Poêles, eau potable, aliments, poussières : quelles sources pèsent le plus dans l'exposition aux PFAS ?

La question

Les PFAS, des substances chimiques de synthèse utilisées depuis les années 1950 pour rendre des produits antiadhésifs, imperméables ou résistants à la chaleur, sont omniprésents dans notre quotidien. Pourtant leur présence reste largement invisible. En l'absence d'obligations d'information suffisantes, il reste souvent difficile, pour les industriels comme pour les consommateurs, d'identifier les produits qui contiennent des PFAS et de connaître l'ampleur de notre exposition, qu'elle provienne de l'environnement ou de nos usages quotidiens. Cette opacité est renforcée par les caractéristiques mêmes de ces molécules : elles sont extrêmement nombreuses, souvent présentes à des concentrations très faibles, et particulièrement persistantes dans l'environnement. Certains produits, comme les poêles antiadhésives, ont fait la une des médias, tandis que de nombreuses autres sources d'exposition aux PFAS, pourtant documentées par les études scientifiques, restent peu connues. Dans ce contexte, quelles sont les principales sources d'exposition aux PFAS et comment déterminer les situations qui nous exposent le plus ? Pour y répondre, ce brief retrace le parcours des PFAS : comment ils sont rejetés dans l'environnement, comment ils s'y dispersent, et par quelles voies ils atteignent notre organisme.

À retenir

Il n'existe pas, à ce jour, de classement définitif des sources d'exposition aux PFAS car il est difficile de chiffrer la contribution de chacune, et les données sont encore limitées. Pour la population générale, les connaissances actuelles indiquent que l'alimentation est la voie principale. Les produits de la mer arrivent le plus souvent en tête, suivis de l'eau potable, de la viande et des produits végétaux, dans un ordre qui varie selon les molécules. Quand des PFAS polluent une nappe ou une rivière utilisée pour produire l'eau potable, boire cette eau peut devenir, pour les habitants concernés, la source d'exposition qui compte le plus. L'air intérieur et les poussières provenant de produits traités aux PFAS sont également des sources d'exposition. Si leur contribution apparaît relativement faible en moyenne, elle peut être nettement plus importante pour les jeunes enfants. On sait que certains groupes sont plus exposés : les travailleurs des sites de fabrication de PFAS, les pompiers, et les riverains de sites industriels ou de bases militaires (surtout par l'eau et les aliments produits localement). Sur un site très pollué aux PFAS, la voie d'exposition dominante dépend du contexte local : des milieux contaminés, des molécules présentes, mais aussi des habitudes de vie et de consommation des habitants. À ce jour, la science ne permet donc pas de prédire quelle voie d'exposition sera prédominante sans étudier chaque situation au cas par cas.

La position la plus conforme à l'état des connaissances est la suivante :

1. Presque toute la population est exposée aux PFAS, mais cette exposition varie fortement selon les lieux de vie, les habitudes alimentaires et les sources de contamination. Il faut distinguer l'exposition diffuse (contamination générale de l'eau, des aliments et de l'air) de situations de contamination locale avérées (proximité de sites industriels, de lieux où des mousses anti-incendie ont été utilisées). Celles-ci peuvent entraîner des niveaux d'exposition nettement plus élevés.
2. Pour la population générale, les connaissances actuelles identifient l'alimentation comme la principale voie d'exposition aux PFAS. Les produits de la mer arrivent souvent en tête, suivis, dans un ordre qui varie, de l'eau, des produits carnés, des œufs et des produits végétaux. Cette contamination résulte souvent de l'absorption des PFAS par les plantes et les animaux, puis de leur accumulation dans les organismes et, pour certains, de leur concentration le long de la chaîne alimentaire.
3. L'eau potable peut représenter une source importante, voire prédominante, pour les populations vivant dans des secteurs où les ressources en eau sont très fortement contaminées (proximité de zones industrielles).
4. Les poussières intérieures sont également une source d'exposition (par ingestion), car elles peuvent contenir des résidus de produits de consommation traités aux PFAS, comme les textiles imperméabilisés. Cette voie peut être particulièrement importante chez les jeunes enfants, qui portent fréquemment leurs mains à la bouche et ingèrent davantage de poussières rapportées à leur poids corporel.
5. Le revêtement antiadhésif des poêles semble contribuer faiblement à l'exposition de la population générale par rapport aux autres sources, mais les données restent limitées.

