

La contamination par les composés perfluorés sur le bassin Seine-Normandie

AVRIL 2023

Les composés alkyl poly et perfluorés (PFAS), substances dites « polluants éternels », sont des micropolluants présents dans tous les compartiments de l'environnement qui font actuellement l'objet d'un fort intérêt au point que les médias leur consacrent articles et reportages. Malgré la réglementation de l'utilisation de certains de ces composés, leur persistance dans l'environnement, leur présence généralisée et leur toxicité suspectée (cancérogénicité, perturbateur endocrinien, immuno-toxicité, métabolisme lipidique ou de la thyroïde, ...) en font des substances à surveiller (*cf. annexe 3 : quelques ressources documentaires*).

Certains composés perfluorés ont ainsi été reconnus comme substances dangereuses prioritaires ou substances extrêmement préoccupantes et sont encadrées au niveau international (Convention de Stockholm), européen ou national. Mais, ces textes, en évolution, ne réglementent que quelques composés individuels. Une proposition de l'ECHA (agence européenne des produits chimiques) du 7 février 2023 vise à restreindre à l'échelle de l'Union Européenne la totalité des PFAS, apportant ainsi une réponse globale aux questions de substitution d'un composé par une autre molécule de la même famille.

L'essentiel à retenir sur les perfluorés

L'objet de cette note est de faire le point sur la contamination des eaux du bassin Seine-Normandie par ces composés perfluorés à partir des données de surveillance de l'agence.

Ce qu'il faut retenir :

Dans les eaux du bassin Seine-Normandie, 7 composés perfluorés font l'objet d'une surveillance régulière dans les cours d'eau et les eaux souterraines. Ce sont des micropolluants, leurs concentrations dans les eaux varient de quelques nanogrammes à quelques dizaines de microgrammes.

Dans les cours d'eau, on observe la présence sur l'ensemble du bassin et de manière chronique sur la période 2018-2021 du sulfonate de perfluorooctane (PFOS), seul représentant de la famille disposant d'une Norme de Qualité Environnementale (NQE) et dont la production a été arrêtée en 2000. Une plus faible contamination est cependant observée sur le territoire des bocages normands que sur le reste du bassin. Le suivi dans le temps semble montrer une amélioration de l'année 2021 sur la qualité des rivières vis-à-vis de ce composé.

Dans les eaux souterraines, on observe des valeurs fortes plus nombreuses que dans les eaux de surface. Sept points d'eau à surveiller de près ont été détectés, dont un est en dépassement chronique dans les Hauts-de-Seine. Leur surveillance a été stabilisée en 2022 dans la réglementation française. Les réseaux de surveillance de l'agence de l'eau la prendront complètement en compte 2024.

Que sont les composés perfluorés ?

Les PFAS, composés alkyl per- et polyfluorés, regroupent une vaste et complexe famille de composés organiques fluorés (molécules per- et polyfluorées ainsi que des polymères : plus de 4700 composés associés seraient identifiés par l'OCDE).

Ces substances sont des composés amphiphiles (à la fois hydrophiles et hydrophobes), présentant une grande résistance mécanique, thermique et chimique. Pour ces principales raisons, ils sont ou ont été utilisés comme surfactants, agents anti-salissure, retardateurs de flamme ou additifs de nombreuses formulations (mousses anti-incendie, revêtement pour ustensile de cuisine, shampoings, pesticides, cosmétiques, textiles...). Ces composés entrent ou sont entrés dans la composition de très nombreux produits de consommation et sont utilisés dans divers domaines industriels.

Leur production a débuté dans les années 40-50. Le bassin Seine-Normandie ne comporte qu'un seul site de production dans l'Oise.

Ces composés sont persistants dans l'environnement. Assez longtemps méconnus, ils sont de plus en plus étudiés à partir des années 2000. La directive cadre sur l'eau (DCE), à la suite de la publication de sa directive fille n° 2013/39/UE du 12 août 2013, a introduit un seul des composés de cette famille, le PFOS et ses dérivés, classé en substance dangereuse prioritaire. Sa production a été arrêtée en 2000.

État de la réglementation

À ce jour, la réglementation, qu'elle soit internationale, européenne ou nationale, ne vise que quelques substances de cette vaste famille. Il faut toutefois noter qu'une proposition **visant à restreindre à l'échelle européenne l'usage de la famille des PFAS dans sa globalité a été déposé en février 2023. Si cette proposition aboutit, la restriction pourra être effective à partir de 2026.**

La réglementation des perfluorés est donc évolutive et devient de plus en plus contraignante au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles connaissances.

Réglementation internationale

La convention de Stockholm, accord international datant de 2001, visant à encadrer certains polluants organiques persistants (POP), régit plusieurs composés de la famille des PFAS au niveau mondial : le PFOS (acide perfluorooctanesulfonique) depuis 2009, le PFOA (acide perfluorooctanoïque) depuis juillet 2020 et le PFHxS (acide perfluorohexanesulfonique) depuis juin 2022. Les interdictions ou restrictions imposées par le règlement POP peuvent porter sur les substances en tant que telles, ou lorsqu'elles sont sous forme de constituants d'articles, ou incorporées dans des préparations au-dessus de certains seuils.

