



Dr. Frank KARG / CEO (PDG) HPC INTERNATIONAL SAS / France

Scientific Director of HPC-Group International

Tél : +33 (0) 607 346 916, Email : frank.karg@hpc-international.com

Avancements dans l'identification et différenciation des sources de pollutions par les PFAS via la MVA sur base de l'IA : Intelligence Artificielle pour clarification des responsabilités

Advancements of PFAS Source Identification & Differentiation based on MVA and AI: Artificial Intelligence Clustering for Responsibility Clearing

Carlo MONTI¹ & Dr. Frank KARG²

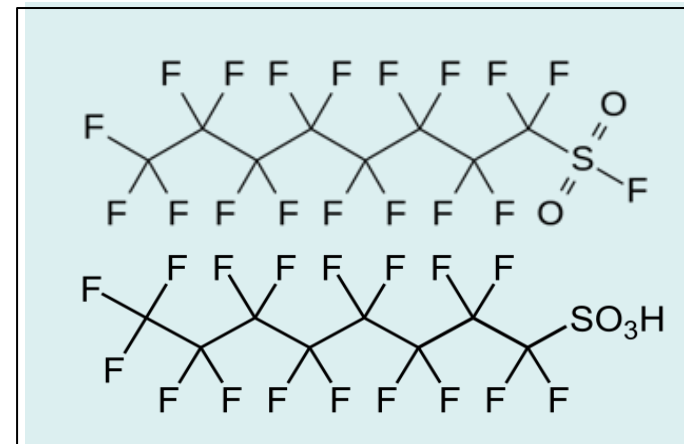
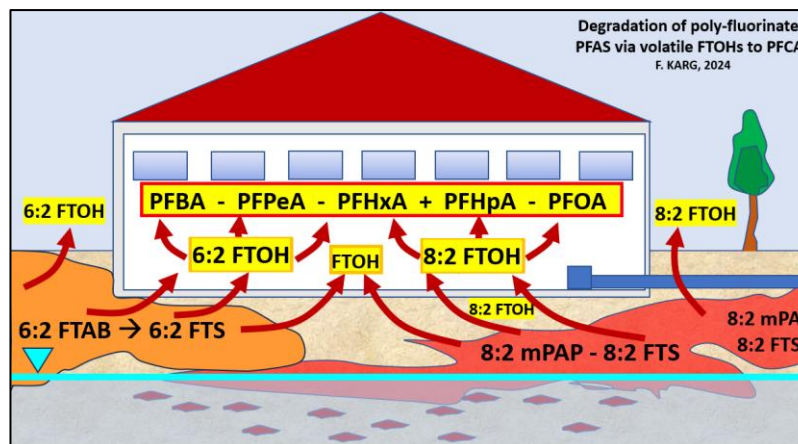
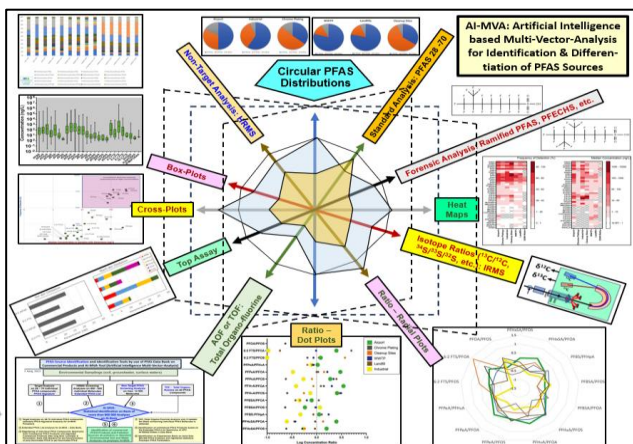
¹Carlo Monti, General Manager - ET&EC SAGL (Switzerland) carlo.monti@etecons.ch

²President HPC International SAS / Scientific Director HPC AG Group – ARET & SFSE and Court Expert (France)

Medical Center Perharidy, 29680 Roscoff, France & Dr. Alfred-Herrhausen-Allee 12, 47228 Duisburg, Germany

ATLANTIS Développement SAS / 17, rue Edouard Corbière, 29 6809 Roscoff

frank.karg@hpc-international.com / Phone: +33 607 346 916



Min:
33
Catégories

1. Acides Perfluoroalkane-sulfoniques (PFASs),
2. Perfluoroalkane-sulfonates (sels),
3. Perfluoroalkane-sulfinique-acide/sulfonates,
4. Perfluoro-cycloalkane-sulfonique-acide et dérivés,
5. Perfluoroalkane-sulfonamides (FASAs),
6. Perfluoroalkane-sulfonamide, sels d'ammonium quaternaire,
7. Acrylate de perfluoroalkane-sulfonamide (MeFASACs),
8. Méthacrylates de perfluoroalkane-sulfonamide,
9. Perfluoroalkane-sulfonamide phosphates,
10. Halogénures de perfluoroalkane-sulfonyl,
11. Autres composés polyfluoroalkyl-sulfureux,
12. Acides perfluoroalkyliques-carboxyliques (PFCA),
13. Sels perfluoroalkyliques-carboxyliques,
14. Perfluoroalkyliques-alcools/cétones,
15. Halogénures d'acide perfluoroalkyliques-carboxylique,
16. Perfluoroalkyliques-halogénures,
17. Perfluoroalkyliques-alkyl-éthers,
18. Perfluoroalkyliques-amines,
19. Perfluoroalkyliques-amino-acides/sels/esters,
20. Perfluoroalkyliques-phosphates,
21. Perfluoroalkyliques-acrylate,
22. Perfluoroalkyliques-méthacrylates,
23. Autres esters perfluoroalkyliques-carboxyliques,
24. Composés perfluoroalkyliques-hétérocycliques,
25. Perfluoroalkyliques-silane,
26. Fluorotélomère-alcooles,
27. Fluorotélomériques halogénides,
28. Fluorotélomériques sulfonates, chlorures de sulfonyl et sulfonamides,
29. Acrylate de fluorotélomériques,
30. Méthacrylates de fluorotélomériques,
31. Autres acrylates,
32. Fluorotélomériques phosphates,
33. Autres fluorotélomères.

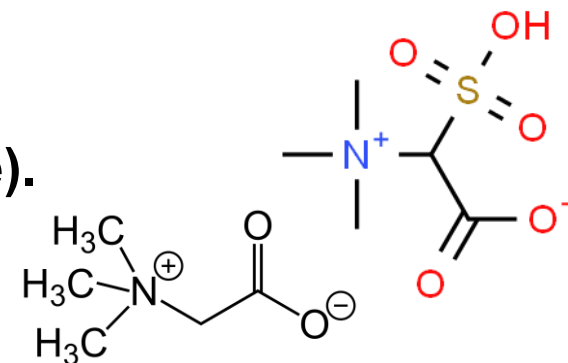
> 9 000 !

Au total, il existe > 9 000 - 15 000 PFAS aux caractéristiques chimiques et physiques différentes.

PFAS comprennent une gamme diversifiée de groupes hydrophiles,

→ ce qui explique leur forte solubilité:

- **Non ioniques** (p. ex. polyéthylène glycols, oligomères d'acrylamide).
- **Anioniques** (p. ex., les sulfonates, les sulfates, les carboxylates et les phosphates).
- **Cationiques** (p. ex., ammonium quaternaire: par ex. Bétaines & Sulfobétaines).



→ Les produits commerciaux contiennent principalement des mélanges.

→ Les fluoro-télomères à longue chaîne (> C₈) utilisés comme substituts du PFOS (interdit) et du PFOA sont transformés en PFOA dans le sous-sol. Les PFAS de chaîne courte (< C₆) ne peuvent pas être transformés en PFOA ou en PFOS.

- Galvanisation
- Production des Textiles
- Food Packaging (Polymers)
- Production des Papiers & Cartons
- Raffineries, Industrie Photographique & incres
- Matériel de Construction (Bétons):
par ex. C₈-C₂₀-gamma-omega-perfluoro Thiols)
- Peintures, Encres & Laces
- Modules électroniques & semi-conducteurs
- Huiles Hydrauliques,
- Production de Teflon (Fluoropolymères)
- Mousses anti-incendie (AFFF)
- Papiers traités en surface & Cartons....

Production & Applications depuis 1960



Utilisation des PFAS (AFFF) sur
l'ancienne Base Aérienne
BA 103 (700 ha)

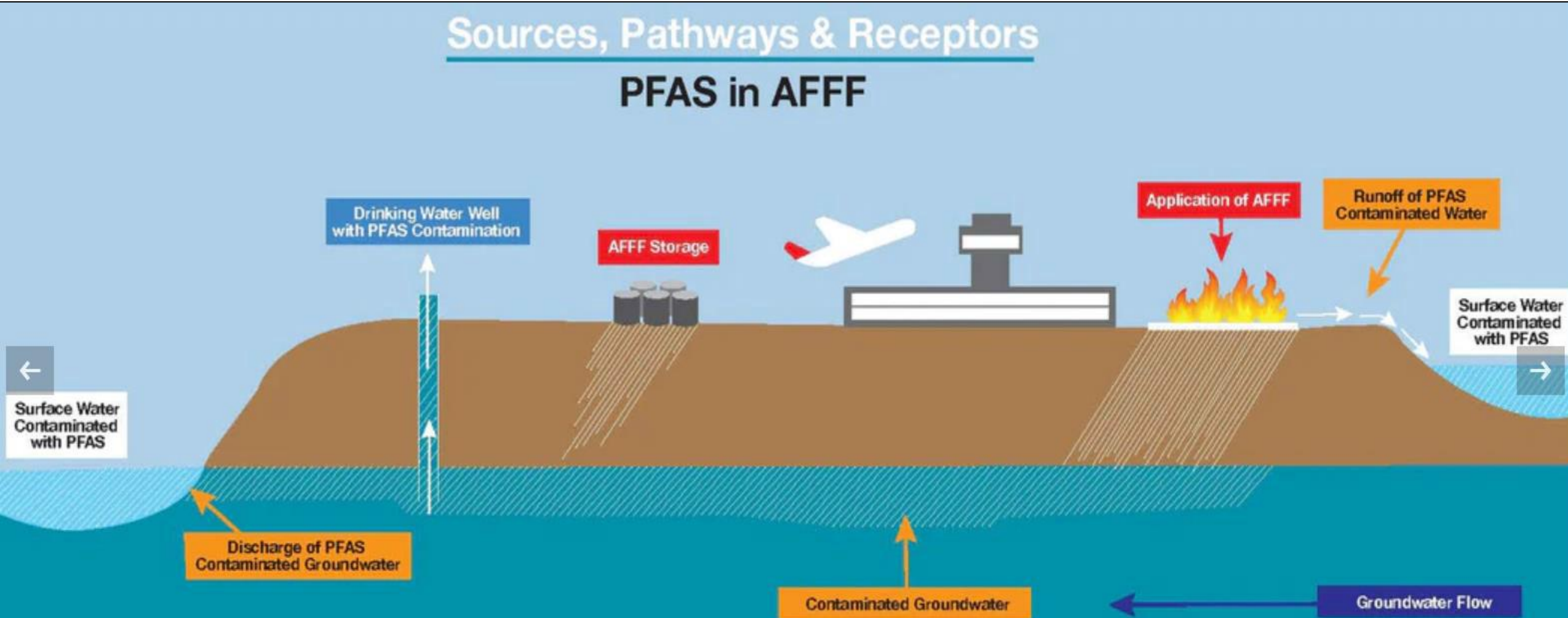


Source:

28. Karlsruher Deponie- und Altlastenseminar



Utilisation des Mousses Anti Incendie (AFFF) sur les Aéroports: Anti Fire Fighting Foams



Fire Fighting Foam (AFFF) Layer of 1,2 m on German NATO Site



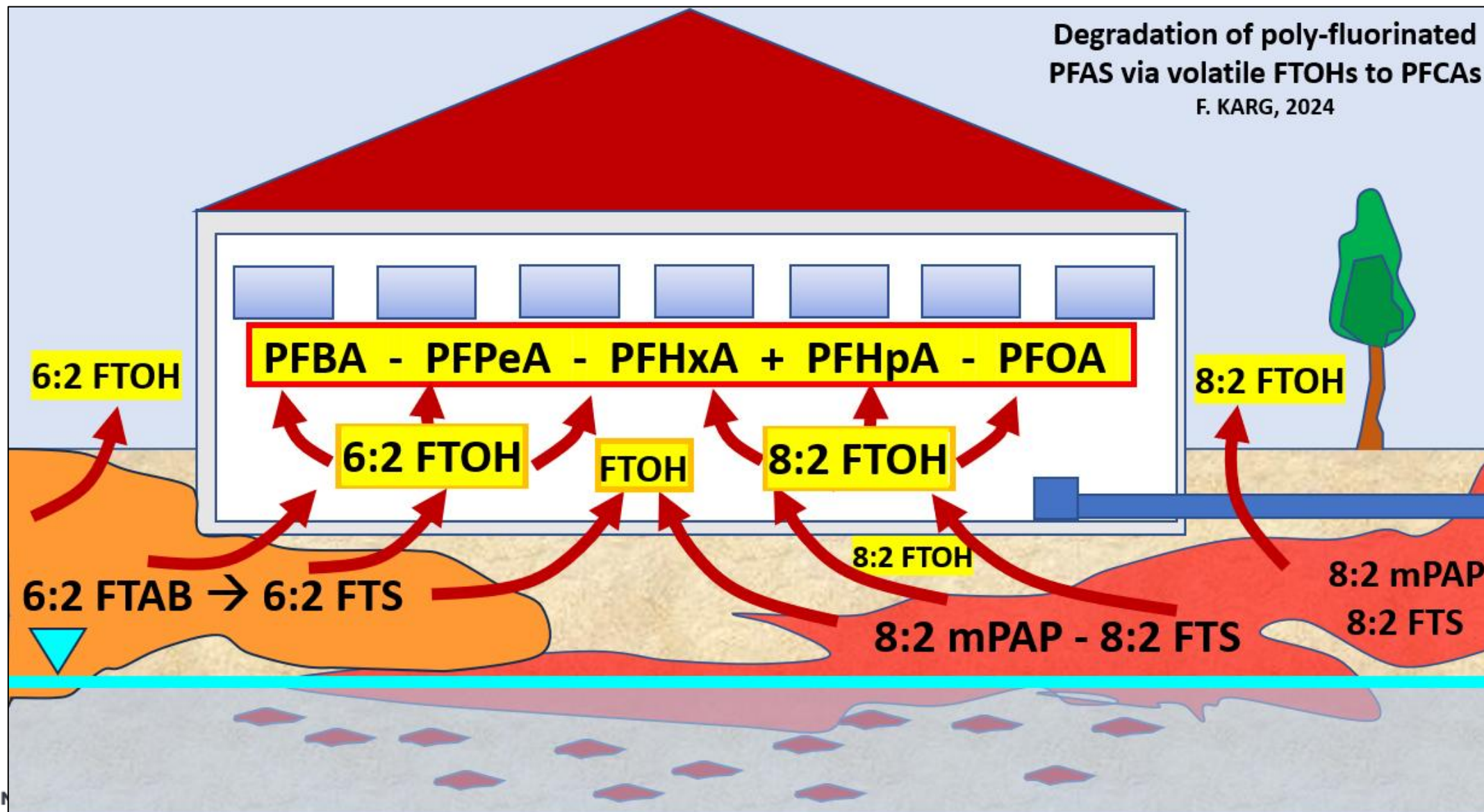
Quelle: Spiegel Online 19.11.2016 / KTVU-TV / AP

PFAS: Pollutions des Eaux Souterraines
à Düsseldorf

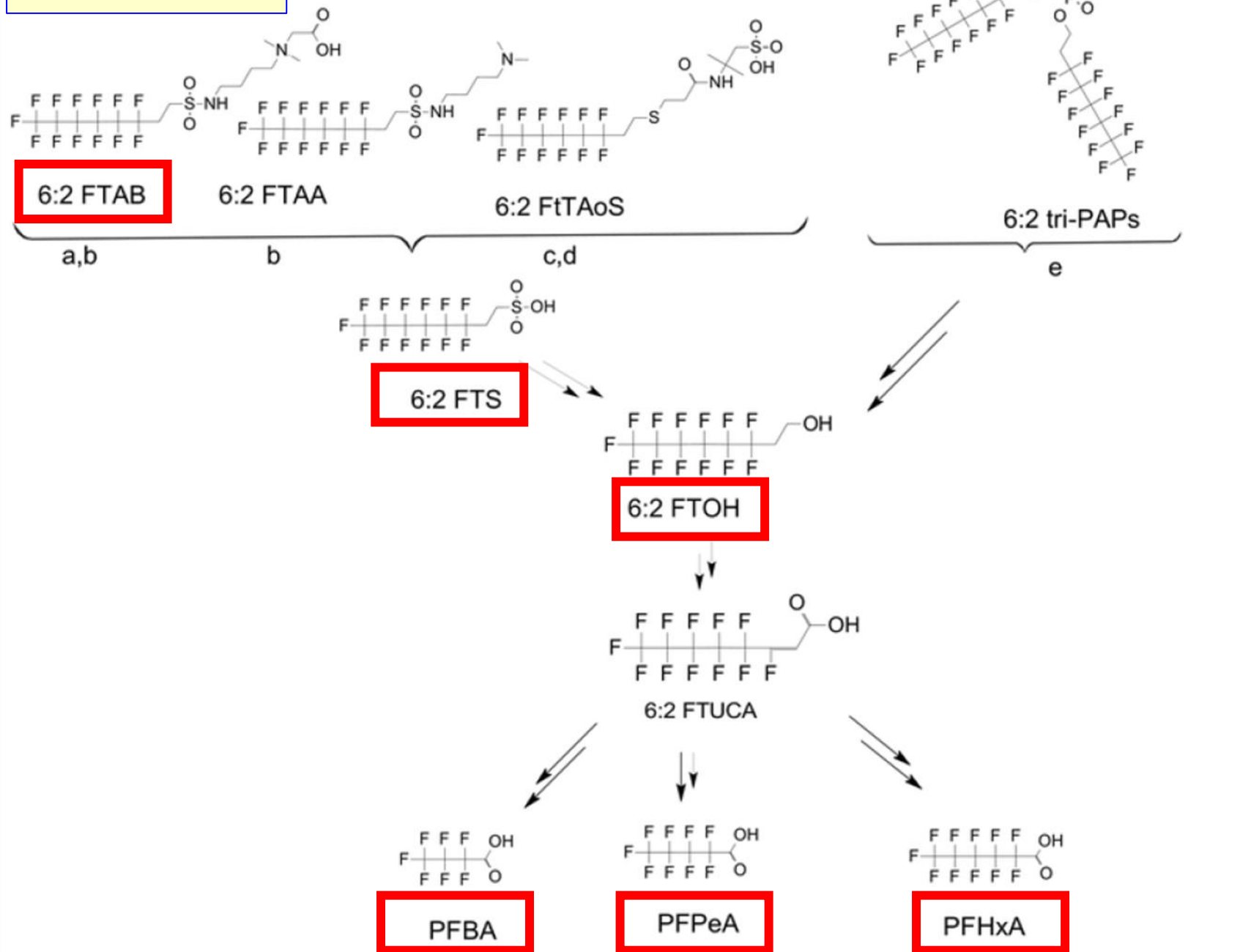


Foto: Landeshauptstadt Düsseldorf

Identification des Sources PFAS via Polytopic Data Bank et AI-MVA-Tool (Artificial Intelligence Multi-Vector-Analysis)

