

Quelles modalités de **suivi des PFAS**
dans le cadre d'un programme de
réemploi des eaux usées traitées
ou de leurs sous-produits

Yann Le Houedec

11 mars 2025



Environnement





Composés contenant au moins un groupe CF_2 ou CF_3 :

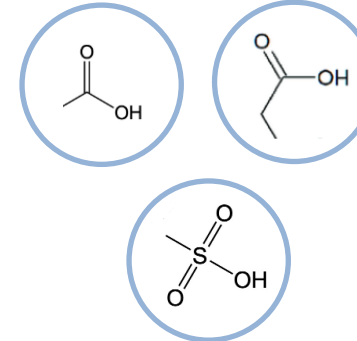
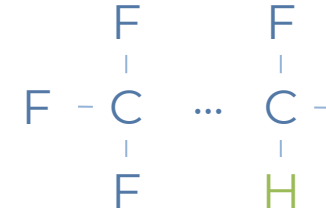


Les PFAS différent selon :

La longueur de la chaîne carbonée

La saturation en liaisons C-F

La nature de la fonction (acide, alcool, sulfonique, etc.)



Nombreux composés possibles
(> 4 000 à ce jour)

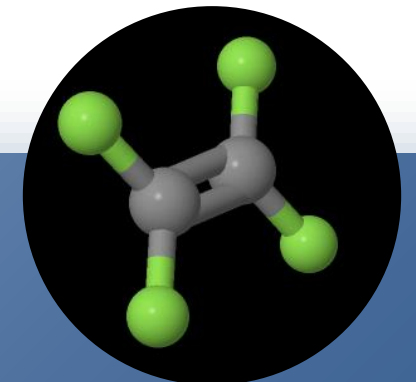
Poly - = il reste des liaisons C-H

Per - = tous les C-H remplacés par des C-F



Une utilisation très répandue liée à des propriétés uniques

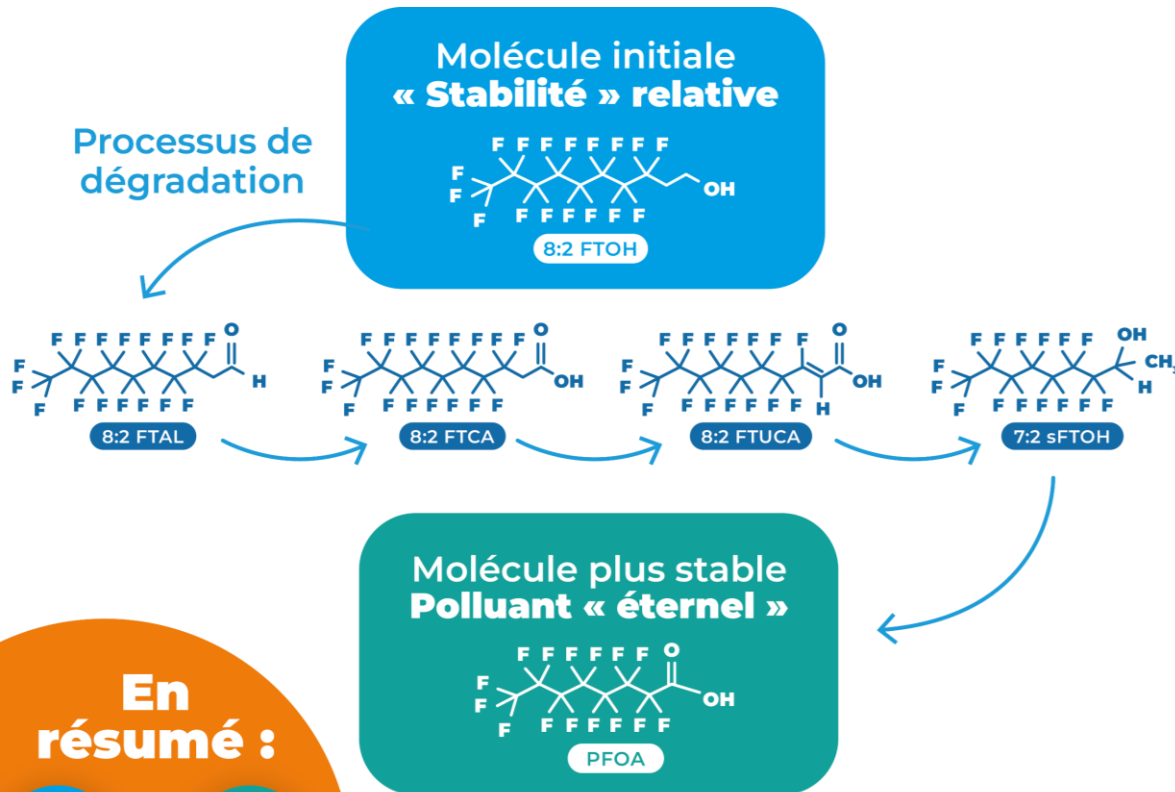
- Synthèse anthropique uniquement (= par l'Homme)
- **Forte résistance de la liaison Carbone-Fluor** qui permet des propriétés de thermo-résistance, déperlance, etc. intéressantes et uniques pour les applications industrielles