Réglementation européenne

Les PFAS sont soumis au niveau européen à la réglementation REACH qui vise à sécuriser la fabrication et l'utilisation des substances chimiques en recensant, évaluant et contrôlant les substances chimiques fabriquées, importées et mises sur le marché européen. Toutefois, les polymères (donc certains PFAS) sont actuellement exemptés des processus de REACH. La stratégie mentionne spécifiquement les PFAS comme étant d'intérêt prioritaire pour la gestion des risques. La réglementation REACH est en cours de révision, cette évolution pourrait être présentée sous forme d'un projet de règlement d'ici fin 2023.

L'annexe I de la directive européenne sur les eaux destinées à la consommation humaine (EDCH) du 16 décembre 2020 fixe des teneurs maximales à respecter pour les eaux potables (0,50 µg/l pour le total des PFAS ; ou 0,10 µg/l pour la somme des 20 PFAS classés comme substances préoccupantes).

La directive européenne substances prioritaires pour la politique de l'eau, du 12 août 2013, prévoit une norme de qualité environnementale pour le PFOS et ses dérivés de 0,65ng/L.

Le règlement UE 10/2011 relatif aux matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires fixe des limites d'utilisation (sels d'ammonium du PFOA, PFPOA) ou des limites de migration spécifique (en mg de substance par kg de denrée alimentaire).

Au niveau national

Ces directives et règlements européens sont transposés en droit français, via notamment :

L'ordonnance n° 2022-1611 du 22 décembre 2022 relative à l'accès et à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, et par ses deux décrets d'application du 29 décembre 2022. L'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, introduit une limite de qualité de 0,10 µg/L pour la somme des 20 PFAS considérées comme substances préoccupantes dans les eaux distribuées et une limite de qualité de 2 µg/L pour la somme des mêmes PFAS dans les eaux brutes utilisées pour la production d'eau potable ;

L'arrêté du 2 février 1998 portant sur les émissions d'une majorité d'installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation, qui cite le PFOS en fixant une valeur limite de concentration de 25 µg/l dans les eaux rejetées au milieu naturel ;

Le programme de surveillance de l'état des eaux de la France récemment révisé par l'arrêté du 26 avril 2022 qui intègre pour les eaux souterraines les 20 PFAS listés par la directive EDCH de décembre 2020, et le PFOS pour les eaux de surface/sédiment/biote prévoyant une Norme de Qualité Environnementale pour le PFOS et ses dérivés : NQE dans les eaux de surface intérieures, de 0,65 ng/L en moyenne annuelle (MA) pour les eaux de surface continentales et 36 µg/L en concentration maximale admissible (CMA) et de 0,13 ng/L pour les eaux littorales et de transition. 4 PFAS (dont le PFOA) font également partie des substances pertinentes complémentaires à surveiller dans les eaux de surface pour la métropole.

Un plan d'actions ministériel a été publié en janvier 2023 avec pour ambition de :

- 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 industrielles de façon significative,
- assurer une transparence complète sur les informations disponibles,
- intégrer les actions sur les PFAS dans le plan « micropolluants » en cours de construction.

Impacts sanitaires

En termes d'impacts sanitaires, différentes études épidémiologiques ont montré que les PFAS sont à l'origine de pathologies variées :

- Perturbations endocriniennes (sur la production d'hormones stéroïdes et la diminution des taux de testostérone, etc.),
- Cancérogénicité : développements du cancer des seins et des testicules (le PFOA a été classé « cancérogène probable » par le Centre international de recherche sur le cancer en 2016),
- Tératogénicité (via les taux d'androgènes ou d'hormones thyroïdiennes anormaux, ...),
- Immunotoxicité (via des effets thyroïdiens et sur le système immunitaire, gamma-globulines),
- Neurotoxicité (troubles d'hyperactivité, etc.). De même que d'autres troubles neurologiques peuvent en résulter.

Des études ciblées sur la grossesse ont démontré un risque pour le développement du fœtus et un lien entre le niveau de PFOA dans le sang et une diminution du poids de naissance des bébés, une fréquence accrue d'hypertension artérielle ou de prééclampsie, un risque accru de fausse couche, de naissance prématurée, de malformations congénitales et d'enfants mort-nés.

L'ANSES et l'INSERM co-construisent avec des partenaires européens, depuis 2016, un programme ambitieux de surveillance de nos expositions aux substances chimiques : le programme de biomonitoring HBM4EU. Ses objectifs sont multiples et doivent apporter des éléments sur les niveaux d'imprégnation des populations, le développement de biomarqueurs et de méthodes analytiques, la recherche sur les alternatives aux substances déjà interdites.

Il est à noter que la nourriture constitue la source majeure d'exposition aux PFAS. Le programme européen HBM4EU estime que l'alimentation représente en effet de 97 % à 98 % de l'exposition au PFOS et au PFOA. Parmi les aliments les plus contaminés figurent les poissons et les fruits de mer. Le bétail élevé sur des terres polluées ou qui s'abreuve d'eau contenant des PFAS peut également contaminer les humains par la consommation de viande, de lait ou d'œufs.

Il a été estimé que les PFAS font peser une charge comprise entre 52 et 84 milliards d'euros sur les systèmes de santé européens chaque année.