Ce qui est solidement établi

- Les PFAS (substances per- et polyfluoroalkylées) regroupent plusieurs milliers de substances chimiques de synthèse. Elles appartiennent à une même famille en raison de leur structure chimique très stable, qui rend nombre d'entre elles très persistantes dans l'environnement. Leur toxicité, avérée ou potentielle, varie d'une substance à l'autre, et n'a été évaluée que pour une petite minorité d'entre elles.
- Comme les PFAS n'existent pas à l'état naturel, notre exposition provient entièrement des activités humaines. Ils peuvent être rejetés dans l'environnement à chaque étape de leur cycle de vie : de leur fabrication à leur utilisation, puis à l'élimination des produits qui en contiennent.
    - Ils sont d'abord fabriqués en usine, puis utilisés pour produire des objets du quotidien ou traiter certains produits (textiles, emballages, poêles, etc.). Des rejets peuvent survenir à chaque étape, lors de la fabrication, à la suite d'accidents, par l'usure des produits, ou en fin de vie, via les déchets et les eaux usées.
    - Les PFAS se dégradent très peu. Quand certains se décomposent, ils donnent souvent d'autres PFAS, parfois tout aussi persistants : c'est le cas du TFA, issu notamment de la dégradation de pesticides et de gaz réfrigérants. Certains PFAS restent donc présents après l'élimination du produit qui les contenait : on les

retrouve dans les décharges, les eaux usées et les boues d'épuration, et ils peuvent ensuite contaminer les sols agricoles et la chaîne alimentaire.

- Les PFAS ne sont pas pour autant tous indestructibles : ils peuvent être détruits par incinération à très haute température. Cette méthode est toutefois coûteuse et difficile à appliquer à grande échelle, et une combustion incomplète peut produire d'autres composés fluorés potentiellement nocifs. « Polluants éternels » est donc une expression imagée et « polluants persistants » est plus exact.
- Tous les PFAS ne se comportent pas de la même façon une fois rejetés dans l'environnement. Certains restent relativement proches de leur source d'émission et peuvent exposer les populations à proximité, tandis que d'autres sont très mobiles, se déplacent avec l'eau et peuvent contaminer de manière diffuse des zones beaucoup plus éloignées.
    - Une part importante des PFAS fabriqués sont des plastiques (comme le Téflon) ou des huiles, qui ne se dissolvent presque pas dans l'eau. Ils sont donc peu transportés par l'eau et, en cas de rejet, ont tendance à rester près de leur source.
    - D'autres PFAS, dits « polaires » (qui ont une affinité avec l'eau), s'y dissolvent : c'est le cas du PFOS, du PFOA, du GenX ou du TFA. Ils peuvent voyager sur de grandes distances avec l'eau et provoquer une pollution beaucoup plus diffuse et difficile à contenir. Les plus petits d'entre eux, dits « à chaîne courte » (comme le TFA), sont les plus mobiles et les plus difficiles à filtrer.
- Les connaissances actuelles permettent de distinguer quatre grandes situations d'exposition humaine aux PFAS :
    - Par un contact direct au cours de leur fabrication ;
    - Par une utilisation professionnelle ou intensive de matériaux en contenant ;
    - Par l'usage ou le contact avec des produits traités aux PFAS ;
    - Par l'exposition à des milieux environnementaux contaminés.
- Les expositions professionnelles figurent parmi les plus élevées, en particulier dans certains secteurs industriels où l'on fabrique des PFAS (industrie chimique, textile, électronique).
    - Les travailleurs des usines qui fabriquent des PFAS ont été historiquement fortement exposés : leurs taux de PFAS dans le sang sont souvent beaucoup plus élevés que ceux de la population générale pour les molécules recherchées.
    - Les pompiers sont un cas particulier d'exposition professionnelle hors fabrication des PFAS : ils peuvent être fortement exposés aux PFAS à travers l'utilisation de mousses anti-incendie, mais aussi par le contact avec leurs équipements de protection, dont certains contiennent ces substances. Des niveaux élevés de PFAS ont été mesurés dans leur organisme, et plusieurs études récentes suggèrent des risques accrus pour leur santé, même si ces liens restent à confirmer.
- L'exposition de la population générale et celle des personnes vivant près de sources de contamination apparaissent principalement liées à l'alimentation, eau comprise (nous l'abordons en détail plus bas). Ce constat est le mieux établi pour les PFAA, une