Exemple : TFE C_2F_4
(précurseur du Teflon)

Des polluants pas vraiment "éternels" :

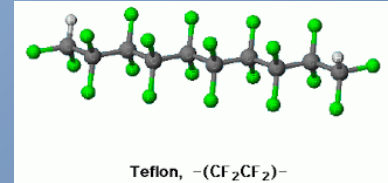
Les PFAS polyfluoroalkylés peuvent se dégrader en PFAS perfluoroalkylés



En résumé :

8:2 FTOH → **PFOA**

Les applications industrielles peuvent utiliser des formes polymérisées



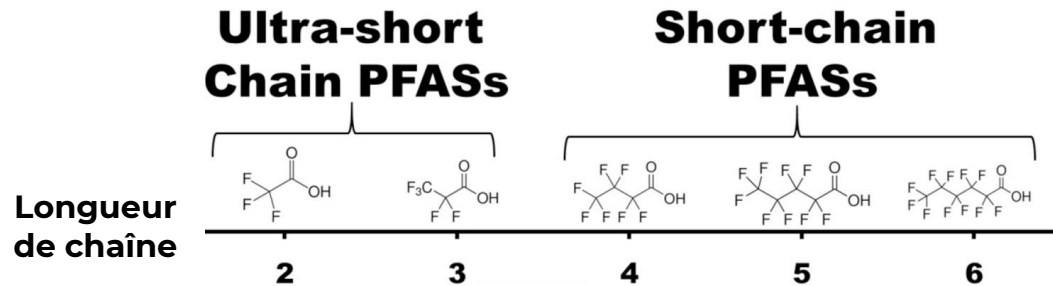
La toxicité des formes polymérisées fait aujourd'hui débat, mais :

Il peut rester des monomères au sein de matériaux polymérisés

Les polymères peuvent se dégrader en monomères

La production de polymères nécessite l'utilisation de PFAS monomériques à la toxicité suspectée plus forte

De quoi parle-t-on ?



Les process de traitement des Ultra-Short Chain PFAS pour l'eau potable sont rares et coûteux

Des applications industrielles fréquentes depuis l'interdiction des composés plus longs (REACH)

Le TFA (C2) est un produit couramment utilisé dans la chimie organique (acide très puissant)

Les ultra-short chains et short chains sont très mobiles et peuvent avoir de fortes concentrations dans l'environnement, en particulier dans l'eau

