, on retrouve les PFAS polyfluorées Fluorotéloromères-alcools tels que le 6:2 FTOH, 8:2 FTOH. Dans une étude publiée en 2021, Zhanyun Wang met en avant le fait que la durée de vie d'un PFAS comme les FTOH a été estimée à environ 20 jours²⁶.

Bioaccumulation dans l'environnement : Le devenir des contaminants dans le temps est souvent défini par la notion de demi-vie, qui traduit la persistance dans l'environnement²⁷. Les chiffres de demi-vie dans l'environnement varient en fonction des différents PFAS. A titre d'exemple, selon l'Institut fédéral allemand de la sécurité et de la santé au travail (BAuA), l'acide trifluoroacétique (TFA) a une demi-vie de 10 000 jours (30 ans). De son côté, Phyteis (anciennement Union des industries de la protection des plantes) a mentionné que des substances actives phytopharmaceutiques PFAS ont une demi-vie moyenne de 26,5 jours dans le sol et 9,5 jours dans l'eau²⁸. Selon les cinq pays à l'initiative d'une interdiction / restriction de la famille des PFAS (Allemagne, Pays-Bas, Danemark, Suède et Norvège), le PFBS a une demi-vie de 10 ans dans l'eau²⁹. Les durées de demi-vie globalement connues pour beaucoup de substances conduisent à une accumulation progressive dans les milieux, soit des molécules rejetées soit de leurs substances de dégradation.

L'absorption et l'accumulation des PFAS dans les plantes dépendent de plusieurs facteurs tels que la longueur des chaînes, le caractère hydrophobe du composé PFAS, le type de plante ainsi que les propriétés du milieu (sol ou eau). Les PFAS à chaîne longue ont une forte propension à s'absorber sur les matières organiques contenues dans les sols ou les sédiments. Le PFOS est un exemple de PFAS très persistant dans l'environnement³⁰.

Bioaccumulation dans les êtres vivants : En plus des végétaux, les PFAS peuvent également s'accumuler dans les organismes animaux et humains. Certains PFAS présentent des caractéristiques de bioaccumulation dans les organismes vivants ce qui explique leur présence dans la chaîne alimentaire. Il est également important de mentionner le rapport de

²⁴ Société francophone de Santé et environnement, « PFAS per et poly fluoro alkyls substances - fiches pratiques », novembre 2023.

²⁵ *Ibidem*.

²⁶ Environmental Science and Technology, « A never ending story of Per and polyfluoroalkyl substances (PFASs) », volume 51, Issue 5, 2017.

²⁷ Macorps, « Présence et transfert des substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) historiques et émergentes dans les écosystèmes aquatiques », 2023

²⁸ Contribution écrite de Phyteis.

²⁹ Agence européenne des produits chimiques, « Restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFAS », 2023

³⁰ Société francophone de Santé et environnement, « PFAS per et poly fluoro alkyls substances - fiches pratiques », novembre 2023.

biosurveillance ESTEBAN de Santé publique France³¹ qui a mis en avant la présence de composés perfluorés chez les humains. Sept PFAS étaient quantifiés à 40% chez les adultes et six chez les enfants. De leur côté le PFOA et le PFOS étaient quantifiés chez 100% des personnes testées. Selon différents organismes, les polymères ne présentent pas de caractéristique de bioaccumulation. Les demi-vies dans le corps humain varient d'un PFAS à l'autre. Le projet d'interdiction formulé par les cinq pays évoque des demi-vies allant de quelques jours jusqu'à un mois pour le PFBA, le PFHXS, à quelques années pour le PFOA, PFNA, PFDA, PFHxS, PFOS ou même jusqu'à plus de dix ans pour le PFUnDA³². Des données de biosurveillance indiquent que le niveau d'accumulation est lié à l'âge.

Ainsi, la persistance très élevée des molécules de PFAS prises globalement, associée à une forte mobilité, impliquent un haut potentiel d'augmentation des concentrations environnementales et d'expositions possibles et irréversibles de la faune et de l'Homme, via l'environnement et l'alimentation.

6) Dégradation des PFAS

La plupart des PFAS ne se dégradent pas dans des conditions environnementales³³, du moins pas en substances n'appartenant pas à la famille des PFAS. Certains précurseurs tels que les PFAS polyfluorés peuvent être bio transformés, mais il reste toujours une molécule perfluorée³⁴. De même, des PFAS perfluorés peuvent se trouver « dégradés » en d'autres substances dérivées. Nous avons évoqué, plus haut, la problématique de différents types de PFAS polymériques. En raison de l'interaction complexe des PFAS, dont certains sont des précurseurs et/ou des impuretés, il est parfois difficile de déterminer si les substances individuelles sont utilisées intentionnellement ou si elles sont le produit d'une dégradation ou d'une impureté.

A retenir

La famille des PFAS représente de nombreux composants aux propriétés diverses.

Il n'existe pas de définition ni de classification universelle, ce qui complique la compréhension du sujet.

Les PFAS polyfluorés et les polymères peuvent se dégrader en PFAA dans les milieux ou au cours du cycle de vie.

Il existe de nombreux liens entre les PFAS non-polymères et les PFAS polymères :

³¹ Santé Publique France, « Etude ESTEBAN », 2014 -2021.

³² Agence européenne des produits chimiques, « Restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFAS », 2023

³³ *Ibidem*.

³⁴ *Ibidem*.

- Les PFAS non-polymères sont utilisés pour fabriquer les polymères, en tant que monomères ou auxiliaires de polymérisation (sans compter les PFAS utilisés dans les dispositifs industriels, revêtements de canalisations, joints...).
- Les PFAS polymères ont, dans certains cas, la possibilité de se dégrader en PFAS non-polymères ou d'en relâcher.

Il existe peu d'informations sur les polymères et leur dégradation, des points de débats sont à clarifier en considérant l'ensemble du cycle de vie.

Les PFAS possèdent de nombreuses propriétés, ils sont notamment persistants et résistants à un certain nombre de facteurs, bioaccumulables et mobiles.

B. Complexité de la pollution diffuse et persistante

Les PFAS, dont l'utilisation est fortement répandue depuis près de 70 ans et qui se caractérisent par leur résistance aux dégradations biologiques et chimiques (persistance dans les milieux), leur accumulation dans les organismes vivants (contamination de la chaîne alimentaire), leur mobilité et leur capacité de diffusion à travers les milieux, sont désormais omniprésents dans l'environnement.

Pour tenter d'enrayer ces cycles et limiter les pollutions qu'ils engendrent, une série de réglementations à l'échelle internationale et européenne, à l'échelle nationale et à l'échelle locale, ont été mises en place. Elles visent, d'une part, à limiter les émissions de PFAS par la restriction de leur production, de leur utilisation et des rejets industriels, d'autre part, à surveiller l'état chimique des milieux en fixant des concentrations maximales de PFAS à ne pas dépasser et à définir des limites sanitaires à différentes expositions humaines.

De nombreuses limites atténuent l'effectivité de ces mesures (l'application principalement européenne, les nombreuses dérogations, l'action molécule par molécule qui ne permet pas de prendre en compte les milliers de PFAS existants, l'état des connaissances scientifiques encore faible, l'absence d'outils et de méthodes fiables et harmonisées pour détecter et analyser la présence de PFAS dans certains milieux, les nombreuses sources d'émission, mal connues et mal surveillées, et la complexité des parcours de ces molécules...).

NORMES EN VIGUEUR

> Limiter les émissions de PFAS (production, usages, rejets)

Trois PFAS font spécifiquement l'objet de restrictions et d'interdictions : le PFOS, le PFOA et le PFHxS, ainsi que leurs sels et leurs dérivés.

- A l'échelle internationale, la production et l'utilisation du PFOS sont restreintes, tandis qu'elles sont interdites (y compris la mise sur le marché) dans l'ensemble des pays de l'Union européenne. Un certain nombre de dérogations sont prévues.
- La production, l'utilisation, l'importation et l'exportation du PFOA et du PFHxS sont interdites, tant à l'échelle internationale qu'à l'échelle européenne (y compris la mise sur le marché). Des dérogations sont également prévues, par exemple les dispositifs médicaux invasifs et implantables contenant du PFOA (jusqu'en 2025). Des valeurs limites pour la présence du PFOA et du PFHxS sous forme de « contaminants non-intentionnels » à l'état de traces dans les substances, mélanges et articles, ont été fixées à **0,025 mg/kg**.

Depuis le 23 février 2023, il est interdit, au niveau européen, de mettre sur le marché et d'utiliser des PFCA avec une chaîne de 9 à 14 atomes de carbone (PFAS acides carboxyliques en c9-c14).

Plusieurs PFAS (PFBS, PFHxS, PFDA, PFHPA) ont été identifiés comme **substances extrêmement préoccupantes** (SVHC) et sont soumises à une procédure d'autorisation,

dans le but de garantir une surveillance tout au long de leur cycle de vie et leur remplacement progressif par des substances moins dangereuses.

> Surveiller la qualité des milieux et les usages liés

Des concentrations maximales en PFAS dans l'environnement ont été fixées au niveau européen, applicables dans l'ensemble des Etats membres.

Dans les eaux destinées à la consommation humaine (EDCH), à compter de janvier 2026, les autorités sanitaires devront s'assurer que la concentration de PFAS ne dépasse pas les teneurs maximales fixées :

- soit à 500 ng/L pour le total des PFAS.
- soit à 100 ng/L pour la somme de 20 PFAS³⁵. C'est cette deuxième option qui a été retenue pour la transposition en droit français

Dans les eaux de surface, une valeur limite en PFOS applicable en 2025 est fixée à 0,65 ng/L. En France, en complément, est mis en place un contrôle plus large :

- la surveillance des 20 PFAS applicable aux EDCH, dans les eaux souterraines ;
- la surveillance de cinq autres³⁶ PFAS dans les eaux de surface et les sédiments.

1) Limiter les émissions de PFAS par la réglementation

Au niveau international, la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, également nommés « POP », est un accord international conclu en 2001 visant à interdire certains produits polluants, ainsi que leurs dérivés. Cette convention est ratifiée par la France en 2003. Plusieurs amendements apportés à ce texte ont permis de reconnaître comme POP trois composés PFAS : le PFOS, le PFOA et le PFHxS. Il en résulte :

- La restriction, depuis 2009, de la production et de l'utilisation des PFOS, de ses sels et de ses dérivés ;
- L'interdiction, depuis 2020, de la production, de l'utilisation, de l'importation et de l'exportation des PFOA, de ses sels et de ses dérivés ;
- L'interdiction, depuis 2022, de la production, de l'utilisation, de l'importation et de l'exportation des PFHxS, de ses sels et de ses dérivés.

Cet accord international est l'un des premiers jalons d'une réflexion politique sur les limitations d'usage de ces composés chimiques, et la reconnaissance de leur toxicité et de leur écotoxicité. Cependant, la notion de « restriction » et les multiples dérogations accordées limitent les effets de ce texte. Certains pays non européens, tels que la Chine ou la Corée du Sud, utilisent et produisent encore ces substances (PFOA par exemple)³⁷ et les émettent de fait dans l'environnement, et le cas échéant par les produits et substances commercialisés.

³⁵ PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDODA, PFTrDA, PFBS, PFPeS, PFHxS, PFHpS, PFOS, PFNS, PFDS, Acide perfluoroundécane sulfonique, Acide perfluorodécane sulfonique, Acide perfluorotridécane sulfonique.

³⁶ PFOS, PFOA, PFHxA, PFDA, PFHS.

³⁷ OCDE, « Portal on Per and Poly fluorinated Chemicals - People's Republic of China »,

Au sein de l'Union européenne, cet accord international est mis en œuvre par le « Règlement POP », le règlement du 29 avril 2004, abrogé et remplacé par le règlement du 20 juin 2019 concernant les polluants organiques persistants³⁸. Il interdit la production, la mise sur le marché et l'utilisation des substances dites « POP », listées en annexe I (soit en tant que telles, soit incorporées dans des préparations, soit sous forme de constituant d'articles). Des dérogations spécifiques sont listées dans cette annexe. Ce règlement vise également à identifier et réduire les rejets non intentionnels, et il prévoit des mesures garantissant la gestion des déchets constitués de POP afin que ces substances soient détruites ou « irréversiblement » transformées de telle sorte que les déchets ou rejets restants ne présentent plus les caractéristiques de polluants organiques persistants.

Sont donc interdits le PFOS (depuis 2009), le PFOA (depuis 2020) et le PFHxS (depuis 2022). Cependant, subsistent des limites à l'application de ces interdictions. D'une part, plusieurs dérogations (temporaires) sont prévues pour la fabrication, la mise sur le marché et l'utilisation de ces substances, leurs sels ou les composés apparentés dans le cadre de certaines applications. D'autre part, il existe une tolérance puisque des valeurs limites ont été fixées pour la présence de ces composés sous forme de contaminants non-intentionnels à l'état de traces.

Le PFOA, ses sels et les composés apparentés³⁹ sont limités :

- à 0,025 mg/kg pour le PFOA, y compris ses sels ;
- à 1 mg/kg pour chaque composé apparenté au PFOA ou à une combinaison de ces composés, dans les substances, mélanges et articles.

Par dérogation à l'interdiction du PFOA, sa fabrication, sa mise sur le marché et son utilisation sont autorisées notamment jusqu'au 4 juillet 2023 dans les textiles hydrofuges et oléofuges pour vêtements de protection des travailleurs contre les accidents du travail et les maladies professionnelles dues à des liquides dangereux, et jusqu'au 4 juillet 2025 dans les dispositifs médicaux invasifs et implantables.

Le PFHxS, ses sels et ses composés apparentés⁴⁰ sont limités :

- à 0,025 mg/kg pour le PFHxS, y compris ses sels ;
- et à 1 mg/kg pour chaque composé apparenté au PFHxS ou à une combinaison de ces composés, dans les substances, mélanges et articles.

Par dérogation à l'interdiction du PFHxS, les mousses anti-incendie ne pouvant pas respecter ces valeurs limites à l'heure actuelle, sont établies des limites de concentration plus élevées, de 0,1 mg/kg, soumises à réexamen au plus tard le 28 août 2026.

Ces substances sont donc toujours utilisées pour certaines applications, et cette réglementation ne s'applique pas aux pays qui ne sont pas membres de l'Union européenne et qui peuvent encore produire des substances visées, dans les limites fixées par la Convention de Stockholm.

<https://www.oecd.org/chemicalsafety/portal-perfluorinated-chemicals/countryinformation/china.htm>

³⁸ Règlement (UE) 2019/1021 du 20 juin 2019 concernant les polluants organiques persistants (refonte du règlement (CE) 850/2004 du 29 avril 2004 concernant les polluants organiques persistants).

³⁹ Règlement délégué (UE) du 8 avril 2020.

⁴⁰ Règlement délégué (UE) du 8 août 2023.

En parallèle au règlement POP, le règlement REACH⁴¹ a introduit des restrictions d'usage de certains PFAS. L'objectif de ce règlement est de sécuriser la fabrication et l'utilisation des substances chimiques dans l'industrie européenne. Il s'agit de recenser, d'évaluer et de contrôler les substances chimiques fabriquées, importées, mises sur le marché européen. Il vise également à la substitution progressive des substances chimiques les plus dangereuses, telles que les substances cancérogènes, mutagènes, et toxiques pour la reproduction.

Il interdit l'utilisation et la mise sur le marché des PFCA en c9-c14 dans la plupart des applications, à compter du 23 février 2023. Un projet de la Commission européenne est en cours d'examen pour l'interdiction de l'utilisation du PFHxA, de ses sels et des substances apparentées (notamment dans les produits cosmétiques).

Le 7 février 2023, l'ECHA a publié la proposition de restriction ciblant la fabrication, la mise sur le marché et l'utilisation des PFAS (famille entière) aux seuls usages essentiels pour la société (via la révision de ce Règlement). Cette proposition de restriction a été soumise par les autorités du Danemark, de l'Allemagne, des Pays-Bas, de la Norvège et de la Suède. Elle concerne toute substance qui contient au moins un atome de carbone entièrement fluoré de type méthyle (CF₃-) ou méthylène (-CF₂-).

Cette interdiction de la famille des PFAS a été adoptée dans l'État du Maine (Etats-Unis) en juillet 2021, pour une application d'ici 2030.

Certains usages des PFAS bénéficient d'un encadrement particulier.

C'est notamment le cas des produits cosmétiques, pour lesquels certains ingrédients perfluorés, notamment le PFOA, sont interdits depuis juin 2020⁴².

C'est également le cas des mousses anti-incendie (émulsions notamment utilisées contre les incendies d'hydrocarbures), celles contenant des PFOS étant interdites depuis juin 2011⁴³ et celles contenant des PFOA⁴⁴ bénéficiant d'une dérogation jusqu'en 2025⁴⁵ à condition qu'elles ne soient pas utilisées dans le cadre de la formation ou des essais (sauf si les rejets sont contenus). L'entrée en vigueur de cette réglementation entraîne une problématique concernant la gestion des stocks et des coûts relatifs à cette destruction, puisqu'elle conduira à la suppression de tout stock de mousses anti-incendie contenant ces substances.

Certains PFAS, tels que le PFOA et ses sels, le PFNA et le PFDA, sont soumis à une classification et un étiquetage spécifique afin d'informer les utilisateurs des dangers de ces substances chimiques⁴⁶.

⁴¹ Règlement (n°1907/2006) du 18 décembre 2006, concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques ainsi que les restrictions applicables à ces substances.

⁴² Règlement n°1223/2009 du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques (substances n° 1493, 1550, 1561, 1636, 1705 de l'annexe II du règlement (CE) n°1223/2009 relatif aux produits cosmétiques).

⁴³ Règlement du 24 août 2010 (n°757/2010).

⁴⁴ Règlement du 13 juin 2017 (n°2017-1000).

⁴⁵ Règlement délégué du 8 avril 2020 (n°2°2°/784).

⁴⁶ Règlement du 19 décembre 2022 modifiant le règlement CLP de 2008 (n°1272/2008, classification, étiquetage et emballage des substances et des mélanges)

Illustration d'un exemple d'étiquetage du PFOA par l'entreprise Carl Roth⁴⁷

Étiquetage selon le règlement (CE) no 1272/2008 (CLP)

Mention d'avertissement

Attention

Pictogrammes

GHS07



Mentions de danger

H315

Provoque une irritation cutanée

H319

Provoque une sévère irritation des yeux

H335

Peut irriter les voies respiratoires

Source : Fiche de données de sécurité selon le Règlement REACH -Acide perfluorooctanique, sel de sodium ROTI®Star Étalon de PFAS, mars 2023.

En outre, le Parlement européen s'est positionné en faveur d'une proposition de révision⁴⁸ des règles européennes afin de réduire la pollution liée aux emballages au contact des denrées alimentaires et interdire les PFAS (et le bisphénol A) dans ces produits. Une étude datant du 4 août 2023 a démontré l'omniprésence des PFAS dans les contenants alimentaires de fast-food en France. Trois composés ont été retrouvés dans l'ensemble des cas : le PFHxA, le 6:2 FTS et le 6:2/6:2 diPAP⁴⁹, mais en faible quantité. Les PFAS retrouvés aux concentrations les plus élevées sont les PAP (des précurseurs qui peuvent se dégrader en PFAS à chaîne longue, comme le PFOA ou le PFOS). Cette proposition doit désormais être discutée entre les trois instances européennes.

Au Danemark, l'utilisation de PFAS dans les emballages en contact avec les denrées alimentaires est interdite depuis juillet 2020.

Les produits phytopharmaceutiques, communément appelés « pesticides », font, quant à eux, l'objet d'un encadrement européen spécifique. Composés d'une ou plusieurs substances actives, ces dernières sont soumises à une demande d'autorisation avant leur mise sur le marché (Autorisation de Mise sur le Marché - AMM), obtenue à la suite d'une évaluation

⁴⁷ Fiche de données de sécurité selon le Règlement REACH -Acide perfluorooctanique, sel de sodium ROTI®Star Étalon de PFAS, 23.03.2023

⁴⁸ Proposition de révision par la Commission européenne de la directive 94/64/CE du 20 décembre 1994 relative aux emballages et aux déchets d'emballages.

⁴⁹ Maria Jesus Duenas Mas, Ana Ballesteros Gomez, Jacob de Boer, « Determination os several PFAS groups in food packaging material from fast-food restaurants in France », Chemosphere, 2023, DOI: [10.1016/j.chemosphere.2023.139734](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139734)

scientifique⁵⁰. 14 substances actives PFAS ont été récemment interdites dans les produits phytopharmaceutiques, 26 sont en cours d'examen au titre du renouvellement. Une substance active, un phytoprotecteur ou un synergiste n'est par exemple approuvé que s'il n'est pas considéré comme un polluant organique persistant, ni comme un polluant persistant, bioaccumulable et toxique (critères de persistance, de bioaccumulation, de potentiel de propagation à longue distance, de toxicité...).

Certaines substances actives sont classées comme « candidates à la substitution » (CFS) car identifiées comme nocives pour l'environnement et la santé humaine. L'objectif de cette classification est de les remplacer, à terme, par des alternatives moins nocives.

D'après le rapport de l'association Générations futures sur les « pesticides PFAS »⁵¹ (novembre 2023), en Europe, 37 substances actives PFAS seraient actuellement utilisées dans les pesticides (soit 12% de l'ensemble des substances approuvées). En France, 30 substances actives PFAS seraient utilisées (soit 13% de l'ensemble des substances approuvées en France, les informations reçues par la mission variant selon les sources). Elle estime que 2 332 tonnes de substances actives PFAS auraient été vendues en France en 2021.

Cette association juge inefficace la réglementation actuelle concernant les substances actives PFAS. En effet, d'après son rapport, sur les 37 substances évoquées, seules 11 sont classées « Candidates à la substitution », « soit moins d'un tiers des pesticides à base de PFAS ». Elle met également en avant le fait que « l'exigence de substitution est mise en œuvre par les Etats membres dans un nombre si minime de cas depuis son introduction que la Commission elle-même a reconnu que "les avantages escomptés pour la santé humaine ou l'environnement de la substitution de ces substances actives plus dangereuses ne sont pas concrétisés" »⁵².

⁵⁰ Règlement n° 1107/2009 du 21/10/09 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil.

⁵¹ Générations Futures, « Pesticides PFAS : Révélations », 2023

⁵² *Ibidem*.

Tableau des substances approuvées comme candidates à la substitution dans l'Union européenne

Tableau 6 : Substances PFAS approuvées comme candidates à la substitution dans l'UE

Substances Candidates à la substitution	Critères de l'annexe II, point 4	Autorisations nationales
Diflufenican	2 critères PBT	AT,BE,BG,CY,CZ,DE,DK,EE,EL,ES,FI,FR,HR,HU,IE,IT,LT,LU,LV,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,SK
Flufenacet	2 critères PBT	AT,BE,BG,CY,CZ,DE,EE,EL,ES,FR,HR,HU,IE,IT,LT,LU,LV,MT,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK
Flumetralin	2 critères PBT	no information
Fluometuron	faible DJA / ARfD / AOEL	EL,ES
Flurochloridone	toxique pour la reproduction 1B	CZ,EL,FR,HR,HU,PL,RO,SK
Gamma-Cyhalothrin	faible DJA / ARfD / AOEL	AT,BE,BG,CZ,DE,DK,EE,FI,HU,IE,LT,LV,PL,RO,SE,SK
Lambda-Cyhalothrin	2 critères PBT	AT,BE,BG,CY,CZ,DE,DK,EE,EL,ES,FI,FR,HR,HU,IE,IT,LT,LU,LV,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SI,SK
Oxyfluorfen	2 critères PBT	BG,CY,EL,ES,HR,IT,MT,PL,PT,RO
Prosulfuron	2 critères PBT	AT,BE,BG,CZ,DE,EL,ES,FR,HR,HU,IT,LU,MT,NL,PL,PT,RO,SI,SK
Tetraconazole	faible DJA / ARfD / AOEL	AT,BE,BG,CY,CZ,DE,EL,ES,FR,HR,HU,IT,MT,PL,PT,RO,SI,SK

Source : Générations Futures, rapport « pesticides PFAS : révélations », novembre 2023.

En matière de rejets industriels, seuls quelques PFAS font actuellement l'objet d'une réglementation. Les industriels qui produisent et utilisent des composés non identifiés par la réglementation ne sont donc pas obligés d'en assurer une quelconque surveillance spécifique (en se munissant d'outils et de méthodes permettant la détection et l'analyse de ces substances dans leurs rejets, par exemple). Les rejets des installations classées pour la protection de l'environnement, ci-après ICPE, sont encadrés à trois niveaux : européen, national et local.

Au niveau européen, certaines installations de traitement de déchets doivent surveiller la présence de PFOA et de PFOS au niveau des effluents, de manière trimestrielle⁵³.

En France, les rejets de PFAS par les ICPE sont réglementés par trois arrêtés ministériels.

⁵³ Directive européenne n°2010/75/UE du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution), dite Directive IED.

L'arrêté du 24 août 2017, portant modification de l'arrêté du 2 février 1998⁵⁴, fixe une valeur limite de concentration des PFOS de 25 µg/L dans les eaux rejetées en milieux naturels (applicable depuis le 1er janvier 2023).

L'arrêté du 17 décembre 2019 impose aux ICPE soumises à autorisation une surveillance semestrielle des concentrations en PFOA et en PFOS dans leurs effluents.

L'arrêté du 20 juin 2023 relatif à l'analyse des substances PFAS dans les rejets aqueux impose, à environ 5 000 ICPE susceptibles de produire ou utiliser des PFAS en considération de la nature de leur activité, d'établir un inventaire des PFAS produits, utilisés, traités ou rejetés par l'installation, y compris les substances produites par la voie de la dégradation. Une campagne d'analyse des PFAS rejetés doit également être réalisée, par une mesure tous les mois pendant trois mois à chaque point de rejet. Pour cela, des limites de quantification (LOQ), qui correspondent à la plus petite concentration pouvant être quantifiée avec une incertitude acceptable⁵⁵, sont fixées. Ces mesures portent :

- Sur la quantité totale de PFAS utilisés, produits, traités ou rejetés par l'installation (limite de quantification de 2 µg/l grâce à la méthode globale AOF⁵⁶ qui permet d'accéder à un grand nombre de molécules absorbables sur charbon actif).
- Sur les 20 PFAS listés pour l'eau destinée à la consommation humaine (limite de quantification de 100 ng/L) ;
- Sur les substances PFAS produites par dégradation (limite de quantification de 100 ng/L).

2) Comprendre la diffusion des PFAS dans les différentes matrices

Les PFAS sont des substances anthropiques, ce qui implique donc que leur présence dans l'environnement est uniquement liée aux rejets industriels (rejets aqueux, rejets atmosphériques, boues d'épandage), à l'utilisation de produits contenant des PFAS ou des substances qui se dégradent en PFAS (tels que les mousses anti-incendie, les produits phytopharmaceutiques, le fart des skis) et aux déchets en contenant également (objets électroniques, textiles, dispositifs médicaux, peintures...). A titre d'exemple, les déchets de consommation courante contenant des PFAS sont incinérés à des températures peu élevées, qui ne permettent pas nécessairement l'élimination des PFAS qui se retrouvent ainsi dans les rejets des usines d'incinération.

Ils contaminent toutes les matrices environnementales dans leur ensemble (eau, air par des PFAS gazeux ou des particules, sols) et se diffusent par leur biais. Les animaux et les végétaux sont également contaminés, ce qui entraîne, là encore, une diffusion des PFAS par la voie de la chaîne alimentaire. Des eaux d'irrigation contaminées, ou de l'eau potable contaminée et distribuée, peuvent également véhiculer des PFAS.

⁵⁴ Arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des ICPE soumises à autorisation.

⁵⁵ OIV , « Recueil international des méthodes d'analyses - Estimation de la limite de détection et de quantification », 2020 <https://www.oiv.int/public/medias/2750/oiv-ma-as1-10fr.pdf>

⁵⁶ Explication dans la partie 4. C. 1) Identifier et quantifier la pollution.

Il est établi que ces substances compromettent la qualité des milieux et sont écotoxiques. D'après certaines études⁵⁷, elles affectent la croissance, la physiologie et la capacité de photosynthèse de certains végétaux. Les PFAS peuvent être absorbés par les racines des plantes, les feuilles, les fruits et les graines, et transmis à travers la chaîne alimentaire jusqu'aux humains. Les animaux sont également contaminés, par la voie des eaux et des sols. C'est pourquoi il est recommandé, dans certains territoires, de ne pas consommer des œufs issus de poulaillers domestiques et d'éviter de nourrir ces animaux à même le sol. Les études de biosurveillance, telles Esteban en France ou HBM4EU en Europe, ont mis en évidence un lien entre habitudes alimentaires et concentration de PFAS dans le sang (cf. C. Complexité de la toxicologie).

Ces substances se propagent sur de longues distances via les eaux de surface qui réceptionnent des eaux contaminées, les vents, l'eau de pluie. Ils se retrouvent à des centaines de kilomètres de leur lieu d'émission (Arctique et Antarctique), ils ont ainsi été retrouvés dans le sang d'ours polaires et dans l'écume de mer⁵⁸.

Certains territoires sont frappés d'une pollution ponctuelle (c'est-à-dire localisée) et davantage concentrée en PFAS, qui provient généralement d'une activité industrielle ou d'un déversement accidentel. D'autres sont touchés par une pollution diffuse, issue de multiples sources de pollution difficilement identifiables, dans le temps et dans l'espace. Parmi ces territoires, certains sites peuvent atteindre des concentrations que les experts considèrent comme « dangereuses pour l'Homme », lorsque l'exposition aux substances dure dans le temps. Le Forever Pollution Project, après échanges avec des experts, qualifie des sites de « hotspots » pour des contaminations dépassant 100 ng/kg.

Illustration de la diffusion de la pollution aux PFAS

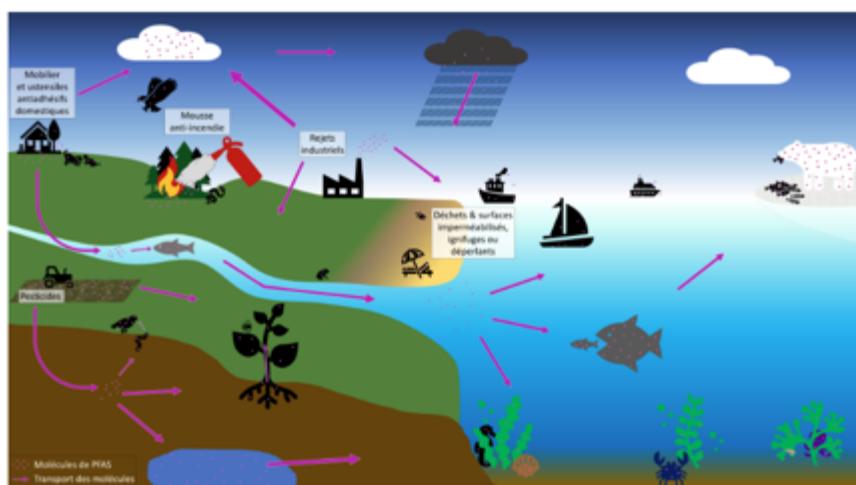


Figure 3 Schéma du transport, de la bioaccumulation et de la biomagnification des PFAS dans les milieux terrestres et aquatiques – Crédit : Berns, Ciccia, Faravel, Gestin et Tison, 2023 – Licence : tous droits réservés

Source : Sarah Berns, Théo Ciccia, Ludovic Faravel, Ophélia Gestin et Léa Tison, « Les substances perfluoroalkylées (PFAS): quel risque ces “polluants éternels” font-ils peser sur l'environnement », 2023.

⁵⁷ Ebinezer LB, Battisti I, Sharma N, Ravazzolo L, Ravi L, Trentin AR, Barion G, Panizzo A, Dall'Acqua S, Vamerali T, Quaggiotti S, Arrigoni G, Masi A. Perfluorinated alkyl substances affect the growth, physiology and root proteome of hydroponically grown maize plants. J Hazard Mater. 2022 Sep 15;438:129512. doi: 10.1016/j.jhazmat.2022.129512. Epub 2022 Jul 2. PMID: 35999737.

⁵⁸ Étude menée par l'Institut néerlandais de Santé publique.

Les produits finis contenant des PFAS peuvent constituer une source de pollution. De nombreuses zones d'ombre existent sur la présence, ou non, de PFAS dans les produits finis et sur le relargage des PFAS dans les produits. Plusieurs études ont été menées sur la présence de PFAS et leur transfert dans les objets.

Une étude portant sur la présence des PFAS dans les vêtements résistants à la pluie destinés aux enfants a été menée⁵⁹ en 2023 dans 13 pays d'Asie, d'Afrique, d'Europe et d'Amérique du Nord. 58 PFAS ont été recherchés. Au total, 65,3 des échantillons prélevés se sont révélés positifs aux PFAS. Les teneurs les plus élevées ont été retrouvées dans des vestes de type Softshell et 16 échantillons de vestes contiennent des PFAS à des niveaux supérieurs à ceux proposées par l'UE dans le cadre de la restriction REACH⁶⁰. Parmi les 15 PFAS identifiés dans les vêtements analysés, c'est le 6:2 FTOH qui a été mesuré aux concentrations les plus élevées. Selon Générations Futures⁶¹, la présence de ce type de PFAS indique que des PFAS polymères à chaînes latérales fluorées (side chain fluorotelomer based-polymers) ont été utilisés dans les produits. Le 6:2 FTOH est un PFAS polymère qui se dégrade tout au long de sa vie et peut se transformer en FTOH et en PFCA (ex: PFOA).

Le projet de recherche SATIN financé par l'ANR⁶² en 2016 a étudié le vieillissement du revêtement antiadhésif des matériels de cuisson, dans le but d'améliorer la durée de vie des moules de cuisson de pain de mie et de comprendre le vieillissement des revêtements anti-adhérents de type perfluoroalkylés utilisés en boulangerie, plus précisément les transferts de PFOS et de PFOA du revêtement anti-adhérent du moule vers le pain. Les résultats de ce projet ont mis en avant la possibilité de proposer des tests de vieillissement des moules et de quantification des perfluorés, de montrer **l'impossibilité de détecter la présence de contaminants dans les pains**. En effet, le revêtement se dégraderait sur environ 2000 cycles de cuisson sous forme de particules.

En 2016, la DGCCRF a également mené des enquêtes sur des articles avec un revêtement en PTFE et présentant l'allégation « sans PFOA ». Depuis 2016, des analyses de migration du PFOA ont été régulièrement effectuées par la DGCCRF sur les matériaux au contact des denrées alimentaires (boîtes de soupe en carton en 2018, vaisselle à usage unique en carton en 2019, papier sulfurisé en 2020) et les analyses ont révélé qu'il n'y avait aucune non-conformité Pour 2024, la DGCCRF envisage d'effectuer de nouveaux contrôles dans les matériaux en contact avec les denrées alimentaires tout en élargissant progressivement le champs des PFAS recherchés⁶³.

⁵⁹Straková, J., Brosché, S., Brabcová, K. et al., 2023. Toxics in our Clothing: Forever Chemicals in Jackets and Clothing from 13 Countries, 48 p.

⁶⁰Générations futures, « Des polluants éternels dans les vêtements », décembre 2023.

⁶¹*Ibidem*.

⁶²Contribution écrite Agence Nationale de la Recherche.

⁶³Contribution écrite de la DGCCRF.

3) Identifier, surveiller et réduire les pollutions dans différents milieux et dans les usages associés

Face à une large émission et diffusion de ces polluants dans toutes les matrices environnementales, des limites de qualité et des valeurs guides environnementales ont été définies pour garantir que la présence de ces PFAS dans les matrices choisies ne génère pas de risque significatif pour la santé et pour l'environnement.

En l'état actuel des connaissances scientifiques des PFAS, des limites de qualité n'ont pu être définies, à l'échelle internationale ou européenne, que pour certains milieux/matrices, et pour certaines substances. Pour les autres, il n'existe aucune norme de qualité environnementale harmonisée. Seuls les pays sensibles à cette problématique en ont défini à leur échelle, ce qui explique que ces normes diffèrent d'un pays à un autre, voire d'un État à l'autre dans les pays fédéraux.

Dans les eaux destinées à la consommation humaine :

Au niveau international, l'Organisation Mondiale de la Santé préconisait, en 2022, des valeurs guides provisoires (c'est-à-dire des concentrations maximales acceptables) dans l'eau potable de 100 ng/L pour le PFOA et le PFOS, et de 500 ng/L pour la somme totale des PFAS mesurables.

Au niveau européen, la Directive sur l'eau potable⁶⁴ a fixé, en 2020, deux seuils dans l'eau potable, contraignants pour l'ensemble des Etats membres d'ici janvier 2026 :

- soit 100 ng/L pour la somme de 20 PFAS, jugés préoccupants⁶⁵ ;
- soit 500 ng/L pour le total des PFAS.

L'Union européenne reprend donc les mêmes recommandations que l'OMS en les étendant au-delà des deux PFAS (PFOS et PFOA). Chaque pays membre de l'Union européenne est libre d'établir des normes inférieures à celles fixées par la directive.

Il semblerait que certains scientifiques considèrent que ces seuils sont trop élevés et obsolètes en l'état actuel des connaissances scientifiques⁶⁶, le seuil de 100 ng/kg étant celui utilisé pour qualifier les hotspots par Forever Pollution Project, en fonction des experts interrogés. En France, l'Anses avait établi, en 2017⁶⁷, une valeur sanitaire maximale de 75 ng/L pour le PFOA dans l'eau potable, avant l'apparition de nouveaux résultats scientifiques. Par ailleurs, d'autres pays proposent des valeurs guides environnementales moins élevées (sans que celles-ci ne soient contraignantes), à l'instar de l'organisme Santé Canada, qui

⁶⁴ Directive (UE) n° 2020/2184 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine du 16 décembre 2020.

⁶⁵ PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTrDA, PFBS, PFPeS, PFHxS, PFHpS, PFOS, PFNS, PFDS, Acide perfluoroundécane sulfonique, Acide perf luorododécane sulfonique, Acide perfluorotridécane sulfonique.

⁶⁶ Horel Stéphane, « Polluants éternels: définir les valeurs limites dans l'eau, un enjeu majeur pour la santé des européens », Le Monde, 23 février 2023.

⁶⁷ ANSES, « Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'évaluation des risques sanitaires d'alkyls per- et polyfluorés dans les eaux destinées à la consommation humaine », 21 décembre 2017.

propose de fixer un seuil de 30 ng/L pour la somme des concentrations de PFAS détectées dans l'eau potable⁶⁸, ou l'Agence de protection de l'environnement des Etats-Unis qui propose un seuil de 4 ng/L pour le PFOA et de 2 ng/L pour le PFOS. Le Danemark dispose quant à lui d'une valeur guide de 2 ng/L pour la somme du PFOA, du PFOS, du PFNA et du PFHxS, et les Pays-Bas de 4 ng/L.

Dans les eaux de surface et les eaux souterraines :

La Directive Cadre sur l'eau⁶⁹, depuis 2013, fixe une valeur limite en PFOS de 0,65 ng/L dans les eaux de surface (limite pour la moyenne des concentrations dans les prélèvements réalisés au cours d'une année en un même point) et de 36 µg/L en concentration maximale admissible. Ces normes de qualité environnementale doivent être respectées avant la fin de l'année 2027. En complément, un arrêté ministériel français en date du 22 avril 2022 intègre pour le suivi :

- les 20 PFAS identifiés pour l'eau destinée à la consommation humaine, contrôlés dans le cadre de la surveillance de l'état chimique des eaux souterraines ;
- la surveillance du PFOS dans l'eau de surface et les sédiments, ainsi que quatre autres PFAS (PFOA, PFHxA, PFDA, PFHS).

Dans le cadre des travaux de révision de la directive cadre sur l'eau, un approfondissement de la prise en compte des PFAS est en discussion, avec notamment une position du Parlement européen demandant à la Commission d'élargir les PFAS pris en considération et encadrés, suite au constat que des PFAS ont été détectés dans plus de 70% des points de mesure des eaux souterraines dans l'Union.⁷⁰

Cependant, comme l'indique le plan d'action ministériel PFAS, « la norme de qualité environnementale fixée à 0,65 ng/L se heurte aujourd'hui aux contraintes de mesure dans l'eau, les limites de quantification étant supérieures à ce chiffre ».

Dans les autres matrices :

Les sols n'ont fait l'objet d'aucune réglementation ou norme de qualité, à l'échelle européenne et à l'échelle française. Pourtant, les PFAS s'accumulent dans les sols, contaminent les eaux de surface, les eaux souterraines, les aliments, les organismes vivants et peuvent transporter ces composés (poussières, déplacements et transferts de terres...). Comme l'indique le rapport de l'IGEDD de décembre 2022⁷¹, « la France n'a pas défini de critères de qualité pour les PFAS dans le sol », contrairement à d'autres pays tels que le Canada, la Norvège, les Etats-Unis ou encore les Pays-Bas.

⁶⁸ Santé Canada, « Objectif pour la qualité de l'eau potable au Canada », 12 avril 2023.

⁶⁹ Directive-cadre sur l'eau, directive n°2000/60/CE du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, modifiée par la Directive 2013/39/CE relative aux substances prioritaires pour la politique dans le domaine de l'eau.

⁷⁰ Amendements du Parlement européen, adoptés le 12 septembre 2023, à la proposition de directive du Parlement européen et du Conseil modifiant la directive 2000/60/CE établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, la directive 2006/118/CE sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration, et la directive 2008/105/CE établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau (COM(2022)0540 – C9-0361/2022 – 2022/0344(COD)).

⁷¹ IGEDD, « Analyse des risques de présence de PFAS dans l'environnement », décembre 2022.

	PFOS	PFOA
Norvège	2,3 ng/kg de poids sec	13 ng/kg de poids sec
Pays-Bas ²⁸	3 000 ng/kg ps	3 000 ng/kg ps
US EPA	6 000 ng/kg ps	16 000 ng/kg ps

Tableau 2 : seuils uniques « tous usages » de concentration en PFOS et PFOA dans les sols.

Source : rapport de l'IGEDD, « analyse de la présence de PFAS dans l'environnement », décembre 2022.

À l'échelle française, certains organismes auditionnés ont indiqué que des initiatives sont actuellement en cours pour une collecte de données relatives à la présence de PFAS dans les sols, mais nous sommes encore loin de l'identification réalisée pour la matrice eau. L'air et les poussières sont deux matrices à la fois contaminées par les PFAS et sources de diffusion de ceux-ci. Les PFAS sont également présents dans l'eau de pluie, ce qui confirme par ailleurs leur présence dans l'air ambiant. Cependant, à l'échelle européenne et à l'échelle française, il n'existe pas d'outil ni de méthode harmonisée pour détecter et analyser la présence des PFAS dans l'air, les poussières et les rejets atmosphériques.

Des travaux ont, par exemple, été conduits sur les concentrations de micro-polluants dans les eaux de ruissellement routières, sur quatre sites français⁷² : sur 17 PFAS recherchés, qui peuvent être diffusés par les véhicules ou se trouver dans les eaux de pluie ou sur les sols, 3 substances ont été quantifiées dans 100% des 15 échantillons d'eau prélevés, et 5 autres dans 12 échantillons au moins sur 15.

Trois États américains (Michigan, New Hampshire et New York) disposent de seuils (contraignants ou non selon les États) à ne pas dépasser dans les rejets atmosphériques, sur lesquels s'appuient certaines entreprises françaises pour contrôler la quantité de PFAS présents dans leurs rejets atmosphériques. Ces seuils ne sont pas harmonisés dans l'ensemble des Etats-Unis. Au Michigan, les seuils applicables sont de 7 µg/m³ pour le PFOA et le PFOS. Au New Hampshire, deux limites de AFPO⁷³ ont été établies dans l'air ambiant : un seuil limite annuel de 42 µg/m³, et un seuil limite sur 24 heures de 5 µg/m³. Enfin, l'Etat de New York recommande une concentration indicative annuelle de PFOA dans l'air ambiant de 53 µg/m³.

En France, l'Anses a annoncé un bilan attendu pour avril 2024 concernant la connaissance de la contamination par les PFAS du sol, de l'air intérieur et des poussières. Ce bilan sera une étape structurante dans l'identification des besoins prioritaires de méthodes et de données.

⁷² Gasperi, J.; Le Roux, J.; Deshayes, S.; Ayraut, S.; Bordier, L.; Boudahmane, L.; Budzinski, H.; Caupos, E.; Caubrière, N.; Flanagan, K.; et al. Micropollutants in Urban Runoff from Traffic Areas: Target and Non-Target Screening on Four Contrasted Sites. Water 2022, 14, 394. <https://doi.org/10.3390/w14030394>.

⁷³ Il s'agit d'un sel d'ammonium du PFOA.

Illustration du transport des PFAS dans l'air et leur dépôt

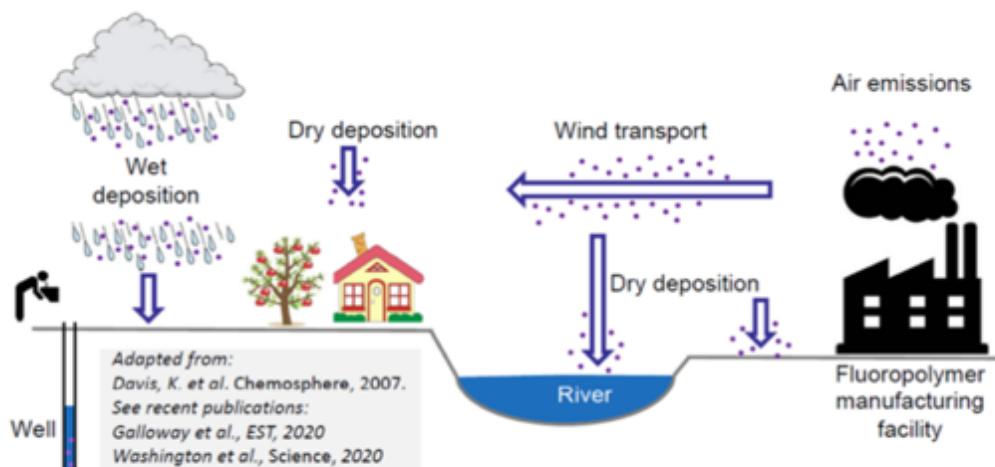


Figure 2. Schéma illustrant le transport des PFAS dans l'air et leur dépôt [13]

Source : Ineris.

C. Complexité d'une toxicité chronique

Pour étudier la toxicité des substances, on peut notamment procéder par des études d'épidémiologie, en comparant l'exposition ou l'imprégnation à des indicateurs de pathologies. Pour déterminer la présence de PFAS dans l'organisme (imprégnation humaine) et leurs effets sur la santé, des études de biosurveillance sont menées, par le biais de prélèvements sanguins, urinaires, de cheveux et de lait maternel permettant de doser ces substances recherchées. Par ailleurs, sont conduites des études pour comprendre les mécanismes biologiques à l'œuvre, à partir de travaux sur des cellules ou des animaux, à partir de modélisations ...

Sont établies des **valeurs toxicologiques de référence** (VTR), qui permettent de qualifier ou quantifier un risque pour la santé humaine. Ces VTR sont des indices pour caractériser le lien entre l'exposition de l'Homme à une substance toxique et l'occurrence ou la sévérité d'un effet nocif. Il existe également les **valeurs de référence d'exposition** (VRE) définies par Santé Publique France comme des valeurs permettant de déterminer si une personne ou si un groupe de personnes a été exposé à des niveaux de substances chimiques significativement plus élevés que ceux observés dans la population générale.

1) Les effets sanitaires liés aux PFAS

En l'état actuel des connaissances scientifiques, il n'est pas démontré que l'ensemble de la famille des PFAS est nocive pour la santé humaine et pour la santé des écosystèmes. Quatre composés ont fait l'objet d'une attention particulière : le PFOA, le PFNA, le PFOS, et le PFHxS. Des travaux abordent progressivement d'autres substances, et « de plus en plus de données probantes semblent indiquer que les préoccupations liées aux PFAS [...] seraient applicables à un ensemble plus large qu'attendu ».⁷⁴

D'après les experts scientifiques, les PFAS sont associés à des risques chroniques, c'est-à-dire liés à une exposition à une substance toxique pendant plusieurs années, (généralement plus de 10% de l'espérance de vie de l'espèce, soit 7 ans minimum pour l'humain dont l'espérance de vie est fixée à 70 ans lors de l'évaluation du risque). Les niveaux d'exposition conditionnent les effets observés ou prévus des PFAS sur la santé, qui sont divers selon les travaux et les substances abordées :

- Des effets hépatiques, avec une hausse du taux de cholestérol ;
- Une diminution de la réponse du système immunitaire à la vaccination (effet le plus critique pris en compte par l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) dans ses derniers travaux, mais sans information sur la hausse potentielle de la fréquence de maladies) ;

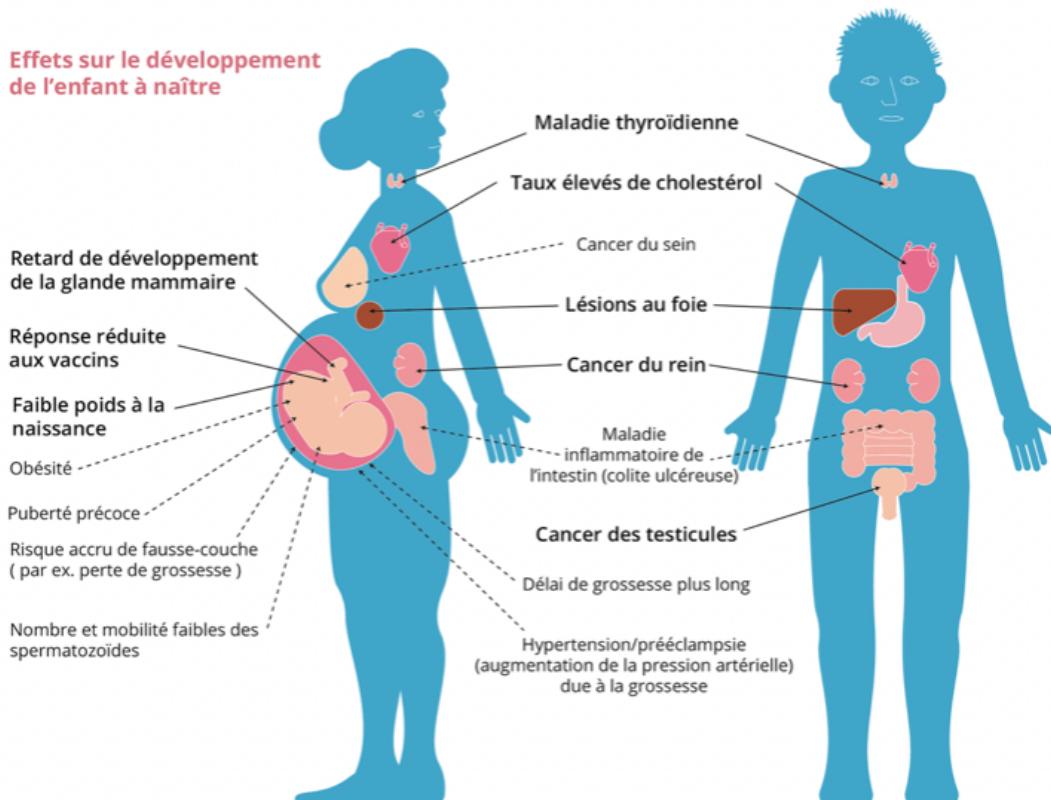
⁷⁴Santé Canada, « Rapport sur l'état des substances perfluoroalkyliques et polyfluoroalkyliques (SPFA), ébauche de rapport mis en consultation », mai 2023.

