



# Connaissances sur les PFAS et enjeux dans le contexte des sites et sols pollués

Présentation de l'étude RECORD

*Hugo CARRONNIER, VALGO*

Contexte et témoignage des membres de RECORD

*Anita ROMERO-HARIOT, INRS & Olivier SIBOURG, SARPI Remédiation - VEOLIA*

Journée de restitution  
| 23 novembre 2023 | Saint Denis

# Connaissances sur les PFAS et enjeux dans le contexte des sites et sols pollués

**Dr Hugo Carronnier**  
*Pharmacien Toxicologue*  
*Chef de projets Risk Assessment*



**DIAGNOSTIC**  
global du site



**DÉCONTAMINATION**  
des bâtiments  
(amiante, plomb...)



**DÉPOLLUTION**  
sols et nappes



**VALORISATION**  
de la matière



**DÉVELOPPEMENT &  
VALORISATION  
DE SITES**

## **Conseil et accompagnement**

Conseil en stratégie et accompagnement d'acteurs publics et privés dans la gestion de leur problématique PFAS

## **Recherche fondamentale**

En collaboration avec des centres de recherche français ou internationaux

## **Diagnostic et études de risque**

Mise en œuvre et amélioration des méthodes existantes

## **Traitements**

Maitrise des traitements usuels & recherche de solutions innovantes

## **Outils**

Développement d'outils spécifiques aux PFAS

VAIGO

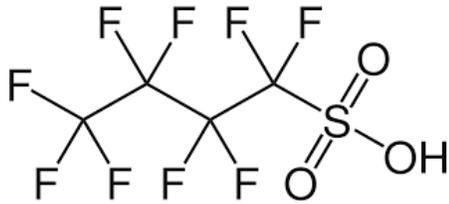


# Origine et principales caractéristiques des PFAS

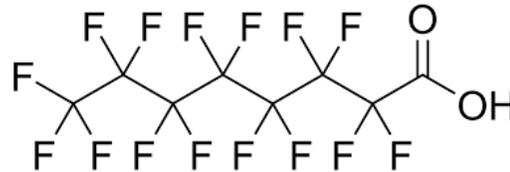


Les PFAS sont une famille complexe de plus de 8000 composés **d'origine anthropique**, et définis par leurs multiples liaisons carbone-fluor. Ils sont généralement:

- Persistants: demie vie environnementale comprise entre 20 et 90 ans
- Virtuellement non biodégradables (ECHA)
- Résistants à la dégradation
- Généralement très hydrophiles

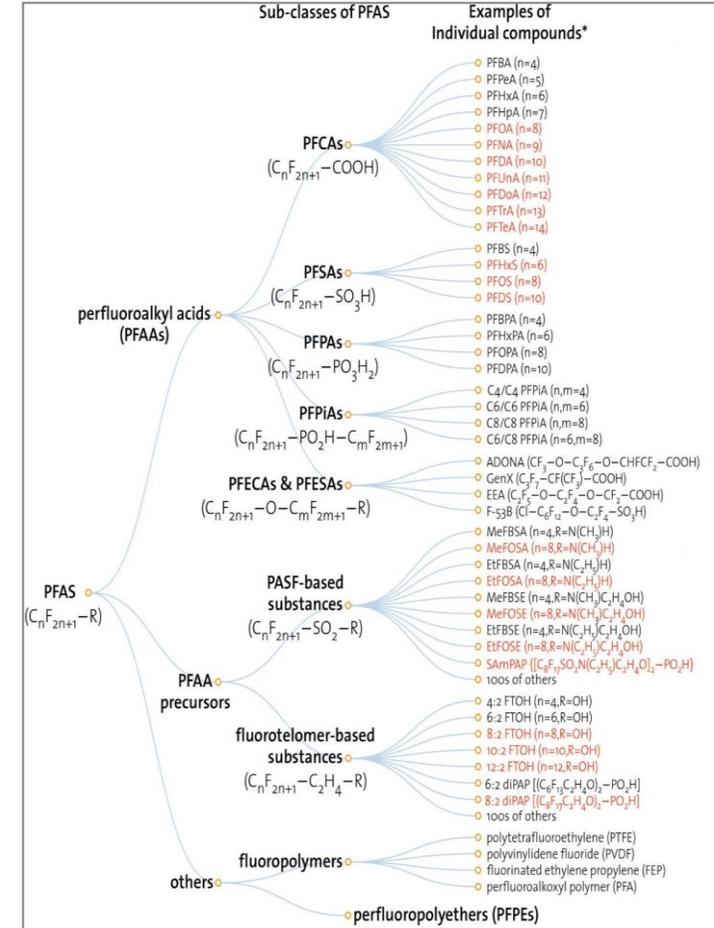


**PFBS**



**PFOA**

- Différences de résistance
- Différences de mobilité
- Différences de comportement dans l'environnement
- Différences d'utilisation
- Différences de toxicité



DU FAIT DE LEURS CARACTERISTIQUES, ILS SONT  
UTILISES DE MANIERE ETENDUE DANS L'INDUSTRIE



Electronique



Mousses  
anti-incendies



Cosmétiques



Encres



Textiles (GoreTex)



