



*Document d'information des médecins et professionnels de la santé sur les effets sanitaires des **PFAS**, les marqueurs utilisés pour les analyses sanguines et les modalités de prise en charge médicale.*

Ce document s'inscrit dans le contexte du biomonitoring relatif aux PFAS dans les communes où les citoyens ont pu être surexposés (Projet BMH-PFAS)

Informations complètes sur le projet : <http://environnement.sante.wallonie.be/pfas>

Contact : biomonitoring@ISSeP.be ou 04/229.83.83

Nous souhaitons attirer l'attention des professionnels de la santé sur la vigilance qu'il convient d'appliquer quant à l'utilisation des informations qui se trouvent dans ce document. En effet, nous vous conseillons de ne pas distribuer ce document à votre patientèle, car il contient des informations dont certaines méritent d'être lues avec discernement.

L'Institut Scientifique de Service Public (ISSeP), en collaboration avec le Service Public Wallon (SPW), a mené une étude scientifique de biomonitoring BMH-PFAS, à la demande du Gouvernement wallon.

Son but est de mesurer l'exposition de la population vivant à proximité des zones présentant des teneurs élevées de PFAS dans l'eau de distribution et/ou l'environnement.

Cette étude a pour objectif de définir si les habitants des zones étudiées ont été plus exposés aux PFAS que la population générale wallonne, de déterminer le risque sanitaire encouru et, si nécessaire, de donner des recommandations pour réduire l'exposition et assurer un suivi médical.

Description

Les PFAS forment un groupe hétérogène de chaînes de carbone aliphatiques entièrement (per-) ou partiellement (poly-) fluorées, reliées à différents groupes fonctionnels. Les PFAS englobent une grande variété de molécules ayant des propriétés physiques et chimiques et des poids moléculaires différents, avec des groupements perfluoroalkyles comme caractéristique structurelle commune. Cette famille comprendrait 5000 à 10000 composés différents.

Sources d'exposition

Ces substances sont synthétisées depuis les années 1950 pour leurs propriétés hydro-oléofuges et sont utilisées dans les surfaces antiadhésives pour les ustensiles et batteries de cuisine, les emballages alimentaires, le traitement antitaches pour les tapis et tissus, les vêtements imperméables et excipients de certaines crèmes avec pour rôle d'être agent tensioactif, mouillant, émulsifiant ou dispersant (ATSDR, 2018 ; Kissa, 2001 ; Lindstrom et al., 2011). Les PFAS sont utilisés dans un grand nombre de secteurs industriels comme l'industrie des semi-conducteurs et des composants électroniques, l'aérospatiale et l'aviation, l'industrie du textile et du cuir, les matériaux de construction, mais aussi l'industrie automobile qui fait partie des principaux utilisateurs de PFAS entre autres pour la carrosserie (utilisés pour la durabilité de la peinture et l'allègement du véhicule), les liquides de lave-glace et de refroidissement, les composants du moteur ou de la direction, les plaquettes de freins, les composants électroniques, etc. (Buslon et al., 2023 ; Glüge et al., 2020).

Ils ont été également utilisés de manière intensive dans des mousses d'extinction d'incendie (entre autres pour des exercices dans les centres d'entraînement des pompiers et des militaires et les aéroports), ce qui explique en bonne partie leur dispersion partout dans l'environnement.

D'autre part, la plupart des gros problèmes de pollutions par les PFAS sont dus à des rejets industriels (dans l'air et/ou dans l'eau) mal gérés par des entreprises fabriquant ou utilisant des PFAS (voir par exemple 3M à Anvers).

Les PFAS sont très persistants et très mobiles dans l'environnement. Ils sont donc omniprésents dans l'environnement (air, sol, eau) et contaminent les êtres vivants dont l'Homme (HBM4EU, 2019).

