



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Document à accès immédiat

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Rapport final

BRGM/RP-73431-FR

Version 2 du 17 janvier 2025

Étude réalisée dans le cadre des projets d'appui aux politiques publiques

BRGM, Cavelan A. et Togola A.

Ce rapport a été vérifié le 17/02/2025 et approuvé le 18/02/2025 selon la procédure interne en vigueur au sein du BRGM, qui garantit le respect de ses engagements contractuels, de l'intégrité et de l'impartialité du contenu scientifique et technique du présent rapport, de l'éthique et de la déontologie du BRGM, ainsi que des dispositions réglementaires et législatives auquel il est soumis pour l'exercice de son activité.

Le système de management de la qualité et de l'environnement du BRGM est certifié selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Contact : qualite@brgm.fr

Avertissement

Ce rapport est adressé en communication exclusive au demandeur, au nombre d'exemplaires prévu contractuellement.

Le demandeur assure lui-même la diffusion qu'il souhaite des exemplaires de ce tirage initial, dont il est seul propriétaire.

La communicabilité et la réutilisation de ce rapport sont régies selon la réglementation en vigueur, ainsi que par les termes de la convention.

Les justificatifs du contrôle qualité de ce rapport (auteur, vérificateur, approbateur) peuvent être communiqués à titre confidentiel au destinataire du rapport, à sa demande et dans le strict respect de la réglementation applicable au traitement des données à caractères personnels.

Le BRGM ne saurait être tenu responsable de la divulgation du contenu total ou partiel de ce rapport à un tiers non-autorisé qui ne soit pas de son fait et des éventuelles conséquences pouvant en résulter.

Votre avis nous intéresse

Dans le cadre de notre démarche qualité et de l'amélioration continue de nos pratiques, nous souhaitons mesurer l'efficacité de réalisation de nos travaux.

Aussi, nous vous remercions de bien vouloir nous donner votre avis sur le présent rapport en complétant le formulaire accessible par cette adresse <https://forms.office.com/r/yMgFcU6Ctg> ou par ce code :



Mots clés : PFAS, AFFF, Etat des lieux

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

BRGM, Cavelan A. et Togola A. 2025. Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF). Rapport final V2. BRGM/RP-73431-FR, 53 p.

© BRGM, 2025, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.
IM003-MT008-P2-08/04/2024

Synthèse

Cette étude est conduite par le BRGM dans le cadre de la subvention 2024 du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires / SRSE. Elle s'inscrit dans le cadre de l'action relative à une surveillance des aéroports ayant utilisé des mousses anti-incendie et du plan national sur les PFAS publié en janvier 2023.

Certains types de mousses anti-incendie tels que les aqueous film foaming foam (AFFF) contiennent des substances poly et perfluorées (PFAS) qui ont pu se déverser dans l'environnement lors d'interventions d'urgence ou de formations à la lutte contre les incendies. Ainsi, de nombreux sites pourraient être concernés par des pollutions en PFAS associées à ces activités (services d'incendie des collectivités locales, installations civiles, militaires, aéroports, raffineries, installations de stockage, etc.). Dans ce contexte, et afin d'accompagner la réflexion autour du cadre de surveillance des sites potentiellement pollués aux PFAS par l'utilisation de mousses anti-incendie de type AFFF (en lien avec les actions du plan national sur les PFAS), un travail bibliographique a été réalisé dans le but de mieux documenter les profils chimiques de PFAS en lien avec ces activités. De manière générale, ce travail vise à identifier ces substances, leur occurrence dans les compartiments de l'environnement et concaténer leurs propriétés physico-chimiques lorsque ces informations sont disponibles.

A ce jour, à l'échelle mondiale, 489 substances poly et perfluorées sont associées à l'utilisation des mousses anti-incendie. 180 de ces substances ont déjà été identifiées dans des sols et des sédiments et 87 dans les eaux de surface et souterraines au droit et dans l'environnement de sites impactés par l'utilisation des mousses AFFF. Les autres substances ont été identifiées comme composants de certaines mousses mais leur présence dans l'eau et les sols n'a pas encore été démontrée sur ce type de sites. A l'échelle de la France, seules quelques-unes de ces substances poly et perfluorées ont déjà été recherchées et identifiées sur des sites ayant utilisé des mousses AFFF.

Parmi l'ensemble de ces substances, certaines font partie des substances déjà concernées par l'arrêté ICPE de juin 2023¹ et sont donc bien connues et quantifiables dans certains laboratoires. Cependant, la plupart des autres substances ont été découvertes récemment, et peu, voir aucune donnée n'est disponible pour décrire leur comportement dans l'environnement. De plus, leur identification et quantification en laboratoire est actuellement impossible en raison de l'absence de méthodes de caractérisation ou d'étalons d'analyse. Une recherche et un suivi de ces substances sur les sites ayant utilisé des mousses AFFF en France n'est donc pas encore envisageable. Une première priorisation des substances listées pourrait s'avérer nécessaire afin d'orienter et concentrer les efforts de développement méthodologique analytique pour les substances dont le risque d'occurrence sur ces sites est le plus fort, et/ou autour des substances les plus spécifiques de l'utilisation des mousses AFFF. Mais pour arriver à cette finalité, ce travail montre que plusieurs actions sont néanmoins encore nécessaires :

¹ Arrêté du 20 juin 2023 relatif à l'analyse des substances per- et polyfluoroalkylées dans les rejets aqueux des installations classées pour la protection de l'environnement relevant du régime de l'autorisation, [JORF n°0147 du 27 juin 2023](#), NOR : TREP2315342A.

- Identifier la composition chimique des mousses AFFF utilisées en France pour restreindre la liste des PFAS à cibler en fonction des substances réellement présentes sur les sites français concernés (précurseurs et produits de dégradation). Les données disponibles concernent les mousses produites et utilisées aux États Unis ou en Chine et on ignore tout de la composition des mousses utilisées sur le territoire français.
- Renseigner les propriétés physico-chimiques des substances identifiées dans la composition chimique de ces mousses AFFF pour mieux comprendre et modéliser le comportement de ces substances dans l'environnement (identifier les relations sources-voies de transfert-récepteurs) et les prioriser en fonction des risques qu'elles pourraient causer.

Sommaire

Abréviations.....	6
1. Contexte.....	7
2. Substances associées aux mousses AFFF	10
2.1. Identification des substances.....	10
2.2. Propriétés des substances identifiées	13
3. Conclusions et perspectives.....	18

Liste des figures

Figure 1. Evolution de la composition de mousses AFFF produites et utilisées en France en fonction de la réglementation	7
---	---

Liste des tableaux

Tableau 1. Synthèse du nombre de PFAS actuellement identifiés dans la composition et les produits de dégradation des mousses anti-incendie ou dans les différents compartiments environnementaux des sites impactés par l'utilisation des mousses anti-incendie.	10
Tableau 2. Classes de PFAS utilisées dans la composition des différentes marques de mousses AFFF documentées (toutes périodes confondues).....	11
Tableau 3. Evolution de la composition des mousses AFFF en fonction du temps.....	12
Tableau 4. PFAS les plus référencés à ce jour dans les eaux et les sols des sites pollués par l'utilisation des mousses AFFF (et identifiées par un numéro CAS).....	14
Tableau 5. Propriétés physico-chimiques (à 25°C) des PFAS associés à l'utilisation des mousses AFFF.....	16

Liste des annexes

Annexe 1 Liste des substances poly et perfluorées les plus connues associées, à ce jour, à l'utilisation des mousses AFFF et milieux (eaux souterraines et de surface, sols et sédiments) dans lesquelles elles sont habituellement retrouvées sur les sites ayant utilisé ces mousses.....	19
Annexe 2 Liste des substances poly et perfluorées nouvellement découvertes (sans numéro CAS) et/ou dont la présence est actuellement suspectée dans la composition des mousses ou sur les sites ayant utilisé des mousses AFFF.	30
Annexe 3 Références	49

Abréviations

AFFF: Aqueous film foaming foam

ECF : Fluorination électrochimique.