- Une hausse du risque de certains cancers, notamment pour le PFOA, évalué comme « cancérogène pour l'Homme » et le PFOS, classé comme agent « peut être cancérogène pour l'Homme »⁷⁵ ;
- Un risque accru d'hypertension artérielle chez la femme enceinte ;
- Une légère diminution du poids et du périmètre crânien des nouveau-nés ;
- Une perturbation endocrinienne (prouvée chez l'animal mais pas chez l'Homme) ;
- Une altération de la fertilité et de la morphologie spermatique⁷⁶.

Illustration des effets des PFAS sur la santé humaine

— Niveau élevé de certitude

- - - Niveau faible de certitude



Sources: US National Toxicology Program (2016); C8 Health Project Reports (2012); CIRC OMS (2017); Barry et al. (2013); Fenton et al. (2009); et White et al. (2011) apud Emerging chemical risks in Europe — 'PFAS'.

Source : Agence Européenne de l'environnement (EEA), « Effets des PFAS sur la santé humaine », 2021.

⁷⁵ CIRC, « Les Monographies du CIRC évaluent les effets cancérogènes de l'acide perfluorooctanoïques (PFOA) et de l'acide perfluorooctanesulfonique (PFOS) », 1 er décembre 2023.

⁷⁶ ELFE, Étude longitudinale française depuis l'enfance, 2011.

2) Les principales sources d'exposition

Plusieurs études ont permis de déterminer les principales voies d'exposition aux PFAS chez l'Homme. Parmi les études associées à la France, il y a le programme européen HBM4EU, la cohorte Elfe et l'étude Esteban⁷⁷, ainsi que les travaux menés par l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA)⁷⁸.

L'alimentation et l'eau de boisson semblent être les principales voies d'exposition de la population générale aux PFAS. Les aliments sont contaminés par la voie des sols⁷⁹, de l'eau, des produits épandus sur les cultures. Les composés PFAS présents dans les denrées alimentaires utilisés pour nourrir les animaux sont également transférés dans les aliments que ces animaux produisent, tels que le lait, les œufs et la chair. Toute la chaîne alimentaire est contaminée. Par ailleurs, ils peuvent migrer depuis les emballages alimentaires et les équipements utilisés dans l'industrie alimentaire pour la transformation des denrées alimentaires. Les aliments aux concentrations de PFAS les plus élevées sont l'eau (selon les lieux et systèmes de distribution), les produits de la mer, les viandes, volailles, gibiers et charcuteries, les légumes et les plats composés.

L'air intérieur et les poussières domestiques constituent également une voie d'exposition sensible aux PFAS. Par ailleurs, certaines populations peuvent être davantage exposées aux PFAS, telles que celles en contact avec certains produits. Il est établi que les concentrations de PFAS sont généralement plus élevées chez les hommes avec un niveau d'éducation élevé, certainement du fait de l'alimentation (poissons, fruits de mer...).

La grossesse et l'allaitement sont deux voies d'exposition des fœtus et des nouveau-nés aux PFAS, en particulier aux PFOS, PFOA, PFNA et PFHxS (passage à travers la barrière placentaire, sang du cordon ombilical, allaitement maternel). D'après l'étude de biosurveillance française ELFE, les concentrations mesurées dans le lait maternel sont faibles (« entre 20 fois et 150 fois plus faibles que celles mesurées dans le sérum maternel ») et le transfert des PFAS par le sang du cordon ou l'allaitement varie selon la molécule concernée et la longueur de sa chaîne.

Après absorption par l'organisme humain, Santé Publique France, dans son étude de biosurveillance Esteban, indique que les PFAS se distribuent dans le foie, le sang, les poumons, les reins et les os, en fonction de la substance concernée et du mode d'exposition.

Les PFAS sont ensuite éliminés de l'organisme principalement par la voie biliaire, la grossesse et l'allaitement également pour les femmes. Comme cela a été indiqué plus haut, la durée de demi-vie (durée au bout de laquelle la moitié des molécules ont été métabolisées ou rejetées par le corps) des PFAS dans le corps humain varie.

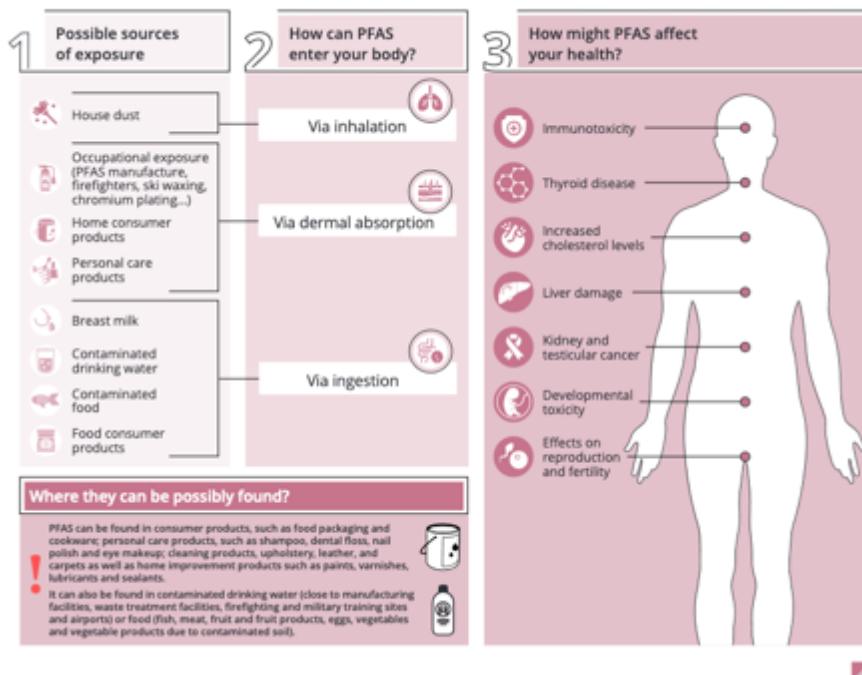
⁷⁷ Voir 4) Les études de biosurveillance menées par la France.

⁷⁸ EFSA, « Risk to human health related to the presence of perfloroalkyl substances in food », juillet 2020

⁷⁹ Les taux de transfert des sols aux plantes sont plus élevés pour les PFAS à chaîne courte selon l'EFSA.

Aperçu des sources, des voies d'exposition et des effets sur la santé associés aux PFAS

Figure 1. Overview of sources, pathways and health effects associated with PFASs



Source: HBM4EU, Policy Brief PFAS, 2022

3) Les valeurs actuellement fixées

Une dose hebdomadaire tolérable (DHT) dans les aliments a été fixée par l'EFSA en 2020 pour les quatre PFAS précédemment mentionnés à 4,4 ng/kg de poids corporel par semaine (ce qui correspond à un niveau sérique de 6,9 µg/L à ne pas excéder)⁸⁰.

Cependant, dans le cadre du programme de biosurveillance européen intitulé HBM4EU, mené de 2017 à 2022⁸¹ et qui constitue une première initiative à l'échelle européenne pour harmoniser les mesures d'exposition des populations à des substances chimiques et évaluer l'effet de ces expositions sur la santé, les experts ont adapté cette DHT à huit autres PFAS⁸² et il en ressort que **plus de 14 % des adolescents testés dépassent le niveau sérique fixé par l'EFSA (et donc la dose hebdomadaire)**.

Cette étude montre également que malgré les restrictions et interdictions des PFOS et PFOA, ces substances se retrouvent encore dans le sang de la population (en cohérence avec les études ELFE et Esteban menées en France). Cependant, là où l'on voit l'importance de la réglementation est que l'on constate tout de même une diminution des imprégnations par ces deux PFAS.

⁸⁰ EFSA, « Risk to human health related to the presence of perfloroalkyl substances in food », juillet 2020.

⁸¹ Le projet HBM4EU (initiative européenne de biosurveillance humaine) est mené de 2017 à 2022.

⁸² En plus des PFOA, PFOS, PFHxS et PFNA, il y a les PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFBS, PFHpS.

Une recommandation (n°2022/1431) du 24 août 2022 relative à la surveillance des substances PFAS dans les denrées alimentaires propose des limites de quantification et valeurs indicatives pour les fruits et les légumes.

Limites de quantification

Produit concerné	Valeur indicative
Fruits, légumes, racines, tubercules amylacés, aliments pour nourrisson et enfants en bas âge	PFOS: 0,002 ug/Kg PFOA: 0,001 ug/Kg PFNA: 0,001 ug/Kg PFHxS: 0,004 ug/Kg
Lait	PFOS: 0,010 ug/Kg PFOA: 0,010 ug/Kg PFNA: 0,020 ug/Kg PFHxS: 0,040 ug/Kg
Viande de poisson et viande d'animaux terrestres	PFOS, PFOA, PFNA et PFHxS : 0,30 ug/Kg
Oeufs, crustacés et mollusques	PFOS, PFOA, PFNA et PFHxS : 0,30 ug/KG
Abats comestibles d'animaux terrestre	PFOS, PFOA, PFNA et PFHxS : 0,50 ug/KG

En outre, une enquête plus approfondie sur les causes de la contamination devrait être menée lorsque les valeurs indicatives suivantes sont dépassées :

Produit concerné	Valeur indicative
Fruits, légumes, racines, tubercules amylacés,	PFOS: 0,010 ug/Kg PFOA: 0,010 ug/Kg PFNA: 0,005 ug/Kg PFHxS: 0,015 ug/Kg
Champignons sauvages	PFOS: 1,5 ug/Kg PFOA: 0,010 ug/Kg PFNA: 0,005 ug/Kg PFHxS: 0,015 ug/Kg
Lait	PFOS: 0,020 ug/Kg PFOA: 0,010 ug/Kg PFNA: 0,050 ug/Kg PFHxS: 0,060 ug/Kg
Denrées alimentaires pour bébé	PFOS: 0,050 ug/Kg PFOA: 0,050 ug/Kg PFNA: 0,050 ug/Kg PFHxS: 0,050 ug/Kg

Des teneurs maximales pour le PFOA, le PFOS, le PFNA, le PFHxS ainsi que la somme de ces PFAS dans les denrées alimentaires ont également été fixées (par un règlement du 7 décembre 2022 abrogé et remplacé par un règlement du 25 avril 2023⁸³). Les aliments concernés sont les denrées alimentaires d'origine animale contribuant à l'exposition aux PFAS, pour lesquelles il existe suffisamment de données sur la présence de ces contaminants. Ce sont notamment les œufs, les poissons, les crustacés, les mollusques bivalves, la viande et les abats. **A partir du 1er janvier 2023, si elles excèdent les seuils fixés (Annexe 2), ces denrées ne peuvent pas être mises sur le marché.** L'objectif de ce règlement est de protéger les consommateurs européens de ces substances, les denrées alimentaires animales contribuant de manière importante à la contamination aux PFAS.

S'agissant des denrées alimentaires pour animaux, d'après la Direction générale de la santé et de l'alimentation de la Commission européenne, la capacité analytique dans ces denrées est actuellement limitée. Les laboratoires européens de référence travaillent sur le sujet et une recommandation européenne spécifique est en cours de discussion. Les États membres qui disposent de laboratoires ayant les capacités de faire ces mesures peuvent soumettre leurs résultats à l'EFSA, et les autres États membres sont encouragés à élaborer des méthodes analytiques au plus vite.

4) Les études de biosurveillance menées par la France

La France participe également à l'évolution des connaissances scientifiques relatives aux PFAS.

En 2009, l'Anses est saisie par la Direction générale de la santé afin de déterminer les risques sanitaires liés à certaines substances reprotoxiques et/ou perturbateurs endocriniens, parmi lesquelles les PFAS. Elle publie deux rapports en 2015 relatifs à la contamination, à la toxicité et à l'exposition aux PFAS. L'objectif est de recenser toutes les données disponibles et en cours d'acquisition. Quatre PFAS sont considérés comme prioritaires : le PFBA, le PFBS, le PFHxS et le PFHxA.

L'Anses s'auto-saisit ensuite pour élaborer des valeurs de référence (recommandations). Face à l'insuffisance de données fiables pour les PFBA et PFHxS, seules des Valeurs Toxicologiques Indicatives (VTi) sont construites en cas d'ingestion par voie orale. En revanche, pour le PFBS et le PFHxA, des VTR sont fixées.

⁸³ Règlement n°2022/2388 du 7 décembre 2022 puis règlement n°2023/915 sur les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires, du 25 avril 2023.

PFAS	Effet critique	Valeur de référence
PFBA	Effets hépatiques	VTi = 0,024 mg/kg/j
PFHxS	Effets hépatiques	VTi = 0,004 mg/kg/j
PFBS	Effets rénaux	VTR = 0,08 mg/kg/j
PFHxA	Effets rénaux	VTR = 0,32 mg/kg/j

En 2011, la cohorte ELFE (Étude Longitudinale Française depuis l'Enfance) est lancée, pilotée notamment par Santé Publique France. L'objectif est de connaître les facteurs qui peuvent influencer le développement physique et psychologique de l'enfant. Le volet périnatal de ce programme permettra de fournir des premiers indicateurs d'imprégnation des femmes enceintes par les PFAS et déterminer les effets de ces substances sur la reproduction, le développement neurologique et psychomoteur de l'enfant à naître. Puisqu'aucune valeur de référence n'est établie en 2011, à l'échelle française ou européenne, Santé Publique France s'appuiera sur des valeurs de référence établie par la commission allemande de biosurveillance pour le PFOS (20 ng/ml) et le PFOA (10 ng/ml). Il en ressortira que :

- Chez toutes les femmes testées, au moins un composé PFAS est présent, à un niveau de concentration quantifiable.
- Le PFOA, le PFHxS, le PFNA et le PFDA présentent les niveaux de concentration les plus élevés et représentent, à eux seuls, près de 80% de l'imprégnation totale par les PFAS chez les femmes enceintes.
- L'étude identifie également le transfert de PFAS de la mère à l'enfant et l'élimination partielle des PFAS de la mère par le biais de la grossesse et de l'allaitement, ainsi que les effets sanitaires constatés sur la fertilité et les nouveau-nés (*cf. 2 Les principales sources d'exposition*).

De 2014 à 2016, Santé Publique France lance une nouvelle étude de santé publique, intitulée Esteban. Le but est d'estimer les niveaux d'imprégnation de la population française de métropole à certaines substances ayant un impact présumé et/ou observé sur la santé et d'établir des valeurs de référence. Dans le cadre de cette étude, l'estimation de l'exposition de la population aux PFAS présents dans l'environnement a été réalisée, reposant sur le dosage dans le sérum de 17 PFAS (PFOA, PFPA, PFNA, PFBA, PFDA, PFHxA, PFHpA, PFHpS, PFHxS, PFDS, PFBS, PFOS, PFOSA...).

Il en ressort que :

- Le PFOA et le PFOS ont été retrouvés dans 100% des personnes testées, aussi bien les enfants que les adultes.
- L'imprégnation augmente avec l'âge, en raison de la rémanence des molécules.

5) La complexité du problème de la toxicité des PFAS

Les scientifiques sont très préoccupés par la toxicité des PFAS. Il s'agit d'une question majeure mais qui souffre d'importantes lacunes liées à la complexité et à la diversité de cette famille de composés chimiques.

Il est impossible de définir, dans un laps de temps raisonnable et attendu par la population, la toxicité des milliers de molécules PFAS existantes. Actuellement, seuls quelques-uns de ces composés font l'objet d'une surveillance renforcée et de travaux de toxicologie. Cette difficulté est accentuée par la diversité des réponses pathologiques associées à chaque PFAS, d'autant plus que les experts parviennent à déterminer les effets associés aux PFAS en laboratoire, dans des conditions idéales qui peuvent différer des conditions réelles. Ni les niveaux d'exposition individuels susceptibles de déclencher les effets sanitaires associés, ni la durée d'exposition ni les conséquences d'une exposition sur une courte période à des niveaux de concentration élevés n'ont été établis⁸⁴.

L'effet cocktail des PFAS, entre eux ou en association avec d'autres substances chimiques préoccupantes, est lui aussi très peu documenté. Bien que la somme des PFAS soit prise en compte dans les valeurs de référence, les effets sanitaires qui résultent d'une exposition simultanée à plusieurs PFAS demeurent inconnus. Le projet de recherche IPANEMA⁸⁵ vise notamment à caractériser l'exposition et la toxicité des mélanges de PFAS pour les vers de terre exposés à ces substances dans les sols contaminés.

Par ailleurs, la question pourtant cruciale de la prévalence des pathologies liées aux PFAS reste en suspens. Des études épidémiologiques doivent établir un lien clair entre l'exposition aux PFAS et la survenue de diverses affections.

Il est cependant important de noter que les connaissances scientifiques évoluent rapidement, comme en témoigne la variation des valeurs toxicologiques de référence définies par l'EFSA entre 2005 et 2020, avec une tendance à la diminution, ainsi que l'évolution de la classification par le CIRC du PFOA, identifié comme « potentiellement cancérogène » en 2014 et « cancérogène » neuf ans plus tard.

⁸⁴ Institut National de Santé Publique au Québec (INSPQ), « Effects potentiels des PFAS sur la Santé, Fiche techniques », 2023.

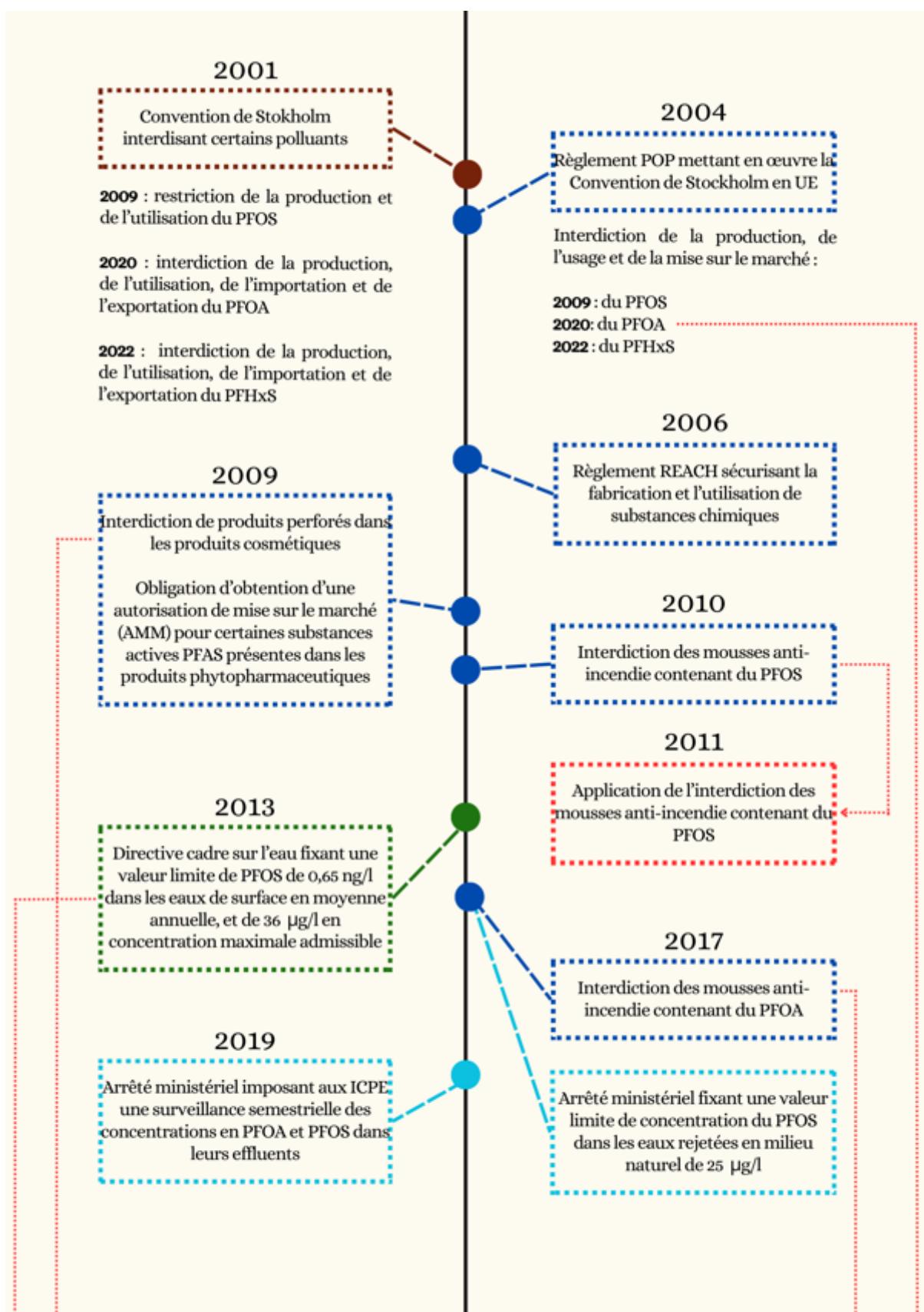
⁸⁵ VALGO, « IPANEMA - PFAS Recherche collaborative », 2022.

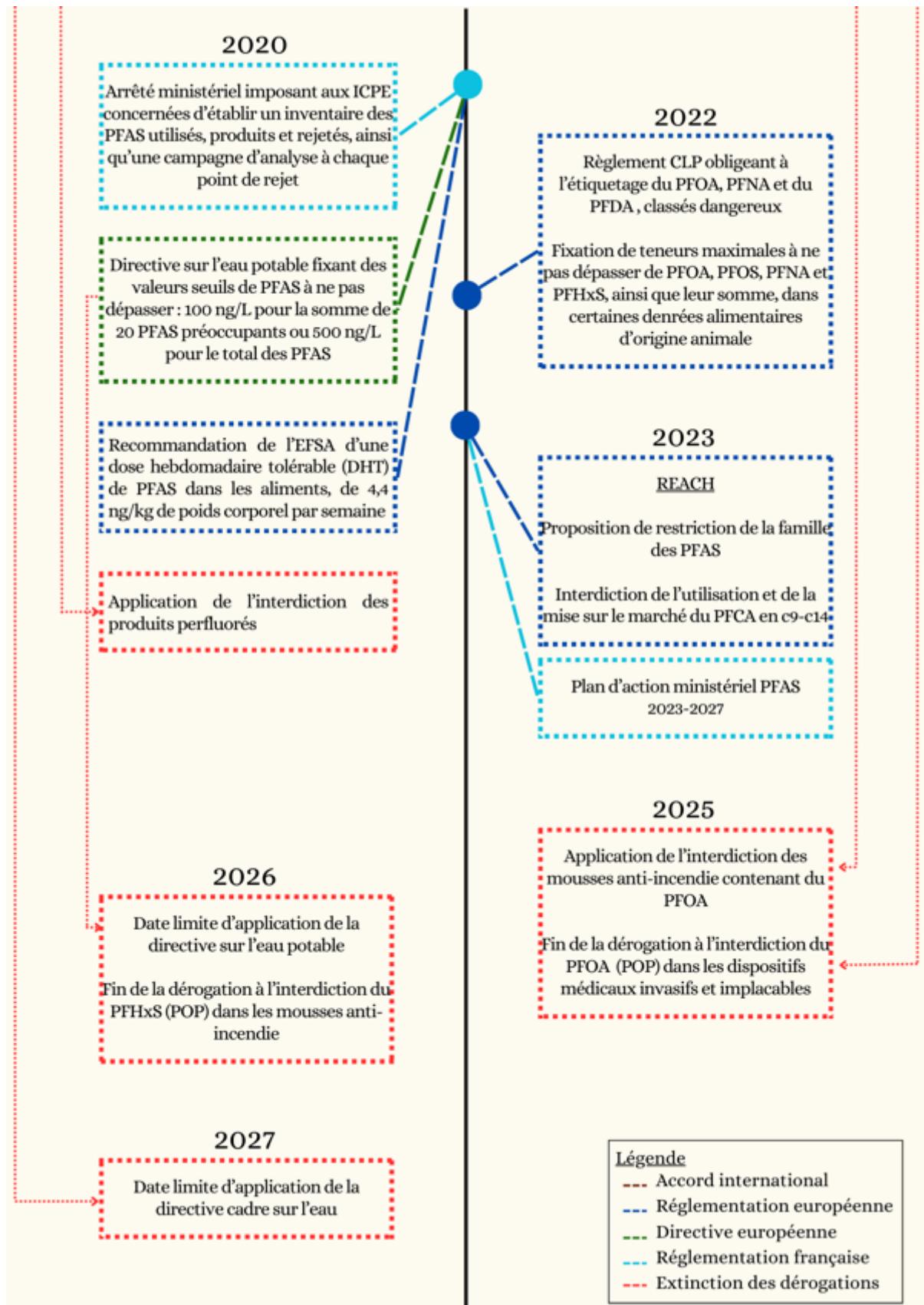
Tableau d'évolution des VTR orale pour des PFAS publiés par l'EFSA de 2005 à 2020

Année de publication	Voie d'exposition	Substance(s)	VTR
2020	Ingestion	$\Sigma 4$ PFAS	TWI = 4,4 ng/kg pc·semaine
2018	Ingestion	PFOA	TWI = 6 ng/kg pc·semaine
2018	Ingestion	PFOS	TWI = 13 ng/kg pc·semaine
2005	Ingestion	PFOA	TDI = 1500 ng/kg pc·jour

Source: Société francophone de Santé et environnement, « PFAS per et poly fluoro alkyls substances - fiches pratiques », novembre 2023

Frise chronologique de la réglementation relative aux PFAS





D. Complexité des usages et des « joueurs » innombrables

Le premier acide perfluoré qui a été synthétisé est le PTFE en 1938 au laboratoire de Chemours dans le New Jersey⁸⁶. Par la suite, après la seconde guerre mondiale, la synthèse de composés PFAS connaît son essor et cela a permis la création de nombreuses entités chimiques qui ont rencontré un large succès dans les domaines industriels et biomédicaux.

Les composés PFAS sont utilisés depuis de nombreuses années dans de multiples usages. A l'heure actuelle, il est difficile d'en établir une liste exhaustive. La proposition de restriction portée par les cinq pays européens, et la consultation mise en place par l'ECHA, ont mis en exergue ces nombreux usages. Néanmoins, il est important de mentionner que, d'une part, de nombreuses entreprises ignoraient qu'elles utilisaient des PFAS, ce dont elles prennent progressivement conscience au fil du temps, et que, d'autre part, lors de la consultation conduite par l'ECHA, des usages apparemment non-mentionnés par le dossier initial ont été rapportés.

1) La production des PFAS

Le Projet *Forever Pollution*⁸⁷ mené par différentes rédactions européennes a mis en avant une distinction entre les sites producteurs de PFAS et les sites industriels utilisateurs de PFAS pour fabriquer des produits et matériaux, comme des peintures, des vernis, des pesticides ou encore des textiles imperméables.

Cette enquête journaliste a recensé 20 sites producteurs en Europe et plus de 232 sites utilisateurs de PFAS. Parmi les grands producteurs de PFAS en Europe, il y a AGC Chemicals Group qui inclut Arkema, Chemours et Daikin, Solvay et 3M. Concernant la France, 5 sites de production sont répertoriés⁸⁸: le site de Solvay à Salindres, le site de Solvay à Tavaux, le site regroupant Arkema et Daikin à Pierre-Bénite et le site de Chemours à Villers Saint-Paul.

2) La quantité produite de PFAS

Il est difficile d'établir des chiffres précis concernant la production de PFAS dans la zone économique européenne. Les chiffres varient selon les différentes parties prenantes. De plus, la Direction générale des entreprises (DGE) au sein du Ministère de l'économie et des finances nous a informés qu'elle ne disposait pas d'éléments spécifiques sur les quantités produites ou importées. Néanmoins, le projet de restriction soumis à l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA)⁸⁹ porté par les cinq pays européens apporte de nombreuses informations ou estimations sur les quantités produites.

⁸⁶Munoz G., « Ecodynamique des composés poly et perfluoroalkylés dans les écosystèmes aquatiques », Université de Bordeaux, 2015.

⁸⁷The Forever Pollution Project, « Journalist Tracking PFAS across Europe », 2023.

⁸⁸Dagorn Gary, Aubert Raphaëlle , Horel Stéphane, Martinon Luc , Steffen Thomas, « Forever Pollution: Explore the map of Europe's PFAS contamination », Le Monde, Février 2023?

⁸⁹ECHA, « Restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFASs », 2023

Selon les données récoltées et analysées par les cinq pays, le volume total de PFAS produits dans la zone économique européenne en 2020, incluant les PFAS non-polymères, les PFAS polymères et les gaz fluorés, se situe entre **117 000 tonnes** et **396 000 tonnes** par an, ce qui représente une valeur médiane de 250 000 tonnes de PFAS produit par an.

Volumes des PFAS produits dans la zone économique européenne en 2020 (en tonne par an)

Table A.7. PFASs manufacturing volumes in EEA (in 2020)^a.

PFAS group	Low volume (t/y)	Midpoint (t/y)	High volume (t/y)
PFAA and PFAA precursors	53 902	85 977	118 051
Fluorinated gases	15 000	95 774	176 548
Polymeric PFASs	49 000	75 381	101 763

Light blue cells denote PFAS volumes that have been used for impact assessment.

^a The lower and upper estimates reflect the responses to the survey, or other industry data. Some companies reported exact figures, while others reported ranges. In some cases, companies reported volume data as "greater than x", with no upper bound included (e.g. ">1 000 t"). Therefore, the "upper estimate" is not a true maximum value.

Source: ECHA, « Restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFASs », 2023.

De son côté l'organisation non gouvernementale « European Environmental Bureau (EEB) » propose des chiffres concernant l'utilisation totale et la mise sur le marché des PFAS en tant que substances telles quelles, dans des mélanges ou dans des articles (hors fabrication), **qui se situent entre 690 000 et 990 000 tonnes par an⁹⁰**.

3) Les usages par secteur

Il existe trois grandes catégories d'usages de PFAS : l'utilisation des PFAS pour produire d'autres substances, les PFAS dans les produits et les PFAS dans les systèmes industriels ou techniques. Les PFAS non-polymères peuvent être utilisés comme surfactants, co-formulant (toute substance ajoutée intentionnellement qui n'est pas le principe actif), ou comme adjuvants (substance qui n'est pas le principe actif mais qui renforce l'efficacité du principe actif).

L'ECHA met en avant 15 secteurs majeurs d'utilisations (textile, matériaux, emballages alimentaires, produits de consommation, etc.). Les cinq pays européens ont établi un tableau des différents usages des PFAS par secteurs, en estimant les tonnages mis en œuvre et les quantités émises, diffusées⁹¹. Selon le tableau ci-dessous, l'application des gaz fluorés apparaît comme le premier facteur d'émission des PFAS. Par la suite, il s'agit du textile et des dispositifs médicaux. Il est également important de préciser la présence de PVDF dans les technologies de dépollution.

⁹⁰ European Environmental Bureau, « Policy Briefing: Toxic Tide rising : time to tackle PFAS - National approaches to address PFAS in drinking water across Europe », 2023

⁹¹ ECHA, « Restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFASs », 2023

Tableau de l'utilisation et émission des PFAS par secteur

Application	Tonnage range	Emission range [% emitted in manufacturing and use phase]	Emission contribution [% contribution to total emissions]
Applications of fluorinated gases	> 10 000	5 – 25	> 50
Textiles, upholstery, leather, apparel & carpets	> 10 000	5 – 25	10 – 50
Medical devices	> 10 000	5 – 25	5 – 10
Manufacture	> 10 000	0 – 5	1 – 5
Food contact materials and packaging	> 10 000	0 – 5	0 – 1
Transport	> 10 000	0 – 5	0 – 1
Construction products	1 000 – 10 000	25 – 75	1 – 5
Electronics and semiconductors	1 000 – 10 000	5 – 25 ■	0 – 1
Lubricants	1 000 – 10 000	5 – 25	0 – 1
Petroleum and mining	1 000 – 10 000	0 – 5	0 – 1
Energy sector	1 000 – 10 000	0 – 5	0 – 1
Metal plating and manufacture of metal products	100 – 1 000	0 – 5	0 – 1
Cosmetics	10 – 100	> 95	0 – 1
Consumer mixtures	10 – 100	75 – 95	0 – 1
Ski wax	0 – 10	25 – 75	0 – 1

05.04.2023

24

Source : ECHA, « Restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFASs », 2023.

Les cinq pays européens proposent de classifier les usages par émissions. A l'inverse, l'OCDE répertorie 13 secteurs d'utilisation importante de PFAS et propose une classification en fonction des usages de PFAS non-polymères et de PFAS polymères par secteur.

Tableau de l'utilisation des PFAS non-polymères par branche industrielle

Industry branch	Non-polymers		
1. Aviation, aerospace & defense	additives in aviation hydraulic fluids ³		
2. Biocides		active ingredient in plant growth regulators or ant baits; ³ enhancers in pesticide formulations ⁵	
3. Construction products		additives in paints and coatings	additives in paints and coatings
4. Electronics	flame retardants ⁶		
6. Fire-fighting		film formers in AFFF ⁷	film formers in AFFF and FFFP ⁷
7. Household products	wetting agent in floor polishes	wetting agent or surfactant in products such as floor polishes and cleaning agents	wetting agent or surfactant in products such as floor polishes and cleaning agents
8. Metal plating	wetting agent, mist suppressing agent ³	wetting agent, mist suppressing agent ³	wetting agent, mist suppressing agent ³
9. Oil and mining production	surfactants in oil well stimulation ³	surfactants in oil well stimulation ³	surfactants in oil well stimulation ³
11. Polymerization	(emulsion) polymerization processing aids ⁸	(co)monomer of side-chain fluorinated polymers ⁴	(co)monomer of fluoropolymers & side-chain fluorinated polymers ^{8,9}

Source : OCDE, « OECD / UNEP Global PFC Group Synthesis paper on per- and polyfluorinated chemicals (PFCS) », 2013.

Tableau de l'utilisation des PFAS Polymères par branche industrielle

Industry branch	Polymers
1. Automotive	raw materials for components such as low-friction bearings & seals ⁹
2. Aviation, aerospace & defense	insulators, ¹⁰ "solder sleeves"; ¹⁰
3. Cable & wiring	coating for weathering, flame and soil resistance ⁹
4. Construction	coating of architectural materials (fabrics, metals, stone, tiles, etc.); ⁸ additives in paints
5. Electronics	Insulators, ⁹ "solder sleeves"; ¹⁰
6. Energy	film to cover solar collectors due to weatherability ⁸
7. Fire-fighting	raw materials for fire-fighting equipment, including protective clothing
8. Food processing	fabrication materials ⁹
9. Household products	nonstick coating ⁹
10. Medical articles	surgical patches cardiovascular grafts; ⁹ raw materials for implants in the human body ¹⁰
11. Paper and packaging	oil and grease repellent ⁴
12. Semiconductors	raw materials for equipment ^{8,10}
13. Textiles, leather and Apparel	raw materials for highly porous fabrics ¹⁰
	oil and water repellent and stain release ⁴
	oil and water repellents

Source : OCDE, « OECD / UNEP Global PFC Group Synthesis paper on per- and polyfluorinated chemicals (PFCS) », 2013.

Le secteur des gaz fluorés : De nombreux gaz fluorés contiennent des PFAS et sont largement utilisés pour la climatisation (stationnaire et mobile) et la réfrigération (commerciale, industrielle et de transport)⁹². Ces gaz fluorés se retrouvent dans plusieurs technologies liées à la transition énergétique telles que les pompes à chaleur, les systèmes de climatisation, les mousse d'isolation des bâtiments ou encore des solvants utilisés dans les industries de haute technologies⁹³. Ils sont par ailleurs utilisés comme gaz propulseurs dans les inhalateurs-doseurs médicaux.

⁹² OCDE, « OECD / UNEP Global PFC Group Synthesis paper on per- and polyfluorinated chemicals (PFCS) », 2013.

⁹³ Contribution écrite de Honeywell.

Le secteur du textile : Dans le secteur du textile, la majorité des PFAS utilisés sont des polymères ; des fluoropolymères (PTFE) en raison de leur grande perméabilité à la vapeur d'eau, aux températures et comme protection à des produits chimiques et à des décharges électriques ; et des polymères à chaînes latérales fluorées qui confèrent aux textiles une résistance à l'eau, à l'huile, à la saleté et aux tâches⁹⁴.

Les PFAS sont utilisés pour les textiles de maison (tapis, rideaux, stores, revêtement textiles, par exemple de sièges et de canapés), les vêtements de consommation (vêtements d'intérieur et d'extérieur, vêtements de sport, chaussures, accessoires) et notamment des vêtements imperméables respirants, textiles techniques tels que les textiles d'extérieur (toiles, auvents, bâches, voiles, cordes), les applications médicales (les draps chirurgicaux, les blouses et les rideaux), les vêtements professionnels (vêtements et chaussures de sport professionnels, EPI à usage industriel et professionnel) ainsi que dans certains textiles en cuir (sac, portefeuilles, ceintures, vêtements d'intérieur et d'extérieur). Des vêtements de protection pour les pompiers sont ré-imprégnés au fil de l'utilisation, pour éviter que des tâches et dépôts gras ne favorisent l'action du feu⁹⁵.

Les dispositifs médicaux : Dans le secteur des dispositifs médicaux, des PFAS se retrouvent, par exemple, dans la production des dispositifs médicaux implantables, dans les produits de traitement des plaies (bandages, bandes, agrafes chirurgicales), les tubes, les cathéters, les revêtements et agents propulseurs (les stents métalliques, les protections d'aiguilles et de membranes), le nettoyage de transfert de chaleur, les gaz de stérilisation, les emballages de dispositifs médicaux (ampoules, récipients unidoses et multidoses, les flacons, les médicaments liquides pour injection et les systèmes auto-injectables), les lentilles de contact rigides perméables aux gaz et lentilles ophtalmiques, les lentilles intraoculaires et des matériels et produits pour la chirurgie de l'oeil, ainsi que les inhalateurs doseurs⁹⁶.

Les PFAS sont utilisés pour les raisons suivantes :

- **Les gaz fluorés** dans les propulseurs des dispositifs médicaux implantables, les lasers médicaux et les agents de transferts de chaleurs ;
- **Le PTFE** pour limiter la capacité des bactéries et des autres agents infectieux à adhérer aux cathéters ainsi que pour protéger les vêtements et textiles ;
- **Le PFPE** comme revêtement adhésif dans les rubans médicaux et siliconés des pansements ;
- **Le PSBF** comme revêtement pour se rapprocher de la peau dans le cas des plaies chirurgicales ou aiguës ;
- **L'ePTFE** pour obtenir une surface très lisse.

De plus, les fluoropolymères sont utilisés de manière globale car ils constituent une barrière à l'humidité.

Selon le projet de restriction des cinq pays, l'annexe 17 représente la proportion de PFAS utilisés dans les dispositifs médicaux.

⁹⁴Contribution écrite de l'Union des Industries textiles.

⁹⁵ECHA « Restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFASs », 2023.

⁹⁶*Ibidem.*

Schéma de la proportion de PFAS utilisés dans le secteur des dispositifs médicaux

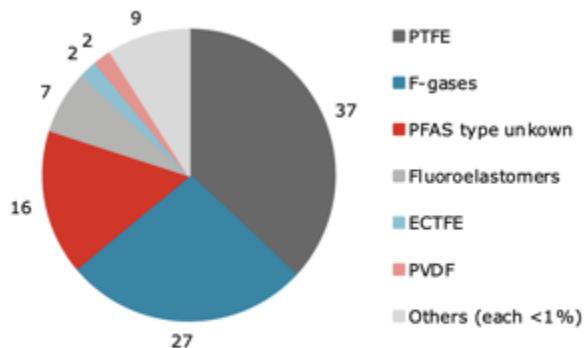


Figure A.20. Proportion of PFASs (types) applied in the medical device industry , according to members of Spectaris (an industry association).

Source: ECHA, « Restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFASs », 2023

A titre d'illustration, afin de mieux comprendre la présence de PFAS dans les produits, lors d'une audition avec le groupe Zeiss, ils nous ont partagé des informations concernant les poids des PFAS dans différents produits. Selon eux⁹⁷, s'agissant des verres de lunettes, le poids moyen d'un verre de lunette étant d'environ 5 grammes, la couche de PFAS (revêtement) correspond à 25 microgrammes, ce qui équivaut à 20 kilogrammes de PFAS pour la production de verres à lunettes par an⁹⁸. S'agissant du microscope, les membres du groupe Zeiss mentionnent qu'il y a encore des incertitudes concernant le poids des PFAS dans le produit, estimé à 5 grammes de PFAS, avec la difficulté à prendre en compte les câbles, les lubrifiants, l'isolation pour lesquels le pourcentage spécifique de PFAS n'a pas été mesuré.

Le secteur des transports : Les principaux PFAS utilisés sont les fluoroélastomères, le PTFE, le PVDF et le FEP. Ils sont utilisés pour leur vaste gamme de propriétés dans la construction des carrosseries, des coques, des fuselages, les applications d'étanchéité, les lubrifiants, les systèmes de freinage. Nous pouvons mentionner par ailleurs les textiles des sièges⁹⁹.

Fabrication des polymères : de nombreux PFCA à chaînes longues ont été utilisés comme émulsifiants, auxiliaires de fabrication dans la polymérisation de certains polymères fluorés et de certains élastomères fluorés. Au fur et à mesure des années, les PFCA à chaînes longues ont été substitués par des PFCA à chaînes courtes¹⁰⁰.

Le secteur des matériaux et emballages en contact avec les denrées alimentaires, et les ustensiles de cuisine ou de cuisson : Les PFAS sont utilisés dans les emballages alimentaires afin de rendre ceux-ci résistants à la graisse. Pour les ustensiles de cuisine grand public, les PFAS (TFE, PTF, PFA, PTFE, FKM) sont principalement utilisés pour obtenir des revêtements antiadhésifs pour des produits tels que les poêles à frire, les assiettes, les

⁹⁷ Contribution écrite de Zeiss.

⁹⁸ *Ibidem*.

⁹⁹ ECHA, « Restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFASs », 2023.

¹⁰⁰ *Ibidem*.

ustensiles de cuisson et les équipements électriques de cuisine. Enfin, les polymères PFAS, dont le PTFE, le FEP, le PFA et l'ETFE, se retrouvent également à l'échelle industrielle dans l'équipement des denrées alimentaires et des aliments pour animaux et sont utilisés, par exemple, dans les revêtements antiadhésifs des bandes transporteuses, dans les moules de cuisson industriels, dans la fabrication d'ustensiles de cuisine et dans les vannes et les raccords pour les produits alimentaires et les aliments pour animaux¹⁰¹.

Le secteur de l'électronique et des semi-conducteurs : Les PFAS sont utilisés dans les produits et les composants pour améliorer leur fonctionnalité, et dans le processus de fabrication de ces produits et composants. Les fluoropolymères sont utilisés pour fabriquer des composants utiles à la manipulation des liquides et des gaz corrosifs dans l'industrie des semi-conducteurs. Les parties prenantes au secteur font état d'une utilisation annuelle estimée entre 2 500 et 6 300 tonnes (chiffres arrondis). Environ 65 % des PFAS utilisés sont des fluoropolymères. Les principaux fluoropolymères utilisés sont le PTFE, le PFA, le PVDF, l'ETFE et le FEP. Le principal PFAS non polymérique est le perfluorobutanesulfonate (PFBS) utilisé comme un agent tensioactif. Le CEFIC, le conseil européen de l'industrie chimique, lors d'un entretien, a évoqué la présence de 400 composants dans une puce électronique, et la présence de dizaines de PFAS différents parmi ces 400 composants.

Le secteur de l'énergie et de la transition énergétique : Les PFAS sont largement utilisés dans l'industrie de l'énergie. Les parties prenantes font état d'une utilisation annuelle estimée entre 2 900 et 3 200 tonnes. Environ 84 % des PFAS utilisés sont des PFAS polymères. Les principaux fluoropolymères utilisés sont le PTFE, le PFA et un ionomère de PFSA¹⁰². Ils se trouvent dans divers produits de l'industrie de l'énergie :

- **Les batteries :** les PFAS sont utilisés dans la fabrication des batteries Li-ion en tant que liant polymère en raison de propriétés de stabilité électrochimique et thermique (électrodes, membranes)¹⁰³.
- **L'hydrogène :** les PFAS sont utilisés dans la chaîne de valeur de l'hydrogène, notamment dans les électrolyseurs et les piles à combustible mais également dans le transport, la manipulation et le stockage, et la distribution des gaz tels que l'hydrogène liquéfié¹⁰⁴.
- **Les pompes à chaleur :** Les gaz fluorés sont utilisés, notamment des hydrofluorocarbures (HFO)¹⁰⁵. Les HFC et HFO sont présents dans les systèmes de pompes à chaleur car ils offrent de nombreux avantages grâce à leurs propriétés d'efficacité énergétique notamment en termes de réalisation d'économies d'énergie (le HFO se dégrade en TFA).
- **Panneaux solaires :** les fluoropolymères sont utilisés pour recouvrir les panneaux solaires et garantir leur résistance à l'eau.

Les produits de consommation : L'utilisation des PFAS est assez courante dans les produits de consommation. En effet, les PFAS sont utilisés dans les nettoyants pour le verre, le métal, la céramique, les tapis et les tissus d'ameublement, les cires et les polish pour les meubles, les décapants pour sols, les produits de nettoyage à sec, les produits pour lave-

¹⁰¹ OCDE, « OECD / UNEP Global PFC Group Synthesis paper on per- and polyfluorinated chemicals (PFCS) », 2013.

¹⁰² ECHA, « Restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFASs », 2023.

¹⁰³ Contribution écrite de la DGE.

¹⁰⁴ *Ibidem*.

¹⁰⁵ Contribution écrite de Honeywell.

vaisselle en tant qu'aide au rinçage, les traitements pour pare-brise d'automobile et liquides pour essuie-glace, produits pour voitures, fluides anti pluie dans l'industrie aéronautique, les agents anti-buée, les sprays pour la lubrification des portes, des serrures, des chaînes de vélos, motos¹⁰⁶.

Le secteur des cosmétiques : Les PFAS sont utilisés dans les soins de la peau, les produits de toilettes, les soins capillaires, les parfums et les fragrances ainsi que les cosmétiques décoratifs.

Sollicités pour des auditions, les représentants de ce secteur n'ont pas souhaité répondre favorablement à cette demande, réfutant la présence de PFAS dans leurs produits.

L'application INCI Beauty travaille avec l'école de Chimie de Clermont Ferrand, Sigma, afin de décrypter le contenu des cosmétiques¹⁰⁷. Inci Beauty a mené une étude pour identifier les PFAS utilisés dans les cosmétiques et a mis en avant une liste de substances PFAS utilisées dans différents produits cosmétiques.

Tableau des principales utilisations des PFAS dans les cosmétiques

Nom	Principales utilisations
PTFE	Maquillage des yeux, Fond de teint et poudre, Soin anti-âge ...
PERFLUORODECALIN	Fond de teint et poudre, Masque et gommage, Soin anti-âge ...
PERFLUORONONYL DIMETHICONE	Maquillage des yeux, maquillage des lèvres ...
POLYPERFLUOROMETHYLISOPROPYL ETHER	Crème hydratante, crème pour les mains ...
METHYL PERFLUOROISOBUTYL ETHER	Masque et gommage, Crème hydratante, Nettoyant visage ...
PERFLUOROHEXYLETHYL TRIETHOXYSILANE	Fond de teint et poudre, maquillage des yeux ...
PERFLUOROHEXANE	Fond de teint et poudre, Masque et gommage, Soin anti-âge ...
POLYPERFLUOROETHOXYSILOXY DIFLUOROETHYL PEG PHOSPHATE	Fond de teint et poudre, Crème hydratante

Source : INCI Beauty, « Les PFAS, des substances bientôt fortement restreintes en Europe », janvier 2023

Le fartage des skis : Les PFAS sont utilisés dans le fartage des skis. Ils sont utilisés dans les cires de glisse pour réduire la friction entre la base des skis et la neige. Ils sont également utilisés dans les équipements des skis, et dans les différents mélanges pour le nettoyage et l'imprégnation¹⁰⁸.