Pour la population générale, la principale source d'exposition à ces substances est l'alimentation. En effet, les PFAS peuvent s'accumuler dans les aliments, en particulier les produits de la mer, les œufs et les viandes mais peuvent être également retrouvés dans les eaux destinées à la consommation humaine. Du fait de leur volatilité et mobilité dans l'environnement, l'exposition des PFAS peut également se faire via l'inhalation de poussières. Enfin, la voie cutanée représente la dernière source de contamination possible, lors de contact direct avec des produits de consommation contenant ces composés.

Les usages du PFOS, du PFOA, du PFHxS ont été réduits à la suite de leur classification en tant que polluant organique persistant (POP) selon la Convention de Stockholm, respectivement en 2009, 2020 et 2022. En effet, leur liaison carbone-fluor est l'une des plus fortes en chimie organique, leur conférant une grande stabilité. Lorsqu'ils se retrouvent dans l'environnement, les PFAS sont extrêmement persistants, capables d'être transportés sur de longues distances et de se bioaccumuler dans les êtres vivants. Une fois qu'ils ont pénétré dans l'organisme par ingestion, inhalation ou contact dermique, les PFAS se lient aux protéines du sang. Comme ils sont peu métabolisés, ils s'accumulent dans l'organisme à des niveaux variables selon le composé et sa demi-vie (qui est généralement de plusieurs années). Leur dosage dans le sang reflète une exposition à long terme.



Effets sur la santé

Des lacunes persistent dans les connaissances des effets des PFAS sur la santé humaine, notamment du fait de la grande diversité de molécules incluses dans ce groupe et de la difficulté d'obtenir des données solides chez l'être humain. Néanmoins, un certain nombre de propriétés toxiques des PFAS sont aujourd'hui bien documentées. Le Centre international de Recherche sur le Cancer (IARC, International Agency for Research on Cancer) classe le PFOA comme « cancérogène » (Groupe 1) et le PFOS comme « cancérogène possible » (Groupe 2B) (Zahm et al., 2024), on observe en effet une augmentation de l'incidence des cancers du rein et des testicules chez les personnes exposées au PFOA (Benbrahim-Talla et al., 2014). L'impact des PFAS sur le système immunitaire est également bien démontré avec plusieurs études indiquant une diminution de la réponse immunitaire après exposition à certains composés perfluorés. Les données scientifiques suggèrent fortement que les PFAS ont un effet délétère sur les taux de cholestérol et le fonctionnement normal du foie et de la thyroïde. Enfin, au niveau de la grossesse, une réduction modeste du poids à la naissance est associée à l'exposition aux PFOS et PFOA (ATSDR, 2021 ; Fenton et al., 2021).

Valeurs de référence santé

Les valeurs de référence santé (VRS) permettent d'apprécier le risque sanitaire associé à une exposition. Elles sont déterminées par des groupes d'experts à partir des résultats d'études épidémiologiques et/ou toxicologiques. Elles sont fondées sur les informations scientifiques disponibles au moment de leur élaboration et peuvent donc être revues en fonction de l'évolution des connaissances scientifiques. Il existe différents types de VRS et selon leur provenance, elles n'ont pas exactement la même signification.

En l'état actuel des connaissances scientifiques, il est difficile d'associer un taux sérique de PFAS avec un risque pour la santé pour l'Homme et c'est d'autant plus vrai pour les composés qui ne sont pas aussi bien étudiés que les PFOA et PFOS. Néanmoins, quelques institutions proposent tout de même des niveaux dans le sérum de certains PFAS qui pourraient être associés à un risque accru ou à une absence de risque pour la santé. L'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (EFSA), la Commission allemande de biosurveillance humaine (HBM) et la *National Academies of Sciences* (NAS) aux USA ont ainsi proposé des valeurs-guides sanitaires :