FOSE : Perfluorooctane sulfonamide éthanol

FT : Fluorotéomérisation

FTAB : Fluorotéomères sulfonamides alkylbétaines

FTS : Fluorotéomères sulfonates

FtTAoS : Fluorotéomères thioether amido sulfonates

ICPE : Installations classées protection de l'environnement

PFAS : Substances poly et perfluorées

PFOA : Acide perfluorooctanoïque

PFHxS : Acide perfluorohexane sulfonique

PFOS : Acide perfluorooctane sulfonique

1. Contexte

Certains types de mousses anti-incendie tels que les *aqueous film foaming foam* (AFFF) conçues pour lutter contre les incendies de combustibles inflammables de type B (feux d'origine électrique, de liquides, solides liquéfiables, d'hydrocarbures, de solvants, et de paraffine) contiennent des substances poly et perfluorées (PFAS). En supplément des installations qui ont fabriqué ces mousses et les décharges qui ont reçu des déchets de lutte contre les incendies, ces mousses continuent d'être stockées en cas d'interventions d'urgence pour l'extinction des incendies et la formation aux incendies dans :

- Les installations militaires ;
- Les services d'incendie des collectivités locales ;
- Les installations civiles et les aéroports ;
- Les raffineries, les installations de stockage de pétrole et les usines de fabrication de produits chimiques.

Ces sites d'activités peuvent ainsi constituer une source de pollution en PFAS.

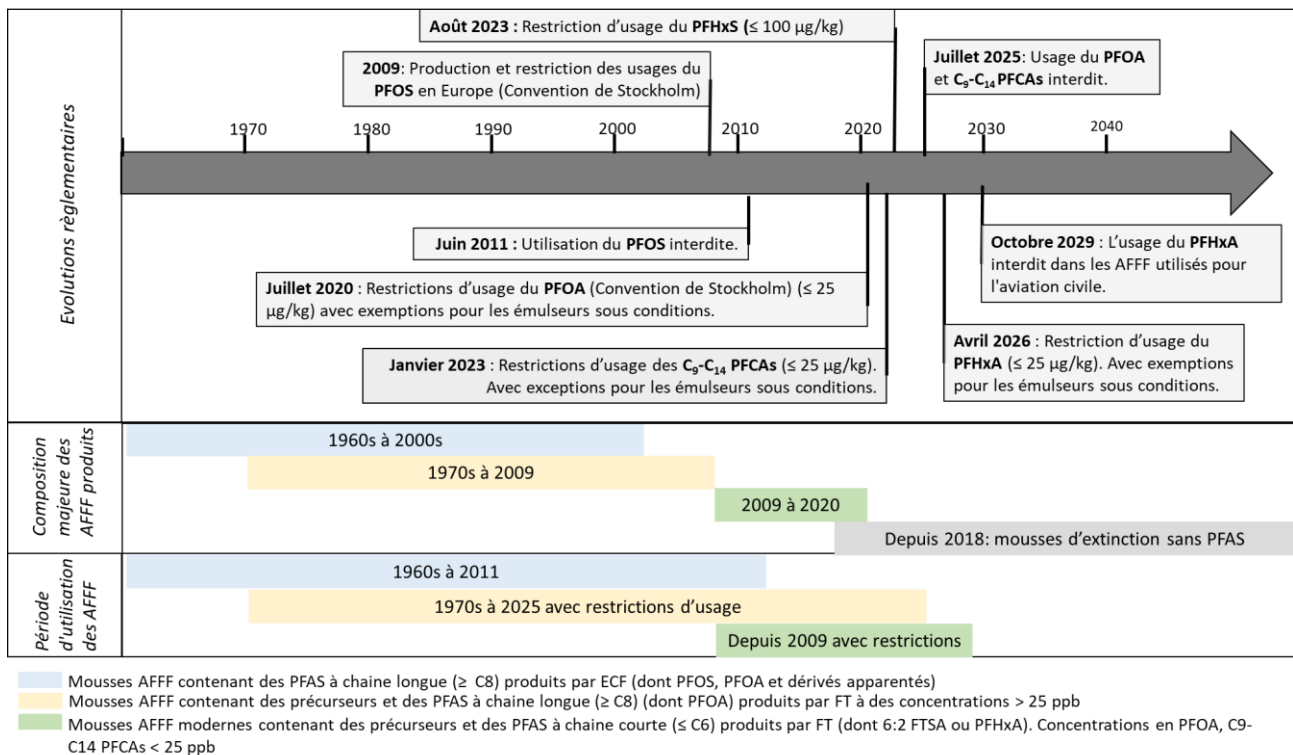


Figure 1. Evolution de la composition de mousses AFFF produites et utilisées en France en fonction de la réglementation (d'après Hochet, Stortz, 2022; ITRC, 2022). FT : fluorotéromérisation. ECF : Fluorination électrochimique. PFOS : Acide perfluorooctane sulfonique. PFOA : Acide perfluorooctanoïque. PFHxS : Acide perfluorohexane sulfonique. PFCAs : Acides carboxyliques perfluorés. PFHxA : Acide perfluorohexanoïque. 6:2 FTSA : 6:2 Acide fluororotéromère sulfonique.

Chaque producteur de mousse a sa propre composition chimique, celle-ci ayant évolué au cours du temps avec les procédés industriels et de la réglementation (Figure 1) :

- Le [règlement EU 757/2010](#) interdit l'usage, et la production de PFOS en Europe dès juin 2011.
- Le [règlement EU 2017/1000](#) restreint l'utilisation du PFOA et des substances apparentées depuis juillet 2020. Cependant, pour faire face aux difficultés de trouver des substituts possédant les mêmes capacités d'extinction, la dérogation apportée par le [règlement EU 2020/784](#) autorise toujours l'utilisation de PFOA dans les AFFF jusqu'au 4 juillet 2025, sous conditions que les émulseurs ne soient pas utilisés pour la formation, les essais et sur les sites où les rejets ne sont pas contenus.
- Le [règlement EU 2021/1297](#) étend les restrictions d'usage à l'ensemble des C₉-C₁₄ PFCAs, leurs sels et les substances associées à partir du 1^{er} janvier 2023 dans les limites de 25 µg/kg (somme C₉-C₁₄PFCAs) et de 260 µg/kg (somme C₉-C₁₄ PFCAs et substances apparentées). Tout comme pour le PFOA, leur usage reste possible jusqu'en juillet 2025, sous conditions que les émulseurs ne soient pas utilisés pour la formation, et sur les sites où les rejets ne sont pas contenus. Passée cette date, tout usage du PFOA et des C₉-C₁₄ PFCAs sera interdite.

Bien que des stocks d'anciennes formulations d'émulseurs contenant du PFOA, C₉-C₁₄ PFCAs peuvent être encore utilisés en Europe sous conditions, cette évolution de la réglementation a conduit à un remplacement progressif des PFAS à chaînes longues ($\geq C_8$) dans les émulseurs par des PFAS à chaînes plus courtes ($\leq C_6$) comme le PFHxS et PFHxA et des précurseurs polyfluorés (Fluorotélomères, ex : 6:2 FTS, 6:2 FTAB). Changements auxquels se sont ajoutés de nouvelles réglementations :

- Depuis août 2023, la réglementation [EU 2023/1608](#) restreint l'usage du PFHxS, ses sels et ses composés apparentés (limite imposée à 100 µg/kg) dans l'ensemble des agents moussants, conduisant à la substitution du PFHxS dans les AFFF.
- Enfin, dès avril 2026, le règlement [EU 2024/2462](#) interdira l'utilisation du PFHxA et ses dérivés dans les AFFF (limite à 25 µg/kg pour la somme du PFHxA et de ses sels) utilisés pour la formation, les essais (à l'exception des essais fonctionnels des systèmes de lutte contre l'incendie), les services publics de lutte contre l'incendie (à l'exception de ceux qui interviennent sur des incendies industriels (directive 2012/18/UE) et à condition que tous les rejets soient confinés. L'usage du PFHxA et ses dérivés dans les AFFF et concentrés d'AFFF utilisés pour l'aviation civile sera quant à lui interdit à partir du 10 octobre 2029.