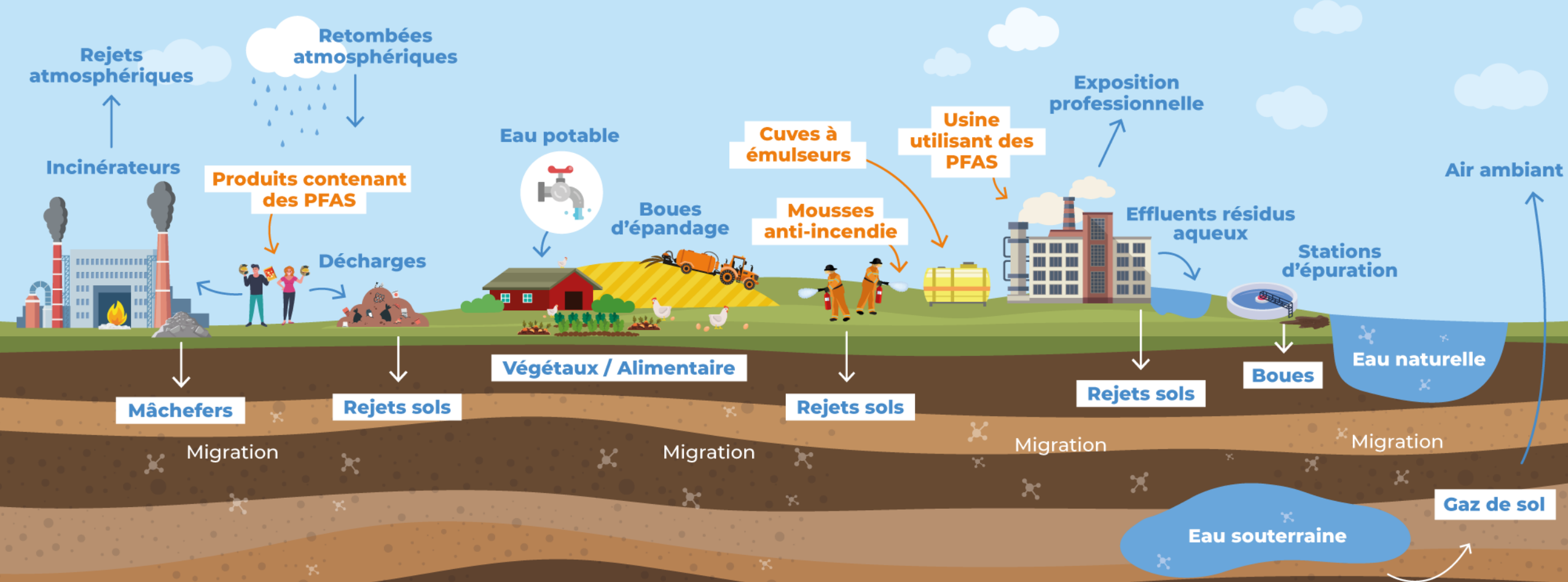
Ces molécules sont supposées avoir un effet bio-accumulant plus faible que les chaînes longues (sujet à débat)

