

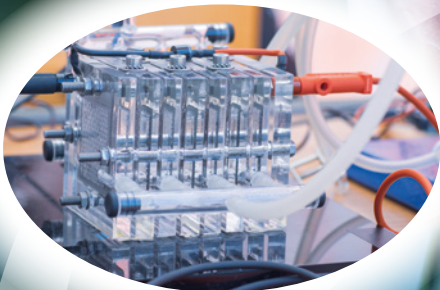


Fondation de la Maison de la Chimie

Maison de la Chimie
28 bis rue Saint-Dominique
75007 Paris

RECUEIL DES RÉSUMÉS

Les défis de la
Chimie



PFAS



INNOVER

JEUDI 9 AVRIL 2026

PAR LA **CHIMIE** POUR RELEVER
LE **DÉFI** DES **PFAS**



INNOVER PAR LA CHIMIE POUR RELEVER LE DÉFI DES PFAS

Conception graphique : CB Defretin | le 26 janvier 2026 5:57 | Images : © Adobe Stock : Olgakris, Hopsalka, Stenkovlad, Svetjekolem, Romaset, Luis Echeverri Urrea, Galuh Sekar, Shutterstock

SOMMAIRE

	Pages
Présentation du Colloque / Comité d'Organisation	02
Programme	03
Résumés des Conférences (dans l'ordre du programme)	
Conférence d'introduction	
Frédéric LEROUX <i>PFAS et fluor : comment un élément clé de l'industrie devient un enjeu sociétal.</i>	04
Première Partie	
Patrick MAESTRO <i>Les molécules et matériaux per- et polyfluoroalkylés (PFAS). Importance industrielle et gestion des crises environnementales et sanitaires. Présentation du rapport 2025 de l'Académie des technologies.</i>	05
Frédéric GAUCHET <i>Les PFAS, des molécules encore durablement sans substituts pour les sciences de la vie !</i>	06
Serge LHOSTE <i>Le rôle des PFAS dans les équipements de production des industries chimiques et de process. Aperçu des usages et des potentiels de substitution.</i>	07
Deuxième Partie	
Xavier COUMOUL <i>Les PFAS, toxiques, mobiles et durables.</i>	08
Hélène BUDZINSKI <i>L'exposome chimique environnemental : un enjeu global. Illustration avec le cas des PFAS.</i>	09
Patrick CLÉRET <i>Quelles technologies pour la destruction des déchets contenant des PFAS ?</i>	11
Conférence de Clôture	
Véronique GOUVERNEUR <i>Fluorochemicals: the future we want.</i>	12



JEUDI 9 AVRIL 2026

Présentation du Colloque

Les per- ou poly-fluoroalkyls (**PFAS**) constituent une famille de produits dont la présence, même à l'état de traces dans les sols et les eaux, représente un enjeu important pour l'environnement et la santé humaine. Du fait de la solidité de la liaison carbone-fluor, ces produits sont stables et parfois difficiles à détruire.

Comment la Chimie peut-elle répondre aux défis que pose ce sujet ?

Dans un premier temps, il est nécessaire d'expliquer l'**utilité** des composés fluorés dans des domaines majeurs de notre économie : énergie, santé, mécanique principalement.

Sont-ils **substituables** ? Sinon comment en faire une **synthèse propre** ?

La Chimie répond déjà à ces questions.

Dans quels milieux les trouve-t-on ? Comment les extraire et comment les détruire ?

La Chimie, en particulier la chimie analytique, y joue un rôle majeur.

Enfin lesquels sont toxiques, lesquels sont très peu toxiques, lesquels sont neutres ?

La chimie biologique et la biochimie tente d'apporter une réponse.

Deux rapports récents de l'Académie des Sciences et de l'Académie des Technologies ont commencé à répondre à toutes ces questions.

Les meilleurs spécialistes français, tant industriels qu'universitaires, seront présents pour montrer comment la Chimie répond à ces défis.