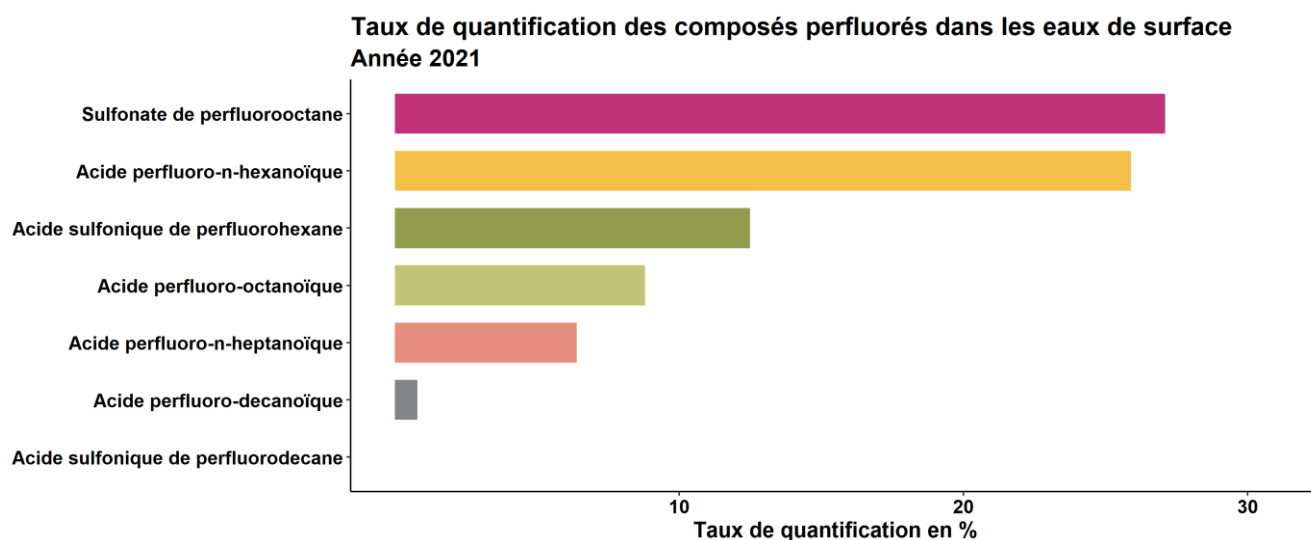
Les études internationales concernant l'impact des PFAS sur la faune et la flore aquatiques montrent une imprégnation réelle et ubiquiste même dans les régions arctiques. L'ampleur des processus de bioaccumulation et bioamplification dépendent des molécules et des espèces.

LES COURS D'EAU

La surveillance dans les cours d'eau

Le graphique 1 représentant leur taux de quantification pour l'année 2021 de 7 composés perfluorés suivis dans les cours d'eau du bassin Seine-Normandie, montre que le sulfonate de perfluorooctane (PFOS), seul représentant de la famille disposant d'une Norme de Qualité Environnementale (NQE), est le plus présent.

GRAPHIQUE 1



Source : AESN, réalisation AESN : 2022-08-03

Le tableau 1¹ rassemble les chiffres clés de statistiques descriptives pour ces 7 composés perfluorés dont concentrations sont régulièrement mesurées dans les eaux de rivières.

TABLEAU 1
Chiffres clé de la surveillance des composés perfluorés dans les cours d'eau du bassin Seine-Normandie

année	Code SANDRE	Nombre d'observations	Taux de quantification en %	Concentration moyenne*	Concentration médiane*	Percentile 90 des concentrations*	Maximale des concentrations*
PFOS - Sulfonate de perfluorooctane							
2018	6561	5564	38.9	4.7	0.5	8.0	3920
2019	6561	4811	32.2	3.1	0.5	6.0	1000
2020	6561	5175	30.3	2.8	0.5	3.5	1866
2021	6561	4747	27.1	1.7	0.5	2.8	205
PFHxA - Acide perfluoro-n-hexanoïque							
2018	5978	5563	24.7	3.5	0.5	7.0	1620
2019	5978	4816	26.5	3.2	0.5	6.0	795
2020	5978	5166	35.8	2.5	0.5	5.0	642
2021	5978	4735	25.9	1.5	0.5	3.0	155
PFHxS - Acide sulfonique de perfluorohexane							
2018	6830	5562	11.3	4.3	2.5	5.0	2240
2019	6830	4811	10.5	3.1	1.0	3.0	577
2020	6830	5166	13.4	2.1	1.0	2.6	920
2021	6830	4735	12.5	1.7	1.0	2.5	96
PFOA - Acide perfluoro-octanoïque							
2018	5347	5565	16.9	4.5	2.5	8.0	219
2019	5347	4813	18.5	3.7	2.5	6.0	502
2020	5347	5166	10.7	1.7	1.0	2.2	236
2021	5347	4735	8.8	1.4	1.0	1.0	65
PFHpA - Acide perfluoro-n-heptanoïque							
2018	5977	5561	7.0	3.2	2.5	3.0	117
2019	5977	4816	9.7	2.8	1.0	3.0	276
2020	5977	5161	9.4	1.5	1.0	1.0	120
2021	5977	4717	6.4	1.3	1.0	1.0	50
PFDA - Acide perfluoro-decanoïque							
2018	6509	5561	1.1	2.7	2.5	2.5	25
2019	6509	4819	1.7	2.2	1.0	2.5	25
2020	6509	5166	1.1	1.1	1.0	1.0	26
2021	6509	4740	0.8	1.1	1.0	1.0	25
PFDS - Acide sulfonique de perfluorodécane							
2018	6550	5561	0.0	0.0	0.0	0.0	0
2019	6550	4820	0.1	2.2	1.0	2.5	25
2020	6550	5161	0.1	2.5	2.5	2.5	25
2021	6550	4722	0.0	0.0	0.0	0.0	0

Note:

(*) Toutes les concentrations sont exprimées en ng/L

Les valeurs moyennes des concentrations varient de 1,3 ng/L à 4,7 ng/L, tandis que les valeurs des médianes sont plus basses et varient entre 0,5 et 2,5 ng/L. Comme pour tous les micropolluants, les moyennes des concentrations sont influencées par des valeurs fortes, représentées par le percentile 90², ou leurs valeurs maximales mesurées dans le milieu. Ces dernières peuvent dépasser le microgramme par litre (exemple du sulfonate de perfluorooctane en 2018 : 3,92 µg/L), alors que les médianes sont influencées par la limite de quantification (cf. annexe 1).