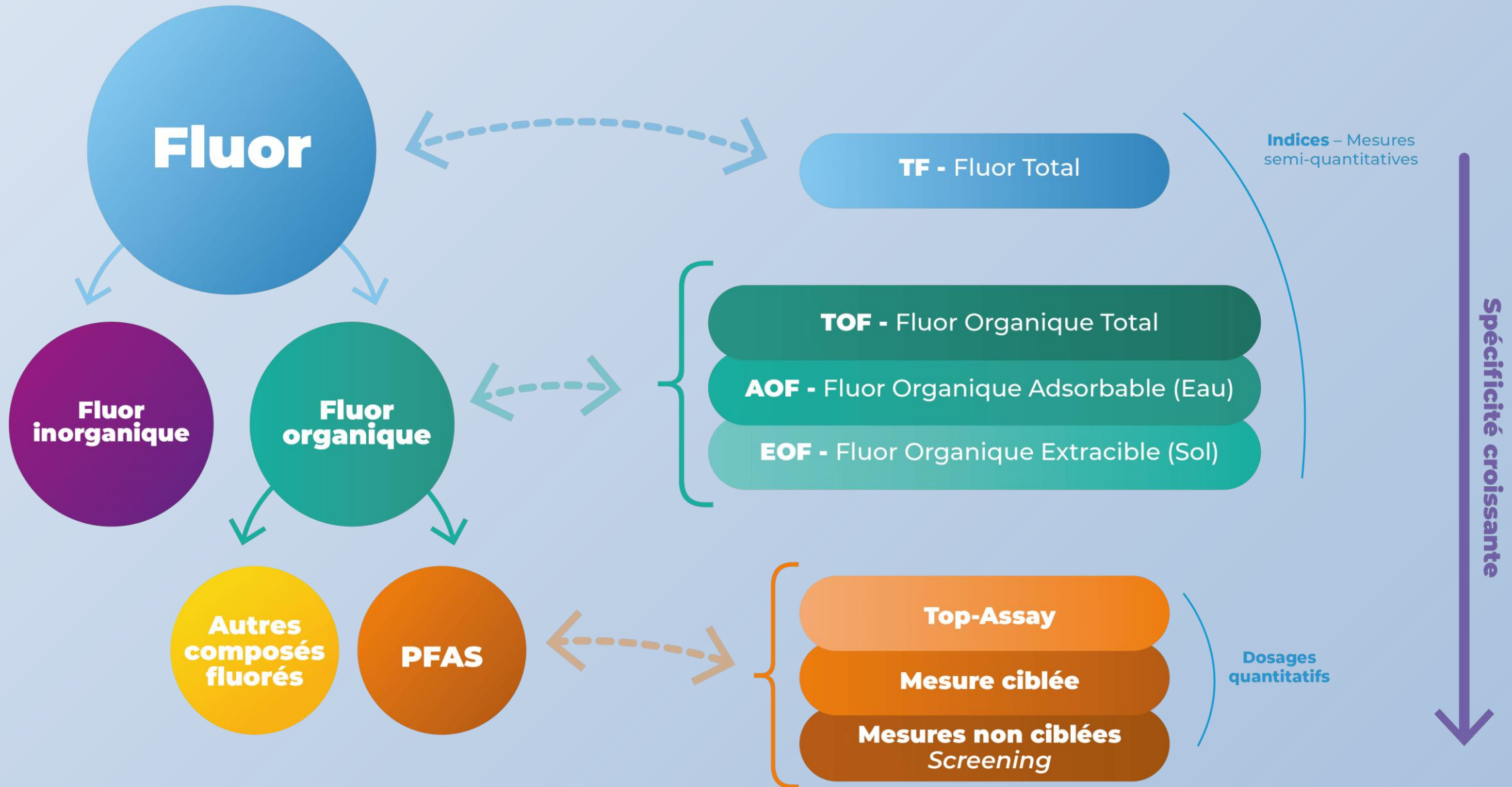
Notre exposition aux PFAS provient des produits en contenant et des rejets environnementaux