Dans ce secteur, les PFAS les plus utilisés sont les perfluoro alcanes et alcanes semi fluorés, les fluoropolymères ainsi que les PFCA de différentes longueurs de chaîne de carbone (C6-C22) que l'on retrouve souvent comme impuretés résiduelles de la fabrication dans les cires de skis fluorés disponibles dans le commerce. Les PFAS sont utilisés pour leur propriétés de résistance à l'eau.

L'UE est actuellement l'un des principaux fabricants de farts de ski, avec 60 % de la production mondiale, soit 72 tonnes d'après les données des parties prenantes pour 2020¹⁰⁹.

Les usages dans les médicaments : Les entreprises du médicament développent et fabriquent en Europe une grande variété de médicaments dont certains principes actifs

¹⁰⁶ECHA, « Restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFASs », 2023.

¹⁰⁷INCI Beauty, « Les PFAS, des substances bientôt fortement restreintes en Europe », janvier 2023.

¹⁰⁸ECHA, « Restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFASs », 2023.

¹⁰⁹*Ibidem.*

répondent à la définition de PFAS¹¹⁰. En effet, les principes actifs des médicaments peuvent contenir des molécules PFAS. Selon les entreprises du médicament (LEEM), on peut les retrouver dans de nombreux médicaments pour traiter des maladies telles que le diabète, l'hyperglycémie, le cholestérol, la dépression. Ainsi, selon une étude menée par le LEEM, sur les 200 médicaments à petites molécules les plus vendus en 2018, 25 contenaient des PFAS. A titre d'exemple, il y a la fluoxétine pour le Prozac, la Sitagliptine pour contrôler la glycémie chez les patients diabétiques ou encore la teriflunomide pour aider à traiter la sclérose multipolaire¹¹¹. Selon une étude d'impact menée par la Fédération européenne des associations et industries pharmaceutiques (EFPIA), plus de 47 000 autorisations de mise sur le marché contiendraient ou mettraient en œuvre des PFAS et seraient donc concernées par la proposition d'interdiction. L'EFPIA ajoute également que plus de 600 médicaments figurant sur la liste des médicaments essentiels de l'OMS contiendraient également des PFAS¹¹². Des conditionnements de médicaments recourent aux PFAS, pour assurer une protection sur une durée suffisante, dans les conditions que peuvent rencontrer ces conditionnements (joints, bouchons, listers...).

Les usages dans les mousses anti-incendie : les PFAS sont fortement utilisés dans les mousses anti-incendie. En effet, le surfactant ou tensio-actif va jouer un rôle majeur dans la diminution de la tension superficielle de l'eau et ainsi permettre la formation d'un film aqueux en présence d'hydrocarbures¹¹³. Ce film est mécaniquement et thermiquement résistant pour éviter l'apport d'oxygène à la nappe d'hydrocarbure en feu, en créant une barrière thermique, en empêchant l'évaporation et donc en inhibant la combustion d'hydrocarbure. Le PFOA et le PFOS sont deux tensioactifs utilisés dans les mousses extinctrices, efficaces et pertinents, généralement pour les incendies industriels de liquides inflammables¹¹⁴. Selon l'ECHA, environ 18 000 tonnes de mousses anti-incendie à base de PFAS sont vendues chaque année et cela représenterait environ 500 tonnes de PFAS.

Le traitement des tenues des sapeurs-pompiers de lutte contre l'incendie est réalisé avec des produits à base de PFAS. Ces mousses servent lors des incendies, mais également lors d'entraînements à des gestes et actions spécifiques par rapport à d'autres moyens d'extinction.

Les usages dans les produits phytosanitaires : Des PFAS sont également présents dans les produits phytopharmaceutiques et dans les produits biocides. Ils peuvent être présents sous deux formes : au sein de la substance active ou en tant que co-formulant.

Il est difficile d'établir des chiffres exacts concernant le nombre de produits phytopharmaceutiques contenant des PFAS. Comme cela a été indiqué plus haut (*cf. B. Complexité de la pollution diffuse et persistante aux PFAS, p.25*), Générations Futures estime que 37 substances contenant des principes actifs PFAS sont vendus en Europe et 30 en

¹¹⁰ Contribution écrite du LEEM.

¹¹¹ *Ibidem*

¹¹² EFPIA, « Evidence shows more than 600 essential medicines at risk, and manufacturing in Europe will "grind to a halt" if wide-ranging chemical ban is implemented », septembre 2023.

¹¹³ Association nationale pour la protection contre l'incendie et le vol, « quels sont les PFAS: les substances per- et polyfluoroalkylées », avril 2023.

¹¹⁴ ECHA, « Webinar : consultation on restriction proposal for per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in firefighting foams », 5 avril 2022.

France¹¹⁵. Selon Phyteis, il existe 24 substances actives contenant des PFAS et vendues en France¹¹⁶.

Parmi les usages « ubiquistes », on pourrait encore mentionner les peintures et protections de bâtiments, ou les nombreux équipements industriels mettant en oeuvre des liquides : les polymères de PFAS sont en effet utilisés pour le revêtement intérieur de canalisations et réservoirs, pour les joints, dans les pompes, pour assurer l'étanchéité, éviter des dépôts, résister à des conditions de pression, de température ou de corrosion...

Ainsi, les PFAS se retrouvent dans de très nombreux usages avec des fonctions diverses. Malgré une prise de conscience des industriels, certains découvrent au fil du temps qu'ils utilisent des PFAS. Il est essentiel de parvenir à dresser une liste exhaustive de toutes les utilisations de ces composés. C'est ce que nous avons observé durant plusieurs entretiens, certains industriels utilisent des produits mais n'en connaissent pas la composition exacte. C'est le cas des résines dans le secteur des plastiques, les industriels n'ont pas connaissance de leur composition.

Il est donc essentiel d'avoir une réflexion sur la transparence de l'information dans la chaîne de valeur industrielle. Il existe plusieurs pistes afin d'améliorer l'information concernant l'affichage et la composition des produits. La Direction générale de l'environnement de la Commission européenne a mis en avant plusieurs propositions¹¹⁷ :

- Dans le cadre du règlement REACH et sur proposition des États membres, les substances peuvent être identifiées comme substances extrêmement préoccupantes (SVHC), c'est notamment le cas du PFOA et du GenX. De ce statut découlent des obligations de traçabilité dans les chaînes d'approvisionnement pour informer les acteurs en aval de la présence de ces substances dans les produits qui leur sont fournis. En effet, l'article 33 du règlement REACH oblige tout fournisseur d'un article identifié comme SVHC avec une concentration supérieure à 0,1% (masse/masse) à fournir au destinataire de l'article des informations suffisantes pour permettre l'utilisation de l'article en sécurité. Ces informations doivent au moins comprendre le nom de la substance. L'extension de cette mesure permettrait d'avoir une traçabilité du produit à partir de 0,1%.
- La mise en œuvre du règlement sur l'écoconception des produits peut également permettre d'adopter des obligations sur la traçabilité en imposant une information au consommateur, au niveau du produit commercialisé et diffusé. Les actes délégués qui seront adoptés pour assurer la mise en œuvre de ce règlement prévoiront des obligations par type de produits.
- Une autre option pourrait consister à inclure des obligations de traçabilité dans la restriction sur les PFAS. De telles obligations prendraient dans ce cas la forme de conditions dans la restriction universelle des PFAS par exemple.

¹¹⁵ Générations Futures, « Pesticides PFAS : Révélations », novembre 2023.

¹¹⁶ Contribution écrite de Phyteis.

¹¹⁷ Contribution écrite de la Direction générale de l'environnement de la Commission européenne.

2. Un problème identifié de longue date, mais dont l'urgence et la gravité ont été « sous-estimées »

A. L'émergence de la problématique dans le monde

Depuis les années 1950, les composés per- et polyfluoroalkylés sont largement utilisés, à l'échelle mondiale. Outre leurs utilisations à des fins militaires, ces substances sont omniprésentes dans de nombreux produits de la vie quotidienne tels que les poêles anti-adhésives, les emballages alimentaires, les textiles, les cosmétiques, les dispositifs médicaux, et bien d'autres encore.

C'est aux États-Unis qu'émerge la problématique liée aux PFAS. Ils sont utilisés pour la première fois durant la Seconde Guerre mondiale, dans le cadre de la production de la bombe atomique. En effet, à cette époque, le PTFE est l'une des seules substances en capacité de résister à certains acides permettant la production de l'uranium 235.

Par la suite, l'utilisation de ces substances se répand : les entreprises américaines 3M et DuPont produisent du Téflon comportant du PFOA. Pendant près de quarante ans, ces substances sont produites, utilisées et rejetées dans les milieux par ces industries qui, en parallèle, mènent des études internes mettant en évidence la toxicité de ces composés.

Seulement dix ans après les premières utilisations de PFAS, les toxicologues de l'entreprise DuPont appellent à une manipulation du PFOA avec une extrême précaution, des grosses hépatiques ayant été constatés sur des rats exposés à de faibles doses. Des études établissent la haute toxicité du PFOA en cas d'inhalation et la toxicité modérée de celui-ci en cas d'ingestion. Par ailleurs, ils examinent le lien éventuel entre l'exposition à cette substance de huit salariées enceintes au moment des faits et les cas de malformations fœtales constatés chez leurs nouveaux-nés.

Ce n'est que dans les années 1990 que le grand public prend connaissance de cette problématique liée aux PFAS. Suite au recensement de multiples décès inexplicables de bovins dans la ville de Parkersburg, les autorités publiques découvrent une pollution majeure en PFAS du système de retraitement des eaux de la ville, provenant des rejets aqueux de l'entreprise DuPont. Plus de 70 000 personnes sont contaminées. Le contentieux opposant les victimes de cette contamination et l'entreprise DuPont prend fin en 2017, vingt ans après le début de la procédure, par un accord et le versement de 671 millions de dollars de DuPont.

En conséquence de la révélation de cette pollution, les États-Unis mettent fin à l'utilisation de PFOA dès 2005. En 2016, ils fixent une limite de concentration de PFAS (PFOA et PFOS) dans l'eau potable à 70 ng/L.

En Europe, la problématique des PFAS émerge de manière ponctuelle, dans certains États membres, sans que cela n'entraîne une prise de conscience européenne de l'ampleur de la pollution des milieux.

En Italie, une pollution aux PFAS, et plus particulièrement au PFOA, est mise en lumière en 2013 dans les eaux souterraines d'un territoire de 700 km² (entre Vérone, Vicence et Padoue). L'ampleur de la contamination dépasse celle de Parkesburg puisque près de 350 000 personnes sont susceptibles d'avoir été contaminées. Le Gouvernement italien procède alors à une étude d'imprégnation, démontrant une concentration « anormale » de PFAS dans le sang des habitants les plus exposés. Le lien est établi entre cette pollution massive aux PFAS et l'utilisation de PFAS (et les rejets) de l'entreprise de chimie Mineti. Dans la zone classée « rouge », on observe une augmentation de plus de 30% des cancers des reins et des testicules, une réduction de la testostérone, une réduction de densité osseuse chez des jeunes... En conséquence, un décret ministériel est adopté le 29 janvier 2014 fixant des valeurs seuils de PFAS dans l'eau potable de 30 ng/L pour le PFOS, de 500 ng/L pour le PFOA et de 500 ng/L pour les « autres PFAS ».

C'est également en 2013 que la Suède découvre une pollution aux PFAS dans le réseau d'eau potable de la ville de Ronneby (28 000 habitants) provenant de mousses anti-incendie régulièrement utilisées dans un aéroport militaire voisin. Des taux supérieurs à 10 000 ng/L de PFAS sont détectés. Une étude de biosurveilliance a démontré un niveau élevé d'imprégnation chez les individus vivants dans les zones où l'eau était contaminée (PFOS et PFHxS) ainsi qu'une diminution du poids des nourrissons nés de mères fortement exposées¹¹⁸.

Des pollutions au niveau des aéroports sont également mises en évidence aux Etats-Unis, où par exemple plus de 300 bases militaires ont utilisé des mousses contenant des PFAS. Sur un site, présentant des concentrations de polluants « moyennes », et sur lequel des analyses ont été conduites pendant 20 ans après l'arrêt d'épandage de mousses anti-incendie¹¹⁹, il a été montré que le transfert de PFAS depuis le sol situé au-dessus de la nappe vers les eaux souterraines ne diminuait pas au bout de ces 20 ans, et une modélisation des phénomènes conduit à prévoir des concentrations dangereuses pendant plus d'un siècle, voire plusieurs.

En 2021, la Belgique est frappée d'un scandale sanitaire relatif aux PFAS. En effet, le Parlement wallon divulgue un rapport de l'armée américaine en date de 2018 dans lequel il est fait état d'une importante pollution aux PFAS, de plusieurs années, au départ de la base militaire américaine de Chièvre en raison de l'utilisation de mousses anti-incendie. Les taux de PFOS et de PFOA détectés dans l'eau potable dépassent la limite de concentration fixée en 2016 par les Etats-Unis (70 ng/L). Ces résultats sont alors partagés avec la Société Wallonne des Eaux, chargée de la production et de la distribution de l'eau potable dans la région wallonne. De l'eau en bouteille est mise à disposition des soldats américains, mais la population de Chièvres ne sera pas avertie de cette contamination de l'eau potable.

En France, le 12 mai 2022, une enquête journalistique révèle la présence d'une pollution aux PFAS dans le fleuve Rhône au niveau de la commune de Pierre-Bénite, située dans la Vallée de la Chimie de la Métropole de Lyon. La contamination de l'eau, de l'air et du sol du sud de

¹¹⁸ Contribution écrite de l'Ambassade de France en Suède

¹¹⁹ Ruyle, B.J., Thackray, C.P., Butt C.M., LeBlanc, D.R., Tokranov, A.K., Vecitis, C.D., & Sunderland, E.M. « Centurial Persistence of Forever Chemicals at Military Fire Training Sites », Environ. Sci. Technol., 57, 8096-8106, 2023

l'agglomération lyonnaise proviendrait des rejets industriels des sites Arkema et Daikin, deux entreprises du secteur de la chimie qui produisent et utilisent des PFAS¹²⁰.

S'il s'agit de la première fois que le grand public découvre, en France, la problématique liée à la toxicité et à l'écotoxicité de certaines de ces substances chimiques, l'ANSES était, quant à elle, saisie dès 2009 par la Direction Générale de la Santé afin d'évaluer les risques sanitaires liés à l'exposition au PFOA et au PFOS (suite à leurs intégrations dans la Convention de Stockholm et dans le Règlement européen relatif aux polluants organiques persistants). Dans les années suivantes, des travaux scientifiques ont porté sur le fleuve Rhône, les sédiments, les poissons. Par ailleurs, en 2019, Santé Publique France publiait une étude selon laquelle l'ensemble de la population française serait imprégné de PFAS.

Malgré de multiples cas de pollutions avérées aux PFAS dans plusieurs pays, de contentieux et de recherches scientifiques menées, y compris en France, la problématique liée aux PFAS n'a pas été identifiée comme une urgence écologique et sanitaire, à la lumière des seuils et valeurs de référence progressivement mis en place ou envisagées, notamment dans les pays les plus touchés.

¹²⁰ Boudot Martin, « Vert de Rage : polluants éternels », France Télévisions, mai 2022.

B. Une lente prise de conscience

La prise de conscience de la problématique liée aux PFAS a été progressive. Elle s'est faite à plusieurs niveaux et s'est affinée pendant vingt ans.

Dans les années 2000, l'état des connaissances scientifiques permettait de comprendre la nocivité de ces substances, sans pour autant être en capacité d'en déterminer les effets précis sur la santé et sur l'environnement, les doses à partir desquelles elles deviennent toxiques. Il faut noter que les méthodes et les outils pour analyser les PFAS n'ont cessé de s'améliorer depuis 20 ans permettant d'obtenir une limite de quantification de plus en plus basse.

La prise de conscience a évolué avec la science. Ont été découverts les caractéristiques de ces substances dans l'environnement, leurs effets sur la santé des organismes vivants. Grâce aux travaux des scientifiques, ont pu être mises en place des premières valeurs toxicologiques de référence, des limites de quantification, avec des outils adaptés et des méthodes d'analyse. Mais ce développement de connaissances et de technologies n'est que récent, ne concerne que certaines molécules, et certaines matrices environnementales ou voies de contamination ou imprégnation. C'est la raison pour laquelle il n'existe que peu de réglementations concernant les PFAS. Encore aujourd'hui, l'état des connaissances scientifiques reste lacunaire et se doit d'être renforcé pour comprendre le comportement de cette famille de molécules dans les milieux, pour se doter d'outils et de méthodes d'identification et d'analyse fiables, et pour contenir et éliminer ces substances de toutes les matrices.

Dans un premier temps, ce sont les industriels de la chimie - producteurs comme utilisateurs - qui ont pris conscience de la toxicité de certains PFAS et des pollutions qu'ils engendrent, en témoignent les recherches menées dans les années 1960 aux États-Unis concernant le PFOA et le PFOS. Certains acteurs ont pu rapporter la tenue d'échanges, il y a plusieurs décennies, entre les grands groupes industriels occidentaux, s'interrogeant sur les propriétés et la nocivité associées aux PFAS. Cette information n'a cependant pas pu être confirmée.

Par la suite, après la découverte de pollutions aux PFAS dans différents territoires, les autorités publiques des pays concernés et les populations touchées ont pris connaissance de cette problématique. Cependant, les réactions ont été davantage locales. Il y a tout de même eu une certaine prise de conscience puisque des études de biosurveillance ont été menées et ont démontré la toxicité de certains composés chimiques, qui ont ensuite fait l'objet de restrictions et d'interdictions (PFOA, PFOS, PFHxS) à l'échelle internationale et européenne. Malgré ces quelques réglementations ponctuelles, aucun mouvement de grande ampleur à l'égard de cette famille n'a été initié jusqu'en janvier dernier. Il semblerait que les autorités sanitaires aient pris conscience du problème posé par les PFAS, mais pas de l'aspect prioritaire de ce dossier face aux multiples urgences qu'elles doivent traiter quotidiennement et à d'autres enjeux liés à la chimie comme les perturbateurs endocriniens, par exemple.

Plusieurs difficultés sont à souligner quant à ces lacunes. D'une part, la difficulté pour les autorités publiques d'identifier une pollution aux PFAS et d'intervenir, en l'absence de connaissance sur le nombre et le volume de composés existants, utilisés, produits, importés et exportés puisqu'aucune législation n'oblige les industriels à définir une liste exhaustive des composés PFAS présents dans leurs produits. D'autre part, certaines entreprises se sont

découvertes « joueuses » avec l'émergence de la problématique, ne sachant pas que leurs produits contenaient des PFAS (de par le procédé industriel, la composition chimique...). Enfin, anticipant les restrictions et interdictions, certains industriels ont également conçu de nouvelles molécules PFAS échappant aux réglementations et donc à toute surveillance.

En 2015, une déclaration a été signée par plus de 200 scientifiques et professionnels, « the Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances »¹²¹, appelant les scientifiques, les gouvernements, l'industrie chimique et les autres acteurs économiques à des actions de connaissance, de transparence, de régulation ... et en particulier d'arrêt d'usage des PFAS sauf pour des usages essentiels pour lesquels il n'existe pas d'alternatives plus sûres.

Dans sa communication du 14 octobre 2020 « Stratégie pour la durabilité dans le domaine des produits chimiques - Vers un environnement exempt de substances toxiques »¹²², la Commission européenne a annoncé qu'elle :

- « Interdira tous les PFAS, en tant que groupe, dans les mousses extinctrices et pour d'autres usages, et n'autorisera leur utilisation que si celle-ci est essentielle pour la société ;
- Appliquera une approche groupée pour la réglementation des PFAS, dans le cadre des dispositions pertinentes de la législation dans les domaines de l'eau, des produits durables, des denrées alimentaires, des émissions industrielles et des déchets ;
- Répondra aux préoccupations relatives aux PFAS sur le plan mondial par l'intermédiaire des enceintes internationales compétentes et dans le cadre de dialogues bilatéraux avec les pays tiers ;
- Définira une approche à l'échelle de l'UE et fournira une aide financière au titre des programmes de recherche et d'innovation afin de trouver et de développer des méthodes innovantes pour assainir l'environnement et les produits contaminés par les PFAS ;
- Soutiendra financièrement la recherche et l'innovation sur les innovations sans danger pour remplacer les PFAS, dans le cadre du programme Horizon Europe. »

C'est désormais une problématique largement médiatisée en France et en Europe.

Le problème lié aux PFAS est généralisé et transcende les frontières. De par leurs usages et les échanges commerciaux (sur tous les continents) mais également leurs propriétés (mobilité, persistance), tous les pays sont concernés, y compris des territoires peu peuplés et sans activité industrielle, tels que l'Antarctique, l'Arctique ou encore le Tibet.

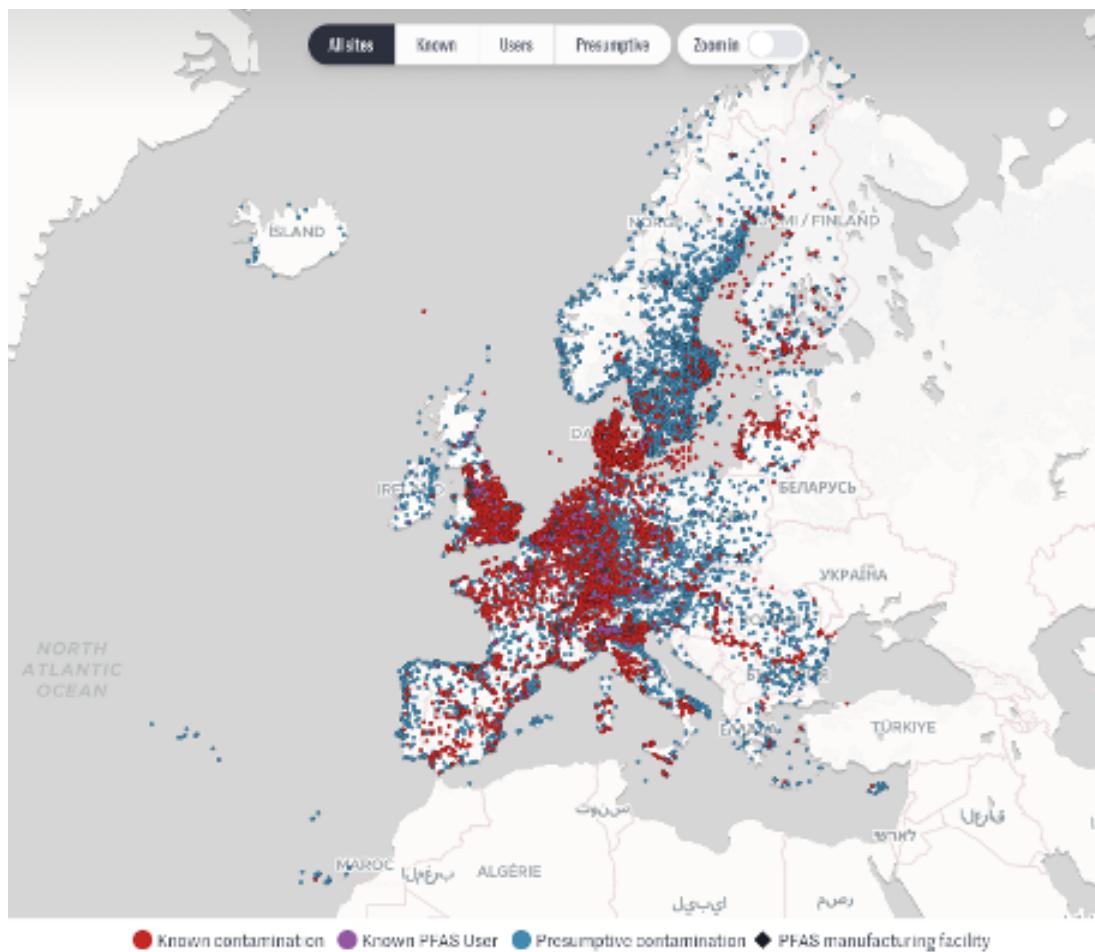
Au niveau européen, plusieurs journalistes ont mené une enquête collaborative internationale intitulée « Forever Pollution Project¹²³ » dans le but d'établir une **carte de la contamination en Europe par les PFAS**.

¹²¹ Blum A, Balan SA, Scheringer M, Trier X, Goldenman G, Cousins IT, Diamond M, Fletcher T, Higgins C, Lindeman AE, Peaslee G, de Voogt P, Wang Z, Weber R. The Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs). Environ Health Perspect. 2015 May;123(5):A107-11. doi: 10.1289/ehp.1509934. PMID: 25932614; PMCID: PMC4421777.

¹²² Commission européenne, COM (2020) 667 final, « Communication de la commission au parlement européen, au conseil, au comité économique et social européen et au comité des régions : Stratégie pour la durabilité dans le domaine des produits chimiques - Vers un environnement exempt de substances toxiques ».

¹²³ The Forever Pollution Project, « Journalist Tracking PFAS across Europe », 2023.

Carte des sites de contamination en Europe



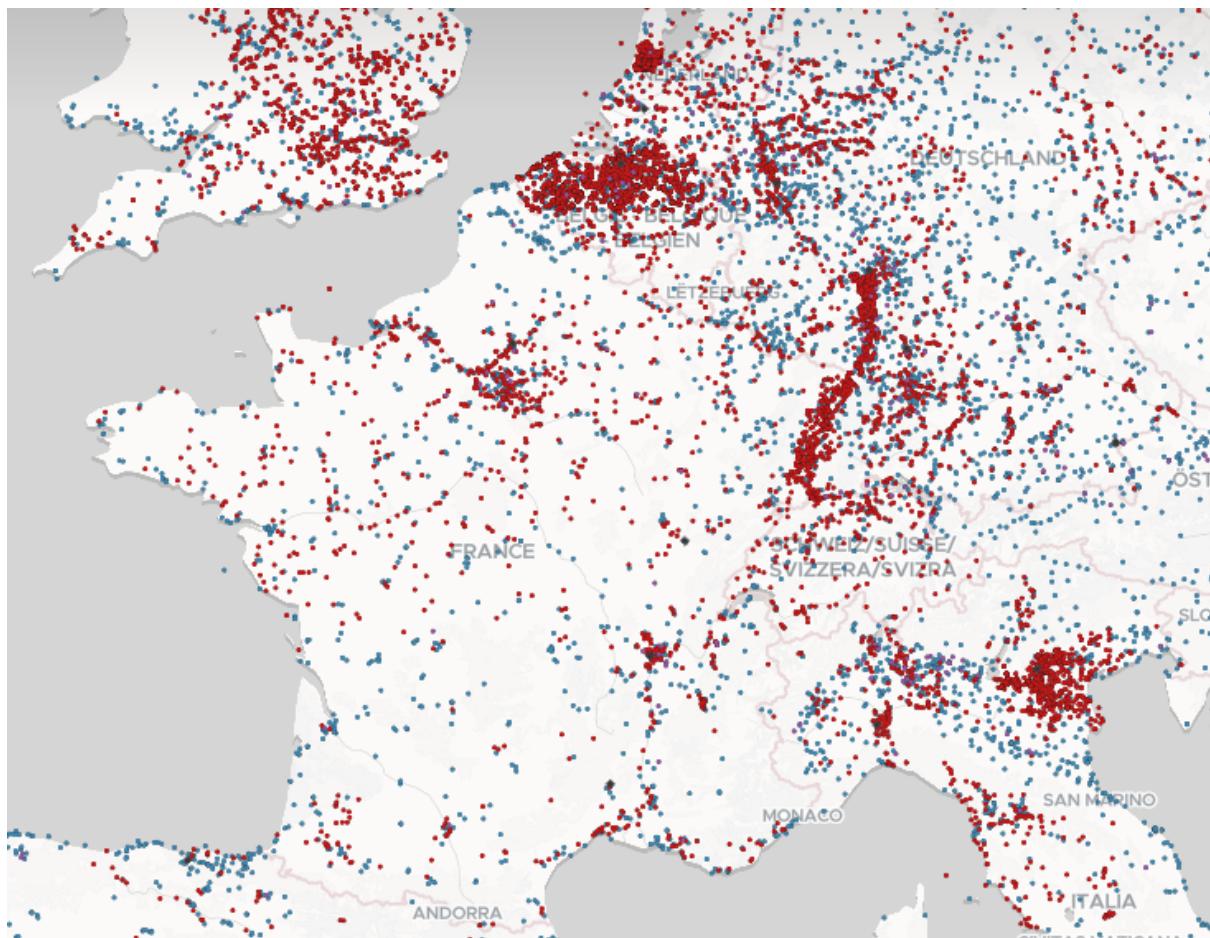
Source : Forever Pollution Project, 23 février 2023.

Ils ont recensé près de 17 000 sites contaminés aux PFAS à des concentrations supérieures à 10 ng/L, dont plus de 2 100 « hotspots », des sites où le taux de PFAS dépasse 100 ng/kg, un niveau jugé dangereux pour la santé.

Par ailleurs, vingt sites de production de PFAS ont été localisés en Europe : six en Allemagne, cinq en France, deux au Royaume-Uni, deux également en Italie, la Pologne, l'Espagne, les Pays-Bas et la Belgique accueillant chacun un site de production.

En France, les cinq sites de production identifiés sont Arkema et Daikin dans la commune de Pierre-Bénite (Rhône), Solvay à Tavaux (Jura) et à Salindres (Gard) et Chemours France situé à Villers-Saint-Paul (Oise).

La carte qui suit est la même, mais agrandie (à partir du site Forever Pollution Project) pour réduire l'effet visuel des points de localisation : elle montre plus les différences entre régions concernées, en termes des informations disponibles.



Carte des sites de production de PFAS en France



Source : Google maps, décembre 2023

Désormais, à l'échelle européenne, il y a une véritable prise de conscience de la problématique liée aux PFAS. En janvier 2023, le Danemark, l'Allemagne, les Pays-Bas, la Norvège et la Suède ont élaboré et adressé une proposition pour une interdiction européenne des PFAS à l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA). La proposition a été présentée à Bruxelles le 7 février : interdiction totale (1,5 ans après l'adoption de la proposition finale) de plus de 10 000 substances chimiques PFAS. Cependant, il y aurait un certain nombre d'exceptions limitées dans le temps (jusqu'à 12 ans) pour les utilisations industrielles où il est d'un intérêt socio-économique que l'activité se poursuive et où il n'existe pas encore d'alternative. Autant de produits que possible doivent être exempts de PFAS¹²⁴.

¹²⁴ ECHA, « Restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFASs », 2023.

3. Les organismes chargés de la surveillance, les décisions et les mesures prises

A. Au niveau mondial

Le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) a été créé lors de la première conférence des Nations Unies sur l'environnement qui s'est tenue à Stockholm en 1972. Le PNUE a été conçu pour surveiller l'état de l'environnement, éclairer l'élaboration des politiques par la science et coordonner les réponses aux défis environnementaux mondiaux¹²⁵.

Le PNUE est à l'origine de la Convention de Stockholm. En 1995, le conseil d'administration du PNUE a demandé à ce qu'un processus d'évaluation internationale d'une liste initiale de 12 polluants organiques persistants soit engagé (pesticides : aldrine, chlordane, DDT, Dieldrine, endrine, heptachlore, mirex, toxaphène ; produits chimiques industriels : hexachlorobenzène et PCB et POP ; produits non-intentionnels : dioxines et furannes). En février 1997, le PNUE a créé un comité intergouvernemental de négociation (CNI) pour élaborer un instrument juridiquement contraignant. Le CNI s'est réuni de juin 1998 à décembre 2000, aboutissant à l'adoption de la Convention de Stockholm le 23 mai 2001, entrée en vigueur le 17 mai 2004.

Au-delà des douze premiers POP, la Convention de Stockholm a établi des critères scientifiques spécifiques et une procédure, étape par étape, pour identifier, évaluer et ajouter des substances chimiques au Traité. Ainsi, trois PFAS ont été ajoutés à la Convention de Stockholm : les PFOS, PFOA et PFHxS.

Convention de Stockholm¹²⁶

La Convention de Stockholm a été adoptée et ouverte à la signature lors d'une conférence qui s'est tenue les 22 et 23 mai 2001 à Stockholm, en Suède. Elle est par la suite entrée en vigueur le 17 mai 2004.

A l'heure actuelle, 152 États sont signataires du Traité et 186 États sont parties prenantes. La Convention exige des parties qu'elles adoptent une série de mesures de contrôle pour réduire et, si possible, éliminer les rejets de POP, qu'elles restreignent le commerce de ces substances et mettent en place des mesures pour contrôler les rejets.

La convention réglemente actuellement 29 POP dans trois annexes différentes :

- Annexe A : les substances chimiques à éliminer (PFHxS depuis 2022, PFOA depuis 2020) ;
- Annexe B : les substances chimiques à limiter (PFOS depuis 2009) ;
- Annexe C : minimiser la production et le rejet non-intentionnel des substances chimiques énumérées.

¹²⁵ The United Nations Environment Programme (UNEP), « About the United Nations Environment Programme », 2023.

¹²⁶ United Nations Treaty, « Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants », 2022.

B. Au niveau européen

Plusieurs directions générales de la Commission européenne sont amenées à jouer un rôle par rapport aux PFAS :

- **La Direction générale de l'environnement** : Au sein de cette direction, une unité est dédiée aux produits chimiques « Produits chimiques sûrs et durables (ENV.B.2) », où un nombre de travaux importants sur les règlements CLP et POP ont été effectués. La Direction générale de l'environnement a également travaillé sur la directive Eaux Destinées à la Consommation Humaine (EDCH) et c'est elle qui a proposé la liste des 20 PFAS au processus de décision, à partir de travaux de l'OCDE notamment. Ces 20 PFAS sont les PFAS les plus suivis.

Réglementations :

- **Le Règlement sur les polluants organiques persistants (POP)**, adopté en 2004, interdit la production, la mise sur le marché et l'utilisation des substances dites POP. Le PFOS a été inclus dans le règlement en 2009 , le PFOA en 2020 et le PFHxS en juin 2022¹²⁷.
- **Le Règlement classification, étiquetage et emballage des substances et des mélanges (CLP)**, adopté en 2008, rend obligatoire la classification et l'étiquetage spécifique de certains PFAS tels que le PFOA, le PFNA et le PFDA afin d'informer les utilisateurs des dangers de ces substances chimiques¹²⁸. Une proposition de révision a été publiée par la commission européenne le 19 décembre 2022.
- **La Directive Eaux Destinés à la Consommation Humaine (EDCH)**¹²⁹, adoptée en 1998 et révisée en 2020, garantit la qualité de l'eau au sein de l'Union européenne. A partir de 2026, des seuils de PFAS seront à respecter dans l'eau potable : 0,1 ug/L pour la somme de 20 PFAS ou 0,5 ug/L pour le total de PFAS. Des éléments de cadrage sont attendus sur la métrologie.
- **La Directive sur les emballages et les déchets d'emballages**¹³⁰ a été adoptée en 1994, révisée en 2004 et fait actuellement l'objet d'une nouvelle révision proposée par la Commission en novembre 2022. Le Parlement européen a adopté sa position en proposant d'interdire l'utilisation intentionnelle des PFAS dans les emballages au contact des denrées alimentaires 18 mois après l'entrée en vigueur de la réglementation.
- **La Directive sur les émissions industrielles**¹³¹, adoptée en 1999 et révisée en 2010, oblige certaines installations de traitement de déchets à surveiller la présence de PFOA et de PFOS au niveau des effluents, de manière trimestrielle. La

¹²⁷ Règlement (UE) 2019/1021 du parlement européen et du conseil du 20 juin 2019 concernant les polluants organiques persistants (refonte).

¹²⁸ Règlement (CE) 1272/2008 du parlement européen et du conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges.

¹²⁹ Directive (UE) 2020/2184 du parlement européen et du conseil du 16 décembre 2020 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (refonte).

¹³⁰ Directive (UE) 2004/12/CE du Parlement européen et du conseil du 11 février 2004 modifiant la directive 94/62/CE relative aux emballages et aux déchets d'emballages.

¹³¹ Directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution) (refonte).

Commission a proposé une révision de la directive sur les émissions industrielles le 5 avril 2022.

- **La Directive cadre sur l'eau**¹³², adoptée en 2000 et révisée en 2013, propose la mise en place d'un programme de surveillance pour connaître l'état des milieux aquatiques. Le PFOS est dans la liste des substances prioritaires depuis 2013. Dans les eaux de surface, une valeur limite en PFOS applicable en 2027 est fixée à 0,65ng/L. La Commission a proposé une nouvelle révision de la directive et un approfondissement de la prise en compte des PFAS est en discussion avec notamment une volonté d'élargir la surveillance des PFAS.

- **La Direction générale de la santé et de la sécurité alimentaire** a pour mission de protéger et d'améliorer la santé publique. Suite aux avis rendus par l'EFSA sur le risque pour la santé humaine lié à la présence de PFAS dans les aliments, la Direction générale de la santé a mis en place deux réglementations sur les niveaux maximums de PFAS dans certaines denrées alimentaires : une concernant la métrologie et une sur les niveaux maximums.

Réglementations :

- **Le Règlement sur les produits phytosanitaires**¹³³ réglemente les produits phytopharmaceutiques.
- **La Recommandation du 24 août 2022**¹³⁴ sur la surveillance des substances perfluorées dans la nourriture.
- **Le Règlement de la Commission européenne**¹³⁵ établissant des méthodes d'échantillonnage et d'analyse pour le contrôle des substances perfluoroalkylées dans certains aliments.
- **Le Règlement sur les teneurs maximales en substances perfluoroalkylés dans les denrées alimentaires**¹³⁶, adopté le 7 décembre 2022, fixe des teneurs maximales en PFAS dans les œufs, poissons, crustacés, mollusques bivalves, la viande et les abats comestibles. A partir du 1er janvier 2023, les produits dont les teneurs en PFAS excèdent ces teneurs maximales ne pourront plus être mis sur le marché.

- **La Direction générale du marché intérieur, de l'industrie, de l'entreprenariat et des PME** a pour mission de poursuivre la réalisation du marché intérieur, favoriser

¹³² Directive n° 2013/39/UE du 12/08/13 modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE en ce qui concerne les substances prioritaires pour la politique dans le domaine de l'eau.

¹³³ Règlement (CE) 1107/2009 du parlement européen et du conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil.

¹³⁴ Recommandation 2022/1431 de la commission du 24 août 2022 relative à la surveillance des substances perfluoroalkylées dans les denrées alimentaires.

¹³⁵ Règlement d'exécution 2022/1428 de la commission du 24 août 2022 portant fixation des méthodes de prélèvement et d'analyse d'échantillons à utiliser pour le contrôle des teneurs en substances perfluoroalkylées dans certaines denrées alimentaires.

¹³⁶ Règlement (UE) 2022/2388 de la commission du 7 décembre 2022 modifiant le règlement (CE) 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales en substances perfluoroalkylées dans les denrées alimentaires.

l'entreprenariat et la croissance, et soutenir l'accès des compagnies européennes aux marchés globaux. Au sein de cette direction, une unité est dédiée au règlement REACH (GROW.F.1).

Réglementations :

- **Le Règlement du 24 août 2010 relatif aux mousses anti incendies**¹³⁷ interdit l'utilisation des mousses contenant du PFOS depuis juin 2011.
- **Le Règlement du 8 avril 2020**¹³⁸ accorde aux mousses anti-incendie contenant du PFOA une dérogation jusqu'en juillet 2025 à condition qu'elles ne soient pas utilisées pour la formation, pour les essais (sauf si les rejets sont contenus). Après 2025, ces dernières seront interdites.
- **Le Règlement REACH**¹³⁹ introduit des restrictions d'usage de certains PFAS notamment ceux qui ne sont pas cités par la Convention de Stockholm ou le règlement POP. En 2023, il interdit l'utilisation et la mise sur le marché des PFCA C9-C14 et un projet est en cours d'examen pour l'interdiction de l'utilisation du PFHxA.

- **La Direction générale de la recherche et de l'innovation** est chargée des programmes de recherche et d'innovation dont certains sont en lien avec les PFAS : le programme HBM4EU. On peut également citer certains projets au sein du programme Horizon Europe (Bio-sushy, Tornado, pro planet et Zero F), ou encore le projet PROMISCES.

Programmes :

- **HBM4EU**¹⁴⁰ est un programme européen mené de 2017 à 2022 par les 28 pays européens. Concernant les PFAS, il en ressort que
 - Plus de 14 % des adolescents testés dépassent le niveau sérique interne de 6,9 ug/L de PFAS ce qui correspond à la valeur de la ligne directrice de l'EFSA pour une dose hebdomadaire tolérable de 4,4 ng/L.
 - Les concentrations de PFAS sont généralement plus élevées chez les hommes avec un niveau d'éducation plus élevé.
 - Les voies d'exposition principales sont l'alimentation, eau de boissons comprise.
 - L'identification de biomarqueurs : baisse de l'immunité, cholestérol, perturbations endocriniennes

¹³⁷ Règlement 757/2010 de la commission du 24 août 2010 modifiant les annexes 1 et 3 du règlement 850/2004 du parlement européen et du conseil concernant les polluants organiques persistants.

¹³⁸ Règlement délégué 2020/784 de la commission du 8 avril 2020 modifiant l'annexe 1 du règlement (UE) 2019/1021 du parlement européen et du conseil aux fins d'y inscrire le PFOA, ses sels et les composés apparentés au PFOA.

¹³⁹ Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), establishing a European Chemicals Agency, amending Directive 1999/45/EC and repealing Council Regulation (EEC) No 793/93 and Commission Regulation (EC) No 1488/94 as well as Council Directive 76/769/EEC and Commission Directives 91/155/EEC, 93/67/EEC, 93/105/EC and 2000/21/EC.

¹⁴⁰ HBM4EU, « Policy Brief, European Human Biomonitoring Initiative », juin 2022.

Les agences de l'Union européenne sont chargées de dégager de l'expertise sur un sujet précis. Elles contribuent à mettre en œuvre les politiques de l'UE.

- **L'agence européenne des produits chimiques (ECHA)** a pour but de sécuriser l'usage de produits chimiques. L'ECHA met en œuvre la législation de l'UE sur les produits chimiques afin de protéger la santé et l'environnement. L'ECHA a été créée dans le cadre du règlement REACH. Ci-dessous, figurent les différentes missions de l'ECHA¹⁴¹:

- **Enregistrement** : les entreprises doivent fournir les informations sur les propriétés et les usages des substances qu'elles produisent ou importent au-delà d'une tonne par an.
- **Evaluation** : l'Agence est chargée d'évaluer les risques potentiels associés aux produits chimiques.
- **Autorisation** : elle est chargée de délivrer une autorisation pour certains produits chimiques très préoccupants.
- **Restriction** : elle peut imposer une interdiction ou fixer des limites à l'utilisation de certains produits dangereux.
- **Contrôle** : elle est chargée des vérifications et des bilans réguliers pour s'assurer que les entreprises respectent les réglementations et que les produits sont utilisés en toute sécurité.

C'est l'ECHA qui est chargée de donner des avis suite aux soumissions de dossiers par les Etats membres ou de la Commission dans le cadre de la législation REACH. L'ECHA est compétente concernant quatre règlements : le règlement REACH, le règlement CLP, le règlement sur les produits biocides et le règlement sur le consentement préalable informé.

Avis :

- **Substances extrêmement préoccupantes (SVHC)** : l'ECHA a mis en place une liste de « substances extrêmement préoccupantes », susceptibles de causer des effets néfastes sur l'Homme et sur l'environnement. Elles sont considérées préoccupantes si elles ont une des caractéristiques suivantes : cancérogènes, persistantes dans l'environnement ou dans les organismes, bioaccumulables et toxiques, très persistantes et très bioaccumulables. L'ECHA a ajouté le PFHxS et le PFDA à la liste des substances très préoccupantes en janvier 2023, le PFBS en janvier 2020 et le PFHpA en janvier 2023.
- **Dans le cadre de la proposition d'interdiction de la famille des PFAS, l'ECHA a mené une consultation publique de mars à septembre 2023** et a reçu plus de 5 600 contributions. Avec les deux comités RAC (The Committee for Risk Assessment) et SEAC (The Committee for Socio-Economic analysis), l'ECHA prochainement va rendre un avis sur la proposition.

- **L'autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA)** a été créée en 2002 en réponse au scandale dit « de la vache folle ». L'EFSA a pour mission de fournir des avis scientifiques indépendants sur les risques liés à l'alimentation. Elle couvre les domaines suivants : sécurité des denrées alimentaires et des aliments pour animaux,

¹⁴¹ Contribution de l'ECHA.

nutrition, santé animale, protection des végétaux et santé des végétaux¹⁴². C'est l'EFSA qui a établi les valeurs maximales pour les PFAS dans les denrées alimentaires en 2020. Elle travaille avec toutes les agences nationales des États membres afin de récolter de l'information.

Avis :

- En 2008, l'EFSA a rendu un premier avis scientifique¹⁴³ sur les contaminants dans la chaîne alimentaire, notamment le PFOS et le PFOA. L'avis indique que des données complémentaires sont nécessaires.
- En 2020, l'EFSA a rendu un avis sur les risques sanitaires liés à la présence de substances PFAS dans la nourriture¹⁴⁴. Elle a évalué les risques que présentent les PFAS pour la santé humaine et a établi une dose hebdomadaire tolérable (DHT) de 4,4 ng/kg de poids corporel par semaine pour la somme des substances PFOS, PFOA, PFNA et PFHxS.

- **L'agence européenne de l'environnement (EEA)** a été créée en 1990. Complémentaire à l'ECHA et l'EFSA dans ses missions concernant les produits chimiques, ses responsabilités portent d'abord sur l'évaluation de l'état des milieux et sur leur suivi.

¹⁴² Contribution écrite de l'EFSA.

¹⁴³ EFSA, « Avis de l'EFSA sur deux polluants environnementaux (PFOS et PFOA) présents dans l'alimentation », 2008.

¹⁴⁴ EFSA, « PFAS dans les aliments : l'EFSA évalue les risques et définit un apport tolérable », 2020.

C. Au niveau français

Dans le cas des PFAS, plusieurs directions générales de différents ministères sont amenées à jouer un rôle, notamment celles qui sont présentées ci-dessous.

- **La Direction générale de la santé (ministère de la Santé et des Solidarités)** a pour mission d'assurer la coordination des systèmes de veille et de vigilances sanitaires. Elle coordonne leur mise en œuvre par les autres départements ministériels, les agences sanitaires et les agences régionales de santé. Au sein de la DGS, la sous-direction « EA » - Prévention des risques liés à l'environnement et à l'alimentation - est compétente dans plusieurs domaines :
 - Le suivi de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, assuré par les ARS, et la gestion des risques liés à la présence des PFAS dans les EDCH ;
 - La surveillance de l'imprégnation de la population aux PFAS dans le cadre du programme national de biosurveillance mené par Santé Publique France ;
 - La surveillance de la contamination par les PFAS des aliments autoproduits ;
 - Le suivi de la contamination par les PFAS de l'air ambiant et intérieur.

Conjointement avec la DGPR, la DGS pilote la Stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens.

Réglementations :

- **L'ordonnance n°2022-1611 du 22 décembre 2022**¹⁴⁵ transpose la Directive EDHC. Les PFAS devront être intégrés dans les analyses sanitaires d'ici janvier 2026.

- **La Direction générale de la prévention des risques (ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des Territoires)** a pour mission d'identifier et quantifier l'ensemble des risques pour mener les politiques de prévention adaptées. A ce titre, la DGPR :
 - Pilote la mise en place du Plan d'action ministériel sur les PFAS publié début janvier 2023 ;
 - Est l'autorité compétente pour la mise en œuvre de l'arrêté ministériel du 20 juin 2023 sur les rejets aqueux des ICPE ;
 - Est chargée d'identifier les sites industriels potentiellement émetteurs de PFAS ;
 - Est chargée du suivi des travaux de l'ANSES suite à sa saisine le 8 novembre 2022 ;
 - Est l'autorité compétente au niveau français pour le règlement REACH, y compris sur le projet de restriction sur les PFAS.

¹⁴⁵ Ordonnance n° 2022-1611 du 22 décembre 2022 relative à l'accès et à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

Plus globalement, le Ministère de la transition écologique est chargé de la prévention, du traitement des pollutions et du traitement des déchets. La gestion globale des ressources en eau et des milieux aquatiques relève de la Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (Direction de l'eau et de la biodiversité).

Réglementations :

- **L'arrêté ministériel relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions des ICPE du 2 février 1998¹⁴⁶** impose une valeur limite de concentration de 25 ug/L pour les PFOS et ses dérivés.
- **Le Plan d'action ministériel sur les PFAS¹⁴⁷** a été publié en janvier 2023.
- **L'arrêté ministériel relatif à l'analyse des substances per- et polyfluoroalkylés dans les rejets aqueux des ICPE du 20 juin 2023** prévoit que sous 3 mois les exploitants communiquent à l'inspection des installations classées la liste des PFAS utilisés, produits ou traités. Sous 3, 6 et 9 mois selon les substances, les exploitants doivent réaliser des campagnes d'analyse en PFAS dans leur rejet aqueux avec un laboratoire agréé.