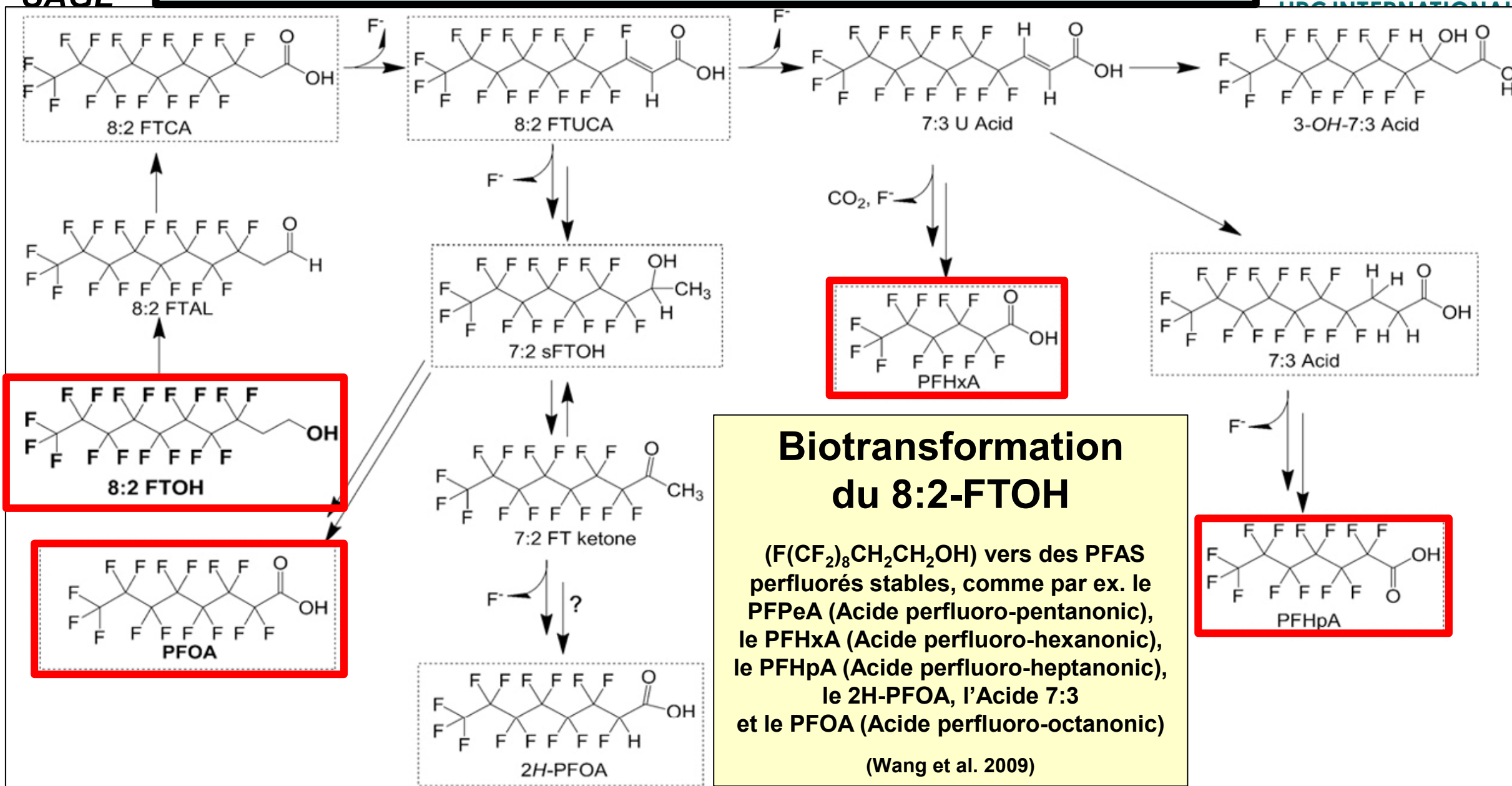


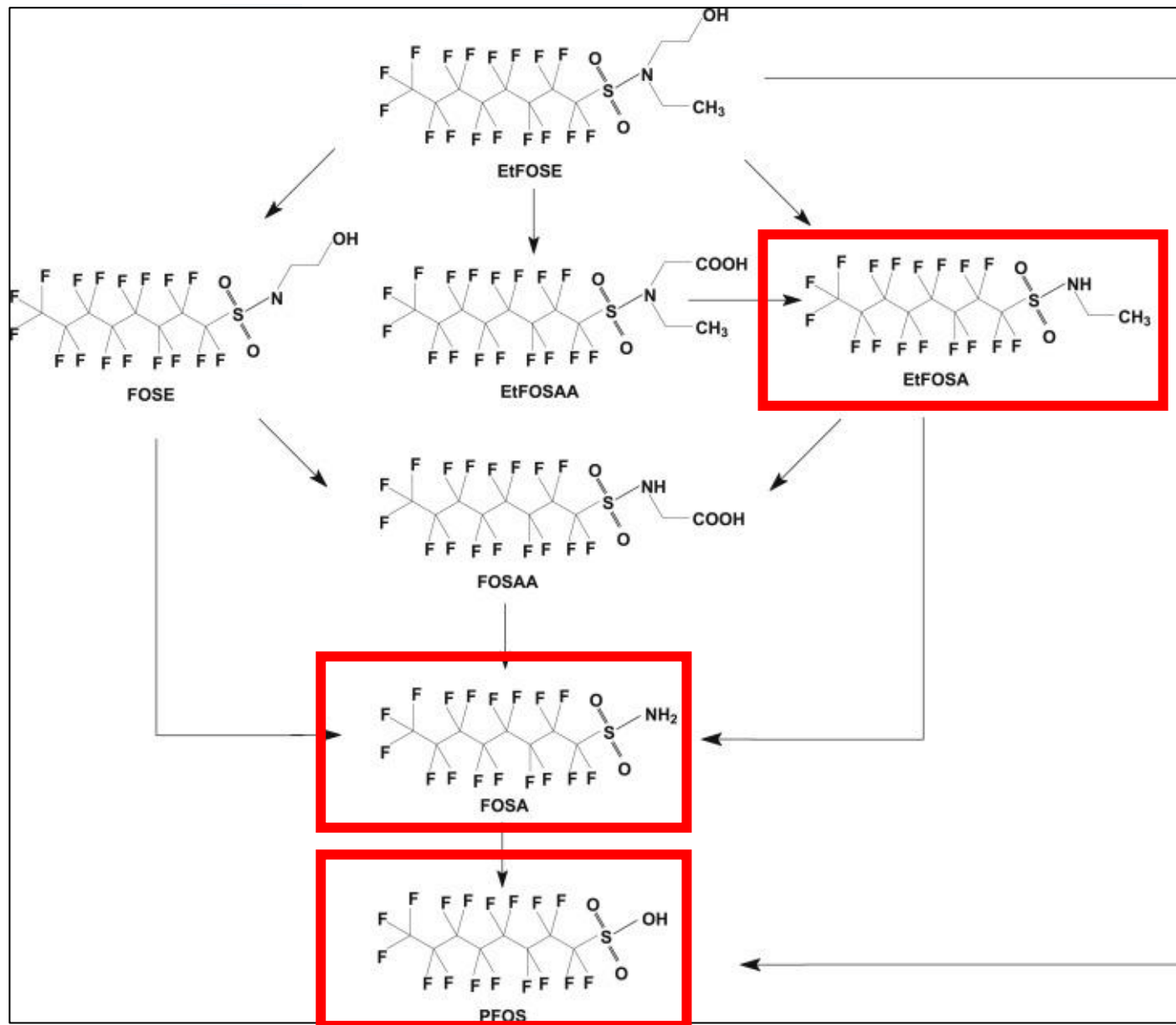
6:2-FTAB



**6 :2 FTAB et sa
dégradation
via le 6 :2 FTS et le
6 :2 FTOH vers les
PFAS per-fluorés
PFBA, PFPeA et
PFHxA**

(LaFond et al. 2023, D.M.J. Shaw et al. 2019 ,Ying Shi, 2018 et V. Mendeza et. al. 2022)





PFAS: Chimie environnementale

Bio-transformation
du EtFOSE, EtFOSA &
FOSA vers PFOS

S. Chen et al. 2021

Scotchban FC 807
= 100 % EtFOSA
Impregnation des
papiers et textiles

PFOS

Identification des Sources PFAS via Polytopic Data Bank et AI-MVA-Tool (Artificial Intelligence Multi-Vector-Analysis)

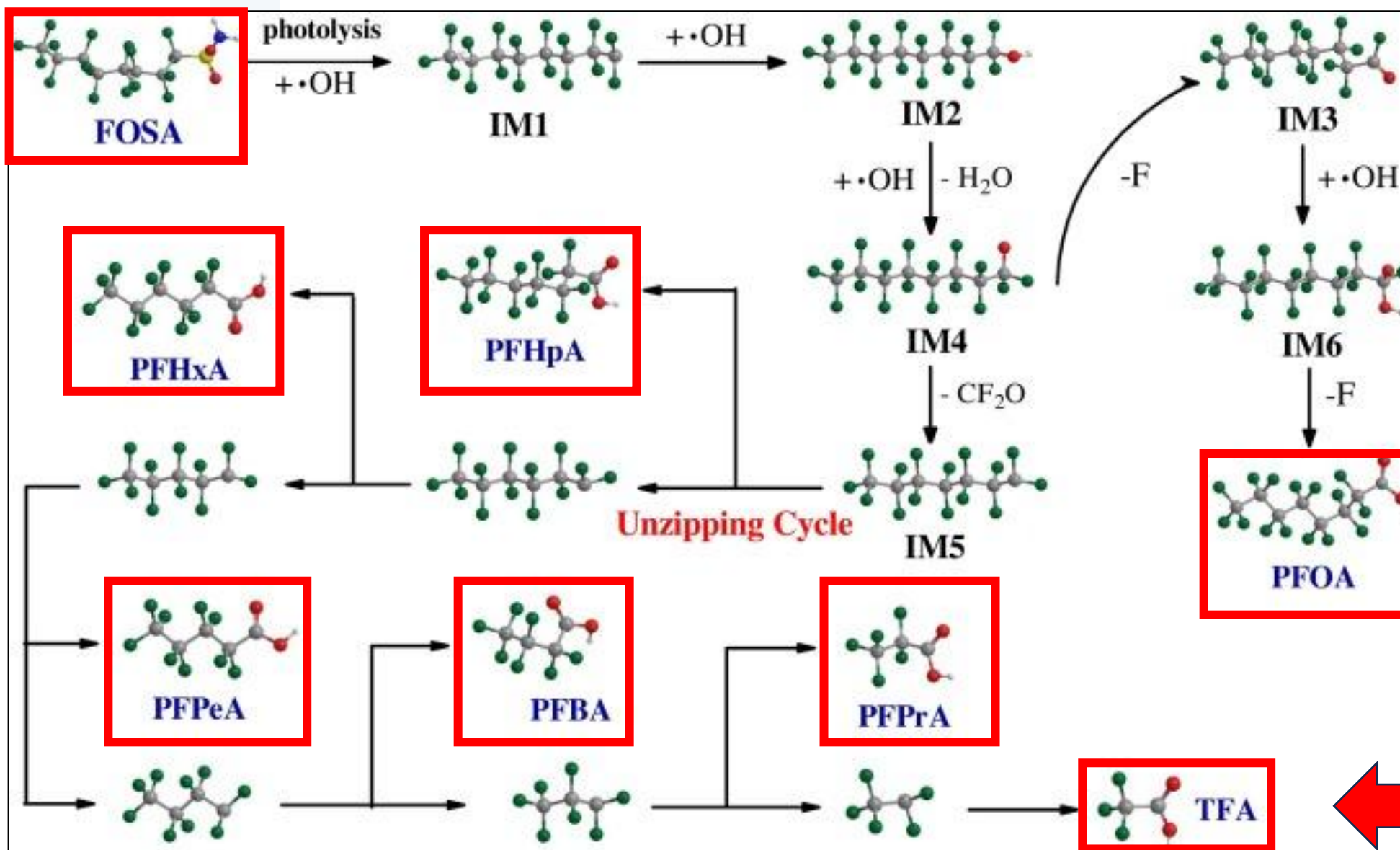


HPC INTERNATIONAL SAS

**PFAS: Chimie
environnementale**

**Transformation
photochimique
du FOSA vers
PFOA, PFNA,
PFHpA, PFHxA,
PFPeA, PFBA,
PFPrA, TFA**

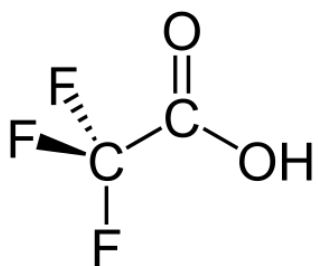
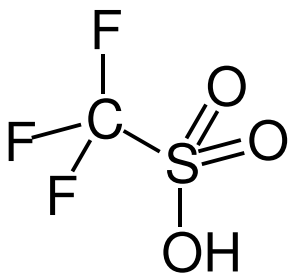
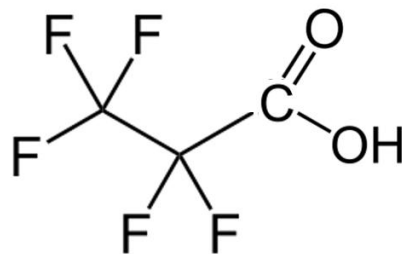
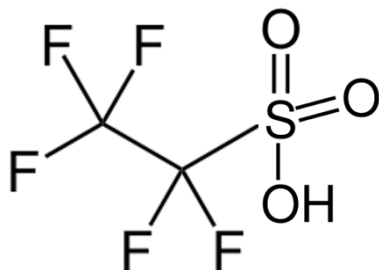
Y. Wang 2020



TFA

PFAS : Chimie Environnementale

Autres PFAS (semi) volatils

**TFA****TFMS****PFPrA****PFES**

- **FTOH: Fluorotelomère-alcools** (par ex. les 4:2-FTOH, 4:3-FTOH, 6:2-FTOH, 6:3-FTOH, 8:2-FTOH, 10:2-FTOH),
- **FASE: Per-fluoroalkane-sulfamide-ethanole** (par ex. N-MeFOSE, N-EtFOSE),
- **FTI: Fluorotelomère-iodite** (par ex.. 6:2-FTI, 8:2-FTI, 10:2-FTI),
- **FTAC: Fluorotelomère-acrylates** (par ex. 4:2-FTAC, 6:2-FTAC, 8:2-FTAC, 10:2-FTAC),
- **FTMACS:6:2-Fluorotelomère-methyl-acrylates** (par ex. 4:2-FTMAC, 6:2-FTMAC, 8:2-FTMAC, 10:2-FTMAC),
- **PFADiI: Perfluoroalkyl-di-iodites** (par ex. PFBuDiI, PFHxDiI, PFODiI),

Augmentation ou réduction de la lixiviation des PFAS-Fluorotelomères par changement de pH

Exemple: Intrusion de l'eau de mer dans les aquifères: Analyses selon DIN 38407-42

pH 6,7

→ envers →

pH 7,3

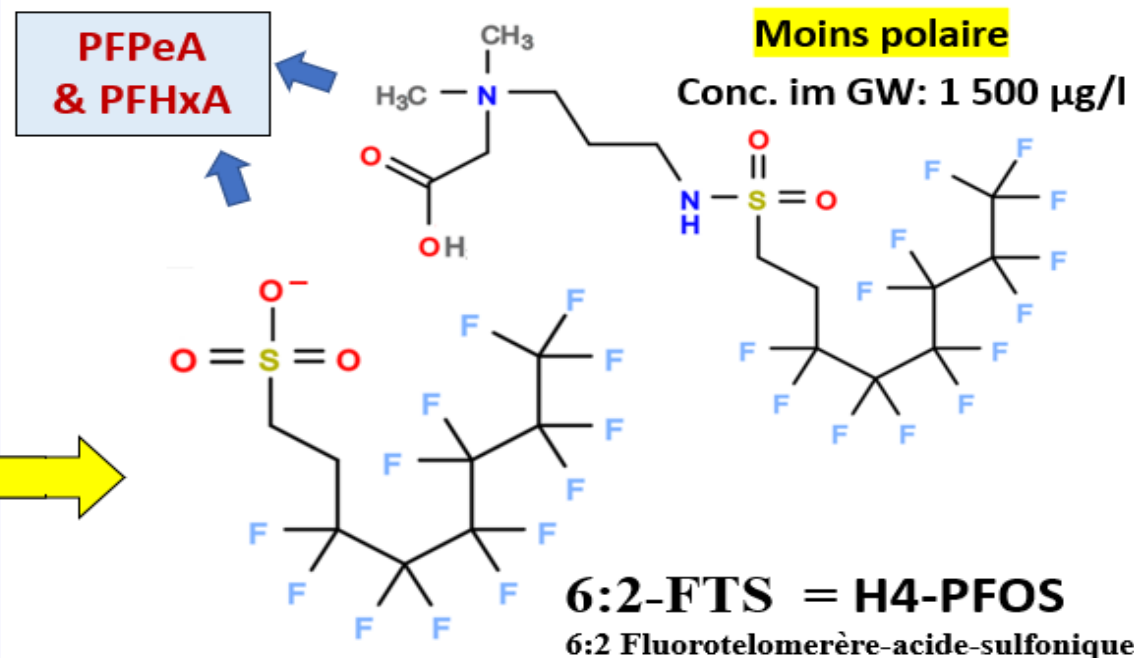
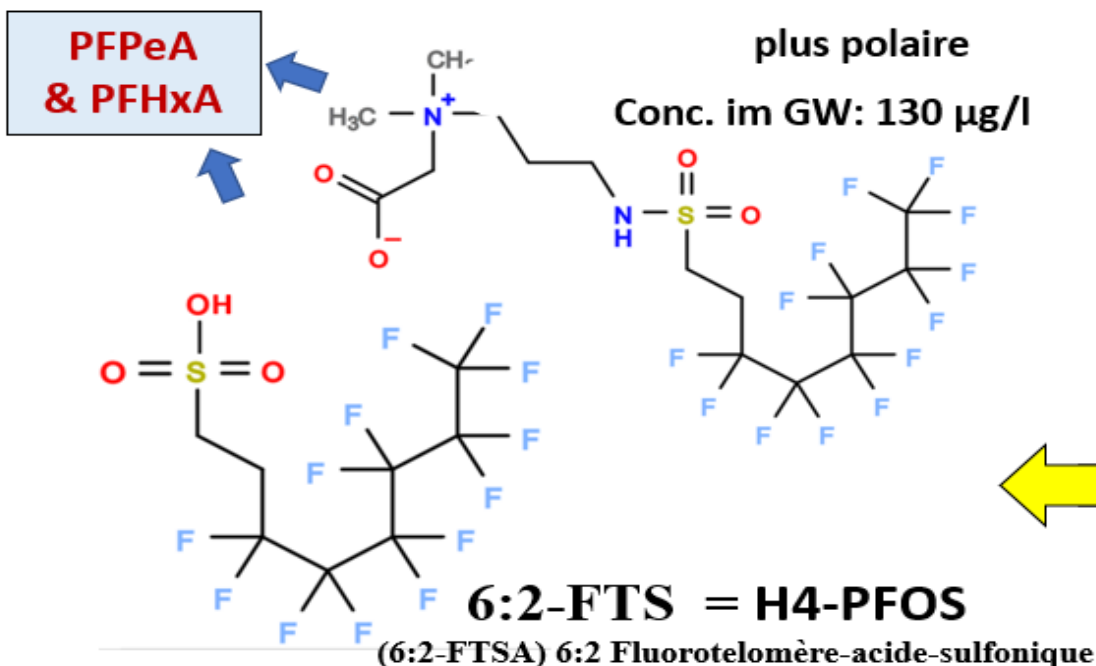
6:2-FTAB = Capstone B (AFFF)

6:2 Fluorotelomère-sulfonamide-propyle-betaine

6:2-FTAB = Capstone B (AFFF)

6:2 Fluorotelomère-sulfonamide-propyle-betaine

Concentrations: Facteur 11,5 x supérieures



TOF: Total Organo Fluorine

F. KARG 2025

= PFAS Monomers & Polymers +
other organo-fluorine Compounds;
Pesticides, Pharmaceuticals, etc.
→ → → *No Compound Identification !*

AOF: Adsorbable Organic Fluorine

= PFAS Monomers & Polymers +
other organo-fluorine Compounds;
Pesticides, Pharmaceuticals, etc.
→ → *No Compound Identification !*

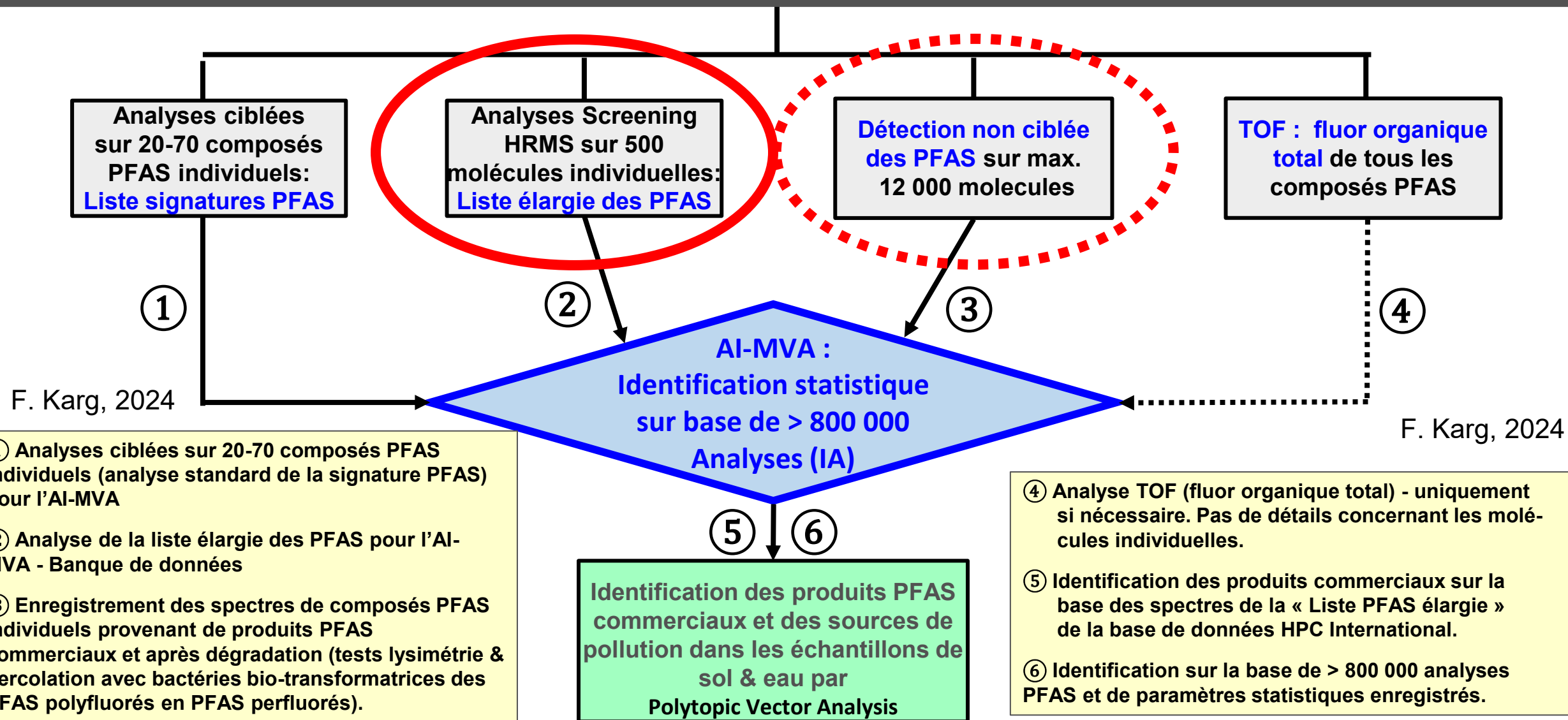
NTA: Non-Target Analysis = Semi-quantitative Identification of up to
12 000 Compounds: PFAS Monomers