Il est important de noter que la composition d'un même produit a également pu évoluer en fonction des pays où il a été commercialisé pour s'adapter aux usages et réglementations locales. Ainsi, la nature des substances ayant pu être émises dans l'environnement lors de l'utilisation des AFFF dépend de :

- La composition chimique des mousses utilisées sur le site, leur fabricant et leur date de production ;
- Des volumes et des périodes d'utilisation (dégradation des précurseurs présents dans les mousses en PFOS, PFOA ou autres PFAS à chaîne longue ou courte au cours du temps).

Ainsi, peuvent être présents sur un même site : les PFAS contenus dans l'ensemble des mousses AFFF utilisées et les produits issus de leur dégradation, souvent communs à d'autres sources de pollution aux PFAS. Dresser une signature chimique type des sites contaminés par l'utilisation des mousses AFFF n'est donc pas aisée.

A noter qu'un état des lieux des sources de pollution de PFAS et des valeurs de fond sur les sols en Europe a été réalisé pour le compte de la DGPR (B3S) (Cavelan and Togola, 2024a, 2024b).

Dans ce contexte, et afin d'accompagner la réflexion autour du cadre de surveillance des sites potentiellement pollués aux PFAS par l'utilisation de mousses anti-incendie (en lien avec les actions du plan national sur les PFAS), un état de l'art bibliographique visant à identifier les PFAS dont les rejets sont, à ce jour, associés à l'utilisation des mousses AFFF, a été réalisé. Ce travail doit servir de base à l'identification des substances qui pourraient, à terme, être suivies dans les milieux spécifiquement impactés (eaux souterraines, sols) par l'utilisation des mousses AFFF. Les connaissances sur les PFAS étant en constante évolution, la liste décrite dans ce travail n'est donc pas exhaustive.

2. Substances associées aux mousses AFFF

2.1. IDENTIFICATION DES SUBSTANCES

La liste détaillée des substances poly et perfluorées actuellement associées à l'utilisation des mousses AFFF est disponible en Annexe 1 (substances les plus connues) et en Annexe 2 (substances nouvellement découvertes). La bibliographie s'arrête à la date du 22/01/2024. Les publications sorties après cette date n'ont pas été considérées dans ce travail. A ce jour, 489 PFAS sont associés à l'utilisation des mousses AFFF (Tableau 1, Annexes 1 et 2). Parmi ces substances, 379 sont actuellement identifiées comme ayant été ou étant des composants de certaines mousses AFFF (classes listées en Tableau 2). 53 substances sont uniquement identifiées comme produits de dégradation des précurseurs présents dans certaines mousses (ex : perfluorooctane sulfonamide éthanol (FOSE), etc.). 45 substances sont la fois des composants et des produits de dégradation des précurseurs des mousses AFFF (ex : les acides sulfoniques poly et perfluorés (PFSA) et les acides carboxyliques poly et perfluorés (PFCAs), Annexe 1).

Tableau 1. Synthèse du nombre de PFAS actuellement identifiés dans la composition et les produits de dégradation des mousses anti-incendie ou dans les différents compartiments environnementaux des sites impactés par l'utilisation des mousses anti-incendie.

Nombre de substances associées aux mousses AFFF	Nombre de substances dont la présence est probable sur les sites d'utilisation des mousses AFFF	Nombre de substances identifiées dans les sols/sédiments pollués par l'utilisation de mousses AFFF	Nombre de substances identifiées dans les eaux souterraines/de surface polluées par l'utilisation des mousses AFFF	Substances identifiées dans la composition de certaines mousses AFFF	Substances identifiées dans les produits de dégradation de certaines mousses AFFF
489	21	87	180	376	98

Tableau 2. Classes de PFAS utilisées dans la composition des différentes marques de mousses AFFF documentées (toutes périodes confondues).

En blanc les classes identifiées dans un seul produit, en bleu clair, les classes identifiées dans 2 à 3 produits, en bleu foncé, les classes identifiées dans plus de 5 produits.

Classes	Chemguard	Angus Fire	Ansul Ansulite	Arctic foam	National foam	Hazard Control Tech.	3M LightW ater	3M 1988-2007	Fireade	Buckeye	Solberg	Niagara 1-3	Hi Combat A™	Shanghai Vatten
PFCA	X	X	X				X	X				X	X	X
PFSA	X	X	X				X	X				X	X	
S-PFCA								X						
H-PFSA							X	X						
K-PFSA								X						
H-PFCA							X	X						
UPFSA							X	X						
O-PFSA							X	X						
U-O-PFSA							X	X						
H-UPFSA							X							
Cl-PFSA							X	X						
FASA			X				X	X						
SPr-FASA							X							
TAm-OHPr-FASA							X							
TAm-OHPr-FASAPrA							X							
TAm-OHPr-EtFASA							X							
SPrAmPr-FASAPrS							X							
MeAnPr-FASA							X	X						
AmPr-FASAPrS							X							
EtOH-AmOHPr-MeFASA							X							
SPrAmPr-FASA							X							
FASAA							X							
SPrAmPr-FASAA							X							
AmPr-FASAA							X							
FTNO				X	X									X
FTSA-PrMeAA				X	X									
Am-OHPr-FASA							X	X						
FTSAA				X										
FTSaAm (FTA)					X		X	X	X					X
PFOAAm							X	X						
FTSAPr-MeAn				X	X									
FTS (FTSA)	X	X	X		X	X				X	X			X
FTSi				X	X									
FTCA	X		X			X								
FTUCA	X		X											
FTB			X							X				
FTAB	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			X
PFSAM					X		X	X						
TAmPr-FASAPrA							X	X						
TAmPr-FASA							X	X						
TAmPr-FAAd							X	X						
CEtAmPr-FASA-PrA							X	X						
PFSaAmA							X	X						
FTSA-PrAmPrA				X	X									
FTSA-PrTAm				X	X									
FTSA-OHPrB				X										
FtAoS	X	X	X			X					X			X
FtAoS-SO			X											
FtAoS-SO2														X
FTStrA				X										X
FTThA				X										
FTSHA-SO			X											
FTSHA			X											X
FTSH														X
FTSEA														X
FtTP														X
FtTHN+	X	X	X			X					X			
FtTACA	X													
FTAA				X	X									
PFSiAs							X	X						
PFASB							X							
S-OHPrAmPr-FASAA							X	X						
FASA-PrA							X	X						
EtOH-AmPr-FASAPrS							X							X
EtOH-AmPr-FAAd							X							
SPrAn-OHPr-FAAd							X							
SPrAnEt-FAAd							X							
MeAn-OHPr-FAAdPrS							X							
EtOH-AmPr-FASA							X	X						
CMeAmPr-FASAPrA							X	X						
BPr-FAAd							X	X						
FTTh-PrAm														X
FTTh-PrAd-PrAn				X										
H-FTTh-PrAd-DiMeEtS			X											

A ce jour, plusieurs mousses AFFF ont été analysées, permettant d'identifier les familles de substances les plus utilisées en fonction du temps (Tableaux 2 et 3). Sans surprise, les PFASs et les PFCAs ont été particulièrement utilisés avant 2007, tandis que les Fluorotélomères sulfonates (FTS), les Fluorotélomères sulfonamides alkylbétaines (FTAB), les Fluorotélomères thioether amido sulfonates (FtTAoS) sont rencontrés dans les mousses plus récentes. Il est important de noter que la composition de certaines mousses AFFF n'est, à ce jour, pas connue. De plus, la plupart des mousses dont la composition a été analysée est celle produite et utilisée aux Etats Unis ou en Chine. Sans information, il est impossible de savoir aujourd'hui si la composition des mousses utilisées sur le territoire français est comparable.

Tableau 3. Evolution de la composition des mousses AFFF en fonction du temps.

