

# S'attaquer à la menace de la contamination par les PFAS



# Auteurs



Nicolas Huygevelde

Nicolas est le Managing Partner en charge du développement de notre bureau nord-américain. Basé à Chicago, il gère notre équipe et nos projets avec nos partenaires industriels.

Partner  
nicolas.huygevelde@iacpartners.com



Somya Mittal

Somya est consultante au bureau de Chicago.

Consultante  
somya.mittal@iacpartners.com

## Practices :



Equipements  
industriels



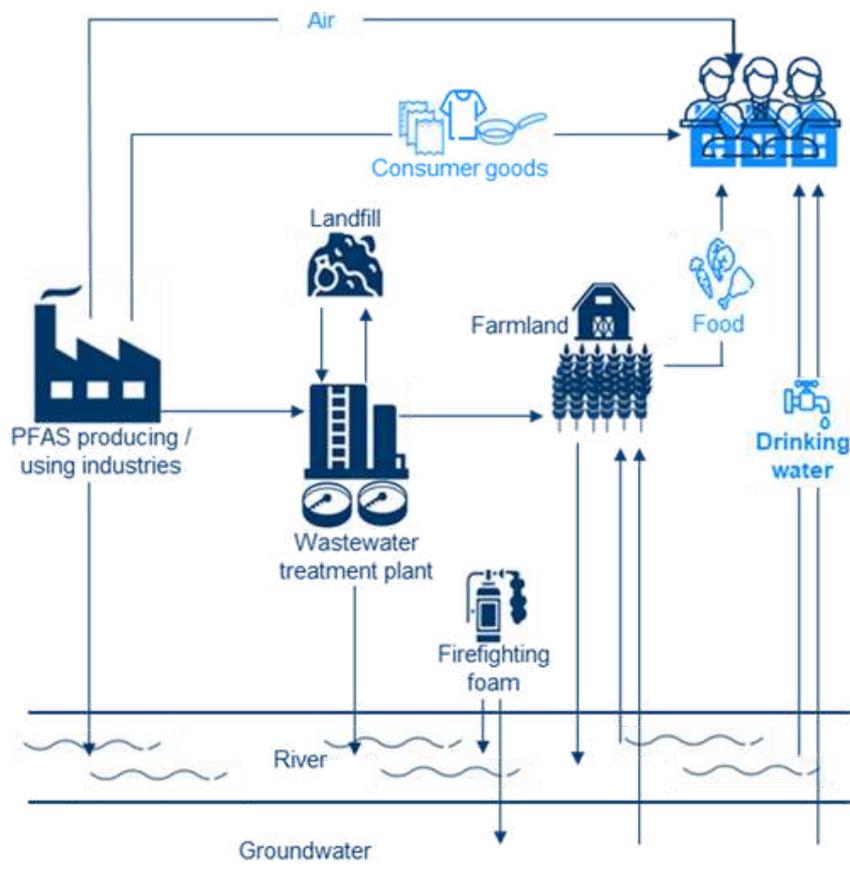
Energie

# Synthèse contextuelle

Les SAF sont un groupe de produits chimiques artificiels utilisés pour fabriquer des revêtements et des produits en fluoropolymère qui résistent à la graisse, à la chaleur, à l'huile, aux taches, etc. Ces substances chimiques sont continuellement libérées dans l'environnement au cours des étapes de fabrication, de traitement, de distribution, d'utilisation et d'élimination des produits qui les contiennent. Certaines PFAS sont également utilisées dans les mousses anti-incendie et dans la transformation industrielle, par exemple dans la fabrication d'autres produits chimiques et d'autres produits.

À ce jour, il existe plus de 9 000 types connus de PFAS et plus de 47 000 tonnes ont été libérées dans l'atmosphère au cours des six dernières décennies dans un mélange de sol, d'eau et d'air. On les trouve dans une variété de produits tels que les ustensiles de cuisine antiadhésifs, les vêtements déperlants, les tissus et tapis antitaches, les cosmétiques, les mousses anti-incendie, les matériaux en contact avec les aliments, etc. L'une des premières sources d'exposition aux PFAS a été les poêles en téflon, un produit de base dans de nombreuses régions des États-Unis.

*PFAS paths to the environment and people*



Ces produits chimiques pénètrent dans nos systèmes d'approvisionnement en eau par de nombreuses voies différentes et par la contamination des sols, ce qui a un impact négatif sur notre alimentation et notre corps. Les scientifiques estiment que plus de 200 millions d'Américains boivent de l'eau contaminée par des PFAS. Les tests effectués par l'Environmental Working Group (EWG) ont révélé la présence de produits chimiques PFAS dans l'eau du robinet de 31 États et de l'État de Washington, en quantités variables et bien plus élevées que la limite de sécurité proposée d'un ppt. Les États-Unis comptent plus de 57 000 sites contaminés identifiés et d'autres sont découverts chaque jour.