**QTA: Quantitative Target
Analysis** = up to 20-700 Com-
pounds: PFAS Monomers

**QTA+TA; after TOP Assay (20-
200 Compounds: PFCA including
transformed polyfluorinated PFAS)**

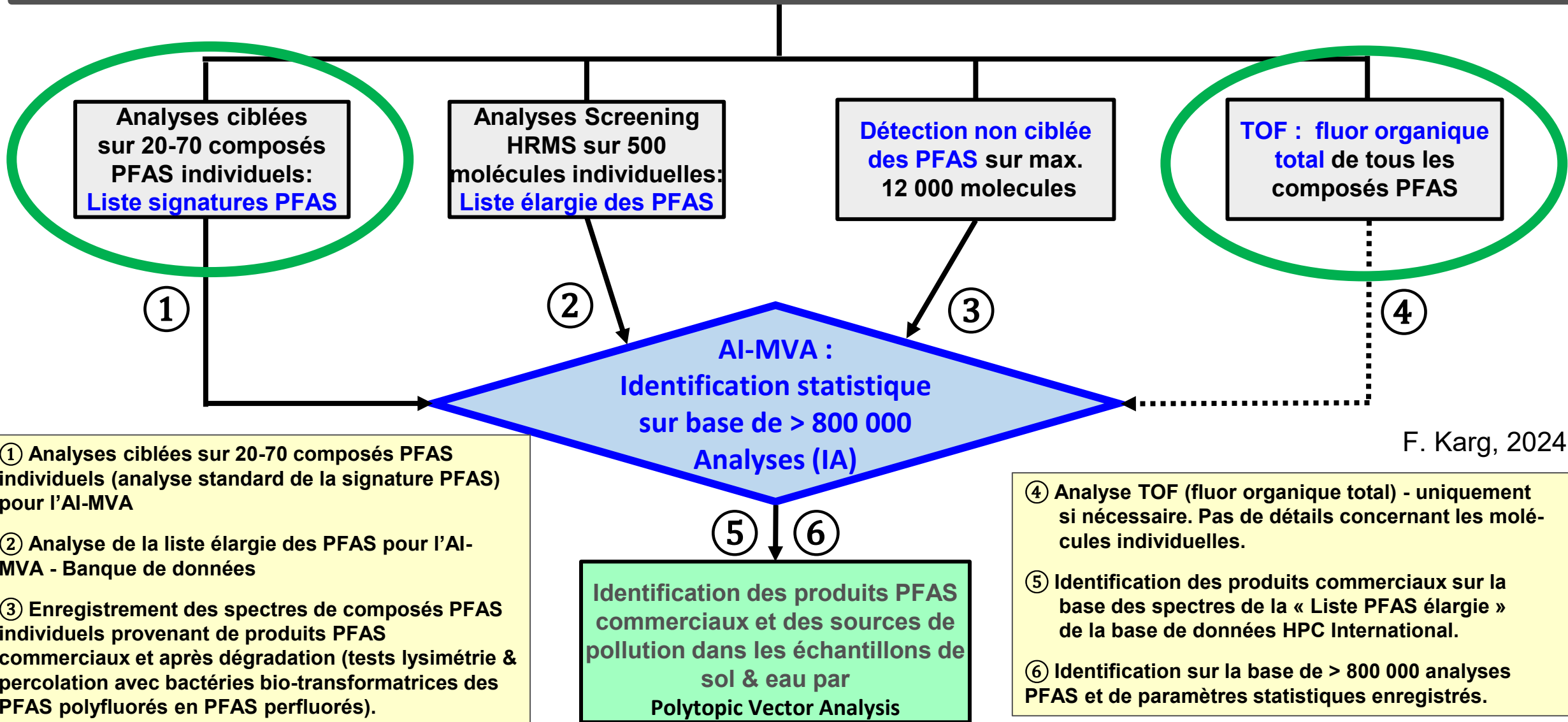
Identification des Sources PFAS via Polytopic Data Bank et AI-MVA-Tool (Artificial Intelligence Multi-Vector-Analysis)

Prélèvement d'échantillons (sol, eaux souterraines, eaux de surface): **enregistrement des étalons**



Identification des sources de PFAS et différenciation par AI-MVA: Outil AI-MVA (analyse multi-vectorielle basée sur l'intelligence artificielle)

Prélèvement d'échantillons (sol, eaux souterraines, eaux de surface): **Analyses de routine (+ Top Assay)**



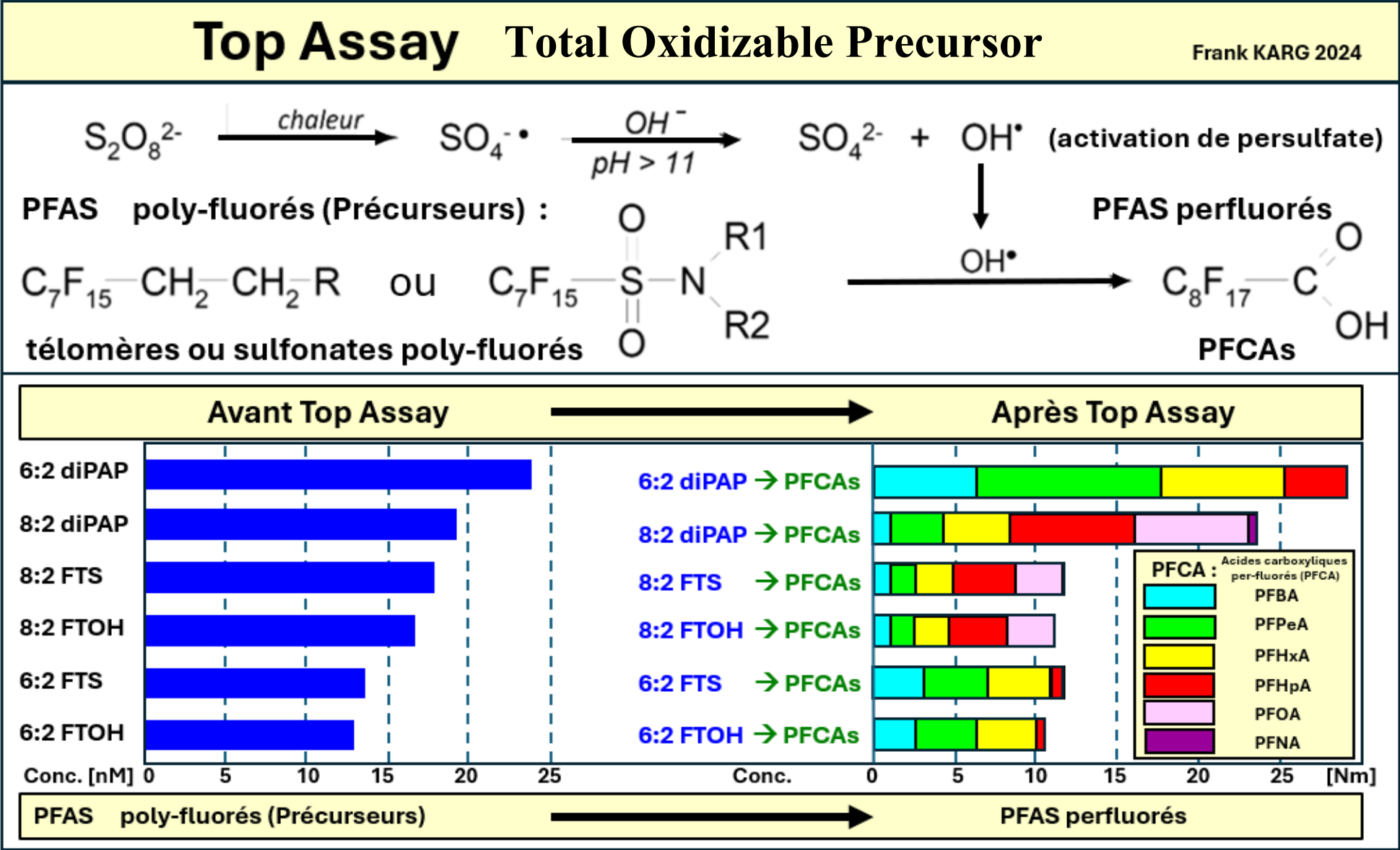
Paramètres pour les Analyses des PFAS recommandés (min.)

66 + 5 PFAS ultrashorts

PFAS	LQ Eaux		CAS	VTR	Dir. CE EP2020/ 2184	AM 20/06/23 France
PFBA (acide perfluorobutanoïque)	ng/l	1	375-22-4			
PFPeA (acide perfluoropentanoïque)	ng/l	5	2706-90-3			
PFHxA (acide perfluorohexanoïque)	ng/l	1	307-24-4			
PFHpA (acide perfluoroheptanoïque)	ng/l	1	375-85-9			
PFOA linéaire (acide perfluorooctanoïque)	ng/l	1	335-67-1			
PFOA ramifié (acide perfluorooctanoïque)	ng/l	1	335-67-1			
PFOA totale (acide perfluorooctanoïque)	ng/l	1	335-67-1			
PFNA (acide perfluorononanoïque)	ng/l	1	375-95-1			
PFDA (acide perfluorodécanoïque)	ng/l	1	335-76-2			
PFUnDA (acide perfluoroundécanoïque)	ng/l	1	2058-94-8			
PFDoDA (acide perfluorododécanoïque)	ng/l	2	307-55-1			
PFTTrDA (acide perfluorotridecane sulfonique)	ng/l	1	72629-94-8			
PFTeDA (acide perfluorotétradécane sulfonique)	ng/l	1	376-06-7			
PFHxDA (acide perfluorohexadécane sulfonique)	ng/l	2	67905-19-5			
PFODA (acide perfluorooctadécane sulfonique)	ng/l	1	16517-11-6			
PFBS (acide perfluorobutane sulfonique)	ng/l	1	375-73-5			
PFPeS (acide perfluoropentane sulfonique)	ng/l	1	2706-91-4			
PFHxS linéaire (acide perfluorohexane sulfonique)	ng/l	1	355-46-4			
PFHxS ramifié (acide perfluorohexane sulfonique)	ng/l	1	355-46-4			
PFHxS totale	ng/l	1	355-46-4			
PFHpS (acide perfluoroheptane sulfonique)	ng/l	1	375-92-8			
PFOS linéaire (acide perfluorooctane sulfonique)	ng/l	1	1763-23-1			
PFOS ramifié (acide perfluorooctane sulfonique)	ng/l	1	1763-23-1			
PFOS totale (acide perfluorooctane sulfonique)	ng/l	1	1763-23-1			
PFDS (acide perfluorodécane sulfonique)	ng/l	1	335-77-3			
4:2 FTS (acide 4:2 fluorotélomer sulfonique) H4-PFOS	ng/l	1	757124-72-4			
6:2 FTS (acide 6:2 fluorotélomer sulfonique)	ng/l	1	27619-97-2			
8:2 FTS (acide 8:2 fluorotélomer sulfonique)	ng/l	1	39108-34-4			
10:2 FTS (acide 10:2 fluorotélomer sulfonique)	ng/l	1	120226-60-0			
MePFOSAA (acide N-méthylperfluorooctane sulfonamide acétique)	ng/l	1	2355-31-9			
EtFOSAA (acide N-éthylperfluorooctane sulfonamide acétique)	ng/l	1	2991-50-6			
PFOSA linéaire (perfluoro-n-octanesulfonamide)	ng/l	2	754-91-6			
PFOSA ramifié (perfluoro-n-octanesulfonamide)	ng/l	2	754-91-6			
PFOSA totale (perfluoro-n-octanesulfonamide)	ng/l	2	754-91-6			
MeFOSA linéaire (N-méthylperfluorooctanesulfonamide) (MePFOSA)	ng/l	1	31506-32-8			
6:2-FTAB (6 :2 fluorotélomer sulfonamido propyl betaine) Capstone B	ng/l	10	34455-29-3			

PFAS	LQ Eaux		CAS	VTR	Dir. CE EP2020/ 2184	AM 20/06/23 France
MeFOSA ramifié (N-méthylperfluoro-n-octanesulfonamide) (MePFOSA)	ng/l	1	31506-32-8			
MeFOSA totale (N-méthylperfluoro-n-octanesulfonamide) (MePFOSA)	ng/l	1	31506-32-8			
8:2 DiPAP (8:2 polyfluoroalkyl phosphate diester)	ng/l	1	678-41-1			
HFPO-DA (acide hexafluoropropylèneoxyde dimer) Gen X	ng/l	1	13252-13-6			
EtFOSA linéaire (N-éthylperfluorooctanesulfonamide) (EtPFOSA)	ng/l	1	4151-50-2			
EtFOSA ramifié (N-éthylperfluorooctanesulfonamide) (EtPFOSA)	ng/l	1	4151-50-2			
EtFOSA totale (N-éthylperfluorooctanesulfonamide) (EtPFOSA)	ng/l	1	4151-50-2			
MeFBSAA (perfluorobutanesulfonamide(N-méthyl)acetate)	ng/l	5	159381-10-9			
5:3-FTCA: 5:3 acide carboxylique fluorotélomère	ng/l	1	914637-49-3			
6:2-FTCA: 6:2 acide carboxylique fluorotélomère	ng/l	5	53826-12-3			
8:2 FTUCA (acide 2H-perfluoro-2-décène sulfonique)	ng/l	1	70887-84-2			
DONA (acide 4,8-dioxa-3H-perfluorononanoïque)ADONA	ng/l	1	919005-14-4			
MeFBSA (n-méthylperfluorobutanesulfonamide)	ng/l	1	68298-12-4			
PFBSA (perfluorobutanesulfonamide)	ng/l	1	30334-69-1			
PFECHS (acide perfluoro-4-éthylcyclohexanesulfonique)	ng/l	1	646-83-3			
PFNS (acide perfluorononane sulfonique)	ng/l	1	68259-12-1			
PFDoDS (acide perfluorododécane sulfonique)	ng/l	1	79780-39-5			
6:2 diester de phosphate fluorotélomérique. 6:2 diPAP	ng/l	10	57677-95-9			
6:2 8:2 diester de phosphate fluorotélomérique. 6:2 8:2 diPAP	ng/l	10	943913-15-3			
PFHxSA (perfluorohexanesulfonamide)	ng/l	1	41997-13-1			
PFUnDS (acide perfluoroundécane sulfonique)	ng/l	2	749786-16-1			
PFTTrDS (acide perfluorotridecane sulfonique)	ng/l	2	791563-89-8			
EtFOSE (2-(N-éthylperfluoro-1-octanesulfonamido)-ethanol)	ng/l	5	1691-99-2			
MeFOSE (2-(N-méthylperfluoro-1-octanesulfonamido)-ethanol)	ng/l	5	24448-09-7			
NFDHpA (Nonafluoro-3,6-dioxaheptanoic acid)	ng/l	1	151772-58-6			
PFMPA (Perfluoro-3-methoxypropanoic acid)	ng/l	1	377-73-1			
PFMBA (perfluoro-4-methoxybutanoic acid)	ng/l	1	863090-89-5			
C6O4 (Perfluoro([5-methoxy-1,3-dioxolan-4-yl]oxy)acetic acid)	ng/l	10	1190931-41-9			
6:2-FTOH (6:2 fluorotélomer alcool) FHET	ng/l	20	647-42-7			
8:2-FTOH (8:2 fluorotélomer alcool) FOET	ng/l	10	678-39-7			
PFAS Ultrashorts :						
TFA (trifluoroacetic acid)	ng/l	10				
PFPrA (perfluoropropanoic acid)	ng/l	10				
TFMS (trifluoromethanesulfonic acid)	ng/l	10				
PFES (perfluoroethanesulfonic acid)	ng/l	10				
PFPrS (perfluoropropanesulfonic acid)	ng/l	10				

Prise en compte
de l'ensemble
des PFAS
poly-fluorés
transformables
en PFCAs per-
fluorés:



PFAS: Identification et différenciation des sources PFAS en utilisant la MVA-IA (analyse multi-vectorielle basée sur l'intelligence artificielle)

F. Karg, 2023

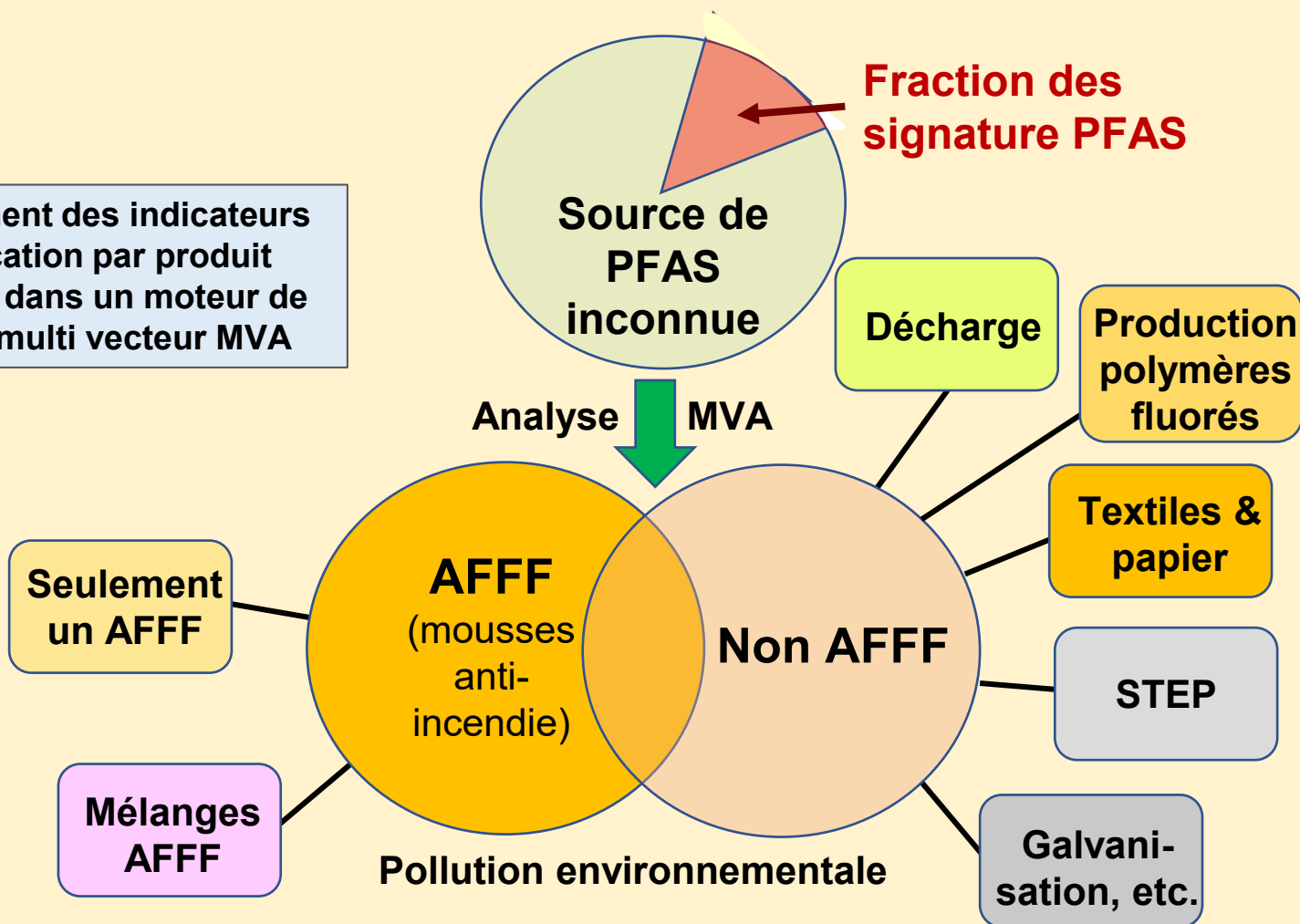
Banque de données répertoriant les produits commerciaux contenant des PFAS et leurs molécules dégradées, sur la base de plus de 800 000 analyses. Enregistrement des spectres des produits PFAS individuels et relations statistiques avec des produits commerciaux par analyse non ciblée (400-500 composés) sur des produits frais et des produits dégradés, après 3 mois de tests au lysimètre avec bactéries bio-transformatrices.

