



LES RENDEZ-VOUS DU SAGE MAYENNE – 10^e ÉDITION

Sage MAYENNE

Les composés per and polyfluorés ? En contexte agricole ?

Michaud Aurélia, INRAE UMR SAS

INRAE

Les PFAS ?

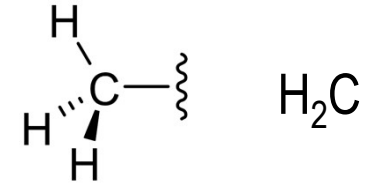
Substances fluorées

Contenant au moins un atome de carbone en groupement méthyl (CH_3) ou méthylène (CH_2) complètement fluoré

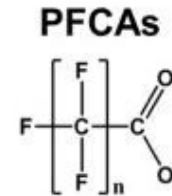
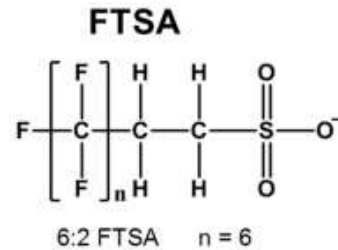
Poly = plusieurs groupements CH_3/CH_2 fluorés

Per = tous groupements CH_3/CH_2 fluorés

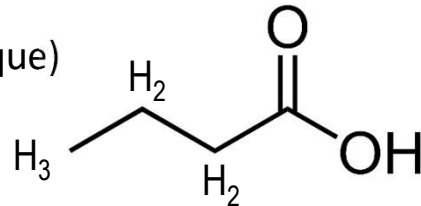
(Evich et al. 2022)



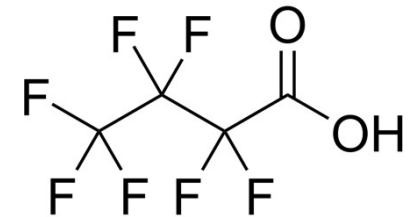
Liaison C-F très stable
chimiquement et thermiquement



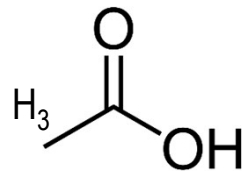
Acide butanoïque (= butyrique)
 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$



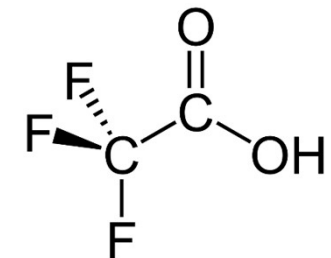
Acide perfluorobutanoïque
(PFBA)
 $\text{C}_4\text{HF}_7\text{O}_2$



Acide acétique
 $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{OH}$

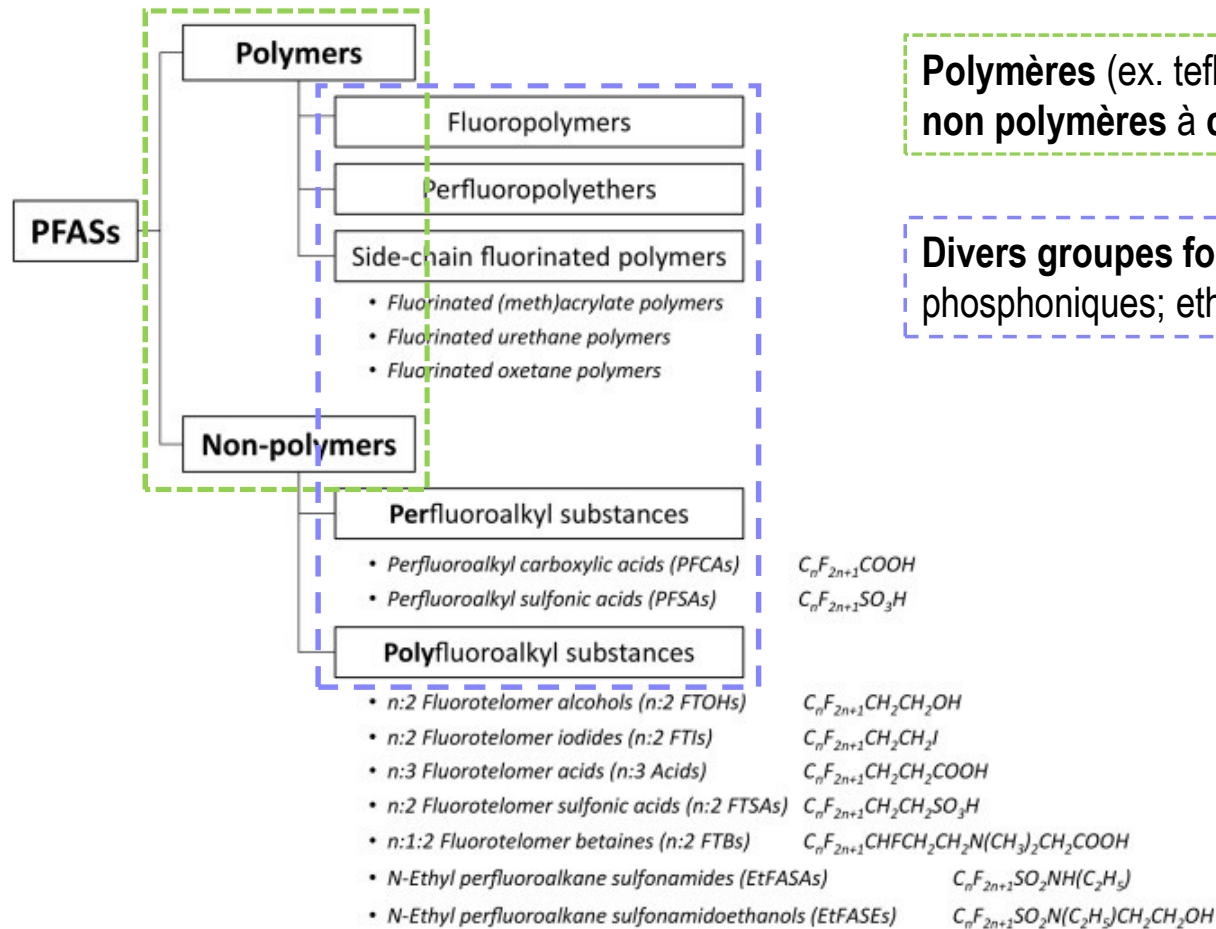


acide trifluoroacétique
(TFA)
 CF_3COOH



Les PFAS ?

Milliers de composés à structures variées



Polymères (ex. teflon = PTFE)

non polymères à chaînes carbonées de taille variable (C2, C3, ... C9...)

Divers groupes fonctionnels (acides carboxylique, sulfoniques, phosphoniques; ethers...)

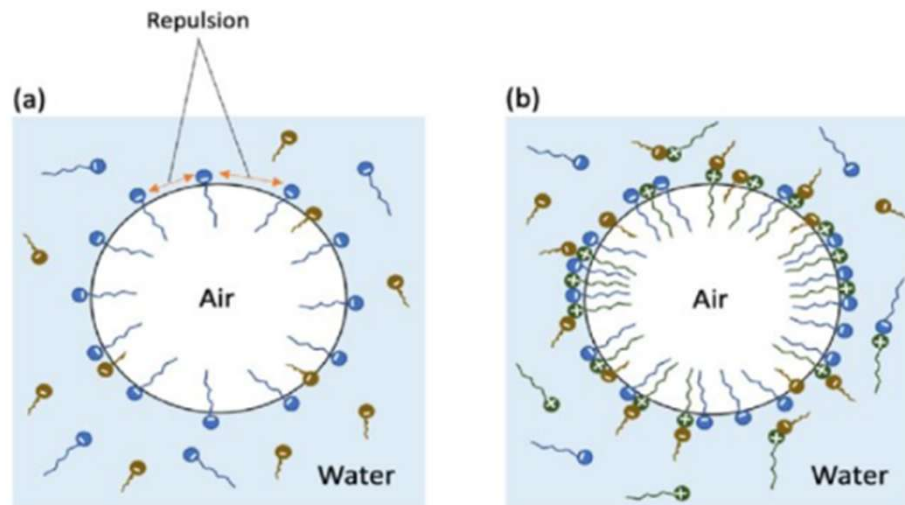
Les PFAS ?

Surfactants

Capacité à former des micelles

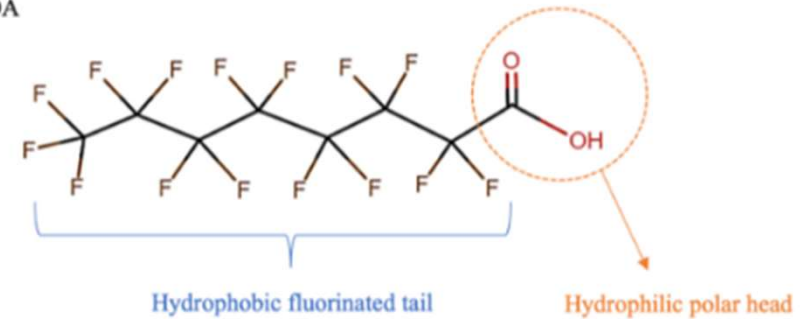
avec une chaîne hydrophile dirigée vers le solvant
et une chaîne hydrophobe dirigée vers l'intérieur

Nombreux sont ionisés dans les conditions environnementales



- Short-chain anionic PFAS
- Long-chain anionic PFAS
- Cationic co-surfactant

(a) PFOA



(b) PFOS

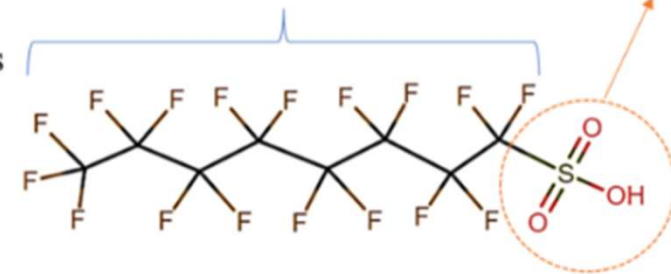


Fig. 2. Amphiphilic structures of PFOA and PFOS.

