

RENCONTRE SCIENTIFIQUE

Perturbateurs endocriniens : les nouveaux défis de la recherche

Jeudi 13 juin 2024

Maison de la RATP - Paris 12

FLUOVIAL

Marc-André Delsuc, Directeur de Recherche Émérite CNRS - Strasbourg

Anne Briot-Dietsch, R&D RMN et data science - CASC4DE S.A.S.



Les « PFAS »

- Per- and PolyfluoroAlkyl Substances
- Polluant éternels
- Le PFOS (précurseur du Scotchgard) restreint dès 2009 par la Convention de Stockholm
- Nombreuses réglementations France – Europe – Monde

Where can you find PFAS?

Source ECHA



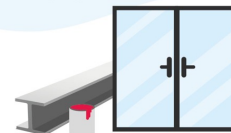
Rain clothes, textiles and surface treatments



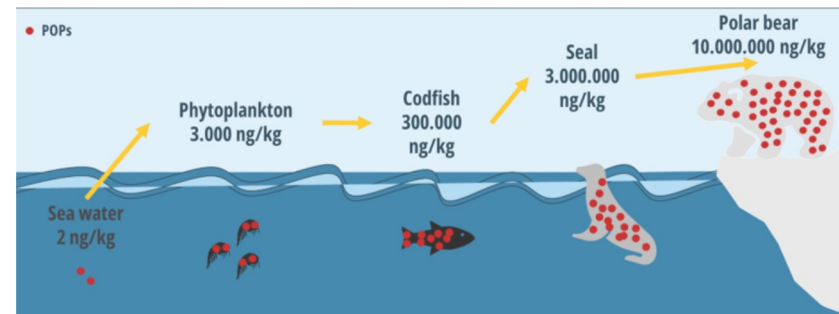
Non-stick coatings for frying pans and pots, food packaging



Fire-fighting foams and fire protective clothing

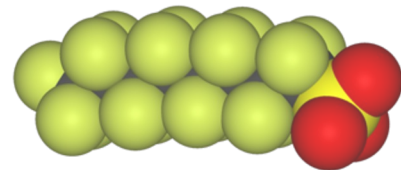


Metal plating process, paints and construction materials



Recherche des PFAS dans l'environnement

- Détection – Caractérisation – Quantification
- Méthodes standards
 - spectrométrie de masse (MS)
 - analyse “ciblée”
 - Une centaine de molécules max.



Molécule de PFOS

La RMN

Résonance Magnétique Nucléaire

- Méthode très puissante – complexe
- TRÈS différente de la Spectrométrie De Masse
- Explore l'immense champs de possibilités des structures moléculaires
- MAIS... réputée peu sensible



FLUOVIAL

- *Évaluer la RMN pour la détection de polluants fluorés*
- **CASC4DE** : *porteur de projet*
 - développement méthodologique
 - mise en œuvre
- **IGBMC** : *partenaire scientifique - plateforme régionale*
 - développement méthodologique RMN ¹⁹F
 - d'analyse
- **Financement ANR** acquis en 2018