Recherche d'indicateurs statistiques par produit commercial via des analyses standard (min. 20-70 molécules dans des échantillons de sol et d'eau)

Identification des sources de contamination par les PFAS et des produits commerciaux par AI-MVA.

MVA-IA (Multi-Vecteur-Analyse sur base d'Intelligence Artificielle) pour l'identification des produits commerciales des PFAS

Enregistrement des indicateurs d'identification par produit commercial dans un moteur de recherche multi vecteur MVA



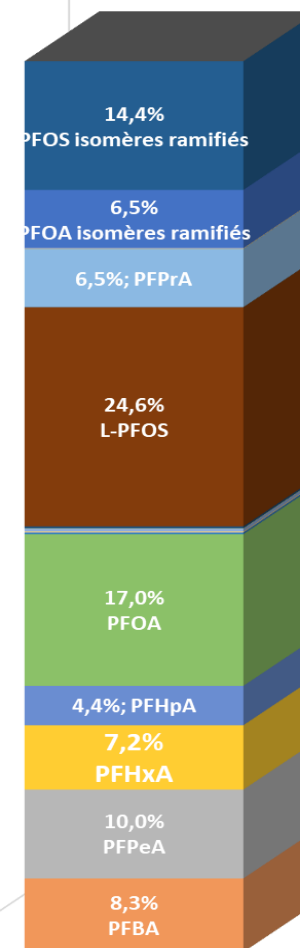
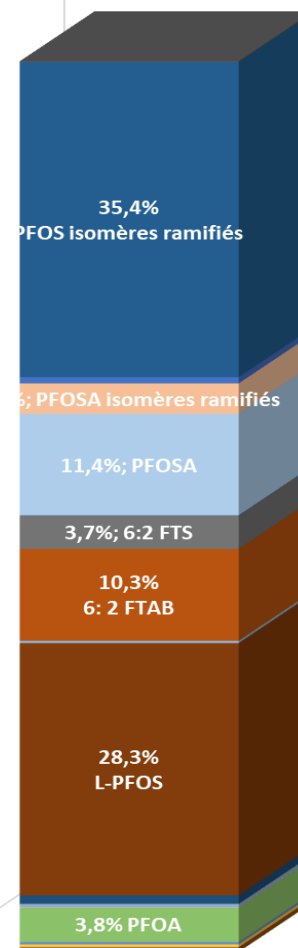
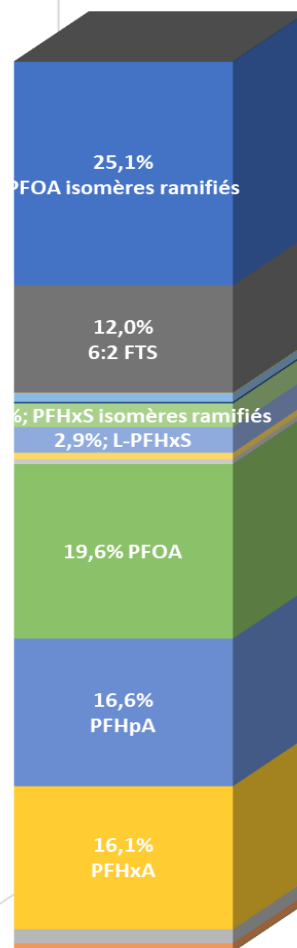
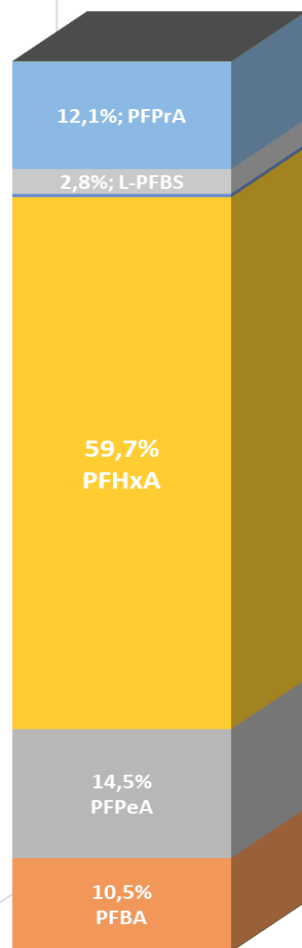
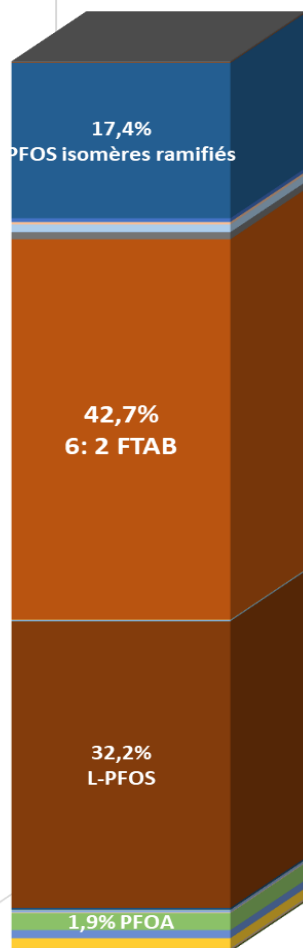
Identification des Sources PFAS via Polytopic Data Bank et AI-MVA-Tool (Artificial Intelligence Multi-Vector-Analysis)

AFFF 1 – Standards (Fresh & degraded ones)

6W: **Aerobic** 12 -24W: **principally Anaerobic** 15W Soils

Fresh

Top Assay



Anaerobic conditions slows down or stops the bio-transformation during the PFAS migration process

pH: 6,4 – 7,5

pH 8,5 alkaline

BRUT

BIO-LYSIMÉTRIE 6 SEMAINES

BIO-LYSIMÉTRIE 12 SEMAINES

BIO-LYSIMÉTRIE SOL

TOP ASSAY

Identification des Sources PFAS via Polytopic Data Bank et AI-MVA-Tool (Artificial Intelligence Multi-Vector-Analysis)

AFFF 2 – Standards (Fresh & degraded ones)

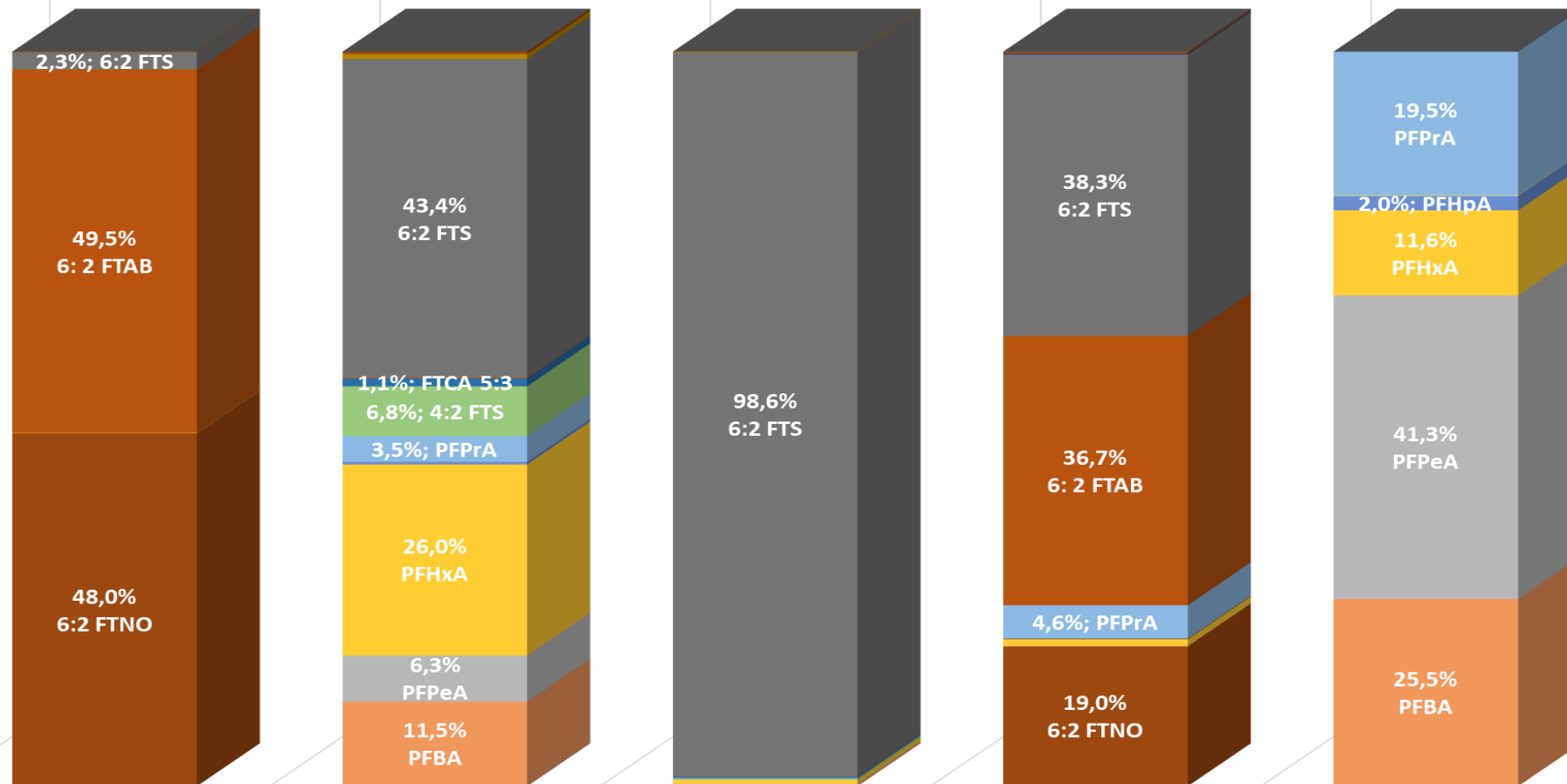
Fresh

6W: Aerobic

12 -24W: principally Anaerobic

15W Soils

Top Assay



pH: 6,8 – 8,4

pH 8,9 alkaline

Anaerobic conditions stops the bio-transformation during the PFAS migration process

BRUT

BIO-LYSIMÉTRIE 6 SEMAINES

BIO-LYSIMÉTRIE 12 SEMAINES

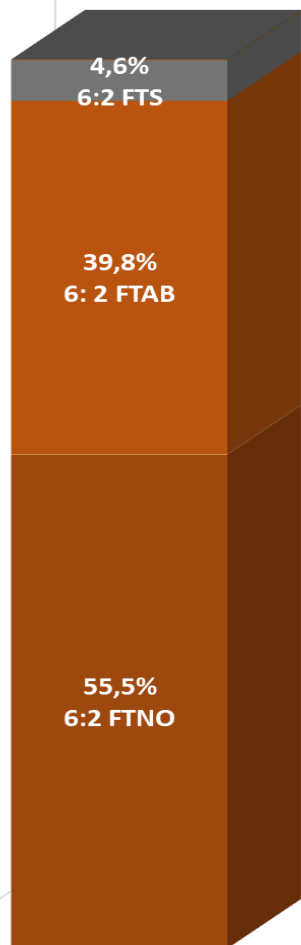
BIO-LYSIMÉTRIE SOL

TOP ASSAY

Identification des Sources PFAS via Polytopic Data Bank et AI-MVA-Tool (Artificial Intelligence Multi-Vector-Analysis)

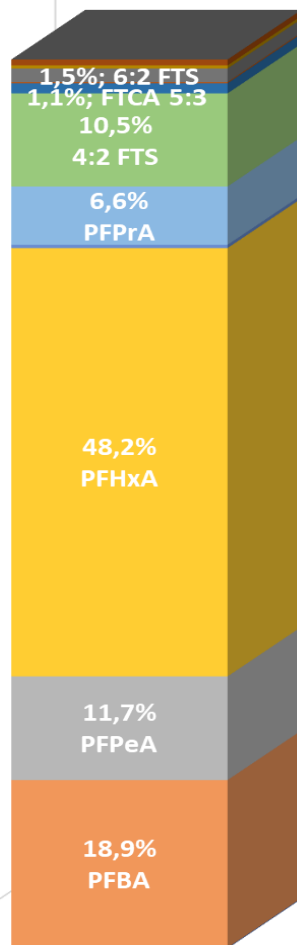
AFFF 3 – Standards (Fresh & degraded ones)

Fresh



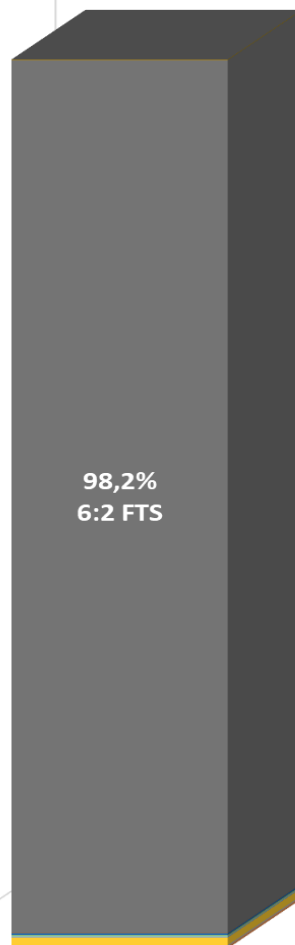
BRUT

6W: Aerobic



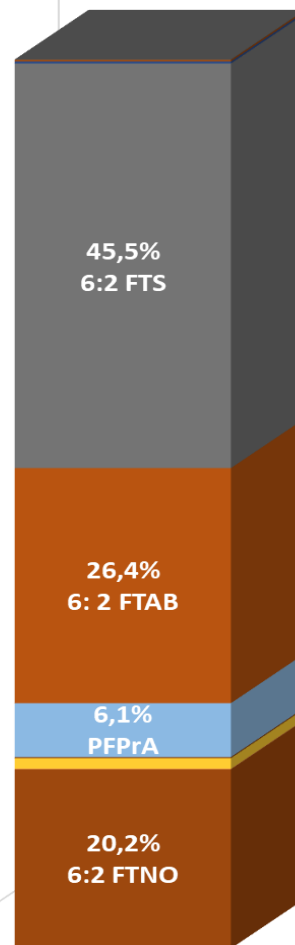
BIO-LYSIMÉTRIE 6
SEMAINES

12 -24W: principally Anaerobic



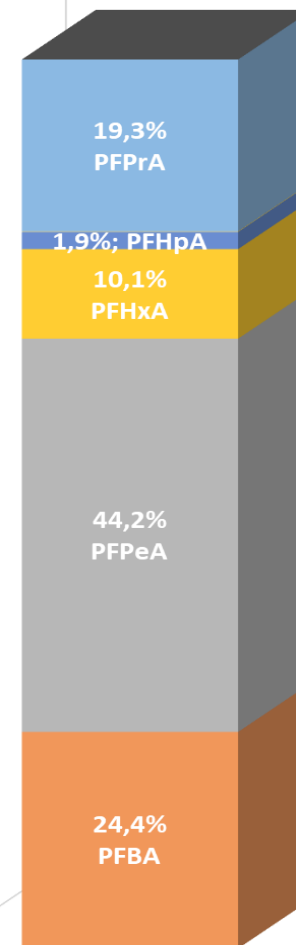
BIO-LYSIMÉTRIE 12
SEMAINES

15W Soils



BIO-LYSIMÉTRIE SOL

Top Assay



TOP ASSAY

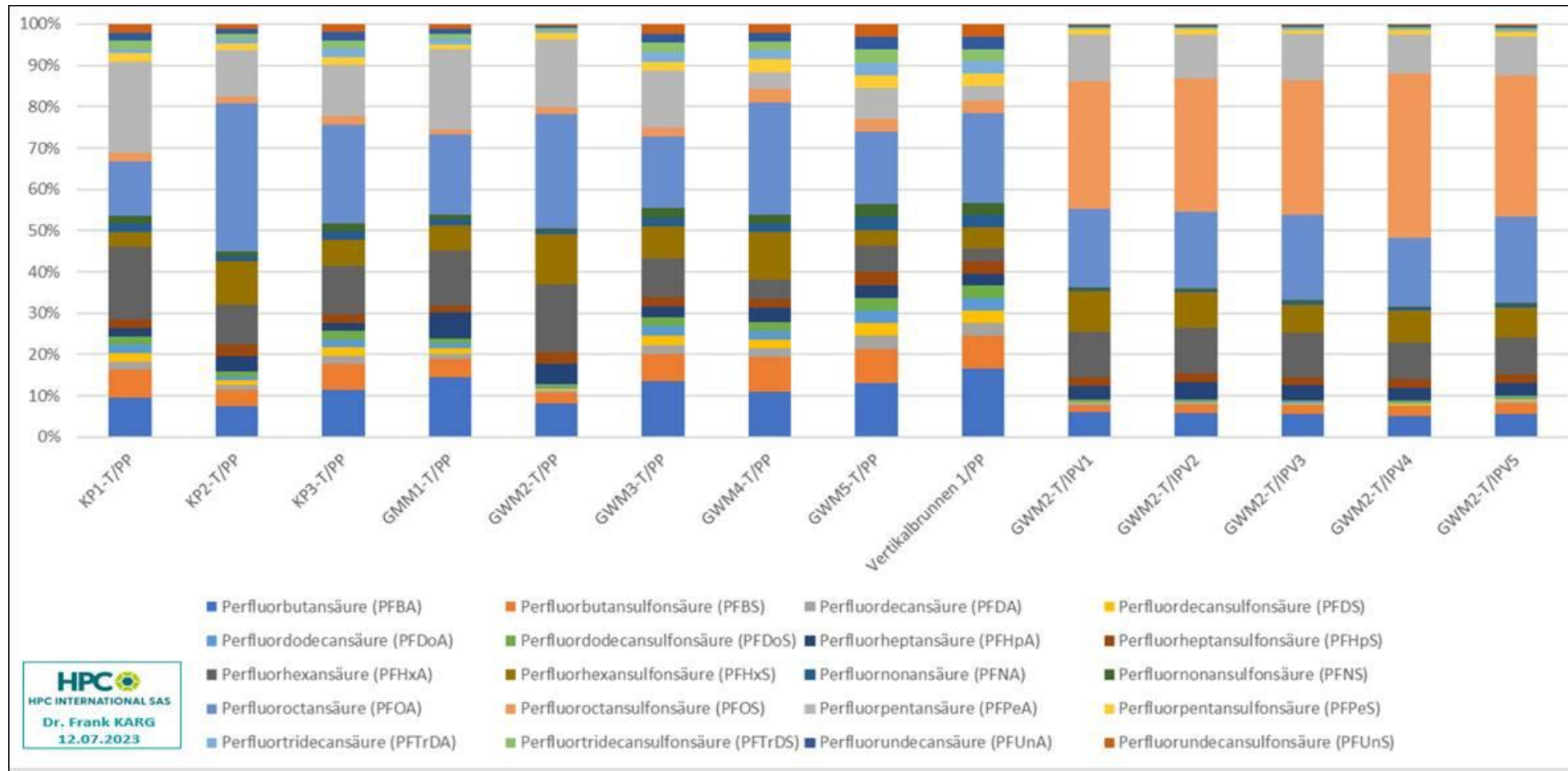
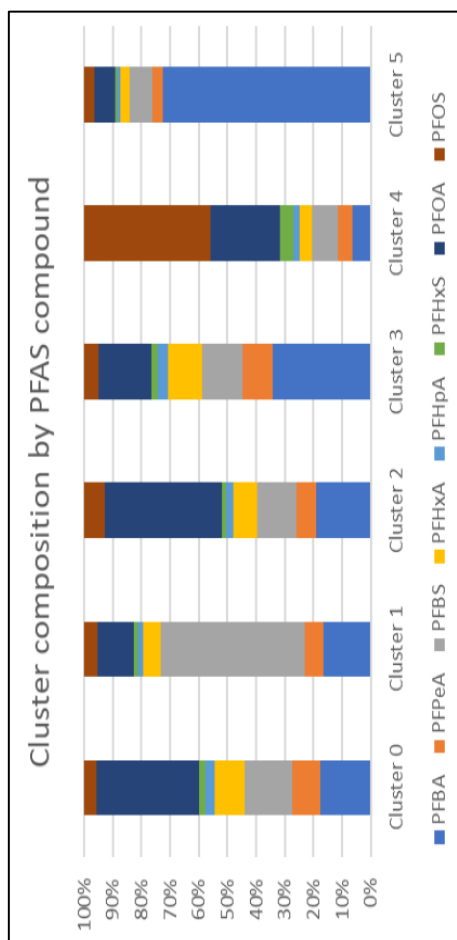
pH: 6,7 – 8,3

pH 8,8 alkaline

Anaerobic conditions stops the bio-transformation during the PFAS migration process