(Chyi En We A., et al. 2024)

Hydrophobe (waterproof/repellent)
Lipophobe (lipid/grease repellent)

Les PFAS ?

Plus de 200 types d'usages

Fortement utilisés depuis les années 50

(⇔ propriétés, diversité et stabilité de la liaison CF)

Industriel :

Mousses ignifuges

Certains agents nettoyants

Peintures, revêtements ou vernis

Composants de produits électroniques ou photovoltaïques, piles, appareils ou certaines fournitures médicales

Vie du quotidien :

Revêtements antiadhésifs des emballages alimentaires

Contenants antiadhésifs de cuisson (ex. : TeflonMD)

Produits imperméabilisants, retardateurs de flamme ou antitaches de textiles (ex. : Gore-TexMD, ScotchgardMD)

Cosmétiques et produits de soins personnels

Utilisation médicale du fluor : médicaments, dispositifs médicaux et imagerie

Utilisation agricole : pesticides (ex. flufénacet, diflufénicat, fluopyram)

Sage Mayenne 27/11/2025 – Michaud A



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

Les PFAS ?

Réglementations



Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs)

Convention de Stockholm (2001) : accord international visant à encadrer certains polluants organiques persistants

Annex A (Elimination)

Parties must take measures to eliminate the production and use of the chemicals listed under Annex A. Specific exemptions are available in Annex A for Parties that have registered for them.

Polychlorinated biphenyls (PCB) ▲

Polychlorinated naphthalenes ▲

Perfluorooctanoic acid (PFOA), its salts and PFOA-related compounds ▲

Perfluorohexane sulfonic acid (PFHxS), its salts and PFHxS-related compounds ▲

Short-chain chlorinated paraffins (SCCPs) ▲

Technical endosulfan and its related isomers ●

...

PFOA, PFHxS :

Interdit import, export, production, utilisation

Annex B (Restriction)

Parties must take measures to restrict the production and use of the chemicals listed under Annex B in light of any applicable acceptable purposes and/or specific exemptions listed in the Annex.

DDT ●

Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS), its salts and perfluorooctane sulfonyl fluoride (PFOSF) ● ▲

PFOS : production et utilisation du restreintes depuis 2009 à une liste d'usages spécifiques

→ Produits de remplacements : PFAS à chaînes carbonées plus courtes, PFBS et ses dérivés, GenX....

(<https://pops.int/> 2025 ; Institut national de santé publique du Québec 2025 ; ANSES 2025)

Sage Mayenne 27/11/2025 – Michaud A

Les PFAS ?

Réglementations, Europe

The screenshot shows the ECHA (European Chemicals Agency) website. The header includes the ECHA logo, navigation links (A propos de l'Agence, Presse, Contact, Emplois), and a search bar. Below the header is a menu with four categories: LÉGISLATION, CONSULTATIONS, RECHERCHE DE SUBSTANCES CHIMIQUES, and DOCUMENTS ET INFORMATIONS D'APPUI. The main content area is titled 'Comprendre REACH' and includes a sidebar with links to 'Comprendre REACH', 'Identification des substances', 'Enregistrement', and 'Évaluation'. The main text describes REACH as a regulation adopted by the European Union to protect human health and the environment from chemical risks. On the right, there are social media links and a button to 'Lire ECHA Weekly actualités'.

Règlement REACH (enregistrement, évaluation, autorisation et restriction des substances chimiques)

Plusieurs composés comme l'acide perfluorooctanoïque (PFOA), l'acide perfluorooctanesulfonique (PFOS) ou l'acide perfluorohexane sulfonique (PFHxS) sont **restreints ou interdits dans certains usages**

En 2023, cinq pays, dont la France, ont proposé une restriction plus large de l'ensemble des PFAS
(en cours examen par ECHA)

Sage Mayenne 27/11/2025 – Michaud A

(ANSES 2025; <https://www.economie.gouv.fr/>, <https://echa.europa.eu>)

Les PFAS ?

Réglementations, Europe

Directive européenne 2020/2184 2020 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (EDCH)

→ Suivi des PFAS dans les eaux de boisson : 0.1 µg/L somme 20 PFAS, total PFAS à 0.5 µg/L

→ Effective en janvier 2026

DIRECTIVE (EU) 2020/2184 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL
of 16 December 2020
on the quality of water intended for human consumption
(recast)

(Text with EEA relevance)

3. Sum of PFAS

The following substances shall be analysed based on the technical guidelines developed in accordance with Article 13(7):

- Perfluorobutanoic acid (PFBA)
- Perfluoropentanoic acid (PFPA)
- Perfluorohexanoic acid (PFHxA)
- Perfluoroheptanoic acid (PFHpA)
- Perfluorooctanoic acid (PFOA)
- Perfluorononanoic acid (PFNA)
- Perfluorodecanoic acid (PFDA)
- Perfluoroundecanoic acid (PFUnDA)
- Perfluorododecanoic acid (PFDoDA)
- Perfluorotridecanoic acid (PFTrDA)
- Perfluorobutane sulfonic acid (PFBS)
- Perfluoropentane sulfonic acid (PFPS)
- Perfluorohexane sulfonic acid (PFHxS)
- Perfluoroheptane sulfonic acid (PFHpS)
- Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS)
- Perfluorononane sulfonic acid (PFNS)
- Perfluorodecane sulfonic acid (PFDS)
- Perfluoroundecane sulfonic acid
- Perfluorododecane sulfonic acid
- Perfluorotridecane sulfonic acid

Those substances shall be monitored when the risk assessment and risk management of the catchment areas for abstraction points carried out in accordance with Article 8 conclude that those substances are likely to be present in a given water supply.

Les PFAS ?

Réglementations, Europe

Depuis 01/01/2023, **4 PFAS** sont réglementés dans **certaines denrées alimentaires d'origine animale** (poissons, mollusques, crustacés, œufs, viande et abats d'animaux de boucherie, de volailles et de gibier) dans le cadre de la mise sur le marché ([règlement \(UE\) 2023/915](#))

Recommandations ([\(UE\) 2022/1431](#) et [\(UE\) 2022/1428](#)) pour que les États membres **surveillent la teneur en plusieurs PFAS dans les denrées alimentaires en 2022 - 2025.**

(ANSES, 2025)

Sage Mayenne 27/11/2025 – Michaud A

4.2	Substances perfluoroalkylées	Teneur maximale (µg/kg de poids à l'état frais)				
		PFOS	PFOA	PFNA	PFHxS	Somme du PFOS, du PFOA, du PFNA et du PFHxS
4.2.1	Viandes et abats comestibles ⁽²⁾					
4.2.1.1	Viandes de bovins, de porcins et de volailles	0,30	0,80	0,20	0,20	1,3
4.2.1.2	Viandes d'ovins	1,0	0,20	0,20	0,20	1,6
4.2.1.3	Abats de bovins, d'ovins, de porcins et de volailles	6,0	0,70	0,40	0,50	8,0
4.2.1.4	Viandes de gibier, à l'exclusion des viandes d'ours	5,0	3,5	1,5	0,60	9,0
4.2.1.5	Abats de gibier, à l'exclusion des abats d'ours	50	25	45	3,0	50
4.2.2	Produits de la pêche ⁽²⁾ et mollusques bivalves ⁽²⁾					
4.2.2.1	Chair de poisson	Règlement (UE) 2023/915 de la Commission du 25 avril 2023 concernant les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires et abrogeant le règlement (CE) no 1881/2006 (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) C/2023/35				
4.2.2.1.1	Chair musculaire de poisson, à l'exclusion des produits énumérés aux points 4.2.2.1.2 et 4.2.2.1.3	2,0	0,20	0,50	0,20	2,0

Les PFAS ?

Réglementations, France

Loi du 27 février 2025 :

Interdictions progressives de mise sur le marché de produits contenant des PFAS

À compter du 1^{er} janvier 2026

1^{er} janvier 2030 à tous les textiles avec PFAS (sauf exceptions listés par décret)

LOI n° 2025-188 du 27 février 2025 visant à protéger la population des risques liés aux substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (1)

NOR : TECX240928L

L'Assemblée nationale et le Sénat ont adopté,

Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

Article 1^{er}

I. – Le titre II du livre V du code de l'environnement est complété par un chapitre IV ainsi rédigé :

« CHAPITRE IV

« PRÉVENTION DES RISQUES RÉSULTANT DE L'EXPOSITION AUX SUBSTANCES PERFLUOROALKYLÉES ET POLYFLUOROALKYLÉES

« Art. L. 524-1. – I. – Sont interdites, à compter du 1^{er} janvier 2026, la fabrication, l'importation, l'exportation et la mise sur le marché à titre onéreux ou gratuit de :

« 1° Tout produit cosmétique contenant des substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées ;

« 2° Tout produit de fard contenant des substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées ;

« 3° Tout produit textile d'habillement, toute chaussure et tous agents imperméabilisants de produits textiles d'habillement et de chaussures destinés aux consommateurs contenant des substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées, à l'exception des textiles d'habillement et des chaussures qui sont conçus pour la protection et la sécurité des personnes, notamment dans l'accomplissement des missions de défense nationale ou de sécurité civile, et dont la liste est précisée par décret.

« II. – Sont interdites, à compter du 1^{er} janvier 2030, la fabrication, l'importation, l'exportation et la mise sur le marché à titre onéreux ou gratuit de tout produit textile contenant des substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées, à l'exception des produits textiles nécessaires à des utilisations essentielles, de ceux contribuant

Article 2

Après l'article L. 523-6 du code de l'environnement, il est inséré un article L. 523-6-1 ainsi rédigé :

« Art. L. 523-6-1. – La France se dote d'une trajectoire nationale de réduction progressive des rejets aqueux de substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées des installations industrielles, de manière à tendre vers la fin de ces rejets dans un délai de cinq ans à compter de la promulgation de la loi n° 2025-188 du 27 février 2025 visant à protéger la population des risques liés aux substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées.