- **La Direction générale de l'alimentation (ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire)** a pour mission de veiller à la sécurité et à la qualité des aliments à tous les niveaux de la chaîne alimentaire, ainsi qu'à la santé et à la protection des animaux et des végétaux. La DGAL est chargée de mettre en place des plans de surveillance dans l'alimentation afin de collecter différentes données.
- **La Direction générale des entreprises (ministère chargé de l'économie)** a pour mission d'accompagner les entreprises dans leur développement, leur autonomie stratégique, leur transition numérique et écologique. S'agissant des PFAS, la DGE¹⁴⁸ :
 - Contribue, dans un cadre interministériel, en particulier sur les applications industrielles et socio-économiques, aux projets de restriction : usages des substances dans les différentes filières industrielles, enjeux des restrictions en matière de substitution, de compétitivité, d'innovation, de développement industriel (ex de REACH) ;
 - Assure un suivi sectoriel du secteur de la chimie et des secteurs industriels utilisant des produits chimiques comme intrants, sur l'ensemble des sujets liés à la politique industrielle ;
 - Met en place des actions de sensibilisation des filières concernées en les encourageant à répondre aux consultations publiques ;
 - Participe à l'établissement d'une meilleure connaissance des usages dans les filières industrielles et de consolidation des enjeux socio-économiques selon différentes dimensions telles que la criticité de l'usage, l'existence des possibilités de substitution, les implications sur la compétitivité de l'industrie.

¹⁴⁶ Arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

¹⁴⁷ Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, « Plan d'action ministériel sur les PFAS », janvier 2023.

¹⁴⁸ Contribution écrite de la DGE.

Une gouvernance interministérielle a été instaurée en mai 2022 en vue d'assurer la mise en œuvre d'une stratégie nationale de biosurveillance, au cœur de laquelle est déclinée le programme national de biosurveillance et ses enquêtes.

Conjointement avec les ministères chargés de la santé et de l'agriculture, le ministère chargé de l'environnement s'occupe de la problématique de la gestion des sites et sols pollués. De plus, toutes les directions mentionnées au-dessus effectue une veille régulière du règlement REACH et exerce également un support ainsi qu'un suivi régulier concernant les programmes de surveillance (HBM4EU, PARC).

De leur côté, les agences nationales ont pour but de répondre à des besoins spécifiques :

- **L'Agence nationale de sécurité sanitaire alimentaire Nationale (ANSES)** est un établissement public à caractère administratif sous tutelle des ministères de la santé, de l'environnement, de l'agriculture, du travail et de la consommation. L'Agence contribue à la production de connaissances sur les dangers, les expositions et l'évaluation des risques.

L'Anses a été saisie le 8 novembre 2022 notamment pour établir des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR). Un travail de recensement des VTR et des valeurs guides disponibles au niveau international pour les 20 PFAS de la Directive EDHC devait être rendu par l'ANSES à la fin de l'année 2023, et des VTR de long terme seront publiées en avril 2025. D'autres actions sont engagées, comme par exemple un bilan des contaminations, une priorisation des besoins de suivi, une hiérarchisation des PFAS à considérer pour la surveillance dans les milieux. L'ANSES coordonne le nouveau projet européen de biosurveillance PARC, regroupant plus de 200 partenaires dont les agences européennes concernées, qui doit notamment apporter des éléments en appui des politiques publiques concernant les PFAS.

Réglementations :

- **Le Règlement de 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques¹⁴⁹** qui impose une autorisation de mise sur le marché européen des substances actives, notamment PFAS, contenues dans les produits phytopharmaceutiques. Pour les substances commercialisées en France, une fois approuvées à l'échelle européenne, l'Anses doit examiner l'autorisation de mise sur le marché à l'échelle française.
- **L'Agence nationale de la recherche (ANR)**, sous tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche est en charge du financement de la recherche sur projet. L'ANR a pour mission de financer et de promouvoir le développement de la recherche sous toutes ses formes et dans toutes les disciplines. Elle finance et promeut la recherche à travers plusieurs champs disciplinaires. 18 projets sur le sujet des PFAS ont été financés par l'ANR depuis 2010.

¹⁴⁹ Règlement (CE) 1107/2009 du parlement européen et du conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil.

- **Le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)** est un institut public sous la tutelle des ministères en charge de la recherche, de l'écologie et de l'économie. Il a pour mission de gérer les ressources et les risques du sol et du sous-sol, dans une perspective de développement durable. Le BRGM travaille actuellement (dans le cadre de sa mission d'appui à la DGPR) à :
 - L'élaboration d'un cadre méthodologique destiné aux ministères afin de les guider dans la mise en place de la surveillance des sites pollués ;
 - La création d'un outil qui permettrait l'interopérationnalité des différentes bases de données contenant des données sur la surveillance des PFAS dans les milieux ;
 - La réalisation d'une veille pour affiner les corrélations entre activités et usages de PFAS ;
 - La veille sur les méthodes globales d'analyse et leur sensibilité dans les sols.
- **Le Comité Français d'Accréditation (COFRAC)** est l'unique instance nationale d'accréditation désignée et reconnue par l'État pour délivrer des accréditations aux laboratoires d'analyses avec comme objectif d'évaluer les organismes d'évaluation de la conformité et attester de leur compétence et impartialité, en conformité avec les normes internationales applicables à leur activité.
- **L'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS)** est un établissement public à caractère industriel et commercial sous tutelle du ministère chargé de l'environnement. Il contribue à la prévention des risques que les activités économiques font peser sur la santé, la sécurité des personnes et des biens, et sur l'environnement. Dans le cadre du plan d'action ministériel sur les PFAS, l'Ineris est missionné pour :
 - Effectuer une veille sur les méthodes de mesurage dans les rejets atmosphériques des procédés industriels en cours d'élaboration ;
 - Effectuer une veille sur les progrès des connaissances en matière d'analyse d'impact et de traitement des PFAS et leur sensibilité dans les sols ;
 - Effectuer une veille sur la température et le temps nécessaires à la destruction par incinération des PFAS ;
 - Effectuer une veille sur les méthodes d'analyse et leur sensibilité dans les rejets aqueux ;
 - dans le cadre d'un programme d'action piloté par la DGPR, l'Ineris travaille à la définition de standards analytiques pour plusieurs dizaines de substances PFAS dans les eaux résiduaires ;
 - L'INERIS est également coordonnateur du réseau NORMAN, réseau de laboratoires européens sur les substances émergentes dont certaines activités sont centrées sur les PFAS ;
 - Il est également membre d'AQUAREF, laboratoire de référence pour la surveillance des milieux aquatiques.
- **L'Office Français de la Biodiversité (OFB)** est sous tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des Territoires et du ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. L'OFB a pour objectif de préserver le vivant dans les milieux aquatiques, terrestres et marins. Il lutte contre l'érosion de la biodiversité face aux pressions comme la destruction et la fragmentation des milieux naturels, les diverses pollutions, la surexploitation des ressources naturelles, l'introduction

d'espèces exotiques envahissantes ou encore les conséquences des dérèglements climatiques. L'OFB :

- Participe à certaines études dans le cadre de l'animation du réseau NORMAN ;
 - Anime le programme multi-organisme AQUAREF qui apporte notamment un appui pour le développement et la validation d'approches d'analyse pour les PFAS dans les ressources en eau et les milieux aquatiques ;
 - Coordonne le dispositif national de données sur l'eau ;
 - Commandite et/ou soutient des études de connaissance et de développement méthodologique sur les ressources en eau et les milieux aquatiques.
- **Santé Publique France (SPF)** est un établissement public administratif sous la tutelle du ministère chargé de la santé. Il a pour mission d'améliorer et de protéger la santé des populations autour de trois axes : anticiper, comprendre et agir. SPF est chargé de l'observation épidémiologique et de la surveillance de l'état de santé des populations, de la veille sur les risques sanitaires menaçant les populations, du lancement de l'alerte sanitaire, de la promotion de la santé et de la réduction des risques sanitaires. Cet établissement travaille sur :
 - Plusieurs programmes de biosurveillance, notamment la cohorte ELFE, l'enquête ESTEBAN et l'enquête ALBANE ;
 - La biosurveillance et les données de biosurveillance nationales qui alimentent les travaux européens pilotés par l'Agence européenne de l'environnement, via HBM4EU et PARC. Il est à la tête d'une des composantes du programme PARC ;
 - Il pilote le programme national de biosurveillance ;
 - Au niveau local, la cellule régionale de SPF AURA est mobilisée sur la pollution aux PFAS dans le sud Lyonnais.

D. Au niveau local

La Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) est un service de l'État placé sous l'autorité du Préfet de région et des préfets de départements. Elle met en œuvre et coordonne les politiques publiques des ministères de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires et de la Transition énergétique.

En lien avec les problématiques des PFAS, elle intervient en matière :

- De prévention des risques industriels, d'encadrement réglementaire et de contrôle de différentes activités et installations, dont les installations classées pour la protection de l'environnement, les sites et sols pollués ;
- De suivi de la qualité de l'air ;
- De co-animation des politiques et plans santé-environnement ;
- D'animation et de coordination des actions de police de l'eau et des milieux aquatiques ;
- De gestion des déchets.

Les DREAL des régions sièges de grands bassins hydrographiques exercent la fonction de délégation de bassin, en co-animaant la planification des politiques de l'eau et des milieux aquatiques¹⁵⁰.

L'agence régionale de santé (ARS) est chargée du pilotage régional du système national de santé. Elle définit et met en œuvre la politique de santé en région, au plus près des besoins de la population. Elle est l'interlocuteur unique de tous les acteurs de santé en région. Elle a pour mission de décliner la politique de santé publique à l'échelle régionale en tenant compte des spécificités des territoires et de contribuer à répondre aux situations d'urgence ou de crise, en lien avec les préfets.¹⁵¹

- **Dans le domaine de l'eau destinée à la consommation humaine**, l'ARS est chargée d'élaborer le programme de contrôle sanitaire et reçoit les résultats. Le Préfet est responsable de la gestion des non-conformités et s'appuie pour cela sur les avis et les propositions de l'ARS.
- **Dans le domaine des sites et sols pollués**, l'ARS contribue au diagnostic environnemental à deux niveaux dans le cadre du contrôle sanitaire de l'eau : possibilité de renforcer le contrôle un paramètre biologique ou physico-chimique lorsqu'une situation précise le justifie. Concernant les autres milieux d'exposition, l'ARS est associée à la définition des plans d'échantillonnage et contribue à l'interprétation des résultats d'un point de vue sanitaire.

La Direction régionale de l'alimentation de l'agriculture et de la forêt (DRAAF), sous l'autorité du Préfet de région, a pour mission de définir, de mettre en œuvre et de suivre les politiques nationales et communautaires de développement rural et de l'aménagement durable du territoire. Elle met en œuvre au niveau régional les politiques de l'alimentation (offre alimentaire, protection des végétaux), de la forêt et du bois (organisation économique

¹⁵⁰ Contribution écrite de la DREAL Auvergne Rhône-Alpes.

¹⁵¹ Contribution écrite de l'ARS Auvergne Rhône-Alpes.

et structuration des filières, contrôle de la commercialisation des matériels forestiers de reproduction...) et de l'emploi dans les domaines agricole, agroalimentaire et forestier.

La Direction départementale de la protection des populations (DDPP) est chargée, par ses actions de contrôle, d'inspection et d'enquêtes, d'assurer la protection économique et la sécurité du consommateur ainsi que la qualité de son alimentation à tous les stades de la filière. Il s'agit d'une direction départementale interministérielle.

L'agence de l'eau est un établissement public de l'Etat, placé sous la tutelle du ministère chargé de l'environnement et du ministère chargé des finances. Elle contribue à définir la politique de l'eau du bassin hydrographique, avec l'ensemble des membres du comité de bassin, en rédigeant le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux et la stratégie d'adaptation au changement climatique. Elle finance la mise en œuvre de cette politique de l'eau du bassin en subventionnant les projets des acteurs locaux, grâce à des redevances perçues auprès de l'ensemble des usagers, et en subventionnant ou en commanditant des suivis et des actions de connaissance des ressources en eau et des milieux aquatiques.

Il y a également toutes les collectivités, les syndicats de production et de distribution de l'eau potable, de l'eau d'irrigation, de gestion des stations d'épuration et des centres d'incinération.

E. Exemple de la gestion de la crise dans le Rhône

1) L'annonce de la pollution

Le 10 mai 2022, l'association Vert de rage, qui dès l'automne 2021 m'avait informé de leurs investigations, rend public les résultats de son enquête qui révèle une présence, à taux élevés, de certains PFAS, dans tous les milieux à proximité de la plateforme industrielle de Pierre-Bénite, dans l'eau du Rhône et l'eau potable prélevée en aval, l'air et le sol autour de la plateforme industrielle. Des traces ont également été retrouvées dans le lait maternel de femmes primipares résidant sur ce territoire¹⁵².

La plateforme industrielle de Pierre-Bénite est constituée du site Arkema, classé Seveso seuil haut, et du site Daikin Chemical, soumis à autorisation au titre de la réglementation ICPE. Arkema et Daikin sont deux sites utilisateurs et producteurs de PFAS. Ils produisent particulièrement des polymères fluorés (PVDF) et manipulent à ce titre des PFAS non-polymères. Selon Arkema, un seul PFAS non polymère est utilisé à l'heure actuelle : le 6:2 FTS¹⁵³. Ce dernier ne figure pas parmi les 20 PFAS déterminant la future norme relative à l'eau potable pour 2026, mais il se dégrade en PFAS qui appartiennent à la liste, notamment le PFHxA, PFPeA, PFBA, 5:3 FTCA et le PFHpA. Par le passé, Arkema a également utilisé des PFOA, PFNA, PFUnDA, PFTrDA, 6:2 FTS ainsi que des substances fluoro-iodées telles que le 6:2 RFI.

Les quantités déversées par Arkema dans le Rhône étaient *a priori* très importantes. Elles se situaient aux alentours de 300 kg de 6:2 FTS par mois¹⁵⁴. A titre de comparaison, l'usine Chemours dans l'Oise ne rejette qu'une cinquantaine de kilos (59kg) annuellement.

2) La mobilisation des autorités

Pour le Préfet du Rhône, il est apparu très rapidement que le sujet était interministériel et qu'il nécessitait une mobilisation forte des différents services de l'Etat aux niveaux départemental et régional.

Peu de temps après la diffusion du reportage, un groupe de travail a été constitué par la Préfecture afin de répondre à la problématique des PFAS. Ce collectif est composé de :

- L'ARS, car il y a un enjeu de santé publique avec la consommation de l'eau potable;
- La DREAL, car la contamination est liée aux activités industrielles et qu'elle se propage potentiellement dans l'eau, l'air, les sols, les poissons ;
- La DRAAF, car il y a un enjeu avec les denrées alimentaires ;
- La DDPP, car la problématique concerne la mise sur le marché d'un certain nombre de produits.

¹⁵² Martin Boudot, « Vert de rage : polluants éternels », France télévisions, mai 2022.

¹⁵³ Contribution écrite d'Arkema.

¹⁵⁴ Arrêté n° DDPP-DREAL 2022-234 imposant des prescriptions complémentaires à la société ARKEMA FRANCE pour l'installation exploitée rue Henri Moissan à Pierre-Bénite.

L'objectif de ce collectif est de trouver des solutions pour identifier l'ampleur de la pollution et, en parallèle, rechercher des solutions pour diminuer et ramener la présence de PFAS sous les valeurs seuils.

En matière de méthodologie, la DREAL a indiqué que les investigations ont été menées avec deux approches complémentaires¹⁵⁵ :

- « Une approche descendante « de la source vers l'environnement », dont le but est de réduire les rejets de PFAS à la source et rechercher les PFAS à partir du lieu d'émission des entreprises, par une approche d'élargissement progressif de la zone d'investigation et en abordant successivement les différentes matrices dans l'environnement (eau superficielle, eau souterraine, poissons, sédiments, air, sol, œufs, végétaux) ;
- Une approche remontante « de l'environnement à la source », qui consiste en une analyse des milieux (surveillance des eaux superficielles et souterraines) puis une recherche de sources amont. »¹⁵⁶

Une information uniformisée sur les sites internet de la Préfecture de la DREAL et de l'ARS a été publiée. Elle est actualisée dès que possible. Les informations sont également diffusées par les associations et les fédérations de pêcheurs.

3) Les décisions prises

Des arrêtés préfectoraux ont été pris pour mener des analyses sur les sources potentielles (surveillance et réduction des rejets des entreprises), sur les milieux environnants (eaux souterraines et superficielles, air, sol), l'eau potable et les denrées alimentaires (eau, œufs, végétaux).

Mesures pour analyser les sources potentielles / les sources de la pollution :

Quelques jours après la diffusion du reportage, le 20 mai 2022, la Préfecture a pris deux arrêtés prescrivant une surveillance renforcée des PFAS dans les processus des usines Arkema¹⁵⁷ et Daikin¹⁵⁸ et leurs rejets liquides. Depuis le 1er juin 2022, les rejets dans l'eau sont analysés quotidiennement et les bilans sont transmis à l'inspection des installations classées. Des contrôles inopinés sont menés par la DREAL dans les rejets des eaux de Daikin et d'Arkema.

En septembre 2022, un nouvel arrêté préfectoral est signé et impose à Arkema de mettre fin à la production de toute substance PFAS d'ici 2025¹⁵⁹. L'arrêté impose une réduction par palier, avec un premier palier de diminution de 65% (ce qui équivaut à 105 kg/mois) en mars 2023, un second palier de diminution de 73% (80kg/mois) en décembre 2023, et un troisième

¹⁵⁵ Contribution écrite de la DREAL Auvergne Rhône-Alpes.

¹⁵⁶ *Ibidem*.

¹⁵⁷ Arrêté n°DDPP-DREAL 2022-133 imposant des prescriptions complémentaires à la société ARKEMA France pour l'installation exploitée rue Henri Moissan à Pierre-Bénite.

¹⁵⁸ Arrêté n°DDPP-DREAL 2022-132 imposant des prescriptions complémentaires à la société Daikin Chemical France pour l'installation exploitée chemin de la volta à Pierre-Bénite.

¹⁵⁹ Arrêté n°DDPP-DREAL 2022-234 imposant des prescriptions complémentaires à la société ARKEMA France pour l'installation exploitée rue Henri Moissan à Pierre-Bénite.

palier de diminution de 80% (60 kg/mois) en septembre 2024. Les contrôles effectués par la DREAL ont mis en avant la conformité et le respect des mesures prescrites¹⁶⁰. Contrairement à Daikin qui avait mis en service une station visant à traiter 99% des rejets en PFAS dans l'eau dès 2017, Arkema a attendu l'arrêté préfectoral pour mettre en place un système de traitement renforcé par charbon actif en fin d'année 2022.

Un mois après la diffusion du reportage, les inspecteurs des installations classées de la DREAL ont intégré la liste des 20 PFAS aux substances à analyser lors des contrôles.

Afin de dresser un état des lieux, la DREAL a également anticipé l'arrêté ministériel du 20 juin 2023 relatif à l'analyse des substances per- et polyfluoroalkylés dans les rejets aqueux des ICPE et, depuis 2022, elle effectue des contrôles inopinés dans différents établissements¹⁶¹. Au total, 139 contrôles inopinés ont été réalisés dans la région Auvergne Rhône-Alpes. Dans 89% des cas, nous observons une absence de PFAS, ou en faible quantité. Dans seulement 11% des cas, nous observons des quantités plus importantes de PFAS. Des investigations complémentaires sont actuellement en cours.

Concernant le Rhône, des contrôles inopinés ont été menés sur 39 sites. 4 sites présentent des concentrations significatives de PFAS, à savoir Mathelin, Appret Teinture, Rhodia Operations et Total Raffinage France. Les contrôles se poursuivent avec l'arrêté ministériel du 20 juin 2023 renforçant cet état des lieux car 600 sites sont concernés dans la région Auvergne Rhône-Alpes¹⁶².

Mesures pour analyser les milieux environnants

Dès le mois de juillet 2022, des arrêtés préfectoraux ont été pris pour mener des analyses sur les milieux environnants (eaux souterraines et superficielles, air, sol), l'eau potable et les denrées alimentaires (eau, œufs, végétaux).

Dans l'eau potable :

Le 31 mai 2022, l'ARS a programmé la recherche des PFAS dans le contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine. Cette programmation permet une anticipation des obligations de 2026 de la directive européenne eaux destinées à la consommation humaine¹⁶³.

Ainsi, trois campagnes de prélèvements ont été réalisées par l'ARS en juillet, septembre et décembre 2022 afin d'analyser l'eau potable sur les 6 champs captants situés en aval de Pierre Bénite : 2 champs captant dans la vallée du Garon, ainsi que ceux de Ternay, Grigny, Ampuis et Condrieu¹⁶⁴. L'ARS Auvergne Rhône-Alpes indique qu'en juillet 2022, lors de la première campagne de prélèvements, le laboratoire CARSO n'était pas accrédité pour chacun des 20 PFAS. Concernant les résultats de ces 3 campagnes :

- **Dans la nappe Alluviale du Rhône**, les valeurs sont supérieures à 100 ng/L à Ternay, et inférieures pour Grigny, Ampuis et Condrieu.

¹⁶⁰ Contribution écrite de la DREAL Auvergne Rhône-Alpes.

¹⁶¹ *Ibidem.*

¹⁶² DREAL Auvergne Rhône-Alpes, « PFAS: Publication de premiers résultats régionaux sur les rejets industriels », novembre 2023.

¹⁶³ Contribution écrite de l'ARS Auvergne Rhône-Alpes

¹⁶⁴ *Ibidem.*

- **Dans la nappe Alluviale du Garon**, les valeurs sont supérieures pour Garon-Brignais lors de la première campagne menée en juillet, ainsi que pour Garon-Millery lors de la campagne de décembre.

Le champ de Ternay présente des valeurs fortement supérieures au seuil de 100 ng/L. En effet, selon l'ARS, depuis les premiers résultats de juillet 2022 jusqu'à ceux de la campagne du 2ème trimestre 2023, les résultats sont en moyenne de 138 ng/L avec un maximum de 237 ng/L¹⁶⁵.

En 2022, et suite à ces différentes mesures, l'ARS a adressé un courrier au Directeur général de la santé pour que l'Anses soit saisie afin que ces autorités sanitaires puissent disposer de valeurs sanitaires maximales actualisées dans l'eau de boissons. L'Anses a été saisie au mois de novembre 2022¹⁶⁶.

Par la suite, en octobre 2023, un cadre aurait été défini au niveau interministériel reposant sur plusieurs axes :

- « Ne pas restreindre la distribution d'eau, compte tenu des concentrations en PFAS mesurées et des conséquences qu'une telle restriction engendrerait ;
- Mettre en œuvre les dispositions de l'article R. 1321-29 du code de la santé publique, impliquant "de prendre toute autre mesure nécessaire pour protéger la santé des personnes" ;
- Demander aux personnes responsables de la production et de la distribution de l'eau de s'engager, sous 2 mois, à la mise en place de mesures et de travaux d'interconnexion et de traitement afin de rétablir la qualité de l'eau dans les meilleurs délais. »

Dans les eaux souterraines et superficielles :

Le 1er juillet 2022, un arrêté préfectoral « Programme de surveillance du bassin Rhône-Méditerranée » a été signé pour élargir la surveillance des eaux, intégrant une surveillance renforcée des composés PFAS.

En juillet 2022, la DREAL a établi une cartographie de la présence des PFAS dans le secteur de la plateforme de Pierre-Bénite et des captages de Grigny et Ternay. Les conclusions de cette campagne ont mis en avant les points suivants :

- Dans les eaux superficielles, on observe la présence de 6:2 FTS, mais la pollution constatée est faible ;
- Dans les eaux souterraines, la pollution est très significative mais assez hétérogène ;
- Dans les stations d'épuration, on observe, notamment, la présence de 6:2 FTAB, qui est contenu dans les mousses anti-incendie.

Dans les sols :

Suite à l'arrêté préfectoral du 1er juillet 2022, Arkema et Daikin ont mené un programme de surveillance des PFAS autour de la plateforme industrielle, au niveau des sols. Les résultats révèlent des dépassements très localisés des valeurs repères européennes. Le PFNA et

¹⁶⁵ Contribution écrite de l'ARS Auvergne Rhône-Alpes.

¹⁶⁶ *Ibidem.*

PFUnDA sont détectés sur le secteur Brotillon, qui se situe à proximité de la plateforme industrielle.

A l'été 2023, deux arrêtés préfectoraux ont été signés pour renforcer le programme de surveillance et élargir les matrices analysées¹⁶⁷. Les industriels sont chargés de proposer un plan puis de mener une étude de dispersion atmosphérique. Ainsi, 35 PFAS doivent être analysés : les 20 PFAS de la directive EDCH et 15 autres, utilisés actuellement ou par le passé dans le secteur. Dans un premier temps, dans un périmètre de 500 mètres autour de la plateforme, des prélèvements sont effectués dans 17 jardins, les sols de 6 écoles, une crèche et le stade du Brotillon. Puis, dans un second périmètre, les prélèvements allant jusqu'à 4 km avec 2 jardins potagers par commune et 15 établissements scolaires. Les prélèvements ont été effectués durant les mois d'octobre et de novembre 2023. Comme il n'existe pas de norme pour les sols, la DREAL a utilisé la valeur indicative de l'EFSA pour ces analyses.

Dans le premier périmètre, un prélèvement dans le sol d'un jardin et deux prélèvements dans des écoles de Pierre-Bénite sont au-dessus de la valeur indicative, avec une présence forte de PFNA et de PFUnA. Concernant le stade de Brotillon, 70% des échantillons dépassent la valeur indicative¹⁶⁸.

Dans l'air :

Deux campagnes ont été réalisées en septembre 2022 et en février-mars 2023 concernant les rejets dans l'air produits par Arkema et Daikin. Pour Daikin, la quantité de PFAS rejetée dans l'air canalisé est de 40 g par jour et en majorité plus de 95% de ce flux. De son côté, la quantité de PFAS rejetée par Arkema équivaut à 60 g par jour, essentiellement de 6:2 FTS et de PFHxA. Les résultats des mesures montrent une corrélation entre les émissions et la présence de deux PFAS spécifiques¹⁶⁹.

Dans les poissons :

À partir de juin 2022, des analyses ont été effectuées en partenariat avec la Fédération de pêche du Rhône¹⁷⁰. Les prélèvements se focalisent sur quatre stations de pêche (le Rhône en aval immédiat, le Rhône éloigné de la plateforme industrielle, le Garon et le Canal de Jonage) et sur quatre PFAS (PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS). Plusieurs campagnes de prélèvements sur différentes espèces (perche, goujon, gardon, silure, barbeau, brochet, sandre, ablettes) ont été menées depuis 2022, et l'on constate :

- Une présence de PFAS dans toutes les espèces étudiées ;
- Des concentrations significatives de PFOS, PFDA, PFTrDA, PFUnDA, PFDoDA ;
- Et une des teneurs en PFOS, qui sont les plus importantes et qui dépassent les teneurs maximales prévues par le règlement européen.

¹⁶⁷ Arrêté n° DDPP-DREAL 2023-120 imposant des prescriptions complémentaires à la société ARKEMA France pour l'installation exploitée rue Henri Moissan à Pierre-Bénite, Arrêté préfectoral n° DDPP 2023-140 imposant des prescriptions complémentaires à la société Daikin Chemical france pour l'installation exploitée chemin de la volta à Pierre-Bénite.

¹⁶⁸ Agence Régionale de Santé Auvergne Rhône Alpes, « PFAS: focus sur la situation au sud de Lyon », 2023.

¹⁶⁹ *Ibidem*.

¹⁷⁰ Contribution écrite de la Fédération de pêche du Rhône.

L'ARS et la DDPP ont émis une recommandation sanitaire¹⁷¹ au regard des teneurs en PFOS pour certaines espèces de poissons. Les services de l'État recommandent de ne pas consommer les poissons pêchés dans le Rhône, en aval de Pierre-Bénite, et dans le Garon ainsi que ceux pêchés dans l'étang de la Combe Gibert.

Dans les sédiments :

En mars 2023, la DREAL a effectué des prélèvements et des analyses de sédiments sur le cours d'eau du Garon ainsi que dans l'étang de Combe Gibert. La DREAL met en avant le choix de cet étang car il s'agit du réservoir de tête par lequel transite l'ensemble de l'eau pompée dans le vieux Rhône au niveau de Vernaison avant d'alimenter le système d'irrigation du Sud-Ouest Lyonnais¹⁷².

Historiquement, des études ont été menées sur les sédiments.

Carotte sédimentaire du Rhône à Condrieu

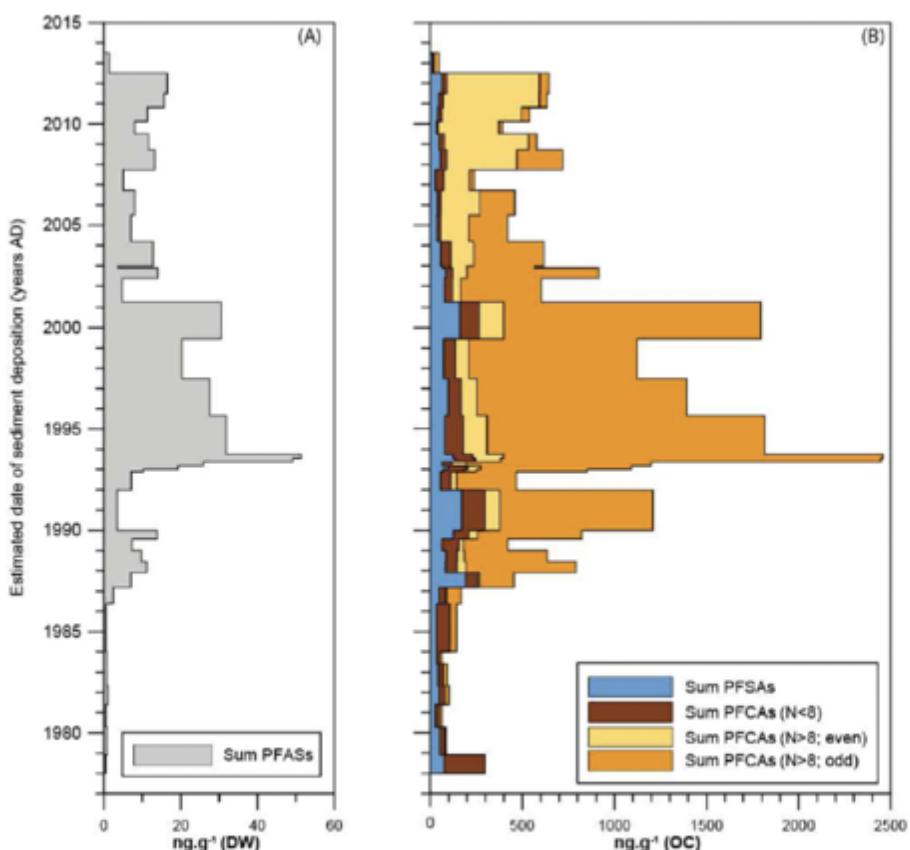


Figure 2. Evolution au cours du temps de la concentration en totale en PFAS en ng/g ps (à gauche) et de quatre groupes de PFAS en ng/g normalisé par rapport au contenu en carbone organique (OC ; à droite ; in Mourier *et al.*, 2019).

Source : contribution écrite d'Inrae

¹⁷¹ Agence Régionale de Santé Auvergne Rhône Alpes, « PFAS: focus sur la situation au sud de Lyon », 2023.

¹⁷² Contribution écrite de la DREAL Auvergne Rhône Alpes.

Dans les stations d'épuration :

Des analyses ont également été réalisées sur les eaux entrées et sorties, et les boues de la station de Messimy, ainsi que sur les boues de la station de Givors en mars 2023¹⁷³. Les boues de ces deux stations sont épandues sur le bassin versant du Garon et dans certaines zones de culture de l'Est lyonnais.

Dans les œufs :

Concernant les œufs, il est important de distinguer les œufs des poules pondeuses des élevages professionnelles et les œufs des poulaillers domestiques. Deux campagnes ont été menées sur les élevages de poules pondeuses professionnels en mai et en septembre 2023. Sur les 14 échantillons analysés, aucun ne dépassait la norme européenne¹⁷⁴.

Concernant les œufs des poulaillers particuliers. Trois campagnes ont été menées au total avec un élargissement du périmètre à chaque campagne :

- La première campagne au début de l'année 2023 a eu lieu sur 4 communes¹⁷⁵. 26 des 30 échantillons prélevés dépassent la norme européenne.
- La deuxième campagne a eu lieu sur 12 communes¹⁷⁶. 34 prélèvements sur 40 dépassent la norme européenne applicable. En moyenne, les prélèvements présentent des teneurs en PFAS deux fois supérieures à la norme européenne. Les 12 communes de la campagne de prélèvements sont concernées avec au moins un échantillon non-conforme par commune.
- La troisième campagne sur les œufs a eu lieu en septembre 2023 sur 29 communes¹⁷⁷ et 88 échantillons prélevés. Les résultats de cette campagne montrent que les concentrations trouvées sont inférieures à celles constatées dans les secteurs les plus proches de la plateforme industrielle de Pierre Bénite. 28,4% des prélèvements sont non conformes avec une valeur maximale de 3,7 µg /kg pour la somme de 4 PFAS.

Ainsi, en février 2023, l'ARS a effectué une recommandation, en application du principe de précaution, et a recommandé aux personnes résidant à Brignais, Chaponost, Charly, Feyzin, Francheville, Irigny, la Mulatière, Lyon 2, Lyon 7, Lyon 8, Oullins, Pierre-Bénite, Saint-Fons, Sainte-Foy-Lès Lyon, Saint Genis Laval, Solaize, Vernaison, Vourles de ne pas consommer les œufs produits hors élevages professionnels ainsi que la chair de volailles. Cette recommandation est toujours en vigueur.

¹⁷³ *Ibidem*.

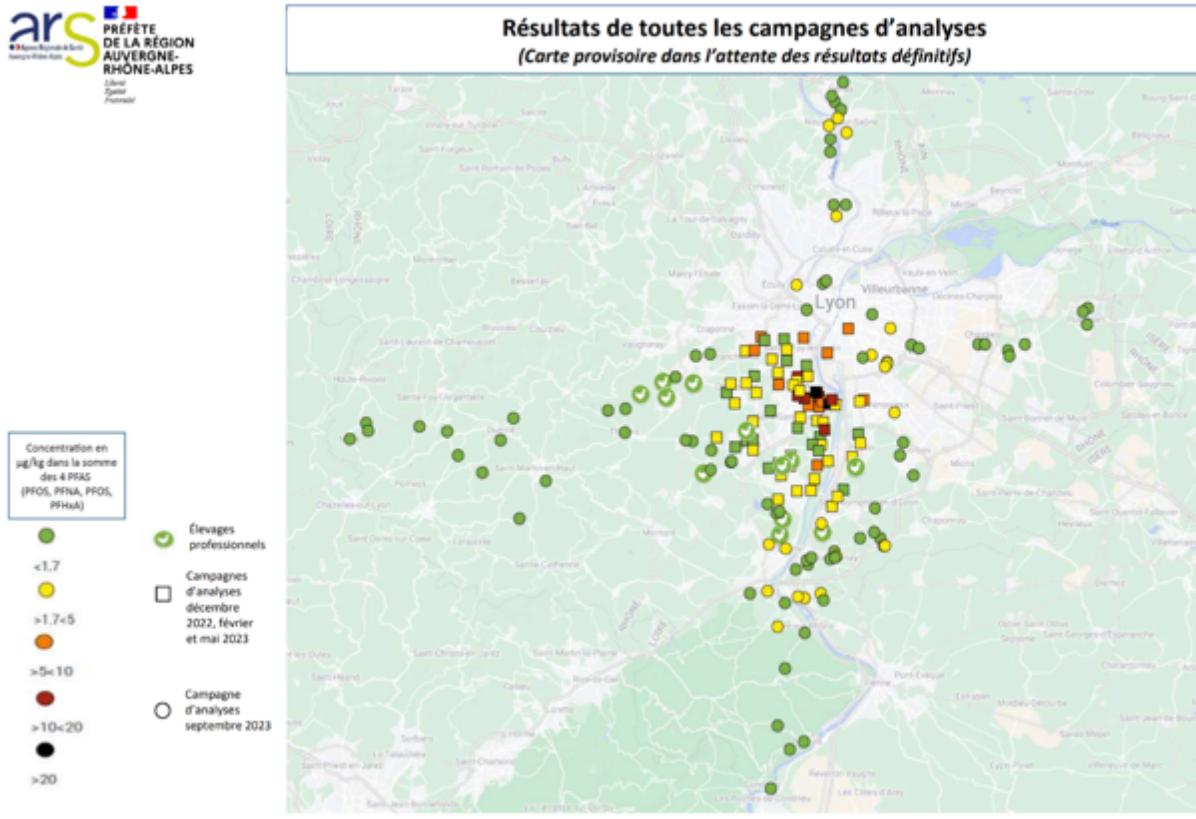
¹⁷⁴ Agence Régionale de Santé Auvergne Rhône Alpes, « PFAS: focus sur la situation au sud de Lyon », 2023.

¹⁷⁵ Pierre-Bénite, Oullins, Saint Genis Laval, Irigny.

¹⁷⁶ Lyon 7 et 8, Brignais, Chaponost, Charly, Feyzin, Francheville, La Mulatière, Saint Fons, Sainte-Foy lès Lyon, Solaize, Vernaison, Vourles.

¹⁷⁷ Nord: Genay, Neuville s/Saône, albigny s/Saône, Collonges, Lyon , Sud: Grigny, Givors, Loire s/ Rhône, Ampuis, Condrieu, Ternay, Communay, Simandres, Chasse-sur-Rhône, Est Vénissieux, Bron, Chassieu, Genas, Pusignan, Ouest: Soucieu en Jarrest, Thurins, Saint Martin en Haut, duerne, Aveize, Meys.

Carte des résultats des campagnes d'analyse sur les œufs



Dans les végétaux :

La DRAAF a mené à partir de l'automne 2022 un plan de surveillance exploratoire sur des fruits et légumes prélevés en exploitations agricoles. Tous les prélèvements ont été réalisés en partenariat avec le LABERCA à Nantes¹⁷⁸.

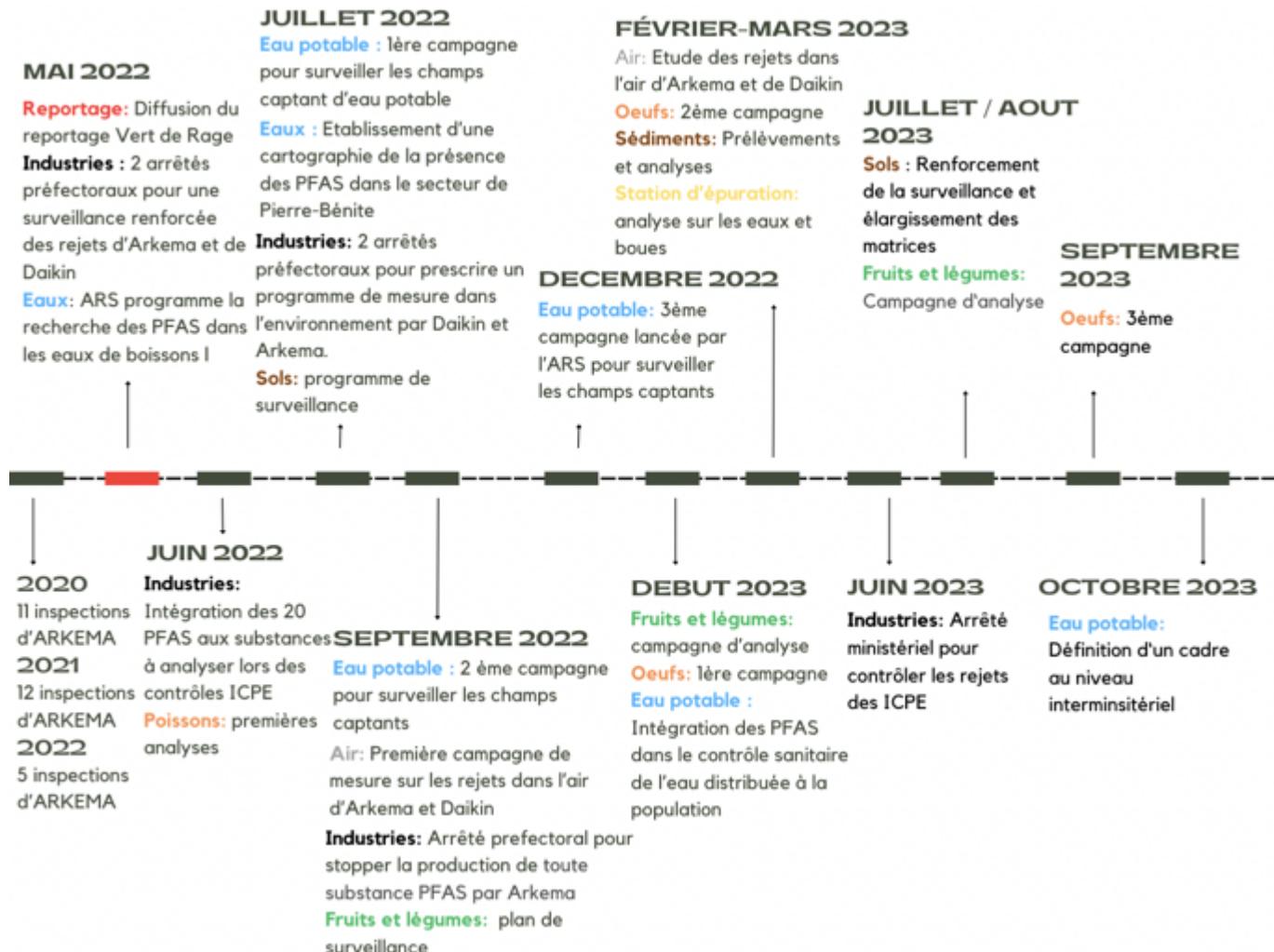
- Une première campagne de mesure a été menée sur 22 prélèvements et 6 communes¹⁷⁹. Sur les 22 prélèvements, 19 sont sous les seuils indicatifs et 3 prélèvements de mâches au-dessus des seuils indicatifs de PFOA.
- Une seconde campagne a été menée au printemps 2023 sur les fruits et les légumes. 24 prélèvements ont été effectués sur 7 communes. 28 résultats sont sous les limites indicatives et 6 au-dessus : 2 échantillons de blettes au-dessus des normes de PFOA, 1 échantillon de mâche et 1 échantillon d'épinard sont au-dessus du PFOS. 2 échantillons de salades dépassent les seuils de PFNA et de PFOS.
- De nouveaux prélèvements ont été réalisés à l'été 2023 sur d'autres matrices végétales (petits fruits, fruits et légumes d'été, céréales) prélevés dans des secteurs retenus à l'issue d'une analyse de risque. Les pommes de terre, les fraises, les aubergines présentent des taux de PFAS en-dessous des valeurs seuils. A l'inverse, les carottes analysées dans les jardins partagés d'Arkema révèlent un taux 158 fois au-dessus de ce seuil indicatif pour le PFNA et 5 fois supérieur pour le PFOA. Les betteraves sont 5 fois au-dessus du seuil pour le PFOA.

¹⁷⁸ Agence Régionale de Santé Auvergne Rhône-Alpes, « PFAS : focus sur la situation au sud de Lyon », 2023.

¹⁷⁹ Chaussan, Messimy, Millery, saint Laurent D'agny, Soucieu en Jarrest, Thurin.

Aucune recommandation de la part de l'ARS ou de la DRAAF n'a été faite concernant la consommation des légumes¹⁸⁰.

Frise chronologique des mesures prises au sud de Lyon



Source : frise réalisée à l'aide des données disponibles sur les sites de l'ARS et de la DREAL.

Les autorités locales ont fait face à des difficultés :

- Pour pouvoir disposer de métrologies stabilisées pour les différents milieux (eau, sols, air, ...) ;
- Pour avoir accès aux laboratoires d'analyses car peu de laboratoires étaient accrédités pour analyser les PFAS. Les autorités locales ont fait appel à deux laboratoires : le LABERCA à Nantes pour analyser les denrées alimentaires et au laboratoire CARSO pour analyser les prélèvements d'eau ;
- Pour pouvoir s'appuyer sur des normes et des valeurs de référence.

¹⁸⁰ Métropole de Lyon, « Présence de substances perfluorés au sud de Lyon », mise à jour le 12 décembre 2023.

4) Les inquiétudes (élus, habitants, pêcheurs, agriculteurs, ...)

Face à un problème extrêmement complexe et des connaissances scientifiques limitées, les élus des territoires ont fait face à une difficulté d'accès à l'information et des difficultés pour répondre aux inquiétudes des citoyens.

La pollution aux PFAS a généré de nombreuses inquiétudes au sein de la population, des habitants, des agriculteurs et des pêcheurs.

La Préfecture a mis en place un comité de liaison afin de pouvoir échanger avec les élus, de donner de la visibilité sur tout ce qui est initié et les informer. Ce comité de suivi est présidé par la Préfecture et se compose des élus de la Métropole de Lyon et des communes longeant le Rhône situées à l'aval de Pierre-Bénite, la DREAL, l'ARS, la DRAAF et la DDPP. Le comité est désormais ouvert à tous les élus de la région qui souhaitent s'y joindre. La première réunion de ce comité a eu lieu en juillet 2022 et, à ce jour, 9 réunions ont eu lieu.

Dépôt de plainte :

Le 17 mai 2022, le maire de Pierre-Bénite dépose une plainte contre X auprès du Procureur de la République pour mise en danger de la vie d'autrui¹⁸¹.

En mai 2023, dix associations, un syndicat et plus de quarante particuliers se sont réunis pour déposer un « référendum pénal environnemental » auprès du tribunal judiciaire de Lyon, en réclamant la réalisation d'une étude des risques sanitaires liés aux PFAS rejetés par l'usine Arkema et des sanctions contre l'industriel. Les associations réclament des prises de sang et des analyses sur le lait maternel et les denrées alimentaires, financées par Arkema. Les associations prennent appui sur l'exemple de la société 3M en Belgique qui a conclu, en juillet 2022, un accord avec les autorités de Flandres pour le paiement de plus d'un demi-milliard d'euros en vue de dépolluer les sols, limiter la pollution de l'air et contribuer aux politiques régionales de protection de l'environnement¹⁸². Le 16 novembre 2023, la justice a rejeté cette requête de référendum¹⁸³.

Le 30 novembre 2023, 34 communes lyonnaises, 6 fédérations de pêcheurs et 35 particuliers ont déposé une plainte collective pour mise en danger de la vie d'autrui¹⁸⁴.

5) La mobilisation des collectifs, associations et organisations

Une importante mobilisation de la part de nombreuses organisations, à savoir *Notre Affaire à tous*, la *Fédération des pêcheurs du Rhône*, *Bien Vivre à Pierre Bénite* a eu lieu afin d'informer, de faciliter la compréhension du problème et également d'essayer de trouver des solutions pour mettre fin à la pollution aux PFAS.

¹⁸¹ Trait d'union, Le journal municipal de Pierre-Bénite « Pollution aux PFAS, La municipalité de Pierre-Bénite plus que jamais mobilisée », #44, juin-juillet 2022.

¹⁸² Kaizen Avocat, « Polluants éternels : 7 points clés pour tout savoir sur les perfluorés (PFAS) », 2023.

¹⁸³ Lyon capital, « Polluants éternels : un référendum environnemental contre ARKEMA rejeté », 21 novembre 2023.

¹⁸⁴ Tribune de Lyon, « Perfluorés : Plainte collective de 34 communes du Rhône », 31 octobre 2023.

Le collectif Ozon Eau Saine a organisé plusieurs réunions publiques afin de vulgariser les informations auprès de la population.

L'association Notre affaire à tous a également mené différentes actions pour alerter et sensibiliser sur les risques sanitaires et environnementaux de ces pollutions. L'association accompagne ainsi localement des collectifs et initiatives citoyennes à se mobiliser sur le sujet. Cette dernière a également publié deux guides afin de sensibiliser aux droits des riverains et aux pouvoirs des élus locaux en matière d'ICPE¹⁸⁵.

Suite à la diffusion du reportage Vert de Rage, la Fédération départementale de la Pêche et de la Protection du Milieu Aquatique du Rhône et de la Métropole de Lyon a lancé des premières mesures de gestion, d'information et de communication. Dès le 20 mai 2022, la Fédération a émis la recommandation de stopper la consommation de poissons issues des zones contaminées du secteur du Rhône. La Fédération a également participé, tout au long du processus, aux analyses de poissons en lien avec la DREAL.

6) Les études épidémiologiques

Les collectifs citoyens ont demandé à Santé publique France de mettre en œuvre une étude épidémiologique.

Santé Publique France indique qu'une étude d'imprégnation au niveau local est soumise à de nombreuses contraintes méthodologiques, logistiques et éthiques et mentionne que cette étude d'imprégnation « n'aura pas de plus-value particulière pour orienter les mesures de gestion », qu'une mesure individuelle de l'imprégnation « n'a pas de valeur de dépistage et ne donne pas d'élément en terme de risque sanitaire », et qu'un suréchantillonnage local, sur le secteur de Pierre-Bénite, dans le cadre de la future étude nationale d'imprégnation Albane « serait envisageable mais non réalisable à court terme. Un échantillonnage local autour d'un site spécifique n'est pas prévu par ce dispositif »¹⁸⁶.

L'ARS n'a donc pas donné de suite favorable aux demandes d'études épidémiologiques et/ou de mesures d'imprégnation formulées par les élus, associations et riverains.

Aucune étude épidémiologique n'a été demandée par l'ARS pour la recherche d'une possible prévalence de pathologie.