	EFSA	HBM	NAS
PFOA <i>(avant classement IARC groupe 1)</i>		HBM1 = 2 µg/L HBM2 = 10 µg/L ou 5 si F de 12 à 49 ans	
PFOS		HBM1 = 5 µg/L HBM2 = 20 µg/L ou 10 si F de 12 à 49 ans	
PFOA + PFOS + PFHxS + PFNA	6,9 µg/L		
PFOA* + PFOS* + PFHxS + PFDA + PFUnDA + MeFOSAA + PFNA (* linéaires et branchés)			< 2 µg/L 2-20 µg/L > 20 µg/L

Suite à un examen rigoureux de la littérature scientifique et des valeurs-guides recommandées par plusieurs instances internationales, les experts du Conseil Scientifique Indépendant PFASⁱ proposent d'utiliser les valeurs de référence définies par les *National Academies of Sciences* (NAS) (NASEM, 2022), complétées par les valeurs HBM I pour le PFOS et le PFOA définies par la Commission Nationale de Biomonitoring allemande :

VRS proposées par le Conseil Scientifique Indépendant PFAS	
Somme PFAS NAS = PFOA* + PFOS* + PFHxS + PFDA + PFUnDA + MeFOSAA + PFNA (* linéaires et branchés)	2 µg/L et 20 µg/L
PFOA	2 µg/L
PFOS	5 µg/L

Ces valeurs-seuils santé sélectionnées sont précautionneuses et incitent à tenir compte de tous les risques sanitaires connus à ce jour, qui pourraient provenir d'une surexposition aux PFAS.

Deux valeurs-seuils ont été définies par les NAS pour une somme de 7 PFAS, à savoir l'addition des concentrations en PFOA (linéaires et ramifiés), PFOS (linéaires et ramifiés), PFHxS, PFNA, PFDA, PFUnDA, MeFOSAA. Cet indicateur est nommé, ici : Somme PFAS NAS.

Le MeFOSAA n'a pas été dosé dans cette étude, c'est donc la somme des concentrations de 6 PFAS (PFOA + PFOS + PFHxS + PFNA + PFDA + PFUnDA) qui a été comparée aux 2 valeurs-seuils pour la somme PFAS NAS.

Sous 2 µg/L, il n'y pas d'effet néfaste attendu suite à l'exposition aux PFAS. Il existe un risque d'effets indésirables, entre 2 et 20 µg/L, en particulier chez les populations sensibles, et un risque accru d'effets indésirables au-delà de 20 µg/L.

ⁱ Le Conseil Scientifique Indépendant PFAS, mis en place, en novembre 2023, par le Gouvernement wallon, a pour mission de conseiller le Gouvernement et d'examiner les conséquences des PFAS sur la santé et l'environnement.

Les valeurs HBM (Human Biomonitoring values) sont dérivées au départ de données épidémiologiques ou toxicologiques selon des méthodes scientifiques clairement décrites et sont actualisées régulièrement en fonction de l'évolution des connaissances. Les valeurs HBM sont établies pour la population générale, pour une exposition vie entière à la concentration correspondante ou pour des groupes de population ou des périodes de vie (femmes en âge de procréer, enfants, ados, etc.).

Il existe deux niveaux de valeurs HBM : les valeurs HBM I et les valeurs HBM II. Elles peuvent être utilisées pour interpréter des données individuelles et déterminent le besoin d'action. Elles sont définies de la manière suivante (Apel et al, 2017) :

- HBM I : concentration d'une substance dans une matrice biologique à laquelle et en dessous de laquelle, compte tenu des connaissances actuelles, il n'y a pas de risque d'effets néfastes sur la santé et par conséquent pas de nécessité d'action ;
- HBM II : concentration d'une substance dans une matrice biologique à laquelle et au-dessus de laquelle des effets néfastes sont possible. Des conseils pour réduire l'exposition sont nécessaires ainsi qu'un avis médical.

Pour les niveaux de concentration situés entre les valeurs HBM I et HBM II, les effets néfastes ne peuvent être exclus avec suffisamment de certitude. La valeur HBM-I est considérée comme une valeur de vérification (contrôle) et la valeur HBM-II comme un niveau d'action.