« Cette trajectoire, la liste des substances concernées ainsi que les modalités de mise en œuvre du présent article sont précisées par décret. »

Article 3

Dans un délai d'un an à compter de la promulgation de la présente loi, le Gouvernement se dote d'un plan d'action interministériel pour le financement de la dépollution des eaux destinées à la consommation humaine gérées par les collectivités territoriales responsables des services publics d'eau potable et d'assainissement, que cette gestion soit en régie ou déléguée. Ce plan présente les différentes ressources à la disposition des collectivités pour leur politique de dépollution, le rôle et les missions des agences de l'eau, le rôle de l'Etat dans l'accompagnement de ces politiques publiques ainsi qu'un calendrier prévisionnel.

(<https://www.economie.gouv.fr>, 2025)

(Omni)présence ?

Précurseurs (ex. Fluorotelomer alcohols and perfluoroalkyl phosphate esters, perfluoroalkyl sulfonamides)

dégradés en molécules plus ou moins courtes / mobiles / récalcitrantes

(ex. perfluoroalkyl carboxylic acids - PFCA, perfluorosulfonic acids - PFSAs)

... jusqu'à des formes courtes (ultra) persistantes

(ex. PFBA, PFHxA, PFPeA; trifluoroacetate = TFA)

→ **Co-existence dans l'environnement :**

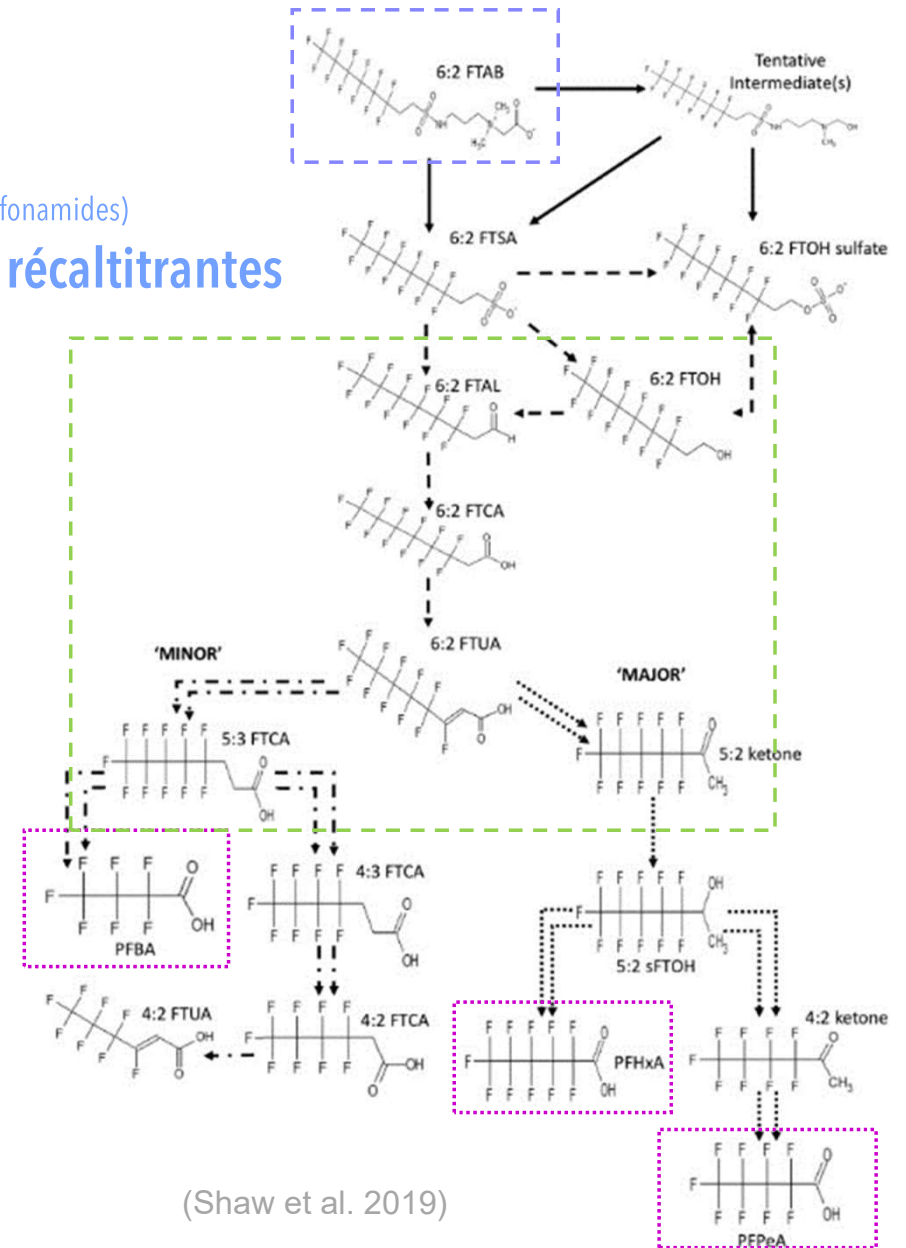
Précurseurs (ex. 6:2 FTAB)

Intermédiaires

Produits de dégradation

(Gikka et al, 2023)

Sage Mayenne 27/11/2025 – Michaud A



(Shaw et al. 2019)

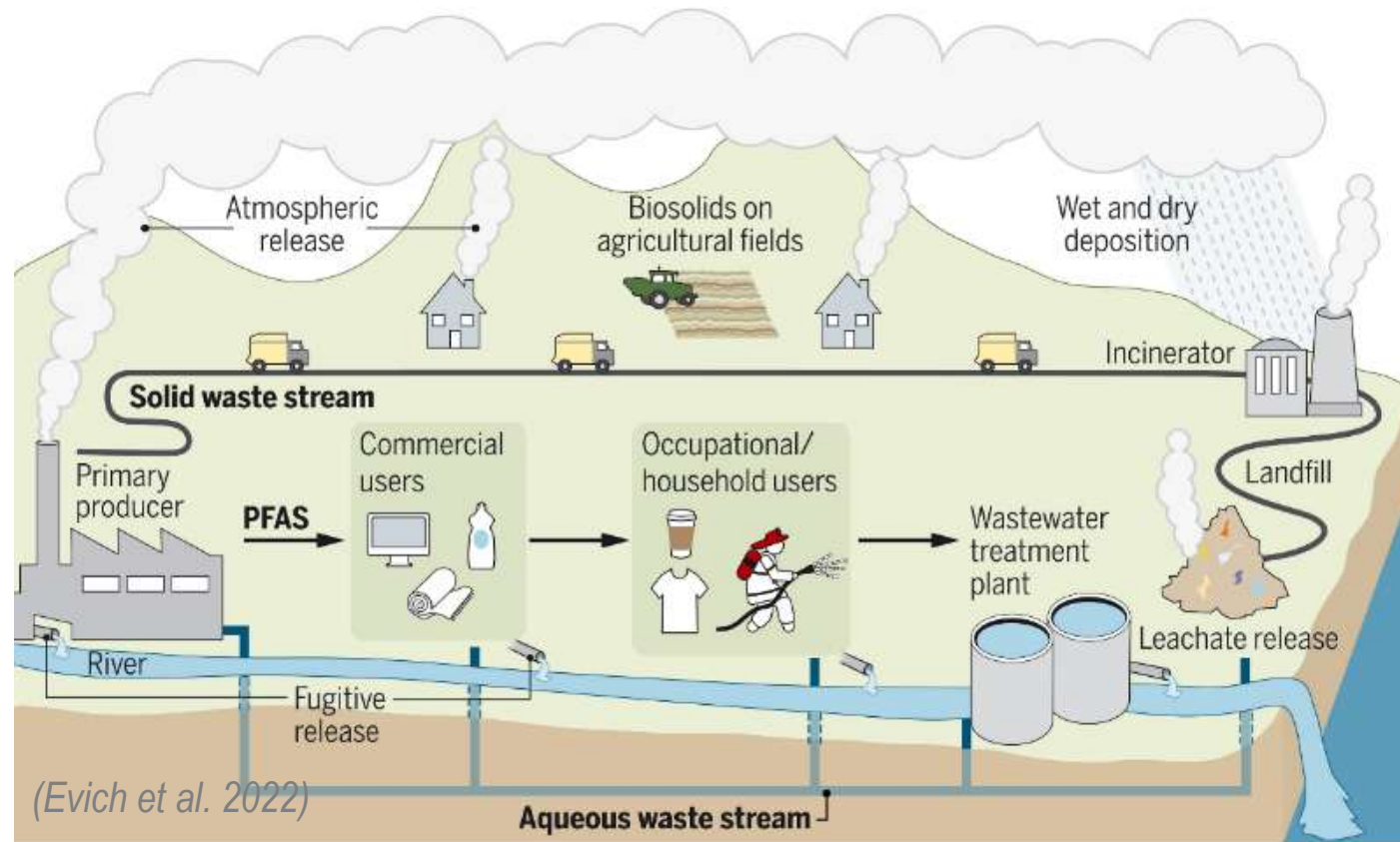
(Omni)présence ?

Pollution durable et large de l'environnement

Y compris dans des zones reculées/isolées

Il y a encore quelques zones où les niveaux restent relativement faibles (ex. Antarctique, plateau Tibétain)

(Buck et al. 2011; Hamid et al. 2018,
Li et al. 2022, Evich et al. 2022, Cousin et al.
2022)



Contexte agricole ?