En d'autres termes, les concentrations des perfluorés du bassin sont très faibles la plupart du temps, sauf dans certaines circonstances où des valeurs fortes apparaissent, sous forme de pics liés à des évènements hydrologiques, ou sous forme chronique à nombre restreint d'endroits précis (cf. l'étude cartographique sur le PFOS ci-après).

¹ Pour l'explication des données de départ et des calculs : cf. l'annexe 1

² C'est la concentration non dépassée par 90% des mesures durant le temps de la chronique étudiée. Ici, ce sont des percentiles 90 annuels qui représentent un seuil au-delà duquel les concentrations sont les plus fortes. Pour des études d'évolution dans le temps, on préfère cette valeur aux concentrations maximales qui peuvent être trop variables. Les concentrations maximales entrent néanmoins dans le calcul des moyennes.

Contamination des cours d'eau par les composés perfluorés

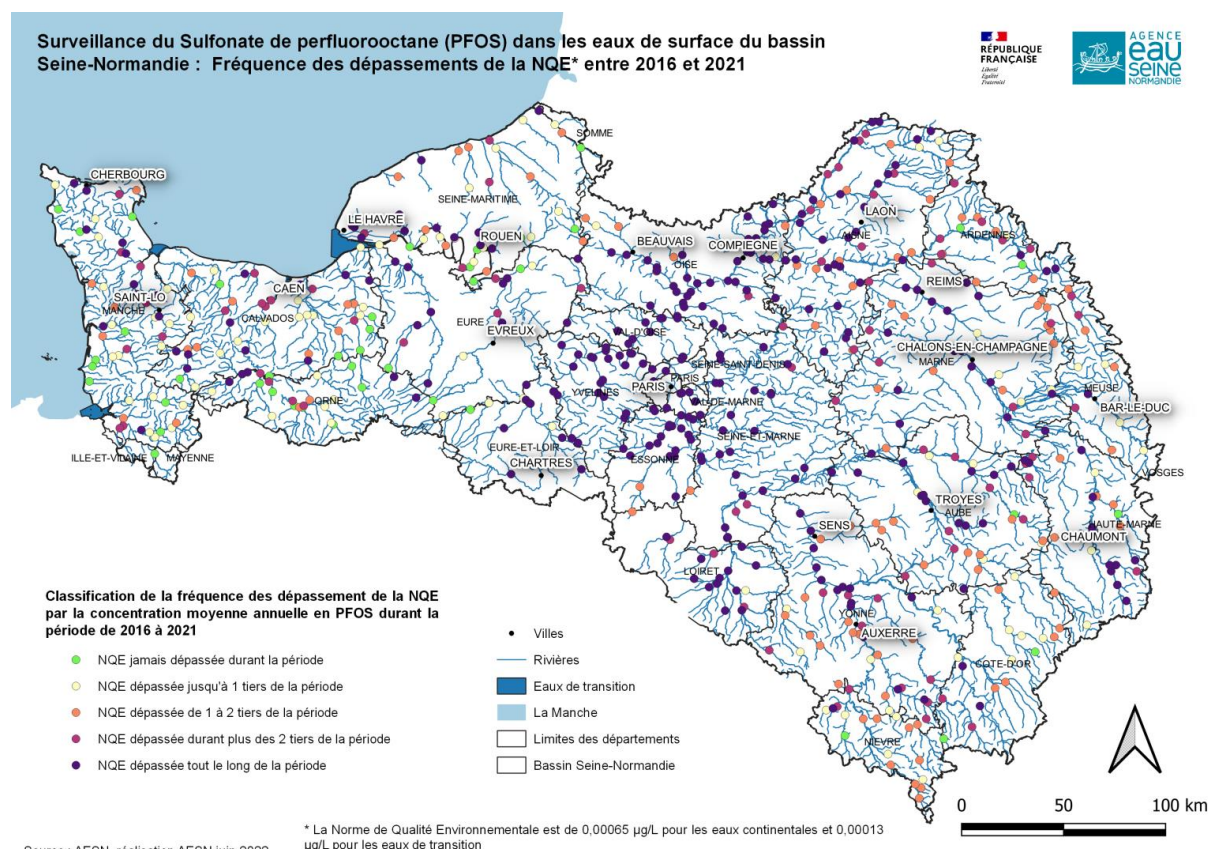
Les valeurs de la NQE du sulfonate de perfluorooctane sont indiquées dans le tableau ci-dessous. Les eaux douces continentales (les rivières) et les eaux de transition (les estuaires) sont distinguées par deux valeurs différentes extrêmement basses.