Suivant l'avis du Conseil Scientifique PFAS, uniquement les valeurs HBM I pour le PFOS et le PFOA sont utilisées pour évaluer le risque sanitaire des individus.

Recommandations pour proposer un suivi médical

Le Conseil Scientifique Indépendant PFAS a proposé le schéma de prise en charge médicale suivant :

- Si la Somme PFAS NAS est inférieure à 2 µg/L, le niveau d'exposition aux PFAS est inférieur à la valeur guide sanitaire. Il n'y a pas de nécessité d'agir. Il est toutefois conseiller d'appliquer les recommandations pour limiter son exposition (voir ci-après).
- Si la Somme PFAS NAS est entre 2 et 20 µg/L, il faut réduire l'exposition en respectant les recommandations (voir ci-après), particulièrement chez la femme enceinte.
Sur le volet du suivi sanitaire, il est recommandé de faire :
 - un bilan lipidique pour le dépistage des dyslipidémies (entre 9 et 11 ans et une fois tous les 4 à 6 ans chez les sujets âgés de plus de 20 ans) ;
 - un dépistage des troubles hypertensifs de la grossesse (THG) à chaque visite prénatale ;
 - une mammographie préventive tous les 2 ans de 40 à 74 ans pour le dépistage du cancer du sein.

- Si la Somme PFAS NAS est supérieure à 20 µg/L, il faut réduire l'exposition en respectant les recommandations (voir ci-après), particulièrement chez la femme enceinte.
Sur le volet du suivi sanitaire, il est recommandé de suivre les mêmes recommandations citées ci-dessus mais également de faire :
 - un bilan lipidique pour le dépistage des dyslipidémies, pour les enfants à haut-risque et pour les adultes à haut-risque ;
 - Lors de toutes les visites de contrôle :
 - des tests de la fonction thyroïdienne (dosage de la TSH) dès 18 ans ;
 - une évaluation des signes et des symptômes du cancer du rein (analyse d'urine pour une recherche de sang), dès 45 ans ;
 - une évaluation des signes et des symptômes du cancer des testicules et de la colite ulcéreuse, dès 15 ans.

En des termes plus simples, il y a lieu de distinguer les examens recommandés entre le premier niveau d'exposition (2 à 20 µg/L) et le second (>20 µg/L).

Pour le premier niveau, les suivis recommandés correspondent aux examens médicaux habituels proposés dans certaines conditions (grossesse) ou à partir d'un certain âge (cancer du sein), à l'exception du profil lipidique (cholestérol) qui est dans ce cas recommandé une première fois entre 9 et 11 ans (puis tous les 6 ans). Pour le second niveau (au-dessus de 20 µg/L), il est important d'être attentif à certains symptômes inhabituels (sang dans les urines pour le cancer du rein ou troubles digestifs aigus pour la colite ulcéreuse) et de réaliser un dosage de la TSH dès 18 ans ce qui correspond à un âge plus jeune que pour les examens de routine mais constitue un examen sanguin très habituel prescrit par le médecin généraliste.

De façon globale, même pour les niveaux d'exposition élevés, le suivi médical requis ne doit pas être réalisé de manière urgente mais peut être effectué dans les mois qui viennent.

De plus, les concentrations individuelles du PFOA et du PFOS doivent être interprétées par rapport aux HBM1. Cela ne conduit pas à de nouvelles recommandations médicales, mais si les HBM1 sont dépassées, il faut rechercher la source de contamination par ce perfluoré particulier pour tenter de réduire la contamination.

Il faut insister sur le fait que l'exposition aux perfluorés ne constitue qu'un élément parmi d'autres dans la potentielle survenue de diverses pathologies dont la plupart sont multifactorielles. Il est impossible aujourd'hui de départager la contribution spécifique des perfluorés dans la survenue de divers problèmes de santé. L'état des connaissances évolue constamment. Les normes biologiques proposées ainsi que la surveillance médicale associée ont donc pour objectif une protection maximale de la population. Cette surveillance médicale doit s'intégrer dans une approche environnementale de la médecine.