Intrants des sols agricoles

Trentaine de pesticides PFAS utilisés en France

certains sont bioaccumulables, (éco)toxiques
et/ou se transformant en TFA

Exemples :

Flufénacet : herbicide, un des plus vendus en France, perturbateur endocrinien, transformation en TFA, interdit en Europe (mars 2025)

Diflufénican : herbicide, 3^{ème} plus utilisé en Bretagne en 2023, très toxique pour les organismes aquatiques, pas facilement dégradé, potentiel de bioaccumulation élevé (ex. truite)

Trifloxistrobin : fongicide, rapidement dégradé, se transforme en TFA, très toxique pour les organismes aquatiques, potentiel de lixiviation (Handbook of Pesticide Toxicology (Second Edition) 2001, EFSA 2024, EcoPhyto 2025, INERIS 2025)

Sage Mayenne 27/11/2025 – Michaud A

Le Monde

Planète Comprendre le réchauffement climatique 9 indicateurs de l'urgence climatique

PLANÈTE · POLLUTIONS

L'eau potable des Français menacée de non-conformité par un polluant éternel

Les ressources hydriques sont massivement contaminées par une molécule issue de la dégradation du flufénacet, un pesticide récemment classé perturbateur endocrinien. Les associations demandent son interdiction en urgence.

Par Stéphane Foucart et Stéphane Mandard

Publié le 12 novembre 2024 à 05h58, modifié le 15 novembre 2024 à 16h20 · Lecture 5 min · [Read in English](#)

[Lire plus tard](#)



Article réservé aux abonnés



Pulvérisation de produits phytosanitaires sur un champ de blé à Saint-Rogatien (Charente-Maritime), le 1^{er} avril 2021. LEOTYX / ANDIA.FR

Contexte agricole ?

Intrants des sols agricoles

Amendements organiques

Etude Munoz et al. 2021 (EST)

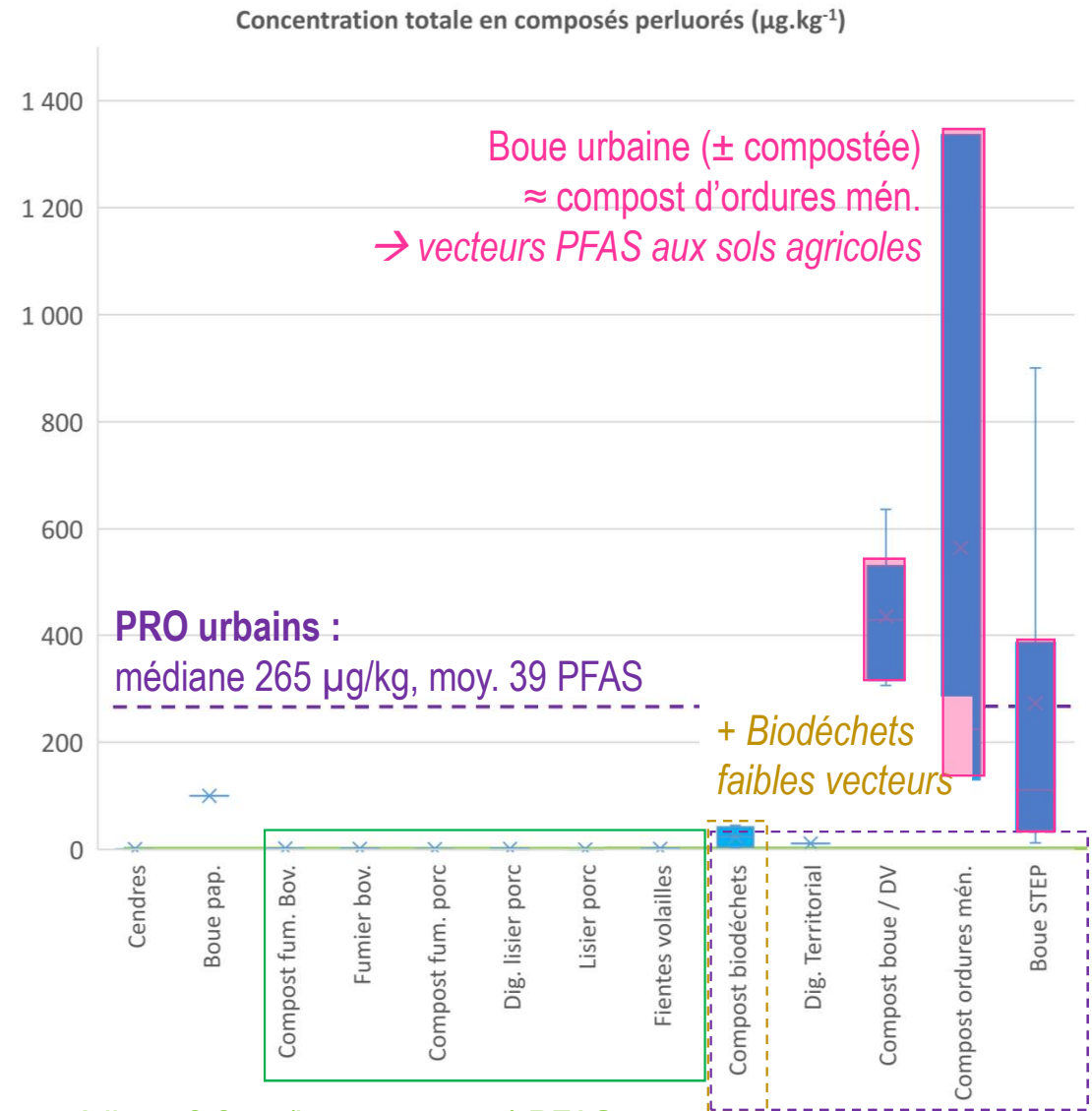
47 Produits organiques, 1976-2018

PFOS (100% échantillons étudiés)

PFOA (96% échantillons étudiés)

Présence de précurseurs (ex. 6:2 FTAB)

Effluents élevage : médiane 0.6 $\mu\text{g/kg}$, moyenne 4 PFAS
→ apports faibles

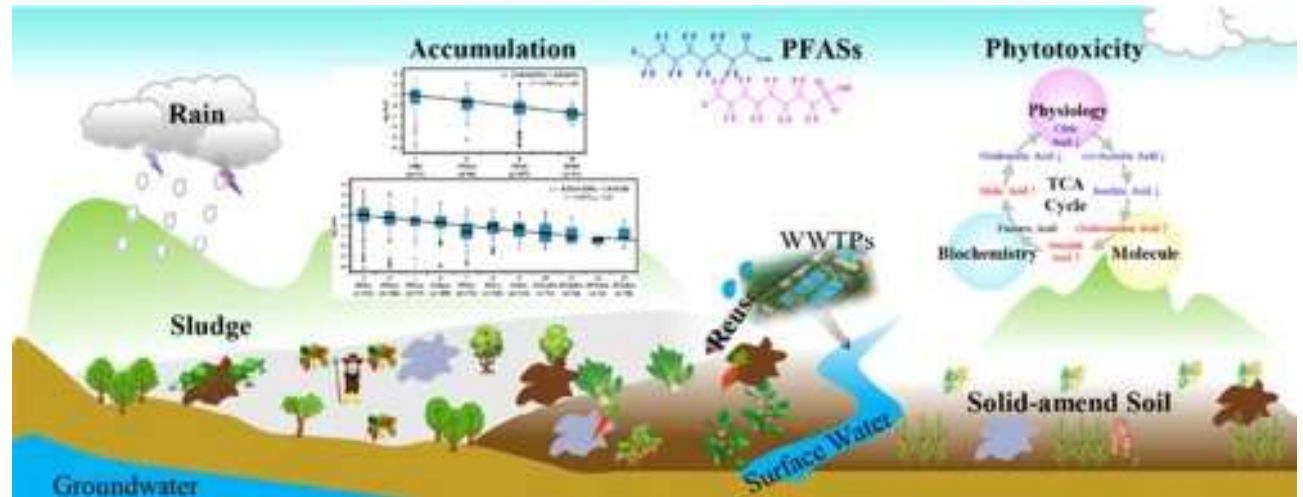


Contexte agricole ?

Autres sources de contamination des sols

Mousses anti-incendies

Pertes depuis des décharges et zones industrielles



(Li et al. 2022, Evich et al. 2022)

(Hamid et al. 2022)

Contexte agricole ?

Présence en sols agricoles

Etude Michaud et al. 2025 (STOTEN)

Omniprésence de PFAS en agricoles amendés ou non

Somme de 75 PFAS ($\Sigma 75$ PFAS)

1 $\mu\text{g/kg}$ en sols amendés avec du fumier de bovins et non amendés

2 $\mu\text{g/kg}$ en sols amendés par des composts de biodéchets

jusqu'à 20 $\mu\text{g/kg}$ dans des sols amendés par des boues urbaines

Bien en dessous de sites contaminés (jusqu'à 500 $\mu\text{g/kg}$ MS)

Produits dégradation surtout retrouvés (PFCA, PFSA)

PFPeA, MeFOSAA, PFHpA, PFHxS, PFHxA, PFDA...

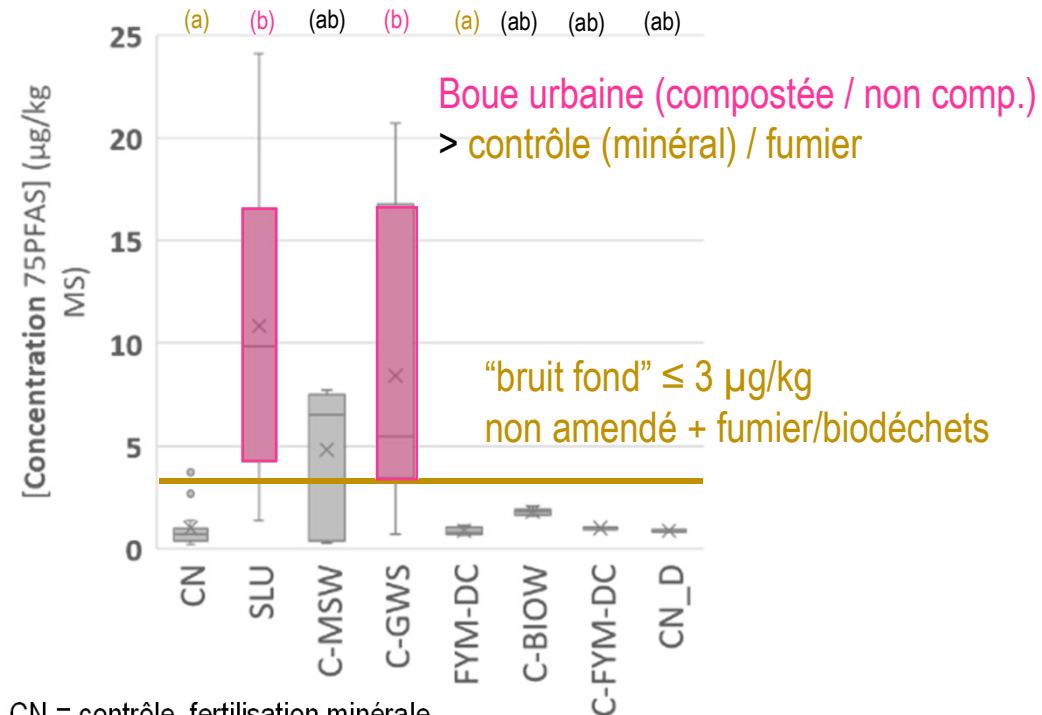
PFOA, PFOS \approx 50% stocks estimés

→ Transformation de précurseurs

Augmentation temporelle significative

Y compris dans le contrôle

Quelles sont les sources du bruit de fond en sols agricoles et quels risques associés ?