Huiles moteur



Packaging  
alimentaire



Papeterie



Peintures



Pesticides



Industrie  
minière/Fracking



Vernis



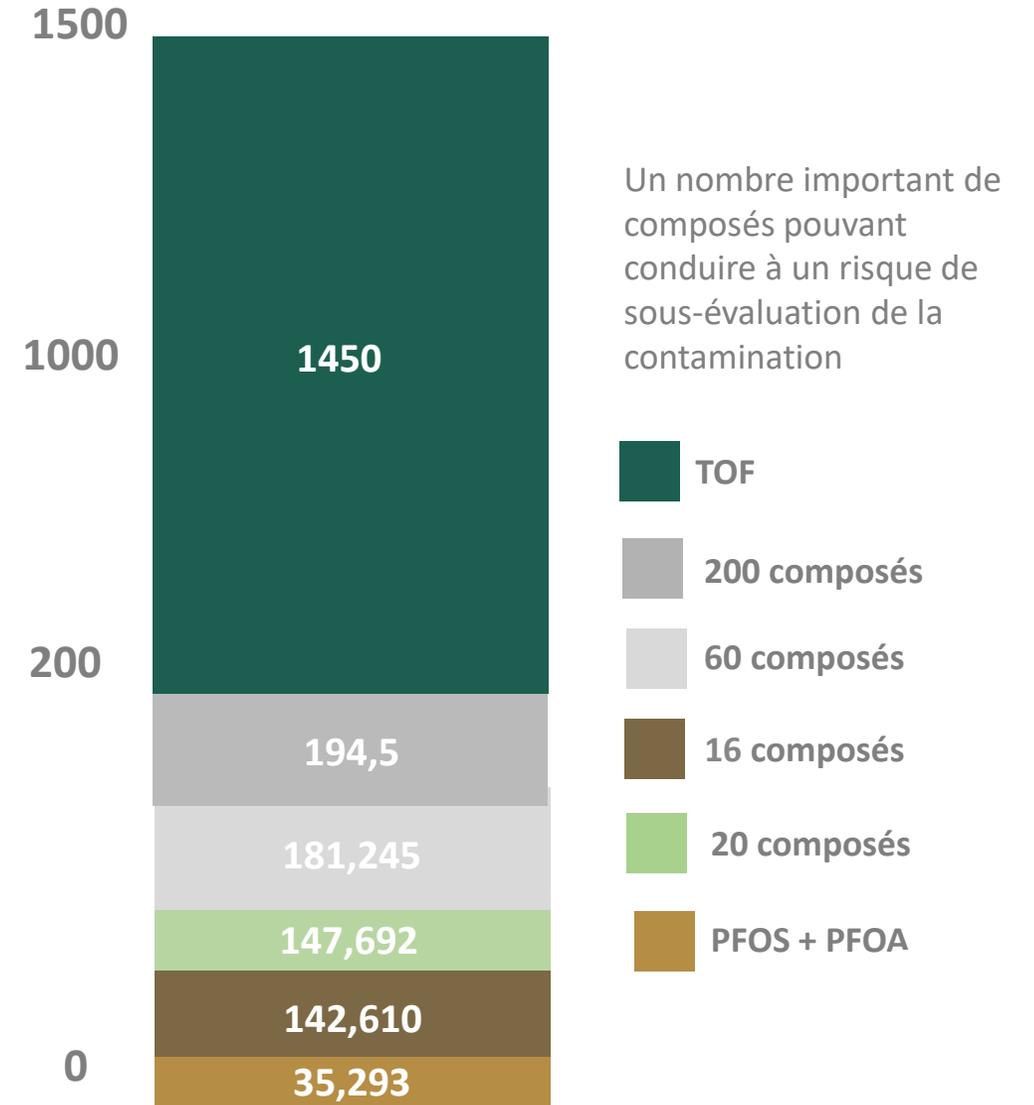
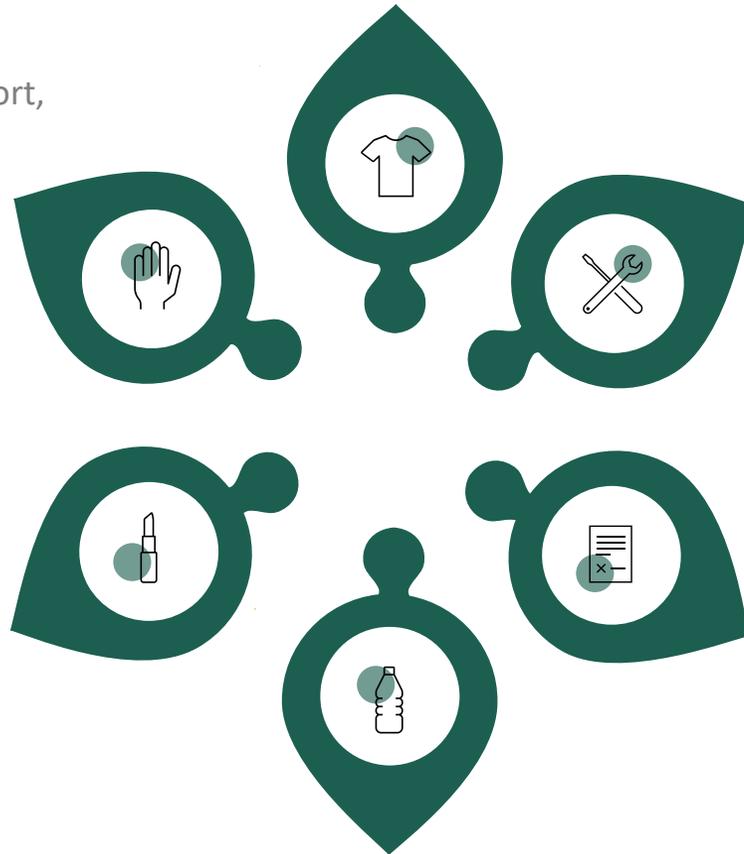
Industrie  
métallurgique