Recommandations pour réduire l'exposition aux PFAS

Eaux de boisson

Concernant l'eau de boisson, les travaux réalisés sur le réseau de distribution (filtres au charbon actif) ont permis de faire baisser les concentrations en PFAS nettement en dessous de la future norme européenne de 100 ng/L. Vous pouvez donc la boire en confiance ou prendre de l'eau en bouteille suivant vos préférences personnelles.

Alimentation

La contamination aux PFAS se fait essentiellement via l'alimentation. Les concentrations en PFAS dans les aliments varient d'un aliment à l'autre (AFSCA, 2021). On en trouve surtout dans les crustacés, les poissons, le gibier et les abats. Une consommation « raisonnable » de ces aliments est donc souhaitable, ainsi qu'une variation de votre alimentation.

Alimentation locale – Œufs-légumes

Concernant l'alimentation « locale » de légumes ou d'œufs, ceux-ci peuvent être contaminés si le sol de vos jardins est pollué. Les légumes accumulent peu les PFAS présents dans les sols : vous pouvez donc les consommer sauf si votre sol est extrêmement pollué.

Concernant les œufs, la contamination peut être plus importante. Des règles « simples » (HPC Envirotec, 2023) permettent cependant de diminuer cette contamination qui provient généralement lorsque les poules picorent le sol :

- Déposez l'alimentation de vos volailles dans des mangeoires et non sur un parcours, ou à même le sol (afin d'éviter le contact avec les particules contaminées lors des repas).
- Essayez de donner une alimentation « équilibrée » à vos volailles (protéines et équilibre minéral), afin d'éviter que les poules aillent chercher des compléments dans le sol (notamment en consommant les vers et larves), et se contaminent.

Recommandations spécifiques pour les femmes enceintes, en désir de grossesse et allaitantes

- Réduire son exposition aux PFAS le plus possible.
- Femmes enceintes ou en désir de grossesse : prendre de l'acide folique selon le schéma suivant : 0,4 mg/jour pendant au moins 8 semaines en préconceptionnel, puis complexe multivitaminique avec 0,4 mg/jour d'acide folique pendant toute la grossesse.
- Femmes allaitantes : boire de l'eau en bouteille en verre plutôt que l'eau de distribution et ne pas modifier la durée de l'allaitement. Sur base des connaissances scientifiques actuelles, les avantages démontrés de l'allaitement maternel pour les nourrissons sont plus solides et reposent sur des preuves plus robustes que les effets potentiels sur la santé de l'exposition à ces produits chimiques environnementaux via l'allaitement.

Recommandations spécifiques pour les nourrissons et les jeunes enfants

- Limiter au maximum l'exposition aux PFAS.
- Suivre les recommandations pédiatriques de l'ONE relatives à l'utilisation de l'eau en bouteille pour la préparation des biberons.

Autres recommandations

Les PFAS sont utilisés dans de très nombreux produits du quotidien. Même si le « contact » avec ces produits n'est pas la source la plus importante de contamination, vous pouvez limiter au maximum ces contacts pour minimiser votre exposition.

En cuisine

- Limiter la fréquence de consommation d'aliments emballés dans des emballages « anti-graisse » (ex. papiers « anti-graisse » utilisés en fast-food ou certaines boîtes à pizza, etc.) qui contiennent des PFAS.
- Privilégier les ustensiles en céramique, acier inoxydable ou en fonte, plutôt que les poêles et casseroles antiadhésives (Tefal, ...) qui ont un revêtement à base de PFAS.