CN = contrôle, fertilisation minérale

CN_D = contrôle avec digestat biodéchets

SLU = boue urbaine

C-MSW = compost ordures ménagères résiduelles

C-GWS = compost boue urb. Déchets verts

C-BIOW = compost biodéchets

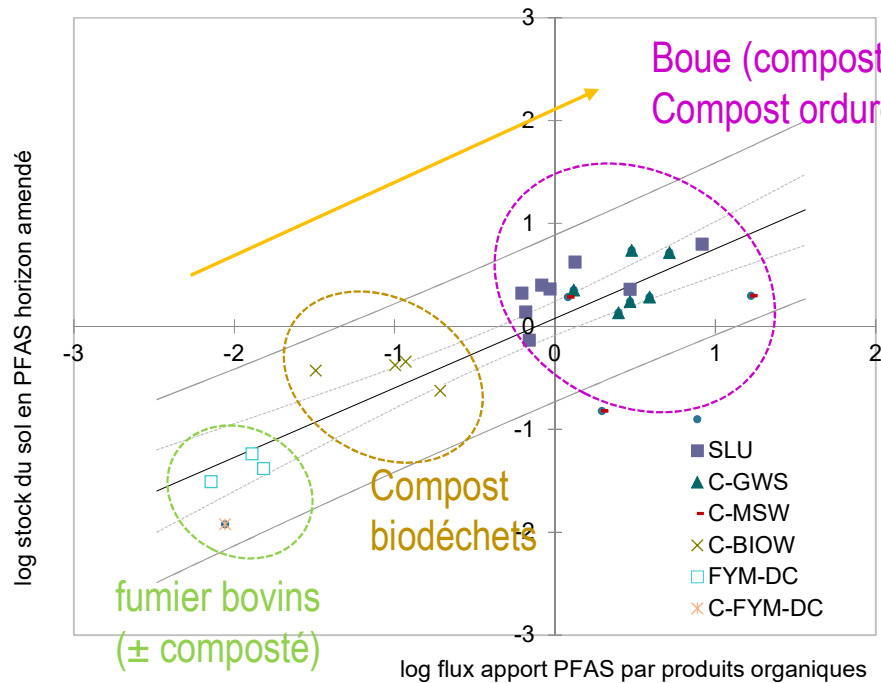
FYM-DC = fumier bovins

C-FYM-DC = compost fumier bovins

Contexte agricole ?

Présence en sols agricoles

Etude Michaud et al. 2025 (STOTEN)



➔ stock sols en lien avec
➔ flux de PFAS apporté par des intrants organiques

FYM/C-FYM-DC < C-BIOW < SLU ≈ C-GWS ≈ C-MSW

SLU = boue urbaine

C-MSW = compost ordures ménagères résiduelles

C-GWS = compost boue urb. Déchets verts

C-BIOW = compost biodéchets

FYM-DC = fumier bovins

C-FYM-DC = compost fumier bovins

Contexte agricole ?

Migration dans les eaux du sol

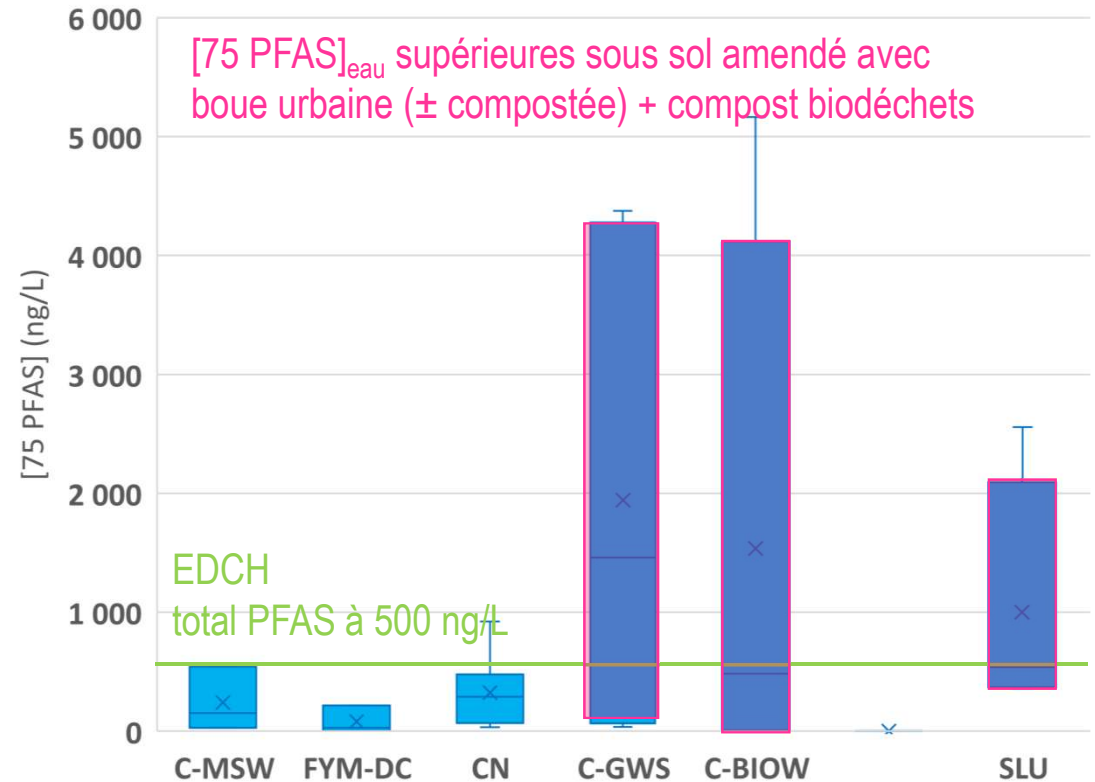
Etude Michaud et al. 2025 (STOTEN)

PFAS retrouvés dans eaux lixiviation sous horizon labour
y compris en sols non amendés ou avec fumier

→ **Migration verticale** dans les eaux du sol

PFAS anioniques

Majoritairement PFCA (perfluoroalkyl carboxylic acids)
(= produits dégradation)



Quelles sont les dynamiques spatiales et temporelles ? Quid du TFA ?

Contexte agricole ?

Migration dans les eaux du sol

Etude Michaud et al. 2025 (STOTEN)

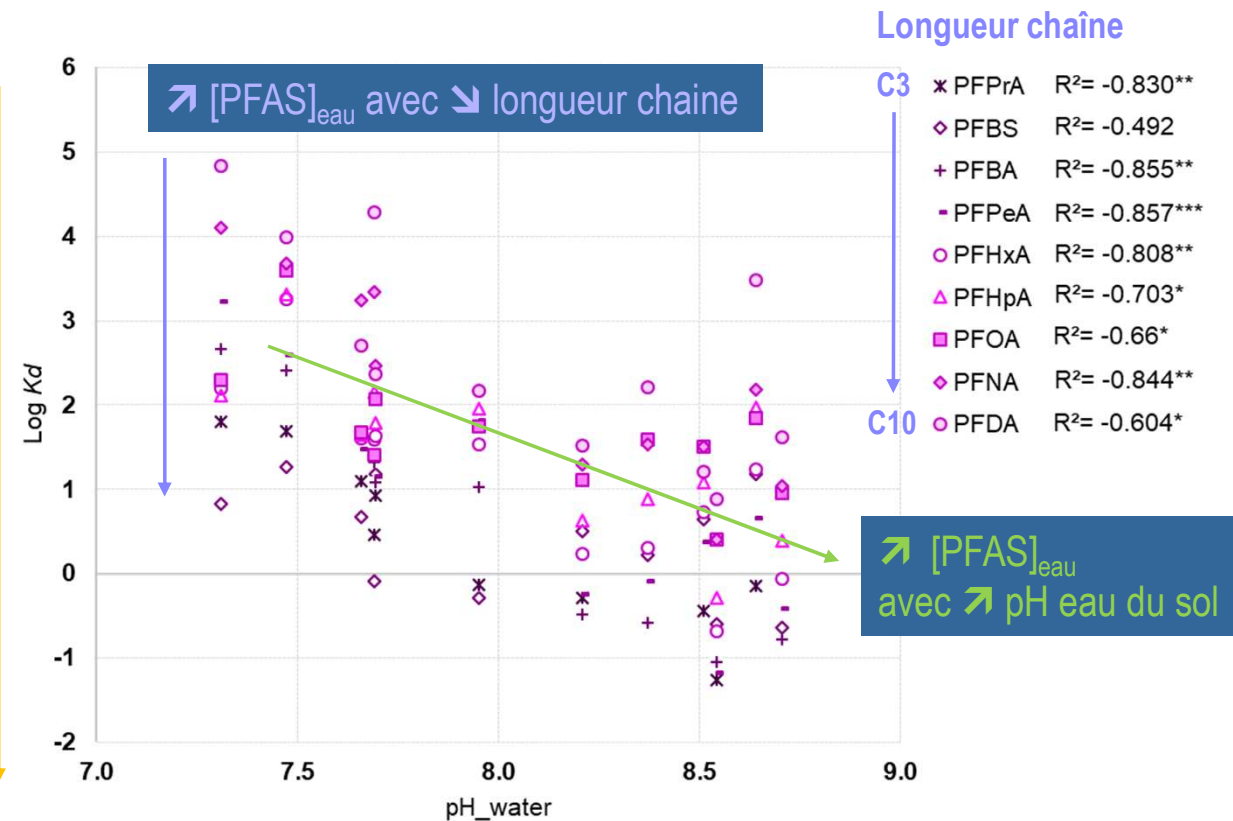
K_d = coefficient distribution sol/eau

Indication potentiel lixiviation et disponibilité de contaminants

(Sauvé et al. 2000)

+ adsorption sol

+ mobilité eau



→ Formation d'acides perfluoroalkyles anioniques, principalement **PFCA** (perfluoroalkyl carboxylic acids)
= produits dégradation (ex. PFOA, PFHxA, PFPeA, PFPrA, PFBA)
avec leur lixiviation dans le profil de sol gouvernée par leur longueur de chaîne et le pH de la solution

Comment est cette relation dans d'autres contextes pédoclimatiques ?