NQE ³	NQE pour les eaux douces continentales	NQE pour les eaux de transitions
Sulfonate de perfluorooctane	0,65 ng/L	0,13 ng/L

Dans le tableau 1, on constate que les moyennes annuelles dépassent largement les normes à l'échelle de toute la chronique considérée. L'année 2021 semble marquée par une baisse de la moyenne et du percentile 90 qui indique qu'il y a eu moins de valeurs fortes que les années précédentes. La médiane, quant à elle, reste stable (0,5 ng/L de 2018 à 2021), indiquant une stabilité de la contamination hors des événements⁴ générant de fortes valeurs.

L'étude peut être affinée à l'échelle des stations de surveillance afin de cartographier les zones les plus contaminées. La carte 1 représente les fréquences de dépassement de la norme par les moyennes annuelles des concentrations en sulfonate de perfluorooctane entre 2016 et 2021. Ces fréquences ont été classées afin de représenter le caractère chronique et son intensité de la contamination à chaque station.

CARTE 1⁵



³ Annexe II de l'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

⁴ Ces événements ne sont pas connus à ce stade : cela peut-être des phénomènes hydrologiques qui remobilisent des composés stockés dans les sols ou les sédiments, des pertes de substances dans le milieu via une source ponctuelle...

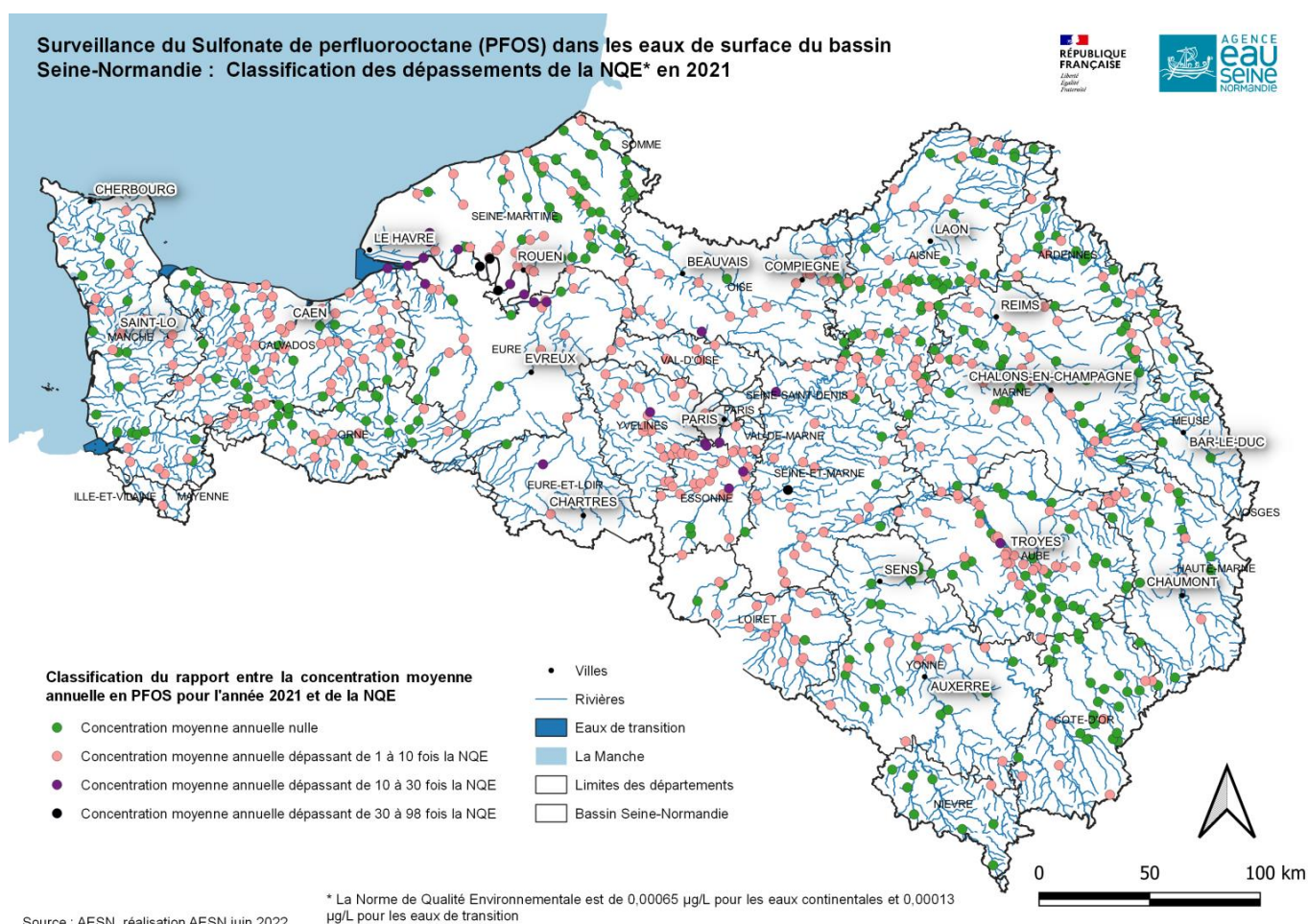
⁵ Pour l'explication des données représentées : cf. l'annexe 2

Ainsi, la carte montre que le bassin est touché dans son intégralité, ce qui confirme le caractère ubiquiste⁶ de ce composé.

