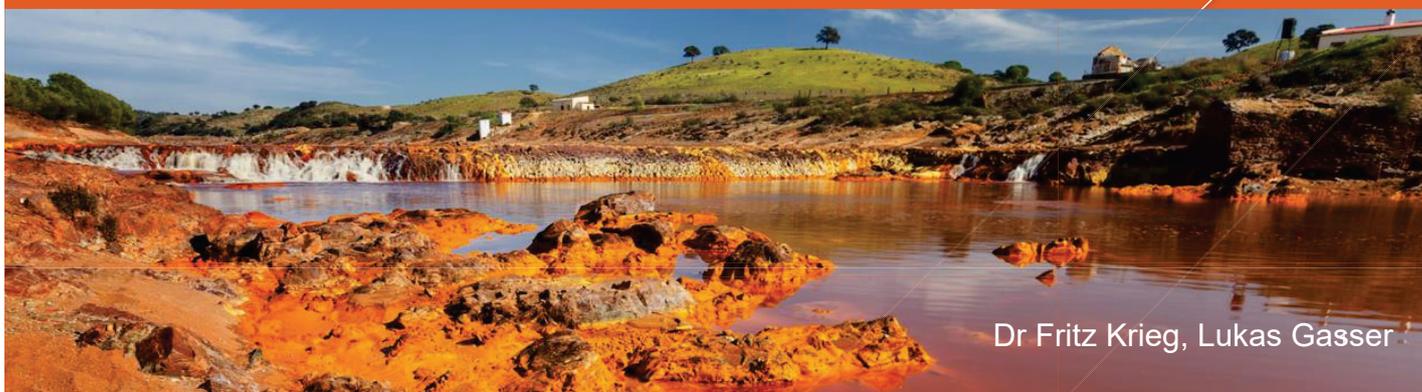


PFAS

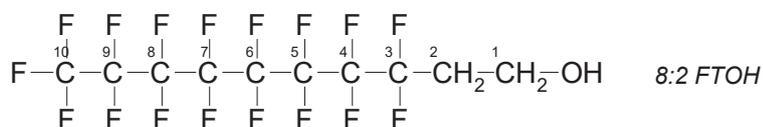
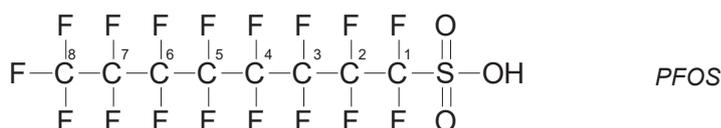
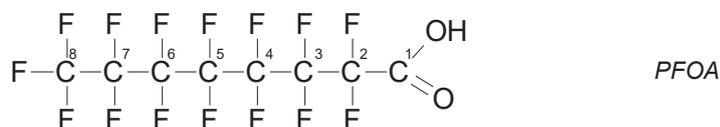
Origine, propriétés, stratégies d'investigation, méthodes d'analyse et développement de valeurs limites

Symposium Sites pollués, 12 novembre 2019
Landhaus de Soleure



Dr Fritz Krieg, Lukas Gasser

Le groupe de substances



Nomenclature :

Butane	4
Pentane	5
Hexane	6
Heptane	7
Octane	8
Nonane	9
Décane	10
Undécane	11
Dodécane	12

Nom abrégé :

PFBA (acide perfluorobutanoïque)
PFBS
(acide perfluorobutane sulfonique)

Développement historique

1938: Roy Plunkett discovers polytetrafluoroethylene (PTFE)

1938: Roy Plunkett discovers polytetrafluoroethylene (PTFE)

1949: Products containing PTFE first used for coatings of pipes and leak proofing of pipe connections.

1954: Production of first PTFE-coated, non-stick cookware.

1956: Products containing perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) become a popular treatment for clothes, carpets, and furniture.

1968: U.S. Navy develops first PFAS-containing firefighting foams known as AFFF in response to catastrophic ship fire.

1978: Manufacturers become aware of C8 PFAS in blood of their manufacturing workers

1997: PFOS ubiquitously detected in blood bank samples from non-occupationally exposed people around the world

2002: The primary global manufacturer of PFOS phases out PFOS production and related chemistries

2006: Eight major manufacturers commit to phase out PFOA by 2015 as part of U.S. EPA PFOA Stewardship Program

2008: The European Food Safety Authority establishes "tolerable daily intake" for PFAS.