Entretien et le ménage

- Éviter les produits étiquetés comme « résistants aux taches » ou « résistants à l'eau » (ex. tapis, nappes, vêtements, etc.).
- Lors de l'utilisation de sprays de protection, des produits d'étanchéité, des cires ou des produits similaires (ex. imperméabilisant), assurez-vous que l'espace ou la pièce est suffisamment aéré et suivez les mesures de sécurité conseillées par le fabricant du produit.
- Parce que les PFAS peuvent s'accumuler dans les poussières, limitez la quantité de poussière en passant régulièrement l'aspirateur équipé d'un filtre à haute efficacité (HEPA) et/ou en lavant régulièrement votre maison à l'eau.
- Laver les vêtements neufs (surtout s'ils sont « waterproof » : gore-tex, ...) avant de les porter et/ou privilégier l'achat de vêtements en seconde-main.

Hygiène

- Éviter les cosmétiques (ex. vernis à ongles, maquillage pour les yeux, etc.) et les produits de soins personnels portant la mention "fluor" ou "perfluoro" sur les étiquettes ou référencés "waterproof". NB : Le fluorure contenu dans le dentifrice n'appartient pas à la famille des PFAS. Présent également dans les eaux de boisson naturellement fluorées ou les produits de la mer, il permet de renforcer l'émail des dents.
- Choisir des produits cosmétiques et d'hygiène avec une liste d'ingrédients la plus courte possible, et en tout cas, sans "PFAS" ou "ingrédients fluorés".



Références

AFSCA, 2021 : Composés perfluoroalkylés dans les denrées alimentaires d'origine animale et végétale ; CONSEIL URGENT 10-2021 ; SciCom 2021/13, juin 2021.

ATSDR , n.d (2021). Toxicological profile for perfluoroalkyls.

Benbrahim-Talla et al. (2014). Carcinogenicity of perfluorooctanoic acid, tetrafluoroethylene, dichloromethane, 1,2-dichloropropane, and 1,3-propane sultone. *The Lancet Oncology*, 15, 9, 924-925.

Bulson, E.E.; Remucal, C.K.; Hicks, A.L. 2023. *End-of-life circulation of PFAS in metal recycling streams: A sustainability-focused review, Resources, Conservation and Recycling*, Volume 194, 2023, 106978.

EFSA (European Food Safety Authority): 2020. Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food, *EFSA Journal* 18(9):6223. [efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2020.6223](https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6223)

Fenton, S.E., Ducatman, A., Boobis, A., DeWitt, J.C., Lau, C., Ng, C., Smith, J.S., Roberts, S.M. (2021). Per- and Polyfluoroalkyl Substance Toxicity and Human Health Review: Current State of Knowledge and Strategies for Informing Future Research. *Environmental Toxicology and Chemistry* 40, 606–630.

HBM4EU (2019). Scoping documents : Perfluorinated substances (PFAS). https://www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2019/03/HBM4EU_D4.9_Scoping_Documents_HBM4EU_priority_substances_v1.0-PFAS.pdf

HBM4EU (2021). Factsheet PFAS. https://www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2021/11/Factsheet_PFAS.pdf

HPC Envirotec (2023). Contamination des œufs de poules par des polluants organiques persistants. Étude dans 25 poulaillers domestiques en Île-de-France ; Etude pour l'Agence Régionale de Santé Île-de-France, Août 2023.

Glüge, J. ; Scheringer, M. ; DeWitt, J.C. ; Goldenman, G. ; Herzke, D. ; Lohmann, R. ; Ng, C. ; Trier, X. ; Wang Z. 2002. *An overview of the uses of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS)*. *Environ. Sci.: Process. Impacts*, 2020, 22

Kissa, E., 2001. *Fluorinated Surfactants and Repellents*, 2nd edition. Marcel Dekker Inc., New York

Lindstrom, A.B., Strynar, M.J., Libelo, E.L., 2011. *Polyfluorinated compounds: past, present, and future*. *Environmental Science and Technology* 45 (19), 7954–7961. <https://doi.org/10.1021/es2011622>.

NASEM, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2022. *Guidance on PFAS Exposure, Testing, and Clinical Follow-Up*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/26156>

Zahm S. et al. (2024). Carcinogenicity of perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctanesulfonic acid (PFOS). *The Lancet Oncology*, 25, 1, 16-17.