- Les cours d'eau contaminés de manière chronique sont ceux de tous les départements de l'Ile-de-France.
- L'amont du bassin n'est pas épargné et on note une forte contamination de l'Oise et de l'Aisne, de la Marne dès son amont de l'Yonne à son aval et le bassin du Loing dans le Loiret.
- En Normandie, l'estuaire (dont la norme est plus basse) est touché de manière plus variable en fonction de stations de surveillance. Sur les rivières et fleuves côtiers normands, les stations présentant une contamination chronique sont plus éparses et les stations ne présentant aucun dépassement, plus nombreuses.

La carte 2 représente la photographie la plus récente, sur l'année 2021, des dépassements de la norme par les moyennes des concentrations. Ces dépassements ont été classés afin de représenter l'intensité de la contamination à chaque station.

CARTE 2



Comme le tableau 1 semblait l'indiquer avec la baisse de la moyenne globale en 2021 par rapport aux années précédentes, la répartition des moyennes des concentrations aux stations montre qu'un grand nombre n'est pas touché par le sulfonate de perfluorooctane (points verts sur la carte) :

- En Côte d'Or, dans la Nièvre, à l'amont de l'Yonne et de l'Aube (avant les agglomérations d'Auxerre et de Troyes), à l'amont de la Marne et dans l'Aisne,
- En Normandie, à l'amont des fleuves côtiers.

⁶ Le caractère ubiquiste des composés perfluorés en général est confirmé par les travaux du PIREN Seine (cf. annexe)

Cependant des dépassements de la norme sont présents :

- Ceux variant entre plus d'une fois et 10 fois la norme sont les plus nombreux : En Normandie à l'aval des fleuves côtiers, en Ile-de-France et à l'aval des agglomérations des territoires de l'amont.
- Ceux de 10 à 30 fois la norme sont présents de manière plus dispersée : en Ile-de-France et en Normandie le long de la Seine (une station de surveillance en Ile-de-France, sur le ru d'Ancoeuil à Moisenay dépasse 56 fois la norme pour cette année 2021).
- Les plus importants, de 30 à près de 100 fois la norme, sont peu nombreux et regroupés dans l'estuaire de la Seine où la norme est plus basse que dans le reste du bassin.

LES EAUX SOUTERRAINES

Surveillance dans les eaux souterraines

Le tableau 2 rassemble les chiffres clés pour 7 composés perfluorés dont les concentrations sont régulièrement mesurées dans les eaux souterraines. Le graphique, 1 représentant leur taux de quantification pour l'année 2021, montre que le sulfonate de perfluorooctane est le plus présent.

TABLEAU 2
Chiffres clé de la surveillance des composés perfluorés dans les cours d'eau du bassin Seine-Normandie

année	Code SANDRE	Nombre d'observations	Taux de quantification en %	Concentration moyenne*	Concentration médiane*	Percentile 90 des concentrations*	Maximale des concentrations*
PFOS - Sulfonate de perfluorooctane							
2017	6561	1087	14.4	5.8	0.5	2.0	5010
2020	6561	1042	36.4	2.6	0.1	3.4	1296
2021	6561	1069	33.0	8.8	0.1	1.8	6200
PFHxA - Acide perfluoro-n-hexanoïque							
2017	5978	1087	6.2	2.0	0.5	0.5	1090
2020	5978	1042	12.3	1.9	0.5	2.0	659
2021	5978	1069	18.7	13.5	0.5	3.0	9760
PFHxS - Acide sulfonique de perfluorohexane							
2017	6830	1087	2.0	2.7	2.5	2.5	47
2020	6830	1042	9.0	1.8	1.0	1.0	149
2021	6830	1069	9.5	1.9	1.0	1.0	219
PFOA - Acide perfluoro-octanoïque							
2017	5347	1087	2.6	12.2	2.5	2.5	10200
2020	5347	1042	9.2	4.0	1.0	1.0	1597
2021	5347	1069	8.4	12.1	1.0	1.0	6630
PFHpA - Acide perfluoro-n-heptanoïque							
2017	5977	1087	0.7	3.5	2.5	2.5	820
2020	5977	1042	4.5	2.1	1.0	1.0	550
2021	5977	1069	5.0	4.3	1.0	1.0	2090
PFDA - Acide perfluoro-decanoïque							
2017	6509	1087	0.1	2.5	2.5	2.5	35
2020	6509	1042	0.4	1.1	1.0	1.0	88
2021	6509	1069	0.5	1.1	1.0	1.0	52
PFDS - Acide sulfonique de perfluorodécane							
2017	6550	1087	0.0	0.0	0.0	0.0	0
2020	6550	1042	0.0	0.0	0.0	0.0	0
2021	6550	1069	0.1	1.0	1.0	1.0	3

Note:

(*) Toutes les concentrations sont exprimées en ng/L.

Pour les 4 composés les plus quantifiés (PFOS, PFHxA, PFHxS et PFOA), déjà l'ANSES en 2011⁷ en avait trouvé 3 d'entre eux dans les eaux brutes : PFOS, PFHxS et PFOA.