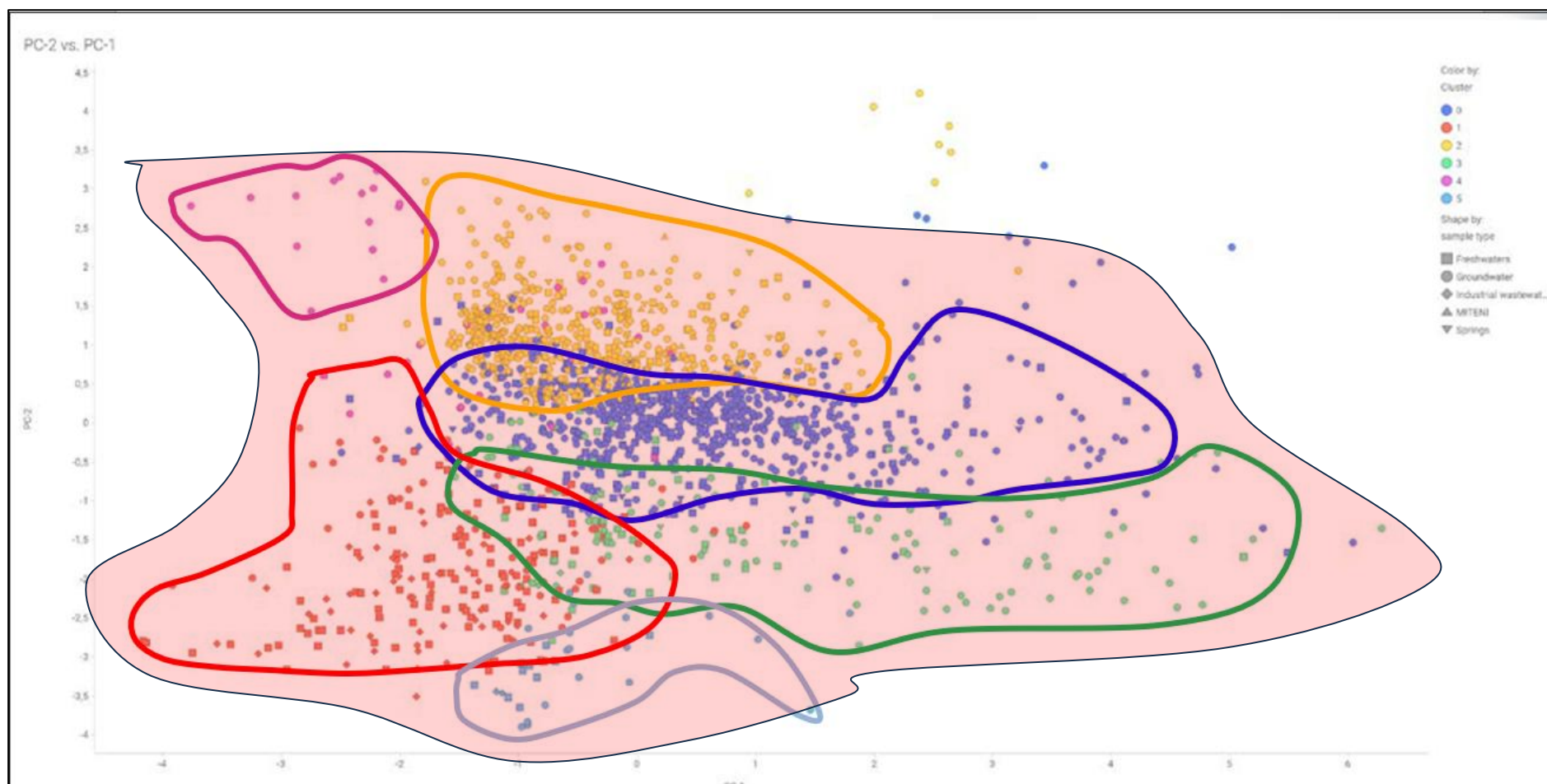
Identification et différenciation des sources PFAS par analyses des Clusters

Des analyses de **Clusters PFAS** permettent d'**identifier les origines** des produits et industries ayant provoqué les pollutions environnementales

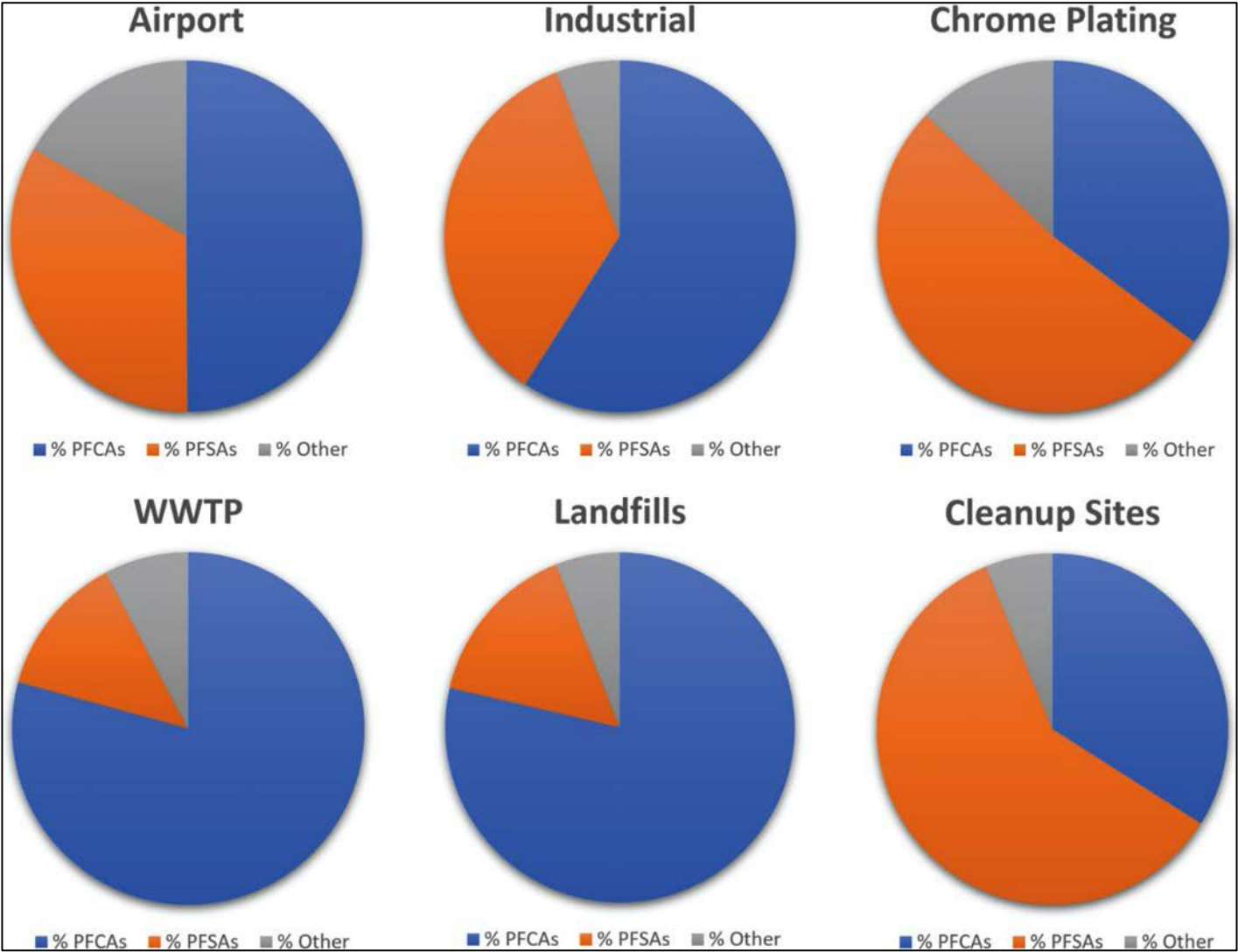


Identifications et differentiations des source PFAS:

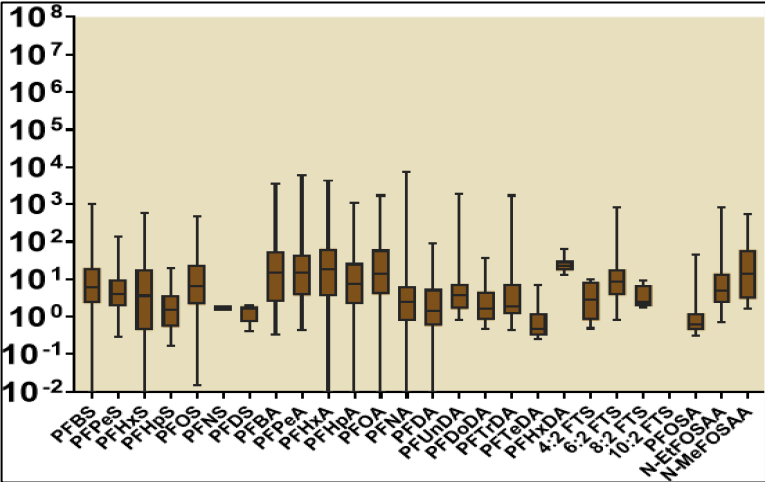
Identification de 6 produits d'origines via des analyses des **Clusters PFAS** (zone de 761 ha et 472 analyses des eaux souterraines et aux superficielles dans le Nord-Est d'Italie).



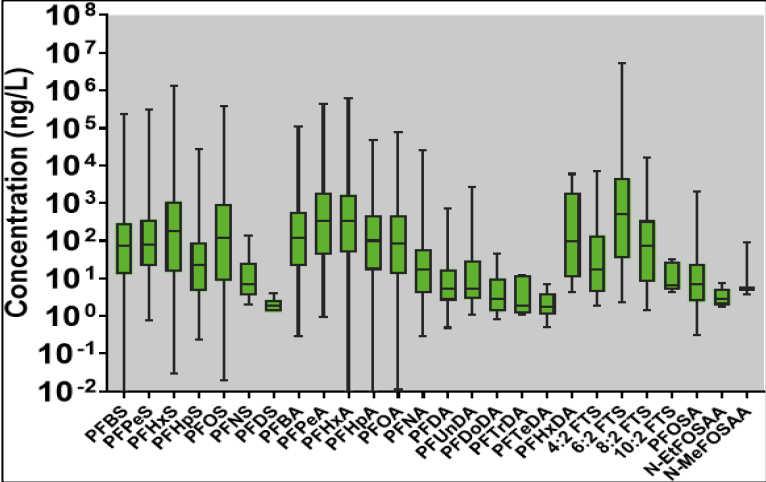
PFAS Distributions & Différenciations :



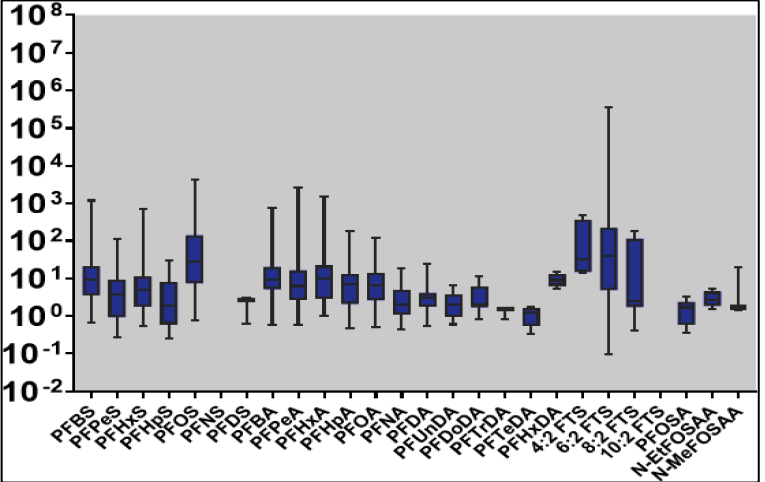
Exemples Statistiques basés sur plus que 800 000 Analyses Environnementales (NAS, 2023)



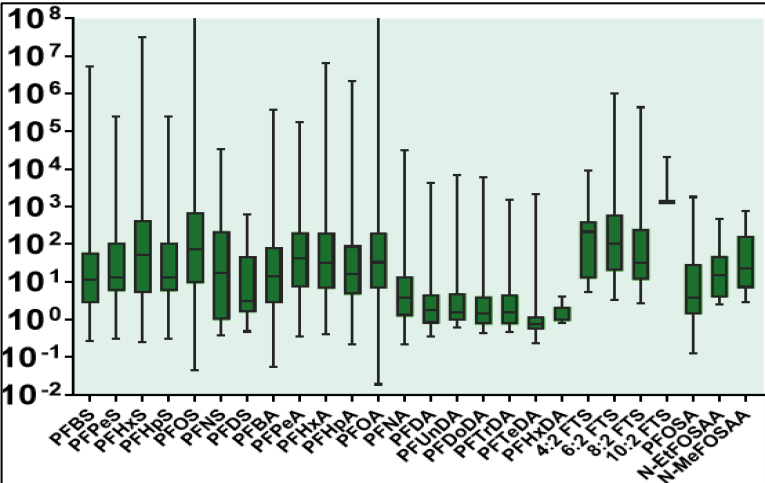
Household Landfills



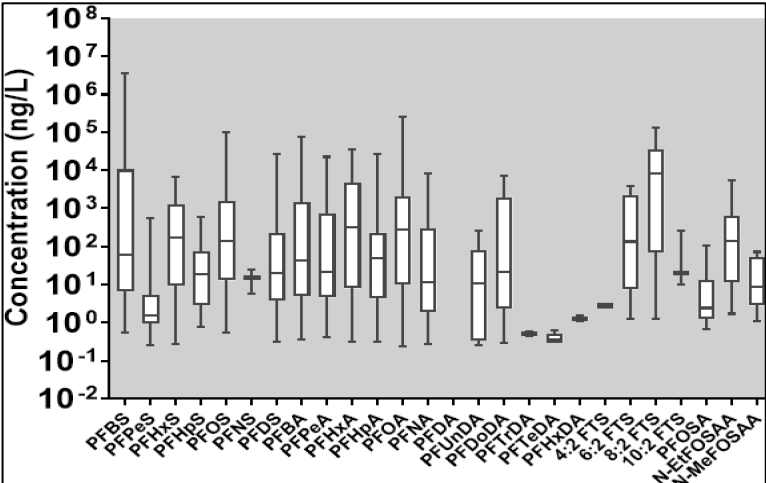
Civil Airports



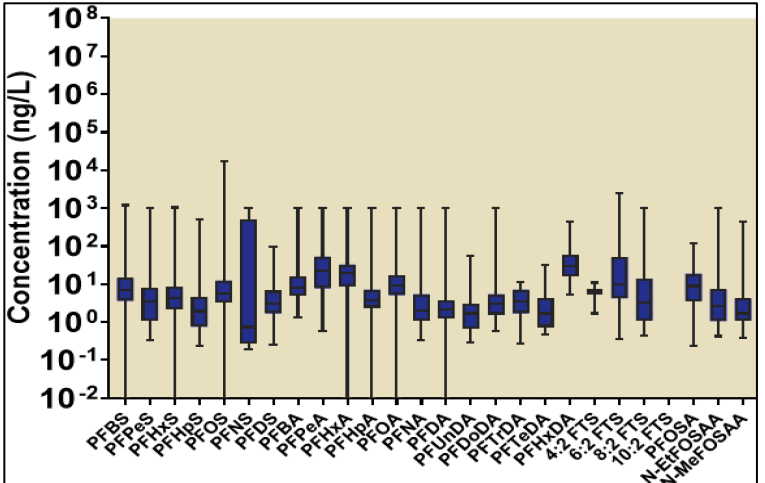
Chrome Plating (Galvanik)



Military Airports

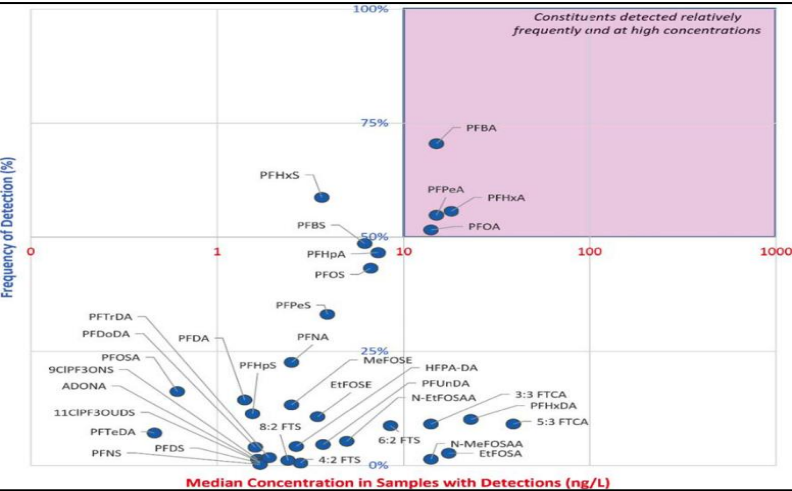


Industrial Sites (Polymers etc.)

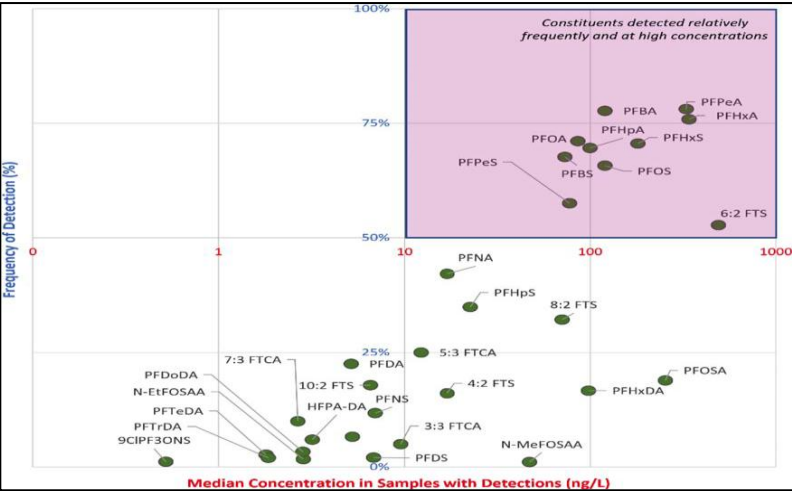


WWTPs (Wastewater & WWTP Sludge)

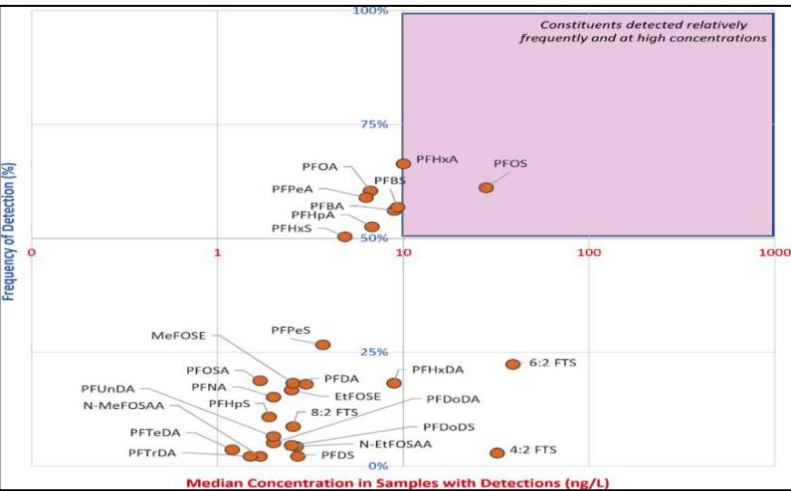
Exemples Statistiques basés sur plus que 800 000 Analyses Environnementales (NAS, 2023)