Périodes d'utilisation	De 1965 à 1975	De 1970s - 2000s	De 1970s -2000s	De 1990s - 2010s	De 2000s - 2010s	De 2010s -2020s
Origine des PFAS	Fluorination électrochimique	Fluorination électrochimique	Télomérisation	Télomérisation	Télomérisation	Télomérisation ou mousse sans PFAS
Exemples de producteurs	3M	3M	Ansul, National Foam	Angus, Chemguard	Buckeye	Fireade, Buckeye
PFAS utilisés dans la composition des mousses	C ₄ à C ₈ PFCAs	C ₄ à C ₈ PFASs C ₄ à C ₈ Cl-PFASs C ₄ à C ₇ PFSaAm 4:2, 6:2, 8:2 FtAoS C ₃ à C ₈ PFSaAmA C ₄ à C ₈ PFCAs (traces)	4:2, 6:2, 8:2 FTS 6:2, 8:2 FTSaAm 4:2, 6:2, 8:2, 10:2 FTAB 4:2, 6:2, 8:2 FtAoS 4:2, 6:2, 8:2 FtAoS 6:2 FTAA	6:2, 8:2 FtTHN+ 6:2 FtAoS 8:2, 10:2 FTCA 6:2 FTAA	5:3, 7:3, 9:3 FTB 5:1:2, 7:1:2, 9:1:2 FTB	6:2, 8:2 FTSaAm 4:2, 6:2, 8:2 FTAB 5:3, 7:3, 9:3 FTB 5:1:2, 7:1:2, 9:1:2 FTB 4:2, 6:2, 8:2 FTS
Références	Ahrens et al., 2015; Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Choi et al., 2022; Cook et al., 2022; D'Agostino and Mabury, 2017a, 2017b, 2014; Dauchy et al., 2017a; Feng et al., 2023; Filipovic et al., 2015; Hale et al., 2017; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2016, 2013; Liu et al., 2022; Luo et al., 2020; Moody and Field, 2000; Place and Field, 2012; Prevedouros et al., 2006; Reinikainen et al., 2022a; Ruan et al., 2010					

Bien qu'identifiés dans les mousses AFFF, seuls 62 des PFAS listés sont bien documentés (plus de 5 référencements dans la littérature), les autres sont, pour la plupart, de nouvelles substances découvertes entre 2022 et 2023 et dont la structure et le comportement dans l'environnement (solubilité, persistance, toxicité, etc.) sont encore mal compris. L'analyse en laboratoire de ces nouvelles substances reste également complexe à ce jour, d'où le peu d'études ayant recherché ces PFAS sur les sites pollués par l'utilisation des mousses AFFF. Ainsi, seuls 180 des 489 PFAS listés ont été identifiés dans les eaux (souterraines, de surface, effluents de traitement) des sites pollués par l'utilisation des mousses AFFF et 87 dans les sols et les sédiments (Tableau 1, Annexe 1). La présence dans l'eau, les sols, les sédiments sur les sites d'utilisation de mousse AFFF n'a encore jamais été démontrée pour les autres substances identifiées dans la composition des mousses.

Sur la base de ces informations, le Tableau 4, qui rassemble les PFAS les plus couramment référencés (et possédant un numéro CAS) sur les sites d'utilisation des mousses AFFF dans le monde, pourrait servir de base à la réflexion des substances à suivre sur ce même type de sites en France. On retrouve, parmi ces substances, 18 des 21 PFAS concernées par l'arrêté du 20 juin 2023 (NOR : TREP2315342A) et la campagne ICPE en cours (Tableau 4). Cette liste pourrait être ajustée en fonction des mousses utilisées sur chaque site lorsque l'information est connue. A ce jour, seules certaines de ces substances ont été recherchées et identifiées en France sur des sites d'utilisation de mousses AFFF (Tableau 4, Dauchy et al., 2019b, 2019a). La présence des autres substances sur les sites français n'a pas encore été démontrée.

Cependant, il est important de noter qu'un suivi environnemental de la plupart des substances listées dans le tableau 4 (même restreinte aux substances dont la présence a été démontrée sur certains sites d'utilisation de mousses en France) n'est pas envisageable à l'heure actuelle en raison de l'indisponibilité de méthodes d'analyse ou de standards d'analyse permettant de les identifier et les quantifier. Le développement et la multiplication des méthodes de caractérisation de ces substances est donc nécessaire avant d'envisager leur suivi au droit et dans l'environnement des sites potentiellement impactés par l'utilisation de ces mousses AFFF.

Afin d'orienter les efforts de développement analytique, une priorisation de ces substances en fonction, par exemple, de la disponibilité de standards d'analyse, de leur probabilité de présence sur les sites d'utilisation de mousses AFFF en France, ou encore de la spécificité de la substance vis-à-vis de la source « utilisation de mousses AFFF » (par exemple pour discriminer la source « mousses AFFF » des autres sources de pollution sur un site) pourrait s'avérer nécessaire. La liste complète et détaillée des substances dont la présence est à ce jour suspectée sur les sites d'utilisation des mousses AFFF sont respectivement présentées en Annexe 1 (substances identifiées) et en Annexe 2 (substances nouvellement identifiées).

2.2. PROPRIETES DES SUBSTANCES IDENTIFIEES

Un travail de synthèse bibliographique a été entamé afin de collecter les propriétés physico-chimiques des PFAS listés en Annexes 1 et 2. Ces données doivent permettre de mieux comprendre et modéliser le comportement de ces substances dans l'environnement. Ce travail pourrait, par exemple, permettre de prioriser les substances à cibler sur les sites selon leur risque d'occurrence dans les différents milieux suite à leur rejet dans l'environnement. Cependant, à ce jour, les données ne sont disponibles que pour quelques rares substances (Tableau 5) et ne sont pas toujours cohérentes d'une étude à l'autre (ex : coefficients de partage eau/air, eau/sol qui varient parfois de plusieurs ordres de grandeur). Ces incohérences semblent venir d'un manque de connaissance et de maîtrise des différents paramètres qui influencent simultanément le comportement des PFAS dans les sols et les eaux de surface ou souterraines (ex : pH, force ionique, teneur et nature de la matière organique et des oxydes/hydroxydes de fer présents dans les sols, Cai et al., 2022; Li et al., 2019; Liu et al., 2020; Naidu et al., 2020; Nguyen et al., 2020).

Un temps de travail supplémentaire serait nécessaire à la collecte de ces données. Un tri pourrait être fait par type de données (ex : travaux expérimentaux, de terrain, modélisation numérique) et par type de sol pour permettre une meilleure exploitation des propriétés disponibles dans la littérature scientifique. Ce travail pourrait être complété par l'ajout de nouvelles substances mais aussi d'autres propriétés, telles que :

- Le temps de demi-vie et le profil de dégradation pour indiquer la vitesse à laquelle chaque substance est susceptible de se dégrader en substances plus ou moins toxiques et ainsi, évaluer les substances pouvant être retrouvées (précurseurs ou produits de dégradation) sur un site en fonction de la date d'arrêt d'utilisation des mousses.
- Les coefficients de diffusion moléculaire pour mieux caractériser et modéliser le transport de chacune des substances dans l'environnement.

Les données collectées sur certaines substances sont néanmoins cohérentes avec leur occurrence dans les sols et les eaux (eaux souterraines, de surface) au droit des sites étudiés (Tableau 5).

Tableau 4. PFAS les plus référencés à ce jour dans les eaux et les sols des sites pollués par l'utilisation des mousses AFFF (et identifiées par un numéro CAS).

Les substances dont la présence en France sur certains sites d'utilisation des mousses AFFF a déjà été démontrée (Dauchy et al., 2019b, 2019a) sont en gras et surlignées en bleu.