Comité d'Organisation

Jean-Claude BERNIER

Université de Strasbourg

Pascale BRIDOU BUFFET

Fondation internationale de la Maison de la Chimie

Édouard FREUND

Fondation internationale de la Maison de la Chimie

Bruno CHAUDRET

Directeur de recherche émérite de l'INSA Toulouse, Membre de l'Académie des Sciences

Marc J. LEDOUX

DRCE Émérite du CNRS

Patrick MAESTRO

Membre de l'Académie des Technologies

Philippe PRUDHON

Fondation internationale de la Maison de la Chimie

Magali SMETS

Directrice générale de Fance Chimie

Philippe WALTER

Fondation internationale de la Maison de la Chimie
Membre de l'Académie des Sciences, CNRS-Sorbonne Université





PROGRAMME

- 09h30** Introduction
Marc J. LEDOUX • DRCE Emérite du CNRS

Conférence d'introduction

Animateur **Bruno CHAUDRET** • Directeur de recherche émérite de l'INSA Toulouse, Membre de l'Académie des Sciences

- 09h35** PFAS et fluor : comment un élément clé de l'industrie devient un enjeu sociétal.
Frédéric LEROUX • Directeur adjoint scientifique - CNRS Chimie

Première Partie

- 10h05** Les molécules et matériaux per- et polyfluoroalkylés (PFAS). Importance industrielle et gestion des crises environnementales et sanitaires. Présentation du rapport 2025 de l'Académie des technologies.
Patrick MAESTRO • Membre de l'Académie des technologies
- 10h35** Les PFAS, des molécules encore durablement sans substituts pour les sciences de la vie !
Frédéric GAUCHET • Président - France Chimie et Groupe Minafin
- 11h05** Le rôle des PFAS dans les équipements de production des industries chimiques et de process. Aperçu des usages et des potentiels de substitution.
Serge LHOSTE • Managing Director - Accenture
- 11h35** *Table Ronde* • Débats animés par **Marc J. LEDOUX**
- 12h15** Déjeuner

Deuxième Partie

- 13h30** Les PFAS, toxiques, mobiles et durables.
Xavier COUMOUL • Professeur de Toxicologie Université Paris Cité, Directeur unité Inserm HealthFex
- 14h00** L'exposome chimique environnemental : un enjeu global. Illustration avec le cas des PFAS.
Hélène BUDZINSKI • Directrice de Recherche CNRS, Directrice du Laboratoire Environnements et Paléoenvironnements Océaniques et Continentaux - Université de Bordeaux
- 14h30** Quelles technologies pour la destruction des déchets contenant des PFAS ?
Patrick CLÉRET • Directeur technique - France Chimie
- 15h00** *Table Ronde avec les conférenciers de la journée.*
Débats animés par **Marc J. LEDOUX**

Conférence de Clôture

- 15h30** Fluorochemicals: the future we want.
Véronique GOUVERNEUR • University of Oxford, Chemistry Research Laboratory



JEUDI 9 AVRIL 2026

Conférence d'introduction

PFAS et fluor : comment un élément clé de l'industrie devient un enjeu sociétal.

Frédéric LEROUX^{a,b}

^a Université de Strasbourg, CNRS UMR7042-LIMA, Strasbourg

^b CNRS Chimie, Paris

Les substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) constituent une famille de plusieurs milliers de composés aux propriétés remarquables : résistance thermique, chimique et hydrophobe. Ces propriétés en font des matériaux incontournables dans de nombreux secteurs industriels et grand public. Cette stabilité exceptionnelle, à l'origine de leur succès, explique également leur persistance dans l'environnement et leur accumulation dans les organismes vivants, ce qui leur vaut le surnom de « polluants éternels ».

Aujourd'hui des questions majeures en matière de santé publique et d'impact environnemental sont soulevées, et rendent leur substitution particulièrement complexe.