Médicaments  
et dispositifs  
médicaux

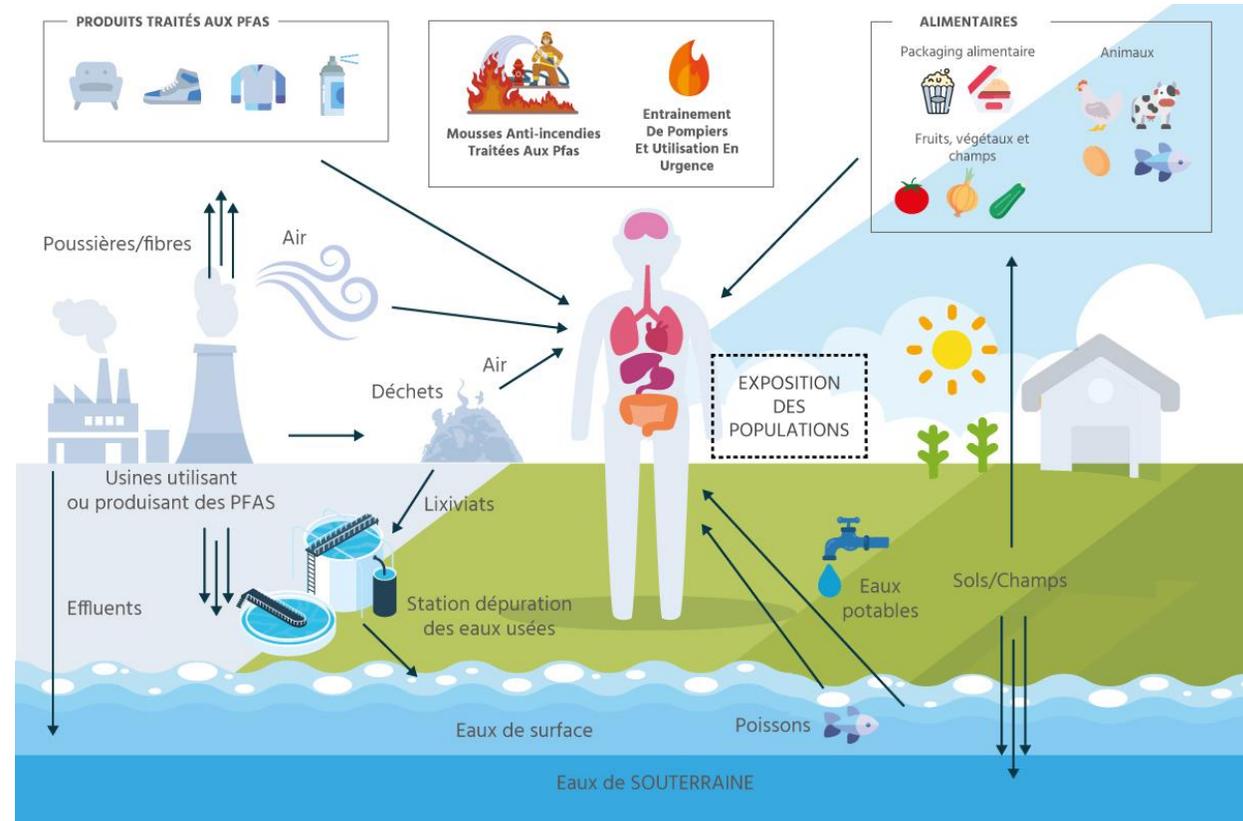
### Contamination croisée

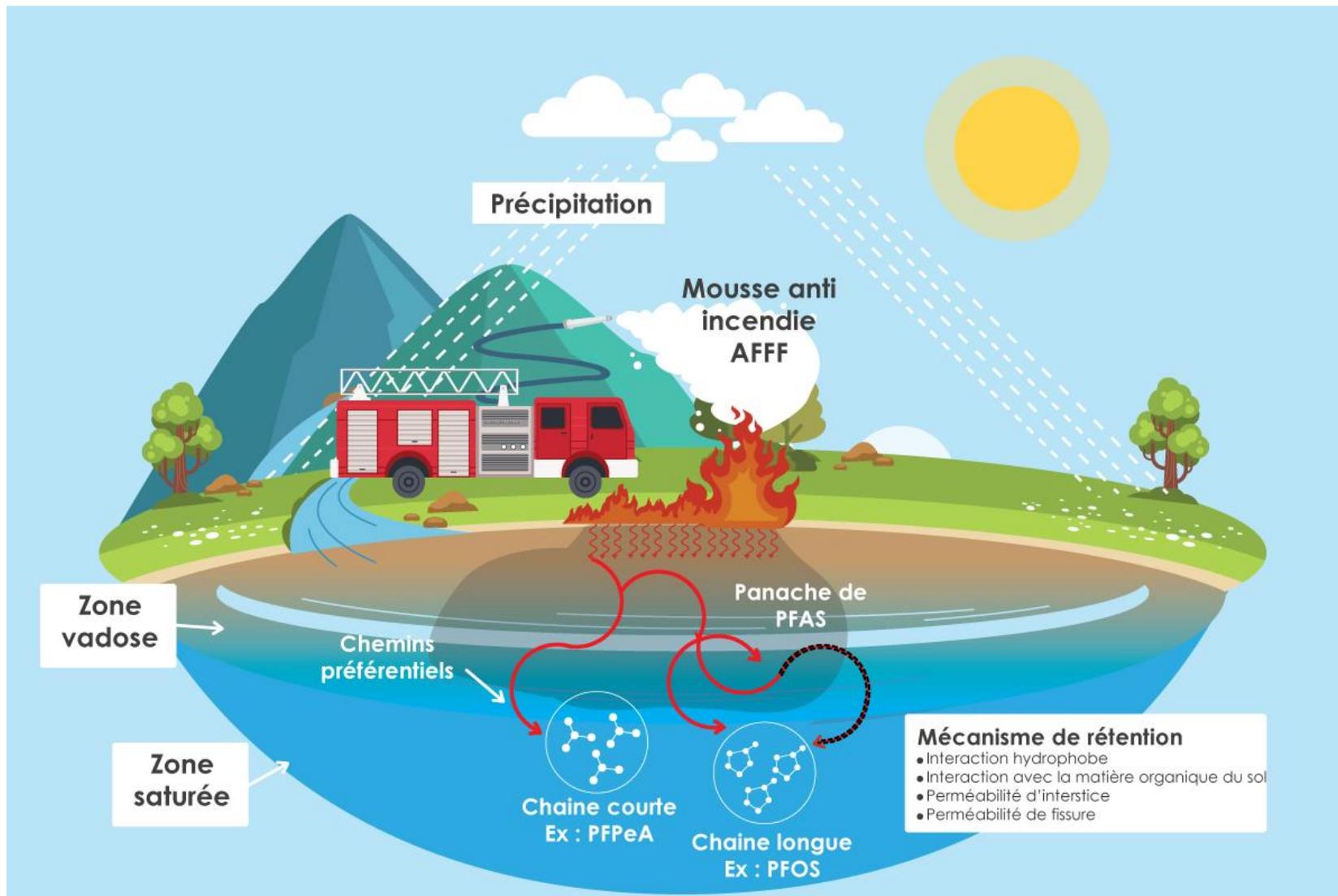
- Gérer le risque de contamination des échantillons
- **Modalité de surveillance**  
Stratégie de blancs (de transport, analytique, de prélèvement...)