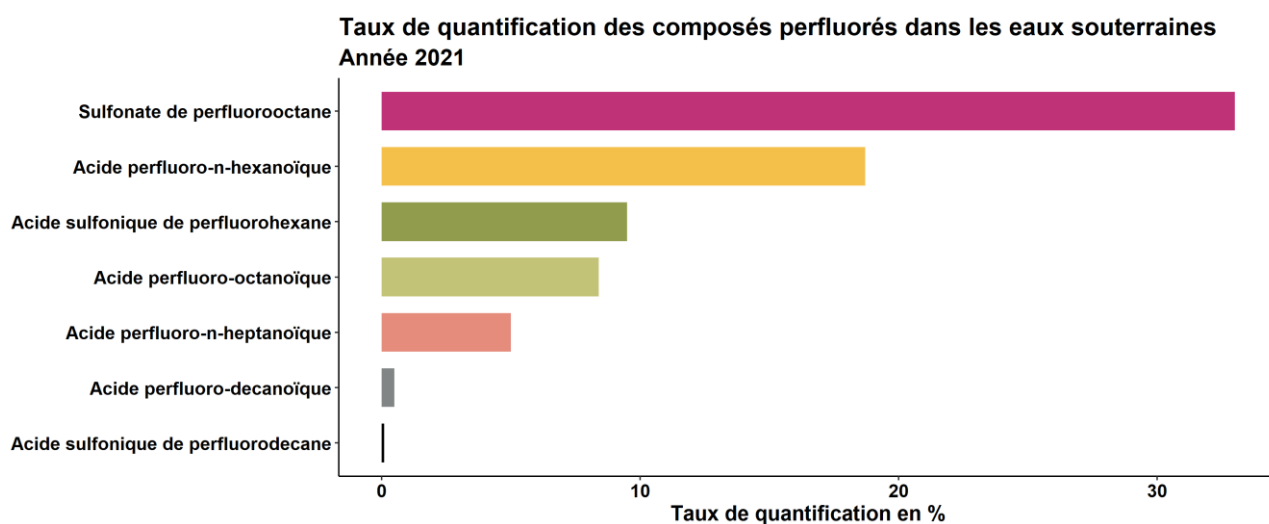
Les valeurs moyennes des concentrations varient de 1,8 ng/L à 13,5 ng/L, tandis que les valeurs des médianes sont plus basses et varient entre 1 et 2,5 ng/L. Comme pour tous les micropolluants, les moyennes des concentrations sont entraînées vers le haut par les valeurs maximales qui peuvent dépasser le microgramme par litre. Par exemple l'acide perfluoro-octanoïque en 2017 présente une valeur maximale de 10,2 µg/L et de l'acide perfluoro-n-hexanoïque en 2021 une concentration maximale de 9,76 µg/L.

⁷ cf. annexe 3 : quelques ressources documentaires

On peut tirer un même élément de conclusion pour les eaux souterraines que celle pour les eaux de surface : les concentrations des perfluorés du bassin sont très faibles la plupart du temps.

Cependant, pour les deux composés PFOS et PFHxA, les valeurs hautes, représentées par leur percentile 90, montrent un caractère chronique de leur présence. Pour les autres composés, seules leurs valeurs maximales très fortes marquent les chiffres clés : ils semblent n'être présents que sous forme de pics très élevés, liés à des circonstances hydrologiques ou hydrogéologique ponctuelles. On note que les valeurs maximales des eaux souterraines sont plus fortes que celles des eaux de surface et plus fortes que celles trouvées par l'ANSES en 2011 qui affichait des concentrations maximales de quelques centaines de ng/L seulement, ce qui tend à montrer un effet d'accumulation.

GRAPHIQUE 2



Source : AESN, réalisation AESN : 2022-08-03

Contamination des eaux souterraines par les composés perfluorés

La directive eau potable⁸ est transposée en droit français par l'arrêté de surveillance de 2022⁹, qui prévoit qu'une "somme des PFAS", composée de 20 substances, soit calculée et comparée en moyenne annuelle à la norme de 100 ng/L pour les eaux brutes. Le marché de surveillance de l'agence de l'eau est en cours de modification pour intégrer les 13 molécules supplémentaires à ce suivi.

Dans le cadre de cette note, la somme calculée avec les 7 molécules suivies de manière régulière sur le bassin est comparée à cette norme : Ainsi, sur 591 stations de surveillance du bassin Seine-Normandie, seuls 7 points la dépassent pour le moment. Ces points d'eau sont listés dans tableau 3.

La station de mesure de Villeneuve-La-Garenne est particulièrement touchée par de forts dépassements.

⁸ 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

⁹ 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.

TABLEAU 3

Stations de surveillance des eaux souterraines en dépassement de la norme de 100 ng/L

année	Identifiant.BSS	Commune	Concentration moyenne annuelle*
Hauts-de-Seine			
2017	BSS000NBQH	Villeneuve-la-Garenne	17202
2020	BSS000NBQH	Villeneuve-la-Garenne	2803
2021	BSS000NBQH	Villeneuve-la-Garenne	17910
Essonne			
2021	BSS000WCLK	Blandy	535
Calvados			
2020	BSS000JBIL	Mondeville	132
2021	BSS000JBIL	Mondeville	111
Seine Maritime			
2017	BSS000GSRC	Saint-Étienne-du-Rouvray	183
Seine et Marne			
2020	BSS000UBNS	Bois-le-Roi	126
Oise			
2017	BSS000JVRK	Boran-sur-Oise	186
Ardennes			
2021	BSS000HMHU	Buzancy	211

Note:

(*) concentration moyenne annuelle de la somme des perfluorés, mesurés à ce jour à chaque station de surveillance, exprimée en ng/L

ANNEXE 1

Concernant les mesures de qualité des eaux, pour une meilleure compréhension de la note, voici quelques notions :