+ et – du projet FLUOVIAL

- *Idées a-priori :*

- – - Sensibilité *a-priori* insuffisante

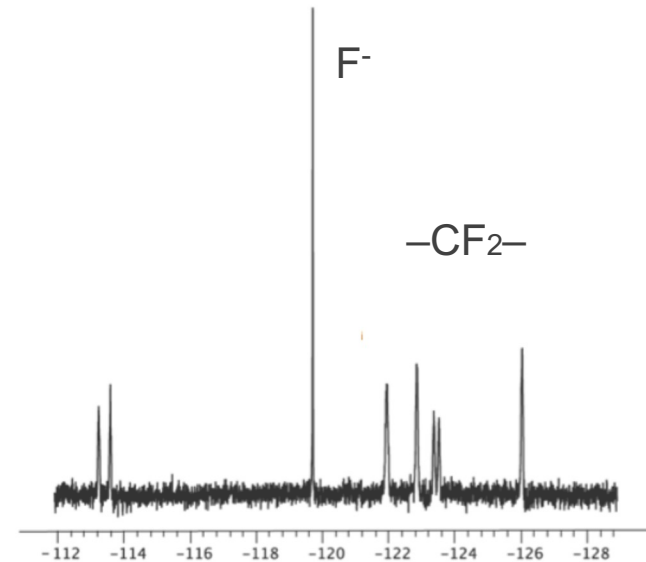
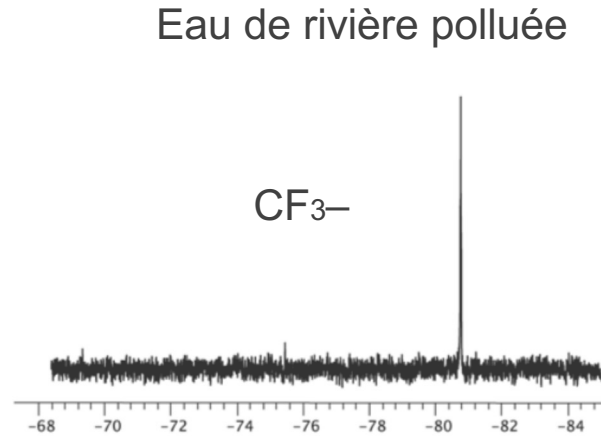


- + - Non ciblé – pas de Fluors cachés

- - Préparation simplifiée – simple extraction – liberté de choix du solvant

- - Peu de risques de pollution croisé

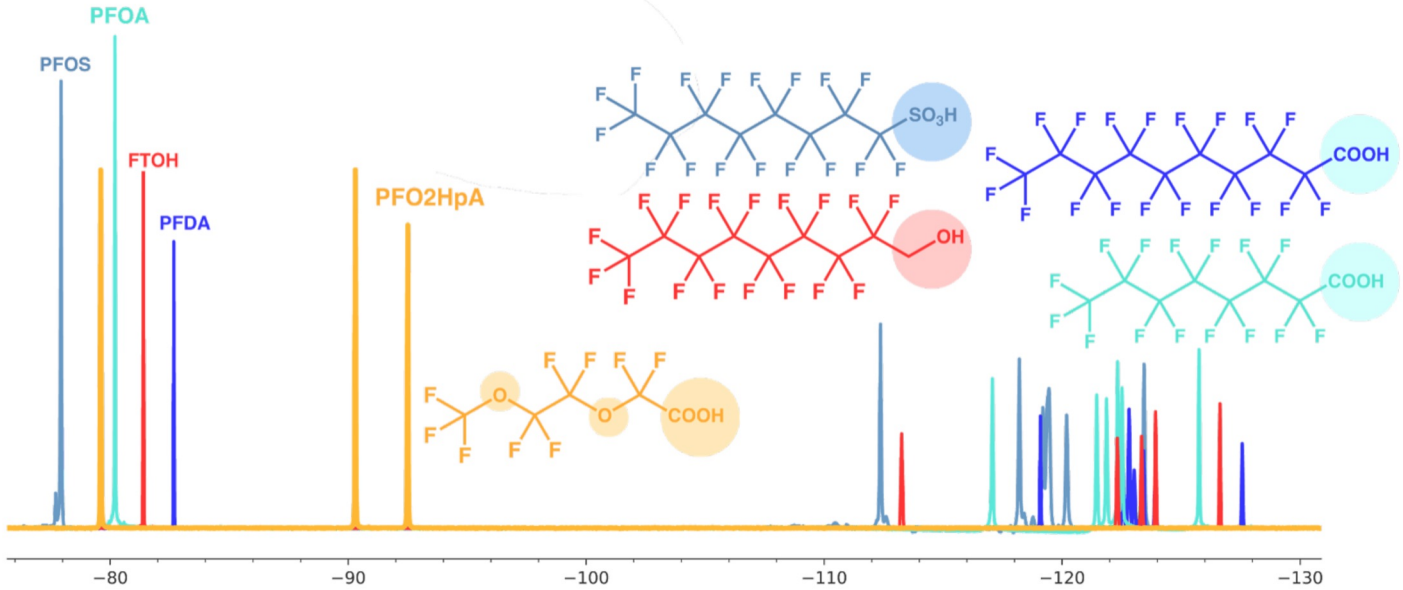
Exemple



Échantillon fourni par l'ANSES

- Chaque signal = un groupement moléculaire fluoré
 - position caractéristique
- Signal directement proportionnel à la quantité de fluor