Des mesures d'imprégnation spontanées ont été réalisées par des habitants inquiets.

Campagnes d'imprégnation humaine :

Des campagnes d'imprégnation ont été demandées à de nombreuses reprises et par différentes parties prenantes depuis 2022.

¹⁸⁵ Contribution écrite de Notre Affaire à Tous.

¹⁸⁶ Contribution écrite de l'ARS Auvergne Rhône-Alpes.

L'institut Ecocitoyen de Fos-Sur-Mer, à la demande de la Métropole de Lyon, va mener une étude de bio-imprégnation humaine aux PFAS. L'objectif est de connaître l'étendue des pollutions constatée notamment dans la vallée de la chimie, de déterminer le niveau d'imprégnation des populations exposées, et de comprendre comment ces polluants migrent dans l'environnement et parviennent jusqu'aux organismes. La première phase d'étude devrait débuter en 2024 et l'institut Ecocitoyen estime une publication des résultats en fin d'année 2025. Le projet de recherche de cette étude se divise en deux axes, la métrologie (état des lieux d'un territoire, parcours migratoire du PFAS) et la toxicité¹⁸⁷. L'objectif est de trouver des solutions pour enrayer les contaminations au niveau local, réaliser des études capables d'évoluer et les ériger en modèle, comprendre la source de la pollution, l'articulation entre la pollution des milieux et les conséquences pour la santé.

Au niveau méthodologique, trois types de territoires sont ciblés :

- La partie nord du sud lyonnais (Pierre-Bénite), le but étant d'observer et de mesurer l'émission directe de PFAS du fait de la présence de l'entreprise Arkema ;
- La commune de Givors, afin de mesurer l'exposition aux PFAS dans la consommation alimentaire ;
- Le territoire de Fos-sur-Mer, comprenant des sites utilisateurs de PFAS.

Des études d'imprégnation seront réalisées sur les territoires émetteurs et sur les territoires utilisateurs par des prélèvements sanguins.

7) Les conclusions du groupe « PFAS Rhône »

Dans le cadre de la mission, j'ai souhaité mettre en place un groupe PFAS-Rhône réunissant l'ensemble des parties prenantes afin de recueillir les différentes difficultés auxquelles ils ont été confrontés.

Les territoires touchés par la pollution aux PFAS peuvent aller au-delà du département. Dès lors, il est important de penser à inclure les communes situées hors du département.

L'ensemble des acteurs ont fait part de leurs inquiétudes concernant le manque de connaissances concernant les PFAS, notamment leurs effets sur la santé. Il est demandé une action plus poussée incluant des études sur les effets des PFAS, une évaluation approfondie et la mise en place de campagnes d'investigation.

Une communication simplifiée et directe auprès du grand public est demandée par l'ensemble des élus et représentants des collectifs citoyens afin de répondre aux inquiétudes des habitants (consommation des œufs, des légumes, de l'eau, calendrier de la dépollution). Des recommandations et/ou préconisations ont été évoquées :

- Être en mesure d'apporter des réponses compréhensibles par tous ;
- Clarifier ce que l'on sait et ce que l'on ne sait pas pour assurer une transparence totale envers la population ;

¹⁸⁷ Contribution de l'Institut Eco-Citoyen de Fos-sur-Mer.

- Rendre l'information accessible bien que les données soient disponibles sur les sites internet des institutions, elles peuvent parfois être difficiles à comprendre (base de données Naïades, par exemple) ; des messages concrets et la rédaction d'un document à distribuer aux citoyens seraient utiles ;
- Élaborer des cartographies territoriales complémentaires aux études menées pour présenter les différentes données (œufs, végétaux, eaux etc.).

Les parties prenantes ont exprimé leurs inquiétudes concernant le manque, voire l'absence de réglementation concernant les PFAS dans différentes composantes de l'environnement et pour différentes sources d'exposition.

Certains acteurs ont également évoqué les limites de la notion d'autocontrôle par les industriels. Les notions de pollueurs payeurs et de principe de précaution ont été abordées et soutenues.

4. Les différentes réponses pour « aller plus vite, plus loin, plus fort » (18 recommandations)

A. Faire avancer l'état de connaissance de la problématique

1) Connaissances scientifiques

La définition de ce qu'est un PFAS apparaît comme une première difficulté.

La famille des PFAS représente une classe chimique aux structures moléculaires et aux propriétés physiques, chimiques et biologiques diverses. Le nombre exact de PFAS n'est pas connu : 256 (ce serait le nombre de PFAS qui ont été produits industriellement), 4000, 5000 ou 14 000. Il n'existe pas de définition ou de classification universelle pour définir ce qu'est un PFAS, et les définitions sont discutées à la lumière de projets de réglementation.

Il existe deux grandes familles : les PFAS non-polymères et les PFAS polymères. Certains États ou certaines organisations proposent une définition incluant les PFAS polymères dans la définition tandis que d'autres organisations ne les intègrent pas. Cette absence de consensus autour de la définition complexifie la compréhension de la problématique.

RECOMMANDATION 1 : Faire adopter par l'Union européenne :

- **Une définition large de la famille des PFAS : toute molécule contenant plus d'une liaison carbone-fluor**
- **Incluant 2 sous-familles : celle des monomères et celle des polymères.**

Il existe plusieurs définitions pour les PFAS. La définition la plus large, proposée par l'initiative de restriction des cinq pays européens, doit être retenue, excluant uniquement les molécules à un seul atome fluoré existant à l'état naturel.

On recommande dès lors de :

- Déterminer formellement une définition au-delà du projet d'interdiction / restriction en cours d'instruction ;
- Chercher à établir une typologie des PFAS, qui aide le public et les non-spécialistes à percevoir problématiques et enjeux, et qui aide les parties prenantes à travailler efficacement par « sous-familles » quand cela est possible et pertinent ;
- Prendre en compte la solubilité dans l'eau et des caractéristiques de diffusion plus importantes ;
- Se référer à ces éléments pour définir plus précisément le champ d'action de chaque politique publique ou mesure, en considérant notamment l'ensemble du cycle de vie des substances, de leurs précurseurs, et de leurs produits de dégradation.

Certains États n'intègrent pas les PFAS polymères à la définition car ils considèrent que les polymères présentent des risques acceptables. Selon de nombreux industriels auditionnés, les PFAS polymères ne libèrent pas de PFAS non-polymères pendant leur cycle de vie, ni lors

de la dégradation. Néanmoins, d'autres entretiens ont mis en avant le relargage de PFAS non-polymères tout au long du cycle de vie et plus précisément lors de la dégradation.

RECOMMANDATION 2 : Améliorer les connaissances sur les polymères.

Il apparaît comme essentiel de :

- Mieux connaître les comportements physiques et chimiques, et le devenir des polymères au cours de leur cycle de vie, lors de leur production, à l'occasion de leur utilisation puis de leur dégradation à long terme dans les différents milieux.
- En fonction des décisions qui seront prises dans le cadre de Reach, développer des référentiels techniques et des encadrements réglementaires pour la production, la sécurisation de la phase d'usage, la « fin de vie », en cohérence notamment avec les politiques développées sur les plastiques.

2) Veille sanitaire, toxicité, pathologies émergentes et imprégnation de la population

Nous devons avancer pour mieux comprendre la toxicité des PFAS, leur importance au sein de la famille des perturbateurs endocriniens. Les connaissances concernant la famille des PFAS restent limitées et centrées sur certains PFAS alors qu'il en existe des milliers.

Afin d'améliorer la connaissance de l'état d'imprégnation de la population française et européenne en PFAS et leurs effets, trois programmes de biosurveillance sont en cours de mise en œuvre. Il s'agit également de renforcer l'état de connaissance sur la contamination des milieux par les PFAS.

À l'échelle européenne, un partenariat européen pour l'évaluation des risques liés aux substances chimiques (PARC) a été lancé en 2022¹⁸⁸. Ce projet s'inscrit dans une démarche de biosurveillance des substances chimiques, y compris des PFAS, chez l'être humain, dans le but de « faire progresser la recherche, partager les connaissances et améliorer les compétences en évaluation scientifique des risques liés aux substances chimiques » selon l'Anses qui le coordonne. Il permettra de générer des données pour accompagner la réglementation de ces substances et développer des outils et des approches méthodologiques pour évaluer les effets de ces substances, de mélanges ou d'exposition combinées. Ce partenariat conclu entre plus de 200 partenaires de 28 pays (et les agences européennes concernées) pour une durée de sept ans s'inscrit donc dans la continuité du programme européen HBM4EU, en renforçant la prise en compte des PFAS. Ce projet bénéficie d'un budget de **400 millions d'euros, financé à 50% par l'Union européenne et 50% par les États membres**¹⁸⁹.

En France, à compter de 2024, l'enquête Albane (Alimentation, Biosurveillance, Santé, Nutrition, Environnement) prendra la suite de l'enquête Esteban, qui avait notamment permis

¹⁸⁸ ANSES, « Le partenariat européen pour l'évaluation des risques liés aux substances chimiques (PARC) », 7 juin 2023.

¹⁸⁹ *Ibidem.*

de caractériser l'exposition de la population française à certains PFAS¹⁹⁰. L'objectif de ce nouveau programme de biosurveillance est d'établir des valeurs d'imprégnation de référence. Les premiers résultats sont attendus pour 2028.

RECOMMANDATION 3 : Améliorer la veille sanitaire vis-à-vis des produits chimiques et soutenir fortement les programmes de biosurveillance menés actuellement : PARC au niveau européen, ALBANE au niveau national, atelier éco-citoyen au niveau local, pour :

- Renforcer la veille épidémiologique vis à vis des pathologies émergentes ;
- Travailler sur l'exposome et sur les effets cocktails et les pathologies émergentes
- Améliorer les connaissances sur les effets sanitaires des PFAS et des perturbateurs endocriniens.

3) Pouvoir disposer de normes

Le 8 novembre 2022, la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes, la Direction générale du travail, la Direction générale de l'alimentation, la Direction générale de la prévention des risques et la Direction générale de la santé ont saisi l'ANSES pour un avis relatif à la contamination des différents milieux par les PFAS, à l'élaboration de valeurs de référence pour certains PFAS, et la hiérarchisation des PFAS à considérer pour la mise en œuvre des mesures de gestion des risques.

Un groupe de travail « PFAS : contaminations, surveillance et hiérarchisation » a été créé en septembre 2023 afin de traiter les questions de la saisine relatives à la contamination des milieux et à la hiérarchisation des PFAS.

Le groupe de travail « Valeurs toxicologiques de référence pour les PFAS » a été créé afin de proposer des VTR de long terme par voie orale pour certains PFAS, seuls ou en mélange. Compte tenu de la forte attention sur ces substances dans différents pays, une synthèse des références existantes et des démarches est conduite. Étant donné le nombre de substances à couvrir, une attention particulière sera accordée aux possibilités de réutilisation de travaux existants et d'échanges avec d'autres pays pour éviter la duplication des travaux.

RECOMMANDATION 4 : Établir rapidement des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) pour toutes les matrices.

Se donner tous les moyens, doter l'ANSES et renforcer la coordination européenne pour définir le plus rapidement possible des valeurs toxicologiques de références dans toutes les matrices (eau, sol, air, végétal, animal, humain).

RECOMMANDATION 4 bis : Anticiper dès maintenant, à la suite de publications scientifiques qui ne vont que se multiplier, un possible/probable abaissement progressif des VTR.

¹⁹⁰ Contribution écrite de Santé Publique France.

B. Soutien à la restriction REACH : « couper le robinet »

1) La proposition de restriction de la famille des PFAS

Le règlement REACH (enregistrement, évaluation et autorisation des produits chimiques) est le règlement européen entré en vigueur en 2007 pour sécuriser la fabrication et l'utilisation des substances chimiques dans l'industrie européenne. Son objectif est de limiter les risques liés à leur production et à leur utilisation pour protéger la santé du citoyen, du travailleur et de l'environnement¹⁹¹. Il est important de mentionner que les règlements sont des actes législatifs contraignants, c'est-à-dire qu'ils doivent être mis en œuvre dans leur intégralité dans l'Union européenne.

Cette législation s'applique à toutes les substances fabriquées, importées, commercialisées et utilisées telles quelles, dans les mélanges ou produits¹⁹². Ce règlement oblige notamment toutes les entreprises de l'Espace Économique Européen (Union européenne, la Norvège, l'Islande et le Lichtenstein) à enregistrer dans une base de données centrale tous les produits chimiques qu'ils fabriquent ou importent au sein de l'Union européenne, à partir d'une tonne par an.

Au sein du règlement REACH, il existe plusieurs procédures en fonction de la dangerosité de la substance :

- **L'enregistrement pour toutes les substances** : afin de répertorier les substances et encadrer leurs risques, les entreprises doivent constituer des dossiers comportant les informations sur des propriétés physico-chimiques, toxicoécologiques et écotoxicologiques des substances, une évaluation des risques pour la santé et l'environnement ainsi que les mesures de gestion appropriées¹⁹³.
- **Autorisation pour les substances préoccupantes** : la procédure d'autorisation impose une utilisation encadrée des substances chimiques les plus préoccupantes, celles qui sont susceptibles de provoquer des effets irréversibles graves sur la santé ou l'environnement. Une trentaine de substances sont soumises à autorisation (liste à l'annexe XIV de Reach) et ne pourront être utilisées que si elles ont fait l'objet d'une autorisation pour cet usage selon des délais spécifiques pour chacune. C'est le cas par exemple pour le HBCDD, un retardateur de flamme, le DEHP, un phtalate utilisé dans les plastifiants (PVC, revêtements de sols...)¹⁹⁴.
- **Restriction pour les substances conduisant à un risque inacceptable** : les restrictions limitent ou interdisent la fabrication, la mise sur le marché ou l'utilisation de certaines substances qui constituent un risque inacceptable pour la santé humaine et l'environnement. Dès lors qu'un État membre, ou l'ECHA sur demande de la Commission, estime que la mise sur le marché ou l'utilisation d'une substance entraîne

¹⁹¹ Ministère de la Transition écologique et solidaire, « Maîtriser les risques chimiques dans votre entreprise ».

¹⁹² Journal Officiel de l'Union européenne, « Agence européenne des produits chimiques (ECHA) - Comment l'Union européenne réglementaire les produits chimiques ».

¹⁹³ Règlement (UE) 252/2011 de la commission du 15 mars 2011 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), en ce qui concerne l'annexe 1.

¹⁹⁴ Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, « La réglementation REACH », juin 2018.

un risque qui n'est pas valablement maîtrisé, il ou elle prépare un dossier en vue d'inscrire cette substance à l'annexe XVII du règlement¹⁹⁵.

Concernant le règlement REACH, il est important de distinguer la révision du règlement REACH du projet de restriction des PFAS. Le projet de restriction REACH sur les PFAS est en cours d'instruction tandis que la révision du règlement REACH aura lieu au prochain mandat de la Commission européenne.

Ainsi, le 13 janvier dernier, l'ECHA a été saisi par cinq pays (Allemagne, Danemark, Pays-Bas, Suède et Norvège) pour proposer un projet de restriction sur les PFAS. Le but de cette proposition est de restreindre une famille de substances plutôt que de travailler substance par substance. Cette proposition de restriction se base sur la définition de PFAS proposée par l'OCDE et inclut toutes les substances qui contiennent au moins un groupe méthyle (-CF₃) ou méthylène (-CF₂) entièrement fluoré. Cette définition inclut les polymères fluorés et les polymères à chaînes latérales fluorées¹⁹⁶.

Les conditions de restrictions sont les suivantes : interdiction de fabrication, de mise sur le marché et d'utilisation, interdiction des PFAS en tant que tel et en tant que constituants d'autres substances.

Cette proposition de restriction interdirait les PFAS mais proposerait également plusieurs possibilités de dérogations :

- 5 ans pour les alternatives qui sont déjà en développement mais pas encore disponibles lors de l'entrée en application de la législation.
- 12 ans pour les secteurs où l'identification, le développement et la certification des alternatives sont nécessaires tels que les dispositifs médicaux implantables.

La France n'a pas participé à cette initiative mais a exprimé son soutien¹⁹⁷ et demande à l'ECHA de prioriser des secteurs pour diffuser des résultats anticipés de ses travaux.

Suite à cette proposition de restriction, l'ECHA a lancé une consultation de mars à septembre 2023 et a reçu plus de 5 642 réponses (pour la consultation sur les microplastiques, l'ECHA avait reçu seulement 400 contributions¹⁹⁸).

Le calendrier n'est pas précis mais les prochaines grandes étapes sont les suivantes : l'ECHA a reçu les différents commentaires, les comités scientifiques sur l'analyse des risques et sur l'analyse socio-économiques ont engagé leur travail. Un avis de l'ECHA envoyé à la Commission est attendu au printemps 2025 et les actes délégués proposés par la Commission sont attendus pour 2026.

Concernant le projet de restriction, un travail d'analyse est en cours pour identifier les usages, les alternatives lorsqu'elles existent, leur stade de développement ainsi que les possibles

¹⁹⁵ ECHA, « Procédure de restriction », 2023

¹⁹⁶ ECHA, « restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFASs », 2023.

¹⁹⁷ Un des axes du plan ministériel de janvier 2023 est de « porter au niveau européen une interdiction large pour supprimer les risques liés à l'utilisation ou la mise sur le marché des PFAS ».

¹⁹⁸ ECHA, « restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFASs », 2023.

impacts socio-économiques, afin notamment de prendre en compte certains usages stratégiques peu ou pas substituables¹⁹⁹.

La disponibilité des alternatives est une des données prises en compte dans le processus de restriction pour déterminer les délais de transition. Cette information sera par ailleurs analysée et disponible au niveau européen dans le cadre du processus de restriction REACH.

RECOMMANDATION 9 : Obligation d'information concernant l'utilisation de PFAS.

- Établir un état des lieux pour tous les usages.
- Informer l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur concernant l'utilisation des PFAS et exiger la transparence, en amont pour les fournisseurs, et en aval pour les consommateurs.
- Soutenir un calendrier avec des priorités par domaines d'usages pour que l'ECHA rende public des avis/ résultats intermédiaires ou préliminaires.

RECOMMANDATION 10: Arrêter la production et l'utilisation des PFAS en soutenant l'initiative de restriction des cinq pays européen.

Insister pour obtenir de l'ECHA des données intermédiaires dès 2024.

- Nécessité d'une réglementation européenne : pour être pleinement efficace, la régulation des PFAS ne doit pas relever du niveau national mais du niveau européen ou international. En effet, comme le montre le précédent du Bisphénol A, une interdiction au niveau français n'empêche pas totalement en pratique, du fait de la libre circulation des marchandises dans le cadre du marché unique européen, une introduction sur le marché français de conserves fabriquées dans d'autres États membres et contenant du BPA. En outre, la réglementation nationale fait peser sur les opérateurs français des contraintes économiques spécifiques. Enfin, le niveau européen est le plus à même de pouvoir mobiliser toute l'expertise multiple et approfondie requise pour conduire une telle démarche.
- Nécessité d'une réglementation pour l'ensemble de la famille des PFAS : au fil des années, des premières restrictions et des nouvelles contraintes réglementaires qui se focalisent sur un seul PFAS, nous avons observé une substitution des molécules PFAS par d'autres molécules PFAS dans les processus industriels. Dans la plupart des cas, ces substitutions sont tout aussi dangereuses que les PFAS d'origine. Il est donc essentiel de mettre en place une réglementation sur la famille entière. On peut citer Arkema qui illustre l'inventivité des chimistes qui se renouvellent au fur et à mesure des réglementations. En effet, Arkema a arrêté d'utiliser du PFOA en 1987 car les discussions s'engageaient pour comprendre le profil toxicologique de cette substance et Arkema a commencé à utiliser deux nouvelles substances : le 6:2 FTS et le Surflon. En 2016, Arkema a arrêté le Surflon car les discussions autour de l'interdiction de cette substance ont débuté.
- Soutenir un calendrier avec des priorités par domaines d'usages pour que l'ECHA rende publics des avis / résultats intermédiaires

¹⁹⁹ Contribution écrite de la DGE.

RECOMMANDATION 10 bis : En l'absence d'avancée européenne, la France peut proposer la restriction de certains usages (fart, cosmétiques, textiles d'habillement, emballages alimentaires, papier carton).

2) Les alternatives aux PFAS

Il est crucial d'explorer des alternatives pour remplacer les PFAS, compte tenu de leur large éventail d'applications. Il est important de noter qu'aucune substance unique ne peut remplacer les PFAS, et différentes options alternatives devront être identifiées pour chaque utilisation spécifique.

Les alternatives doivent répondre à plusieurs enjeux :

- **Enjeux d'efficacité et de performance** : en effet, dans certains cas, les PFAS permettent de protéger les individus. C'est par exemple le cas des mousse anti-incendie. Il est donc primordial que les alternatives permettent aux sapeurs-pompiers d'éteindre les feux. C'est également le cas pour certains textiles ou encore pour les dispositifs médicaux (pacemaker). Différentes branches industrielles mettent par ailleurs en avant les avantages de substances PFAS en termes de fiabilité et de durée de vie (étanchéité pour contenir des produits dangereux, fréquence moindre de remplacement et de destruction sous réserve de maîtrise des risques de pollutions sur le cycle de vie...).
- **Enjeux de substitution** : danger possible de la substitution.
- **Enjeux économiques** pour le consommateur.

Le chapitre sur les usages a mis en avant le fait qu'il existe d'innombrables utilisations de PFAS : usage par les industries, production de substances et de biens, usage dans les systèmes industriels et techniques professionnels, et usage par le consommateur, le particulier.

Dans le projet de restriction REACH, des dérogations ont été proposées pour tous les usages où il n'y a pas d'alternative existante en l'état actuel des connaissances scientifiques. Des dérogations de 12 ans ont été proposées pour certains secteurs, ce qui signifie que selon les cinq pays, il n'existe pas d'alternative, pour l'heure (cf. tableau). A l'inverse, pour les secteurs qui n'ont pas de proposition de dérogation, cela signifie que des alternatives sont disponibles. Le comité d'évaluation socio-économique de l'ECHA va examiner ces aspects, à partir notamment du dossier constitué par les cinq pays et des réponses à la consultation.

Tableau des dérogations proposées par l'ECHA

Dérogations	Secteurs
Absence de dérogation	<ul style="list-style-type: none"> - Textile : textile pour la maison, pour l'habillement, pour le cuir, traitement de tissus - Matériaux en contact avec les denrées alimentaires : ustensiles de cuisine pour les consommateurs, emballage papier carton, emballage en plastique - Secteur de la construction : tous les produits de construction - Secteur de la cosmétique : tous les produits cosmétiques - Secteur du Fartage des skis : tout le secteur - Métaux : placage décoratif au chrome, placage sur les matières plastiques et placage avec des métaux autre que le chrome - Dispositifs médicaux : gaz de stérilisation, propulseurs dans les inhalateurs doseurs - Électroniques et semi-conducteurs : alternatives existantes et économiquement faisable pour le fluide caloporeur destiné au refroidissement par immersion et aux écrans à cristaux liquides
5 ans	<ul style="list-style-type: none"> - Production des polymères : Aide à la polymérisation dans la production des polymères PFAS (Hors PTFE, PVDF et FKM) - Matériaux en contact avec les denrées alimentaires : Matériaux en contact avec les denrées alimentaires destinés à la production industrielle et professionnelle de denrées alimentaires et d'aliments pour animaux, Revêtements antiadhésifs dans les produits de cuisson industriels et professionnels - Métaux : placage en chrome dur - Gaz fluorés : Réfrigérant dans la réfrigération à basse température au-dessous de -50°C jusqu'à ce qu'ils soient remplacés par d'autres réfrigérants - Transport : fluides frigorigènes dans les systèmes de climatisation mobiles des véhicules à moteur à combustion équipés de compresseurs mécaniques, Réfrigérants dans la réfrigération des transports autres que dans les applications marines - Energie : piles à combustibles échangeuses de protons
12 ans	<ul style="list-style-type: none"> - Textile : Textiles professionnels , Agent d'imprégnation pour la ré-imprégnation des articles textiles, Textiles destinés à être utilisés dans les compartiments moteurs pour l'isolation du bruit et des vibrations dans l'industrie automobile - Gaz fluorés : fluides frigorigènes dans les équipements d'essai et de mesure en laboratoire, réfrigérants dans les centrifugeuses réfrigérées, entretien et recharge des équipements de climatisation et de ventilation existants mis sur le marché avant le [18 mois après l'entrée en vigueur] et pour lesquels il n'existe pas de solution de remplacement - Dispositifs médicaux : dispositifs implantables, mailles, produits de traitement des plaies, tubes et cathéters, applications de revêtement pour les dispositifs médicaux, lentilles de contact, membranes utilisées dans les dispositifs médicaux, PTFE dans les solutions ophtalmiques - Transport : utilisation de PFAS dans des applications affectant le bon fonctionnement lié à la sécurité du véhicule et affectant la sécurité des opérateurs, des passagers ou des marchandises, dans la mesure où elles ne sont pas couvertes par d'autres parties de la présente proposition de restriction (par exemple, lubrifiants, équipements électroniques et textiles, tissus

	<p>d'ameublement, cuir, vêtements et tapis), additifs des fluides hydrauliques pour la lutte contre l'érosion et la protection contre la corrosion dans les systèmes hydrauliques (y compris les valves de contrôle) dans l'industrie aéronautique et aérospatiale, réfrigérants pour la climatisation mobile des véhicules dans les applications militaires</p> <ul style="list-style-type: none"> - Électronique et semi-conducteurs : processus de fabrication des semi-conducteurs
Illimité dans le temps	<ul style="list-style-type: none"> - Climatisation et pompes à chaleur : fluides frigorigènes dans les équipements de climatisation et de ventilation dans les bâtiments où les normes de sécurité nationales et les codes du bâtiment interdisent l'utilisation d'autres solutions - Biocides : matières actives - Phytosanitaires : matières actives - Médicaments humains et vétérinaires : matières actives

Source: tableau réalisé à l'aide des données publiées par l'ECHA

Ci-dessous, quelques exemples d'alternatives existantes pour les industriels et pour les consommateurs.

a) Les alternatives pour les industriels

Les industries mènent et investissent actuellement des programmes de recherche et développement concernant les alternatives.

La production de polymères sans utilisation de PFAS non-polymères : les industries réfléchissent à des alternatives afin de produire des polymères sans PFAS non-polymères. A titre d'exemple, l'entreprise SEB s'est focalisée sur la technologie NFPA (Non-Fluorinated Polymerization Aid). La NFPA évite d'utiliser les PFAS non-polymères comme auxiliaires de polymérisation pendant la production de fluoropolymères, ce qui évite un risque de rejet du processus de production et un risque de propagation d'impuretés correspondant à ces molécules. Le Groupe SEB a évalué les technologies NFPA disponibles sur le marché et confirme que cette innovation pourrait être utilisée dans sa propre chaîne de fabrication et d'approvisionnement, avec un plan de transition en cours et un objectif d'atteindre plus de 90 % de fluoropolymères NFPA avant fin 2025²⁰⁰.

Arkema produit aujourd'hui du fluorure de vinylidène (VF2-Gaz) et du Kynar (PVDF : polymère de fluorure de vinylidène). D'après cette entreprise, il s'agit actuellement de l'unique zone utilisant des PFAS dans le processus de fabrication. Elle est également en train de mettre en place des alternatives et d'investir dans la R&D, notamment pour supprimer l'utilisation du 6:2 FTS dans la production de PVDF, ce qui sera effectif sur le site de Pierre-Bénite fin 2024²⁰¹.

²⁰⁰ Contribution écrite du groupe SEB.

²⁰¹ Contribution écrite d'Arkema.

b) Les alternatives pour les consommateurs

Il existe de nombreux programmes de recherche en cours afin de trouver des alternatives aux PFAS. On peut citer quelques exemples de produits pour lesquels il existe des alternatives.

De nombreux projets de recherche sur les alternatives sont en cours et des alternatives aux PFAS ont déjà vu le jour. A titre d'exemple, on peut citer les poêles sans PFAS. Les fluoropolymères sont utilisés dans les ustensiles de cuisine pour la durabilité. En 2023, SEB a lancé une nouvelle gamme de produits sans PFAS, la gamme Renew. Il s'agit d'une gamme d'ustensile de cuisine avec un revêtement en céramique²⁰².

Concernant les papiers et cartons au contact avec les denrées alimentaires, il apparaît que les alternatives existent à ce jour, notamment en papier et carton, sauf pour des conservations de denrées grasses sur une longue durée ou pour des denrées très grasses.

Dans le secteur de l'électronique, l'organisation Chemsec a proposé un tableau qui résume les différentes alternatives aux PFAS dans le secteur de l'électronique²⁰³.

Il existe également des secteurs où il est plus difficile de trouver des alternatives. Dans le secteur des médicaments, selon le LEEM, les alternatives aux API sans structure contenant du fluor n'existent pas. La fonction de ces substances se situe au niveau chimique moléculaire²⁰⁴.

Focus sur les alternatives du secteur des technologies renouvelables :

Semi-conducteurs : Les surfactants PFAS sont très utilisés dans les solutions de gravure des semi-conducteurs. De nombreuses recherches ont été menées afin de trouver des substituts à l'utilisation des PFAS dans les semi-conducteurs. Selon les recherches, un agent tensioactif BG10 d'origine biologique a été trouvé et il présente des caractéristiques similaires. Selon les experts, les comparaisons de toxicité ont montré que ces alternatives étaient moins dangereuses pour la santé. A l'heure actuelle cette solution a été testée par plus de 100 entreprises de semi-conducteurs et elles n'ont pas signalé d'effets délétères sur les produits finaux²⁰⁵.

Hydrogène : Les PFAS sont utilisés dans la chaîne de valeur de l'hydrogène, notamment dans les électrolyseurs et les piles à combustible mais également dans le transport, la manipulation et le stockage et la distribution des gaz tels que l'hydrogène liquéfié. En raison de la résistance des PFAS à la température, de leur faible coefficient de frottement et de leurs propriétés d'étanchéité, les recherches de substituts ne permettent pas de conduire aux mêmes niveaux de sécurité, de performance et de fiabilité pour ces technologies. La fiabilisation des procédés est une condition nécessaire du déploiement de l'hydrogène, pour

²⁰² Contribution écrite du groupe SEB.

²⁰³ CHEMSEC, International Chemical Secretariat, "Check your Tech - A guide to PFAS in electronics", https://chemsec.org/app/uploads/2023/04/Check-your-Tech_230420.pdf.

²⁰⁴ Contribution écrite du LEEM.

²⁰⁵ Ashmi Sharma, Shreyas Shelke, Mohammad Bagheri Kashani, Gregory Morose, Christopher Christuk, Ramaswamy Nagarajan, « Safer and effective alternatives to perfluoroalkyl-based surfactants in etching solutions for the semiconductor industry » Journal of Cleaner Production, Volume 415, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137879>.

la maîtrise des risques industriels associés²⁰⁶. Il est important de mentionner les recherches menées par l’Institut Fraunhofer de recherche appliquée sur les polymères en Allemagne. Les chercheurs ont réussi à synthétiser une nouvelle classe de polymères échangeurs d’anions et à fabriquer des membranes à partir de ceux-ci sans substances per- et polyfluoroalkylés. Ces membranes ne contiennent pas de PFAS et seraient donc applicables au processus de restriction prévu pour les PFAS dans le cadre de la restriction prévue pour les PFAS dans le cadre de la réglementation européenne sur les produits chimiques REACH²⁰⁷.

Panneaux solaires : A l’heure actuelle, aucune alternative ne semble avoir été trouvée dans le secteur des panneaux solaires, les PFAS étant notamment utilisés pour leur protection.

Batteries : Les PFAS et notamment les fluoropolymères sont utilisés (ex : PVDF et PTFE) dans la fabrication des batteries Li-ion en tant que liant polymère en raison de propriétés de stabilité électrochimique et thermique (électrodes, membranes), mais également pour les joints d’étanchéité contenant les électrolytes²⁰⁸. Actuellement, des solutions de remplacement pour ces composés font l’objet d’études, mais jusqu’à présent, elles ne parviennent pas à assurer de manière satisfaisante le bon fonctionnement des batteries ni à répondre aux contraintes techniques strictes en raison de leur stabilité intérieure. De plus, les batteries plomb-acide qui n’utilisent pas de PFAS de façon intentionnelle ne peuvent pas se substituer aux batteries Li-ion car elles ont une densité énergétique faible, une durée de vie plus courte (nombre de cycles), et ne peuvent pas être utilisées pour des applications nécessitant des puissances élevées (ex : défibrillateur, smartphone, voitures électriques, etc.)²⁰⁹.

Focus sur le textile

Le secteur du textile est un des secteurs utilisant le plus de PFAS en Europe. Les PFAS sont principalement utilisés dans l’habillement, le linge de maison et les textiles techniques pour leur performance en hydrophobie et en oléophobie.

Dans le secteur du linge de maison : des alternatives ont été trouvées pour substituer l’utilisation des PFAS grâce à d’autres procédés pour certaines propriétés utilisées. Des substituts sont désormais utilisés pour conférer les propriétés de déperlance aux textiles de maison. L’union des industries textiles mentionne qu’à l’heure actuelle aucune substitution ne permet d’atteindre le même niveau de performance pour le traitement anti-tâche qu’avec l’utilisation de PFAS²¹⁰.

Dans le secteur de l’habillement : dans le secteur de l’habillement, les PFAS ont longtemps été utilisés pour leurs propriétés hydrophobes mais des substituts aux propriétés équivalentes existent actuellement.

²⁰⁶ Contribution écrite de la DGE

²⁰⁷ Fraunhofer Institute for Applied Polymer Research IAP, « Novel Anion-conducting membranes for electrolysis », 20 juillet 2023.

²⁰⁸ Contribution écrite de la DGE

²⁰⁹ Contribution écrite de la DGE.

²¹⁰ Contribution écrite de l’Union des industries textiles.

Dans le secteur des textiles techniques : Les PFAS sont utilisés dans la fabrication des équipements de protection individuelle pour les pompiers, les forces de l'ordre ou encore les militaires²¹¹ pour leurs propriétés de déperlance, d'imperméabilité et de protection contre la pénétration de produits gras, de produits chimiques et de gaz toxiques.

Il existe des produits de substitution concernant l'hydrophobie mais pas concernant l'oléophobie. Un projet de recherche DEPERFLEX II a eu lieu de 2018 à 2023 avec comme objectif le développement de traitement déperlant pour le domaine du textile, et plus précisément de trouver des alternatives aux résines perfluorés (C6 et C8). Aucune alternative n'a pu être trouvée pour l'oléophobie²¹². Un nouveau projet Bio-sushy (sustainable Surface Protection by glass-like Hybrid and Biomaterialscoating) a démarré au début de l'année 2023 avec comme objectif de développer trois nouveaux revêtements ayant des propriétés hydrophobes et oléophobes. Le projet concerne le secteur du textile, les emballages alimentaires et les emballages cosmétiques pour une durée de 48 mois.

Néanmoins, à l'heure actuelle, certains textiles techniques requièrent la combination de performance d'hydrofugation et d'oléofugation et, selon l'Union des Industries Textiles, l'utilisation des PFHxA (C6) est la seule solution pour obtenir les deux types de performances en simultané²¹³. Des recherches sont en cours mais les résultats ne sont pour le moment pas concluants. A titre d'exemple, les PFOA (C8) permettaient à un vêtement d'être lavé jusqu'à 50 fois sans altérer les performances de la matière. Les PFHxA (C6) actuellement utilisés et qui ont remplacé les C8, ont vu la durabilité des performances des matières divisées par deux, soit jusqu'à 25 lavages. Pour une même durée, les vêtements traités aux PFHxA (C6) doivent donc être produits en quantités doubles.

Concernant les textiles techniques sportifs, des alternatives existent. Des membranes alternatives en polyester, polyamide sont disponibles et offrent des niveaux de performances proches du PTFE.

RECOMMANDATION 12 : Encourager fortement le développement des alternatives par la prise de conscience par les industriels de la sortie programmée de l'utilisation des PFAS. Après l'entrée en vigueur des interdictions, instaurer un contrôle strict des importations pour garantir des produits sans PFAS.

- Encourager les projets de recherche concernant les alternatives.

Il est essentiel de souligner l'importance des importations, car certains articles renfermant des PFAS peuvent encore être introduits sur le territoire. Selon l'union des industries textiles, les seuils autorisés pour certains produits contenant des PFHxA ne sont pas suffisamment stricts, permettant ainsi l'importation de ces produits en Europe.

Cette situation pourrait engendrer de nouvelles sources de pollution ainsi qu'une concurrence déloyale si des fournisseurs étrangers persistent à importer des matières et produits contenant des PFAS dans les pays où ils opèrent, sans adopter la même législation. Afin de remédier à

²¹¹ Ibidem.

²¹² Techtera, "Deperfex II", <https://www.techtera.org/projet/deperfex-ii/>.

²¹³ Contribution de l'union des industries textiles.

cela, certaines parties prenantes ont suggéré d'instaurer une mention « sans PFAS » sur les produits importés, et de veiller aux capacités de contrôle et de surveillance, en renversant la charge de la preuve, qui consisterait désormais à prouver qu'il n'y a pas de PFAS dans leurs produits.

c) Définir un usage essentiel d'un usage non essentiel

Le projet de restriction s'appuie notamment, pour prévoir des dérogations, sur la distinction entre usages essentiels et usages non essentiels et sur l'existence ou non d'alternatives. Au niveau européen, il n'existe pas de définition pour distinguer ces deux types d'usages.

On peut lister les secteurs qui ont anticipé cette problématique et se disent prêts à arrêter l'utilisation et la mise en œuvre des PFAS comme les cosmétiques, les secteurs où des alternatives sont déjà existantes comme les papiers et cartons d'emballage.

Il faut distinguer les usages essentiels des usages non essentiels, mais également les usages dans lesquels le risque de propagation des substances est maîtrisable dans des conditions réalistes et sur l'ensemble du cycle de vie des usages dans lesquels ce risque n'est pas maîtrisable.

En termes de maîtrise du risque, outre les points évoqués plus haut concernant les fluoropolymères et les débats qui s'y rapportent, on peut notamment distinguer :

- Les usages qui, par nature, répandent des PFAS : les phytosanitaires (ils relèvent d'un autre règlement mais la question se pose pour les co-adjuvants), le fart²¹⁴ ;
- Les PFAS contenus dans les objets courants utilisés par le consommateur et sans filière fiable de destruction ou de recyclage.

RECOMMANDATION 11 : Distinguer l'essentiel du superflu et prendre des décisions rapides concernant le superflu.

- Soutenir la restriction sur les emballages proposée par le Parlement européen, actuellement en discussion dans le trilogue.

Face à l'absence de définition européenne d'un usage essentiel :

- Interdire les PFAS dans les secteurs qui se disent prêts à se passer des PFAS : cosmétiques.
- Interdire les PFAS dans les secteurs pour lesquels des alternatives existent : Fartage du ski, les emballages alimentaires, les ustensiles de cuisine, textiles non techniques.
- Distinguer les usages dans lesquels les PFAS sont contenus et les risques de diffusion contrôlables et maîtrisables (batteries, pacemakers) des usages dans lesquels les PFAS se répandent (phytosanitaires).

²¹⁴ D'après la presse, la Fédération Internationale de Ski a engagé la démarche d'interdiction des farts utilisant des PFAS, mais en aurait repoussé l'échéance en attente d'un dispositif de contrôle.

C. Répondre aux inquiétudes légitimes des Français

Suite à la révélation de la pollution sur plusieurs sites français, et dans la perspective notamment du renforcement des normes concernant les eaux destinées à la consommation humaine, le ministère chargé de l'Écologie a adopté, en janvier 2023, plan d'action ministériel PFAS 2023-2027 défini selon 6 axes :

- Disposer de normes pour guider l'action publique ;
- Porter au niveau européen une interdiction large pour supprimer les risques liés à l'utilisation ou la mise sur le marché des PFAS ;
- Améliorer la connaissance des rejets, ainsi que l'imprégnation des milieux pour réduire l'exposition des populations ;
- Réduire les émissions des industriels de façon significative ;
- Assurer une transparence complète sur les informations disponibles ;
- Intégrer les actions sur les PFAS dans le plan micropolluants.

Le pilotage et le suivi de ce plan se développent dans un cadre interministériel. C'est dans ce cadre que l'Anses a été saisie et que la surveillance des rejets aqueux des ICPE (arrêté du 20 juin 2023) a été renforcée.

Cela a permis une prise de conscience des autorités sanitaires et des industriels quant à la problématique des PFAS. Pour l'heure, aucun cas de pollution comparable à celui de Pierre-Bénite n'a été détecté.

1) Identifier et quantifier la pollution

Méthodologie d'analyse :

A l'heure actuelle, il n'existe pas encore de protocole harmonisé et complet en France pour la détection des PFAS²¹⁵. Concernant la matrice eau, en application de la directive européenne EDCH, la Commission européenne doit établir des lignes directrices au plus tard le 12 janvier 2024 concernant une normalisation de la méthodologie. Les lignes directrices correspondent à des techniques relatives aux méthodes d'analyse pour la surveillance des PFAS, en vertu des paramètres « Total PFAS » (méthode globale) et « Somme PFAS » (addition des analyses faites molécule par molécule pour les 20 PFAS), y compris concernant les limites de détection, les valeurs paramétriques et la fréquence d'échantillonnage. Ces lignes directrices techniques feront référence. Des travaux de normalisation au niveau européen sont également en cours pour les matrices solides et les résultats sont attendus le premier trimestre 2025.

Les principales technologies de prélèvement utilisées pour des mesures globales des molécules organiques fluorées sont la méthode par oxydation et la méthode par dosage du fluor organique extractible. Elles sont également utilisées pour d'autres polluants et sont définies par l'Union des Professionnels de la Dépollution des Sites comme des « indices qui mesurent la quantité totale de composés fluorés ». Elles permettent de lever le doute sur la présence ou sur l'absence de PFAS dans une matrice, néanmoins, elles ne renseignent pas sur les molécules spécifiques présentes et leurs concentrations respectives dans la matrice.

²¹⁵ Contributions écrites de l'UPDS et du COFRAC.

- **Méthode par oxydation TOPA ou Essai TOP (méthode par carboxylation)** : cela consiste à provoquer l'oxydation des précurseurs pour les transformer en PFCA et PFSA²¹⁶. Il s'agit d'une méthodologie facile à mettre en œuvre dans les eaux naturelles et les rejets des stations de traitement des eaux usées. Cette technologie ne permet de détecter que les PFAS s'oxydant en PFCA et PFSA²¹⁷. Elle nécessite encore des recherches.
- **Méthode par dosage du fluor organique extractible (EOF) ou la Méthode par dosage du fluor organique absorbable (AOF)** : elle s'applique sur différentes matrices mais n'offre qu'une vue incomplète de la teneur globale en PFAS d'un échantillon. La limite de quantification de la méthode est de 1 µg/L de fluor (problème de sensibilité). Selon le rapport de l'IGEDD, des recherches restent nécessaires pour abaisser la limite de quantification de la méthode et améliorer sa sensibilité. Il convient également de s'interroger sur la spécificité de ces analyses qui mesurent la totalité du fluor organique, qu'il soit issu de PFAS ou d'autres substances organo fluorés (HFC, CFC, HCFC...)²¹⁸.

Il existe plusieurs guides de bonnes pratiques d'échantillonnage dans la littérature internationale (États-Unis, Allemagne, Pays-Bas) mais il n'en existe pas encore en France.

L'accréditation des laboratoires est réalisée par le Comité Français d'Accréditation (COFRAC)²¹⁹. Cet organisme a pour mission d'évaluer les organismes d'évaluation de la conformité et attester de leur compétence et impartialité, en conformité avec les normes internationales applicables à leur activité.

Un certain nombre de laboratoires sont accrédités depuis plusieurs années pour réaliser l'analyse/détection de certains PFAS, notamment dans la matrice « eaux douces », qui recouvre les eaux destinées à la consommation humaine, les eaux de loisirs naturelles ou traitées (piscine), les eaux superficielles, les eaux souterraines, les eaux minérales naturelles non atypiques. La matrice « eaux douces » couvre ainsi des analyses réalisées dans le cadre du contrôle sanitaire et environnemental.

La matrice « eaux résiduaires » peut générer des problématiques analytiques plus fortes et poser des difficultés métrologiques plus importantes, il est donc possible que seuls quelques laboratoires aient les moyens de répondre à l'exigence réglementaire sur cette matrice plus complexe.

Suite à l'adoption de l'arrêté du 20 juin 2023, de nouvelles demandes d'accréditation sont parvenues au Cofrac concernant la matrice « eaux résiduaires ».

Aujourd'hui, une dizaine de laboratoires sont en mesure de réaliser l'analyse de PFAS dans

²¹⁶ Inspection générale de l'environnement et du développement durable, « Analyse des risques de présence de per- et polyfluoroalkylés (PFAS) dans l'environnement », décembre 2022.

²¹⁷ *Ibidem*.

²¹⁸ *Ibidem*.

²¹⁹ Décret n° 2008-1401 du 19 décembre 2008 relatif à l'accréditation et à l'évaluation de conformité pris en application de l'article 137 de la loi n° 2008-776 du 4 août 2008 de modernisation de l'économie.

les eaux douces en étant accrédités, 5 laboratoires dans les eaux résiduaires, 2 laboratoires dans les biotes²²⁰ et un laboratoire dans les sédiments. D'autres laboratoires sont en cours d'accréditation pour élargir leur offre aux matrices solides (boues, sédiments, sols, déchets)²²¹. De même, la liste des PFAS quantifiables continue à évoluer. Selon l'Union des professionnels de la dépollution des sites (UPDS), il serait possible de quantifier entre 30 et 40 PFAS d'ici 2024.

- ANSES - LABORATOIRE D'HYDROLOGIE DE NANCY (accréditation n° 1-2255) : Recherche de PFAS dans les eaux douces
- CARSO - LSEHL (accréditation n° 1-1531) : Recherche de PFAS dans les eaux douces, les eaux résiduaires, les sédiments et les mollusques et crustacés (gammarides)
- CTC (accréditation n° 1-0130) : Recherche de PFAS dans les eaux douces et les eaux résiduaires
- GIP LABEO - SITE FRANK DUNCOMBE (accréditation n° 1-5684) : Recherche de PFAS dans les eaux douces
- IANESCO (accréditation n° 1-6209) : Recherche de PFAS dans les eaux douces et les eaux résiduaires
- LABORATOIRES DES PYRENEES ET DES LANDES – SITE DE MONT DE MARSAN (accréditation n° 1-6790) : Recherche de PFAS dans les eaux douces
- PHYTOCONTROL LABORATOIRE D'ANALYSE 2 (accréditation n° 1-6066) : Recherche de PFAS dans les eaux douces, les eaux minérales naturelles et les eaux carbogazeuses
- EUROFINS HYDROLOGIE EST (accréditation n° 1-0685) : Recherche de PFAS dans les eaux douces et les eaux résiduaires
- INOVALYS - SITE DE NANTES (accréditation n° 1-7140) : Recherche de PFAS dans les eaux résiduaires
- INOVALYS - SITE D'ANGERS (accréditation n° 1-5752) : Recherche de PFAS dans les eaux douces
- EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT France (accréditation n° 1-1488) : Recherche de PFAS dans les sédiments
- NESTLE WATERS Management & Technology (accréditation n° 1-0252) : Recherche de PFAS dans les eaux douces, les eaux minérales naturelles et les eaux carbogazeuses
- TERANA DROME (accréditation n° 1-7302) : Recherche de PFAS dans les gammarides

Pour certains besoins spécifiques, le recours à des laboratoires internationaux est possible et certaines parties prenantes font appel à ces derniers pour qu'ils analysent les PFAS.

²²⁰ Contribution écrite du COFRAC.

²²¹ Contribution écrite de l'UPDS.

RECOMMANDATION 7 : Améliorer et stabiliser la métrologie pour toutes les matrices.

- Harmoniser les méthodes de prélèvement et d'analyse. En janvier 2024, la Commission européenne va publier des lignes directrices pour la matrice EDCH afin de renforcer l'harmonisation des méthodes d'analyse. Un effort particulier devra être fait vis-à-vis des matrices air, fumée, poussière, déchets et sol.
- Renforcer l'accréditation des laboratoires pour les PFAS dans toutes les matrices afin de faire face à une future demande importante d'analyses.
- Développer les méthodes d'analyse globales permettant d'appréhender, même de façon moins précise, la pollution globale par les PFAS.

Résultats préliminaires de la campagne 2023-2024 concernant les ICPE :

Rappelons qu'au niveau national, environ 5000 ICPE se sont vu prescrire des analyses de PFAS dans les rejets aqueux, en fonction de la nature de leur activité réglementée, susceptible d'impliquer la production ou l'utilisation de PFAS.

En Nouvelle Aquitaine, 400 sites industriels sont directement concernés par la campagne d'analyse prescrite par l'arrêté de juin 2023. Selon la DREAL, les exploitants sont conscients de la campagne et, plus largement, de la problématique des PFAS. Compte tenu de la faible disponibilité des laboratoires habilités à conduire ces analyses, les résultats de la première vague d'analyse provenant des 80 établissements visés par cette campagne parviendront à la DREAL à la fin décembre 2023.

En fonction des résultats, l'inspection des installations classées sera mobilisée en 2024 sur une action nationale de la DGPR sur des critères encore à définir par les autorités sanitaires.