sous-famille de PFAS parmi les plus étudiées, qui comprend le PFOS et le PFOA, aujourd'hui interdits dans de nombreux usages.
    - Les produits de la mer sont, dans la majorité des études, le premier vecteur d'exposition pour la population générale, notamment au PFOS, car leurs concentrations moyennes sont plus élevées que celles des autres aliments consommés régulièrement. Viennent ensuite les produits carnés (abats compris), les produits végétaux ou l'eau, dans un ordre qui varie selon les molécules.
    - En France, l'étude Esteban a mesuré entre 2014 et 2016 certains PFAS dans le sang d'adultes et d'enfants. Chez les adultes, des niveaux plus élevés sont associés à la consommation de produits de la mer et de légumes, et à l'autoconsommation d'œufs et de lait (c'est-à-dire produits par soi-même, par exemple avec des poules ou des animaux d'élevage familial), ce qui est cohérent avec le rôle principal de l'alimentation. Ils sont aussi associés à l'utilisation de certains produits ou matériaux lors d'activités de loisirs ou de bricolage. Enfin, ils varient avec le sexe, l'âge et l'indice de masse corporelle.
- L'eau de consommation fait partie de la voie alimentaire, qui est la principale pour l'exposition aux PFAS de la population générale. Elle peut devenir la source d'exposition prépondérante lorsqu'on habite près d'un site contaminé aux PFAS.
    - Les études disponibles, qui portent principalement sur le PFOA et le PFOS, révèlent leur présence dans l'eau du robinet et en bouteille dans la majorité des pays étudiés.
    - En 2024-2025, l'Anses a recherché 35 PFAS dans des échantillons d'eau en France, en partie ciblés sur des lieux à risque de contamination.
        - Parmi eux, 20 PFAS ont été quantifiés (c'est-à-dire mesurés au-dessus du seuil minimal de la méthode) dans l'eau brute (rivières, lacs, nappes souterraines) et 19 dans l'eau du robinet.
        - La grande majorité des prélèvements respectent les limites réglementaires. Dans l'eau du robinet, 9 échantillons sur 627 (1,4 %) dépassaient la limite de 100 ng/L (nanogrammes par litre) pour la somme de 20 PFAS préoccupants. Un nanogramme est un milliardième de gramme, 100 ng/L correspond à environ 1 gramme de PFAS dilué dans quatre piscines olympiques. Cette limite est toutefois un seuil de précaution, et non un seuil sanitaire, et elle ne couvre pas tous les PFAS.
        - Le TFA, l'une des plus petites molécules de la famille des PFAS, est retrouvé dans 92 % des prélèvements d'eau brute et du robinet. Il provient de la dégradation d'autres PFAS, de pesticides et de fluides réfrigérants. Il ne fait pas partie des 20 PFAS surveillés par la réglementation sur l'eau potable, non parce qu'il serait jugé sans danger, mais parce que sa chaîne de carbone est trop courte pour entrer dans la définition retenue.
    - Dans les zones fortement contaminées, l'eau du robinet peut devenir une source majeure d'exposition. Des études menées dans des contextes variés (Suède, Italie, États-Unis) montrent que les habitants alimentés par une eau polluée ont des taux