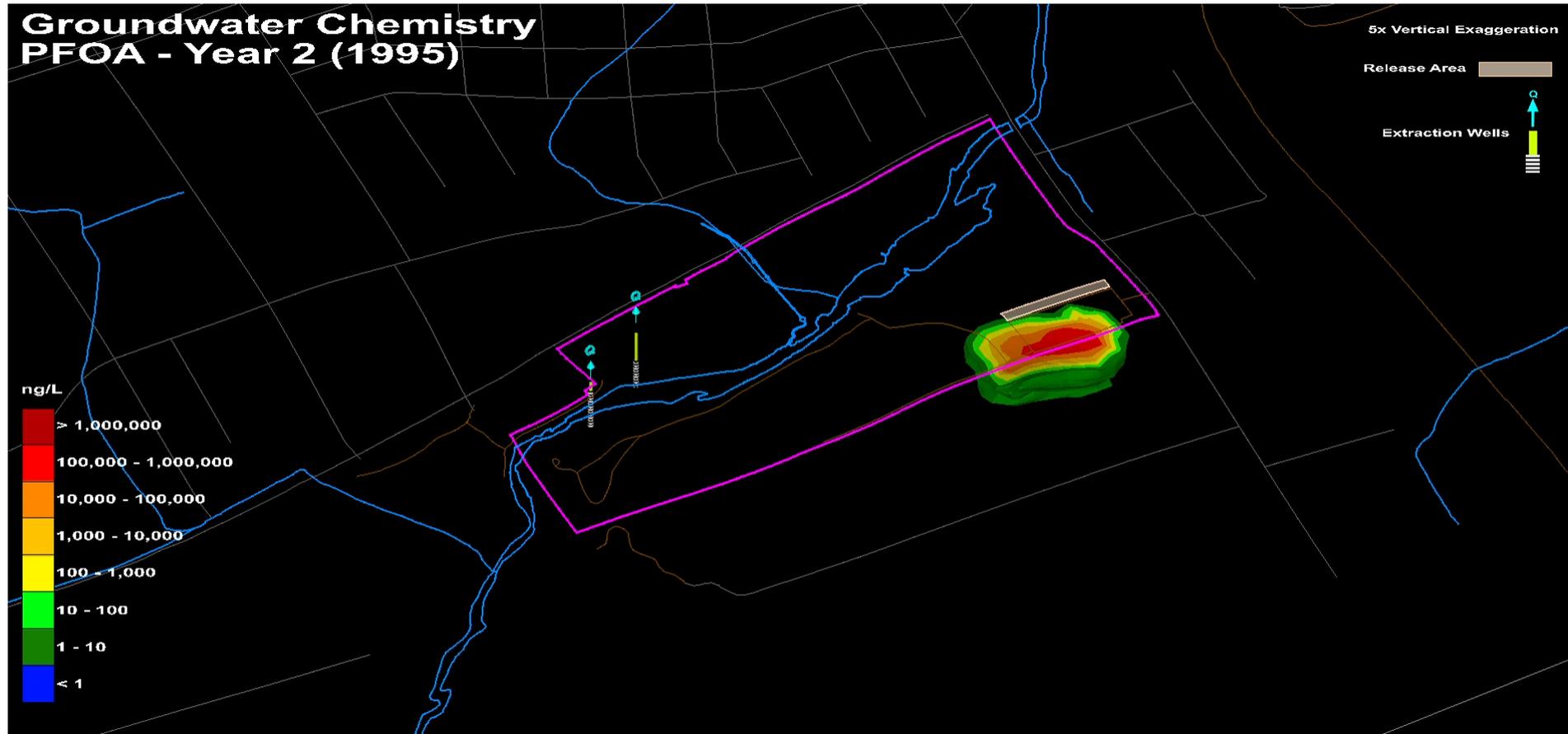


Une contamination globale de l'environnement conduisant à l'exposition des populations

