

Acide perfluorooctanesulfonique (PFOS) et ses sels

Famille _____ Hydrocarbures aliphatiques halogénés

Fiche(s) toxicologique(s) _____ 298

Numéro CAS principal _____ 1763-23-1

COMPOSÉ(S)	NUMÉRO CAS SECONDAIRE
Acide perfluorooctanesulfonique	1763-23-1
Perfluorooctanesulfonate de potassium	2795-39-3
Perfluorooctanesulfonate d'ammonium	29081-56-9
Perfluorooctanesulfonamide (PFOSA)	754-91-6

Dosages disponibles pour cette substance

- Acide perfluorooctanesulfonique (PFOS) sanguin

Renseignements utiles pour le choix d'un indicateur biologique d'exposition (IBE)

Toxicocinétique – métabolisme [1,2]

Il existe une mention de la DFG signalant le risque de passage percutané [G1].

Une exposition par voies respiratoire mais aussi digestive est possible en milieu professionnel, en rapport avec l'inhalation de composés perfluorés sous forme d'aérosol. Une augmentation des concentrations sériques de PFOS a été associée à la consommation d'eau de boisson contaminée, en faveur d'une absorption par voie digestive. L'absorption cutanée est estimée comme limitée sur la base de données chez l'animal et de tests de pénétration cutanée sur peau animale et humaine.

Dans le sang, le PFOS est distribué principalement dans le compartiment plasmatique, où il est lié à l'albumine.

Une demi-vie d'élimination sérique médiane (minimum – maximum) de 4,6 (2,4-21,7) ans a été déterminée dans une étude réalisée chez 26 retraités ayant été professionnellement exposés au PFOS et suivis pendant 5 ans en moyenne (3,1-5,3 ans) [3]. L'âge au début de l'étude, le nombre d'années travaillées, le poste occupé et le nombre d'années depuis la retraite n'étaient pas associés à la demi-vie d'élimination sérique. Une demi-vie d'élimination sérique moyenne de 6,5 ans a été estimée chez 129 pompiers (prélèvements réalisés en 2013-2014 et 2018-2019, après remplacement des mousses anti-incendie par des formulations sans fluor) [4]. Elle serait de 3,4 ans chez des sujets exposés via la consommation d'eau de boisson contaminée [5].

Le PFOS n'est pas métabolisé.

Le PFOS absorbé est excrété principalement dans les urines. L'excrétion urinaire de PFOS, estimée comme une fraction de l'apport journalier total est estimée à 16 % (moyenne géométrique) chez des adultes de la population générale [6]. L'excrétion biliaire est moins importante, en raison d'une importante réabsorption (97 %), l'élimination fécale (non quantifiée) serait faible.

Indicateurs biologiques d'exposition

Le dosage de PFOS sérique ou plasmatique reflète l'exposition chronique au PFOS. Le moment de prélèvement est indifférent. Il s'agit d'un indicateur spécifique du PFOS et de ses précurseurs dont le perfluorooctanesulfonamide (PFOSA ou FOSA). Des méthodes analytiques sensibles sont disponibles.

Une valeur BAT de 15 mg de PFOS/L de sérum est proposée par la Commission allemande DFG en 2010 (moment de prélèvement indifférent) (Voir Renseignements utiles pour le dosage). Considérant qu'aucune relation entre les concentrations sériques de PFOA et l'exposition externe ou des effets sur la santé ne pouvait être dérivée à partir des études épidémiologiques disponibles, cette valeur a été établie sur la base de données chez l'animal [2]. Il est à noter qu'elle est supérieure d'un facteur 1000 aux valeurs HBM-I et II mentionnées ci-dessous.

Des VBI issues de la population générale correspondant au 95^{ème} percentile des valeurs observées dans la population générale adulte, peuvent être proposées, notamment sur la base des données du programme national de biosurveillance Esteban en France (Voir Renseignements utiles pour le dosage). D'après ces données, le PFOS sérique est quantifiable chez 100% de la population française (LOQ 0,1 µg/L, moyenne géométrique 4 µg/L, P95 13,5 µg/L, IC à 95% du P95 [11,3 ;15,6]) [7].