Des études ont établi un lien entre l'exposition prolongée aux PFAS et divers problèmes de santé tels que l'altération des fonctions immunitaires et thyroïdiennes, les maladies du foie, le dérèglement des lipides et de l'insuline, les maladies rénales, les effets néfastes sur la reproduction et le développement, la diminution de l'efficacité des vaccins chez les enfants, le cancer, et bien d'autres encore. Selon les estimations actuelles, l'exposition aux PFAS coûte aux Américains plus de 37 milliards de dollars par an en frais de santé.



# Introduction

Les substances per- et polyfluoroalkyles (PFAS) sont devenues un problème environnemental urgent en raison de leur utilisation généralisée et de leur nature persistante. Ces substances chimiques artificielles, que l'on trouve dans divers produits, ont été continuellement rejetées dans l'environnement, entraînant une contamination généralisée du sol, de l'eau et de l'air. L'impact des PFAS sur la santé humaine est alarmant, des études établissant un lien entre une exposition prolongée et une série de problèmes de santé.

## Que faut-il faire ?

Alors que des réglementations et des technologies sont en cours d'élaboration pour résoudre ce problème, cet article explore l'importance de l'assainissement et de l'élimination des PFAS, en mettant en évidence le paysage réglementaire, l'impact des parties prenantes et les technologies émergentes dans la résolution de ce problème urgent.

# 1. Réglementation actuelle et impact sur les acteurs clés



## Lignes directrices locales

Au niveau des États, plusieurs d'entre eux ont élaboré leurs propres normes applicables à l'eau potable, qui varient d'un État à l'autre. Les États disposant de normes applicables à l'eau potable sont les suivants : ME, MA, MI, NH, NJ, NY, PA, RI, VT et WI. Le DE et le VA sont en train d'établir des normes applicables à l'eau potable et le FL est en passe d'adopter ses propres normes si l'EPA n'a pas finalisé ses normes pour les PFAS dans l'eau potable d'ici 2025.

De nombreux États ont consacré leurs propres ressources à l'échantillonnage et à l'assainissement des PFAS dans les cours d'eau. La loi budgétaire californienne de 2021 a alloué 30 millions de dollars du fonds général au State Water Resources Control Board (State Water Board) pour lutter contre les PFAS. Un montant supplémentaire de 50 millions de dollars a été alloué pour l'année fiscale 2022/23. Au cours de l'été 2020, les départements des transports et de l'environnement, des Grands Lacs et de l'énergie du Michigan ont accordé des subventions de 4 millions de dollars à 19 aéroports de services commerciaux pour des tests et des contrôles sur les PFAS. En 2022, 31,9 millions de dollars ont été attribués à des projets comprenant des systèmes de traitement améliorés pour lutter contre les contaminants émergents, y compris les PFAS à New York. Certains États sont plus préoccupés que d'autres par la contamination de la région par les PFAS et par la nécessité d'y remédier rapidement.

# Lignes directrices fédérales

Au niveau fédéral, le plan Biden-Harris 2021-2024 a été dévoilé. Il vise à mieux comprendre la prévalence et la répartition des substances chimiques PFAS dans le pays. L'EPA a annoncé un plan visant à exiger de tous les systèmes publics d'approvisionnement en eau qu'ils testent 29 produits chimiques PFAS dans le cadre du prochain cycle de surveillance des contaminants non réglementés sur une base annuelle à la fin de l'année 2021. En mars 2023, l'EPA a annoncé la proposition de règlement national primaire sur l'eau potable pour six PFAS, dont le PFOA, le PFOS, le PFNA, le HFPO-DA, le PFHxS et le PFBS. Le ministère de la défense (DoD) procède actuellement à des évaluations de nettoyage des PFAS dans près de 700 installations du DoD où des PFAS ont été utilisés ou ont pu être libérés et prévoit d'avoir terminé toutes les évaluations initiales d'ici la fin de l'année 2023. Des réglementations et des restrictions claires sur les PFAS dans les eaux usées sont prévues pour la fin de 2023.