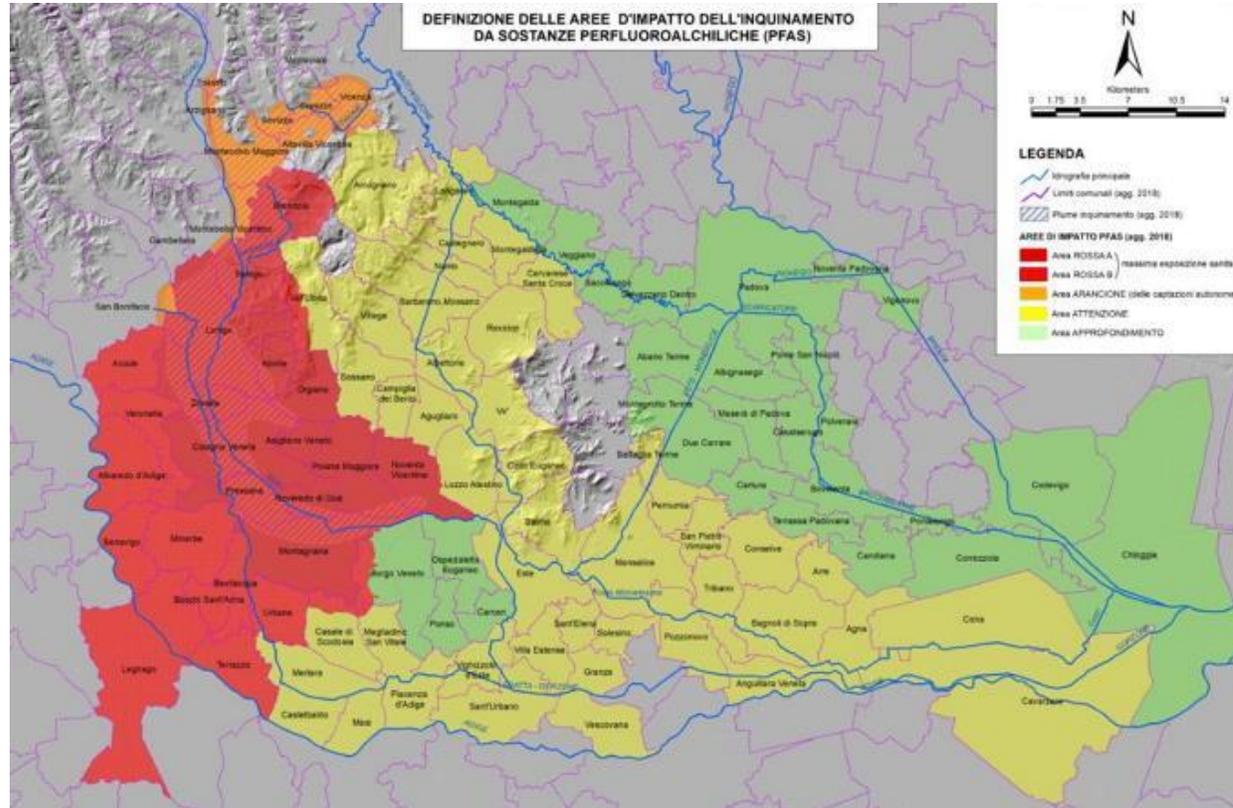
- Les usages des particuliers représentent également des sources
- La contamination est telle que l'on retrouve des PFAS dans tout le cycle de l'eau y compris dans les eaux de pluie (quelques ng/L)







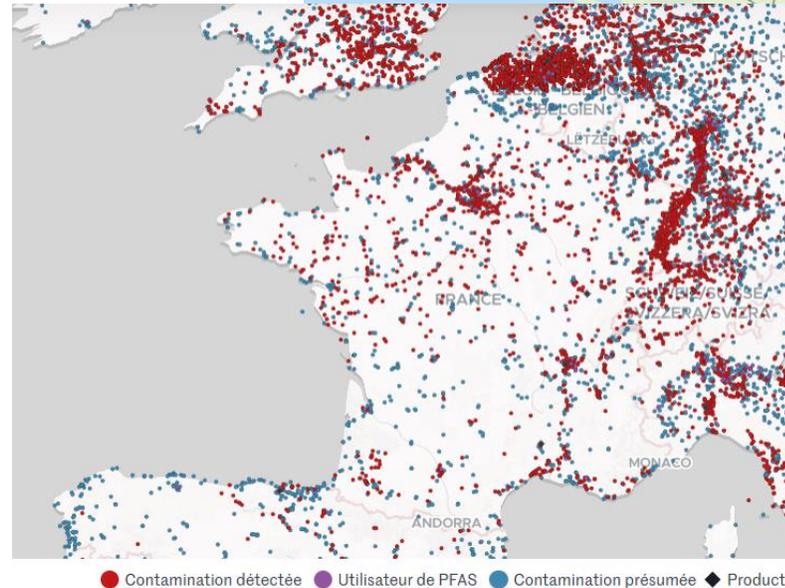
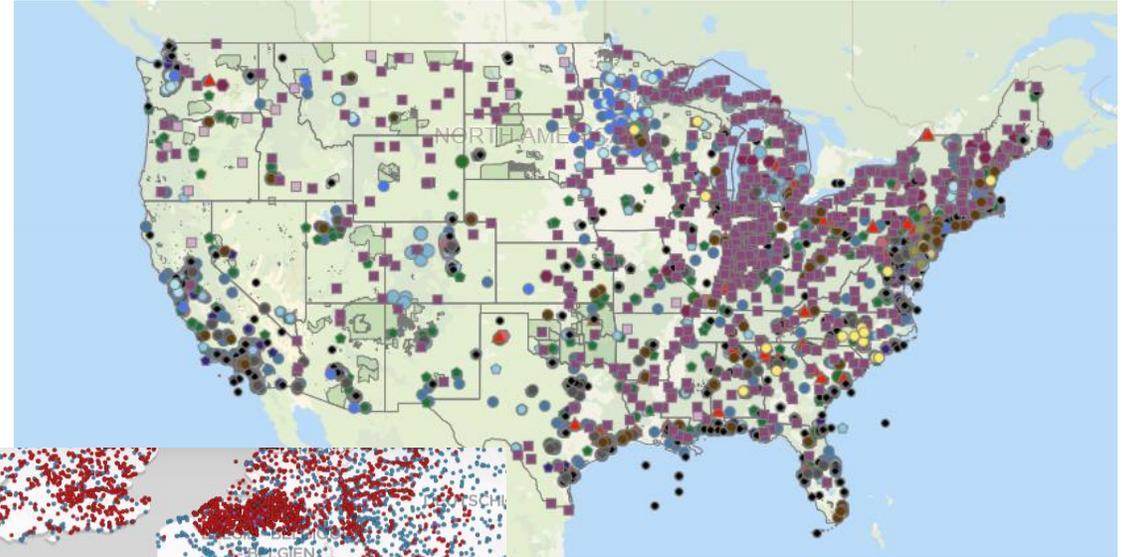
Modélisation du comportement des PFAS (GHD)