Des valeurs basées sur le risque sanitaire sont proposées par la HBM Commission (Human Biomonitoring Commission) allemande (2016, 2020) pour le PFOS plasmatique : valeurs HBM-I de 5 µg PFOS/L et HBM-II de 20 µg PFOS/L (10 µg PFOS/L pour les femmes en âge de procréer) [G3] (Voir document Signification des principales valeurs biologiques d'interprétation (VBI)). Ces valeurs sont établies principalement sur la base de relations

dose-effet rapportées dans des études épidémiologiques évaluant divers effets, notamment sur la fertilité, des pathologies de la grossesse (HTA gravidique), le poids de naissance des nouveau-nés, le taux de cholestérol [8, 9].

Plusieurs études ont évalué l'exposition des pompiers aux composés perfluoroalkylés, dont le PFOS, contenus antérieurement dans les mousses anti-incendie de type AFFF (aqueous film forming foam) [4, 10-14]. Une concentration sérique moyenne de PFOS chez les pompiers 5 à 6 fois supérieure à celle de la population générale est observée par certains auteurs. Ces concentrations sont plus élevées dans le groupe de pompiers ayant été embauchés avant 2005, avec une association entre la concentration sérique de PFOS et le nombre d'années d'utilisation de mousses AFFF dans ce groupe [4, 12].

Les concentrations urinaires de PFOS sont très faibles comparées aux concentrations sériques, généralement inférieures à 0,1 µg/L chez les sujets de la population générale [15].

Lors de mesures couplées de concentrations sanguines/sériques et urinaires de PFOS dans le cadre de l'étude NHANES 2013-2014 aux Etats-Unis, la fréquence de détection du PFOS dans les urines était de 0,05% chez les participants de plus de 12 ans (LOD 0,1 µg/L), alors qu'il était détecté dans plus de 99% des échantillons sériques. La concentration la plus élevée mesurée dans les urines était de 0,6 µg/L correspondant à la concentration la plus élevée dans le sérum de 1270 µg/L [15].

Interférence – Interprétation

La principale source d'exposition extra-professionnelle est l'alimentation, y compris l'eau de boisson. Les concentrations sériques de PFOS observées en population générale française dans le programme national de biosurveillance Esteban sont plus élevées chez les hommes que chez les femmes (différence de 20%) [7].

Lors du prélèvement, des précautions doivent être prises pour éviter une contamination externe de l'échantillon : prélèvement dans un local non pollué, après lavage des mains, changement de vêtements et douche, utilisation de matériel sans PTFE pour le prélèvement et l'analyse.