Cette conférence introductive reviendra sur les fondements de cette problématique en explorant tout d'abord **le fluor**, un élément aux propriétés uniques. Sa réactivité exceptionnelle et sa capacité à former des liaisons carbone-fluor d'une stabilité inégalée ont ouvert la voie à une multitude d'applications, des petites molécules aux polymères haute performance.

Nous examinerons les domaines clés dans lesquels le fluor et ses dérivés jouent un rôle central : textiles imperméables, mousses anti-incendie, revêtements antiadhésifs, électronique, industries aérospatiale et médicale. L'accent sera mis sur la diversité des structures moléculaires, des monomères aux polymères, et sur les raisons pour lesquelles ces composés sont devenus indispensables dans des dispositifs aussi variés que critiques.

Cette intervention dressera un panorama des usages du fluor afin de permettre de comprendre pourquoi les PFAS occupent une place si importante dans notre quotidien, tout en introduisant les défis liés à leur gestion durable.

Mots Clés : Fluor, PFAS, Polluants éternels, Fluoropolymère, Applications industrielles.





Première Partie

Les molécules et matériaux per- et polyfluoroalkylés (PFAS) Importance industrielle et gestion des crises environnementales et sanitaires. Présentation du rapport 2025 de l'Académie des technologies.

Diane DARRAS, Paul-Joël DERIAN, Yves LEVI, **Patrick MAESTRO***
Académie des technologies

Nous présenterons et discuterons le rapport de l'Académie des technologies sur les PFAS, avec en particulier une liste de recommandations réalistes pour une transition maîtrisée.

Nous exemplifierons le double défi des PFAS, au cœur d'usages stratégiques pour les polymères, mais source de dangers majeurs quand il s'agit de la dissémination des petites molécules.

Les propriétés physico-chimiques uniques des PFAS polymères en font des éléments clés dans de nombreux secteurs majeurs tels que l'énergie, l'aéronautique, l'automobile, l'électronique, le médical, l'agrochimie, les emballages ou le textile. Et certains polymères fluorés sont d'ailleurs jugés indispensables faute d'alternatives validées industriellement.

Mais cette utilisation extensive des PFAS a été à l'origine d'une crise environnementale et sanitaire mondiale, en raison d'une très large diffusion dans l'environnement de petites molécules qui présentent une extrême persistance et une toxicité avérée.

Pour tenter de concilier la complexité des enjeux liés aux PFAS, avec, d'une part, des conséquences majeures de leur utilisation pour l'environnement et la santé publique, mais, d'autre part, un impact énorme qu'aurait un bannissement trop rapide sur les activités industrielles et notre vie quotidienne, nous avons effectué une série de recommandations pour une stratégie globale, que nous détaillerons. Parmi lesquelles :

1. Communiquer clairement sur la diversité des PFAS et leurs risques différenciés.
2. Hiérarchiser les risques pour orienter les interdictions, substitutions et autorisations.
3. Contrôler les importations pour éviter les PFAS cachés dans des produits étrangers.
4. Structurer des filières pour la collecte, tri et destruction des produits PFAS.
5. Développer la recherche pour mettre au point des alternatives, des méthodes de détection et des procédés de dépollution.

Mots Clés : Utilisation des PFAS, Substitutions, Traitement des pollutions, Suivi des productions et fin de vie.



JEUDI 9 AVRIL 2026

Les PFAS, des molécules encore durablement sans substituts pour les sciences de la vie !

Frédéric GAUCHET

Président de France Chimie, Président de Minafin

Les PFAS s'inscrivent dans un contexte d'inquiétude environnementale croissante, liée notamment à la persistance de certains composés fluorés dans l'environnement et leur toxicité potentielles pour les organismes vivants, remettant en cause des usages utiles du Fluor dans les sciences de la vie.