« Zone de danger maximal » de plus de 200km<sup>2</sup>

Gouvernement italien

- Plus de 57 000 sites contaminés aux USA
  - Dont 710 bases militaires
  - Conduisant à l'exposition potentielle de plus de 600 000 militaires
- Au moins 60 sites suspectés au Canada
- Plus de 100 000 sites suspectés en Europe



● Contamination détectée ● Utilisateur de PFAS ● Contamination présumée ◆ Producteur

Source : Forever Pollution Project

1

De multiples voies d'exposition

2

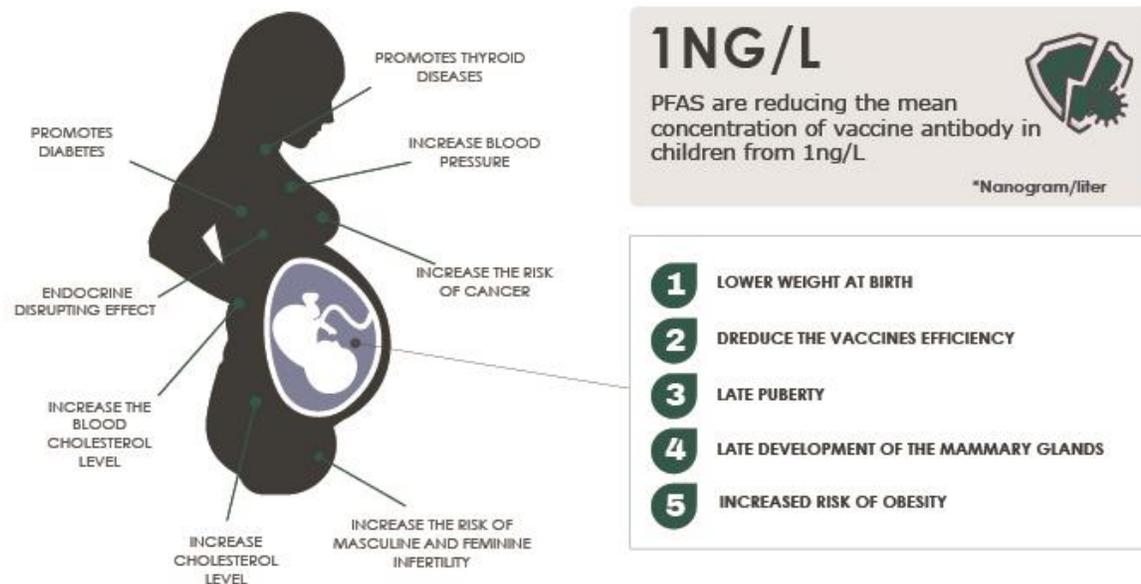
Conduisant à des toxicités multiples

- Hépatique
- Immunologique
- Métabolique
- Trouble du développement pré et post natal
- Activité endocrinienne
- Cancérogène

3

Longue demi-vie dans le sérum: 5 ans  
(variable selon le sexe)

## CONSÉQUENCES ON HUMAN HEALTH



## De nombreuses valeurs seuil pour les eaux

	Matrices	PFOS (ng.L <sup>-1</sup> )	PFOA (ng.L <sup>-1</sup> )
UE (2022-2027)	Eaux	$\Sigma 20 \text{ PFAS} = 100$ $\Sigma \text{ PFAS} = 500$	
UK 2009	Eaux potables	1000	300
US-EPA 2016		Depuis Juin 2023: PFOA et PFOS 4 ng/L, + quotient de risque pour le PFBA, le PFDA, et le GenX	
PAYS BAS 2011		530	-
ATSDR 2018		11	7
Santé Canada 2018		Eaux potables	200
Minnesota	Eaux potables et eaux souterraines	35	15

ANSES 2018, ITRC 2019

**Mais encore peu réglementées dans les sols.**

## Evolutions réglementaires

- 1** Mise en place d'un nombre croissant d'interdiction de fabrication, d'importation et d'utilisation. À l'aide de **REACH**, et de **la convention de Stockholm** (PFOS, PFOA, PFHxS) qui étudient l'interdiction de 10 000 PFAS.