2009: The Stockholm Convention classes PFOS as a Persistent Organic Pollutant and add it to Annex B to restrict its use.

2013: After 7 years of research, C8 Science Panel determines probable link between PFOA exposure with ulcerative colitis, high cholesterol, pregnancy-induced hypertension, thyroid disease, kidney and testicular cancer.

<http://www.c8sciencepanel.org/>

Utilisation des PFAS dans la production

Mousses anti-incendie

Galvano-plastie

Textiles

Électronique

Photographie

Couchage du papier

Peintures

Huiles hydrauliques

Les matières premières à base de PFC étaient chères, donc utilisées de manière ciblée

Utilisation des PFAS dans la production



L'estérification des PFAS permet d'obtenir des surfaces où les chaînes fluorées sont orientées vers l'extérieur ; la surface devient ainsi étanche à l'eau et aux graisses

Utilisation dans les emballages alimentaires, papiers spéciaux, textiles, etc.

Il est possible d'améliorer la mouillabilité des matières en réduisant la tension superficielle

Utilisation en galvanoplastie, pour les peintures spéciales, etc.

Utilisation comme tensioactifs dans les mousses pour augmenter la stabilité chimique et la résistance aux hautes températures

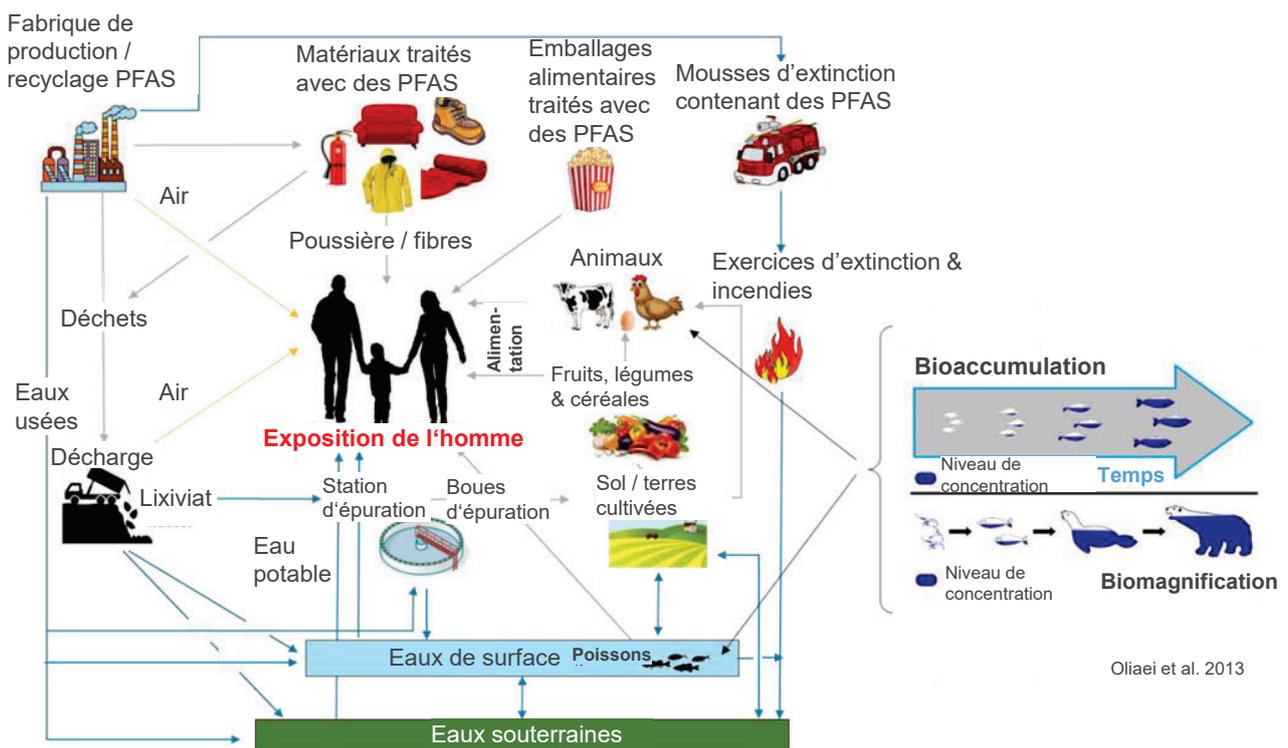
Utilisation dans les mousses anti-incendie et les mousses de protection, p. ex. en galvanoplastie, pour minimiser les vapeurs d'acide chromique, etc.