Dans la région Grand Est, 500 ICPE sont concernées par l'arrêté ministériel. Pour l'heure, aucun producteur direct de PFAS n'a été identifié, mais un établissement producteur de produits dérivés de substances perfluorés, à savoir des mousses anti-incendie, est présent sur le territoire. A la date du 14 décembre 2023, 49 déclarations PFAS ont été enregistrées dans la base de données GIDAF concernant 29 ICPE. Sur ces 49 déclarations, 26 déclarations font état de quantités totales de substances PFAS présentes dans les rejets supérieurs aux seuils réglementaires fixés à 2 µg/L. Ces émissions sont principalement associées à des rejets d'eau de procédés (2/3) et d'eau de ruissellement le reste du temps (1/3).

La région des Hauts-de-France dispose d'un cas particulier, celui de la commune de Villers-Saint-Paul dans laquelle se situe une plateforme industrielle composée de 5 industries, dont l'entreprise Chemours, qui produit des mousses d'extinction. Cette activité industrielle nécessite la production et l'utilisation de PFAS. Un arrêté préfectoral du 22 mars 2023 complète l'arrêté ministériel et introduit plusieurs obligations supplémentaires pour cette plateforme industrielle, notamment à destination de Chemours et d'une station d'épuration émettant des PFAS. Elles doivent prendre toute mesure pour réduire les émissions industrielles, notamment dans le cadre de la production de mousses anti-incendie et s'engager sur un travail régulier et fréquent d'auto-surveillance et de compte-rendu aux autorités publiques des analyses réalisées.

En Bretagne, aucune ICPE productrice ou utilisatrice de PFAS n'est connue de la DREAL à la date du 12 décembre 2023, mais, d'après les informations extraites de la base de données GIDAF, il semblerait que sur les 263 établissements industriels bretons visés par l'arrêté de 2023, seuls 5 établissements ont saisi les résultats des trois campagnes d'analyse, qui n'ont pas mis en évidence de concentrations mesurables de PFAS. Ce n'est cependant pas représentatif au regard du nombre d'ICPE concernées et du nombre ayant saisi leurs résultats.

En Corse, l'Agence régionale de santé indique que les sites les plus à risque sont les quatre aéroports civils de l'île, situés à Ajaccio, Bastia-Poretta, Figari et Calvi ainsi que la base aérienne de Ventiseri. Elle indique également plusieurs zones à investiguer, telles que d'anciens incinérateurs de petite taille (cinq, dont l'activité a été arrêtée au début des années 2000 et qui se trouvaient dans des zones à faible densité de population) et d'anciennes décharges ou installations d'enfouissement de déchets.

De son côté, la Direction générale de l'aviation civile a identifié 17 aéroports prioritaires, classés selon leur usage historique des PFAS (mousses anti-incendie) et les caractéristiques de leur service anti-incendie.

En Normandie, les autorités sanitaires ont pris conscience de la problématique des PFAS dès 2014, lors de la campagne menée par l'Anses pour détecter la présence de ces composés dans les eaux destinées à la consommation humaine. Suite à la détection de concentrations de ces composés sur une source d'eau potable, le Préfet avait demandé l'arrêt de la source pour l'usage d'alimentation en eau potable. Par ailleurs, après l'incendie, à Rouen, des entreprises Lubrizol et NL Logistique en 2019, la DREAL Normandie indique avoir mené des investigations dans les eaux souterraines et au niveau des captages d'eau potable.

La DREAL Normandie indique n'avoir identifié aucun site producteur de PFAS et ne pas connaître ni les ICPE ayant recours aux PFAS dans leurs procédés de fabrication, ni les utilisateurs historiques de PFAS, ni encore ceux qui ont recours aux mousses anti-incendie contenant des PFAS.

RECOMMANDATION 5 : Dresser un état des lieux exhaustif de toutes les pollutions aux PFAS.

- Proposer une graduation en fonction des niveaux de pollution : « hot spots », ports aériens et maritimes, ICPE, ...
- Renforcer le suivi dans les milieux et dans les matrices environnementales (eau, sol, air, sédiments, fleuves, mer et océans).

L'état des lieux pourra entraîner de nouvelles révélations de pollution notamment dans les aéroports, les ICPE, les captages d'eau potable mais également dans la gestion des stocks.

Dans l'eau potable :

Certaines agences régionales de santé ont débuté les contrôles des 20 PFAS prévus par la Directive EDHC, applicable au plus tard à partir de janvier 2026.

Dès 2022, six départements de la région Auvergne Rhône-Alpes ont intégré les PFAS dans les contrôles sanitaires. Depuis le 1er semestre 2023, deux départements de la région Occitanie les ont intégrés à leurs contrôles sanitaires, tout comme la région Bourgogne Franche-Comté, Ile-de-France et Nouvelle-Aquitaine (2 départements).

Ces 20 PFAS ont également été intégrés dans des campagnes exploratoires en 2023, reconduites en 2024 et 2025 en Provence-Alpes-Côte d'Azur, en Corse et en Haut-de-France, dans l'attente d'une intégration complète au contrôle sanitaire en 2026. Il est à noter qu'en Corse, lors de la campagne menée par l'Anses en 2009, six ressources utilisées pour l'alimentation en eau potable avaient été investiguées et l'ensemble des résultats obtenus indiquait des sommes de produits perfluorés dans les eaux inférieures aux limites de quantification (<0.004 µg/l). La nouvelle campagne menée en 2024 s'axera sur les points constituant les plus gros débits d'eau et sur deux points de prélèvement choisis de façon aléatoire, ainsi que sur deux points proches des aéroports d'Ajaccio et de Bastia et des centrales thermiques et zones d'activité²²².

Les contrôles de PFAS seront prochainement intégrés aux contrats sanitaires en Martinique en 2024, en Bretagne en 2025, dans le Grand Est et à la Réunion en 2026. Cette intégration est en cours de réflexion dans le Centre-Val de Loire et en Normandie. Cependant, deux situations de dépassement de la norme issue de la Directive EDHC ont d'ores et déjà été détectées dans les communes de Saint-Étienne-du-Rouvray et de Saint Aubin les Elbeuf, mais les teneurs restent variables. La première zone de captage a fait l'objet d'un traitement grâce, notamment, à des filtres de charbon actif en grains. L'origine de la pollution n'a pas encore été identifiée.

Dans l'eau de surface :

Une étude a été menée par l'organisation non gouvernementale Générations futures, grâce au recensement de données relatives à l'analyse des PFAS dans les eaux de surface pour l'année 2020. L'étude indique que 18 PFAS ont été recherchés au moins une fois en France cette année-là, mais pas dans l'ensemble des départements²²³.

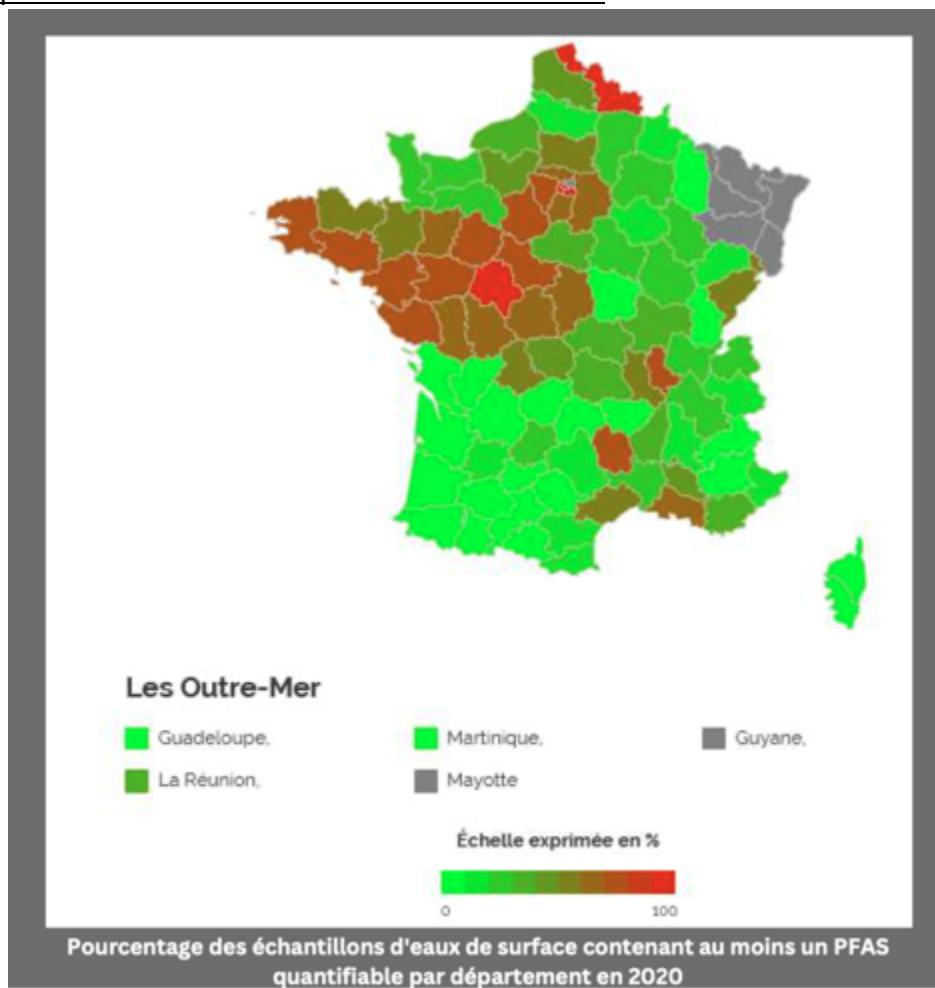
Ce qu'il ressort de cette étude est que certains départements très peuplés tels que le département de Paris, des Hauts-de-Seine, du Val-de-Marne et du Nord sont des zones avec un fort pourcentage de quantification de PFAS. A contrario, cinq départements ruraux s'illustrent par la faible présence, voire l'absence de quantification de PFAS : la Corrèze, la Dordogne, le Tarn, la Guadeloupe et la Martinique.

Cependant, le rapport alerte sur la disparité importante entre le nombre de PFAS recherchés selon les départements ainsi que les limites de quantification variables selon les départements et selon les PFAS.

²²² Puits de Baleone sur la commune de Sarrola-Carcopino en Corse du Sud et puits de Casanova sur la commune de Lucciana en Haute-Corse.

²²³ PFOS, PFBA, PFBS, PFDA, PFDoA, PFDS, PFHpA, PFHpS, PFHxA, PFHS, PFNA, PFOA, PFOSA, PFPeA, PFTeA, PFTrA, PFUna, Sul PFOS.

Carte présentant les résultats de l'étude État des lieux de la présence de composés perfluorés dans les eaux de surface en France



Source : Générations Futures, « État des lieux de la présence de composés perfluorés dans les eaux de surface en France », 12 janvier 2023.

Dans l'eau souterraine :

On reprend ici, en la complétant et en l'actualisant, avec contribution du BRGM, l'analyse présentée dans le rapport de l'IGEDD de 2022²²⁴.

La base de données ADES sur les eaux souterraines, gérée par le BRGM, intègre des résultats d'analyses portant sur les PFAS à partir de différentes sources :

- Campagne spécifique sur la nappe d'Alsace, projet ERMES (Région Alsace) 2009, puis 2017 (avec plus de 700 points de prélèvements, représentant globalement la moitié des points de mesure disponibles au début de 2022) ;
- Campagnes exceptionnelles (CAMPEX) réalisées sur les eaux souterraines de France métropolitaine en 2011 et 2012, des outre-mer en 2013-2015 ;
- Autres suivis par les départements et agences de l'eau à partir de 2014 ;
- Pour les eaux brutes destinées à la consommation humaine (EDCH), à partir de 2015 suivi de 6 PFAS en application de l'arrêté du 7 août 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 (données bancarisées dans la base SISE-Eau - Système d'Information

²²⁴ IGEDD, « Analyse des risques de présence de PFAS dans l'environnement », décembre 2022.

des services Santé Environnement Eau, bancarisées ensuite avec un délai dans ADES) ; ce suivi concerne les points de captage des EDCH ;

- début des suivis réguliers par les six agences de l'eau en France métropolitaine à partir de 2017, par anticipation ou sur la base de l'arrêté « surveillance » du 17 octobre 2018²²⁵, mais en l'étendant à un nombre plus important de substances suivies dans les eaux souterraines (une dizaine ou une quinzaine de PFAS suivis, selon les bassins) ; cela correspond aujourd'hui au réseau de Contrôle de Surveillance (RCS) et au Réseau de Contrôle Opérationnels (RCO) ; ces points de suivi correspondent au suivi des masses d'eau souterraines, notamment en application de la directive européenne cadre sur l'eau, et ne sont pas liés à un usage particulier ;
- pour les EDCH, début progressif des suivis de 20 PFAS en application de l'arrêté du 26 avril 2022 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010, en anticipation de l'obligation générale entrant en vigueur au 1er janvier 2026 ; depuis avril 2022, le suivi des agences de l'eau intègre ces PFAS.

L'historique de suivi reste limité et doit être considéré avec prudence du fait que les limites de quantification (LQ) de ces substances ont été modifiées pour être fixées réglementairement à 2 ng/L en août 2021 (LQ antérieure de 10 ng/L pour le PFOS, pour des données non bancarisées dans ADES), ce qui modifie leurs fréquences de quantification (FQ). Or, ce paramètre est souvent utilisé pour caractériser un niveau général de contamination, de préférence à des valeurs de concentrations. Par ailleurs, les limites techniques de quantification varient selon les laboratoires et selon les substances. En outre, en raison d'un changement de codification au cours du temps, il y a un risque de double compte pour une partie des mesures de PFOS : selon les années, cette substance apparaît sous 2 codes d'identification différents. Au vu du poids de plusieurs autres substances, cela ne devrait pas affecter sensiblement les résultats plus globaux.

Fin 2022, il y a 3 642 points d'eau (qualitomètres) pour lesquels des analyses PFAS sont bancarisées sur un nombre total de 32 318 qualitomètres bancarisés par différents réseaux (RCS – réseau de contrôle et surveillance, RCO – réseau de contrôle opérationnel, SISE-eaux du Ministère de la Santé, ...) : pour les 20 PFAS réglementés (EDCH), il y a près de 200 000 analyses bancarisées en avril 2022, dont 5,3% quantifiées, en octobre 2023 il y a près de 350 000 analyses bancarisées dont 6% de mesures quantifiées. Ce total correspond à l'ensemble des sources de données évoquées plus haut, concernant des réseaux divers suivis à divers titres. Il illustre la montée en puissance actuelle des mesures. Le taux de quantification varie de 0 pour plusieurs substances à 16,4% pour le PFOS, en moyenne il est de 3,7% (les substances les plus présentes étant plus analysées, cela influence le taux global qui sur-représente les substances que l'on mesure le plus).

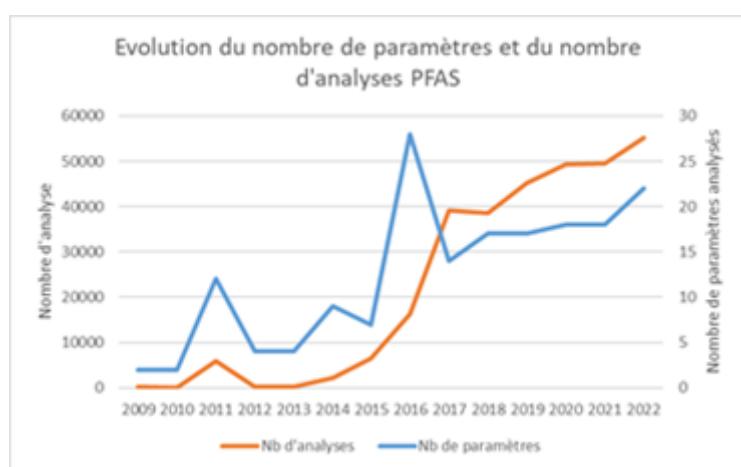
Le degré de présence des différents PFAS ne traduit pas seulement le volume de substances émises respectivement, mais également la mobilité de ces substances dans les sols et les eaux souterraines. Il faut noter par ailleurs qu'un nombre croissant d'études montrent que les zones non saturées des aquifères, c'est-à-dire la zone entre le sol et la surface de la nappe phréatique, représentent des réservoirs de PFAS, constituant une menace à long terme pour la contamination des eaux souterraines.

²²⁵ Arrêté du 17 octobre 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R.212-22 du code de l'environnement.

On présente plus loin des résultats des analyses bancarisées d'une part en avril 2022, d'autre part à mi-octobre 2023 (non exhaustives, en raison des délais d'intégration). L'évolution qui s'est opérée en peu de temps concerne le nombre d'analyses toutes substances confondues (parmi les 20), et ne permet pas d'identifier une éventuelle évolution des pollutions :

- Une augmentation significative des points de mesure pour les substances qui s'avèrent être quantifiées à des taux de 1,5 à 7% (les plus souvent quantifiées étaient déjà plus suivies en termes de nombres d'analyses : PFOS, PFHxA, PFOA, PFHxS) ;
- Des analyses sur plus de 1.800 points des quelques substances, au demeurant très peu quantifiées (en-dehors du PFPeS à 1%), qui n'étaient suivies qu'en quelques points fin 2021, avant les dispositions récentes en matière d'EDCH.

Le graphique qui suit (source BRGM) montre l'évolution au fil du temps des paramètres (substances) suivis et du nombre d'analyses effectuées de façon totale.



Le tableau qui suit, avec les limites et incertitudes mentionnées plus haut, présente les nombres de points de mesure et d'analyses par substance PFAS, ainsi que les taux de quantification par substance. Les concentrations maximales, données à titre informatif, peuvent ne traduire qu'un point et une analyse, et n'ont pas de valeur de représentativité nationale. Ces valeurs maximales correspondent à des pollutions ponctuelles.

Les valeurs soulignées en jaune traduisent, en nombre de points de mesures ou en taux de quantification, les évolutions de plus de 40% entre les deux dates de référence.

Tableau : Concentrations en PFAS dans les eaux souterraines en France respectivement jusqu'en avril 2022 (rapport CGEDD) et jusqu'en mi-octobre 2023

Nom	Nombre de points avec mesures		Nombre total de mesures non quantifiées		Nombre total de mesures quantifiées		Concentration maximale mesurée ($\mu\text{g/l}$)		Fréquence de quantification %	
	2021	2023	2021	2023	2021	2023	2021	2023	2021	2023
Acide sulfonique de perfluorooctane (PFOS)	3040	3960	15108	37092	2444	7284	1,41	6,2	13,9	16,41

Acide perfluoro-n-hexaoïque (PFHxA)	2828	3236	19908	27619	2121	3542	2,85	9,76	9,6	11,37
Acide perfluoro-octanoïque (PFOA)	2953	3356	20599	28569	2151	3225	10,2	10,2	9,5	10,14
Acide perfluorohexane sulfonique (PFHxS)	2831	3239	20277	28041	1927	2872	0,859	1,56	8,7	9,29
Acide sulfonique de perfluorobutane (PFBS)	551	2403	3463	9234	204	645	0,069	1,08	5,6	6,53
Acide perfluoro-n-heptanoïque (PFHpA)	2853	3260	20992	29033	1174	1827	1,24	2,09	5,3	5,92
Acide perfluoro-n-pentanoïque (PFPeA)	1289	2502	6012	11645	223	824	5,89	5,89	3,6	6,61
Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)	994	2312	4662	10923	101	185	0,026	0,236	2,1	1,67
Acide perfluoro-n-butanoïque (PFBA)	767	2239	4197	10013	86	208	0,028	2,34	2,0	2,04
Acide perfluoro-n-nonanoïque (PFNA)	2137	2856	13354	19890	115	187	0,155	0,547	0,9	0,93
Acide perfluoro-decanoïque (PFDA)	2039	2682	12382	19849	51	95	0,088	0,151	0,4	0,48
Acide perfluorodecane sulfonique (PFDS)	2817	3232	21666	30265	51	61	0,08	0,08	0,2	0,20
Acide perfluorododecanoïque (PFDoDA)	1982	2675	10913	17222	18	30	0,029	0,029	0,2	0,17
Acide perfluoro-n-undecanoïque (PFUnDA)	2019	2710	10995	17315	14	19	0,015	0,0255	0,1	0,11
Acide perfluoro-n-tridecanoïque ou Acide pentacosafluorotridecanoïque (PFTrDA/PFTrA)	925	2242	4573	10751	0	1	0	0,33	0,0	0,01
Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)	8	1832	8	4638	0	48	0	1,17	0,0	1,02
Acide perfluorononane sulfonique (PFNS)	8	1858	8	4709	0	1	0	0,004	0,0	0,02
Acide perfluoroundecane sulfonique (PFUnDS)	8	1859	8	4711	0	2	0	0,002	0,0	0,04
Acide perfluorododecane sulfonique (PFDoDS)	8	1858	8	4709	0	0	0		0,0	0,00
Acide perfluorotridecane sulfonique (PFTrDS)	8	1859	8	4706	0	7	0	0,014	0,0	0,15

Source : Banque ADES – BRGM : Chrystelle Auterives, Laurence Gourcy

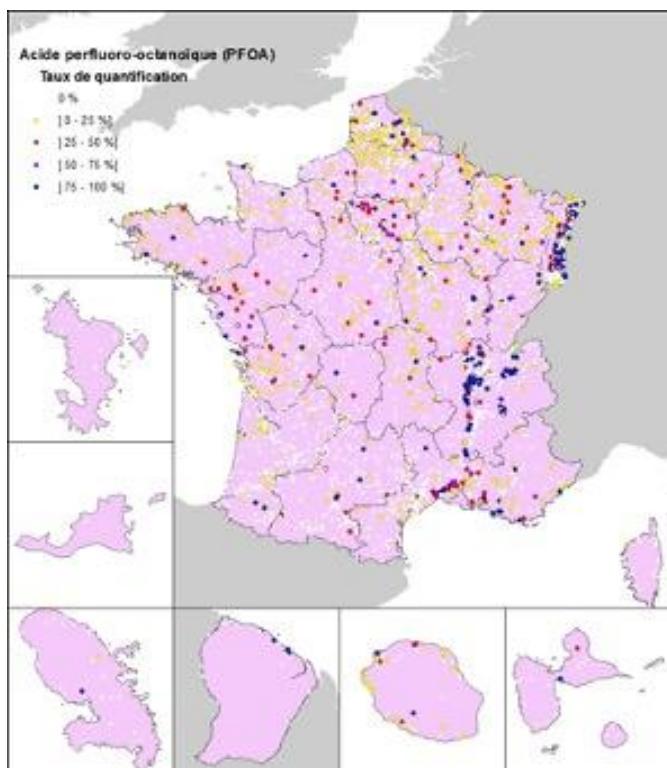
Le tableau permet de constater que sur les 20 PFAS de la directive EDCH :

- Le nombre total de mesures pour les PFAS les mieux suivis atteint ou dépasse le chiffre de 30 000, ce qui apporte une **couverture correcte pour un suivi général** ;
- 7 PFAS sont quantifiés à des fréquences supérieures à 5%, parmi lesquelles on retrouve les substances interdites par le règlement POP ;
- 1 n'est jamais quantifié, et 3 le sont à moins de 0,1% ; ces PFAS sont les moins solubles dans l'eau ;
- Les fréquences de quantification des autres PFAS restent modérées (entre 0,1 et 4 %) ;
- Les concentrations maximales peuvent atteindre des valeurs élevées (10 µg/L pour le maximum identifié concernant le PFOA et le PFHxA).

Ces données conduisent, à ce stade, à considérer une **contamination générale modérée des eaux souterraines françaises**, en comparaison de situations qui ont pu être caractérisées aux USA, en Allemagne ou en Italie (rapport IGEDD 2022). La densité des réseaux ne permet pas définir ce que serait le bruit de fond diffus de pollution, et donc de conclure quantitativement sur le caractère plus ou moins ponctuel ou diffus de la pollution des eaux souterraines par les PFAS.

En termes de fréquences de quantification, la carte 1 témoigne d'une répartition géographique hétérogène des résultats bancarisés dans ADES, voire des points de prélèvements.

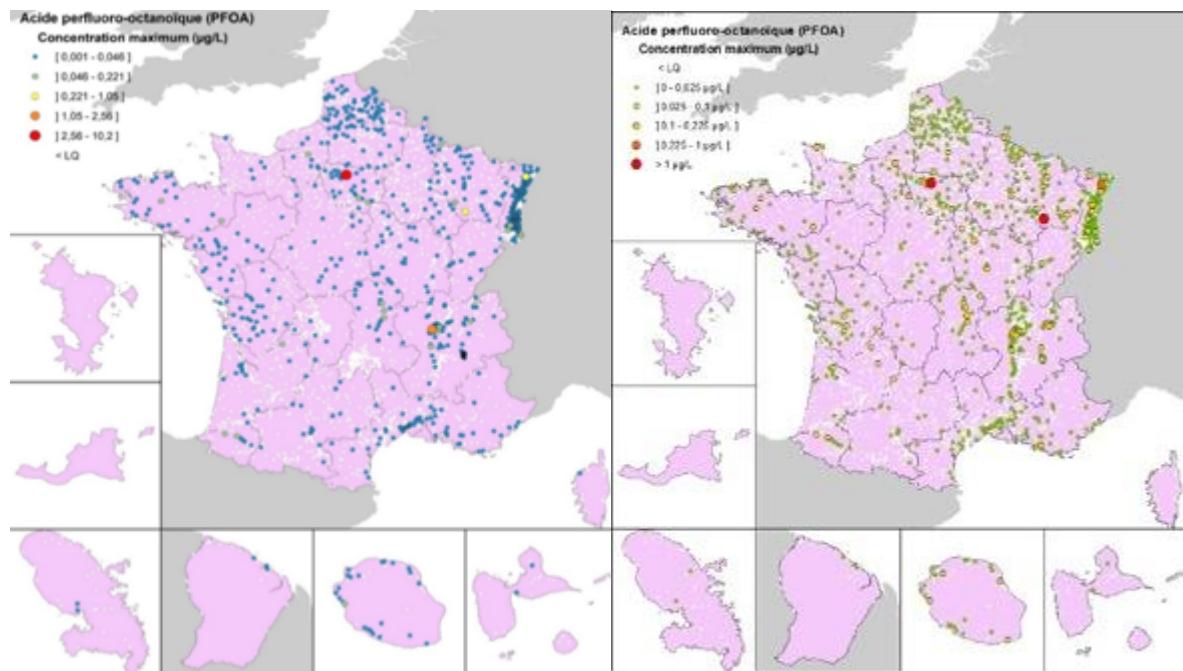
Carte °1 - Taux de quantification du PFOA par point de prélèvement, mi-octobre 2023



Source BRGM : Chrystelle Auterives, Laurence Gourcy

Les cartes n°2 et n°3 présentent la contamination des nappes françaises au PFOA, en termes de concentrations maximales. Les cartes de contamination des nappes françaises aux PFOS, PFHxA et PFPeA sont présentées à l'Annexe 3.

Cartes n°2 et n°3 : Concentrations maximales de PFOA observées dans les nappes



Source BRGM : Chrystelle Auterives, Laurence Gourcy ; avril 2022²²⁶ et mi-octobre 2023.

Les types de masses d'eau souterraines concernées peuvent être très différents, en termes de degré de protection par rapport aux eaux superficielles en général et aux cours d'eau en particulier. On a comparé les taux de quantification dans les analyses, toutes substances confondues, selon les types d'eaux souterraines quand on pouvait disposer de cette information (source des données BRGM : Chrystelle Auterives, Laurence Gourcy ; interprétations par la mission).

Pour plus de la moitié des points d'analyses, on dispose de l'information sur le caractère karstique ou non des eaux souterraines (dans le karst, la roche est fissurée et permet des déplacements de l'eau plus faciles et rapides en moyenne, que dans d'autres masses d'eau souterraines). En termes de taux de quantification des différentes substances, globalement, on n'observe pas de différence marquée

Quand on analyse les taux de quantification des substances PFAS par point de mesure, en fonction du type de masses d'eau souterraines, on quantifie globalement les PFAS sur 2 fois plus de points de mesure en masses d'eaux souterraines alluviales (connexion globalement forte avec un cours d'eau, variable dans le temps et dans l'espace) que sur les points de mesure en masses d'eaux souterraines sédimentaires (qui sont en moyenne mieux protégées par rapport aux cours d'eau et aux eaux d'infiltration). C'est une indication venant **renforcer l'hypothèse, au vu des données disponibles et dans la situation actuelle, d'un poids plus marqué des sources ponctuelles par rapport aux sources diffuses.**

Dans le sol :

²²⁶ IGEDD, « Analyse des risques de présence de PFAS dans l'environnement », décembre 2022.

En novembre 2023, à la suite d'une étude menée en région Île-de-France sur la contamination des œufs de poules par des polluants organiques persistants, des PFAS ont été retrouvés dans les sols, l'une des voies de transfert de PFAS vers les denrées alimentaires.

En décembre 2020, le BRGM a produit un rapport sur les PFAS dans un contexte SSP - sites et sols pollués²²⁷. Ce document ne présente que des données étrangères sur les sols, et des données françaises spécifiques aux sédiments, sur la période 2010-2018, pour 6 substances : celles-ci font l'objet de nombres d'analyses respectifs entre 25 et 1037, et seules 3 de ces molécules présentent des taux de quantification non nuls, respectivement de 0,1%, 0,2% et 2%.

Dans l'air :

Dans l'Oise, l'usine Chemours réalise des tests de détection de PFAS dans leurs rejets atmosphériques, en se basant sur les normes disponibles aux Etats-Unis²²⁸. D'après leurs résultats, ils ne rejettent que 250 g de PFAS par an, ce qui semble faible par rapport aux concentrations constatées dans les rejets atmosphériques de l'entreprise Daikin dans le Rhône. Mais ces normes ne sont pas homologuées en France.

Dans les œufs :

Dans le cadre de l'étude menée en région Île-de-France sur la contamination des œufs de poules par des polluants organiques persistants, l'agence régionale de santé a publié une recommandation déconseillant aux habitants des 410 communes constituant l'agglomération parisienne de consommer les œufs issus d'élevages domestiques. En effet, ont été détectés des taux de PFAS dans les œufs dépassant les teneurs maximales²²⁹ :

- PFHxS : limite réglementaire 0,3 µg/kg de poids à l'état frais
- PFOS : limite réglementaire 1 µg/kg de poids à l'état frais
- PFOA : limite réglementaire 0,3 µg/kg de poids à l'état frais
- PFNA : limite réglementaire 0,7 µg/kg de poids à l'état frais
- Somme PFAS : limite réglementaire 1,7 µg/kg de poids à l'état frais

Les concentrations en PFAS (valeurs en µg/kg de poids à l'état frais) en Île-de-France (moyennes sur 25 poulaillers) restent inférieures à celles constatées lors de la première campagne à Pierre-Bénite et Oullins (échantillon de 6 œufs pour chaque commune), sauf :

- Des valeurs proches pour le PFOS entre l'échantillon d'Oullins et la moyenne des poulaillers d'Île-de-France considérés à proximité d'incinérateurs de déchets;
- Des valeurs proches pour le PFHxS entre les deux communes du Rhône et les moyennes en Ile-de-France, moyennes qui sont situées sous les valeurs réglementaires.

Œufs	Total PFOS	PFOA	PFNA	PFHxS	Somme
------	------------	------	------	-------	-------

²²⁷ Les composés alkyls poly/per fluorés - Etat de l'art et enjeux dans un contexte SSP, Rapport final BRGM/RP-69594-FR.

²²⁸ Voir I. B. Complexité de la pollution

²²⁹ Applicable depuis le 1er janvier 2023, règlement européen sur les denrées alimentaires.

Valeurs réglementaires	1,00	0,30	0,70	0,30	1,70
Pierre-Bénite (Rhône)	4,57	0,90	7,88	0,09	13,44
Oullins (Rhône)	2,45	0,30	25,41	0,14	28,30
Île-de-France (25 poulailers, tous sites)	2,15	0,10	0,19	0,10	2,55
Île-de-France (14 poulailers, sites à proximité d'incinérateurs de déchets)	2,51	0,09	0,20	0,07	2,88
Île-de-France (11 poulailers, sites témoin)	1,69	0,12	0,18	0,13	2,13

Pour le total sur les 4 PFAS, on peut également comparer ces valeurs avec les résultats de la deuxième campagne dans le Rhône, sur cinq communes cette fois (Pierre Bénite, Oullins, Saint Genis Laval, Irigny, Feyzin) et 31 échantillons de 6 œufs : la moyenne de 6,38 µg/kg est supérieure aux moyennes en Ile-de-France.

Dans l'Oise, une étude est actuellement en cours d'analyse pour détecter la présence de PFAS dans les denrées alimentaires, notamment dans les œufs et les légumes, dans un rayon d'un kilomètre autour de l'entreprise Chemours. Les résultats sont attendus pour le premier trimestre 2024.

RECOMMANDATION 6 : Mieux comprendre la diffusion pour mieux lutter contre la pollution

- Sur la base de l'état des lieux établi, identifier toutes les sources de diffusion de la pollution et stopper les rejets par traitement (ICPE, stations d'épuration et boues d'épandage).
- Renforcer la réglementation concernant le devenir des déchets de traitement saturés en PFAS (charbons actifs, concentrats, effluents de régénération de résines échangeuses...). A l'heure actuelle, la réglementation ne couvre pas cet aspect, ce qui peut conduire à les voir revenir dans le milieu naturel (rejets en rivière ou dans le réseau d'assainissement, ou stockés dans des conditions inadaptées comme le charbon actif).

- Contrôler les rejets des centrales d'incinération.
- Renforcer la réglementation pour les déchets en général. Réussir à identifier tous les déchets contenant des PFAS.

RECOMMANDATION 8 : Interdire les rejets industriels et établir des normes de qualité environnementale.

- Au regard des normes dans l'eau des autres pays européens (2 ng/L au Danemark pour 4 PFAS, 4 ng/L aux Etats-Unis pour le PFOA), anticiper un abaissement de la norme de 100 ng/L pour 20 PFAS en Europe.
- Élargir les normes aux autres PFAS.
- Élaborer des valeurs de référence pour le contrôle des transferts et mises en circulation des PFAS : eau d'irrigation, boues d'épuration, composts de déchets urbains, incinération de déchets ménagers, recyclages matière.
- œuvrer pour l'adoption au plus tôt de normes européennes de qualité et de rejets (flux et concentrations) pour l'air et les déchets.

2) Mesurer l'imprégnation

À l'échelle de chaque région en France, il ne semble pas que des enquêtes d'imprégnation aient été menées. Cela relèvera des différents programmes lancés à l'échelle européenne et nationale.

3) Exemples de mise en place d'actions spécifiques

Les actions 2024 systématiques de l'inspection des installations classées, définies dans l'instruction ministérielle du 15 décembre 2023, intègrent concernant les PFAS et les suites de la campagne de mesures sur les rejets aqueux :

- Vérifier que les industriels ont respecté l'ensemble des exigences imposées par cet arrêté ;
- Analyser les résultats des mesures « PFAS » ;
- Visiter les sites dès lors que la situation le justifie pour demander aux exploitants d'en identifier les causes ;
- Puis exiger et suivre la démarche des exploitants pour supprimer ou, à défaut, réduire ces rejets en « PFAS ».

Un service de la DREAL Grand Est a pris en charge le pilotage d'un Groupe de Travail « Substance » à l'échelle du bassin hydrographique Rhin-Meuse dès juin 2023. La feuille de route de ce groupe de travail a été partiellement réorientée pour traiter en priorité de la thématique des PFAS.

Après que des PFAS aient été détectés en amont et en sortie de station d'épuration dans la commune de Villers-Saint-Paul, les autorités ont pris la décision de rediriger les effluents issus de la plateforme industrielle à l'extérieur et non plus vers cette station d'épuration et une

filtration par charbon actif a été mise en place. Au mois de mars 2024, un tiers expert interviendra pour analyser le programme de surveillance mis en œuvre au niveau local ainsi que les résultats (même procédure que sur le site de Pierre-Bénite). Un comité de pilotage composé des mêmes personnes morales qu'à Pierre-Bénite a également été mis en place dans cette région.

En Normandie, dès la découverte d'une pollution aux PFAS d'un captage pour l'alimentation humaine, des mesures ont été prises pour rechercher son origine, délimiter les zones impactées et éliminer les éléments contaminés. La DREAL nous indique que 400 tonnes de terres et de sédiments pollués à des concentrations élevées de PFAS ont été éliminées dans des centres d'incinération autorisés. Par ailleurs, suite aux incendies industriels de 2019, des investigations ont été menées pour détecter une potentielle pollution aux PFAS. Un bilan est en cours de réalisation par l'agence régionale de santé.

4) Coordonner et associer les citoyens

RECOMMANDATION 13 : Mise en place d'une « task force » nationale (directions d'administration centrale et établissements publics les plus concernés), spécifique au sujet des PFAS, pour d'une part coordonner sur la durée l'élaboration, la mise en œuvre et le suivi des politiques publiques, d'autre part apporter un appui plus complet aux situations locales sensibles (« hotspots »), qui peuvent être très spécifiques ou anticipatrices.

RECOMMANDATION 14 : Associer les citoyens

- Mettre en place des dispositifs de dialogue autorité - société civile - scientifiques, pour partager les diagnostics et élaborer une information diffusable, accessible et reconnue sur la base des instituts éco citoyens.

Les instituts écocitoyens sont composés des collectivités, des exploitants industriels, des chercheurs, des médecins, de la chambre du commerce. L'objectif de ces instituts est de permettre de réunir autour d'une même table des intérêts divers et opposés, avoir des discussions riches pour identifier les problématiques du territoire et de voir ce que les problématiques peuvent améliorer. Les instituts éco citoyens ont un rôle de courroie de transmission entre un territoire en tension et des chercheurs, il faut trouver un équilibre entre l'aspect économique, l'aspect agricole, sanitaire et environnemental. Mécanisme d'actions : saisine par les citoyens. La démarche peut aboutir à un projet de recherche financé par l'ANR. Cette structure permet d'offrir aux maires et aux décideurs politiques un espace d'échange et de résolution de problèmes en réfléchissant ensemble de façon ouverte : efficace et opérationnelle.

5) Informer

Les organisations régionales concernées par le territoire du Rhône sont les premières à avoir partagé des informations et à avoir mis en place des informations uniformisées sur le site internet. Un comité de liaison présidé par la Préfecture du Rhône a également été mis en place afin de favoriser le partage des informations.

Concernant l'information diffusée dans les différentes ARS, sur les 13 régions de métropole, seulement 6 ARS ont des pages dédiées sur le sujet des PFAS. Du côté des DREAL, 8 des 13 DREAL ont des pages dédiées aux PFAS, le cas échéant avec des présentations ; certaines ont tenu des réunions d'informations concernant l'arrêté sur les rejets aqueux des ICPE de juin dernier. La DREAL Aquitaine indique de son côté n'avoir pris aucune mesure pour informer le public sur le sujet des PFAS.

La DREAL Grand Est mentionne qu'elle a été sollicitée à plusieurs reprises par la presse depuis la publication de l'arrêté ministériel du 20 juin 2023.

La Préfecture de l'Oise communique auprès du grand public afin de familiariser la population à cette notion et à ses enjeux, à des fins de transparence. Le site de la DREAL des Hauts-de-France contient donc une série d'éléments d'information et d'explication de la problématique des PFAS. Elle constate que la population n'a que peu de réaction pour le moment, les inquiétudes étant davantage exprimées par les élus. Elle indique l'inquiétude des industriels quant à la communication faite autour de cette problématique et s'attache donc à fournir des éléments pédagogiques, et non pas des informations brutes soumises aux interprétations de chacun.

En Corse, il n'y a pas encore eu d'information locale spécifique.

RECOMMANDATION 15 : Application d'une transparence totale concernant la pollution

- Devant la complexité de la problématique, il est essentiel d'adopter une transparence totale en exprimant clairement notre niveau de connaissance et reconnaissant ce que nous ignorons.
- L'objectif est de rendre compréhensible la problématique par tous en utilisant des documents de synthèse et de communication. Il est crucial de rendre les données disponibles sur les sites web tels que ARS, DREAL, Préfecture ainsi que les bases de données telles que Naïades. Cela peut passer par la création d'un portail national accessible au grand public, permettant de mettre à disposition, de façon synthétique et accessible, l'état des connaissances structurantes pour la gestion des PFAS.

RECOMMANDATION 16 : Communication pratique envers la population, les élus et les administrations

- Création d'un comité d'expert élargi avec les différentes parties prenantes pour permettre une meilleure anticipation des risques.
- Mise en place d'un interlocuteur unique, disponible pour les élus, pour donner les réponses aux questions relatives à la santé (ARS) et à l'environnement (DREAL). L'interlocuteur unique devrait aider les élus en apportant des éléments contradictoires face à la diffusion de mauvaises informations.

- En s'appuyant sur la démarche initiée par la DGPR, les travaux de recherche du BRGM, et les premières expériences des plateformes Green Data For Health and Health Data Hub, mettre en place progressivement une plateforme permettant d'accéder facilement aux données géographiques relatives aux PFAS : rejets et sources, contamination des milieux et matrices environnementales, résultats géographiques et biosurveillance.
- Élaborer des cartographies territoriales complémentaires aux études menées pour présenter les différentes données (œufs, végétaux, eaux etc.), regrouper l'information sur les prélèvements des données sur l'état des données en santé de la population pour permettre d'identifier les zones géographiques impactées par la pollution. // Mettre en place une base de données et cartographie sur les PFAS en vue notamment de relier les données de contamination dans les différents milieux (eaux, air, sol, aliments) et dans les matrices humaines (données de biosurveillance issue des enquêtes nationales ou études locale mais aussi issue de projets de recherche).

Cet état des lieux nous permet de constater que la France a su réagir rapidement à une crise identifiée à l'échelle locale, afin d'étendre la surveillance à l'ensemble du territoire français pour révéler d'autres potentielles pollutions aux PFAS, y mettre un terme et prévenir la contamination de nouveaux sites. Des mesures d'anticipation aux règlements européens ont permis aux autorités françaises d'apporter de premières réponses à la problématique liée aux PFAS, notamment à l'état de contamination de l'environnement en France. L'Union européenne constitue un cadre de référence important, mais il ne doit pas empêcher un pays d'agir pour mettre fin à une crise environnementale et sanitaire lorsqu'il est en capacité de le faire. C'est pourquoi si la procédure de restriction de la famille des PFAS devait prendre trop de temps, la France a la possibilité de mettre en œuvre, au plus tôt, des mesures restrictives pour certains usages non essentiels, en particulier lorsqu'il existe des alternatives possibles. Cela pourrait, par exemple, inclure l'interdiction de l'usage de PFAS dans les emballages alimentaires, comme c'est déjà le cas au Danemark et comme cela a été adopté à l'Assemblée nationale en octobre 2022 (dans l'attente d'un prochain examen par le Sénat)²³⁰, dans les farts de skis, ou encore dans les textiles (hors usages professionnels). Dès qu'un règlement européen intervient sur le même champ, cela conduit à réajuster de fait la réglementation applicable.

Par ailleurs, face à l'évolution rapide des connaissances scientifiques liées aux PFAS, les normes établies sont susceptibles d'évoluer, ce qui oblige la France à rester dans une démarche proactive et à anticiper la baisse des valeurs de référence.

²³⁰ Proposition de loi visant à lutter contre les plastiques dangereux pour l'environnement et la santé, à l'initiative du député Jimmy Pahun.

D. La dépollution, quel futur ?

La stabilité des liaisons carbone fluor confère aux PFAS une grande résistance aux mécanismes de biodégradation dans l'environnement. Les PFAS résistent à la majorité des traitements classiques tels que l'oxydation directe, la biodégradation ou encore la photolyse. Les technologies les plus communes consistent donc à piéger les PFAS présents en solution sur des supports (charbons actifs ou résines) ou à les filtrer (nanofiltration ou osmose inverse).

Il est important de mentionner qu'aucun de ces procédés de traitement examinés ici ne permet en soi une destruction directe des PFAS, ce qui signifie que le « traitement » ne consiste qu'en un transfert de phase²³¹. Il peut être suivi d'une destruction par incinération, nonobstant les interrogations et expérimentations sur les conditions d'incinération requises, en fonction des molécules. Un seul des interlocuteurs rencontrés a questionné le fait qu'une incinération, quelles qu'en soient les conditions, puisse entièrement détruire les molécules de PFAS sans en produire d'autres.

1) La dépollution de l'eau

Pour l'eau destinée à la consommation humaine, les projets de recherche ayant conduit aux technologies aujourd'hui mises en œuvre ont commencé il y a plus de 10 ans, les méthodes de traitement "traditionnelles" (EDCH ou eaux usées) n'abattant pas ou bien peu les PFAS. Il existe plusieurs procédés de traitement de PFAS dans les eaux (eaux de ressources, eaux usées, effluents industriels, eaux de lavage des sols, lixiviats), plus ou moins adaptés selon la nature et la pollution des eaux, le traitement des EDCH étant l'objectif initial et dominant. A ce jour, on ne dispose ainsi pas de traitement complet et efficient pour les eaux usées²³².

- La méthode la plus utilisée correspond à leur filtration sur des **charbons actifs**. Les charbons actifs ont de fortes capacités d'absorption des polluants. Cette technologie est très efficace sur certains PFAS et notamment sur le PFOS, néanmoins, ce mécanisme présente une efficacité limitée sur les PFAS à courtes chaînes tels que le PFBA et sur les acides carboxyliques tels que le PFOA²³³. Il est également important de souligner que le charbon doit être renouvelé à intervalles réguliers (selon les molécules visées, le type de charbon, le flux à traiter). Cette technologie propose un rendement entre 90 à 99%, pour les substances visées. Il est important de préciser qu'à la suite du filtrage, le charbon constitue un déchet traité généralement par incinération quand il ne peut être régénéré. Fin 2022, Arkema a mis en place un système de traitement par charbons actifs. De son côté, l'usine Chemours dans l'Oise a mis en place un traitement par charbons actifs ainsi que par osmose inverse.
- **Les résines échangeuses d'ions** permettent également un traitement efficace des PFAS. Selon Véolia, le traitement des PFAS dans l'eau par résines échangeuses d'ions spécifiques aux PFAS serait plus onéreuse mais également plus efficace que le

²³¹ Inspection générale de l'environnement et du développement durable, « Analyse des risques de présence de per- et polyfluoroalkylés (PFAS) dans l'environnement », décembre 2022.

²³² Contribution de Eureau.

²³³ Contributions écrites de Veolia et de l'UPDS.

charbon actif²³⁴. Cette technologie génère des déchets liquides chargés en PFAS (ce n'est pas le cas pour les résines à usage unique)²³⁵. Cette technologie n'est pas agréée en France, à ce jour.

- **Les procédés membranaires avancés** (osmose inverse, osmose inverse basse pression et nanofiltration) ont l'avantage de retenir une large gamme de micropolluants et ils ont des rendements plus élevés à large spectre, quel que soit le type de PFAS considéré. Ces procédés consomment de l'Energie et sont plus coûteux à l'investissement et en charges d'exploitation²³⁶. Il est également important de mentionner que cette technologie produit des concentrats très chargés qu'il faut traiter²³⁷.

Véolia précise également que, dans certains cas, plusieurs étages de traitements ou combinaisons de ces procédés sont parfois nécessaires (une étape de traitement par charbon actif en grain et un polissage par résine échangeuses d'ions) en fonction de la qualité d'eau, du débit de la cible de traitement, du reste de la filière en place, de l'emplacement disponible²³⁸.

Des travaux de recherche et de développement sont en cours, à l'échelle nationale et internationale afin d'améliorer ces techniques et de les rendre plus performantes :

- La société Ramboll a développé un système de traitement des eaux dit "PFAS-D". Il s'agit d'une solution de traitement des eaux qui permet la minéralisation complète des PFAS présents dans l'eau (chaînes longues et courtes) sans production de produits de dégradations toxique²³⁹. La réaction mise en œuvre est la défluoruration par réduction photo activée²⁴⁰. A l'heure actuelle, le PFAS-D a été testé dans les laboratoires de Ramboll et son efficacité a été démontrée sur différents échantillons environnementaux ainsi que sur les mousses anti-incendie.
- Il existe également de nombreux développements dans les procédés d'absorption notamment grâce à l'utilisation de nouveaux matériaux qui présentent des temps d'équilibre plus court et des capacités d'absorption plus importantes. C'est le cas des argiles modifiées, des absorbants à base de protéine et d'hydroxyde à double couche.

La question du devenir des déchets de traitement saturés en PFAS (charbons actifs, concentrats, effluent de régénération de résines échangeuses, ...) reste entière et non prise en compte à ce jour par la réglementation.

Dans sa contribution à la consultation menée par l'ECHA, Eureau a réalisé pour plusieurs pays des estimations des coûts de traitement, en fonction des normes qui seraient appliquées aux EDCH.

²³⁴ Contribution écrite de Véolia.

²³⁵ Contribution écrite de Générations Futures.

²³⁶ Contribution écrite de Veolia.

²³⁷ Inspection générale de l'environnement et du développement durable, « Analyse des risques de présence de per- et polyfluoroalkylés (PFAS) dans l'environnement », décembre 2022.

²³⁸ Contribution écrite de Veolia.

²³⁹ SUEZ, « Suez et PFAS Soil remediation : retour d'expérience sur le traitement des PFAS B-Device Suez », 2021.

²⁴⁰ UPDS, « UPDS Mag - Dossier : les polluants émergents, le PFAS-D une future technologie de traitement des eaux innovante », juin 2021.

2) La dépollution des sols

Tout comme pour l'eau, il existe plusieurs manières de traiter la dépollution des sols²⁴¹ tels que la couverture et l'isolement, le confinement hydraulique du site, l'excavation et l'élimination, l'excavation et désorption thermique ex situ ainsi que la sorption et la stabilisation.