L'administration Biden a annoncé un financement de 18 millions de dollars pour lutter contre la contamination de l'eau potable et des eaux souterraines par les PFAS. En 2022, la distribution de 10 milliards de dollars de financement pour lutter contre les contaminants émergents dans le cadre de la loi bipartisane sur les infrastructures a commencé dans le cadre du PFAS Clean Water State Revolving Fund (1 milliard de dollars), du PFAS Small & Disadvantaged Fund (5 milliards de dollars) et du Drinking Water State Revolving Fund (4 milliards de dollars).





## Impact sur les parties prenantes

Nous nous attendons à ce que la recherche et l'adoption de nouvelles méthodes de traitement et d'élimination des PFAS se développent au fur et à mesure que des réglementations contraignantes commenceront à être adoptées au niveau fédéral dans tous les États-Unis. La législation attendue servira de base aux normes qui seront appliquées dans tout le pays, même si certains États adopteront probablement des politiques plus strictes que celles publiées par l'EPA. Les opportunités dans cet espace seront principalement pertinentes pour :

- Fournisseurs de services d'assainissement - Il y aura une forte demande de fournisseurs de services d'assainissement et d'élimination des PFAS dans les domaines de l'eau potable et du traitement des eaux usées. Il est essentiel pour l'avenir de se concentrer sur la recherche et le développement de méthodes de traitement continues, capables de supporter des volumes massifs et permettant à la fois l'assainissement et l'élimination des PFAS.
- Émetteurs de PFAS - Le transfert attendu de la responsabilité du traitement des eaux usées vers les émetteurs de PFAS, avec des obligations légales découlant du paysage réglementaire, aura probablement lieu au cours des 5 à 10 prochaines années.
- Régulateurs - Des processus continus doivent être mis en œuvre à la fois dans le domaine de l'eau potable et des eaux usées pour suivre les recherches en cours sur la présence de différents types de PFAS qui polluent nos cours d'eau, de manière à ce qu'il y ait une obligation de rendre des comptes.

# 2. Les technologies d'aujourd'hui et de demain

Bien qu'il existe plus d'une douzaine de méthodes de traitement des PFAS, les trois plus couramment utilisées sont : le charbon actif, les résines échangeuses d'ions et les membranes permettant l'osmose inverse ou la nanofiltration. Le principal inconvénient de ces technologies actuelles est qu'elles ne font qu'éliminer les PFAS présents, sans les détruire. Pour la destruction, les restes doivent ensuite être incinérés.

	 <b>Activated Carbon</b>	 <b>Ion exchange resin</b>	 <b>Membrane</b> (Reverse osmosis, Nanofiltration)
<b>Effectiveness of removal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Less effective on short-chain PFAS</li> <li>• Remove other organic pollutants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effective for a wider range of PFAS</li> <li>• Remove other anionic compounds</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effective for all PFAS and other pollutants indifferently</li> </ul>
<b>Capital and O&amp;M</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Low capital costs even with prefiltration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderate capital costs</li> <li>• O&amp;M costs can be significant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• High capital and O&amp;M costs</li> </ul>
<b>Operational costs</b>	Lower impact even with prefiltration	Resin more costly than carbon with prefiltration	High because of energy consumption and pre- and post- treatment
<b>Footprint</b>	Large footprint	Smaller footprint compared to Carbon	Compact system – lower footprint
<b>Pros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Treats other water quality concerns</li> <li>• Effective on long-chain PFAS</li> <li>• Universally accepted</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smaller footprint</li> <li>• Effective for a wide range of PFAS</li> <li>• Accepted by many</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effective for a wide range of PFAS and also other quality concerns</li> </ul>
<b>Challenges</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possible desorption of PFAS</li> <li>• Availability vs. demand</li> <li>• Disposal spent of media by incineration</li> <li>• Efficacy varies by type</li> <li>• Low efficiency on short-chain PFAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Single purpose</li> <li>• Disposal spent of media by incineration</li> <li>• Competitive exchanges impacting effectiveness</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• High CAPEX &amp; OPEX</li> <li>• Concentrate disposal, fouling, scaling requiring incineration</li> </ul>

Voici un exemple de cinq technologies à venir pour le traitement des PFAS et l'élimination de leurs déchets qui, selon nous, seront plus facilement disponibles et acceptées au fur et à mesure que la recherche progresse :