© Arcadis 2019

Symposium Sites pollués, 12 novembre 2019

5

Voies d'exposition



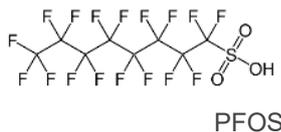
© Arcadis 2019

Symposium Sites pollués, 12 novembre 2019

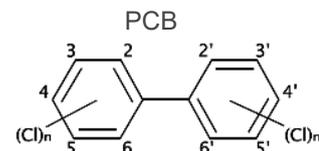
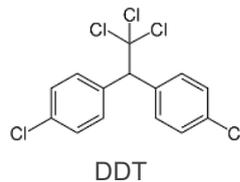
6

Persistent Organic Pollutant (POP)

- Convention de Stockholm
- Substances chimiques organiques
- Persistants sur une très longue durée (plusieurs années)
- Dissémination à large échelle dans l'environnement
- Bioaccumulation, concentrations élevées dans la chaîne alimentaire
- Toxiques pour l'homme et les animaux
- PFOS et PFOA (PFHxS en cours d'intégration)



© Arcadis 2019

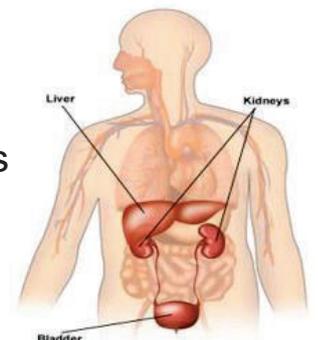


Symposium Sites pollués, 12 novembre 2019

7

Toxicité

- Concentrations accrues en cholestérol dans le sang et atteintes au niveau du foie
- Influence sur le foie, le métabolisme des graisses, les réactions immunitaires, la reproduction et le développement (étude de toxicité chronique sur des souris, des rats et des singes)
- Il est difficile de transposer à l'homme les résultats obtenus sur des animaux, car l'homme et l'animal réagissent différemment aux PFAS
- Le « C8-Science-Panel » a établi un lien probable entre exposition élevée aux PFOA et cancer des reins et des testicules
- La toxicité des PFAS autres que PFOS et PFOA n'a pas été bien caractérisée
- De récentes études montrent que les PFAS à chaîne longue peuvent causer des troubles du métabolisme graisseux et hormonal


<http://www.c8sciencepanel.org/>

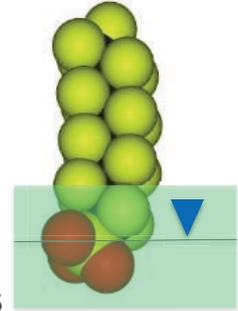
© Arcadis 2019

Symposium Sites pollués, 12 novembre 2019

8

Propriétés et effets

- Très persistants : **demeurent donc très longtemps dans l'environnement et s'y accumulent**
- Les PFAS chargés et à chaîne courte sont plutôt mobiles
- Les polyfluorés peuvent se transformer en perfluorés
- Très solubles, forment de longs panaches dans les eaux souterraines
- Difficiles à assainir (chimiquement / thermiquement très stables)