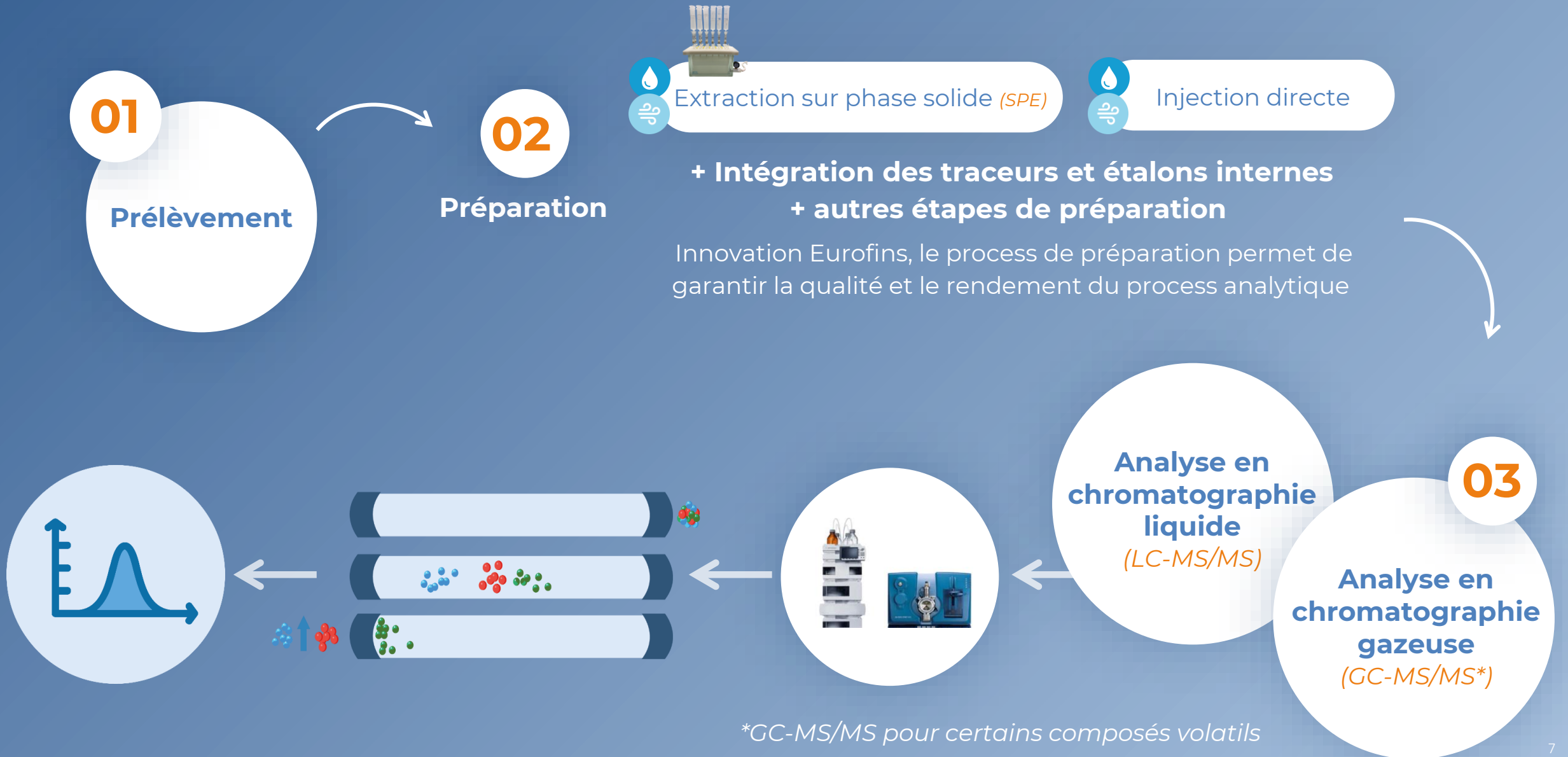
Légende :