Abréviation	CAS	Formule chimique	Classe	Eaux (surface/ souterraines)	Sols/ sédiments	Concerné par la campagne ICPE en cours	Références
PFBA	375-22-4	C₄HF₇O₂	Acides carboxyliques poly et perfluorés (PFCA)	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Ahrens et al., 2015; Anderson et al., 2019; Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Berhanu et al., 2023; Bräunig et al., 2019; Cook et al., 2022; D'Agostino and Mabury, 2017a, 2017b; Dauchy et al., 2019b, 2017b; Duncan et al., 2007; ECHA, 2018; Filipovic et al., 2015; Ghorbani Gorji et al., 2024; Gonzalez et al., 2021; Hale et al., 2017; Harding-Marjanovic et al., 2015, 2015; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018, 2013; Kärrman et al., 2011; Langberg et al., 2019; Luo et al., 2020; Nickerson et al., 2020; Olivares et al., 2022; Patch et al., 2024; Place and Field, 2012; Reinikainen et al., 2022b; Roth et al., 2020; Shaw et al., 2019; Wang et al., 2011; Yang et al., 2022)
PFPeA	2706-90-3	C₅HF₉O₂		x	x	x	
PFHxA	307-24-4	C₆HF₁₁O₂		x	x	x	
PFHpA	375-85-9	C₇HF₁₃O₂		x	x	x	
PFOA	335-67-1	C₈HF₁₅O₂		x	x	x	
PFNA	375-95-1	C₉HF₁₇O₂		x	x	x	
PFDA	335-76-2	C₁₀HF₁₉O₂		x	x	x	
PFUnA	2058-94-8	C₁₁HF₂₁O₂		x	x	x	
PFDoA	307-55-1	C₁₂HF₂₃O₂		x	x	x	
PFTeDA	72629-94-8	C₁₃HF₂₅O₂		x	x	x	
PFTeDA	376-06-7	C₁₄HF₂₇O₂	x	x	x		
PFPrS	423-41-6	C ₃ HF ₇ O ₃ S	Acides sulfoniques poly et perfluorés (PFSA)	x	x		(Adamson et al., 2022; Ahrens et al., 2015; Anderson et al., 2021, 2019; Baduel et al., 2017; Bräunig et al., 2019; Choi et al., 2022; Cook et al., 2022; D'Agostino and Mabury, 2017a, 2017b; Dauchy et al., 2019b, 2017b; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Gonzalez et al., 2021; Hale et al., 2017; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018, 2013; Kärrman et al., 2011; Kwadijk et al., 2014; Langberg et al., 2019; Lange, 2019; Liu et al., 2021a; Nickerson et al., 2020; Reinikainen et al., 2022b; Roth et al., 2020)
PFBS	375-73-5	C₄HF₉O₃S		x	x	x	
PFPeS	2706-91-4	C₅HF₁₁O₃S		x	x	x	
PFHxS	355-46-4	C₆HF₁₃O₃S		x	x	x	
PFHpS	375-92-8	C₇HF₁₅O₃S		x	x	x	
PFOS	1763-23-1	C₈HF₁₇O₃S		x	x	x	
PFNS	68259-12-1	C₉HF₁₉O₃S		x	x	x	
PFDS	335-77-3	C₁₀HF₂₁O₃S		x	x	x	
Cl-PFOS	777011-38-8	C ₈ ClF ₁₆ O ₃ S	Acides sulfoniques poly et perfluorés chlorés (Cl-PFSA)	x	x		(Baduel et al., 2017; Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024; Munoz et al., 2020; Nickerson et al., 2020)
FBSA	30334-69-1	C ₄ H ₂ F ₉ NO ₂ S	Perfluoroalcanes sulfonamides (FASA)	x	x		(Adamson et al., 2022; Ahrens et al., 2015; Anderson et al., 2021; Baduel et al., 2017; Barzen-Hanson et al., 2017; Choi et al., 2022; Cook et al., 2022; D'Agostino and Mabury, 2017b, 2017a; Dauchy et al., 2019a, 2019b; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018, 2013; Langberg et al., 2019; Liu et al., 2022, 2024; Munoz et al., 2020; Nickerson et al., 2020; Reinikainen et al., 2022b; Roth et al., 2020)
FPeSA	82765-76-2	C ₅ H ₂ F ₁₁ NO ₂ S		x	x		
FHxSA	41997-13-1	C ₆ H ₂ F ₁₃ NO ₂ S		x	x		
FHpSA	82765-77-3	C ₇ H ₂ F ₁₅ NO ₂ S		x	x		
FOSA	754-91-6	C₈H₂F₁₇NO₂S		x	x		
MeFOSA	31506-32-8	C₉H₄F₁₇NO₂S		x	x		
EtFOSA	4151-50-2	C₁₀H₆F₁₇NO₂S		x	x		
MeFOSE	24448-09-7	C ₁₁ H ₈ F ₁₇ NO ₃ S	Perfluoroalcanes sulfonamides éthanols (FASE)	x	x		(Anderson et al., 2021; Choi et al., 2022; ECHA, 2018; Høisæter et al., 2019; Lange, 2019; Roth et al., 2020)
EtFOSE	1691-99-2	C ₁₂ H ₁₀ F ₁₇ NO ₃ S		x	x		
FOSAA	2806-24-8	C₁₀H₃O₄NSF₁₇	Acides acétiques perfluoroalcanes sulfonamides (FASAA)	x	x		(Adamson et al., 2022; Anderson et al., 2021; Barzen-Hanson et al., 2017; Choi et al., 2022; D'Agostino and Mabury, 2017b, 2017a; Dauchy et al., 2019b; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018; Lange, 2019; Liu et al., 2021a; Nickerson et al., 2020)
MeFOSAA	2355-31-9	C₁₁H₅O₄NSF₁₇		x	x		
EtFOSAA	2991-50-6	C₁₂H₇F₁₇NO₄S		x	x		
6:2 FTSaAm	1383438-86-5	C₁₃H₁₈F₁₃N₂O₂S	Fluorotélomères sulfonamides amides (FTSaAm)	x			(Berhanu et al., 2023; D'Agostino and Mabury, 2017b, 2017a; Dauchy et al., 2019a, 2019b, 2017b; ECHA, 2018; Houtz et al., 2013; Liu et al., 2022, 2024; Place and Field, 2012)
4:2 FTS	757124-72-4	C₆H₅F₉O₃S	Fluorotélomères sulfonates (FTS)	x	x		(Adamson et al., 2022; Anderson et al., 2021, 2019; Backe et al., 2013, 2013; Baduel et al., 2017; Barzen-Hanson et al., 2017; Berhanu et al., 2023; D'Agostino and Mabury, 2017b, 2017a; Dauchy et al., 2019a, 2019b, 2017b; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Gonzalez et al., 2021; Hale et al., 2017; Harding-Marjanovic et al., 2015; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018, 2013; Kärrman et al., 2011; Langberg et al., 2019; Liu et al., 2023, 2024; Luo et al., 2020; Nickerson et al., 2020; Olivares et al., 2022; Reinikainen et al., 2022b; Roth et al., 2020; Wang et al., 2021; Yang et al., 2022)
6:2 FTS	27619-97-2	C₈H₅F₁₃O₃S		x	x	x	
8:2 FTS	39108-34-4	C₁₀H₅F₁₇O₃S		x	x		
10:2 FTS	120226-60-0	C ₁₂ H ₅ F ₂₁ O ₃ S			x		
12:2 FTS	1034143-66-2	C ₁₃ H ₅ F ₂₅ O ₃ S			x		