Le fluor se distingue par une électronégativité exceptionnelle et par la grande stabilité de sa liaison carbone-fluor, l'une des plus fortes et des plus polarisantes de la chimie organique. Ces propriétés physico-chimiques hors-norme influencent la structure, la réactivité et la stabilité des molécules fluorées et, par conséquent, leurs effets pharmacocinétiques.

Paradoxalement, malgré son abondance dans la croûte terrestre, le fluor est très rarement impliqué dans la biochimie. Les métabolites fluorés sont quasi-inexistants, et seules quelques enzymes bactériennes savent former une liaison C-F pour générer des substances défensives. Cette rareté s'explique par la faible biodisponibilité du fluorure et la difficulté thermodynamique de former ou de rompre une liaison C-F dans des conditions douces.

Ces caractéristiques atypiques font du fluor organique un outil précieux en chimie du vivant. Aujourd'hui, près de 30% des médicaments exploitent les propriétés multifonctionnelles uniques de la liaison C-F. Ainsi, le remplacement du fluor dans les antiviraux ou anti-cancéreux sans altérer leur efficacité thérapeutique est encore aujourd'hui une gageure.

En revanche, l'inspiration biomimétique pourrait, à l'avenir, permettre de concevoir des procédés de synthèse des composés organofluorés plus sélectifs et plus respectueux de l'environnement - une ambition scientifique dont la réalisation pourrait bien valoir, un jour, un prix Nobel.

Mots Clés : Cancérogène, Immunotoxicité, Perturbation endocrinienne et métabolique, Toxicologie prédictive.





Le rôle des PFAS dans les équipements de production des industries chimiques et de process. Aperçu des usages et des potentiels de substitution.

Serge LHOSTE

Managing Director - Accenture

Les industries chimiques et, plus largement, les industries de process jouent un rôle essentiel dans l'ensemble des chaînes de valeur industrielles en produisant des matériaux et des intermédiaires critiques.

Leurs procédés de fabrication, souvent capitalistiques, impliquent des opérations de synthèse à haute température et haute pression, mettant en œuvre des substances potentiellement corrosives, toxiques ou explosives.

La sécurité des installations constitue dès lors un impératif majeur pour les exploitants.

Dans ce contexte, les industriels recherchent des solutions techniques capables de garantir l'intégrité et la fiabilité de leurs équipements tout en préservant leur compétitivité.

Les PFAS, et, en particulier les fluoropolymères, répondent à cette exigence en offrant une combinaison de propriétés (résistance chimique, thermique et mécanique) difficilement égalée par d'autres matériaux.

Si des substituts existent pour certaines applications, leur déploiement à grande échelle dans les équipements de production reste difficilement envisageable à court terme, compte tenu des contraintes de performance et de sécurité, en particulier dans les sites industriels existants.

Des démarches structurées de traçabilité, de gestion du cycle de vie et de traitement en fin de vie des composants contenant des PFAS doivent être engagées afin de concilier exigences opérationnelles et réduction des risques.



Deuxième Partie

Les PFAS, toxiques, mobiles et durables.

Xavier COUMOUL

Professeur de Toxicologie Université Paris Cité, Directeur unité Inserm HealthFex

Les per- ou poly-fluoroalkyls (PFAS) constituent une famille de produits dont la présence, même à l'état de traces dans différentes matrices, représente un enjeu important pour l'environnement et la santé humaine. Ces produits sont en général très stables et parfois difficiles à détruire. Du fait de leurs propriétés physico-chimiques, ils sont très mobiles. Cette double propriété, stabilité et mobilité, fait qu'on les retrouve dans de nombreux compartiments environnementaux et chez l'homme.

La toxicité des PFAS a surtout été étudiée pour quatre d'entre eux, mais on peut en doser des dizaines. Les toxicités principales sont (Gaillard et al, 2025¹) :

- La cancérogénèse : le PFOA est un cancérogène avéré de classe 1 et le PFOS est un cancérogène possible de classe 2B,
- L'immunotoxicité : certains PFAS limitent la réponse immunitaire à la vaccination et pourraient augmenter le risque d'infection. Cette propriété est utilisée pour fixer les valeurs toxicologiques de référence par les agences européennes,
- La perturbation endocrinienne, notamment thyroïdienne,
- Les équilibres métaboliques, notamment concernant la cholestérolémie.