Même fonctionnement aux Etats Unis, au Canada ou dans d'autres pays
- 2** **Directive cadre sur l'eau 2022-2027** applicable en 2026, Directive **EQS** pour les eaux de surface  
 → 500 ng/L pour tous les PFAS
- 3** **Valeurs pour les sols en réflexion en Europe**  
 Belgique: 5 µg/kg pour la mise en décharge; Variable pour les sols avec d'autres utilités (2,8 – 180 µg/kg)  
 Allemagne: Quotientzsumme (variable selon les PFAS)
- 4** **Evolution rapide en France** sous pression du cas Arkéma

  - Surveillance systématique des rejets
  - Conception d'une réglementation en cours

Société mise en cause	Secteur d'activité	Plaignants	Année de mise en cause	Décision Finale	Localisation	Condamnation financière	Accord amiable
3M	Déperlants	Privé	2010	2018	USA - MN	850 000 000 \$	-
DuPont	Téflon	Privé	1998	2017	USA - WV	671 000 000 \$	-
Johnson Controls	AFFF			2021	USA	-	35 000 000 \$
3M, DuPont, Chemguard Inc. Tyco ...	AFFF	Nantucket Memorial Airport	2021	-	USA - MA	-	-
3M, DuPont, Chemguard Inc. Tyco ...	AFFF	Martha's Vineyard Airport	2021	-	USA - MA	-	-
3M, DuPont, Chemguard Inc. Tyco ...	AFFF	Tampa Airport + Peter O Knight Airport, Tampa Executive Airport, Plant City Airport	2021	-	USA - FL	-	-
3M, DuPont, Chemguard Inc. Tyco ...	AFFF	Orlando-Sandford International Airport	2019	-	USA - FL	-	-
3M, DuPont, Chemguard Inc. Tyco ...	AFFF	Monterey Peninsula Airport	2019	-	USA - CA	-	-
Aéroport RAAF Williamstown	Aéroport militaire	Privé	2015	2020	AUS	215 000 000 \$	-
DuPont, Chemours, Corteva	synthèse chimique	Etat du Delaware	2018	2021	USA - DE	-	50 000 000 \$

**INFOS**

En 22 ans : Plus de 5000 procès, dans 40 Tribunaux, visant 193 sociétés et 89 corps industriels

Plusieurs centaines de millions de dollars de dédommagement

Les aéroports peuvent avoir le statut d'accusé ou de plaignant

Les producteurs ont créé un fond d'indemnisation doté de 5 Milliards de dollars pour faire face aux class actions

## Trois grands types de class actions

**1** **Mise en cause des producteurs** : premières class actions concernant des cas de pollutions liées à la production de PFAS (cf. Miteni et 3M en Europe)

**2** **Mise en cause des entreprises utilisant les PFAS** par les salariés ou la population exposée (Textile, cuir, électroplacage, papeteries, aéroports, défense nationale,...)

**3** **Mise en cause des entreprises produisant des substituts toxiques polyfluorés** aux perfluorés « historiques » (GenX, ADONA, et précurseurs)

Pour de nombreux motifs :

(Négligence, **Enrichissement en PFAS sans justification**, Fraude, Complot, Violation de garantie, **Demande de surveillance médicale suite à une exposition**, Perte de jouissance de la vie, Détresse émotionnelle, Dommages matériels, **Mise en danger**, **Dégradation de l'environnement**, **Diminution de la valeur de la propriété**, Non-respect des lois CERCA, RCRA, CWA ou de lois locales

VAGO



# Le rapport réalisé pour RECORD



## Produire des rapports à destination des membres de RECORD regroupant :

- Les **données générales** relatives aux PFAS
- Les **méthodes de caractérisation** (gestion de la contamination croisée, prélèvement, analyse) dans les sols et les autres matrices d'intérêt
- Les informations concernant **l'encadrement réglementaire** de ces composés
- Le **risque** toxicologique et éco-toxicologique

## Fournir des pistes de réflexion sur les conditions d'établissement des valeurs de références si nécessaire

*Ainsi que des visuels (présentations, infographies...) et la participation à un webinaire.*



### Partie 1 – Généralité et réglementaire

- Historique
- Classification
- Utilisations et principales sources dans l'environnement
- Le cas des mousses AFFF
- Propriétés physico chimiques
- Transport dans les différentes matrices
- Réglementation Française
- Réglementation Européenne
- Réglementation Américaine
- Réglementation Australienne
- Réglementation Japonaise

### Partie 2 – Toxicité, écotoxicité, risque

- Voies d'expositions
- Toxicocinétique
- Impact des PFAS sur la santé Humaine
- Effet toxique principal
- Bioaccumulation
- Ecotoxicité
- Enjeux de santé publique
- Valeurs de références opposables

### Partie 3 – Enjeux de la métrologie

- Quels sont les enjeux de la métrologie?
- Plan de prélèvement
- Gestion de la contamination croisée
- Blancs et replicates
- Présentation des principales méthodes d'analyse (avantages, inconvénients, reproductibilité, utilisation optimale)
- Mise en place d'une stratégie analytique

#### Relu et complété par un panel d'experts:

- Dr. Jacques Martelain ( TERRAQUAtron)
- Dr. Eric Michel (INRAE)
- David Michel (State Representant Connecticut)
- Dr. Gregory Lemnkine (WATCHFROG)
- Dr. Gabriel Munoz (ministère de l'Écologie du Québec)
- Dr. Sébastien Sauvé (Université de Montréal)



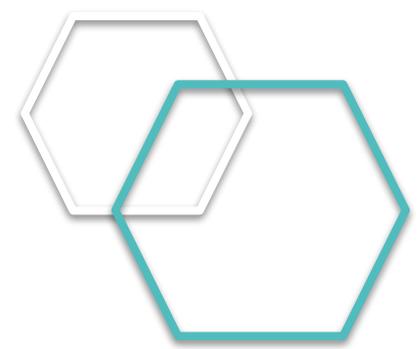
Suivez nous aussi sur :



[www.valgo.com](http://www.valgo.com)