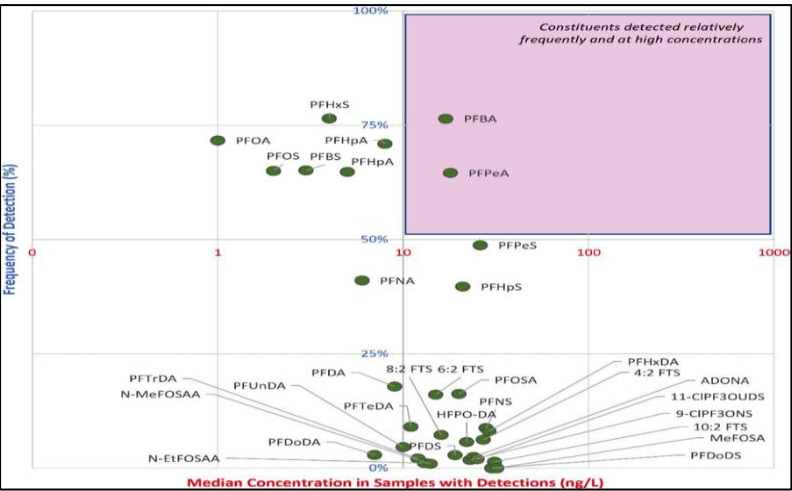
Household Landfills



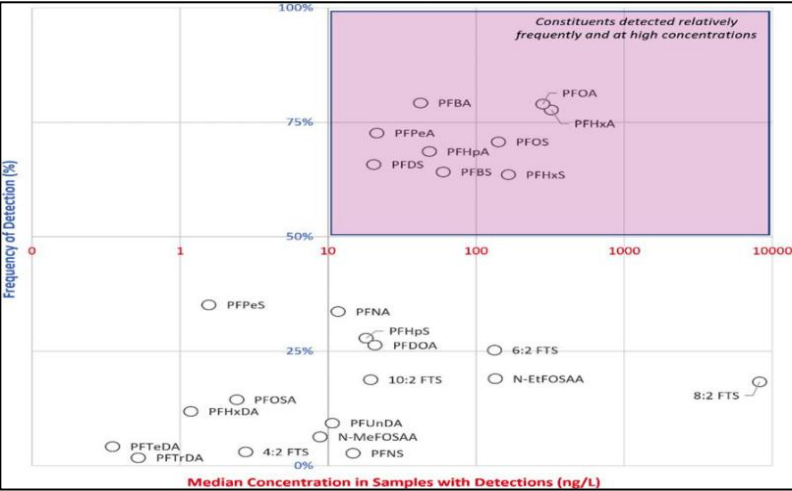
Civil Airports



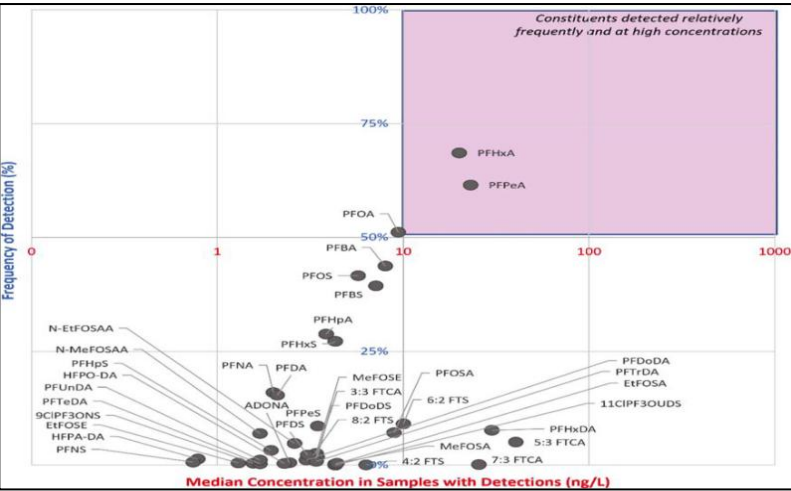
Chrome Plating (Galvanik)



Military Airports

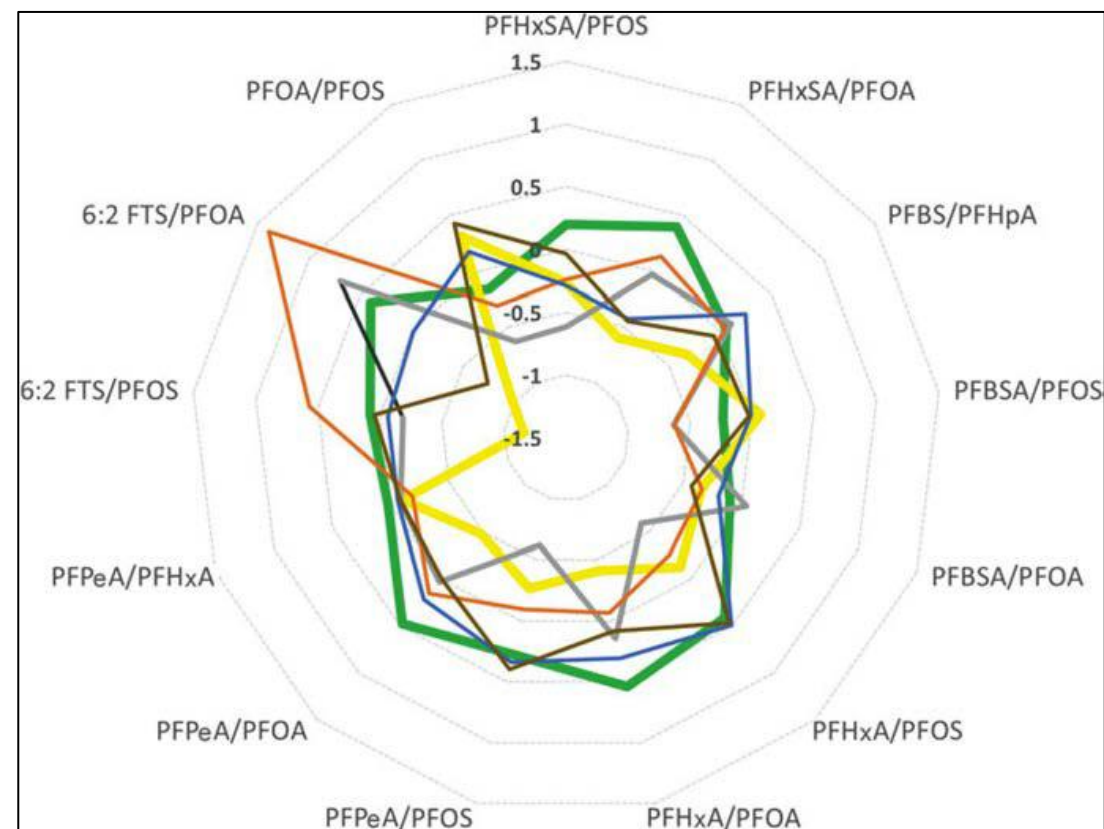
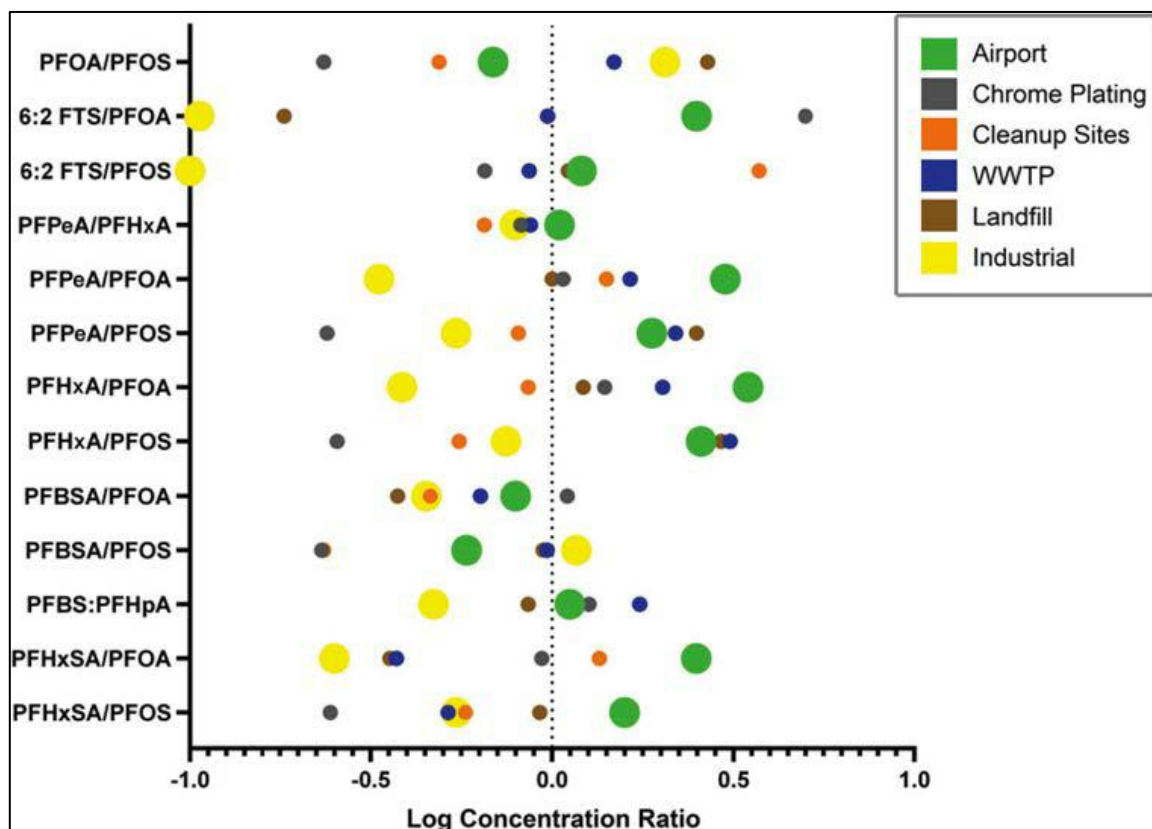


Industrial Sites (Polymers etc.)



WWTPs (Wastewater & WWTP Sludge)

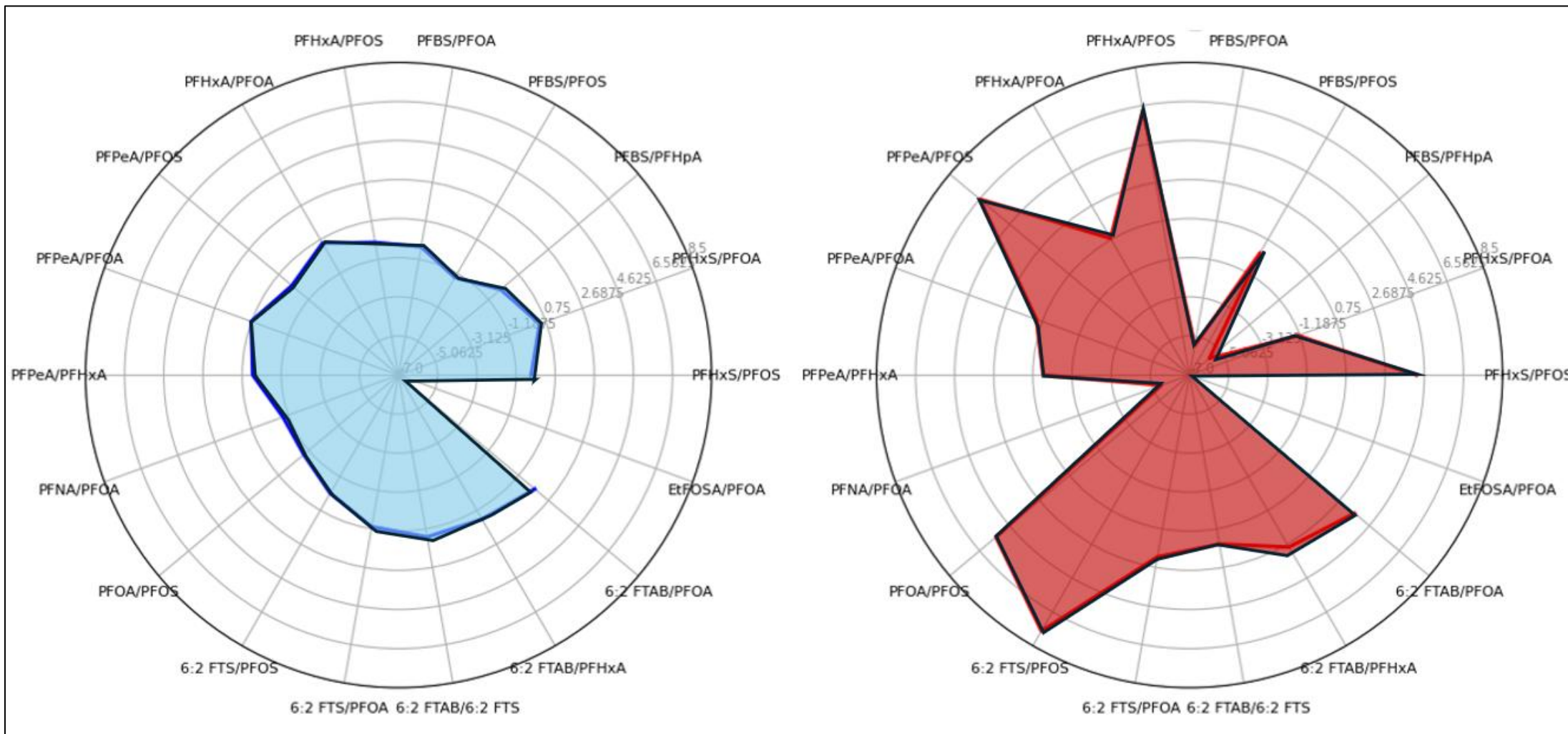
Exemples Statistiques basés sur plus que 800 000 Analyses Environnementales (NAS, 2023)



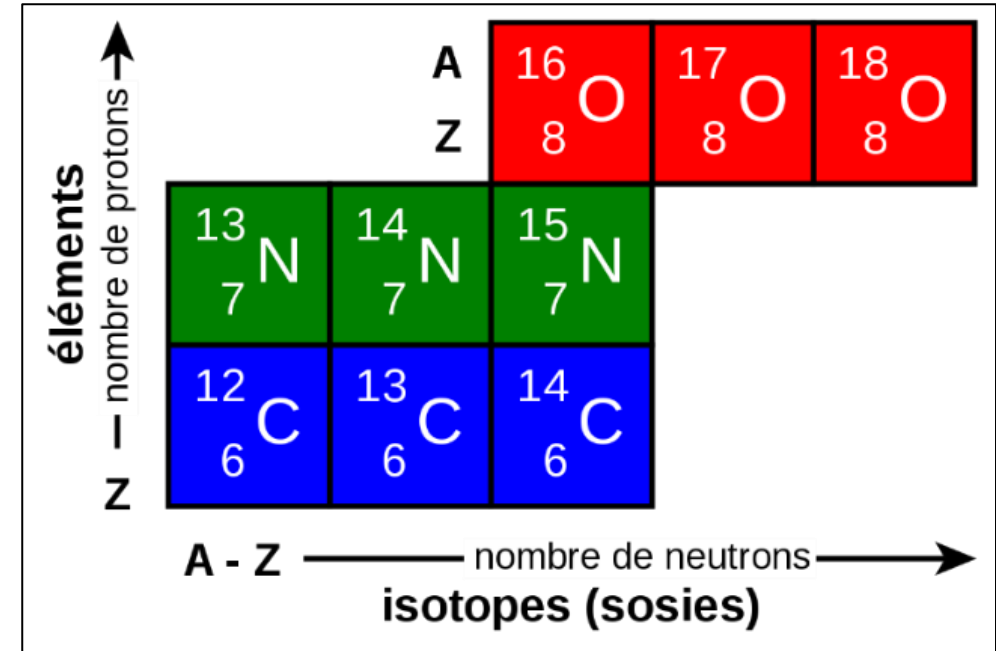
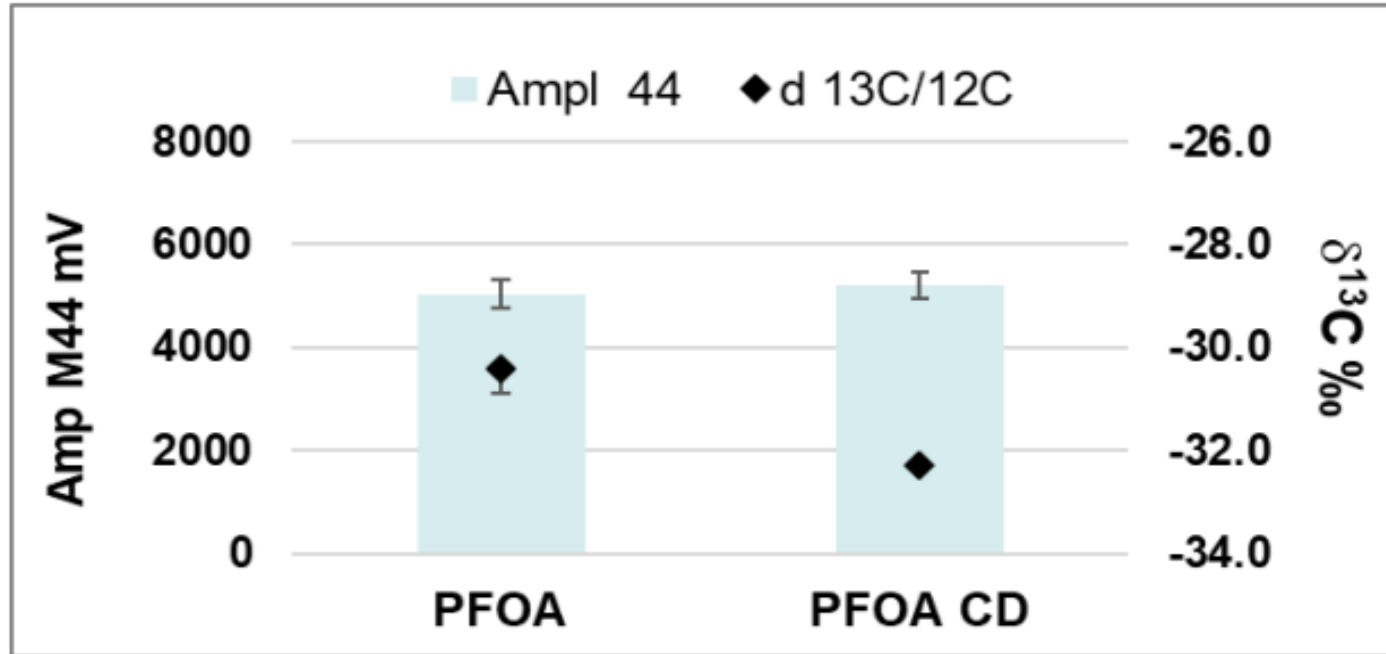
Ratios des concentrations médianes entre des différents PFCAs and other PFAS

Identification des sources de PFAS grâce à la banque de données et l'outil AI-MVA (analyse multi-vectorielle basée sur l'intelligence artificielle)

Exemples des quotients de multi-parameters PFAS per- & poly-fluores:
Signatures typiques d'AFFFs différentes



PFAS-Source-Identification via Isotope Ratios ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) :

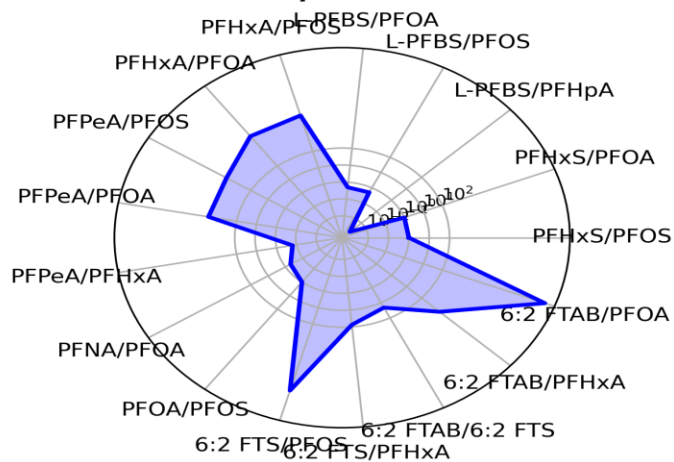


Application $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ Ratios for identification of PFAS Sources: Example of PFOA (Kuntze 2023).
PFAS Source Identifications with Sulfur-Isotopes for PFOS, etc. is in development.