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Abréviation	CAS	Formule chimique	Classe	Eaux (surface/ souterraines)	Sols/ sédiments	Concerné par la campagne ICPE en cours	Références
6:2 FTOH	647-42-7	C ₈ H ₅ F ₁₃ O	Fluorotélomères d'alcools (FTOH)	x	x		(Berhanu et al., 2023; D'Agostino and Mabury, 2017b; ECHA, 2018; Roth et al., 2020; Shaw et al., 2019; Yang et al., 2022)
6:2 FTCA	53826-12-3	C₈H₃F₁₃O₂	Fluorotélomères d'acides carboxyliques (FTCA)	x			(Adamson et al., 2022; Berhanu et al., 2023; D'Agostino and Mabury, 2017b; Dauchy et al., 2019b, 2017b; Gonzalez et al., 2021; Harding-Marjanovic et al., 2015; Houtz et al., 2018, 2013; Olivares et al., 2022; Shaw et al., 2019; Wang et al., 2011; Yang et al., 2022)
5:3 FTCA	914637-49-3	C ₈ H ₅ F ₁₁ O ₂		x			
6:2 FTUCA	70887-88-6	C₈H₂F₁₂O₂	Fluorotélomères d'acides carboxyliques insaturés (FTUCA)	x			(Adamson et al., 2022; Berhanu et al., 2023; D'Agostino and Mabury, 2017b; Dauchy et al., 2019b, 2017b; Gonzalez et al., 2021; Harding-Marjanovic et al., 2015; Houtz et al., 2018, 2013; Olivares et al., 2022; Shaw et al., 2019; Wang et al., 2011; Yang et al., 2022)
5:3 FTB	171184-14-8	C ₁₂ H ₁₄ F ₁₁ NO ₂	Fluorotélomères bétaïnes (FTB)	x	x		(D'Agostino and Mabury, 2017b, 2017a; Dauchy et al., 2019a; ECHA, 2018; Houtz et al., 2013; Liu et al., 2023, 2024; Munoz et al., 2020; Place and Field, 2012)
5:1:2 FTB	171184-02-4	C ₁₂ H ₁₃ F ₁₂ NO ₂		x	x		
7:3 FTB	171184-15-9	C ₁₄ H ₁₄ F ₁₅ NO ₂		x	x		
7:1:2 FTB	171184-03-5	C ₁₄ H ₁₃ F ₁₆ NO ₂		x	x		
9:3 FTB	171184-16-0	C ₁₆ H ₁₄ F ₁₉ NO ₂		x	x		
9:1:2 FTB	171184-04-6	C ₁₆ H ₁₃ F ₂₀ NO ₂		x	x		
6:2 FTAB	34455-29-3	C ₁₅ H ₁₉ F ₁₃ N ₂ O ₄ S	Fluorotélomères sulfonamides alkylbétaïnes (FTAB)	x	x		(D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019b, 2017b; ECHA, 2018; Gonzalez et al., 2021; Houtz et al., 2018, 2013; Liu et al., 2022, 2024; Munoz et al., 2020; Place and Field, 2012; Shaw et al., 2019)
8:2 FTAB	34455-21-5	C ₁₇ H ₁₉ F ₁₇ N ₂ O ₄ S		x			
10:2 FTAB	34455-35-1	C ₁₉ H ₁₉ F ₂₁ N ₂ O ₄ S		x			
PFBSaAm	68555-77-1	C ₉ H ₁₄ F ₉ N ₂ O ₂ S	Perfluoroalcanes sulfonamides amines (PFSaAm ou AmPr-FASA)	x			(Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Dauchy et al., 2019a, 2017b; Houtz et al., 2018, 2013; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020; Place and Field, 2012)
PFPeSaAm	68555-78-2	C ₁₀ H ₁₄ F ₁₁ N ₂ O ₂ S		x	x		
PFHxSaAm	50598-28-2	C ₁₁ H ₁₄ F ₁₃ N ₂ O ₂ S		x	x		
PFOSaAm	13417-01-1	C ₁₃ H ₁₄ F ₁₇ N ₂ O ₂ S		x			
PFBSaAmA	172616-04-5	C ₁₂ H ₁₈ O ₄ SN ₂ F ₉	Acides perfluoroalcanes sulfonamido amino carboxyliques (PFSaAmA)	x			(Backe et al., 2013; Dauchy et al., 2019a; ECHA, 2018; Houtz et al., 2018, 2013; Liu et al., 2024; Place and Field, 2012)
PFHxSaAmA	81190-41-2	C ₁₄ H ₁₈ O ₄ SN ₂ F ₁₃		x			
4:2 FtTAoS	1432486-88-8	C ₁₃ H ₁₇ F ₉ NO ₄ S ₂	Fluorotélomères thioether amido sulfonates (FtTAoS)	x			(Adamson et al., 2022; Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Berhanu et al., 2023; Dauchy et al., 2019a, 2017b; ECHA, 2018; Harding-Marjanovic et al., 2015; Houtz et al., 2018, 2013; Liu et al., 2022, 2024; Luo et al., 2020; Place and Field, 2012; Weiner et al., 2013; Yi et al., 2018)
6:2 FtTAoS	88992-47-6	C ₁₅ H ₁₇ F ₁₃ NO ₄ S ₂		x	x		
8:2 FtTAoS	755698-73-8	C ₁₇ H ₁₈ F ₁₇ NO ₄ S ₂		x	x		
6:2 FtTHN	88992-46-5	C ₁₄ H ₁₈ F ₁₃ SON	Fluorotélomères Thio Hydroxy Ammonium (FtTHN+)	x			(Dauchy et al., 2019a, 2017b; ECHA, 2018; Place and Field, 2012)
6:2 FTAL	56734-81-7	C ₈ H ₃ F ₁₃ O	Fluorotélomères d'aldéhydes (FTAL)	x			(Berhanu et al., 2023; D'Agostino and Mabury, 2017b; Shaw et al., 2019; Yang et al., 2022)
PFBSi	34642-43-8	C ₄ HF ₉ O ₂ S	Acides perfluoroalcanes sulfoniques (PFSiA)	x	x		(Adamson et al., 2022; Baduel et al., 2017; Barzen-Hanson et al., 2017; Choi et al., 2022; Cook et al., 2022; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)
PFHxSi	115416-67-6	C ₆ HF ₁₃ O ₂ S		x	x		
PFOSi	647-29-0	C ₈ HF ₁₇ O ₂ S		x	x		

Tableau 5. Propriétés physico-chimiques (à 25°C) des PFAS associés à l'utilisation des mousses AFFF. Le K_d , le K_{aw} et le K_{ow} désignent respectivement les coefficients de partages sol/eau, air/eau, et huile/eau.