Il faut noter que ces effets toxiques sont établis pour quelques PFAS seulement. Il est difficile à ce stade de généraliser aux milliers de PFAS, mais la question de la réglementation par classe de substances se pose au vu de l'impossibilité de tester les milliers de substances de cette famille. Dans ce cadre, le développement de capacités de prédiction, notamment grâce à l'IA, est critique pour faciliter le transfert des connaissances vers la décision.

Références :

- 1- L. Gaillard, R. Barouki, E. Blanc, X. Coumoul, K. Andréau. Per- and polyfluoroalkyl substances as persistent pollutants with metabolic and endocrine-disrupting impacts. Trends Endocrinol. Metab., 36 (3) (2025), pp. 249-261

Mots Clés : Cancérogénèse, Immunotoxicité, Perturbation endocrinienne et métabolique, Toxicologie prédictive.





L'exposome chimique environnemental : un enjeu global. Illustration avec le cas des PFAS.

Hélène BUDZINSKI, Pierre LABADIE, Marie-Hélène DEVIER
Université de Bordeaux, EPOC - UMR 5805 CNRS, Talence

Face à la pression croissante des activités humaines, la restauration et/ou la préservation de la qualité de l'environnement est un enjeu majeur pour l'environnement et pour la vie humaine (l'impact sur les humains et non humain est à considérer de façon intégré et holistique). Dans cette perspective, il est important de caractériser et de comprendre les facteurs pouvant l'affecter dont particulièrement la contamination chimique. La limite planétaire concernant la pollution chimique et l'introduction d'entités nouvelles dans la biosphère a été dépassée (Persson et al., 2022). En effet, le développement industriel et le taux de croissance démographique élevé des XXe et XXIe siècles, sont allés de pair avec une augmentation de la commercialisation et de l'utilisation de molécules de synthèse. À l'heure actuelle, le nombre de produits chimiques sur le marché européen est estimé à plus de 110 000 (Plan micropolluants, 2016-2021), dont la plupart ne sont pas particulièrement étudiés en termes d'écotoxicité, ni recherchés. L'utilisation généralisée de molécules synthétiques, a entraîné une contamination généralisée des écosystèmes notamment aquatiques. La caractérisation de ces contaminations complexes représente actuellement un défi majeur pour la recherche et la gestion environnementale.

Parmi tous les composés chimiques considérés comme des micropolluants organiques on trouve de nombreuses classes d'usage comme les pesticides, les composés pharmaceutiques, les biocides, de nombreuses classes de composés à action toxicologique spécifique comme les perturbateurs endocriniens, les composés cancérigènes, les pesticides SDHI (inhibiteurs de la succinate déshydrogénase) et également de nombreuses familles chimiques comme les tensioactifs, les composés azotés, les urées, les azoles, les composés organo-halogénés. Au sein de cette dernière famille on recense les substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) qui sont un groupe de composés chimiquement stables, hydrophobes et lipophobes dont les propriétés uniques les ont rendues très intéressantes et adoptées dans de nombreuses industries. Parmi cette dernière famille figurent les substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS), un groupe de composés chimiquement stables, hydrophobes et lipophobes, dont les propriétés particulières ont suscité un grand intérêt et favorisé leur utilisation dans de nombreux secteurs industriels. La conséquence de leur utilisation généralisée dans des milliers de produits à travers le monde depuis de nombreuses décennies a entraîné une exposition environnementale généralisée, car ces composés persistants ne se dégradent pas facilement. En raison de leur structure chimique spécifique et de leur persistance, les PFAS sont souvent considérées comme des « polluants éternels ». Ils se propagent rapidement dans l'écosystème, contaminant tous les compartiments environnementaux (sol, air, eau, biote) et pour ce qui est de l'eau, des rivières et des eaux souterraines à l'eau du robinet. Les risques potentiels pour la santé associés aux PFAS comprennent des troubles du système immunitaire, des problèmes hormonaux et de développement, ainsi qu'un risque accru de certains types de cancer.