Source primaire

Source secondaire

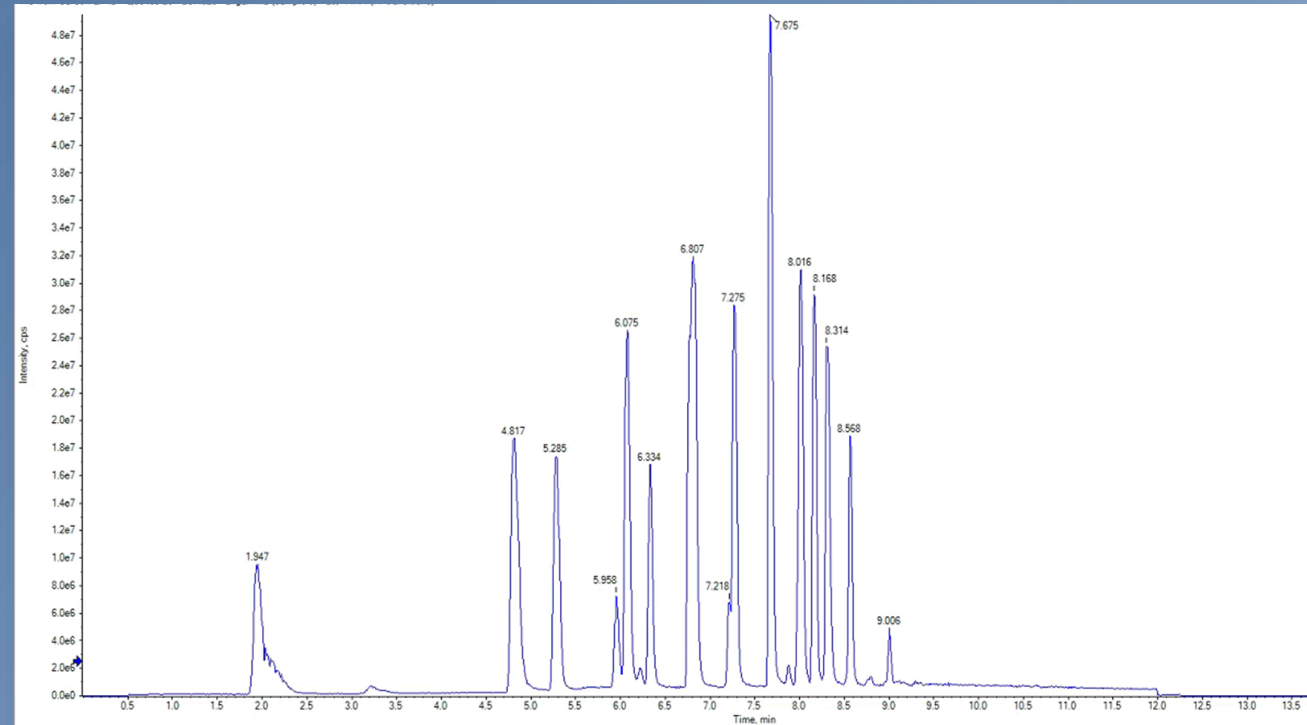






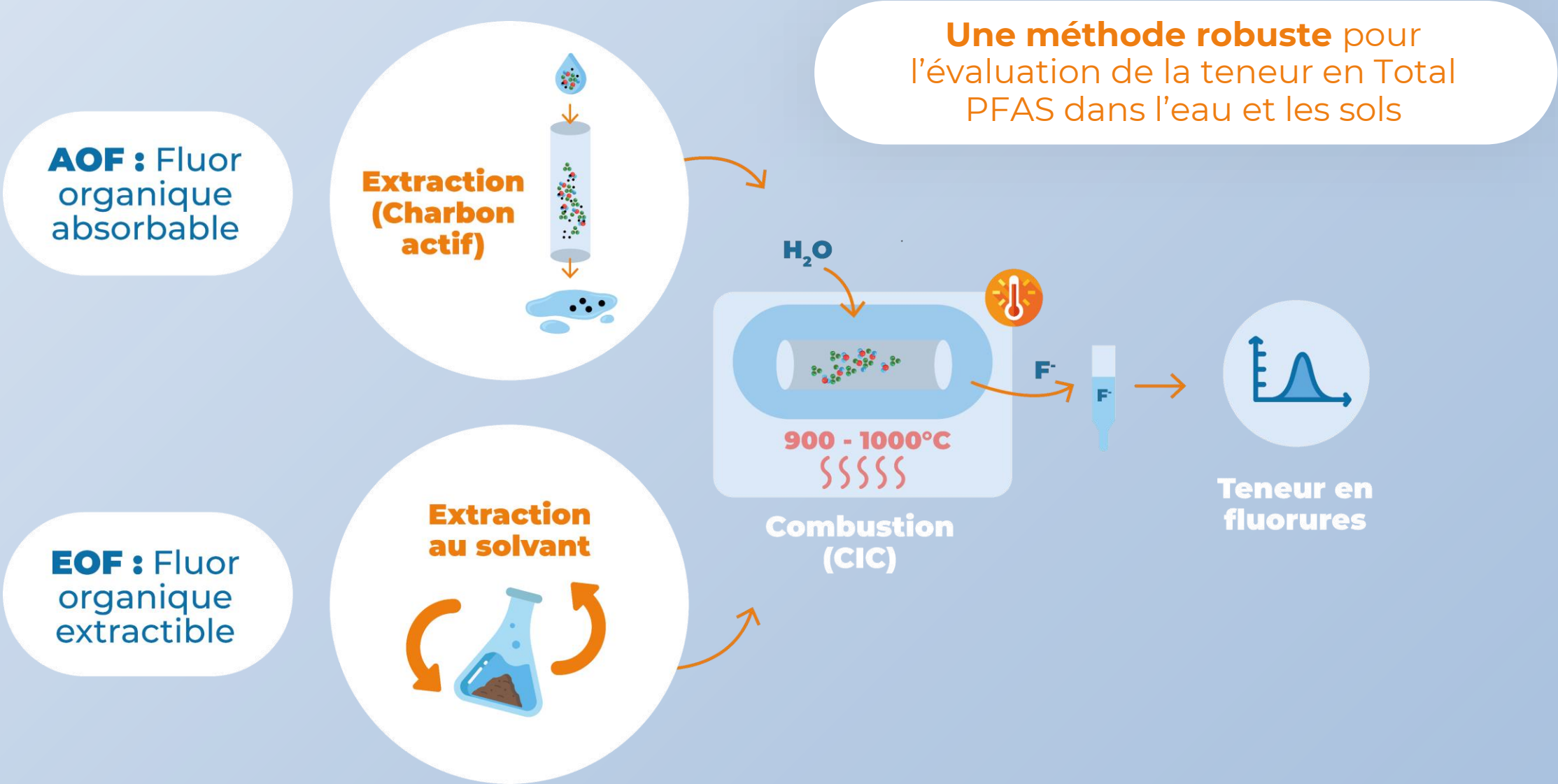
Représentation **Total Ion Current Count** « TICC », pour un chromatogramme de PFAS analysés par ID LC/MS/MS