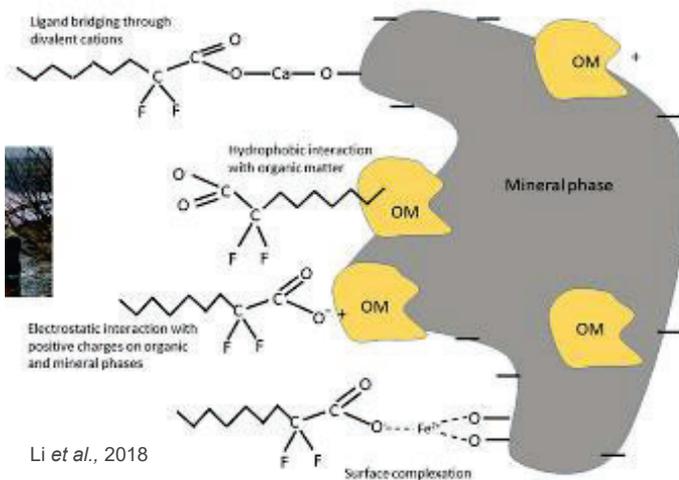
Les propriétés des substances sont déterminantes pour le choix de la stratégie d'investigation

© Arcadis 2019

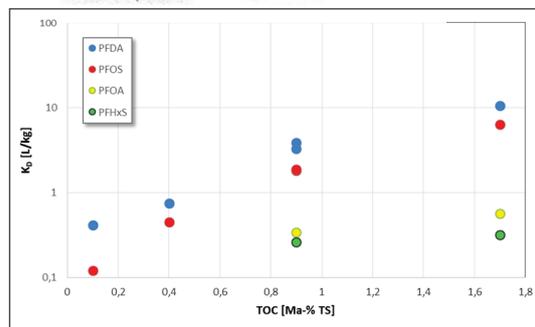
Symposium Sites pollués, 12 novembre 2019

9

Sorption



Li et al., 2018



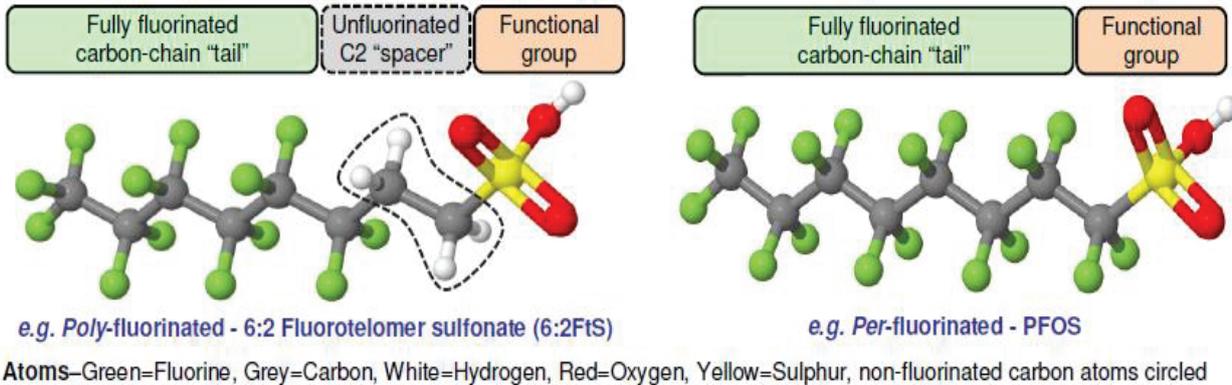
© Arcadis 2019

Profondeur	TOC [%]	Type de couche	Echantillons
B7T 0,8	0.19	Limon	
B7T 1,8	0.57	Argile	
B7T 2,5-4,2	0.009	Gravier	1
B7T 5,5-6,5	0.013		
B7T 8-8,5	0.026		
B7T 9,5-10	0.012		
B7T 10,5-11,5	0.013		
B7T 12,5-13,5	0.014		1
B7T 14,2-14,6	8.7	Argile	
B7T 15,5-16,5	0.016	Sable	
B7T 17,5-18,5	0.033	Sable	
B7T 20-21	0.022	Gravier	
B7T 23-24	0.019		
B7T 27,5-28,5	0.029		
B7T 29,5-30,5	0.042	Sable	2
B7T 31,5-32,5	0.051	Gravier	
B7T 34,2-34,4	0.24	Argile	
B7T 35-36	0.056	Gravier	
B7T 37,6-37,9	0.31	Argile	
B7T 38,5-39,5	0.048	Sable	
B7T 41,5-42,5	0.022		
B7T 42,5-42,65	1.225	Boue lacustre	
B7T 44,5-45,5	0.043	Gravier	
B7T 46-46,5	0.038		
B7T 48-48,3	0.063		
B7T 48,5-49,5	0.058		
B7T 49,5-50	0.318	Limon	4
B7T 50-51,5	0.131	Sable	3
B7T 52-53	0.119		
B7T 53-53,5	0.397		
B7T 53,5-54,5	0.159		