Bibliographie spécifique

1. Toxicological Profile for Perfluoroalkyls. ATSDR, 2021 (<https://www.atsdr.cdc.gov/>).
2. Rettenmeier AW. Perfluorooctane sulfonic acid and its salts. BAT Value Documentation. The MAK-Collection for Occupational Health and Safety. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA ; 2017.
3. Olsen GW, Burris JM, Ehresman DJ, Froehlich JW et al. Half-life of serum elimination of perfluorooctanesulfonate, perfluorohexanesulfonate, and perfluorooctanoate in retired fluorochemical production workers. *Environ Health Perspect.* 2007; 115(9): 1298-305.
4. Nilsson S, Smurthwaite K, Aylward LL, Kay M et al. Serum concentration trends and apparent half-lives of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in Australian firefighters. *Int J Hyg Environ Health.* 2022; 246: 114040.
5. Li Y, Fletcher T, Mucs D, Scott K et al. Half-lives of PFOS, PFHxS and PFOA after end of exposure to contaminated drinking water. *Occup Environ Med.* 2018; 75(1): 46-51.
6. Zhang T, Sun H, Qin X, Gan Z et al. PFOS and PFOA in paired urine and blood from general adults and pregnant women: assessment of urinary elimination. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2015; 22(7): 5572-9.
7. Imprégnation de la population française par les composés perfluorés. Programme national de biosurveillance, Esteban 2014-2016. Saint-Maurice: Santé publique France, septembre 2019. 58 p. (<https://www.santepubliquefrance.fr/>).
8. Hölzer J, Lilienthal H, Schümann M. Human Biomonitoring (HBM)-I values for perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) - Description, derivation and discussion. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2021; 121: 104862.
9. Schümann M, Lilienthal H, Hölzer J. Human biomonitoring (HBM)-II values for perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) - Description, derivation and discussion. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2021; 121: 104868.
10. Shaw SD, Berger ML, Harris JH, Hun YS et al. Persistent organic pollutants including polychlorinated and polybrominated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in firefighters from Northern California. *Chemosphere.* 2013; 91(10): 1386-94.
11. Laitinen JA, Koponen J, Koikkalainen J, Kiviranta H. Firefighters' exposure to perfluoroalkyl acids and 2-butoxyethanol present in firefighting foams. *Toxicol Lett.* 2014; 231(2): 227-32.
12. Rotander A, Toms LM, Aylward L, Kay M et al. Elevated levels of PFOS and PFHxS in firefighters exposed to aqueous film forming foam (AFFF). *Environ Int.* 2015; 82: 28-34.
13. Dobraca D, Israel L, McNeel S, Voss R et al. Biomonitoring in California firefighters: metals and perfluorinated chemicals. *J Occup Environ Med.* 2015; 57(1): 88-97.
14. Graber JM, Black TM, Shah NN, Caban-Martinez AJ et al. Prevalence and Predictors of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) Serum Levels among Members of a Suburban US Volunteer Fire Department. *Int J Environ Res Public Health.* 2021; 18(7): 3730.
15. Calafat AM, Kato K, Hubbard K, Jia T et al. Legacy and alternative per- and polyfluoroalkyl substances in the U.S. general population: Paired serum-urine data from the 2013-2014 National Health and Nutrition Examination Survey. *Environ Int.* 2019; 131: 105048.

Bibliographie générale

List of MAK and BAT Values. Permanent Senate Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (<https://www.dfg.de/en/about-us/statutory-bodies/senate/health-hazards>).

- National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. Biomonitoring Data Tables for Environmental Chemicals. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (<https://www.cdc.gov/exposurereport/>).
- Reference and HBM Values. Human Biomonitoring Commission (HBM Commission) (<https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/health/commissions-working-groups/human-biomonitoring-commission/reference-hbm-values>).

Pour en savoir plus

Renseignements utiles pour le dosage de *Acide perfluorooctanesulfonique (PFOS) sanguin*

Valeurs d'imprégnation en population générale adulte

PFOS sérique : 13,5 µg/L (2,3 µg/g de lipides) (95^{ème} percentile chez les adultes âgés de 18 à 74 ans), étude Esteban 2014-2016 [7]

PFOS sérique : 15,1 µg/L (95^{ème} percentile chez les adultes âgés de plus de 20 ans), NHANES 2017-2018 [G2]

Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) issues de la population générale adulte observationnelles (OBS)

valeur non déterminée

VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES)

valeur non déterminée

VBI européennes (BLV)

valeur non déterminée

VBI américaines de l'ACGIH (BEI)

valeur non déterminée

VBI allemandes de la DFG (BAT, EKA, BLW)

PFOS sérique : 15 mg/L, moment de prélèvement indifférent (Valeur BAT, DFG, 2010) [G1]

Valeurs sanitaires établies pour la population générale

PFOS plasmatique: 5 µg/L (population générale) (valeur HBM-I, UBA 2016, 2020) [G3]

PFOS plasmatique: 20 µg/L (population générale); 10 µg/L (femmes en âge de procréer) (valeurs HBM-II, UBA 2016, 2020) [G3]

Moment dans la semaine

indifférent

Moment dans la journée

indifférent

Facteur de conversion

µmol/L X 500 = µg/L

Intervalle de coût

Méthode Chromatographie liquide - spectrométrie de masse en tandem : de 82.4 € à 100.0 €, prix moyen 91.2 €

Méthode Chromatographie en phase gazeuse - spectrométrie de masse en tandem : 200.0 €

Historique

Création de la fiche 2023