Les mesures de qualité

- La limite de quantification est la valeur correspondant au seuil de quantification, c'est-à-dire la valeur au-dessous de laquelle le laboratoire n'est plus en mesure de déterminer avec exactitude la quantité de la substance recherchée. La limite de quantification est la plus petite valeur à partir de laquelle il existe un résultat de mesure avec une fidélité suffisante. Au cours du temps, les progrès de la métrologie ont abaissé les limites de quantification, améliorant l'acuité de la surveillance des milieux aquatiques.
- Le taux de quantification pour un polluant est calculé à partir du nombre de mesures de qualité au-dessus de la limite de quantification rapporté au nombre de mesures de qualité total le concernant. Cet indicateur sert à dire si ce polluant est présent ou non (moyennant le fait que sa limite de quantification ne soit pas trop haute) et en quelle proportion par rapport à l'ensemble des mesures sur ce polluant. Il s'exprime en pourcentage.
- Le résultat d'une mesure de qualité d'un polluant est une concentration. Pour un micropolluant il s'exprimera en $\mu\text{g/L}$ (voire en ng/L), et pour un macropolluant en mg/L . Quand le résultat rendu par un laboratoire est inférieur à la limite de quantification, il est ramené à la valeur $\frac{1}{2}$ de limite de quantification pour le calcul des valeurs statistiques (moyenne, médiane, percentiles...). Avec cette méthode, utilisée pour les évaluations dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau, on tient compte d'un principe de précaution : la substance peut être présente dans l'eau, mais la méthode analytique n'est pas assez performante pour donner une concentration fiable.

Les normes

- Une norme de qualité environnementale (NQE), est la concentration d'un polluant ou d'un groupe de polluants dans l'eau, les sédiments ou le biote qui ne doit pas être dépassée afin de protéger la santé humaine et l'environnement (définition 35 de l'article 2 de la DCE).
- Pour les eaux souterraines, on se réfère à des normes différentes comme les « exigences minimales relatives aux valeurs paramétriques utilisées pour évaluer la qualité des eaux destinées à la consommation humaine » de la directive européenne du 16 décembre 2020. Comme les NQE, ces normes sont des concentrations à ne pas dépasser. Dans la suite de la note, on raccourcira les termes en parlant de norme de potabilité. Attention : ce sont des normes qui s'appliquent aux eaux brutes et elles n'ont pas de rapport avec la qualité de l'eau potable.

ANNEXE 2

Principe commun aux 2 cartes :

- Filtre sur les données du paramètre 6561
- Calcul des chiffres clés au couple station-année (taux de quantification, min, moyenne et max)
- Jointure avec le référentiel des stations ESU. Colonnes : Code, Libellé, Eau de transition, DT, X, Y) et introduction de la norme en fonction de la colonne Eau de transition (NQE = 0.00065 µg/L pour les eaux continentales et NQE = 0.00013 µg/L pour les eaux de transition)
- Calcul de la colonne « Moyenne/NQE »
- Ajout d'une colonne « Depass » : oui pour Moyenne/NQE >1, non pour Moyenne/NQE ≤1

Principe de la carte 1

A partir du tableau des chiffres clés ci-dessus, calculs dans un tableau résumé pour chaque station :

- Compter le nombre de dépassements (nb oui) et de non-dépassement (nb non)
- Compter le nombre total d'années de surveillance (total = nb oui + nb non), ce chiffre ne peut pas excéder 6 qui représente les années de 2016 à 2021
- Filtrer les stations qui ont été mesurées au moins 4 années durant la période
- Calcul du pourcentage de dépassements (nb oui) par rapport nombre total d'années de surveillance pour chaque station

C'est ce pourcentage qui est représenté à chaque station sur la carte 1.

Principe de la carte 2

Le tableau des chiffres clés aux station-année est filtré sur l'année 2021 et c'est le résultat « Moyenne/NQE » qui est représenté à chaque station sur la carte 2.

ANNEXE 3

Site internet de Santé Publique France

- > <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/exposition-a-des-substances-chimiques/perturbateurs-endocriniens/documents/rapport-synthese/impregnation-de-la-population-francaise-par-les-composes-perfluores-programme-national-de-biosurveillance-esteban-2014-2016>

Site internet de la Préfecture du Rhône

- > <https://www.rhone.gouv.fr/Actualites/Presence-de-substances-perfluorees-au-sud-de-Lyon>

Campagne nationale d'occurrence des composés alkyls perfluorés dans les eaux destinées à la consommation humaine

- > ANSES, rapport mai 2011.
https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/rap0511-2.pdf?TSPD_101_R0=087dc22938ab20006adb1ac431054ad8c24dd183f16af543317b8c95128826ca6360ff8e2ba301f308902e66571430002100fce02618fb12c3731f2d9406f107ababcc55ecc6202baad3bfd97939b9694ce9e1eb4d14a12b30d30295f44bcc54

Bioaccumulation des composés poly- et perfluoroalkylés (PFAS) chez une espèce sentinelle, la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) dans la Seine

- > P. Labadie et al. 2022. Rapport du PIREN Seine phase 8.

The cost of inaction : A socioeconomic analysis of environmental and health impacts linked to exposure to PFAS

- > Gretta Goldenman, Meena Fernandes, Michael Holland, Tugce Tugran, Amanda Nordin, Cindy Schoumacher and Alicia McNeill, 2019
<https://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1295959/FULLTEXT01.pdf>

HBM4EU : POLICY BRIEF PFAS, 2022

- > https://www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2022/06/HBM4EU_Policy-Brief-PFAS.pdf