Symposium Sites pollués, 12 novembre 2019

10

Composés per- et polyfluorés



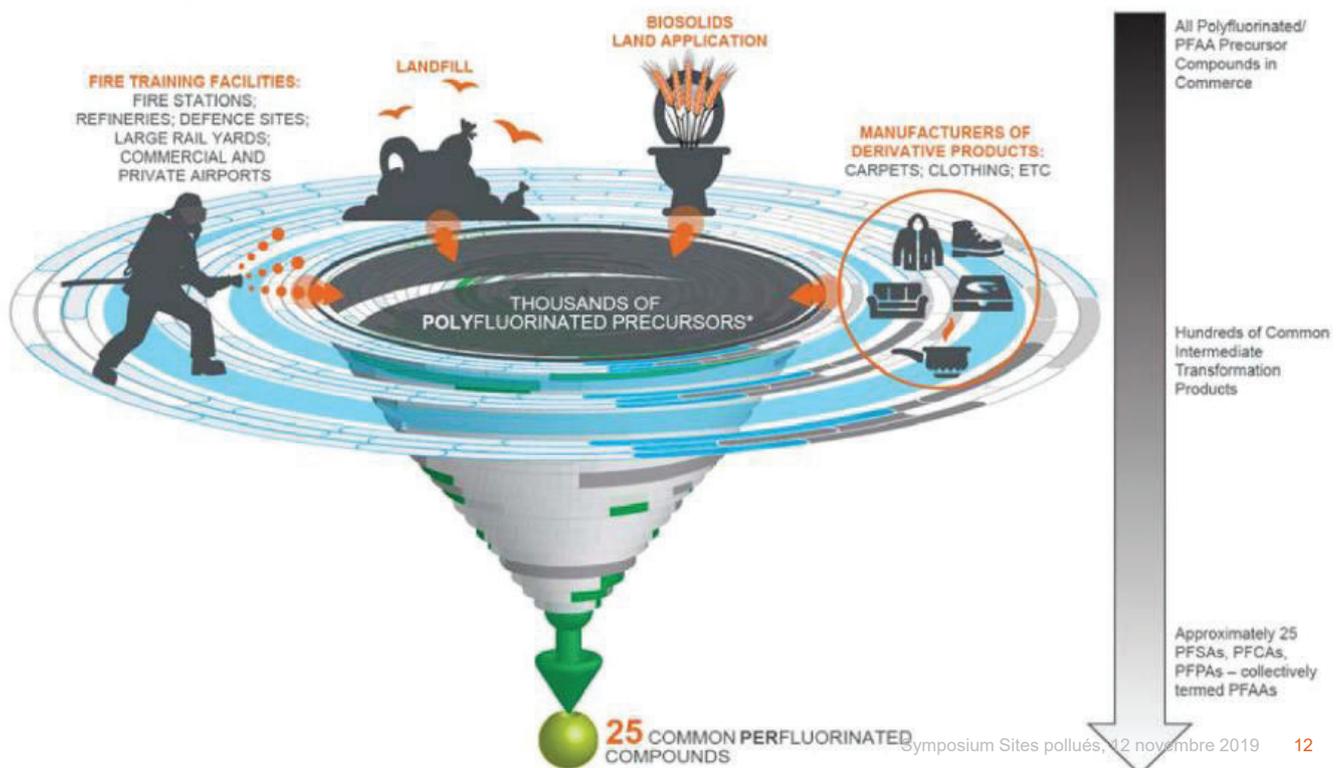
Précurseur

Non-précurseur

© Arcadis 2019

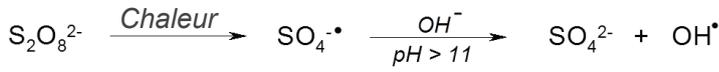
Symposium Sites pollués, 12 novembre 2019 11