Exemples



FLUOVIAL

FLUOVIAL

- **Qualité de la mesure**

- Échantillons variés – liquides, gels, sols, ...
- LoD : 30-500 ppb suivant les cas

- **Par rapport aux autres méthodes**

- Sensibilité – x 10 de attendu 😊
- Coût – compétitif
- Nature des résultats différente de la MS – difficiles à présenter
- Débit – à optimiser

• Étude pilote : IPANEMA

Projet ADEME – Site d'entraînement de pompiers

- Coordination scientifique E.Michel – INRAE Avignon
- avec P.Labadie/H.Budzinski – EPOC Bordeaux

-
- But de l'étude: Devenir des PFAS dans les sols
 - Dispersion
 - ruissellement, percolation, ...
 - Évolution
 - dégradation, métabolisation, ...



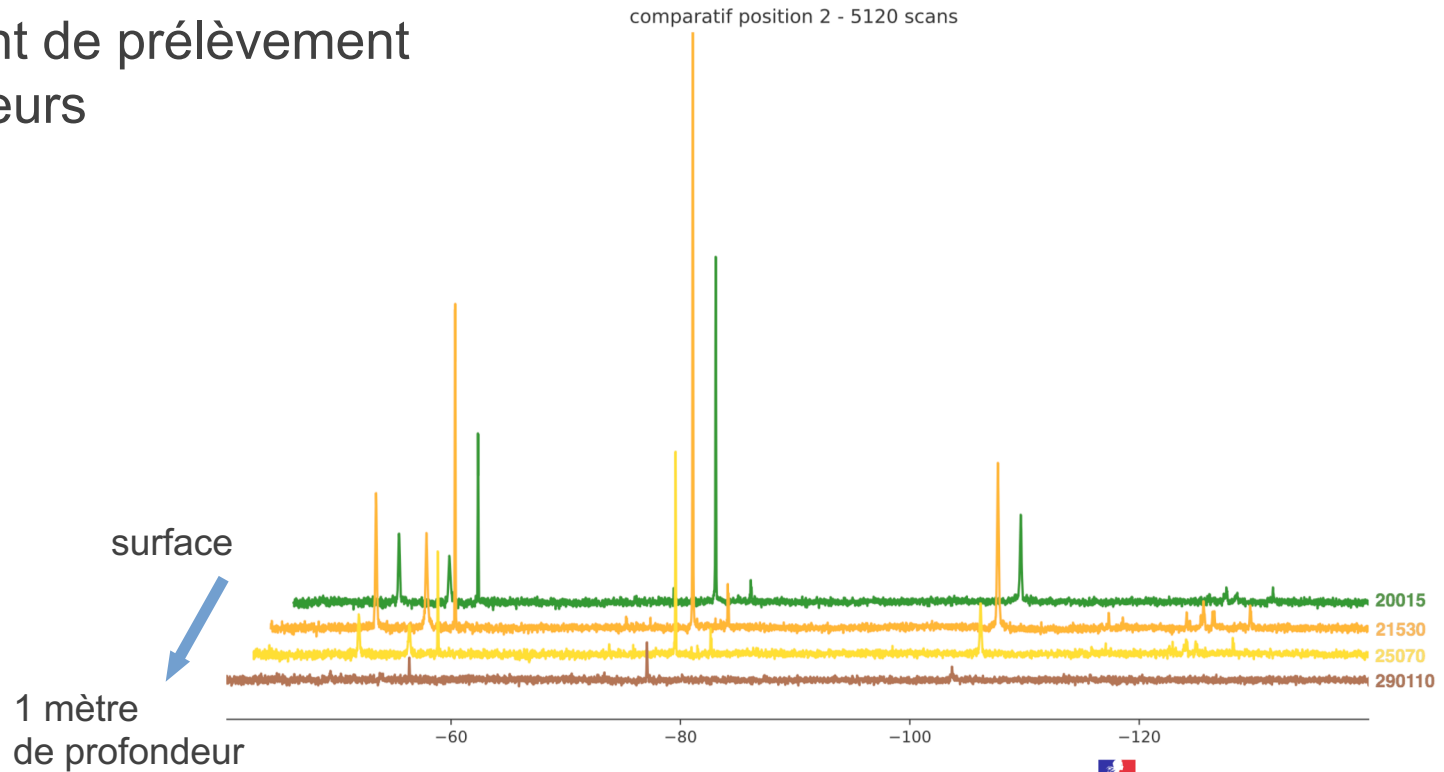
IPANEMA

- Étude:
 - 10 points de prélèvements
 - 3 ou 4 profondeurs
 - 40 échantillons
 - 50 espèces testées par MS
- Une seule préparation – 2 Analyses
 - par **Spectrométrie de Masse** – approche standard
 - par **RMN** – méthode **FLUOVIAL**
- En cours