de PFAS (surtout PFOA, PFOS et PFHxS) dans le sang bien supérieurs à ceux de populations de référence, d'autant plus élevés que la contamination est forte et dure longtemps.
    - Plusieurs régions françaises situées à proximité de zones industrielles sont particulièrement concernées par la contamination des ressources en eau (vallée du Rhône, bassin de l'Oise, Seine en aval de Paris), avec le PFOS comme composé majoritairement identifié.
    - Les bases aériennes et militaires sont aussi des points de contamination de l'eau importants, en raison de l'utilisation historique de mousses anti-incendie destinées à éteindre les feux d'hydrocarbures.
- Au domicile, certains produits (textiles imperméabilisés, moquettes traitées anti-taches) peuvent contenir des PFAS qui se retrouvent ensuite dans l'air et les poussières, sous forme de composés volatils ou de microparticules issues de l'usure. Dans certains logements, des concentrations nettement plus élevées qu'à l'extérieur ont été mesurées. Les jeunes enfants, qui avalent involontairement des poussières, peuvent y être plus exposés.
    - L'air et les poussières intérieures peuvent constituer une source d'exposition répétée.
    - La contribution réelle de ces sources à l'imprégnation globale de la population reste mal quantifiée, faute de méthodes de mesure normalisées pour l'air intérieur et les poussières.
- Le revêtement antiadhésif des poêles (le plus souvent du PTFE, dont le Téflon est une marque) semble ne contribuer que faiblement à l'exposition de la population générale par rapport aux autres sources, mais les données restent limitées.
    - D'après l'Agence pour le registre des substances toxiques et des maladies américaine (ATSDR), la migration de PFAS depuis ces revêtements vers les aliments semble une source mineure.
    - L'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) juge aussi que la contribution des revêtements antiadhésifs et des emballages est faible par rapport aux autres sources, tout en demandant des études sur l'effet de la cuisson sur ce transfert.
- L'exposition aux PFAS ne vient pas uniquement de produits dont on pourrait se passer. Elle est aussi liée à des produits que l'Académie des sciences juge essentiels, comme ceux qui permettent de limiter les émissions de gaz à effet de serre des transports ou de l'approvisionnement en énergie (limiter le changement climatique est aussi un enjeu de santé humaine).
    - Par exemple, certaines batteries lithium-ion, utilisées dans des véhicules électriques, contiennent des PFAS (les bis-FASI). Une étude de 2024 montre que, près des sites de fabrication, leurs concentrations dans l'environnement et leur toxicité pour les organismes vivants en laboratoire sont comparables à celles de PFAS historiques comme le PFOA, aujourd'hui interdit et strictement réglementé. Leurs effets sur la santé humaine n'ont pas encore été étudiés.

    - Réduire l'exposition pose donc parfois un dilemme. L'Académie estime que l'on peut limiter, voire interdire, les usages non essentiels (cosmétiques, textiles), mais que d'autres, comme les batteries, n'ont aujourd'hui aucune alternative viable.
    - Remplacer un PFAS n'est pas non plus une solution exempte de problèmes : l'interdiction du PFOA a conduit à son remplacement par d'autres PFAS (dont le GenX), jugés tout aussi persistants et mobiles dans l'environnement.
- Une fois exposé, ce que l'on retrouve dans l'organisme dépend de l'exposition et de la vitesse à laquelle chaque PFAS est éliminé. Quand l'exposition diminue, les concentrations finissent par baisser, mais à des rythmes très différents selon la molécule : la question n'est donc pas seulement de savoir si l'on est exposé, mais quelle quantité s'accumule réellement et pendant combien de temps.
    - Ce temps, appelé « demi-vie biologique » (la durée nécessaire pour éliminer la moitié de la quantité présente), varie beaucoup d'un PFAS à l'autre, et les données restent limitées pour de nombreuses substances.
        - Plusieurs PFAS dits « à chaîne longue », comme le PFOA et le PFOS, persistent plusieurs années dans l'organisme. Ils se lient aux protéines du sang et sont éliminés lentement, notamment car une partie de ce que les reins filtrent est réabsorbée dans le sang au lieu d'être évacuée dans les urines. En cas d'exposition répétée, même à faibles doses, ils peuvent donc s'accumuler au fil du temps.
        - Beaucoup de PFAS dits « à chaîne courte » sont éliminés bien plus vite, en quelques jours à quelques semaines, et s'accumulent donc moins. Mais comme ils sont très présents dans l'environnement (dans l'eau par exemple), l'exposition est souvent continue : on peut en retrouver dans le sang tant que l'exposition se poursuit.

Références :

https://www.anses.fr/system/files/LABORATOIRE2024-AST-0045.pdf

https://www.anses.fr/system/files/ERCA2022-SA-0198-RA.pdf

https://www.academie-sciences.fr/sites/default/files/2025-03/rapport%20PFAS-250325.pdf