Précurseurs – dégradation

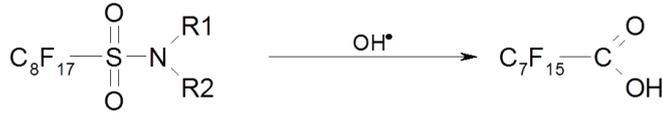


Symposium Sites pollués, 12 novembre 2019 12

Total Oxidizable Precursor (TOP)

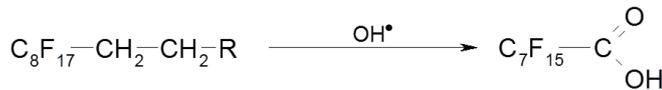


Précurseur du sulfonate perfluoré

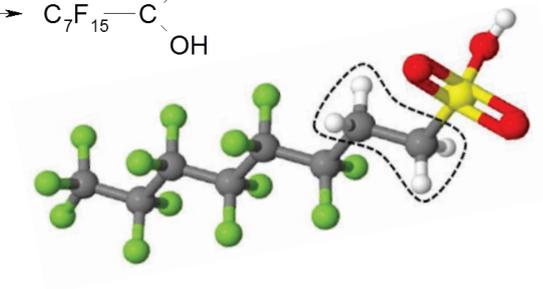


et produits à chaîne plus courte

Précurseur à base de télomères



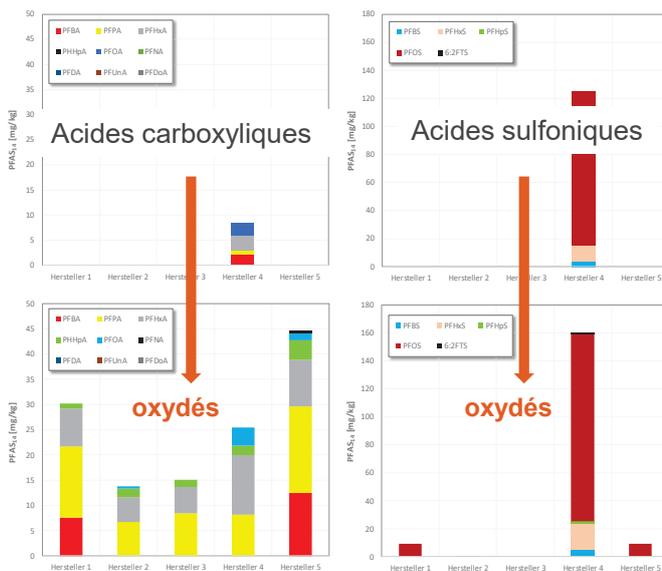
Analyse selon norme DIN avec et sans prétraitement
Complément : standard interne ¹³C-6:2 FTS



© Arcadis 2019

Symposium Sites pollués, 12 novembre 2019 13

Détection des précurseurs



Sols dopés en AFFF

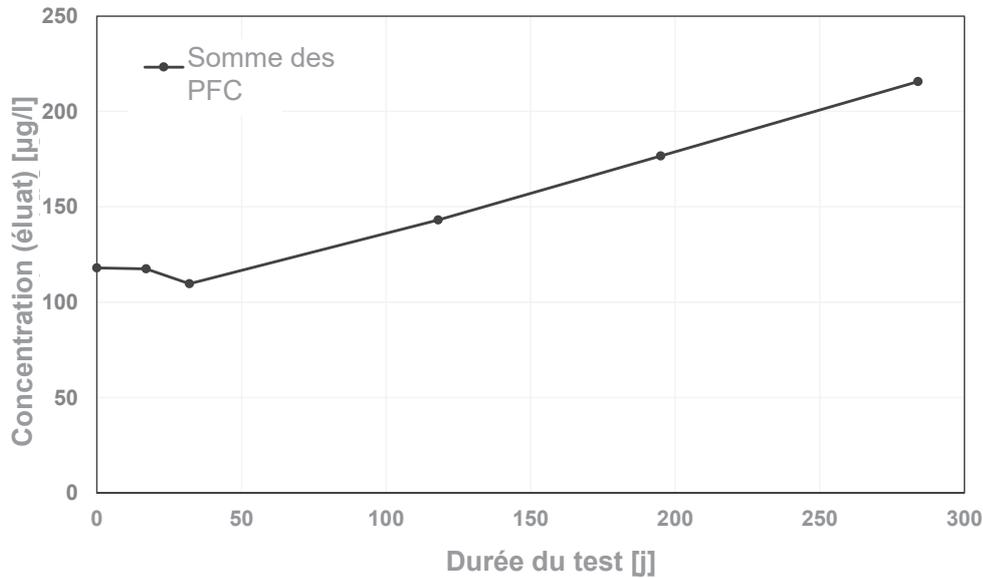
Réf.: Houtz, E. F., Higgins, C. P., Field, J. A., Sedlak, D. L. (2013): Persistence of perfluoroalkyl acid precursors in AFFF-impacted groundwater and soil. Environ. Sci. Technol. 47, 8187-8195.