Tableau des solutions de dépollution des sols

Méthode de réhabilitation	Description	Remarques	Viabilité, efficacité
Couverture et isolement	Couverture des terres polluées par un matériau imperméable empêchant le contact avec les sols pollués, l'infiltration des eaux et la migration des PFAS vers les nappes	Encore peu voire non utilisé pour les sites contaminés aux PFAS. Non applicables lorsque les sols pollués peuvent être atteints par la nappe ou les battements de nappe	Technique mature, efficace et économiquement acceptable
Confinement hydraulique du site	Isolement des terres par une imperméabilisation latérale et supérieure et/ou création d'un cône de dépression hydrodynamique par pompage. Traitement des eaux pompées.	Nécessaire lorsque la nappe peut atteindre la zone polluée. Pose les problèmes du devenir des résidus de traitement des eaux et de la durabilité du dispositif dès lors que les PFAS ne sont pas détruits.	Technique mature, efficace. Coût élevé (imperméabilisation par paroi de bentonite, pompage, traitement des eaux)
Excavation et élimination	Extraction des sols avant stockage en décharge ou incinération. Stockage possible en « sarcophage » dédié	Pose le problème du classement des sols extraits (déchets dangereux ou non) et celui des émissions lors de l'incinération.	Technique mature, efficace. Coût élevé
Excavation et désorption thermique ex situ	Extraction des sols puis vaporisation des PFAS par la chaleur et traitement des gaz obtenus	Technique qui détruit les sols. L'efficacité du traitement des gaz pour les PFAS reste à confirmer	Technique mature, en pleine expansion. Risque de transfert de la pollution vers l'air. Coût élevé
Sorption et stabilisation	Amendement du sol avec des produits stabilisants ou adsorbants (charbons actifs le plus souvent, parfois en poudre micrométrique) pour éviter la migration des	Efficacité variable selon le PFAS et réduite si présence d'autres contaminants organiques ou de fort taux de matière organique. Question de la durabilité du	Technique en développement, dont l'efficacité reste à confirmer pour les PFAS.

Source : Inspection générale de l'environnement et du développement durable, "Analyse des risques de présence de per- et polyfluoroalkylés (PFAS) dans l'environnement, décembre 2022.

Des travaux de recherche et de développement sont également en cours, à l'échelle nationale et internationale afin d'améliorer ces techniques et de les rendre plus performantes.

A titre d'exemple, on peut citer l'entreprise Valgo qui est spécialisée dans la décontamination des sites et des sols pollués. Cette entreprise a été confrontée pour la première fois à une pollution aux PFAS suite à l'incendie de Lubrizol. La société a mené de nombreuses actions de recherche et de développement notamment auprès de laboratoires canadiens et américains. Ils ont développé et testé une solution sur un équipement pilote situé près de Rouen. En juin 2023, l'entreprise a déposé à l'Institut national de la propriété industrielle (INPI) un brevet européen pour sa solution innovante.

La technologie proposée par Valgo vise à extraire de l'eau des substances PFAS (développement actuel sur la phase liquide). En effet, elle repose sur un additif naturel avec lequel on peut "extraire" les PFAS non polymériques de l'eau²⁴².

²⁴¹ Contribution écrite de l'UPDS.

²⁴² Contribution écrite de Valgo.

3) Le traitement des déchets contenant des PFAS

Il existe également la problématique de la gestion des déchets liés à l'usage et la fabrication de produits contenant des PFAS. On peut distinguer grossièrement plusieurs types de déchets :

- **Les déchets des processus de production de PFAS ou des processus de fabrication de produits contenant des PFAS** : ces déchets sont très liés aux processus industriels, et sont caractérisables, ils permettent ou non un recyclage produit ou matière, et font l'objet ou non de traitements spécifiques et poussés ; on peut citer des cas aux Pays-Bas où les auxiliaires la polymérisation des PFAA/PFAS ont été largement disséminées par l'intermédiaire des sociétés de collecte des déchets);
- **Les déchets domestiques ou professionnels “courants”** contenant des produits ou objets qui contiennent des PFAS ; ces déchets se retrouvent dans les filières d'élimination classiques, ou font l'objet de recyclages, qui ne prennent pas en compte une présence plus ou moins marquée de PFAS et sont donc fortement susceptibles de les propager, sauf à ce que l'incinération puisse s'avérer en capacité de détruire les PFAS, ou que le stockage / enfouissement ne relâche aucune substance ;
- **Les déchets de démolition d'équipements industriels ou de bâtiments contenant des PFAS** : sauf à ce que des recyclages matières mettent en œuvre des températures détruisant les molécules (par exemple pour des fusions de métaux, à vérifier), et sauf déchets entrant dans la catégorie des déchets spéciaux, les substances PFAS vont rester dans l'environnement ; les informations disponibles font état de faibles récupérations de fluoropolymères, par exemple ;
- **Les déchets issus des unités de dépollution** : il est également important d'intégrer les déchets issus des unités de dépollution. En effet, après traitement, les déchets de dépollution (concentrats, déchets d'incinération, charbons actifs non recyclés...) sont traités par incinération ou sont envoyés en centre de stockage²⁴³ (cela peut engendrer la remobilisation des PFAS sous forme gazeuse ou aqueuse).
- **Le cas particulier des boues d'épuration et des composts** : les boues d'épuration sont le principal déchet produit par une station d'épuration à partir des effluents liquides, les composts peuvent être produits à partir de ces boues ou à partir de certains déchets solides, qui peuvent contenir des PFAS. Les boues vont contenir une partie des PFAS provenant de l'eau distribuée, et/ou des rejets dans les eaux usées provenant à la fois de l'industrie, de l'artisanat et des ménages. Les boues compatibles et les composts sont utilisés pour fertiliser des cultures, des espaces verts, et propagent donc les PFAS.

Les filières et procédés de gestion des déchets industriels constituent également une source de pollution aux PFAS selon les traitements et destinations :

- **Déchets dangereux** : Les déchets contenant des PFAS identifiés comme POP sont soumis à une réglementation et ils doivent être identifiés, ne pas être mélangés avec

²⁴³ Contribution écrite de l'UPDS.

les autres PFAS, puis détruits avec une technologie adaptée. Pour les autres PFAS, il n'y a pas de règles définitives à ce jour en France²⁴⁴.

- **Incinération** : L'incinération des déchets contenant des PFAS est actuellement considérée comme l'option de traitement la plus efficace pour détruire les PFAS (au moins en partie ; les informations sont parcellaires et non consolidées collectivement). Néanmoins, l'incinération des produits PFAS peut entraîner une pollution atmosphérique si la température de traitement est trop basse²⁴⁵, et ne pas détruire tous les PFAS se retrouvant dans les déchets solides de combustion. De leur côté, les déchets électroniques qui brûlent peuvent former des fumées toxiques qui incluent des PFAS.

Comme on le voit, tous les produits contenant des PFAS ne sont pas forcément mis dans les filières de tri, et ces filières de tri ne prennent pas forcément en compte les PFAS qu'elles peuvent contribuer à diffuser. A titre d'exemple on peut citer les verres de lunettes contenant des PFAS, recyclage des papiers et cartons, le recyclage des fibres de textiles.... Dans un de ses rapport, l'ECHA mentionne qu'il existe un écart statistique entre les déchets collectés officiellement et les déchets produits²⁴⁶.

Toutes les stations de traitement des déchets sont susceptibles de recevoir des produits contenant des PFAS. Ainsi, se pose également la question de l'information. Concernant le traitement des déchets, des gestionnaires de filières demandent à ce que tous les producteurs soient tenus d'informer sur la présence de PFAS au travers de la Fiche d'Identification Déchet qui est un document essentiel de l'acceptation préalable d'un déchet. Par la suite, dans le cas des déchets liquides, il pourra être mis en place un processus pour les déchets considérés à risque et ils seront acceptés uniquement dans des installations avec un traitement tertiaire des rejets aqueux adapté à l'interception des PFAS ciblés.

Des recherches sont en cours concernant la pollution des déchets aux composés per et polyfluoroalkés. Véolia mène des études et des programmes de recherche et d'innovation pour garantir l'efficacité des traitements et prévenir le transfert de pollution. Des programmes de recherche sont également mis en place sur les conditions de dégradations et le comportement des PFAS lors de l'incinération. Selon les premiers essais menés par différentes entreprises, les PFAS sont détruits à partir de 950°, ou il faut atteindre 1400°.

Un projet de recherche est mené, avec un soutien de l'ANR, sur les mécanismes de dégradation et la durabilité des membranes PFSA en présence de contaminants canoniques. Ce projet de recherche testera notamment des protocoles de régénérations pour les membranes polluées.

²⁴⁴ Décret n° 2021-321 du 25 mars 2021 relatif à la traçabilité des déchets, des terres excavées et des sédiments.

²⁴⁵ Société francophone de Santé et environnement, « PFAS per et poly fluoro alkyls substances - fiches pratiques », novembre 2023.

²⁴⁶ ECHA, « restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFASs », 2023.

4) Le coût de la dépollution

La dépollution des PFAS représente des coûts importants. Selon l'association technique et scientifique allemande pour le gaz et l'eau (DVGW)²⁴⁷, le coût nécessaire à l'amélioration du traitement par **charbon actif** est estimé à 3,66 M€ par an pour les 16 millions de mètres cubes d'eau brute susceptible de conduire à des non-conformités liées aux critères de la directive des eaux destinées à la consommation humaine 2020/2184. Cela correspond à un surcoût moyen supérieur à 20 centimes par mètre cube, et allant jusqu'à 1 euro par mètre cube en fonction de la qualité de l'eau et des traitements en place²⁴⁸.

De son côté, l'association européenne des services d'eau potable et d'assainissement, EurEau, estime que le traitement par **osmose inverse** augmenterait le prix du traitement de l'eau de plus de 0,5 à 1 euro/m³, ce qui se traduirait par un coût supplémentaire d'environ 200 euros par an par ménage moyen.²⁴⁹

Concernant la France, les premières projections pour l'eau potable sont de l'ordre de dizaines de centimes d'euros au mètre cube²⁵⁰.

Cas d'étude - Dépollution

Vénétie en Italie : On peut citer le cas de la région de la Vénétie en Italie. En 2013, près de 130 000 personnes ont été exposées aux PFAS via leur eau potable, le fournisseur d'eau local a dépensé près de 3 000 000 d'euros pour assainir les sites les plus contaminés, principalement liés aux émissions industrielles d'une usine chimique produisant des PFAS dans la région, et a prévu de dépenser 21 200 000 euros supplémentaires pour assainir les sources d'eau contaminées restantes.

À cela s'ajoute le coût de l'assainissement des sites contaminés. Un exemple tiré de l'avis des comités de l'ECHA sur le PFOA comprend des informations sur les coûts liés à la pollution des eaux souterraines causée par une usine de l'UE qui produisait auparavant du PFOA²⁵¹. Les rejets de l'usine ont entraîné une "pollution continue et grave" des eaux souterraines dans une zone de plus de 150 km², avec une concentration moyenne de 360 ng/L et des concentrations maximales supérieures à 1 000 ng/L sur de nombreux sites. Le coût de l'élimination du PFOA a été estimé à plus de 10 millions d'euros et la durée de l'assainissement à plusieurs dizaines d'années.

Le coût total du traitement des eaux potables et usées pour éliminer les PFAS a été estimé à 238 milliards d'euros par an dans l'UE²⁵².

²⁴⁷ Contribution écrite de Véolia.

²⁴⁸ Contribution écrite de Véolia.

²⁴⁹ European Environmental Bureau, « Policy Briefing: Toxic Tide rising: time to tackle PFAS - National approaches to address PFAS in drinking water across Europe », 2023

²⁵⁰ Contribution écrite de Véolia.

²⁵¹ ECHA RAC and SEAC, (2014), Opinion on an Annex XV dossier proposing restrictions on Perfluorooctanoic acid (PFOA), its salts and PFOA-related substances.

²⁵² Arp, Hans Peter H. (2022, May 18). Towards reducing pollution of PMT/vPvM substances to protect water resources. SETAC Europe 32nd Annual Meeting (SETACCopenhagen), Copenhagen, Denmark. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6566861> <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsestwater.0c00141>.

RECOMMANDATION 17 : Créer une filière de traitement PFAS et soutenir la recherche pour trouver des moyens de destruction des PFAS moins coûteux et bien adaptés aux spécificités des PFAS.

- Encourager la recherche concernant les moyens de dépollution en mettant l'accent sur la fin de vie des PFAS, le devenir des déchets de traitement saturés en PFAS (tels que les charbons actifs, concentrats, effluents de régénération de résines échangeuses).
- Établir une stratégie concernant la gestion des stocks de PFAS, leur destruction et les coûts que cela engendre, selon les enjeux qui seront identifiés.
- Combiner les financements de recherche et les financements provenant des fonds structurels et mettre en relation les chercheurs, les maîtres d'ouvrage et les décideurs pour mener des recherches sur la décontamination (proposition de la direction générale de la Recherche de la Commission européenne).

5) Les responsables financiers de la dépollution

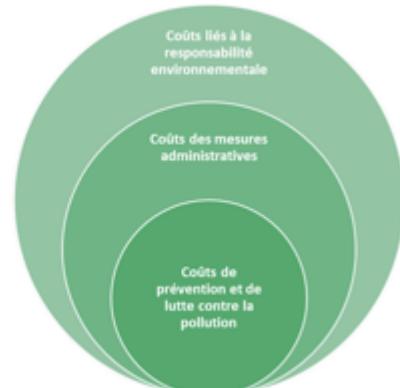
Le principe pollueur-payeur se définit comme un principe du droit de l'environnement qui vise à faire réparer le dommage environnemental engendré par une activité polluante, par son auteur. Cela signifie que, selon ce principe, les pollueurs doivent supporter les coûts engendrés par la pollution résultant de leurs propres activités, y compris le coût des mesures prises pour prévenir, combattre et éliminer cette pollution, et les coûts liés à la réparation.

L'OCDE adopte le principe du pollueur-payeur en 1972. En 1992, il est intégré à l'article 16 de la déclaration de Rio "les autorités nationales devraient s'efforcer de promouvoir l'internationalisation des coûts de protection de l'environnement et l'utilisation d'instruments économiques, compte tenu de l'idée que c'est pollueur, qui doit en principe, assumer le coût de la pollution, en ayant en vue l'intérêt public et sans fausser le jeu du commerce international et de l'investissement".

A l'échelle nationale, le principe du pollueur-payeur est devenu un des quatre principes généraux du droit de l'environnement en France grâce à la loi Barnier de 1995. Quelques années plus tard, en 2004, l'article 4 de la charte de l'environnement mentionne "toute personne doit contribuer à la réparation des dommages qu'elle cause à l'environnement dans les conditions définies par la loi".

En 2007, le traité de fonctionnement de l'Union européenne inclut le principe pollueur-payeur comme un principe fondamental de la politique environnementale de l'Union européenne.

Figure 1 – Extension du PPP



Source: Cour des comptes européenne.

Ainsi, entre 1972 et 2023, on assiste à une évolution et une extension du principe pollueur-payeur (Cour des comptes européenne). Sa portée s'est accrue : le principe était dans un premier temps axé uniquement sur les coûts de prévention et de lutte contre la pollution, mais il a ensuite été étendu aux coûts des mesures prises par les autorités du fait des émissions de polluants. Puis il a été élargi à la responsabilité environnementale : les pollueurs doivent supporter les coûts des dommages environnementaux qu'ils causent, même si la pollution à l'origine du dommage est inférieure aux limites légales («pollution résiduelle tolérable») ou accidentelle²⁵³.

Il existe des modalités nombreuses et variées d'applications du principe pollueur-payeur :

- **Le système des taxes environnementales** : l'État n'interdit pas le comportement polluant mais fixe le coût supplémentaire qu'induit ce comportement.
- **Les Filières à Responsabilité Élargie du Producteur** : les fabricants sont amenés à payer une éco-contribution qui couvre les coûts de gestion des déchets produits (loi AGEC). Le 10 février 2020, la loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (AGEC) a été promulguée. Le principe de responsabilité élargie du producteur affirme que celui qui fabrique, qui distribue un produit ou qui importe doit prendre en charge sa fin de vie. Cela implique également que le producteur et le distributeur doivent organiser et financer des solutions de collecte, de réutilisation ou de recyclage pour leur produits²⁵⁴. Les producteurs passent par des structures collectives, éco-organismes pour mettre en place les solutions.
- **Compensation volontaire** : Il s'agit d'investissements menés par de grandes entreprises pour compenser leurs émissions. On peut citer, les investissements dans la reforestation, les entreprises qui financent des collectes de déchets sur les plages pour compenser l'utilisation de plastiques dans les emballages.
- **Création de fonds** : En 2019, en France, un fonds d'indemnisation des victimes de pesticides a été créé en 2019. En 2007, au niveau européen, on assiste à la création d'un fond d'indemnisation pour les dommages dus à la pollution par les hydrocarbures.
- **Redevances** : Les agences de l'eau perçoivent des redevances de tous les usagers de l'eau selon les principes "pollueur-payeur" et "préleveur payeur". Chaque euro prélevé est réinvesti par les agences ou sous forme d'aides aux collectivités, acteurs économiques et agricoles pour financer des actions en faveur de la reconquête du bon état des ressources en eau et des milieux aquatiques, et l'adaptation au changement climatique.²⁵⁵ Néanmoins, selon un rapport de la Cour des comptes établi en février 2015, la cour des comptes a mis en avant un éloignement de ce principe, si bien que, à partir de 2007, jusqu'en 2013, la redevance issue des ménages représente 87% des ressources des agences de l'eau, contre 6% provenant des activités agricoles et 8% de l'industrie. Ainsi, on observe une disproportion entre les secteurs qui bénéficient des aides des agences et ceux qui contribuent aux ressources par les redevances.
- **Consignation d'une somme/ garantie financière** : Il s'agit d'un mécanisme de garantie financière pour les sites présentant un risque élevé de dommages environnementaux. Ces derniers sont amenés à souscrire à une garantie financière pour la prise en charge des coûts de prévention et de gestion des dommages causés

²⁵³ Rapport de la Cour des comptes européenne, « principe du pollueur-payeur : une application incohérente dans les différentes politiques et actions environnementales de l'UE », 2021.

²⁵⁴ Service Economie Circulaire et Déchets de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, « Les filières à Responsabilité Elargie du Producteur (REP) », mai 2021.

²⁵⁵ Site internet Les Agences de l'Eau, fiche « Moyens d'action ».

par la pollution. Cette somme doit également couvrir les frais de remise en état. A titre d'exemple, les carrières, les parc éoliens ont été amenés à consigner des sommes.

Dans le cas des PFAS, il est nécessaire de poser une réflexion sur le principe pollueur-payeux. A l'heure actuelle, au niveau européen, un rapport de la cour des comptes mentionne que le principe pollueur-payeux est pris en compte mais que son application dans l'union européenne reste incomplète. Ainsi, ce sont souvent les contribuables qui sont amenés à payer les réparations liées à la pollution, et les victimes directes des impacts. A titre d'exemple on peut citer l'étude menée par l'Institut Eco-citoyen de Fos-Mer mené en partenariat avec la Métropole de Lyon, l'étude est financée par la Métropole de Lyon, l'Anses et Santé publique France mais n'est pas financée par les industriels.

Il est également important de recommander une intégration plus importante du principe pollueur-payeux dans la législation et de veiller à ce que dans une situation de pollution, les projets de réparation, compensation, restauration soient à la charge du pollueur.

Une première difficulté parfois significative à prendre en compte dans l'établissement de mesures du principe pollueur-payeux c'est l'identification du pollueur, ou son existence pour des pollutions historiques. S'ajoute la nécessité, selon les modalités retenues, de qualifier et quantifier les pollutions, et/ou leurs impacts.

Expériences internationales : en Belgique, l'entreprise 3M a prévu 150 millions d'euros pour réhabiliter les sols pollués sur son site en Belgique. Au mois de juin 2023, aux Etats-Unis, trois groupes chimiques américains ont conclu un accord en juin pour éviter des poursuites liées aux plaintes concernant une ressource d'eau potable contaminée aux PFAS. 592 milliards d'euros vont être versés par Chemours, 400 milliards par DuPont de Nemours et 193 millions par Corteva²⁵⁶. Le journal Bloomberg met en avant que le géant 3M aurait signé des principes d'un accord d'une valeur d'au moins 10 milliards de dollars pour solder d'autres poursuites liées aux PFAS dans d'autres villes américaines. Il s'agit d'un accord qui prévoit des versements de sommes sur 13 ans, entre 2024 et 2036 et cet argent doit servir à financer des technologies de traitement des eaux là où elles ont été testées positives aux PFAS.

RECOMMANDATION 18 : Appliquer le principe du Pollueur-Payeux en mettant en place une « REP » PFAS et en créant un fonds PFAS financé par les producteurs.

- Mettre rapidement en place un « Fonds-PFAS » doit être créé pour financer les études et les analyses, et pour aider les collectivités à financer les solutions de dépollution des eaux destinées à la consommation humaine.
- Mettre en place une nouvelle filière REP pour les PFAS dans le cadre de la loi AGEC.

²⁵⁶ Les Echos, « Polluants éternels : des groupes chimiques paient 1,2 milliards de dollars », juin 2023.

5. LISTE DES 18 RECOMMANDATIONS

RECOMMANDATION 1 : Faire adopter par l'Union européenne :

- Une définition large de la famille des PFAS : toute molécule contenant plus d'une liaison carbone-fluor
- Incluant 2 sous-familles : celle des monomères et celle des polymères.

Il existe plusieurs définitions pour les PFAS. La définition la plus large, proposée par l'initiative de restriction des cinq pays européens, doit être retenue, excluant uniquement les molécules à un seul atome fluoré existant à l'état naturel.

On recommande dès lors de :

- Déterminer formellement une définition au-delà du projet d'interdiction / restriction en cours d'instruction ;
- Chercher à établir une typologie des PFAS, qui aide le public et les non-spécialistes à percevoir problématiques et enjeux, et qui aide les parties prenantes à travailler efficacement par « sous-familles » quand cela est possible et pertinent ;
- Prendre en compte la solubilité dans l'eau et des caractéristiques de diffusion plus importantes ;
- Se référer à ces éléments pour définir plus précisément le champ d'action de chaque politique publique ou mesure, en considérant notamment l'ensemble du cycle de vie des substances, de leurs précurseurs, et de leurs produits de dégradation.

RECOMMANDATION 2 : Améliorer les connaissances sur les polymères.

Il apparaît comme essentiel de :

- Mieux connaître les comportements physiques et chimiques, et le devenir des polymères au cours de leur cycle de vie, lors de leur production, à l'occasion de leur utilisation puis de leur dégradation à long terme dans les différents milieux.
- En fonction des décisions qui seront prises dans le cadre de Reach, développer des référentiels techniques et des encadrements réglementaires pour la production, la sécurisation de la phase d'usage, la « fin de vie », en cohérence notamment avec les politiques développées sur les plastiques.

RECOMMANDATION 3 : Améliorer la veille sanitaire vis-à-vis des produits chimiques et soutenir fortement les programmes de biosurveillance : PARC au niveau européen, ALBANE au niveau national, atelier éco-citoyen au niveau local, pour :

- Renforcer la veille épidémiologique vis-à -vis des pathologies émergentes ;
- Travailler sur l'exposome, les effets cocktails et les pathologies émergentes ;
- Améliorer les connaissances sur les effets sanitaires des PFAS et des perturbateurs endocriniens.

RECOMMANDATION 4 : Établir rapidement des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) pour toutes les matrices.

Se donner tous les moyens, doter l'ANSES et renforcer la coordination européenne pour définir le plus rapidement possible des valeurs toxicologiques de références dans toutes les matrices (eau, sol, air, végétal, animal, humain).

RECOMMANDATION 4 bis : Anticiper dès maintenant, à la suite de publications scientifiques qui ne vont que se multiplier, un possible/probable abaissement progressif des VTR.

RECOMMANDATION 5 : Dresser un état des lieux exhaustif de toutes les pollutions aux PFAS.

- Proposer une graduation en fonction des niveaux de pollution : « hot spots », ports aériens et maritimes, ICPE, ...
- Renforcer le suivi dans les milieux et dans les matrices environnementales (eau, sol, air, sédiments, fleuves, mer et océans)

RECOMMANDATION 6 : Mieux comprendre la diffusion pour mieux lutter contre la pollution

- Sur la base de l'état des lieux établi, identifier toutes les sources de diffusion de la pollution et stopper les rejets par traitement (ICPE, stations d'épuration et boues d'épandage).
- Renforcer la réglementation concernant le devenir des déchets de traitement saturés en PFAS (charbons actifs, concentrats, effluents de régénération de résines échangeuses...). A l'heure actuelle, la réglementation ne couvre pas cet aspect, ce qui peut conduire à les voir revenir dans le milieu naturel (rejets en rivière ou dans le réseau d'assainissement, ou stockés dans des conditions inadaptées comme le charbon actif).
- Contrôler les rejets des centrales d'incinération.
- Renforcer la réglementation pour les déchets en général. Réussir à identifier tous les déchets contenant des PFAS.

RECOMMANDATION 7 : Améliorer et stabiliser la métrologie pour toutes les matrices.

- Harmoniser les méthodes de prélèvement et d'analyse. En janvier 2024, la Commission européenne va publier des lignes directrices pour la matrice EDCH afin de renforcer l'harmonisation des méthodes d'analyse. Un effort particulier devra être fait vis-à-vis des matrices air, fumée, poussière, déchets et sol.
- Renforcer l'accréditation des laboratoires pour les PFAS dans toutes les matrices afin de faire face à une future demande importante d'analyses.
- Développer les méthodes d'analyse globales permettant d'appréhender, même de façon moins précise, la pollution globale par les PFAS.

RECOMMANDATION 8 : Interdire les rejets industriels et établir des normes de qualité environnementale.

- Au regard des normes dans l'eau des autres pays européens (2 ng/L au Danemark pour 4 PFAS, 4 ng/L aux Etats-Unis pour le PFOA), anticiper un abaissement de la norme de 100 ng/L pour 20 PFAS en Europe.
- Élargir les normes aux autres PFAS.
- Élaborer des valeurs de référence pour le contrôle des transferts et mises en circulation des PFAS : eau d'irrigation, boues d'épuration, composts de déchets urbains, incinération de déchets ménagers, recyclages matière.
- œuvrer pour l'adoption au plus tôt de normes européennes de qualité et de rejets (flux et concentrations) pour l'air et les déchets.

RECOMMANDATION 9 : Obligation d'information concernant l'utilisation de PFAS.

- Établir un état des lieux pour tous les usages.
- Informer l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur concernant l'utilisation des PFAS et exiger la transparence, en amont pour les fournisseurs, et en aval pour les consommateurs.
- Soutenir un calendrier avec des priorités par domaines d'usages pour que l'ECHA rende public des avis/ résultats intermédiaires ou préliminaires.

RECOMMANDATION 10 : Arrêter la production et l'utilisation des PFAS en soutenant l'initiative de restriction des cinq pays européens.

Insister pour obtenir de l'ECHA des données intermédiaires dès 2024.

- Nécessité d'une réglementation européenne : pour être pleinement efficace, la régulation des PFAS ne doit pas relever du niveau national mais du niveau européen ou international. En effet, comme le montre le précédent du Bisphénol A, une interdiction au niveau français n'empêche pas totalement en pratique, du fait de la libre circulation des marchandises dans le cadre du marché unique européen, une introduction sur le marché français de conserves fabriquées dans d'autres États membres et contenant du BPA. En outre, la réglementation nationale fait peser sur les opérateurs français des contraintes économiques spécifiques. Enfin, le niveau européen est le plus à même de pouvoir mobiliser toute l'expertise multiple et approfondie requise pour conduire une telle démarche.
- Nécessité d'une réglementation pour l'ensemble de la famille des PFAS : au fil des années, des premières restrictions et des nouvelles contraintes réglementaires qui se focalisent sur un seul PFAS, nous avons observé une substitution des molécules PFAS par d'autres molécules PFAS dans les processus industriels. Dans la plupart des cas, ces substitutions sont tout aussi dangereuses que les PFAS d'origine. Il est donc essentiel de mettre en place une réglementation sur la famille entière. On peut citer Arkema qui illustre l'inventivité des chimistes qui se renouvellent au fur et à mesure des réglementations. En effet, Arkema a arrêté d'utiliser du PFOA en 1987 car les discussions s'engageaient pour comprendre le profil toxicologique de cette substance et Arkema a commencé à utiliser deux nouvelles substances : le 6:2 FTS

et le Surflon. En 2016, Arkema a arrêté le Surflon car les discussions autour de l'interdiction de cette substance ont débuté.

- Soutenir un calendrier avec des priorités par domaines d'usages pour que l'ECHA rende publics des avis / résultats intermédiaires.

RECOMMANDATION 10 bis : En l'absence d'avancée européenne, la France peut proposer la restriction de certains usages (fart, cosmétiques, textiles d'habillement, emballages alimentaires, papier carton).

RECOMMANDATION 11 : Distinguer l'essentiel du superflu et prendre des décisions rapides concernant le superflu.

- Soutenir la restriction sur les emballages proposée par le Parlement européen, actuellement en discussion dans le trilogue.

Face à l'absence de définition européenne d'un usage essentiel :

- Interdire les PFAS dans les secteurs qui se disent prêts à se passer des PFAS : cosmétiques.
- Interdire les PFAS dans les secteurs pour lesquels des alternatives existent : Fartage du ski, les emballages alimentaires, les ustensiles de cuisine, textiles non techniques.
- Distinguer les usages dans lesquels les PFAS sont contenus et les risques de diffusion contrôlables et maîtrisables (batteries, pacemakers) des usages dans lesquels les PFAS se répandent (phytosanitaires).

RECOMMANDATION 12 : Encourager fortement le développement des alternatives par la prise de conscience par les industriels de la sortie programmée de l'utilisation des PFAS. Après l'entrée en vigueur des interdictions, instaurer un contrôle strict des importations pour garantir des produits sans PFAS.

- Encourager les projets de recherche concernant les alternatives.

RECOMMANDATION 13 : Mise en place d'une « task force » nationale (directions d'administration centrale et établissements publics les plus concernés), spécifique au sujet des PFAS, pour d'une part coordonner sur la durée l'élaboration, la mise en œuvre et le suivi des politiques publiques, d'autre part apporter un appui plus complet aux situations locales sensibles (« hotspots »), qui peuvent être très spécifiques ou anticipatrices.

RECOMMANDATION 14 : Associer les citoyens et les collectifs.

- Mettre en place des dispositifs de dialogue autorité - société civile - scientifiques, pour partager les diagnostics et élaborer une information diffusable, accessible et reconnue sur la base des instituts éco citoyens.

RECOMMANDATION 15 : Application d'une transparence totale concernant la pollution.

- Devant la complexité de la problématique, il est essentiel d'adopter une transparence totale en exprimant clairement notre niveau de connaissance et reconnaissant ce que nous ignorons.
- L'objectif est de rendre compréhensible la problématique par tous en utilisant des documents de synthèse et de communication. Il est crucial de rendre les données disponibles sur les sites web tels que ARS, DREAL, Préfecture ainsi que les bases de données telles que Naïades. Cela peut passer par la création d'un portail national accessible au grand public, permettant de mettre à disposition, de façon synthétique et accessible, l'état des connaissances structurantes pour la gestion des PFAS.

RECOMMANDATION 16 : Communication compréhensible et pratique envers la population, les élus et les administrations.

- Création d'un comité d'expert élargi avec les différentes parties prenantes pour permettre une meilleure anticipation des risques.
- Mise en place d'un interlocuteur unique, disponible pour les élus, pour donner les réponses aux questions relatives à la santé (ARS) et à l'environnement (DREAL). L'interlocuteur unique devrait aider les élus en apportant des éléments contradictoires face à la diffusion de mauvaises informations.
- En s'appuyant sur la démarche initiée par la DGPR, les travaux de recherche du BRGM, et les premières expériences des plateformes Green Data For Health and Health Data Hub, mettre en place progressivement une plateforme permettant d'accéder facilement aux données géographiques relatives aux PFAS : rejets et sources, contamination des milieux et matrices environnementales, résultats géographiques et biosurveillance.
- Élaborer des cartographies territoriales complémentaires aux études menées pour présenter les différentes données (œufs, végétaux, eaux etc.), regrouper l'information sur les prélèvements des données sur l'état des données en santé de la population pour permettre d'identifier les zones géographiques impactées par la pollution. // Mettre en place une base de données et cartographie sur les PFAS en vue notamment de relier les données de contamination dans les différents milieux (eaux, air, sol, aliments) et dans les matrices humaines (données de biosurveillance issue des enquêtes nationales ou études locale mais aussi issue de projets de recherche).

RECOMMANDATION 17 : Créez une filière de traitement PFAS et soutenir la recherche pour trouver des moyens de destruction des PFAS moins coûteux et bien adaptés aux spécificités des PFAS.

- Encourager la recherche concernant les moyens de dépollution en mettant l'accent sur la fin de vie des PFAS, le devenir des déchets de traitement saturés en PFAS (tels que les charbons actifs, concentrats, effluents de régénération de résines échangeuses).
- Établir une stratégie concernant la gestion des stocks de PFAS, leur destruction et les coûts que cela engendre, selon les enjeux qui seront identifiés.

- Combiner les financements de recherche et les financements provenant des fonds structurels et mettre en relation les chercheurs, les maîtres d'ouvrage et les décideurs pour mener des recherches sur la décontamination (proposition de la direction générale de la Recherche de la Commission européenne).

RECOMMANDATION 18 : Appliquer le principe du Pollueur-Payeur en mettant en place une « REP » PFAS et en créant un fonds PFAS financé par les producteurs.

- Mettre rapidement en place un « Fonds-PFAS » doit être créé pour financer les études et les analyses, et pour aider les collectivités à financer les solutions de dépollution des eaux destinées à la consommation humaine.
- Mettre en place une nouvelle filière REP pour les PFAS dans le cadre de la loi AGEC.

6. Lettre de mission

La Première Ministre

- 5 3 3 / 2 3 SG

Paris, le - 5 JUIL. 2023

Monsieur le Député,

Les composés alkylés per et polyfluorés ou PFAS sont une large famille de substances chimiques (plus de 4 000 composés) fabriquées depuis les années 1950 et utilisées dans de nombreuses applications industrielles et produits de consommation courante. L'origine de la présence des PFAS dans l'environnement est donc anthropique et leur utilisation variée, combinée à leur caractère très persistant, entraîne une contamination de tous les milieux : l'eau (eaux de surface et eaux souterraines), l'air, les sols ou encore les sédiments, et notamment autour de certaines installations industrielles. Certains de ces composés chimiques s'accumulent dans les organismes vivants et se retrouvent dans la chaîne alimentaire. D'autres, plus mobiles, sont transportés sur de très longues distances.

L'exposition à certains de ces composés pourrait générer des effets néfastes sur la santé. Des études scientifiques ont associé l'exposition à des PFAS et certaines pathologies : effets sur la reproduction et la fertilité, maladies de la thyroïde, certains cancers (rein, testicule), lésions hépatiques, effets sur le système immunitaire (diminution de la réponse immunitaire à la vaccination) ou encore sur le métabolisme lipidique (taux élevé de cholestérol).

Plusieurs cas de contaminations ont été mis au jour en Europe, en France, mais également en Belgique, en Allemagne et aux Pays-Bas, ainsi qu'aux Etats-Unis. La plupart des États étrangers ont mis en place des programmes d'action. Ils ont également pris des mesures pour limiter la présence de PFAS dans certains produits (emballages alimentaires, etc.). De plus, un projet de restriction (au titre du règlement Reach, sur les produits chimiques) de l'usage de ces substances est en cours d'instruction au niveau de l'Union européenne. La Commission européenne s'est en effet engagée à éliminer progressivement les PFAS, en n'autorisant leur utilisation que lorsqu'il est prouvé qu'ils sont essentiels à la société. Par ailleurs, l'Agence européenne des produits chimiques a récemment lancé une phase d'expertise scientifique sur le sujet.

Pour structurer son action en réponse à ces préoccupations grandissantes, le Gouvernement a publié le 17 janvier 2023, son plan d'action ministériel sur les PFAS.

Ce plan s'appuie sur six axes d'action ayant notamment pour objectifs la définition de normes réglementaires pour guider l'action publique, la réduction des émissions des industriels, l'amélioration des connaissances sur ces substances et les techniques de dépollution existantes, ainsi que la restriction de leur usage sur le marché européen. Plusieurs actions sont actuellement menées en ce sens, notamment l'élaboration d'un arrêté ministériel portant sur l'analyse des effluents industriels fortement susceptibles de contenir des PFAS ou la mise en place progressive d'une surveillance de la présence de ces substances dans les eaux destinées à la consommation humaine.

.../...

Monsieur Cyrille ISAAC-SIBILLE
Député
Assemblée nationale
126, rue de l'Université
75007 PARIS

2.

Dans ce contexte et sur le fondement des études déjà réalisées sur le sujet, j'ai l'honneur de vous confier une mission, articulée autour de deux axes.

D'une part, la mission devra permettre d'actualiser et de compléter le diagnostic de la situation en France, notamment les usages des PFAS et l'état de contamination des milieux. Cette mission permettra ainsi de faire un point sur la connaissance des imprégnations par les PFAS dans différents milieux, les valeurs de référence environnementales et sanitaires mises en place dans les autres pays et leur robustesse, l'état des pollutions et expositions des populations, et les moyens consacrés à la surveillance des contaminations, y compris dans la chaîne alimentaire, que le ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire a récemment renforcée.

Vous pourrez notamment vous appuyer sur les travaux en cours au sein de l'Anses, qui a été chargée d'une évaluation des expositions aux composés alkyles per et polyfluorés, des risques sanitaires et d'une d'un classement selon le degré de dangerosité des substances afin de définir des mesures de gestion des risques.

Vous vous attacherez également à étudier le caractère essentiel ou non de certains PFAS pour des technologies cruciales pour la transition écologique, comme les membranes des électrolyseurs, piles à combustible et batteries, usages en rapide développement. Vous pourrez en particulier documenter s'il existe des alternatives crédibles pour ces usages stratégiques pour la décarbonation de notre économie.

D'autre part, cette mission permettra de formuler des préconisations sur les éventuels renforcements du suivi, les opérations particulières à mener dans certains territoires, ou encore les suites à donner aux projets d'interdictions au niveau européen, sur leur portée et sur la façon de séquencer ces travaux dans le temps, par ordre de priorité.

S'agissant d'un sujet particulièrement complexe, cette mission sera conduite en concertation avec l'ensemble des acteurs concernés. Vous aurez à votre disposition un membre de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable et pourrez solliciter le Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux et le Conseil général de l'économie.

Vous veillerez à élaborer vos recommandations dans le respect des règles d'indépendance, d'impartialité et d'objectivité qui s'imposent au titre de la loi n° 2013-907 du 11 octobre 2013 relative à la transparence de la vie publique, et à m'informer des éventuelles mesures prises à cet effet.

Le décret vous nommera, en application de l'article L.O. 144 du code électoral, parlementaire en mission auprès de M. Marc FESNEAU, ministre de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire, de M. Christophe BECHU, ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires, de M. François BRAUN, ministre de la santé et de la prévention, et de M. Roland LESCURE, ministre délégué auprès du ministre de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, chargé de l'industrie.

Je souhaite pouvoir disposer de votre rapport au plus tard six mois après le début de cette mission.

Je vous prie de croire, Monsieur le Député, en l'assurance de mes salutations les meilleures.



Elisabeth BORNE

7. Liste des acronymes

ADES	Portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines
AMM	Autorisation de Mise sur le Marché
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire Alimentaire Nationale
ANR	Agence nationale de la recherche
AOF	Dosage du fluor organique absorbable
AQUAREF	Laboratoire national de référence pour la surveillance des milieux aquatiques
ARS	Agence régionale de santé
BAuA	L'Institut fédéral de la sécurité et de la santé au travail
BRGM	Le Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CFS	Candidate à la substitution
CIRC	Candidate à la s
CLP	Règlement relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges
CNI	Comité de négociation intergouvernemental au Programme des Nations Unies pour l'environnement
COFRAC	Comité Français d'Accréditation
DCE	Directive cadre européenne sur l'eau
DEB	Direction générale de l'eau et de la biodiversité
DDPP	Direction départementale de la protection des population
DGCCRF	Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes
DGAL	Direction générale de l'alimentation - Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire
DGE	Direction Générale des Entreprises, Ministère de l'économie et des finances
DGPR	Direction Générale de la prévention des risques - Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires
DGRI	Direction générale de la recherche et de l'innovation
DGS	Direction générale de la Santé, Ministère des solidarités et de la Santé

DHT	Dose hebdomadaire tolérable
DRAAF	Direction régionale de l'alimentation de l'agriculture et de la forêt
DREAL	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
ECHA	Agence européenne des produits chimiques
EEA	Agence Européenne de l'environnement (EEA)
EEB	European Environmental Bureau
EDCH	Eaux destinées à la consommation humaine
EFPIA	Fédération européenne des associations et industries pharmaceutiques
EFSA	Autorité européenne de sécurité des aliments
ELFE	Étude Longitudinale Française depuis l'Enfance
EOF	Dosage du fluor organique extractible
ESTEBAN	Étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition
GIDAF	Base de données " gestion informatisée des données d'autosurveillance fréquente"
HBM4EU	European Human biomonitoring Initiative
HEAL	Health and Environment Alliance
ICPE	Installation classées protection de l'environnement
IED	Directive sur les émissions industrielles
IGEDD	Inspection générale de l'environnement et du développement durable
INSPQ	Institut National de Santé Publique au Québec
INERIS	Institut national de l'Environnement Industriel et des Risques
LEEM	Les entreprises du médicament
NAÏADES	Base de données sur la qualité des eaux de surface
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OFB	L'Office Français de la Biodiversité
OMS	Organisation mondiale de la Santé
PARC	Partnership for the Assessment of Risks from Chemicals

PLC	Polymers of Low Concern
POP	Polluants Organiques Persistants
pré-PFAAs	Précurseurs d'acides perfluoroalkylés
REACH	Enregistrement, évaluation et autorisation des produits chimiques
SPF	Santé Publique France
STEU	Stations de traitement des eaux usées urbaines
SVHC	Substances Extrêmement Préoccupantes
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
UPDS	Union des Professionnels de la Dépollution des sites
US EPA	U.S. Environmental Protection Agency
VRE	Valeurs de référence d'exposition
VTR	Valeurs toxicologiques de référence

8. Liste des organismes et experts rencontrés

Institutions européennes	Agence européenne de la sécurité alimentaire (EFSA)
	Agence européenne des produits chimiques (ECHA)
	Commission européenne - Direction générale de l'environnement
	Commission européenne - Direction générale de la santé
	Commission européenne - Direction générale du marché intérieur, de l'industrie, de l'entrepreneuriat et des PME
	Commission européenne - Direction générale de la recherche
	Parlement européen - collaborateur de Frédérique Ries, rapporteur du texte sur les emballages
	Parlement européen - Pascal Canfin, président de la commission de l'environnement, de la santé publique et de la sécurité alimentaire
	Représentation permanente de la France auprès de l'Union européenne
Ambassades	Ambassade de France au Canada
	Ambassade de France au Danemark
	Ambassade de France au Japon
	Ambassade de France aux Etats-Unis
	Ambassade de France aux Pays-Bas
	Ambassade de France en Allemagne
	Ambassade de France en Chine
	Ambassade de France en Suède
Cabinets	Cabinet de la Première Ministre
	Cabinet du Ministre de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire

	Cabinet du Ministre de la santé et de la prévention
	Cabinet du Ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires
	Cabinet du Ministre délégué chargé de l'industrie
Directions générales	Direction de l'eau et de la biodiversité
	Direction générale de l'aviation civile (DGAC)
	Direction générale de l'alimentation (DGAL)
	Direction générale des entreprises (DGE)
	Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF)
	Direction générale de la recherche et de l'innovation (DGRI)
	Direction générale de la prévention des risques (DGPR)
	Direction générale de la santé (DGS)
	Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC)
Institutions régionales et territoriales de l'Etat	Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse
	Agence régionale de santé (ARS) Auvergne Rhône Alpes
	Agence régionale de santé (ARS) Bretagne*
	Agence régionale de santé (ARS) Hauts-de-France
	Agence régionale de santé (ARS) Normandie*
	Agence régionale de santé (ARS) Pays de la Loire*
	Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRAAF) Auvergne Rhône Alpes
	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Auvergne Rhône Alpes
	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du

	logement (DREAL) Bretagne
	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Grand Est
	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Hauts-de-France
	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Normandie
	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Nouvelle Aquitaine
	Préfecture de l'Oise
	Préfecture de la Région Bretagne*
	Préfecture du Rhône
Agences nationales et établissements publics	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)
	Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM)
	Agence nationale de la recherche (ANR)
	Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM)
	Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE)
	Office français de la biodiversité (OFB)
	Santé publique France (SPF)
	Voies navigables de France (VNF)
Organisme d'accréditation	Comité français d'accréditation (COFRAC)
Chercheurs et experts	Mr Barouki Robert
	Mr Labadie Pierre
	Mr Le Bizec Bruno
	Mr Sauve Sébastien

	Mr Zolesi Christian
Entreprises industrielles	ACC
	Airbus
	Arkema
	Bayer
	CEE-Packaging
	Elogen
	Honeywell*
	SEB
	Verkor
	Zeiss
Représentants des industries	ELIPSO (association professionnelle représentant les fabricants d'emballages plastique en France)
	Mouvement des entreprises de France (MEDEF)
	European chemical industry council (CEFIC)
	Fédération des industries mécaniques (FIMECA)
	Fédération des Industries des Peintures, Encres, Couleurs, Colles et adhésifs, Résines (FIPEC)*
	Fédération Nationale des Activités de Dépollution et de l'Environnement (FNADE)*
	France Chimie
	France Chimie Rhône
	Les entreprises du médicament (LEEM)
	Mouvement des entreprises de France (MEDEF)

	Phyteis
	Syndicat des industries chimie fine et biotech (SICOS)
	Union des industries textiles (UIT)
Organismes et entreprises gestionnaires de services publics environnementaux, traitement de pollutions	Eureau (fédération européenne des associations nationales des services de l'eau)
	Fédération professionnelle des entreprises de l'eau (FP2E)
	Fédération nationale des collectivités concédantes et régies (FNCCR)
	Suez
	Union des professionnels de la dépollution des sites (UPDS)
	Valgo
	Veolia
Associations	Bien vivre à Pierre-Bénite
	Collectif Ozon Eau Saine
	Comité d'Action Pour une Industrie Propre et Sûre dans le Sud-Ouest Lyonnais (CAPIPSSOL)
	Fédération départementale de pêche du Rhône et de la Métropole de Lyon
	Fondation Tara Océan
	Forever Pollution Project
	Générations Futures
	Health and environment alliance (HEAL)
	Institut Eco-citoyen de Fos-sur -Mer
	Notre Affaire à tous
	Société francophone de Santé et environnement*

Etablissements publics locaux	Syndicat de Mise en valeur, d'aménagement et de gestion du bassin versant du Garon
	Syndicat Intercommunal des Eaux des Monts du Lyonnais
Municipalités	Association des Maires de France
	Mairie de Brignais
	Mairie de Chasse sur Rhône
	Mairie de Chaussan
	Mairie de Francheville
	Mairie de Genay
	Mairie d'Irigny
	Mairie de Meys
	Mairie de la Mulatière
	Mairie de Pierre-Bénite
	Mairie d'Oullins
	Mairie de Simandres
	Mairie de Vernaison
	Mairie de Vourles
Métropole	Métropole de Lyon

*Cet acteur n'a pas été rencontré par la mission mais a participé en fournissant une contribution écrite.

9. Annexes

Annexe 1 : Campagnes nationales ou européennes d'analyses et de suivi concernant les rejets et émissions de PFAS, la contamination et l'imprégnation

Sont brièvement présentées ici les campagnes d'analyses et de suivi qui peuvent avoir une certaine représentativité à l'échelle nationale. On ne reprend pas ici des campagnes exploratoires antérieures ou anciennes qui seraient sans intérêt pour la connaissance de la situation actuelle, car trop anciennes ou remplacées par des données plus récentes et au moins aussi représentatives.

Ce passage en revue n'a pas la prétention d'être homogène ni exhaustif dans les informations rapportées, il a l'ambition de donner une image réaliste des données disponibles à échelle représentative nationale.

Sources : rapport IGEDD 2022, entretiens et documents transmis, sites internet

A. Rejets et émissions portant sur plusieurs matrices (air, eaux, sols), et sources potentielles de PFAS

1. Études d'impact, études de danger, suivi et auto-contrôle des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

Les contenus de ces documents et données sont définis par des textes réglementaires nationaux puis au cas par cas, en fonction des caractéristiques de chaque installation et de son environnement. A ce jour, peu de données portent sur les PFAS hors sites de production, et très peu sont bancarisées (bases de données GEREP, GIDAF ... cf rapport IGEDD 2022). Pour les rejets aqueux, cf B.1 plus loin.

2. Sites d'utilisation des mousses anti-incendie

Des recensements sont en cours (2023-2024) auprès des différents utilisateurs (services de sécurité civile et centres de secours, aéroports, sites militaires).

3. Suivi des sols pollués

La plateforme nationale de gestion des données relatives aux risques de pollution des sols, INFOSOLS, est gérée par le BRGM depuis le 1er octobre 2020, à destination des services de l'État pour mener l'action publique sur les terrains (potentiellement) pollués. Non ciblée sur les PFAS, elle intègre les bases de sites historiques potentiellement pollués Basol et Basias. Les données ne constituent pas aujourd'hui une base utile pour le sujet des PFAS, il pourrait en être autrement à l'avenir.