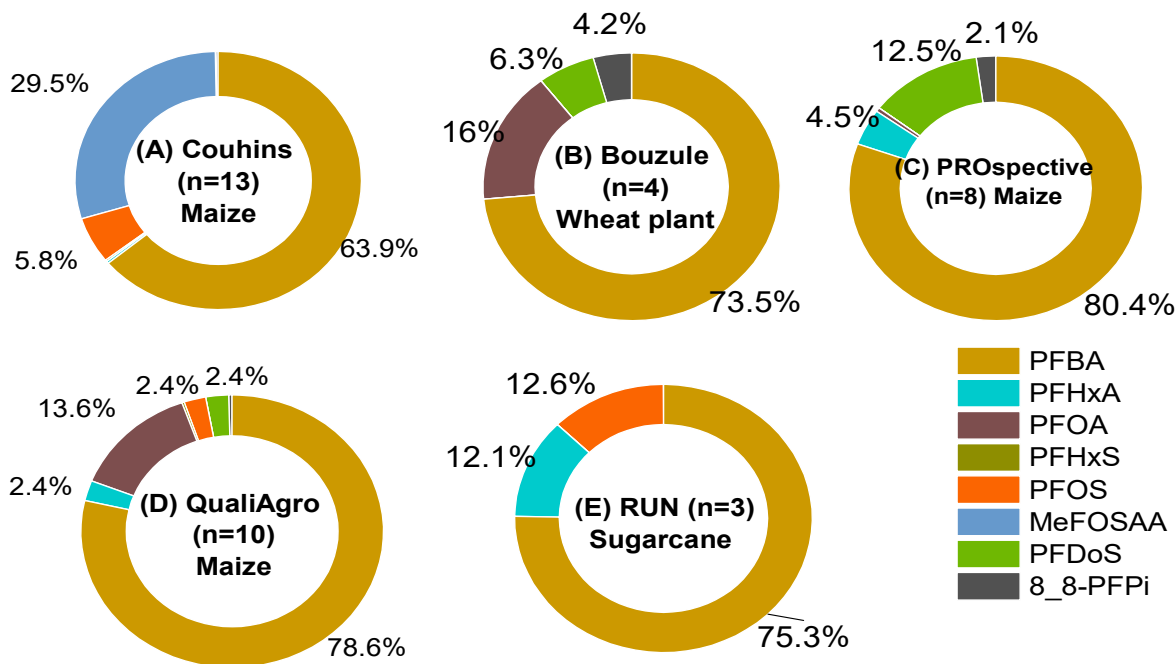
Contexte agricole ?

Transfert aux cultures

Etude Saliu et al. 2025 (STOTEN)

Omniprésence dans les organes récoltés
(grains blé/maïs, tige canne sucre) des cultures étudiées
avec des **niveaux relativement bas** (0.01–2.5 µg/kg)
sans effet des apports de PRO
ou de l’augmentation des PFAS dans les sols

Les composés majoritairement retrouvés
sont le PFBA, le PFOA et le PFOS,
(64–80 %, 14–16 % et 6–13 % des Σ75PFAS, respectivement)
= Perfluoroalkyl carboxylic acids (PFCAs)
principalement à courte chaîne = produits dégradation



Abondance relative des PFAS (% de la somme PFAS) des cultures

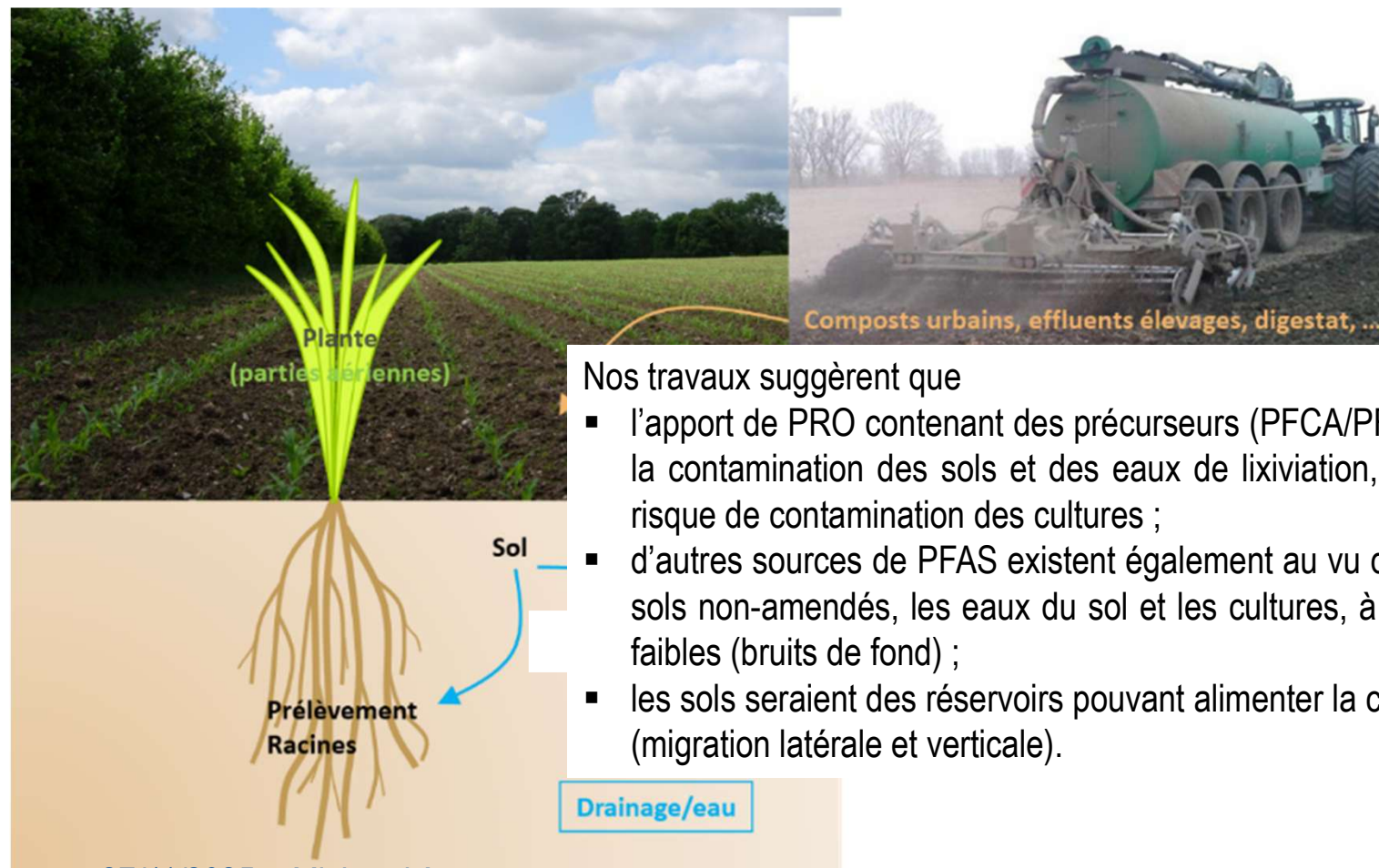
Littérature: the uptake of PFAAs seems to be an energy-dependent active uptake process, mediated by carrier proteins

Quid pour d’autres cultures et situations ?

Contexte agricole ?

Continuum intrants – sol – eaux et cultures

Conclusions des études Munoz et al. (2021) Michaud et al. 2025 et Saliu et al. 2025 (STOTEN)



Nos travaux suggèrent que

- l'apport de PRO contenant des précurseurs (PFCA/PFSA) seraient des contributeurs pour la contamination des sols et des eaux de lixiviation, sans engendrer d'augmentation du risque de contamination des cultures ;
- d'autres sources de PFAS existent également au vu de l'omniprésence de PFAS dans les sols non-amendés, les eaux du sol et les cultures, à des niveaux de concentrations plus faibles (bruits de fond) ;
- les sols seraient des réservoirs pouvant alimenter la contamination des ressources en eau (migration latérale et verticale).

Masses d'eaux ?