Contrôle qualité à 20ng/L dans l'eau ultra pure (EUP)



Enjeux techniques :

1. Disposer d'une bonne séparation des pics rendu difficile par polarité et affinité des PFAS différents entre eux (famille de >4000 composés)
2. Avoir un rendement d'extraction acceptable, parfois un vrai challenge compte tenu de la volatilité et la difficulté de changement de phase de certaines molécules
3. Les blancs analytiques sont particulièrement complexes à cause de la présence de PFAS dans l'environnement (au sein même du laboratoire mais aussi lors du prélèvement)

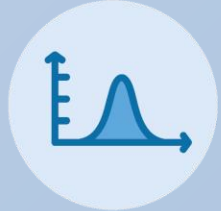
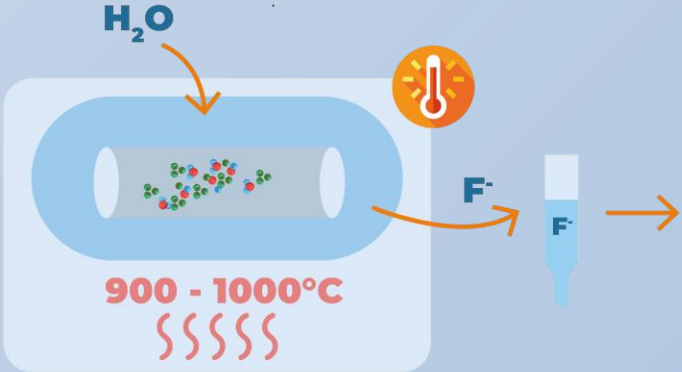


Une méthode robuste pour l'évaluation de la teneur en Total PFAS dans l'eau et les sols

AOF : Fluor organique absorbable



EOF : Fluor organique extractible



Teneur en fluorures

Eaux



Eaux de rejets

- ▶ **Arrêté ministériel du 20 juin 2023 pour le suivi ponctuel d'environ 5000 ICPE** en cours sur 20 PFAS +8 recommandés + AOF avec limite de quantification de 100ng/L
- ▶ Certaines régions ont intégré les PFAS dans les **conventions de rejet des ICPE**
 - ▶ **Projet de réglementation sur les eaux de STEU/STEP en cours d'élaboration (est. Q4 2025)**

Eaux potable

- ▶ **Directive cadre sur l'eau potable de l'UE 2020/2184** fixe des limites à 0,50 µg/l pour le Total PFAS ; ou 0,10 µg/l pour la somme des 20 PFAS substances préoccupantes
- ▶ **Mise en application au plus tard en janvier 2026**, contrôle assuré par l'ARS (certaines ARS ont déjà anticipé un certain nombre de contrôles)