4. Accidents industriels

Les incidents, accidents ou presque accidents industriels qui ont porté, ou auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques ou à l'environnement font l'objet d'investigations dont les résultats figurent dans la base de données ARIA (Analyse, Recherche et Information

sur les Accidents). En recherchant par quelques mots-clés (dont PFOS et PFOA) des événements ayant impliqué des PFAS, on trouve 4 enregistrements.

5. Contrôle sur les produits réglementés dans les produits destinés à l'usage des consommateurs

- Campagnes de contrôles annuelles DGCCRF (plupart des PFAS non concernés à ce jour)
- Depuis 2019, notamment suivi sur des matériaux au contact des denrées alimentaires suivis exploratoires, pour anticiper les contrôles futurs et le développement de protocoles et capacités d'analyses

Évolutions en cours ou en préparation : développement d'une méthode permettant d'élargir la liste des matrices analysées (tout type de matériaux en contact) et de substances PFAS recherchées (PFBA, PFHxA, PFHpA, 4:2 FTOH (FBET), 6:2 FTOH (FHET), 6:2 FTS, 10:2 FTS).

B. Rejets aqueux

Campagne 2023 – 2024 sur les rejets aqueux d'installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

Origine : arrêté du 20 juin 2023 relatif à l'analyse des substances per- et polyfluoroalkylées dans les rejets aqueux des installations classées pour la protection de l'environnement relevant du régime de l'autorisation.

Molécules suivies :

- 20 PFAS qui sont réglementés au titre des eaux relatives à la consommation humaine (cf plus loin) : PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTrDA, PFBS, PFPeS, PFHxS, PFHpS, PFOS, PFNS, PFDS, PFUnDS, PFDoDS, PFTrDS
- Autres PFAS identifiés par l'exploitant comme susceptible d'être présents, ainsi que les PFAS produits par dégradation, en particulier PFTeA, PFTeDA, PFHxDA, PFODA, HFPO-DA (Gen X), DONA, ADONA, C6O4, 6:2 FTOH, FHET, 8:2 FTOH, FOET
- Somme de PFAS (méthode AOF)

Calendrier, antériorité : délais échelonnés jusqu'en mars 2024, avec possibilité de décalage d'un mois

Échantillonnage / représentativité : ICPE soumises à autorisation au titre de 31 rubriques de la nomenclature (natures d'activité ; 2330, 2345, 2350, 2351, 2567, 2660, 2661, 2750, 2752, 2760, 2790, 2791, 2795, 3120, 3230, 3260, 3410, 3420, 3440, 3450, 3510, 3531, 3532, 3540, 3560, 3610, 3620, 3630, 3670, 3710 ou 4713), susceptibles de produire, traiter, stocker ou rejeter des PFAS ; correspondant à environ 5000 sites industriels en France ; 3 analyses par mois pendant 3 mois

Limite de quantification (pour les substances individuelles) : 100 ng/l

Stabilité des procédures et protocoles : opération exploratoire

Capacité à faire : difficultés révélées en matière de disponibilité de laboratoires accrédités (capacité quantitative et molécules concernées), recours à des laboratoires étrangers

Statut et disponibilité des données : données sous statut des données de suivi environnemental des ICPE (base de données GIDAF)

Évolutions en cours ou en préparation : conséquences sur le suivi réglementaire spécifique de chaque ICPE en fonction des résultats

C. Rejets et émissions dans l'air

Pas de campagne nationale de suivi systématique.

D. Déchets industriels, professionnels ou ménagers

Pas de campagne nationale de suivi systématique.

E. Qualité des eaux et des matrices et milieux associés (eaux de surface continentales et littorales, eaux souterraines, sédiments, biote)

Surveillance prospective (RSP 2012, RSP 2018, Veille POP cf plus loin) – source OFB

L'OFB, les Agences de l'eau et la Direction de l'eau et de la biodiversité animent ce réseau qui traite notamment de l'identification et de la détection de PFAS dans différentes matrices environnementales en France continentale et dans les Outre-Mers (eaux de surface continentales et littorales, eaux souterraines, sédiments, biote), pour documenter la présence et les tendances spatio-temporelles de ce groupe de polluants dans les milieux aquatiques (eaux continentales et littorales), et pour actualiser les listes de substances pertinentes à surveiller.

Les résultats détaillés des campagnes du RSP sont disponibles sur Data.eaufrance.fr, dont les campagnes exceptionnelles CAMPEX 2011-2013 respectivement sur les eaux souterraines (BRGM) et sur les eaux de surface continentales et les sédiments (INERIS).

Pour les eaux souterraines, ont été pris en compte les substances PFAS suivantes :

- 13 composés recherchés en France continentale (2011) sur 500 points de prélèvement : PFOS, PFDA, PFDS, PFDoA, PFHS, PFHpA, PFHxA, PFNA, PFOA, PFOSA, PFUnA, PFTDA, FOSA ;
- 4 composés recherchés en Outre-Mers (2012 – 2013) sur 42 points de prélèvement : PFHpA, PFUnA, PFOS, PFOA.

Pour les eaux de surface et les sédiments, ont été pris en compte les substances PFAS suivantes : PFUnA, PFDA, PFDoA, MeFOSA, EtFOSA, PFOSA. Les prélèvements effectués sont au nombre de :

- 348 pour l'eau et 129 pour les sédiments en France continentale ;
- 73 pour l'eau 16 pour les sédiments dans les Outre-Mers.

Dans le cadre du programme RSP (2023-2026) en préparation, une action de retraitement des données acquises lors de la campagne nationale « émergents » (EMNAT 2018, piloté par l'INERIS) est prévue pour détecter spécifiquement les PFAS dans les eaux de surface.

F. Qualité des ressources en eau de surface, avec sédiments et biote (voir aussi E.1, eaux brutes destinées à la consommation humaine)

Origine : suivi de l'état des ressources en eau au titre de la gestion de l'eau, et notamment de la directive cadre sur l'eau (directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau) ; arrêté du 26 avril 2022 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement ; arrêté du 17 octobre 2018, programmes complémentaires spécifiques aux agences de l'eau (substances non listées ci-dessous)

Molécules suivies : PFOS dans l'eau, le biote et les sédiments ; PFOA, PFHxA, PFDA, PFHS dans l'eau ; possibilité de substances complémentaires selon les programmes des agences de l'eau

Calendrier, antériorité : évolution au fil du temps des dispositions, 4 substances suivies depuis 2018, 5 à partir de 2022

Échantillonnage / représentativité : 6204 stations (tous réseaux et maîtres d'ouvrages des analyses confondus, dont le suivi au titre des directives européennes) avec des analyses de substances PFAS (jusqu'à 24 substances)

Stabilité des procédures et protocoles : évolution récente mais limitée, développement des méthodes et référentiels par le réseau inter-établissements scientifiques et techniques Aquaref, animé par l'OFB

Statut et disponibilité des données : données publiques, disponibles dans la base de données NAIADES (animation du dispositif de données sur l'eau OFB, gestion de la base BRGM)

Évolutions en cours ou en préparation : révision en cours de la directive cadre sur l'eau, projet d'extension des suivis concernant les PFAS, avec une demande de renforcement par le Parlement européen

G. Qualité des ressources en eau souterraines (voir aussi E.1 eaux brutes destinées à la consommation humaine)

Origine : suivi de l'état des ressources en eau au titre de la gestion de l'eau, et notamment de la directive cadre sur l'eau (directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau), arrêté du 26 avril 2022 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement, arrêté du 7 août 2015 (état chimique des eaux souterraines), arrêté du 17 octobre 2018, programmes complémentaires spécifiques aux agences de l'eau (substances

non listées ci-dessous)

Molécules suivies : 20 PFAS correspondant à la nouvelle norme des eaux destinées à la consommation humaine : PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTDA, PFBS, PFPeS, PFHxS, PFHpS, PFOS, PFNS, PFDS, PFUnDS, PFDoDS, PFTDS, à partir de 2002, outre programmes spécifiques des agences de l'eau

Calendrier, antériorité : évolution au fil du temps des dispositions, 6 substances suivies systématiquement depuis 2015, 20 à partir de 2022...

Échantillonnage / représentativité : 3642 points de prélèvements (fin 2022) où sont analysés des PFAS

Stabilité des procédures et protocoles : évolutions importantes très récentes, montée en puissance ; enjeu de disponibilité et capacité des laboratoires accrédités

Statut et disponibilité des données : données publiques, disponibles dans la base de données ADES (animation du dispositif de données sur l'eau OFB, gestion de la base BRGM)

Évolutions en cours ou en préparation : révision en cours de la directive cadre sur l'eau, projet d'extension des suivis concernant les PFAS, avec une demande de renforcement du Parlement européen

H. Qualité des eaux littorales et marines

Veille POP (sites littoraux / côtiers)

Origine : dans le cadre du RSP ; réseau de surveillance prospective, action conduite par l'IFREMER, annuellement depuis 2010

Molécules suivies : en 2019, le PFOS, 20 PFCA, et la somme des PFAS oxydables en PFCA

Calendrier, antériorité : depuis 2010

Échantillonnage / représentativité : concentration dans les mollusques bivalves (filtrant l'eau et les sédiments, les mollusques bivalves constituent un indicateur intégrateur de pollution) sur 20 sites de Manche, Atlantique et Méditerranée

I. Qualité des sédiments fluviaux

Voir E et F.

J. Qualité de l'air

Pas de campagne nationale de suivi systématique.

K. Qualité des sols

Pas de campagne nationale de suivi systématique (voir plus haut pour sols potentiellement

pollués identifiés).

L. Imprégnation du biote

Pas de campagne nationale de suivi systématique.

Veille POP (sites littoraux / côtiers)

Origine : dans le cadre du RSP ; réseau de surveillance prospective, action conduite par l'IFREMER, annuellement depuis 2010

Molécules suivies : en 2019, le PFOS, 20 PFCA, et la somme des PFAS oxydables en PFCA

Calendrier, antériorité : depuis 2010

Échantillonnage / représentativité : concentration dans les mollusques bivalves (filtrant l'eau et les sédiments, les mollusques bivalves constituent un indicateur intégrateur de pollution) sur 20 sites de Manche, Atlantique et Méditerranée

M. Qualité des eaux destinées à la consommation humaine (eaux brutes et eaux distribuées)

1. Campagne 2009-2011 de l'ANSES – Laboratoire d'hydrologie de Nancy, sur les PFAS dans les eaux destinées à la consommation humaine

Origine : demande de la Direction générale de la santé, cf rapport (Campagne nationale d'occurrence des composés alkyls perfluorés dans les eaux destinées à la consommation humaine - Ressources en eaux brutes et eaux traitées, mai 2011)

Molécules suivies : PFOS, PFHxS, PFBS, PFNA, PFOA, PFHpA, PFHxA, PFPeA, PFBA

Calendrier, échantillonnage / représentativité :

- Première campagne été 2009 sur 20% de la production nationale d'EDCH
- Seconde campagne juin 2010 pour vérifier la contamination des sites et étudier de possibles fluctuations temporelles
- Au total, 331 échantillons d'eau brute et 110 échantillons d'eau traitée

Limite de quantification : 4 ng/l

Stabilité des procédures et protocoles : analyses exploratoires, protocoles « non industrialisables »

2. Suivi réglementaire en application de la directive relative aux eaux destinées à la consommation humaine

Origine : directive 2020/2184 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2020 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, ordonnance 2022-1611 du 22 décembre 2022, décret n° 2022-1720 du 29 décembre 2022 relatif à la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine, arrêté du 30 décembre 2022 modifiant

l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique

Molécules suivies : PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTDA, PFBS, PFPeS, PFHxS, PFHpS, PFOS, PFNS, PFDS, PFUnDS, PFDoDS, PFTDS

Calendrier, antériorité : entrée en vigueur obligatoire au 1^{er} janvier 2026, analyses exploratoires mises en place progressivement, selon les régions

Échantillonnage / représentativité : concerne tous les services publics de distribution

Seuils de détermination : directives de cadrage technique européennes à paraître en 2024

Capacité à faire : méthodologie et cadrage par le Laboratoire d'hydrologie de Nancy (ANSES) ; besoin de montée en puissance de la capacité d'analyse (nombres de laboratoires accrédités sur l'ensemble des molécules, et capacité quantitative)

Statut et disponibilité des données : base de données SISE-Eau - Système d'Information des services Santé Environnement Eau, données publiques localement et nationalement

Évolutions en cours ou en préparation : cadrage technique en 2024, et obligation systématique au 1^{er} janvier 2026

N. PFAS dans l'alimentation

1. EAT2 : Etude de l'alimentation totale française 2

Origine : étude ANSES selon une méthode standardisée de l'Organisation Mondiale de la Santé

Molécules suivies : PFOA, PFBA, PFPA, PFHxA, PFHpA, PFNA, PFDA, PFUnA, PFDoA, PFTDA, PFTeDA, PFOS, PFBS, PFHxS, PFHpS, PFDS

Calendrier, antériorité : données 2007-2009, publication 2011

Échantillonnage / représentativité : 212 types d'aliments (20 000 aliments achetés) regroupés en 1319 paniers de consommation

2. EAT-infantile : Etude de l'alimentation totale française infantile

Origine : autosaisine ANSES

Molécules suivies : 16 molécules PFAS mesurées, évaluation pour PFOS et PFOA

Calendrier, antériorité : données 2011 2012, résultats 2016

Échantillonnage / représentativité : 5484 produits alimentaires, regroupés en 457 échantillons

composites, correspondant à une alimentation représentative (évaluée auprès de 736 enfants) pour les tranches d'âge 1 à 4 mois, 5 et 6 mois, 7 à 12 mois, et 13 à 36 mois

3. PFAS dans les denrées alimentaires produites par l'agriculture et destinées à être commercialisées (hors auto-production)

Origine : règlement européen de 2022 concernant 4 PFAS dans certaines denrées animales, et recommandation de la Commission européenne d'élargir la liste des substances et d'élargir à des productions végétales

Molécules suivies actuellement : substances réglementées PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS

Calendrier, antériorité : analyses au fil de l'eau avant 2022, programmation à partir de 2022

Échantillonnage / représentativité : analyses au fil de l'eau hors cadre réglementaire, puis 90 échantillons sur poissons en 2022, 265 échantillons sur denrées animales, fruits et légumes en 2023, 700 à 800 prévus en 2024

Évolutions en cours ou en préparation : renforcement du plan de surveillance en 2024

O. Imprégnation des personnes, biosurveillance (imprégnation humaine, caractéristiques des personnes, éléments du mode de vie)

1. Cohorte ELFE Étude Longitudinale Française depuis l'Enfance

Origine : cohorte pilotée notamment par Santé publique France, avec pour objectif de connaître les facteurs qui peuvent influencer le développement physique et psychologique de l'enfant

Molécules suivies : 17 composés perfluorés étudiés dont PFOS, PFOA, PFHxS, PFNA, PFDA

Calendrier, antériorité : données 2011

Échantillonnage / représentativité : 277 femmes enceintes et leurs enfants

2. ESTEBAN - Etude de Santé sur l'Environnement, la Biosurveillance, l'Activité physique et la Nutrition

Origine : programme national de biosurveillance (Santé publique France, financements interministériels)

Molécules suivies : PFOA, PFPA, PFNA, PFBA, PFDA, PFHxA, PFHpA, PFHpS, PFHxS, PFDS, PFBS, PFOS, PFOSA

Calendrier, antériorité : données 2014-2016

Échantillonnage / représentativité : 744 adultes et 249 enfants

Évolutions en cours ou en préparation : suite dans le projet ALBANE

3. HBM4EU

Origine : programme scientifique européen, incluant notamment une analyse transversale d'imprégnation sur plusieurs pays (composante du projet considérée ici)

Molécules suivies : PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDODA, PFBS, PFHxS, PFHpS, PFOS

Calendrier, antériorité : données 2014 à 2021

Échantillonnage / représentativité : dosages du sang de 1957 adolescents de 12 à 18 ans, dans 9 pays dont la France

4. PARC

Origine : programme scientifique européen, coordonné par l'ANSES, associant 200 partenaires de 28 pays dont les agences européennes concernées (suite de HBM4EU)

Molécules suivies : élargissement par rapport à HBM4EU

Calendrier, antériorité : programme lancé en 2022 pour 7 ans

Échantillonnage / représentativité : projet d'associer des données de biosurveillance et des données de contamination de l'environnement ; élargissement à des personnes potentiellement exposées professionnellement

5. ALBANE - Alimentation, Biosurveillance, Santé, Nutrition, Environnement

Origine : programme national de biosurveillance (Santé publique France, financements interministériels - suite de ESTEBAN)

Molécules suivies : élargissement par rapport à ESTEBAN

Calendrier, antériorité : à compter de 2024, préparation en cours ; premiers résultats attendus pour 2028

Échantillonnage / représentativité : 1000 adultes et 1000 enfants tous les deux ans, pour obtenir au fur et à mesure représentativité nationale et représentativités régionales

**Annexe 2 : Teneurs maximales pour les PFAS dans les denrées alimentaires
(annexe 1 du règlement n°2023/915 sur les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires)**

4.2	Substances perfluoroalkylées	Teneur maximale (µg/kg de poids à l'état frais)					Remarques
		PFOS	PFOA	PFNA	PFHxS	Somme du PFOS, du PFOA, du PFNA et du PFHxS	
							La teneur maximale s'applique au poids à l'état frais. PFOS: sulfonate de perfluorooctane PFOA: acide perfluorooctanoïque PFNA: acide perfluoroenanoïque PFHxS: sulfonate de perfluorohexane Pour le PFOS, le PFOA, le PFNA, le PFHxS et leur somme, la teneur maximale se rapporte à la somme des stéréo-isomères linéaires et ramifiés, qu'ils soient ou non séparés par chromatographie. Pour la somme du PFOS, du PFOA, du PFNA et du PFHxS, les teneurs maximales se rapportent aux concentrations inférieures, que l'on calcule en supposant que toutes les valeurs inférieures à la limite de quantification sont égales à zéro.
4.2.1	Viandes et abats comestibles (?)						
4.2.1.1	Viandes de bovins, de porcins et de volailles	0,30	0,80	0,20	0,20	1,3	
4.2.1.2	Viandes d'ovins	1,0	0,20	0,20	0,20	1,6	
4.2.1.3	Abats de bovins, d'ovins, de porcins et de volailles	6,0	0,70	0,40	0,50	8,0	
4.2.1.4	Viandes de gibier, à l'exclusion des viandes d'ours	5,0	3,5	1,5	0,60	9,0	
4.2.1.5	Abats de gibier, à l'exclusion des abats d'ours	50	25	45	3,0	50	
4.2.2	Produits de la pêche (?) et mollusques bivalves (?)						Dans le cas des denrées alimentaires séchées, diluées, transformées et/ou composées, l'article 3, paragraphes 1 et 2, s'applique.
4.2.2.1	Chair de poisson						Dans le cas des poissons destinés à être consommés en entier, la teneur maximale s'applique au poisson entier.
4.2.2.1.1	Chair musculaire de poisson, à l'exclusion des produits énumérés aux points 4.2.2.1.2 et 4.2.2.1.3 Chair musculaire des poissons énumérés aux points 4.2.2.1.2 et 4.2.2.1.3, si elle est destinée à la fabrication de denrées alimentaires pour nourrissons et enfants en bas âge	2,0	0,20	0,50	0,20	2,0	

5.5.2023

FR

Journal officiel de l'Union européenne

L 119/145

4.2.2.1.2	Chez musculaire des poissons suivants, si elle n'est pas destinée à la fabrication de denrées alimentaires pour nourrissons et enfants en bas âge: hareng de la Baltique (Clupea harengus membras) bonite (espèces du genre Sarda) palomette (espèce du genre Orthopristis) lotte (Lota lota) sprat (Sprattus sprattus) flet (Platichthys flesus et <i>Glyptocephalus cynoglossus</i>) mailet cabot (Magil cephalus) chinchard (Iachthys trachurus) brochet (espèces du genre Esox) pla (espèces des genres Pleuronectes et Lepidopsetta) sardine et pilchard (espèces du genre Sardina) bar commun (espèces du genre Dicentrarchus) poisson-chat de mer (espèces des genres Sillago et <i>Pangasius</i>) lambrequin maritime (Pterygopagrus marinus) tanche (Tinca tinca) corégone blanc (<i>Coryphaena albula</i> et <i>Coryphaena vandepolli</i>) silverly lightfish (<i>Phosichthys argenteus</i>) saumon sauvage et truite sauvage (espèces sauvages des genres <i>Salmo</i> et <i>Oncorhynchus</i>) poisson-loup (espèces du genre <i>Anarhichas</i>)	7,0	1,0	2,5	0,20	8,0	
-----------	--	-----	-----	-----	------	-----	--

L 119/146

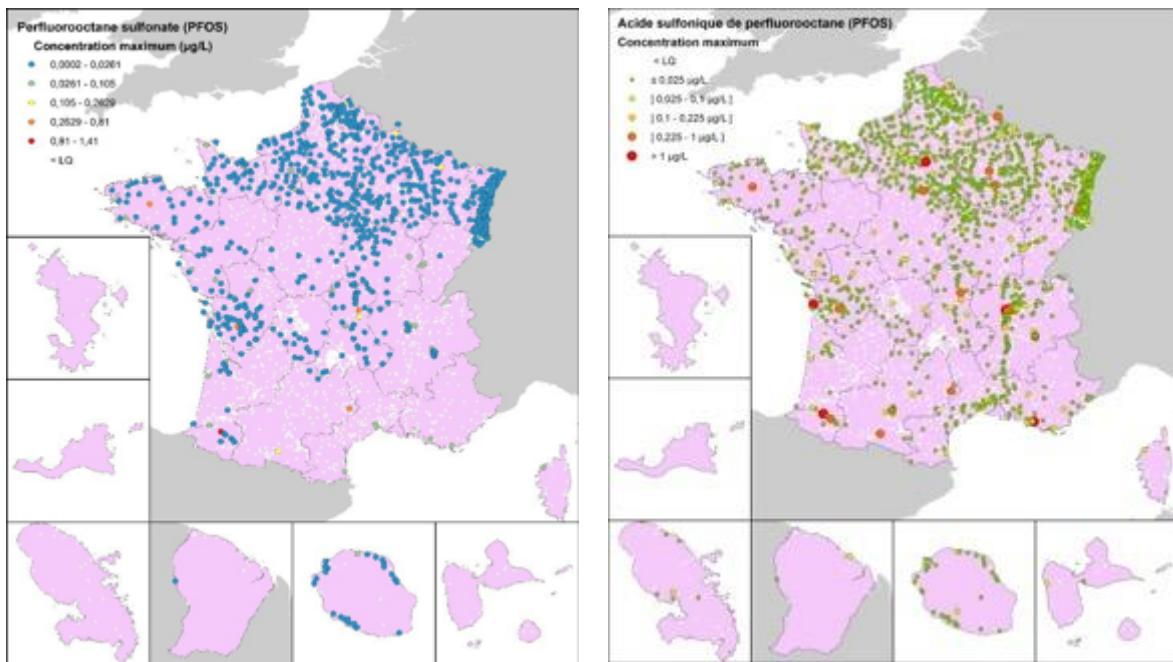
FR

Journal officiel de l'Union européenne

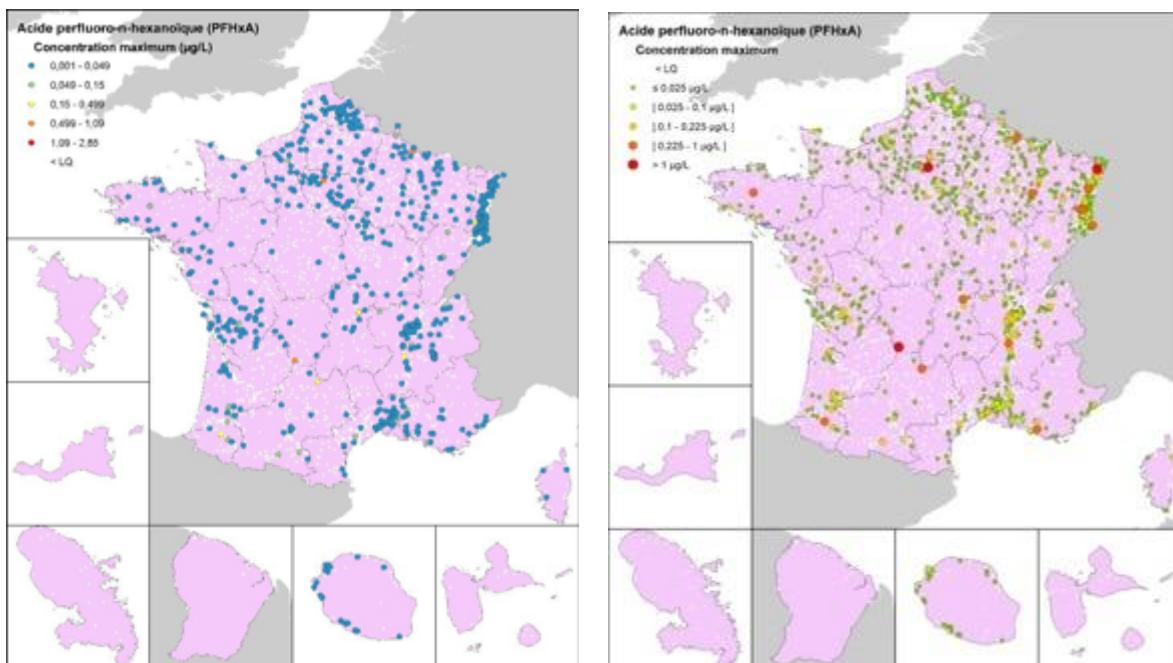
5.5.2023

4.2.2.1.3	Chair musculaire des poissons suivants, si elle n'est pas destinée à la fabrication de denrées alimentaires pour nourrissons et enfants en bas âge: anchois (espèces du genre <i>Engraulis</i>) barbeau (<i>Barbus barbus</i>) brème (espèces du genre <i>Abramis</i>) omble (espèces du genre <i>Sarotherodon</i>) anguille (espèces du genre <i>Anguilla</i>) sandre (espèces du genre <i>Sander</i>) perche (<i>Percus fluviatilis</i>) gardon (<i>Rutilus rutilus</i>) éperlan (espèces du genre <i>Omerus</i>) corigone (espèces du genre <i>Corvulæ</i> autres que celles énumérées au point 4.2.2.1.2)	35	8,0	8,0	1,5	45	
4.2.2.2	Crustacés et mollusques bivalves	3,0	0,70	1,0	1,5	5,0	Dans le cas des crustacés, la teneur maximale s'applique à la chair musculaire des appendices et de l'abdomen, ce qui signifie que le céphalothorax des crustacés est exclu. Dans le cas des crabes et des crustacés de type crabe (<i>Brachyura</i> et <i>Anomura</i>), la teneur maximale s'applique à la chair musculaire des appendices. Dans le cas des coquilles Saint-Jacques (<i>Pecten maximus</i>), la teneur maximale s'applique seulement au muscle adducteur et à la gonade. Dans le cas des crustacés en conserve, la teneur maximale s'applique à la totalité du contenu de la conserve. En ce qui concerne la teneur maximale pour l'ensemble du produit composé, l'article 3, paragraphe 1, point c), et l'article 3, paragraphe 2, s'appliquent.
4.2.3	Œufs	1,0	0,30	0,70	0,30	1,7	

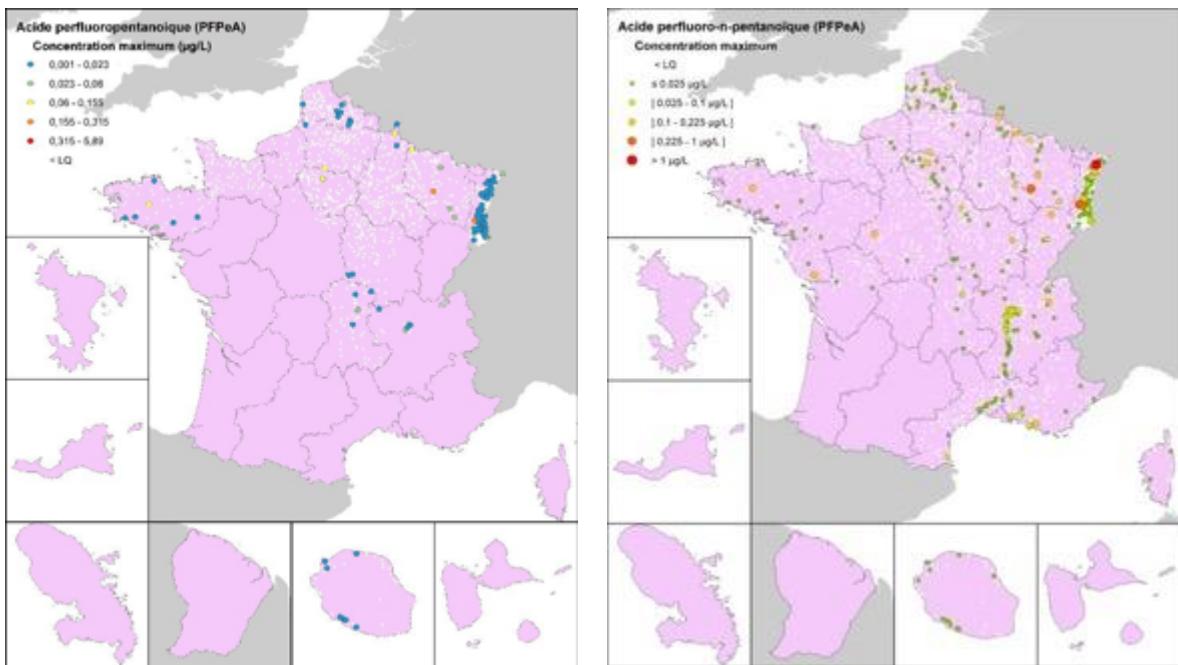
Annexe 3 : Cartes présentant la contamination des nappes françaises aux PFOS, PFHxA et PFPeA



Cartes A.3.1 : Concentrations maximales de PFOS observées dans les nappes - Source BRGM : Chrystelle Auterives, Laurence Gourcy ; avril 2022 (cartes établies pour le rapport IGEDD, "Analyse des risques de présence de PFAS dans l'environnement", décembre 2022) et mi-octobre 2023



Cartes A.3.2 : Concentrations maximales de PFHxA observées dans les nappes - Source BRGM : Chrystelle Auterives, Laurence Gourcy ; avril 2022 (cartes établies pour le rapport IGEDD, "Analyse des risques de présence de PFAS dans l'environnement", décembre 2022) et mi-octobre 2023



Cartes A.3.3 : Concentrations maximales de PFPeA observées dans les nappes - Source BRGM : Chrystelle Auterives, Laurence Gourcy ; avril 2022 (cartes établies pour le rapport IGEDD, "Analyse des risques de présence de PFAS dans l'environnement", décembre 2022) et mi-octobre 2023

Annexe 4 : Tableau des principaux PFCA et PFSA

PFAS	Nom complet	Nombre d'atome de carbone
Perfluoroalkylés acides carboxyliques (PFCA)		
PFBA	Acide perfluorobutanoïque	4 (courte)
PPPeA	Acide perfluoropentanoïque	5 (courte)
PFHxA	Acide perfluorohexanoïque	6 (courte)
PFHpA	Acide perfluoroheptanoïque	7 (courte)
PFOA*	Acide perfluorooctanoïque	8 (longue)
PFNA*	Acide perfluorononanoïque	9 (longue)
PFDA	Acide perfluorodécanoïque	10 (longue)
PFUnA/PFUnDA	Acide perfluoroundécanoïque	11 (longue)
PFDoDA	Acide perfluorododécanoïque	12 (longue)
PFTrDA	Acide perfluorotridécanoïque	13 (longue)
PFTeDA	Acide perfluorotétracanoïque	14 (longue)
Perfluoroalkylés acides sulfoniques (PFSA)		
PFBS	Sulfonate de perfluorobutane	4 (courte)
PPPeS	Sulfonate de perfluorohexane	5 (courte)
PFHxS	Sulfonate de perfluorohexane	6 (longue)
PFHpS	Sulfonate de perfluoroheptane	7 (longue)
PFOS	Sulfonate de perfluorooctane	8 (longue)
PFNS	Acide perfluorononane sulfonique	9 (longue)
PFDS	Sulfonate de perfluorodécane	10 (longue)
PFUnS/PFUnDS	Acide perfluoroundécane sulfonique	11 (longue)
PFDoDS	Acide perfluorododécane sulfonique	12 (longue)
PFTrDS	Acide perfluorotridécane sulfonique	13 (longue)
PFTeDS	perfluorotetradecane sulfonate	14 (longue)

*Le PFOA et le PFNA sont les principaux représentants des PFCA.

*Le PFOS est le principal représentant des PFSA.

Bibliographie

Agence européenne des produits chimiques, "Restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFAS", 2023

Agence Européenne de l'environnement (EEA), « Effets des PFAS sur la santé humaine », 2021

Agence Régionale de Santé Auvergne Rhône Alpes, « PFAS: focus sur la situation au sud de Lyon », 2023.

Amendements du Parlement européen, adoptés le 12 septembre 2023, à la proposition de directive du Parlement européen et du Conseil modifiant la directive 2000/60/CE établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, la directive 2006/118/CE sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration, et la directive 2008/105/CE établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau (COM(2022)0540 – C9-0361/2022 – 2022/0344(COD)), https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0302_FR.html

ANSES, "Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'évaluation des risques sanitaires d'alkyls per- et polyfluorés dans les eaux destinées à la consommation humaine", 21 décembre 2017 <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2015SA0105.pdf>

ANSES, « Le partenariat européen pour l'évaluation des risques liés aux substances chimiques (PARC) », 7 juin 2023

Arp, Hans Peter H. (2022, May 18). Towards reducing pollution of PMT/vPvM substances to protect water resources. SETAC Europe 32nd Annual Meeting (SETACCopenhagen), Copenhagen, Denmark. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6566861> <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsestwater.0c00141>

Arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des ICPE soumises à autorisation.

Arrêté du 17 octobre 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R.212-22 du code de l'environnement.

Arrêté n°DDPP-DREAL 2022-132 imposant des prescriptions complémentaires à la société Daikin Chemical France pour l'installation exploitée chemin de la volta à Pierre-Bénite.

Arrêté n°DDPP-DREAL 2022-133 imposant des prescriptions complémentaires à la société ARKEMA France pour l'installation exploitée rue Henri Moissan à Pierre-Bénite.

Arrêté n° DDPP-DREAL 2022-234 imposant des prescriptions complémentaires à la société ARKEMA FRANCE pour l'installation exploitée rue Henri Moissan à Pierre-Bénite.

Arrêté n° DDPP-DREAL 2023-120 imposant des prescriptions complémentaires à la société ARKEMA France pour l'installation exploitée rue Henri Moissan à Pierre-Bénite, Arrêté préfectoral n° DDPP 2023-140 imposant des prescriptions complémentaires à la société Daikin Chemical france pour l'installation exploitée chemin de la volta à Pierre-Bénite.

Ashmi Sharma, Shreyas Shelke, Mohammad Bagheri Kashani, Gregory Morose, Christopher Christuk, Ramaswamy Nagarajan, « Safer and effective alternatives to perfluoroalkyl-based surfactants in etching solutions for the semiconductor industry » Journal of Cleaner Production, Volume 415, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137879>.

Association nationale pour la protection contre l'incendie et le vol, « quels sont les PFAS: les substances per- et polyfluoroalkylées », avril 2023

Banque ADES – BRGM : Chrystelle Auterives, Laurence Gourcy

Blum A, Balan SA, Scheringer M, Trier X, Goldenman G, Cousins IT, Diamond M, Fletcher T, Higgins C, Lindeman AE, Peaslee G, de Voogt P, Wang Z, Weber R. The Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs). Environ Health Perspect. 2015 May;123(5):A107-11. doi: 10.1289/ehp.1509934. PMID: 25932614; PMCID: PMC4421777.

Boudot Martin, « Vert de Rage : polluants éternels », France Télévisions, mai 2022

Buck et al 2011. Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances in the Environment: Terminology, Classification, and Origins. Integrated Environmental Assessment and Management. v7, (4), pp. 513–541.

CIRC, "Les Monographies du CIRC évaluent les effets cancérogènes de l'acide perfluorooctanoïques (PFOA) et de l'acide perfluorooctanesulfonique (PFOS)", 1 er décembre 2023

CHEMSEC, International Chemical Secretariat, "Check your Tech - A guide to PFAS in electronics", https://chemsec.org/app/uploads/2023/04/Check-your-Tech_230420.pdf.

Commission européenne, COM (2020) 667 final, "Communication de la commission au parlement européen, au conseil, au comité économique et social européen et au comité des régions : Stratégie pour la durabilité dans le domaine des produits chimiques - Vers un environnement exempt de substances toxiques".

Contribution de l'ECHA

Contribution de Eureau

Contribution de Suez

Contribution de l'Institut Eco-Citoyen de Fos-sur-Mer.

Contribution écrite d'Arkema.

Contribution écrite de l'Agence Nationale de la Recherche

Contribution écrite de l'Ambassade de France en Suède

Contribution écrite de l'ARS Auvergne Rhône Alpes

Contribution écrite de l'EFSA.

Contribution écrite de l'Union des Industries textiles

Contribution écrite de l'UPDS

Contribution écrite de Générations Futures

Contribution écrite de Honeywell

Contribution écrite de la DGCCRF

Contribution écrite de la DGE

Contribution écrite de la Direction générale de l'environnement de la Commission européenne.

Contribution écrite de la DREAL Auvergne Rhône Alpes

Contribution écrite de la Fédération de pêche du Rhône.

Contribution écrite de Phyteis

Contribution écrite de Santé Publique France.

Contribution écrite de Veolia

Contribution écrite de Zeiss

Contribution écrite du COFRAC

Contribution écrite du LEEM

Contribution écrite du groupe SEB.

Contribution écrite de Notre Affaire à tous

Dagorn Gary, Aubert Raphaëlle , Horel Stéphane, Martinon Luc , Steffen Thomas, « Forever Pollution: Explore the map of Europe's PFAS contamination », Le Monde, Février 2023

Décret n° 2021-321 du 25 mars 2021 relatif à la traçabilité des déchets, des terres excavées et des sédiments

Directive (UE) 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, modifiée par la Directive 2013/39/CE relative aux substances prioritaires pour la politique dans le domaine de l'eau.

Directive (UE) 2004/12/CE du Parlement européen et du conseil du 11 février 2004 modifiant la directive 94/62/CE relative aux emballages et aux déchets d'emballages

Directive européenne (UE) 2010/75/UE du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution), dite Directive IED.

Directive n° 2013/39/UE du 12/08/13 modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE en ce qui concerne les substances prioritaires pour la politique dans le domaine de l'eau.

Directive européenne (UE) 2020/2184 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine du 16 décembre 2020

DREAL Auvergne Rhône-Alpes, « PFAS : Publication de premiers résultats régionaux sur les rejets industriels », novembre 2023.

Ebinezzer LB, Battisti I, Sharma N, Ravazzolo L, Ravi L, Trentin AR, Barion G, Panizzo A, Dall'Acqua S, Vamerali T, Quaggiotti S, Arrigoni G, Masi A. Perfluorinated alkyl substances affect the growth, physiology and root proteome of hydroponically grown maize plants. J Hazard Mater. 2022 Sep 15;438:129512. doi: 10.1016/j.jhazmat.2022.129512. Epub 2022 Jul 2. PMID: 35999737.

Ecetoc, plateforme de collaboration scientifique, <https://www.ecetoc.org/>

ECHA "Opinion on an Annex XV dossier proposing restrictions on Perfluorooctanoic acid (PFOA), its salts and PFOA-related substances", 2014

ECHA, « Restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFASs », 2023

ECHA, « Webinar : consultation on restriction proposal for per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in firefighting foams », 5 avril 2022

EFPIA, « Evidence shows more than 600 essential medicines at risk, and manufacturing in Europe will "grind to a halt" if wide-ranging chemical ban is implemented », septembre 2023

EFSA, « Avis de l'EFSA sur deux polluants environnementaux (PFOS et PFOA) présents dans l'alimentation », 2008.

EFSA, "Risk to human health related to the presence of perfloroalkyl substances in food", juillet 2020

EFSA, « PFAS dans les aliments: l'EFSA évalue les risques et définit un apport tolérable », 2020.

Environmental Science and Technology, "A never ending story of Per and polyfluoroalkyl substances (PFASs)", volume 51, Issue 5, 2017.

Environmental Science & Technology, « Are fluoropolymers really of Low concern for Human and Environmental Health and Separate from Other PFAS ? », 2020

Environmental Science and Technology, "Increasing Accumulation of Perfluorocarboxylate Contaminants revealed in an Antarctic Firn Core (1958-2017), Volume 56 Issue 16, 2022

European Environmental Bureau, « Policy Briefing: Toxic Tide rising : time to tackle PFAS - National approaches to address PFAS in drinking water across Europe », 2023

Fiche de données de sécurité selon le Règlement REACH -Acide perfluorooctanique, sel de sodium ROTI®Star Étalon de PFAS, mars 2023.

Fraunhofer Institute for Applied Polymer Research IAP, « Novel Anion-conducting membranes for electrolysis », 20 juillet 2023.

Gasperi, J.; Le Roux, J.; Deshayes, S.; Ayrault, S.; Bordier, L.; Boudahmane, L.; Budzinski, H.; Caupos, E.; Caubrière, N.; Flanagan, K.; et al. Micropollutants in Urban Runoff from Traffic Areas: Target and Non-Target Screening on Four Contrasted Sites. Water 2022, 14, 394. <https://doi.org/10.3390/w14030394>

Générations futures, "Des polluants éternels dans les vêtements", Décembre 2023

Générations Futures, « Pesticides PFAS : Révélations », 2023

HBM4EU, « Policy Brief, European Human Biomonitoring Initiative », juin 2022

Horel Stéphane, " Polluants éternels" : définir les valeurs limites dans l'eau, un enjeu majeur pour la santé des européens", Le Monde, 23 février 2023 https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2023/02/23/polluants-ternnels-definir-les-valeurs-limites-dans-l-eau-un-enjeu-majeur-pour-la-sante-des-europeens_6162938_4355770.html

IGEDD, "Analyse des risques de présence de PFAS dans l'environnement", décembre 2022.

INCI Beauty, « Les PFAS, des substances bientôt fortement restreintes en Europe », janvier 2023

Institut National de Santé Publique au Québec (INSPQ), « Effects potentiels des PFAS sur la Santé, Fiche techniques », 2023

Journal Officiel de l'Union européenne, « Agence européenne des produits chimiques (ECHA) - Comment l'Union européenne réglementaire les produits chimiques ».

Kaizen Avocat, « Polluants éternels : 7 points clés pour tout savoir sur les perfluorés (PFAS) », 2023.

Liu et Mejia Avendaño, "Microbial degradation of polyfluoroalkyl chemicals in the environment : a review", 2013, DOI: [10.1016/j.envint.2013.08.022](https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.08.022)

Lyon capital, « Polluants éternels : un référentiel environnemental contre ARKEMA rejeté », 21 novembre 2023.

Macorps, "Présence et transfert des substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) historiques et émergentes dans les écosystèmes aquatiques", 2023

Maria Jesus Duenas Mas, Ana Ballesteros Gomez, Jacob de Boer, "Determination os several PFAS groups in food packaging material from fast-food restaurants in France", Chemosphere, 2023, DOI: [10.1016/j.chemosphere.2023.139734](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139734)

Métropole de Lyon, « Présence de substances perfluorés au sud de Lyon », mise à jour le 12 décembre 2023.

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, « Plan d'action ministériel sur les PFAS », janvier 2023.

Ministère de la Transition écologique et solidaire, « Maîtriser les risques chimiques dans votre entreprise ».

Munoz G., « Ecodynamique des composés poly et perfluoroalkylés dans les écosystèmes aquatiques », Université de Bordeaux, 2015.

Ordonnance n° 2022-1611 du 22 décembre 2022 relative à l'accès et à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

Organisation de coopération et de développement économique (OCDE), « Reconciling Terminology of the Universe of Per- and Polyfluoroalkyl substances:Recommendations and Practical Guidance », Juillet 2021.

OCDE, « OECD / UNEP Global PFC Group Synthesis paper on per- and polyfluorinated chemicals (PFCS) », 2013

OCDE, "Portal on Per and Poly fluorinated Chemicals - People's Republic of China",

OCDE, "Synthesis Report on Understanding Side-Chain Fluorinated Polymers and Their Life Cycle", 2022

OCDE, « Working towards a global emission inventory of PFAS : focus on PFCAs status quo and the way forward », 2015.

OIV , "Recueil international des méthodes d'analyses - Estimation de la limite de détection et de quantification", 2020 <https://www.oiv.int/public/medias/2750/oiv-ma-as1-10fr.pdf>

Prevedouros et al. (2006). Prevedouros, K., Cousins, I.T., Buck, R.C. and Korzeniowski, S.H. (2006) Sources, Fate and

Transport of Perfluorocarboxylates. Environmental Science & Technology 40(1), 32-44

Proposition de révision par la Commission européenne de la directive 94/64/CE du 20 décembre 1994 relative aux emballages et aux déchets d'emballages.

Recommandation 2022/1431 de la commission du 24 août 2022 relative à la surveillance des substances perfluoroalkylées dans les denrées alimentaires.

Règlement 1107/2009 du 21/10/09 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil.

Règlement 1223/2009 du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques (substances n° 1493, 1550, 1561, 1636, 1705 de l'annexe II du règlement (CE) n°1223/2009 relatif aux produits cosmétiques).

Règlement (CE) 1272/2008 du parlement européen et du conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges.

Règlement 1907/2006 du 18 décembre 2006, concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques ainsi que les restrictions applicables à ces substances.

Règlement (UE) 2019/1021 du 20 juin 2019 concernant les polluants organiques persistants (refonte du règlement (CE) 850/2004 du 29 avril 2004 concernant les polluants organiques persistants).

Règlement d'exécution 2022/1428 de la commission du 24 août 2022 portant fixation des méthodes de prélèvement et d'analyse d'échantillons à utiliser pour le contrôle des teneurs en substances perfluoroalkylées dans certaines denrées alimentaires.

Règlement délégué 2020/784 de la commission du 8 avril 2020 modifiant l'annexe 1 du règlement (UE) 2019/1021 du parlement européen et du conseil aux fins d'y inscrire le PFOA, ses sels et les composés apparentés au PFOA.

Règlement (UE) 2022/2388 du 7 décembre 2022 puis règlement n°2023/915 sur les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires, du 25 avril 2023.

Règlement (UE) 757/2010 de la commission du 24 août 2010 modifiant les annexes 1 et 3 du règlement 850/2004 du parlement européen et du conseil concernant les polluants organiques persistants.

Règlement délégué (UE) du 8 avril 2020.

Règlement délégué (UE) du 8 août 2023.

Règlement du 13 juin 2017 (n°2017-1000).

Règlement du 19 décembre 2022 modifiant le règlement CLP de 2008 (n°1272/2008, classification, étiquetage et emballage des substances et des mélanges)

Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), establishing a European Chemicals Agency, amending Directive 1999/45/EC and repealing Council Regulation (EEC) No 793/93 and Commission Regulation (EC) No 1488/94 as well as Council Directive 76/769/EEC and Commission Directives 91/155/EEC, 93/67/EEC, 93/105/EC and 2000/21/EC.

Ruyle, B.J., Thackray, C.P., Butt C.M., LeBlanc, D.R., Tokranov, A.K., Vecitis, C.D., & Sunderland, E.M. « Centurial Persistence of Forever Chemicals at Military Fire Training Sites », Environ. Sci. Technol., 57, 8096-8106, 2023

Sarah Berns, Théo Ciccia, Ludovic Faravel, Dr. Ophélia Gestin et Léa Tison, « exemple de PFAS à chaîne carbonée longue PFOA », juillet 2023 .

Sarah Berns, Théo Ciccia, Ludovic Faravel, Dr. Ophélia Gestin et Léa Tison, « exemple de PFAS à chaîne carbonée longue PFOS », juillet 2023 .

Santé Canada, "Objectif pour la qualité de l'eau potable au Canada", 12 avril 2023

Santé Canada, « Rapport sur l'état des substances perfluoroalkyliques et polyfluoroalkyliques (SPFA), ébauche de rapport mis en consultation », mai 2023

Santé Publique France, "Etude ESTEBAN", 2014 -2021

Société francophone de Santé et environnement, "PFAS per et poly fluoro alkyls substances - fiches pratiques", Novembre 2023

SUEZ, "Suez et PFAS Soil remediation : retour d'expérience sur le traitement des PFAS B-Device Suez", 2021

Straková, J., Broschá, S., Brabcová, K. et al., 2023. Toxics in our Clothing: Forever Chemicals in Jackets and Clothing from 13 Countries, 48 p.

Techtera, "Deperfex II", <https://www.techtera.org/projet/deperfex-ii/>.

The Forever Pollution Project, « Journalist Tracking PFAS across Europe », 2023

The United Nations Environment Programme (UNEP), « About the United Nations Environment Programme », 2023.

Trait d'union, Le journal municipal de Pierre-Bénite « Pollution aux PFAS, La municipalité de Pierre-Bénite plus que jamais mobilisée », #44, juin-juillet 2022.

Tribune de Lyon, « Perfluorés : Plainte collective de 34 communes du Rhône », 31 octobre 2023.

VALGO, « IPANEMA - PFAS Recherche collaborative », 2022

United Nations Treaty, « Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants », 2022

UPDS, "UPDS Mag - Dossier: les polluants émergents, le PFAS-D une future technologie de traitement des eaux innovante", juin 2021