Migration depuis les sols dans les eaux de surfaces de bassins versants

Cas du PFOS

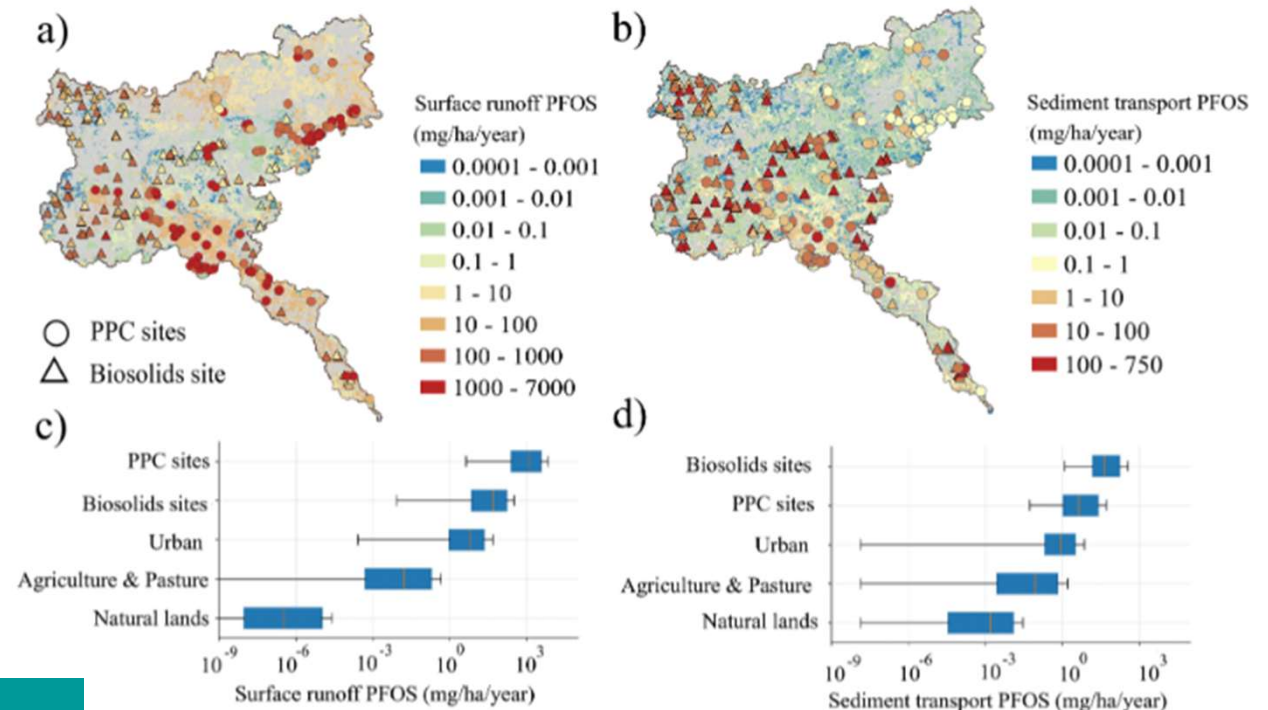
Etude Rafiei and Nejadhashemi 2023

Transport du PFOS

(site potentiellement contaminés, apports boues, sites urbains, agricoles...)

- Eaux de ruissellements
- Transports avec des sédiments (notamment avec boues urbaines)

Quid pour une diversité de PFAS et situations
(ex. \pm boues, \pm phyto, \pm rejets STEP, cultures, \neq pH) ?



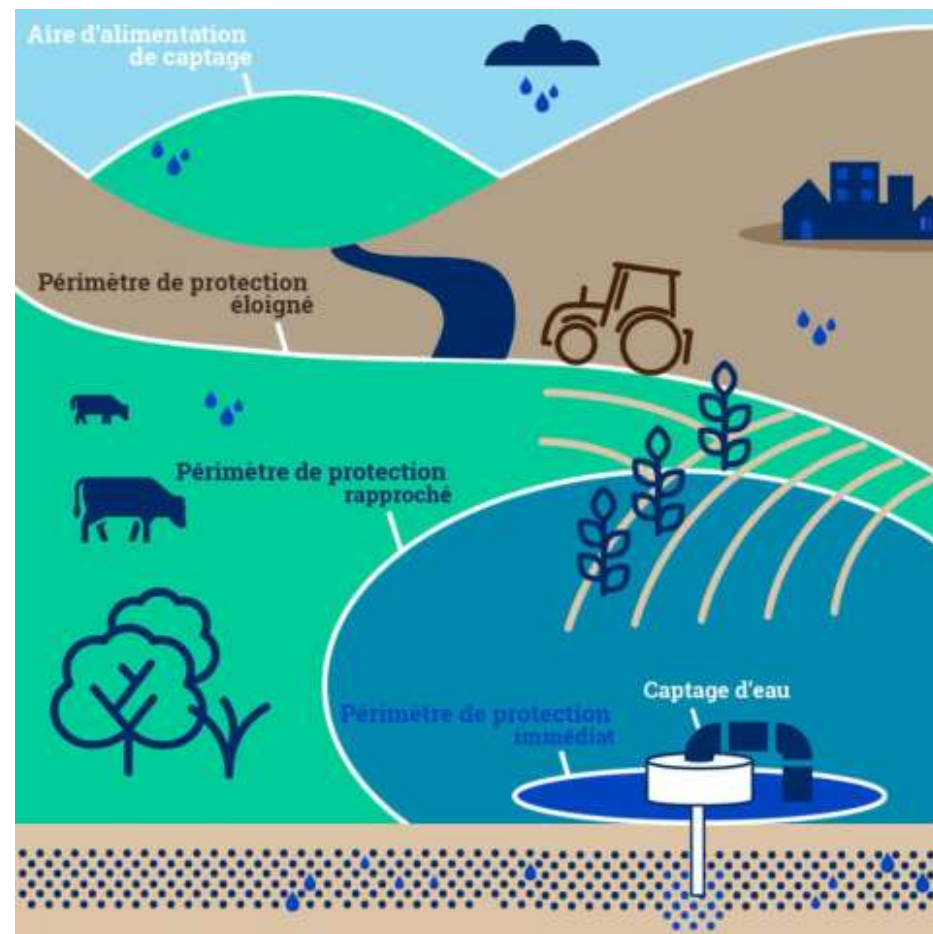
Masses d'eaux ?

La présence de PFAS dans des captages d'eau potable

Peut résulter de :

- Rejets de station d'épuration
- Rejets industriels
- Contaminations par des mousses anti-feux (à proximité d'aéroports, de dépôts hydrocarbures, de sites d'exercices incendies, etc.)

(<https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/eaux/article/les-pfas-et-l-eau-destinee-a-la-consommation-humaine>)



(lesagencesdeleau.fr)

Perspectives en Bretagne ?

Evaluer l'état de contamination des sols agricoles par ces composés

et estimer les **niveaux de transferts vers les cultures et les eaux du sol** est un **enjeu sanitaire et environnemental**, d'autant plus critique du fait de la toxicité et de l'écotoxicité de certains PFAS (ex. PFOS, PFOA), et du manque de connaissances aujourd'hui disponibles.

(Gowdin Peter et Lee 2025)



Auteur : AM

Perspectives en Bretagne ?

Etude « PFAS dans les bassins versants » 2025-2028

Financement : AELB

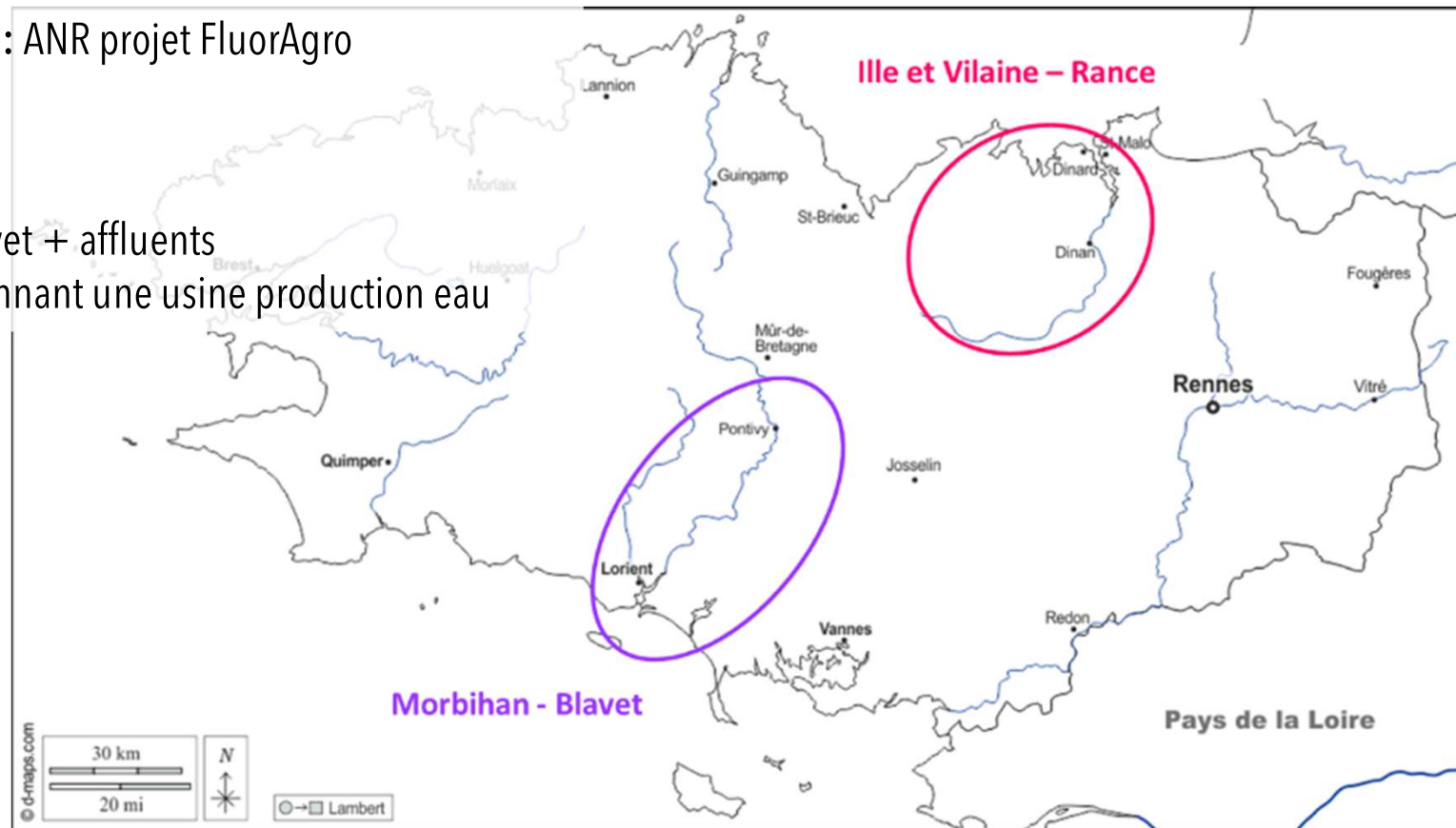
Cofinancement : Eau du Bassin Rennais, Eau du Morbihan, Lorient Agglo.