un exemple de donnée brute



En un point de prélèvement
4 profondeurs



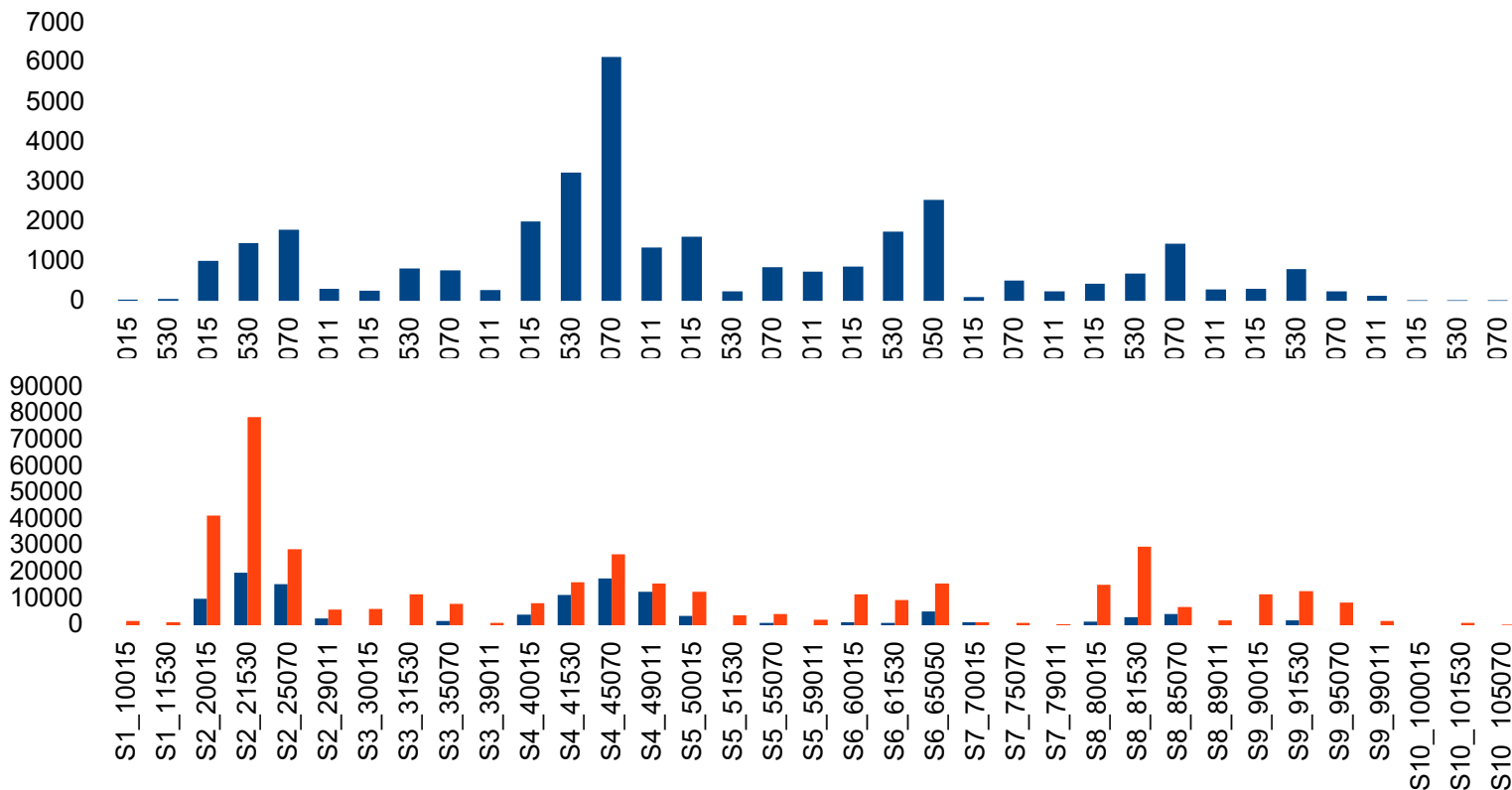
RENCONTRE
SCIENTIFIQUE

Jeudi 13 juin 2024 ● Maison de la RATP - Paris 12



Résultats rassemblés

Mesure
classique
Par MS

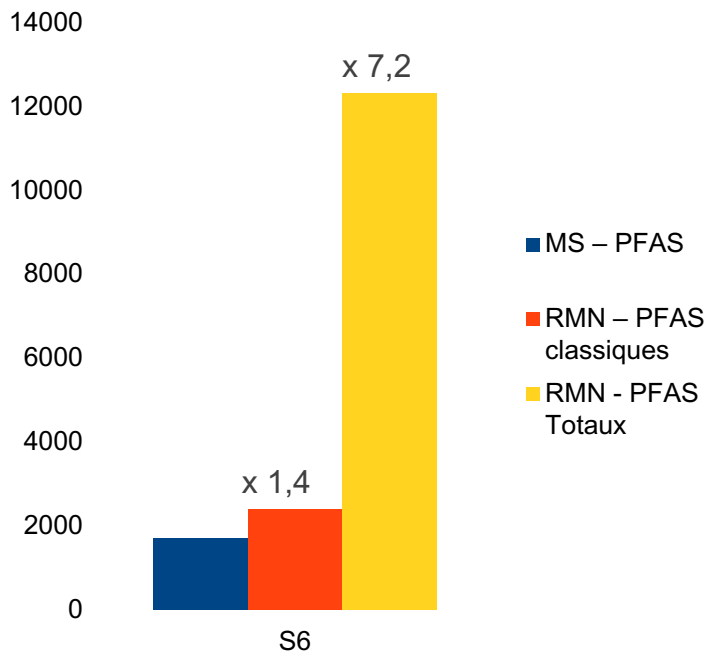


Un exemple

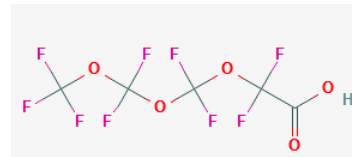
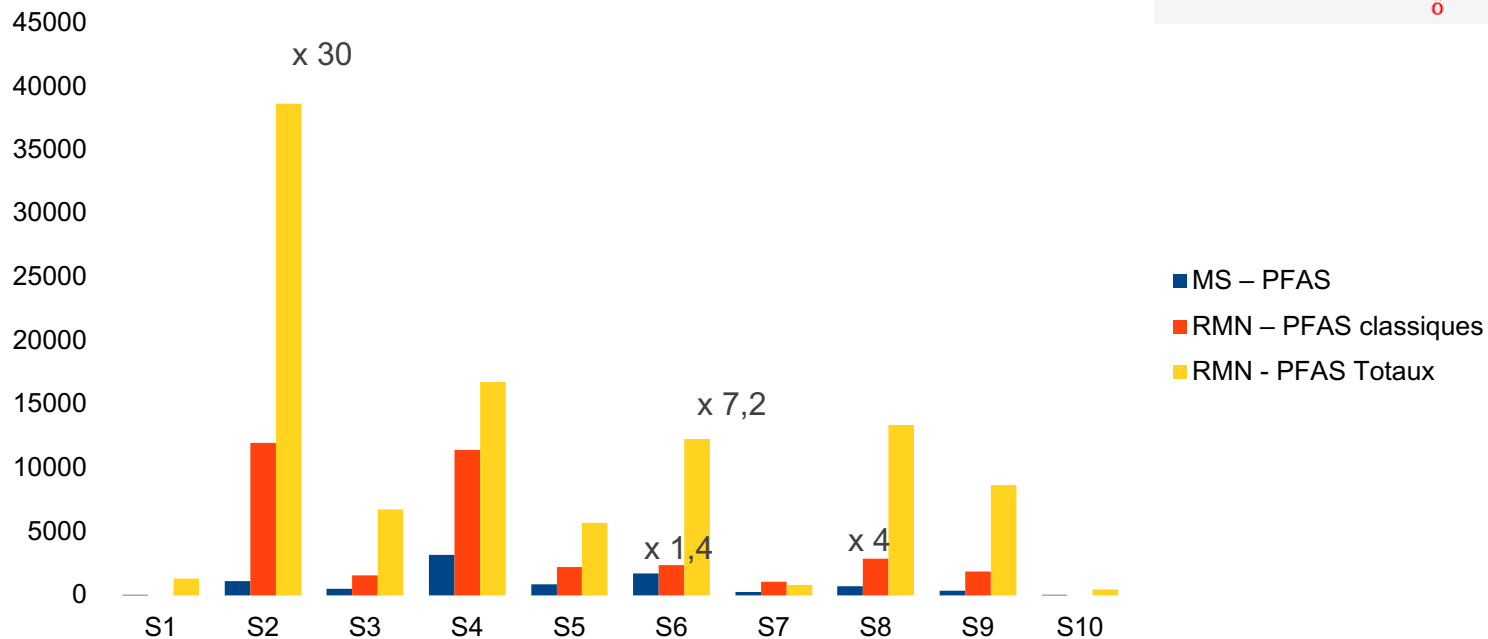