© Arcadis 2019

Symposium Sites pollués, 12 novembre 2019 14

Les analyses conventionnelles ne reflètent pas l'intégralité du potentiel en PFAS

Résultats du test de dégradation du sol



Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM KARLSRUHE

L'utilisation des substances précurseurs est identifiable

© Arcadis 2019

Symposium Sites pollués, 12 novembre 2019

15

Réflexions sur la stratégie d'investigation

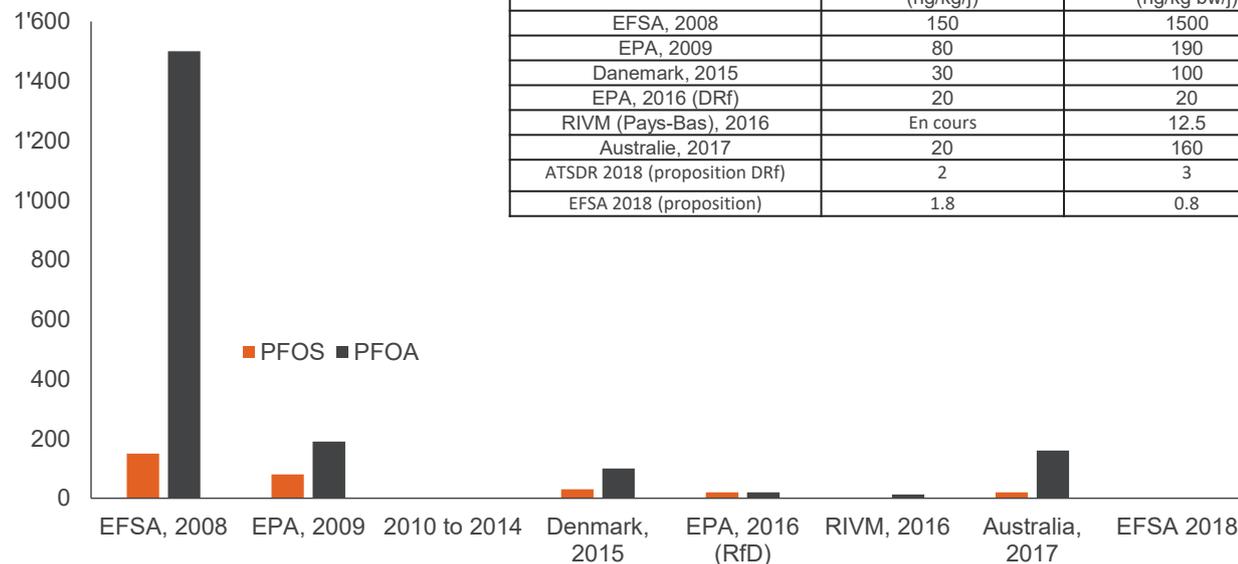
- Les propriétés des substances sont déterminantes pour le choix de la stratégie d'investigation
- Dissémination lors de l'échantillonnage
- Sources secondaires
- Identification des foyers de pollution
- Panaches de pollution
- Substances précurseurs
- Voies de contamination

Symposium Sites pollués, 12 novembre 2019

16

Évolution

ng/kg de poids corporel/jour



© Arcadis 2019

Symposium Sites pollués, 12 novembre 2019 19