	 <b>Oxidation</b>	 <b>SCWO</b> SuperCritical Water Oxidation	 <b>Pyrolysis, gasification</b>	 <b>Plasma</b>	 <b>Sonolysis</b>
<b>Description process</b>	Oxidation and reduction of chemical pollutants by applying an electrical current through electrodes.	Heating and pressuring water to destroy PFAS.	Decomposition of materials at moderately elevated temperatures in an oxygen-free environment.	Activated gas made of energetic electrons, which break the C-F bonds in contact with PFAS.	Using of an acoustic field to create chemical reaction in the solution (generation and implosion of vapor bubbles).
<b>Effectiveness of removal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effective for long-chain PFAS with low concentration</li> <li>• Inefficient for short-chain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effective for a wide range of PFAS (longer time for short-chain PFAS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effective for a wide range of PFAS but % of destruction varies on the specifications (54% to 98%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effective for a wide range of PFAS</li> <li>• Remove other contaminants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effective for a wide range of PFAS</li> <li>• Remove other contaminants</li> </ul>
<b>Economical</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expensive electrodes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintenance issues</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Higher investment than standard methods</li> <li>• Produces valuable products</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• High energy requirements</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• High energy requirements</li> </ul>
<b>Waste management</b>	<b>No waste generated</b>				
<b>Challenges</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Can form short-chain PFAS</li> <li>• Toxic by-products</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosion of the reactor and impact on water pH</li> <li>• Toxic intermediate products</li> <li>• Precipitation of salts</li> <li>• Limited full-scale application</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Required treatment for by-products</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impact on water pH</li> <li>• Can form short-chain PFAS</li> <li>• Technology is not controlled enough</li> <li>• Limited full-scale application</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanism not well understood (optimization of parameters required)</li> </ul>

L'une des principales différences entre les technologies et les méthodes de traitement émergentes est que les PFAS sont non seulement isolés et éliminés de l'eau, mais aussi éliminés et qu'il n'y a pas de déchets qui doivent ensuite être incinérés.

## Why is this relevant to you?

Un récent rapport de mars 2023 de l'American Water Works Association (AWWA) estime les coûts annualisés de mise en conformité aux États-Unis entre 2 et 4,5 milliards de dollars pour l'assainissement de l'eau potable et des eaux usées. Le marché de l'assainissement et de l'élimination des PFAS devrait croître à un taux de croissance annuel moyen de près de 20 % au cours des cinq prochaines années.

Nous nous attendons à ce que le nouvel environnement réglementaire prenne en compte d'autres types de PFAS (en plus des 29 qui font actuellement l'objet d'un dépistage), ce qui entraînera une nouvelle croissance du marché, car le nombre de sites de traitement et le volume à traiter augmenteront de manière exponentielle. Alors que les méthodes d'assainissement actuelles se concentrent uniquement sur l'eau potable, il y aura un changement en 2024 avec des directives sur l'enlèvement (et l'élimination) des PFAS dans les eaux usées également.

Outre l'assainissement et l'élimination, les entreprises qui émettent actuellement des PFAS auront également la possibilité d'inclure des solutions de remplacement dans leurs objectifs de développement durable pour la prochaine décennie. À titre d'exemple, 3M a annoncé qu'elle cesserait de fabriquer des PFAS d'ici 2025 et nous nous attendons à ce que la recherche et le développement se concentrent davantage dans ce domaine. Des recherches sont également menées sur des alternatives à ces PFAS qui sont devenus des produits ménagers et industriels de base, afin de trouver des solutions moins dangereuses pour l'environnement et la vie humaine.

Les PFAS sont un sujet urgent et essentiel car nous sommes en train de développer des réglementations et des technologies au niveau fédéral et au niveau des États aux États-Unis. Le marché de l'assainissement et de l'élimination des PFAS ne fera que croître au fur et à mesure que nous découvrirons leurs effets nocifs et le danger qu'ils représentent pour la vie humaine. Dans le cadre d'une stratégie de développement durable, la présence de substances chimiques à base de PFAS dans les produits qui nous entourent sera un élément important à prendre en compte.





## Conclusion

Nous observons déjà de nombreuses actions visant à répondre au besoin urgent de réglementations et de technologies pour lutter contre les effets nocifs de ces produits chimiques sur la vie humaine et l'environnement. Le marché de l'assainissement et de l'élimination des PFAS devrait connaître une croissance importante au cours de la prochaine décennie, avec une évolution vers l'inclusion des eaux usées dans les lignes directrices relatives à l'élimination et à l'élimination. Les nouvelles technologies et méthodes de traitement sont désormais axées à la fois sur l'élimination et le traitement des déchets contenant des PFAS. Les entreprises se concentrant sur des objectifs de développement durable, des alternatives aux PFAS sont recherchées pour trouver des solutions moins dangereuses. Dans l'ensemble, nous constatons un besoin important de recherche continue et de mise en œuvre de processus qui suivent les recherches en cours sur la présence de différents types de PFAS. C'est la seule façon de garantir la responsabilité et de protéger la santé humaine et l'environnement.