## Avertissement



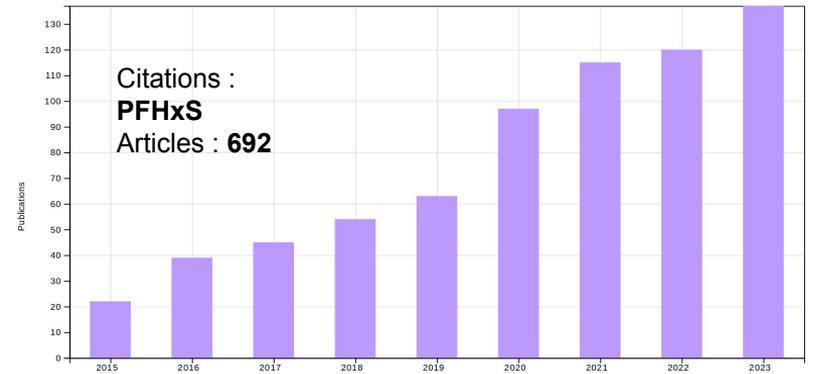
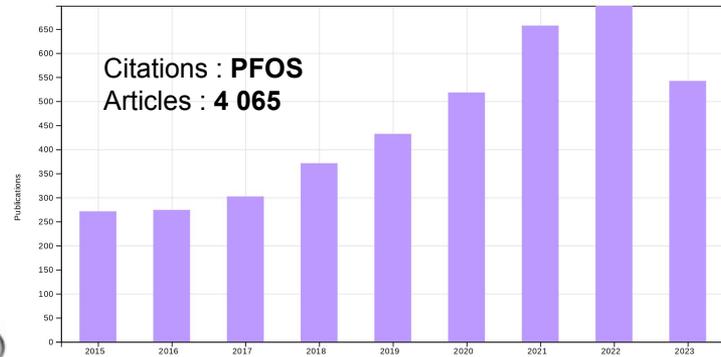
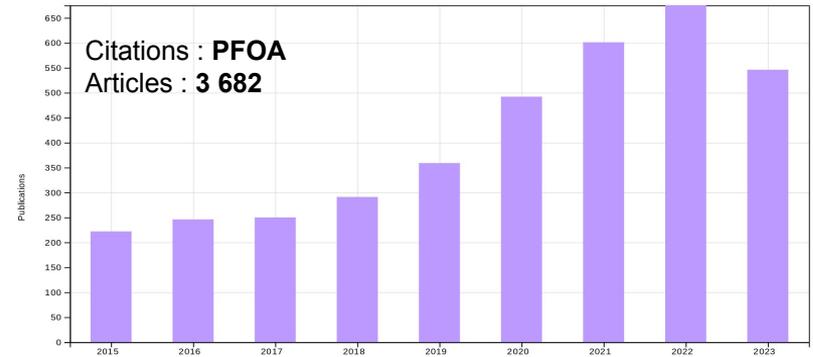
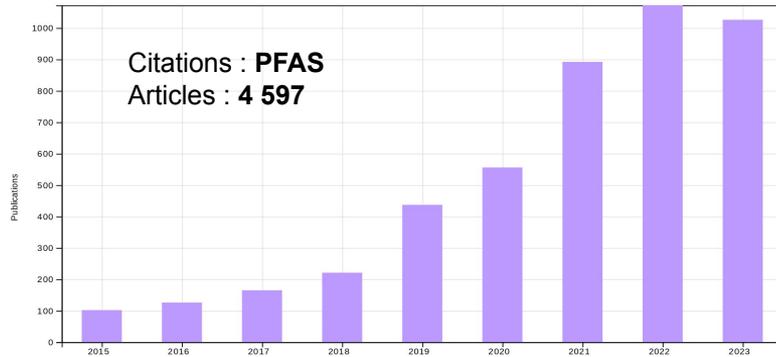
*Les informations contenues dans le présent document sont fondées sur la compréhension et le savoir-faire du groupe Veolia dans les domaines scientifiques et techniques abordés ci-dessus au moment de sa publication. Les déclarations qui sont susceptibles d'être interprétées comme ayant une valeur prédictive des résultats ou de la performance futurs ne doivent pas être considérées comme les garantissant, mais davantage comme évaluant raisonnablement l'évolution possible des technologies décrites ci-dessus.*

*Ce document étant fondé sur l'état des connaissances scientifiques, techniques et réglementaires du groupe Veolia au moment de sa publication, l'exhaustivité et l'exactitude des informations qu'il contient ne peuvent être garanties.*

*Les descriptions contenues dans le présent document s'appliquent uniquement aux exemples et/ou aux situations générales spécifiquement citées, et en aucune manière ne doivent être considérées comme s'appliquant à d'autres cas sans un examen et une approbation préalables.*

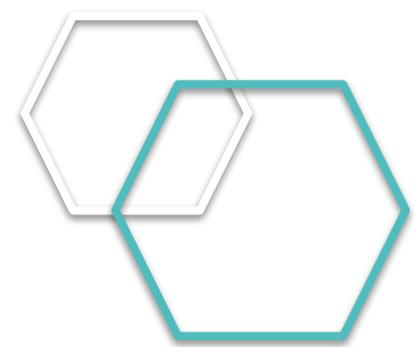
# Etat de la recherche scientifique sur les PFAS

Source : Web of Science



## Quelles techniques de traitement dans les sols et nappes

De nombreuses techniques opérationnelles existent



### In-situ :

- Lessivage et récupération
- Immobilisation (stabilisation / solidification)
- Fractionnement par mousse (SAFF)
- Injection de média (CA, Argiles, ..)
- Pompage & Traitement

### Hors site :

- Lavage du sol
- Désorption thermique
- Cimenterie
- Incinération déchets spéciaux
- Autres ?

### Sur site :

- Lavage du sol
- Immobilisation



Les programmes  
RECORD font l'objet  
d'un soutien de l'ADEME



# Journée de restitution RECORD

Présentation des derniers résultats issus de ses  
programmes d'études et de recherche

Les membres de RECORD



23 novembre 2023,  
SNCF, Saint Denis