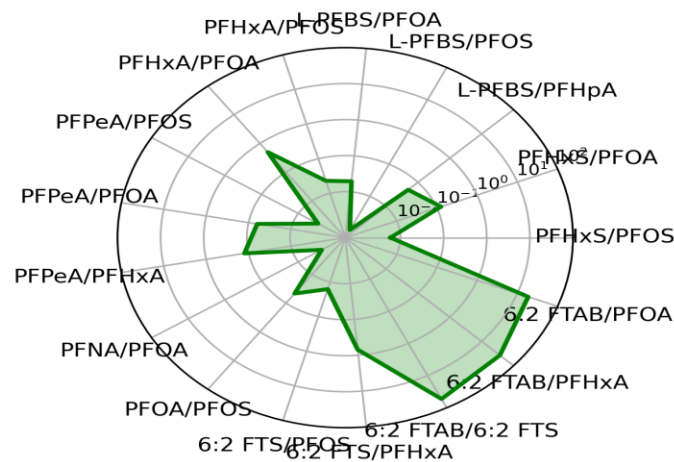
PFAS-Source Identification and Differentiation Tools by use of PFAS Data Bank on Commercial Products and AI-MVA-Tool (Artificial Intelligence Multi-Vector-Analysis)

Radar Plots of PFAS Relationships for several Commercial PFAS Products

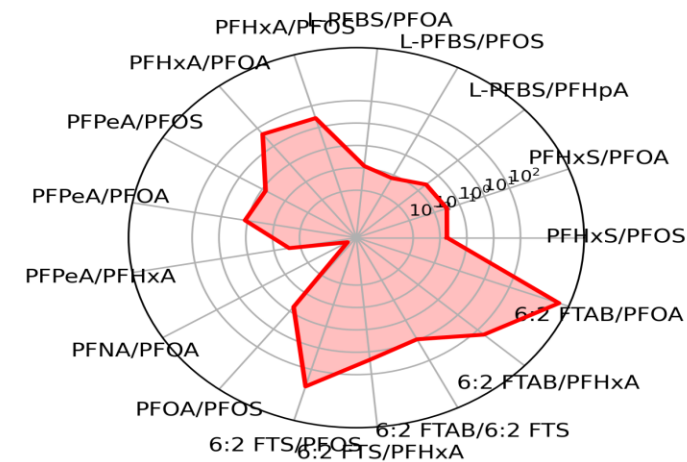
Pr1/Pr1bis



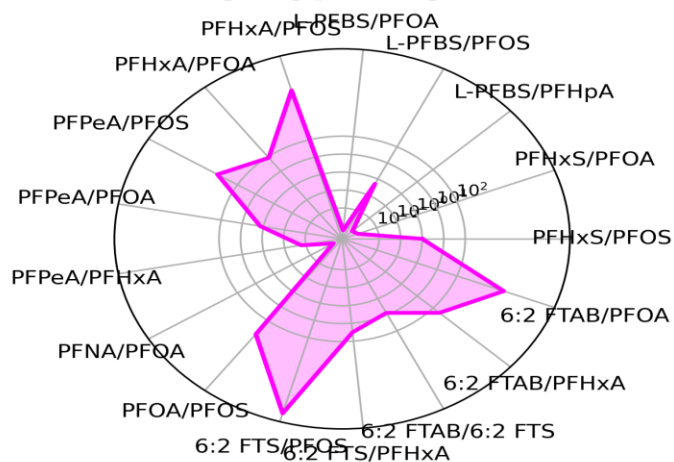
H4



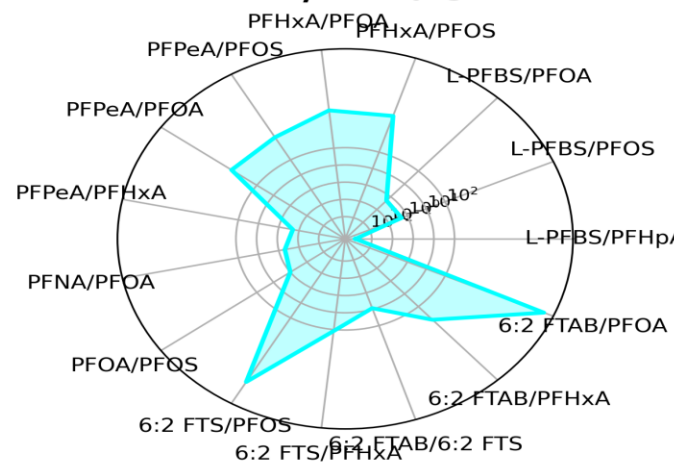
P1



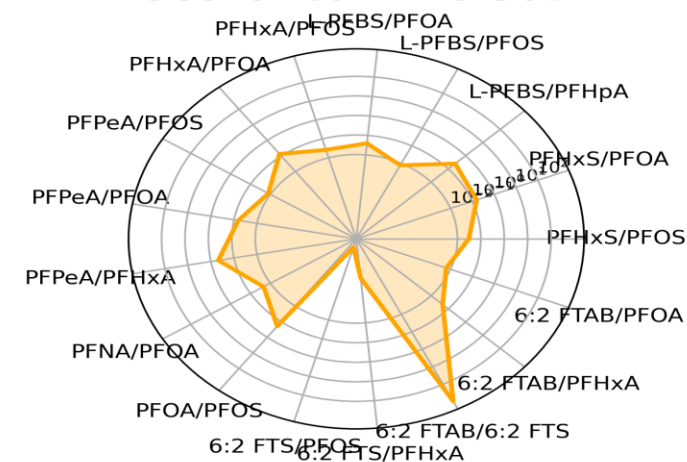
Petrofilm CTE



Pr2/Pr2bis



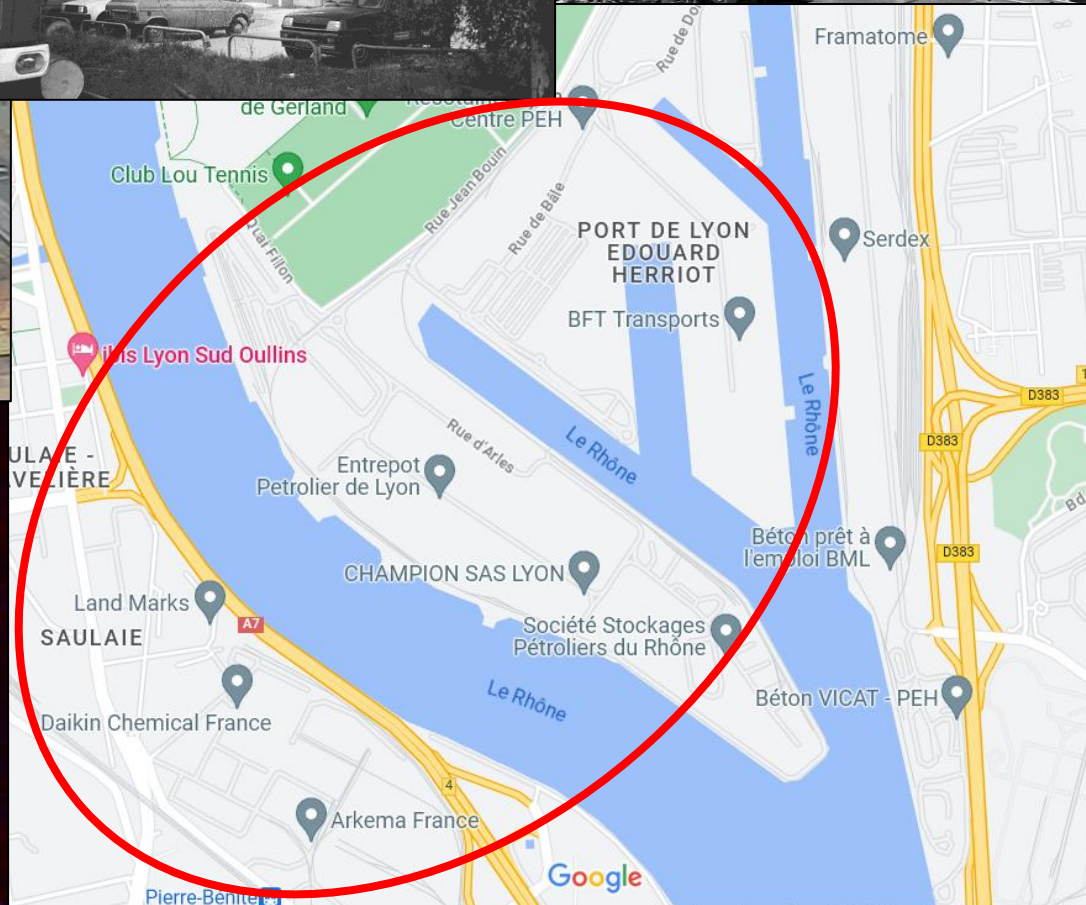
Scotchban FC 807



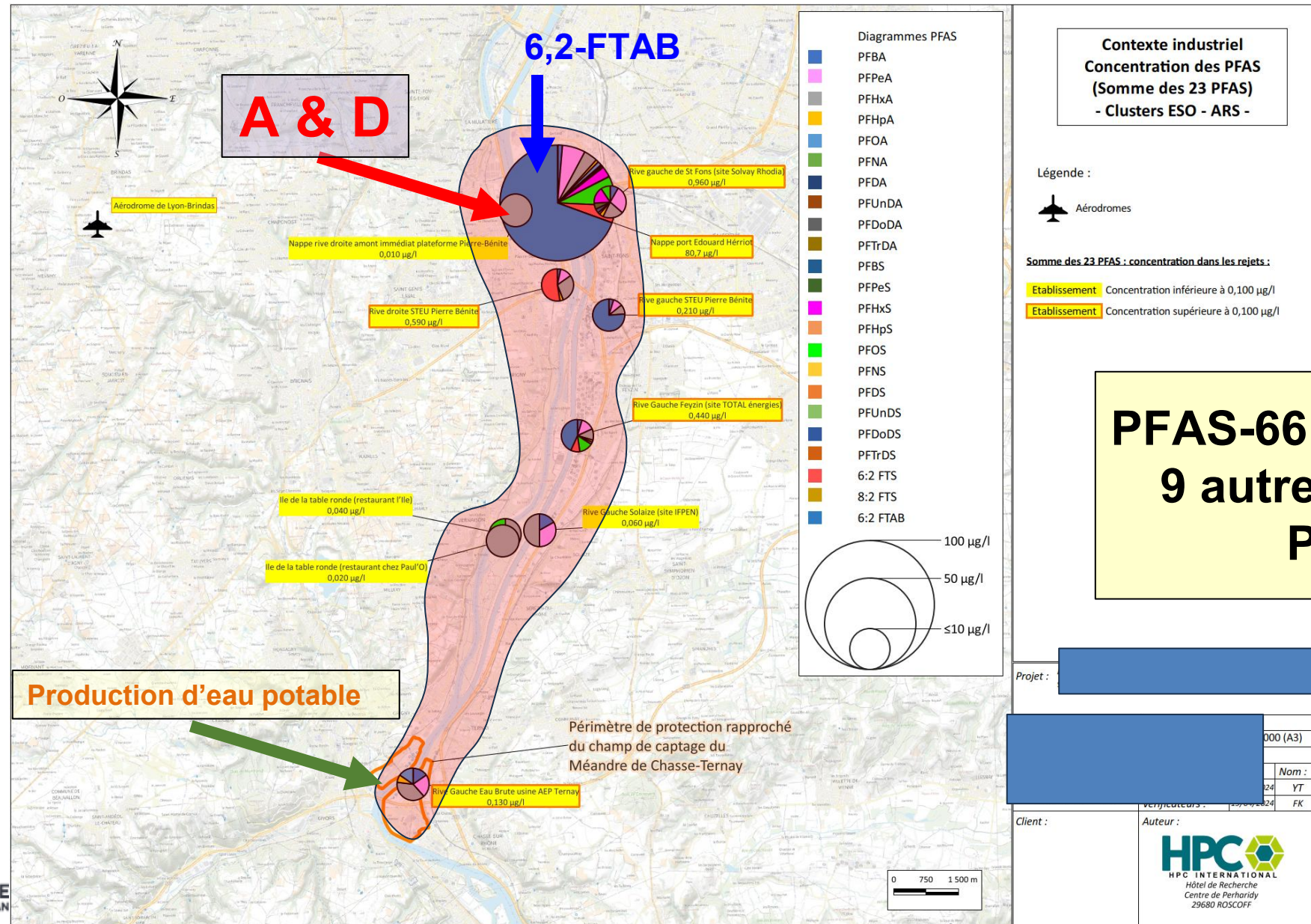
Incendie: Port Edouard-Herriot : 1987



Nécessité de vérifier la
qualité des eaux
souterraines et le Rhône
(ESO & sédiments)



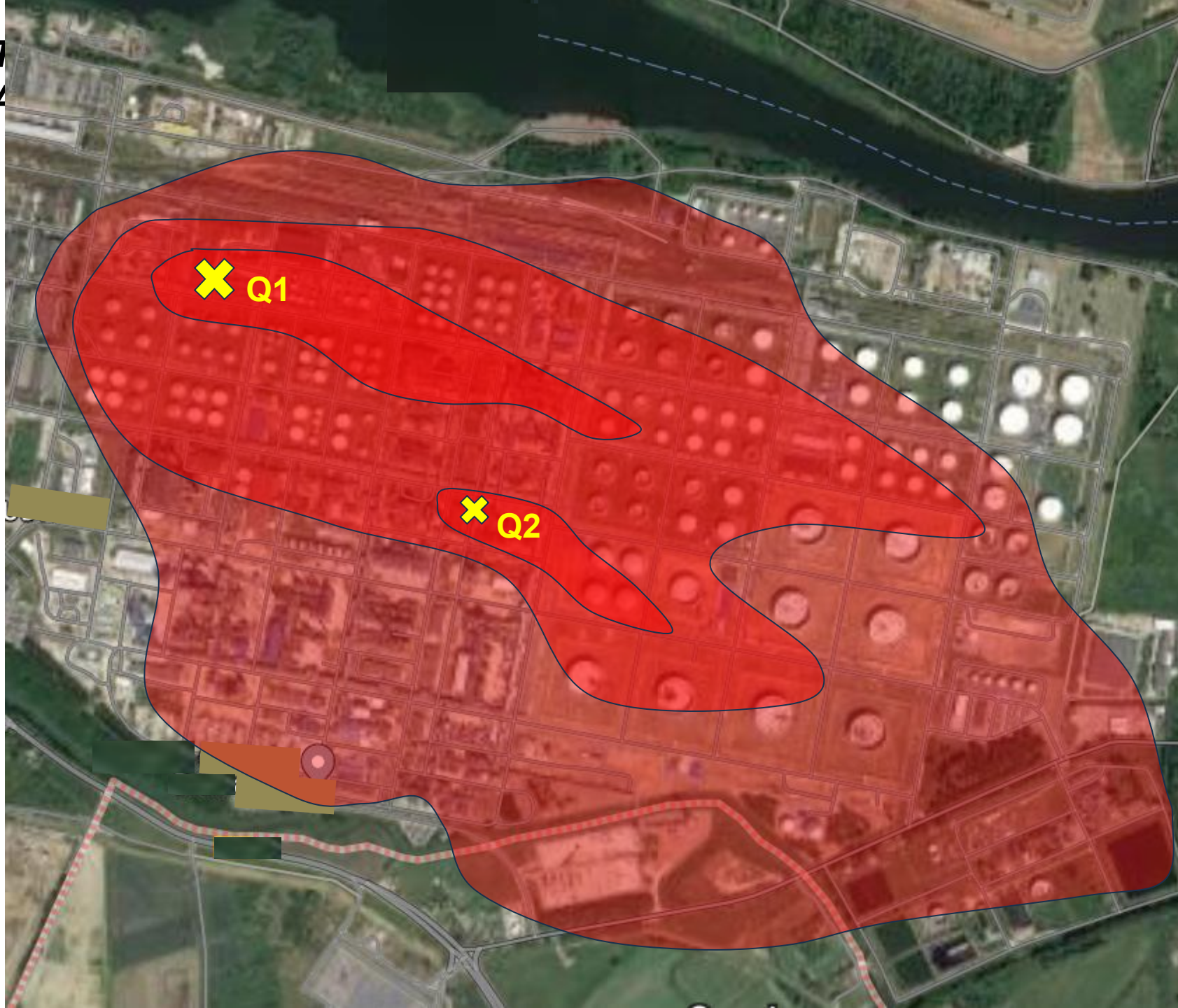
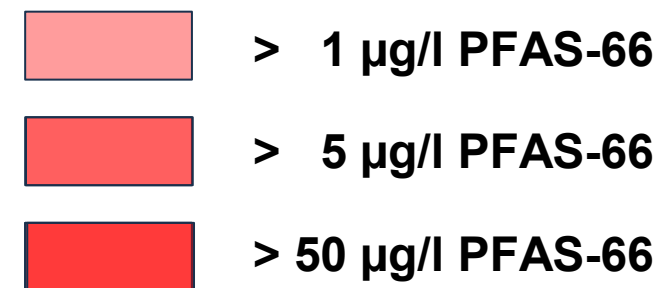
Sources PFAS au Sud de Lyon (Analyses ARS)



ET
SA

PFAS-66 total Presence in Groundwater

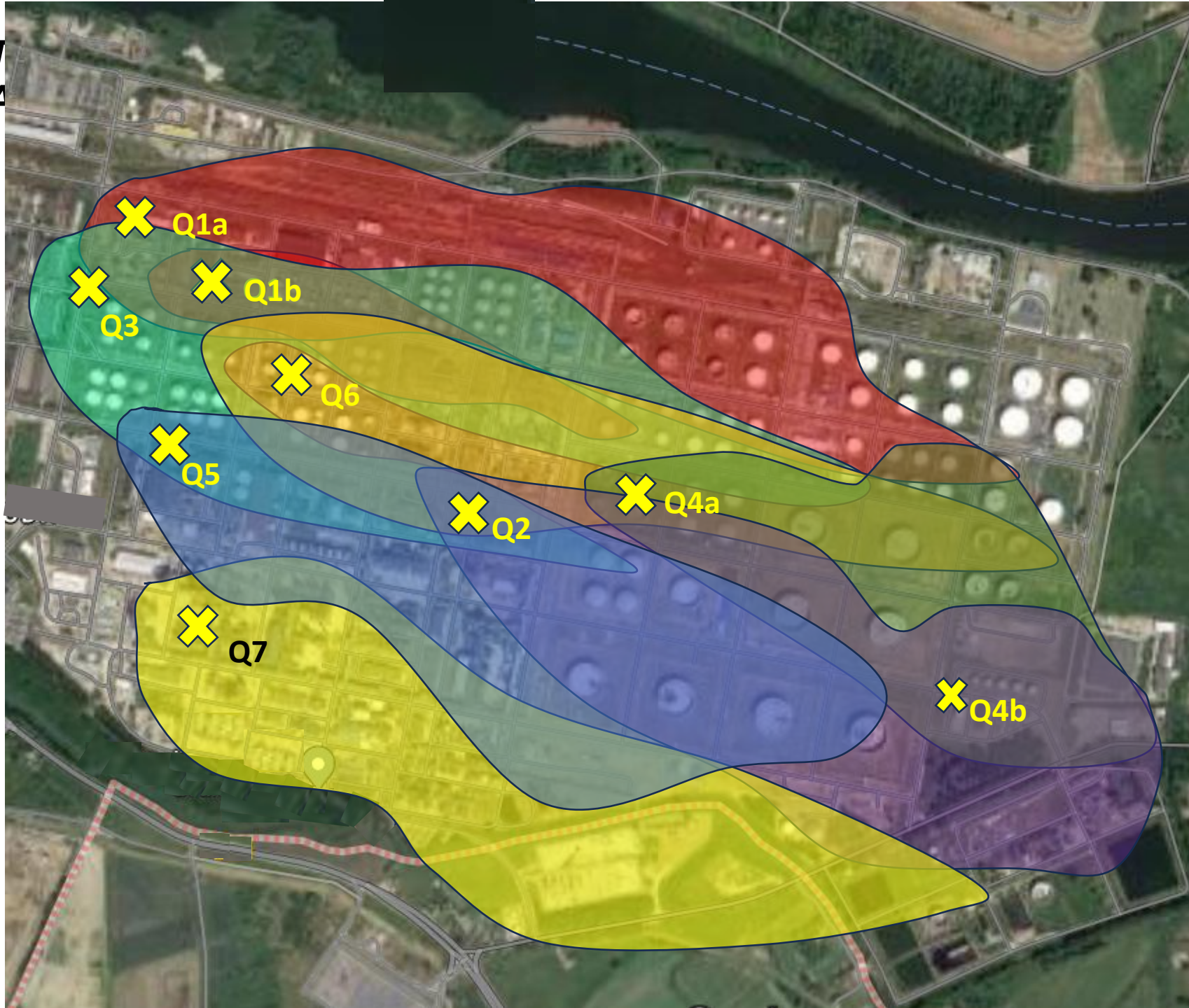
Identified PFAS
Sources S1 – S3



ET
SA

PFAS-Sources In Groundwater



**MVA-AI: Dominating Clusters:
Sources S1 – S9**




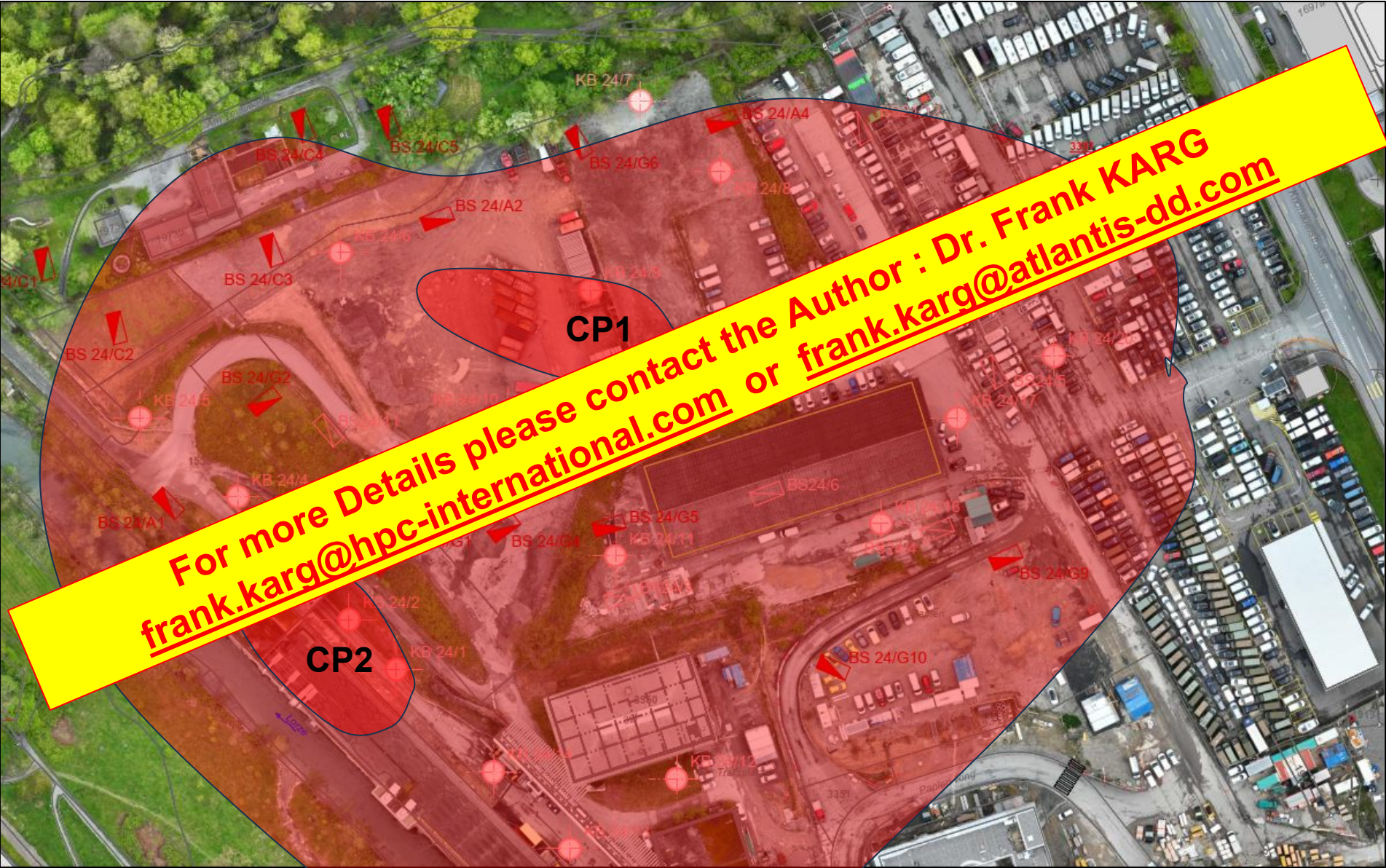
Q1ab: AFFF	6:2-FTAB, 6:2-FTS, 6:2-FTOH, PFHxA, PFPeA, PFBA, PFOS.....
Q2: AFFF 2	6:2-FTS, 6:2-FTAB, 6:2-FTOH, PFHxA, PFPeA, PFOA, PFHxS....
Q3: AFFF 3	6:2-FTS, 6:2-FTOH, PFHxA, PFPeA, PFBA, PFHxS, PFBS, 4:2-FTS.....
Q4ab: Galv	PFHxA, PFPeA, PFOA, PFBA, PFOS, PFBS, PFHpA, PFBS...
Q5: Landfill	PFBA, PFPeA, PFHxA, PFOA, PFHpA, 8:2-FTOH, 5:3-FTCA....
Q6: Surfact	4:2-FTS, 6:2-FTS, PFHxS, PFBS, 6:2-FTOH, PFHxA, PFPeA....
Q7: Surfact	6:2-FTS, PFHxS, PFBS, 6:2-FTOH, PFHA, PFPeA, PFBA...