Eaux naturelles

Suivi assuré par les **Agences de l'Eau**, liste des 20 PFAS de la DCE + 8 autres avec LQ entre 2 et 0,2 ng/L

REUT

Pas de réglementation spécifique, l'analyse se fait au cas par cas en fonction des risques émergent de la source et du traitement effectué



Interdiction de produits

- ▶ Cosmétiques
 - ▶ Farts
- ▶ Certains textiles d'habillement / chaussures



Contrôle dans les eaux potables

- ▶ Renforcement du contrôle des PFAS si cela fait du sens localement et s'ils sont techniquement détectables



Carte des sites émetteurs

- ▶ L'administration devra tenir une carte à jour des sites émetteurs avec mesures quantitatives dès que disponibles



Redevance

- ▶ 100€ / 100g rejetés dans l'environnement

Définitivement adoptée le 20 février 2025

Traiter, réutiliser. Pour quels usages ?

Utilisation par les industries

Nettoyage des équipements, réutilisation dans les cycles de production



Utilisation par les collectivités

Arrosage des espaces verts, nettoyage des espaces publics et lutte contre les incendies

Irrigation agricole

Arrosage des cultures et source de nutriments



Recharge des nappes phréatiques et soutien des zones humides

Analyser les PFAS dans le cadre d'un projet de REUT

L'eau de REUT peut être considérée au sens analytique en fonction de sa pureté ou des performances recherchées :

Comme une eau potable

Comme une eau souterraine / naturelle

Comme une eau résiduaire

- 3 natures ≠ → 2 méthodes analytiques ≠
- . Assimilable à une Eau potable → Injection directe
- . Assimilable à une Eau naturelle ou résiduaire → SPE



Disclaimer : ceci est une recommandation générale, chaque situation est particulière et appelle une analyse spécifique

01

Analyse de l'eau entrant dans l'usine de traitement

Mesure indiciaire pour évaluer grossièrement la quantité totale de composés fluorés : EOF, TOP assay, TOF

Mesure ciblée par SPE sur >50 composés qui représentent les PFAS les plus utilisés en France

Si la mesure indiciaire présente une concentration largement supérieure à la mesure ciblée quantitative, procéder à une analyse de screening pour identifier les composés présents dans l'eau

02



En fonction des concentrations, l'usine de traitement doit pouvoir abattre les composés par des méthodes dédiées, (*nanofiltration, osmose inverse, charbon actif, etc.*)

03

Analyse de l'eau sortant de l'usine de traitement

En fonction des résultats des analyses de l'eau entrant dans l'usine

Mesure ciblée en injection directe si la liste de composés analysable par cette méthode est représentative

Mesure ciblée en SPE

Limites de Quantification : toutes les limites de quantification de nos méthodes, que ce soit en Injection Directe ou SPE permettent d'atteindre les limites fixées dans le cadre des recommandations de l'ANSES pour le suivi de l'eau de consommation humaine prévu au Contrôle Sanitaire. Nous préconisons de suivre à minima ce niveau de concentration dans le cadre du suivi d'un projet REUT

Une quantification
jusqu'à
80 molécules
dans les eaux

	Nb molécules	LQ Méthode ciblée	LQ Méthode indiciaire	Délais
Eau de consommation	20 à 80	1 à 10 ng/L		7 jours
Eau de rejet et ICPE	20 à 80	1 à 100 ng/L	2 000 ng/L	14 jours
Eau souterraine en contexte SSP	40	0.2 à 1 ng/L	2 000 ng/L	14 jours
Eau de surface	20 à 80	0.2 à 1 ng/L	2 000 ng/L	14 jours




Jusqu'à 80 PFAS, dont les 20 molécules ciblées par les réglementations actuelles



Méthode AOF
+ mesures ciblées en LC-MS-MS



7 jours ouvrés pour les eaux de consommation
14 jours ouvrés pour les autres types d'eau



**Les PFAS
sont
partout**



La prise de conscience collective est croissante



La réglementation est émergente et va rapidement évoluer



Le Réseau Eurofins est prêt pour accompagner ses Clients

L'adresse générique pour les
demandes PFAS :



pfas@eurofins.com



Merci de votre
attention