Nom abr.	Classe	Solubilité dans l'eau (mg/L)	T ébullition (°C)	log K_d (sol/eau)	log K_{aw} (air/eau)	log K_{ow} (huile/eau)	Densité (g/cm ³)	Pression de vapeur (mmHg)
PFPrA	Acides carboxyliques poly et perfluorés (PFCA)	3,00E+03	95-98		-3,35	1,47	1,57	3,9E+1 à 4,2E+1
PFBA		1,37E+03	120-123	-0,8 à -0,4	-2,93	1,94 à 2,82	1,65	2,9E+01
PFPeA		1,97E+02	124	-1,0 à -0,4	-2,55	2,69 à 3,43	1,70	1,0E+01
PFHxA		2,71E+01	143	-0,9 à -0,3	-2,12	3,42 à 4,06	1,72	3,4E+00
PFHpA		3,65E+00	175	-0,5 à 0,1	-1,79	4,15 à 4,67	1,79	1,2E+00
PFOA		4,81E-01	188-192	-0,2 à 0,2	-1,41	4,81 à 5,30	1,80	4,0E-01
PFNA		6,26E-02	218	-0,7 à -0,1	-0,97	5,48 à 5,92	1,75	1,4E-01
PFDA		8,04E-03	218	0,6 à 1,4	-0,53	6,15 à 6,50	1,76	5,0E-02
PFUnA		5,64E-7	230-232	1,2 à 1,8	-0,15	6,82 à 7,15	1,76	1,6E-02
PFDoA		1,29E-04	245	2,3 à 3,1	0,31	7,49 à 7,89	1,77	5,6E-03
PFTTrDA		1,62E-5			0,64	8,16 à 8,61		2,0E-03
PFTeDA		2,02E-6	276		1,03	8,83 à 9,35	1,78	7,7E-04
PFHxDA		3,11E-08			1,92	9,34 à 10,83		
PFBS		Acides sulfoniques poly et perfluorés (PFSA)	3,44E+02	211	-0,9 à -0,3	-4,21	0,98 à 1,82	1,81
PFPeS	4,66E+01		218	-0,7 à -0,5	-3,82	2,49	1,80	1,5E-02
PFHxS	6,17E+00		222	-0,4 à 0,0	-3,36	2,43 à 3,16	1,80	4,4E-01
PFHpS	8,06E-01		226	-0,1 à 0,5	-3,02	3,82	1,80	1,4E-02
PFOS	1,04E-01		249-259	0,4 à 1,0	-2,73	3,92 à 4,49	1,80	5,1E-02
PFNS	1,33E-02			0,8 à 1,6	-2,18	5,16		
PFDS	1,68E-03			1,3 à 2,1	-1,83	5,83 à 7,66		5,3E-03
PFDoS	2,64E-05					7,17		
FBSA	Poly et perfluoroalcanes sulfonamides (FASA)	4,03E+03	163	-0,6	-3,51 à -4,95	3,16	1,78	7,9E-02
FPeSA		8,77E+02			-3,21	3,78		2,9E-02
FHxSA		1,74E+02		0	-2,86 à -4,2	4,41		1,1E-02
FHpSA		2,36E+01			-2,29 à -3,04	5,01		5,1E-03
FOSA		4,40E+00	227	0,5 à 1,3	-1,96 à -3,44	5,62	1,80	1,8E-03
MeFBSA		1,84E+02	215		-2,88 à -2,07	4,25	1,65	3,5E-02
MeFOSA		2,29E-01	227		-0,58		1,70	1,0E-01
EtFBSA		5,82E+01			-1,89	4,14		4,3E-02
EtFPeSA		6,70E+00			-1,33	4,93		1,6E-02
EtFHxSA		2,23E-01	231		-0,65	6,19	1,65	
EtFHpSA		5,60E-02	246		-0,36	6,71	1,70	8,8E-04
FBSE		Perfluoroalcanes sulfonamides éthanols (FASE)	6,24E+02	238		-4,22	3,36	1,68
FPeSE	1,53E+02				-4,04	3,89		6,7E-04
FHxSE	2,22E+01				-3,49	4,71		3,0E-04
FOSE	9,44E-01				-2,99	5,78		3,4E-05
MeFOSE	3,36E-01				-3,11 à -2,35	6		5,0E-05
EtFOSE	1,06E-01		316		-3,15 à -2,08	6,52	1,71	2,9E-05
FOSAA	4,40E+00		319		-5,41		1,80	
MeFOSAA		327		-3,85		1,80		
EtFOSAA		343		-3,98		1,71		
4:2 FTS	Fluorotélomères sulfonates (FTS)	6,24E+02		-0,6 ± 0,2	-6,57 à -5,8	1,32 à 3,21	1,70	2,5E-03
6:2 FTS		1,10E+01	257	-0,2 ± 0,2	-5,66 à -4,85	2,66 à 4,44	1,70	8,2E-04
8:2 FTS		1,82E-01		1,0 ± 0,3	-4,85 à -4,52	4 à 5,66		6,2E-05
10:2 FTS		2,92E-03			-4,05 à -3,87	5,34 à 6,91	1,74	8,4E-06
12:2 FTS					-2,91	7,94		5,2E-06
6:2 FTOH	Fluorotélomères d'alcools (FTOH)	1,87E+01	174		-1,23	3,78 à 4,55		1,1E+00
6:2 FTCA	Fluorotélomères d'acides carboxyliques (FTCA)	5,59E+02			-2,80 à -2,39	4,14		4,3E-02
8:2 FTCA		1,66E+01			-2,04 à -1,63	5,48		5,8E-03
10:2 FTCA		6,19E-01			-1,39 à -0,81	6,69		8,2E-04
12:2 FTCA		4,28E-02			-0,58	7,65		3,1E-04
6:2 FTUCA	Fluorotélomères d'acides carboxyliques insaturés (FTUCA)	2,91E+02			-2,05 à -1,86	4,33		1,4E-01
8:2 FTUCA		1,10E+01			-1,31 à -0,99	5,56		1,8E-02
10:2 FTUCA		3,60E-01			-0,73 à -0,26	6,8		2,3E-03
PFBSi	Acides perfluoroalcanes sulfoniques (PFSiA)	6,84E+04	64-66		-2,83	3,02		2,1E+00
PFHxSi		6,22E+02			-2,18	4,23		2,7E-01
PFOSi		2,26E+01	224		-1,53	5,48	1,86	3,2E-02

Références : <https://substances.ineris.fr> ; US Environmental Protection Agency's EPISuite™ ; Ahmad et al., 2023; Chen et al., 2018, 2009; Ebrahimi et al., 2021; Endo et al., 2023; Hammer and Endo, 2022; Meng et al., 2021; Mussabek et al., 2019; Nguyen et al., 2022, 2020; Rovero et al., 2021; Schlechtriem et al., 2015; Torralba-Sanchez et al., 2023; Wang et al., 2021; Zhang and Suuberg, 2023

Contrairement à d'autres substances, les PFAS dont la solubilité est élevée ne désigne par forcément les substances qui seront rencontrées dans l'eau en raison de la forte hydrophobicité de certaines substances. Les pressions de vapeur saturantes élevées sont surlignées en bleu pour désigner les substances pouvant être aisément volatilisées. Les substances dont le $\log K_{ow}$ est supérieur à 5 sont généralement des polluants du sol ou des sédiments plutôt que des polluants de l'eau. Les substances dont le $\log K_d$ est supérieur à 0 sont les substances généralement les plus facilement sorbées aux particules de sols, tandis que les substances dont le $\log K_d$ est inférieur à 0 seront moins facilement retenues dans les sols et plus facilement relarguées dans l'eau.

3. Conclusions et perspectives

Cet état des lieux montre que plus de 480 substances poly et perfluorées sont à ce jour associées aux mousses AFFF. Cette liste s'allonge de jour en jour. Aujourd'hui, 180 de ces substances ont été identifiées dans les sols et les sédiments et 87 dans les eaux de surface et souterraines des sites impactés par l'utilisation des mousses de type AFFF. Les autres substances ont été identifiées comme composants de certaines mousses mais leur présence dans l'eau et les sols sur les sites d'utilisation n'a pas encore été démontrée.

Il serait envisageable, qu'à terme, certaines de ces substances puissent être suivies dans les milieux concernés sur les sites pollués par l'utilisation de ces mousses. Cependant, si parmi les substances identifiées, certaines sont bien connues et quantifiables et font partie des substances concernées par l'arrêté ICPE de juin 2023 (campagnes de prélèvements en cours), la plupart des autres substances a été découverte récemment et peu de données sont actuellement disponibles quand à leur comportement dans l'environnement. De plus, peu/aucun laboratoire n'est actuellement en capacité de les identifier et les quantifier en raison de l'absence de méthodes de caractérisation ou d'étalons d'analyse. Une première priorisation des substances listées pourrait s'avérer nécessaire afin d'orienter et concentrer les efforts de développement analytique autour des substances dont le risque d'occurrence sur les sites pollués par l'utilisation des mousses AFFF en France est le plus fort, et/ou des substances les plus spécifiques de l'activité en lien avec l'utilisation des mousses AFFF (pour pouvoir discriminer plus spécifiquement cette source de PFAS « AFFF » des autres sources de PFAS sur les sites concernés).

En parallèle, et dans l'attente de ce développement analytique, d'autres approches complémentaires sont envisageables comme l'utilisation des approches indiciaires (ex : mesure du fluor organique adsorbable (AOF)) pour effectuer une première priorisation des sites d'utilisation des mousses AFFF en fonction des concentrations en fluor mesurées sur ces sites. En complément, un travail ciblé pourrait être réalisé sur ces sites prioritaires afin de rechercher la présence de substances poly et perfluorées, de confirmer ou non la présence d'une pollution aux PFAS et d'identifier son origine (source AFFF ou non).

Afin d'affiner la liste des substances à cibler, plusieurs verrous doivent encore être levés et pourraient nécessiter plusieurs actions de recherche, citons :

- Une meilleure identification de la composition chimique des mousses AFFF utilisées en France sur les sites concernés (quelle producteur, composition, date d'utilisation ?). La plupart des données disponibles concerne des mousses produites et utilisées aux Etats Unis ou en Chine et aucune information n'est disponible pour vérifier que les compositions de ces mousses correspondent à celle utilisées sur le territoire français. Une telle action permettrait de cibler la liste des substances poly et perfluorées d'intérêt en fonction des mousses anti incendies réellement utilisées sur le territoire (précurseurs et produits de dégradation).
- Mieux renseigner les propriétés physico-chimiques (coefficients de partage, solubilité, volatilité, dégradabilité, temps de demi-vie, profils de dégradation) de l'ensemble des substances identifiées dans la composition chimique de ces mousses AFFF afin de :
 - Comprendre et modéliser le comportement de ces substances dans l'environnement pour identifier les relations sources-voies de transfert-récepteurs ;
 - Prioriser les substances à suivre sur la base de ces propriétés et des risques qu'elles pourraient causer.