Identification des Sources PFAS via Polytopic Data Bank et AI-MVA-Tool
(Artificial Intelligence Multi-Vector-Analysis)

PFAS-
Contamination
In Groundwater

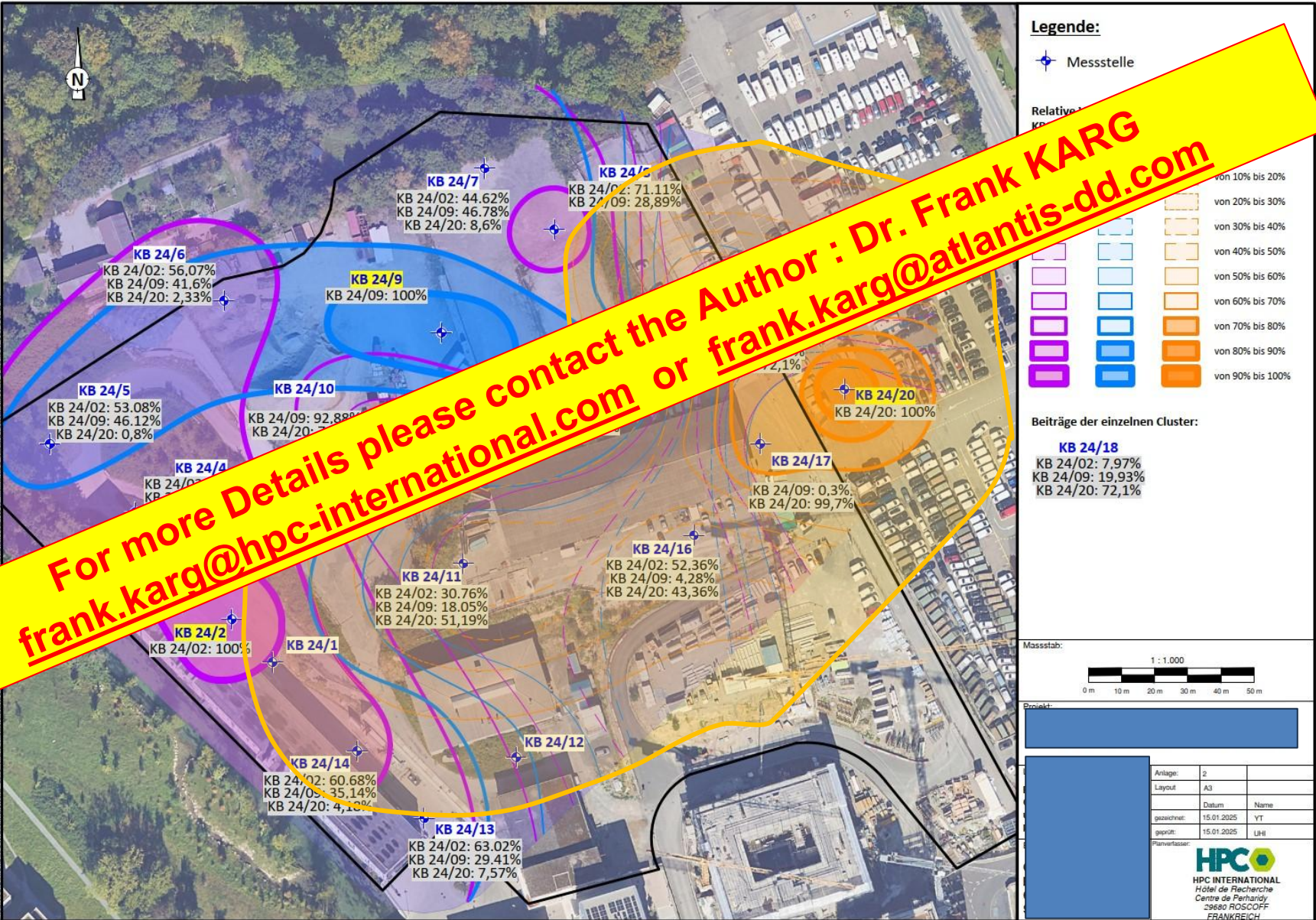
-  > Rem-Goal
-  > 10 x Rem-Goal

Projet:		
<div></div>		
Anlage:	2	
Layout:	A3	
Datum:	15.01.2025	Name
gezeichnet:	YT	
geprüft:	UHI	
Planverfasser:		
		
HPC INTERNATIONAL Hôtel de Recherche Centre de Perharidy 29680 ROSCOFF FRANKREICH		

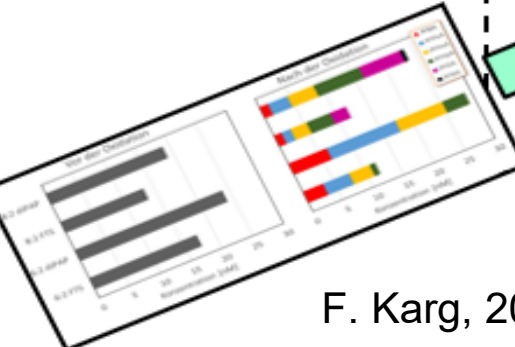


Identification des Sources PFAS via Polytopic Data Bank et AI-MVA-Tool
(Artificial Intelligence Multi-Vector-Analysis)

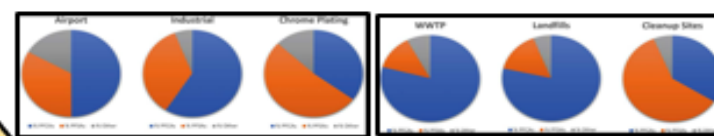
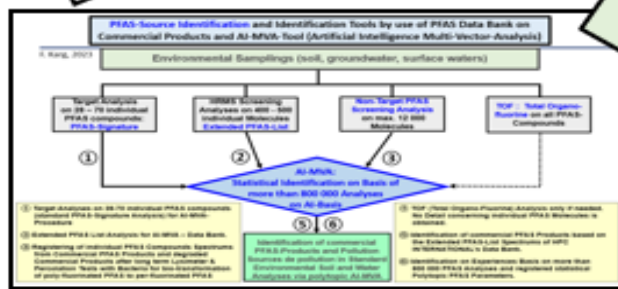
PFAS-Sources
PFAS - Cluster
Overlapping
In Groundwater
and percentage of
Plume part



Projekt:		
Anlage:	2	
Layout:	A3	
Datum:	15.01.2025	Name
gezeichnet:	15.01.2025	YH
geprüft:	15.01.2025	UH
Planverfasser:	HPC HPC INTERNATIONAL Hôtel de Recherche Centre de Perharidy 29680 ROSCOFF FRANKREICH	




F. Karg, 2024

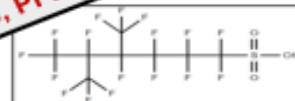
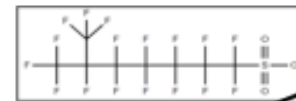


Circular PFAS Distributions

Non-Target Analysis: HRMS



AI-MVA: Artificial Intelligence based Multi-Vector-Analysis for Identification & Differentiation of PFAS Sources



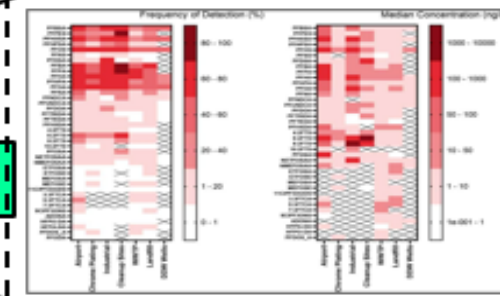
Forensic Analysis

Forensic Analysis, Ramified PFAS, PFECHS, etc.

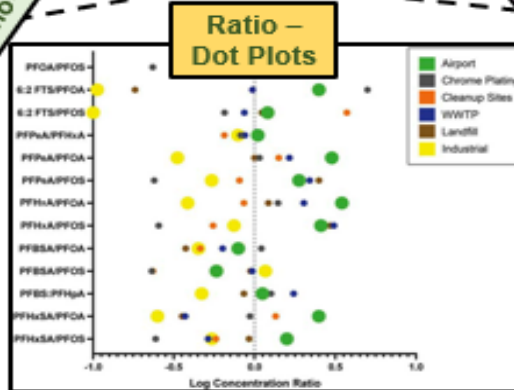
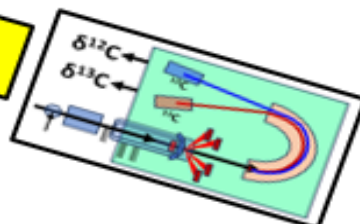
Chemical structure of a branched PFAS (perfluorinated sulfonic acid) is shown, featuring a central sulfur atom bonded to three perfluorinated alkyl chains and one sulfonate group (SO_3H).

Frequency of Detection (%)

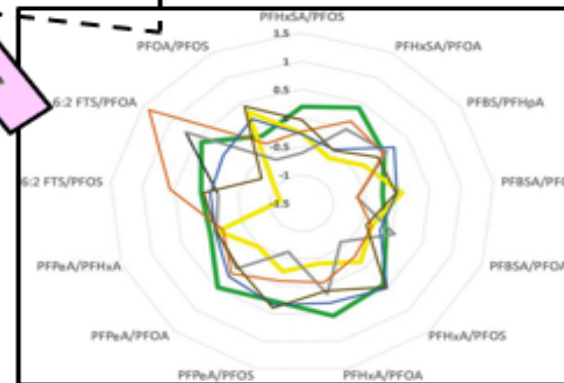
Median



Isotope Ratios ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$, etc.): IRMS



Ratio – Dot Plots

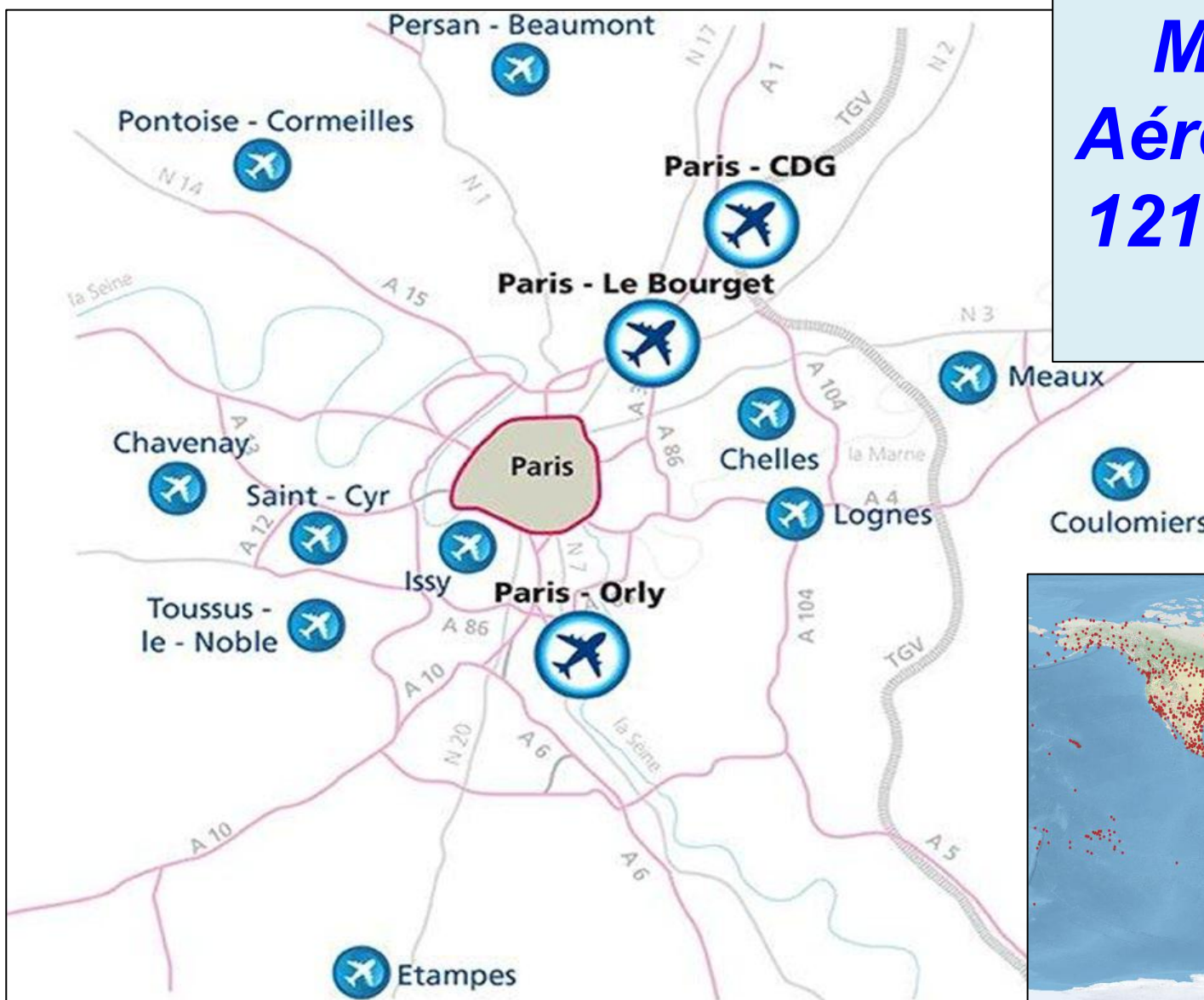


HPC 
HPC INTERNATIONAL SAS

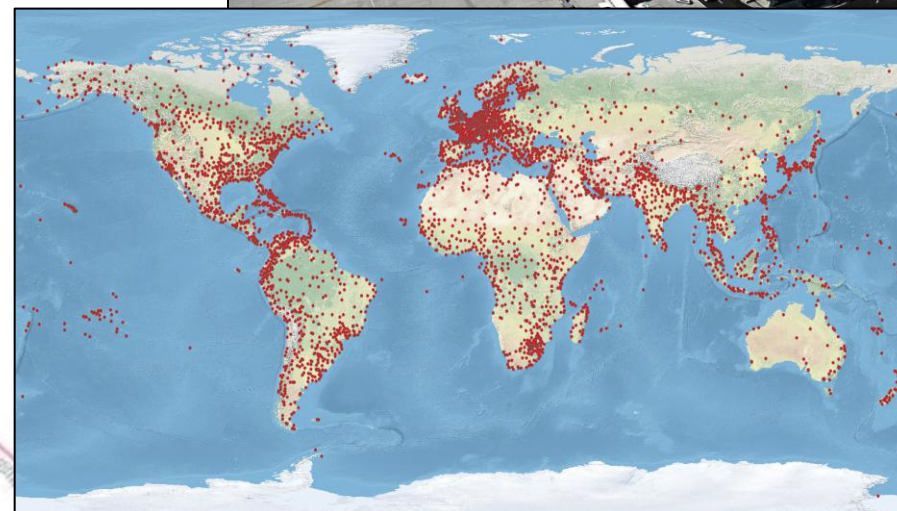
AI-MVA

AI-MVA: Artificial Intelligence based Multi- Vector-Analysis for Identification & Differentiation of PFAS Sources

[illegible]

**Identification des Sources PFAS via Polytopic Data Bank et AI-MVA-Tool
(Artificial Intelligence Multi-Vector-Analysis)**

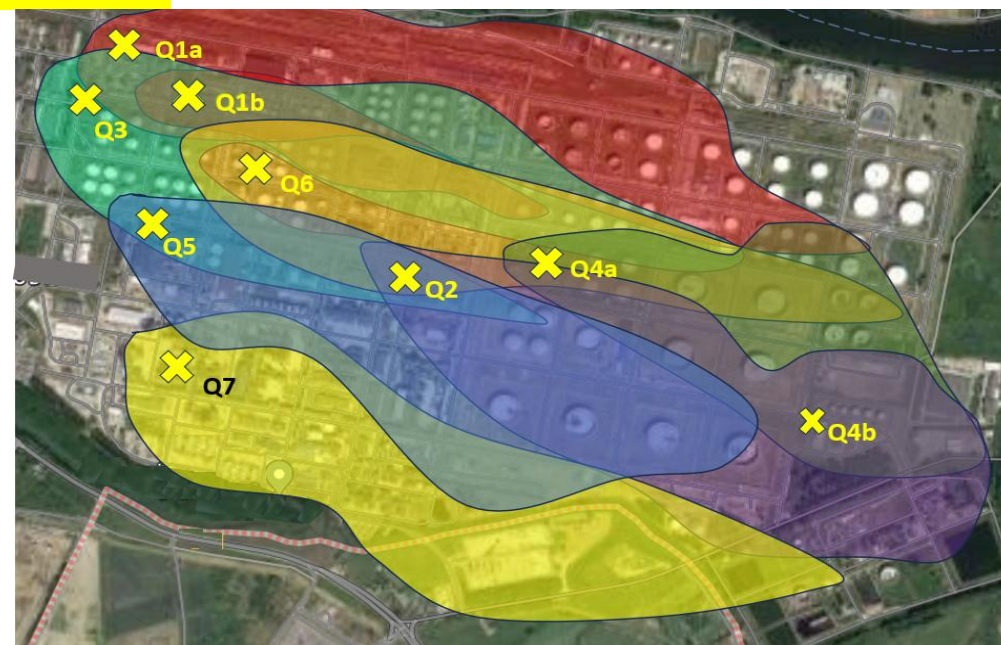
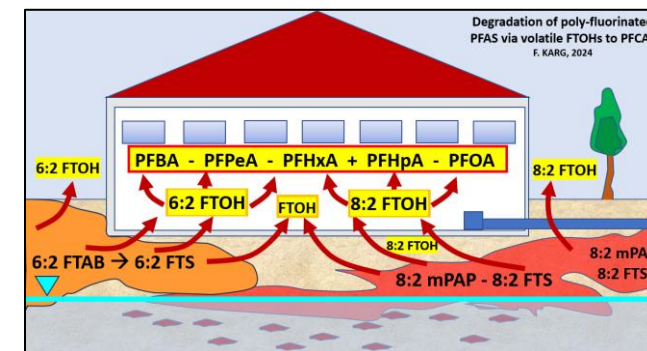
***MVA pour ADP:
Aéroports de Paris :
121 Aéroports dans
le monde***



Conclusion :

- About 9000 – 15 000 PFAS exist
- In Groundwater Contamination Plumes and in Soil, Poly-PFAS-Sources are often responsible.
- PFAS Source Identification & Differentiation is possible via MVA-AI: Multi-Vector –Analysis , based on Artificial Intelligence.
- MVA-AI: is based on Statistics and on Clustering.
- Legal and Financial Responsibilities for environmental PFAS - Contaminations can be identified.
- The application is important for Industries, Authorities, Insurance Companies and for Court decisions !

Contact: frank.karg@hpc-international.com



Management des pollutions PFAS: Per- & Polyfluoro-Alkyl Substances:
Santé - Environnement

Merci !

Questions ? Remarques ?

Dr. (PhD) Frank Karg / Scientific Director of HPC-Group (INOGEN JV) and
CEO-President of HPC INTERNATIONAL / France, Germany, Hungary, Balkan, etc.

Email: frank.karg@hpc-international.com / Phone: +33 607 346 916