Autre financement complémentaire : ANR projet FluorAgro

Porteur : INRAE SAS

2 zones d'études

- Blavet : aval Pontivy – exutoire Blavet + affluents
- Rance : eaux de surface approvisionnant une usine production eau

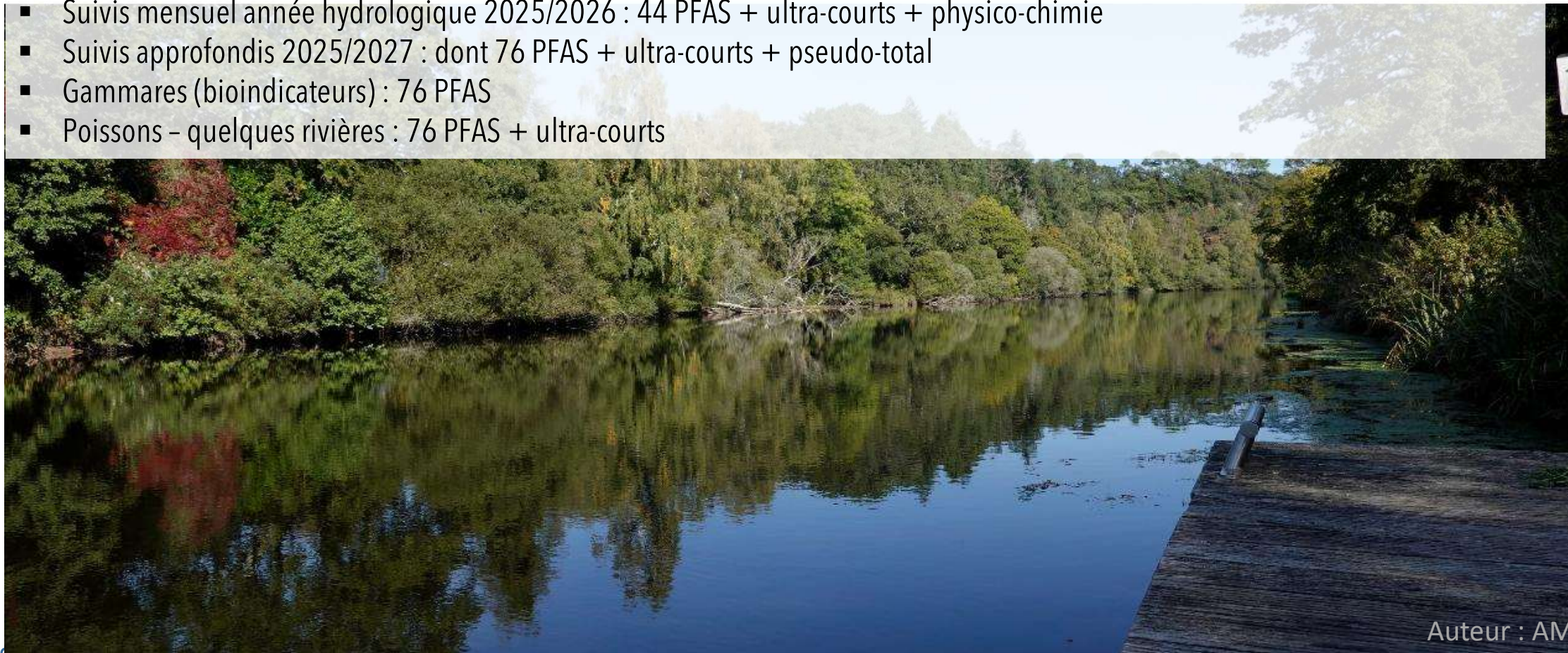


Perspectives en Bretagne ?

Etude « PFAS dans les bassins versants » 2025-2028

Eaux de surface Blavet + Rance

- Suivis mensuel année hydrologique 2025/2026 : 44 PFAS + ultra-courts + physico-chimie
- Suivis approfondis 2025/2027 : dont 76 PFAS + ultra-courts + pseudo-total
- Gammares (bioindicateurs) : 76 PFAS
- Poissons – quelques rivières : 76 PFAS + ultra-courts



Auteur : AM

Perspectives en Bretagne ?

Etude « PFAS dans les bassins versants » 2025-2028

Parcelles agricoles Blavet + Rance

- Sols surface : dont 76 PFAS + physico-chimie
- Cultures : 76 PFAS + rendements + CN
- Eau lixiviation (1 site) : dont 76 PFAS + ultra-courts + physico-chimie



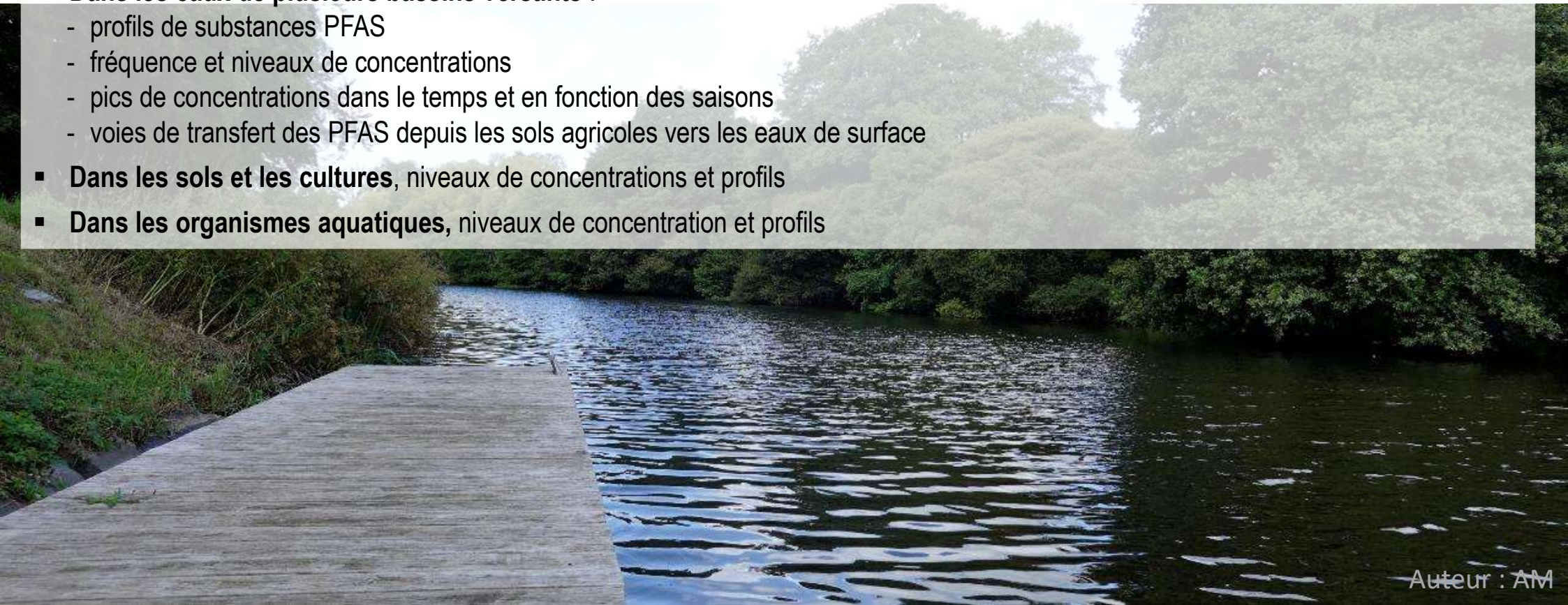
Auteur : AM

Perspectives en Bretagne ?

Etude « PFAS dans les bassins versants » 2025-2028

Les **résultats** seront produits et diffusés auprès des acteurs impliqués dans la gestion de l'eau

- **Dans les eaux de plusieurs bassins versants :**
 - profils de substances PFAS
 - fréquence et niveaux de concentrations
 - pics de concentrations dans le temps et en fonction des saisons
 - voies de transfert des PFAS depuis les sols agricoles vers les eaux de surface
- **Dans les sols et les cultures**, niveaux de concentrations et profils
- **Dans les organismes aquatiques**, niveaux de concentration et profils




Auteur : AM

Etudes présentées « contexte agricole » :

Munoz G., Michaud A., Liu M., Montenach M., Resseguier C., Watteau F., Sappin-Didier V., Feder F., Morvan T., Houot S., Vo Duy S., Liu J., Sauvé S., 2022. Target and Nontarget Screening of PFAS in Biosolids, Composts, and Other Organic Waste Products for Land Application in France. Environmental Science & Technology; 56: 6056-6068, <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c03697>

Michaud A.M., Saliu T.D., Munoz G., Feder F., Sappin-Didier V., Watteau F., Houot S., Sauvé S., 2025. In situ occurrence and mobility of per and polyfluoroalkyl substances in soils amended with organic waste products. Science of the Total Environment 984, 179708. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179708>

Saliu T.D., Michaud A.M., Munoz G., Dinh Q.T., Feder F., Arrouy L., Sappin-Didier V., Watteau F., Houot S., Liu J., Sauvé S., 2025. Influence of organic waste amendments on uptake of per and polyfluoroalkyl substances from soil to crops: Insights from long-term field experiments. Science of the Total Environment 996, 180156. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.180156>



Merci aux collègues et partenaires

...

Merci de votre attention

Auteur : AM

Sage Mayenne 27/11/2025 – Michaud A