JEUDI 9 AVRIL 2026

Les préoccupations concernant leur impact sur la santé environnementale et la santé humaine découlent donc de leur présence généralisée, de leur persistance dans l'environnement et de leur capacité à s'accumuler dans les organismes vivants. La prévalence mondiale et les effets nocifs des PFAS, combinés à l'introduction de nombreux nouveaux composés dans l'environnement, continuent de poser des défis pour la compréhension et la gestion des risques associés à leur présence. L'un des défis majeurs réside dans la grande diversité de ces substances : chacune possède des propriétés spécifiques, peut être employée dans des usages variés et peut également être générée comme sous-produit de certains procédés de fabrication ou résulter de processus de dégradation naturels ou d'origine anthropique.

Bien que des avancées significatives aient été réalisées dans la compréhension de l'écodynamique de ce groupe complexe de composés chimiques, de nombreuses interrogations et difficultés subsistent. Cet exposé vise ainsi à faire le point sur les connaissances actuelles concernant leur présence et leur devenir.



Quelles technologies pour la destruction des déchets contenant des PFAS ?

Patrick CLÉRET

Directeur technique - France Chimie

La gestion des substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) représente actuellement un sujet de la plus haute importance pour l'ensemble des parties prenantes dont les secteurs industriels, les autorités publiques, les acteurs locaux.

France Chimie et ses adhérents ont participé massivement aux campagnes de prélèvements de l'arrêté ministériel du 20 juin 2023 ce qui a permis d'établir une bonne photo des sites émetteurs, des PFAS ou familles de PFAS concernées et des flux massiques correspondants.

En parallèle, le secteur de la chimie est aussi engagé fortement dans la substitution des émulseurs fluorés qui génère également d'autres catégories de déchets qu'il nous faut gérer.

France Chimie a donc décidé d'établir à destination de ses adhérents un guide de gestion des différentes catégories de déchets ou de rejets contenant des PFAS en identifiant les technologies de traitement existantes ou émergentes, leur niveau de maturité, leurs limites et conditions d'utilisation et leurs performances.

Tout cela fera l'objet de ma présentation en séance.



JEUDI 9 AVRIL 2026

Conférence de Clôture

Fluorochemicals: the future we want.

Véronique GOUVERNEUR

University of Oxford, Chemistry Research Laboratory (UK)

Fluorochemicals quietly power our modern lives serving as medicines, agrochemicals and strategic materials including refrigerants, batteries and electronics.

All fluorochemicals are prepared from - the now critical - mineral Fluorspar (CaF_2).

The first step of any synthesis is the conversion of Fluorspar to hydrogen fluoride (HF) upon treatment with H_2SO_4 at $300\text{ }^\circ\text{C}$, a process reported by Scheele in 1771.

Highly toxic HF has caused serious accidents, some with fatal casualties and severe damage to the environment.

The fluorochemical industry is today exposed to supply shortages, safety constraints and environmental damage.

Our goal is to reinvent fluorine chemistry from the ground up with innovative, safe and economically viable Fluorspar technologies that bypass HF, and with processes to recover the fluorine content of waste fluorochemicals such as PFAS for a circular fluorine economy.

Such ground breaking development could support the fluorine sector, protect workers, simplify supply chains, and reduce the energetic and environmental burden of fluorochemical production.

This lecture will discuss our results to date, and our approach to bridge the gap between academic discoveries and societal impact.

Mots Clés : Fluorochemicals, PFAS, Circular Fluorine Economy.





<https://actions.maisondelachimie.com/colloque/colloque-pfas>