Valeurs mesurées au site S6,
moyenne sur toutes les profondeurs

3 valeurs

- mesure standard
- mesure FLUOVIAL sur ces même espèces
- mesure FLUOVIAL totale



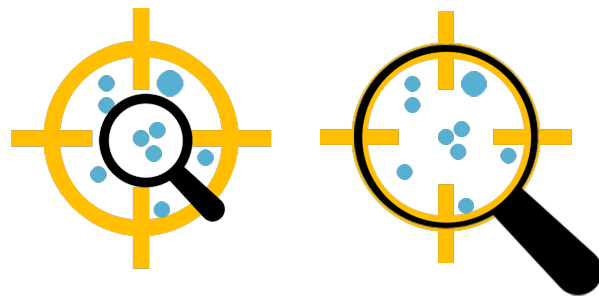
Résultats



Conclusion

FLUOVI^L

- **Quels PFAS ?**
 - Diversité moléculaire – millions de molécules
 - Rôle du milieu
- **Quelles Analyses ?**
 - Ciblées / Non Ciblées
 - Sensibilité / large spectre
- **Quelles Conséquences ?**
 - Réglementation – Santé



Conclusion

FLUOVI 4 L

- **Quels PFAS ?**
 - Diversité moléculaire – millions de molécules
 - Rôle du milieu
- **Quelles Analyses ?**
 - Ciblées / Non Ciblées
 - Sensibilité / large spectre
- **Quelles Conséquences ?**
 - Réglementation – Santé

MERCI !