Annexe 1 Liste des substances poly et perfluorées les plus connues associées, à ce jour, à l'utilisation des mousses AFFF et milieux (eaux souterraines et de surface, sols et sédiments) dans lesquelles elles sont habituellement retrouvées sur les sites ayant utilisé ces mousses.

Nom	Abr.	CAS	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs/produits en contenant
Trifluoroacétique acide	TFA	76-05-1	C2HF3O2	114	Acides carboxyliques poly et perfluorés (PFCA)	x	x			(Liu et al., 2022; Patch et al., 2024)	Shanghai Vatten AFFF
Perfluoropropanoïque acide	PFPrA	422-64-0	C3HF5O2	164			x			(Ghorbani Gorji et al., 2024; Patch et al., 2024)	
Perfluorobutanoïque acide	PFBA, HFBA	375-22-4	C4HF7O2	214		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Anderson et al., 2021, 2019; Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Berhanu et al., 2023; Bräunig et al., 2019; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019b, 2017b; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Gonzalez et al., 2021; Hale et al., 2017; Harding-Marjanovic et al., 2015; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018, 2013; Langberg et al., 2019; Liu et al., 2022; Olivares et al., 2022, 2022; Patch et al., 2024; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020)	Ansul AFFF Ansilite®, 3M LightWater, Angus Fire® 1997, 2000 ; Niagara 1-3®, Forexpan Angus Fire® 2007; Hi Combat A™®, 3M® 2005; ATC-603 Light water ATC3, 3M 1999; FC-203FC Light water Br®, AFFF OneSeven B-AR ARC Miljö Towalex 3x3 Towalex 3% master Sthamex AFFF-P 3%®, Chemguard Ultraguard CUG®
Perfluoropentanoïque acide	PFPA, PFPeA	2706-90-3	C5HF9O2	264	x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Anderson et al., 2021, 2019; Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Berhanu et al., 2023; Bräunig et al., 2019; Cook et al., 2022; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019b, 2017b; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Gonzalez et al., 2021; Hale et al., 2017; Harding-Marjanovic et al., 2015; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018, 2013; Kärrman et al., 2011; Langberg et al., 2019; Liu et al., 2022; Nickerson et al., 2020; Olivares et al., 2022; Patch et al., 2024; Place and Field, 2012; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020; Shaw et al., 2019; Wang et al., 2011)	3M LightWater FC-203FC®, 3M® 1999, 1992, 1993, 1998, 1989, 1988 Angus Fire®, 1997, 2000 ; Niagara 1-3®, Forexpan Ansul AFFF Ansilite® , Chemguard Ultraguard CUG®	
Perfluorohéxanoïque acide	PFHxA	307-24-4	C6HF11O2	314	x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Ahrens et al., 2015; Anderson et al., 2021, 2019; Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Berhanu et al., 2023; Bräunig et al., 2019; Cook et al., 2022; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019b, 2017b; ECHA, 2018; Filipovic et al., 2015; Ghorbani Gorji et al., 2024; Gonzalez et al., 2021; Hale et al., 2017; Harding-Marjanovic et al., 2015; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018, 2013; Kärrman et al., 2011; Langberg et al., 2019; Liu et al., 2022; Nickerson et al., 2020; Olivares et al., 2022; Patch et al., 2024; Place and Field, 2012; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020; Shaw et al., 2019, 2019; Wang et al., 2011)	Ansul AFFF Ansilite® 3M LightWater Angus Fire, N/a Angus Fire®, 1997, 2000 ; Niagara 1-3®, Forexpan 3M®, 2005; ATC-603 Light water ATC3 3M, 1999; FC-203FC Light water Br, AFFF 3M® 1999, 1992, 1993, 1998, 1989, 1988, OneSeven B-AR ARC Miljö Towalex plus Towalex 3x3 Towalex 3% super Towalex 3% master Sthamex AFFF-P 3%® Chemguard Ultraguard CUG®	

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	CAS	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs/produits en contenant
Perfluoroheptanoïque acide	PFHpA	375-85-9	C7HF13O2	364		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Ahrens et al., 2015; Anderson et al., 2021, 2019; Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Berhanu et al., 2023; Bräunig et al., 2019; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019b, 2017b; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Gonzalez et al., 2021; Hale et al., 2017; Harding-Marjanovic et al., 2015; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018, 2013; Kärman et al., 2011; Liu et al., 2022; Nickerson et al., 2020; Patch et al., 2024; Place and Field, 2012; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020; Yang et al., 2022)	Ansul AFFF Ansilite® 3M LightWater Angus Fire, N/a Angus Fire®, 1997, 2000 ; Niagara 1-3®; Forexpan Angus Fire®, 2007; Hi Combat A™ Angus Fire®, 2004 Tridol S 3 % 3M®, 2005; ATC-603 Light water ATC3 3M, 1999; FC-203FC Light water Br, AFFF FC-203FC Light Water 3M® OneSeven B-AR ARC Miljö Towalex 3x3 Towalex 3% master Sthamex® AFFF-P 3% , Chemguard Ultraguard CUG®
Perfluorooctanoïque acide	PFOA	335-67-1	C8HF15O2	414		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Ahrens et al., 2015; Anderson et al., 2021, 2019; Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Bräunig et al., 2019; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019b, 2017b; ECHA, 2018; Filipovic et al., 2015; Ghorbani Gorji et al., 2024; Gonzalez et al., 2021; Hale et al., 2017; Harding-Marjanovic et al., 2015; Houtz et al., 2018, 2013; Kärman et al., 2011; Langberg et al., 2019; Liu et al., 2022; Luo et al., 2020; Nickerson et al., 2020; Patch et al., 2024; Place and Field, 2012; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020)	Ansul AFFF Ansilite®, 3M LightWater Angus Fire, N/a Angus Fire®, 1997, 2000 ; Niagara 1-3®, Forexpan 3M®, 2005; ATC-603 Light water ATC3 3M®, 1999; FC-203FC Light water Br, AFFF 3M 1999, 1992, 1993, 1998, 1989, 1988, OneSeven B-AR ARC Miljö Towalex plus Towalex 3x3 Towalex 3% super Towalex 3% master Sthamex AFFF-P 3% FC-203FC 3M Light Water®
Perfluorononanoïque acide	PFNA	375-95-1	C9HF17O2	464		x		x	x	(Adamson et al., 2022; Ahrens et al., 2015; Anderson et al., 2021, 2019; Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Bräunig et al., 2019; Dauchy et al., 2019b, 2017b; ECHA, 2018; Hale et al., 2017; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018, 2013; Langberg et al., 2019; Nickerson et al., 2020; Patch et al., 2024; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020)	Ansul AFFF Ansilite®, 3M LightWater Angus Fire, N/a Angus Fire®, 1997, 2000 ; Niagara 1-3, Forexpan OneSeven B-AR ARC Miljö Towalex 3x3 Towalex 3% master®, Hazard Control Technologies, Inc., 2003 F-500®
Perfluorodécanoïque acide	PFDA; PFDeA	335-76-2	C10HF19O2	514		x		x	x	(Adamson et al., 2022; Ahrens et al., 2015; Anderson et al., 2021, 2019; Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Bräunig et al., 2019; Dauchy et al., 2019b; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Gonzalez et al., 2021; Hale et al., 2017; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018; Langberg et al., 2019; Nickerson et al., 2020; Patch et al., 2024; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020)	Ansul AFFF Ansilite®, 3M LightWater, 3M FC-203FC, Fomtex® Arc 3x3 Towalex plus Towalex 3x3 Towalex 3% master F®, Chemguard Ultraguard CUG®
Perfluoroundécanoïque acide	PFUnA; PFUdA; PFUA	2058-94-8	C11HF21O2	564		x		x	x	(Adamson et al., 2022; Ahrens et al., 2015; Anderson et al., 2021, 2019; Backe et al., 2013; Bräunig et al., 2019; Dauchy et al., 2019b; ECHA, 2018; Gonzalez et al., 2021; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018; Kärman et al., 2011; Langberg et al., 2019; Nickerson et al., 2020; Patch et al., 2024; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020)	3M® LightWater, FC-203FC Ansul Ansilite®, ANSUL Ansilite 6 % AFFF, Chemguard Ultraguard CUG®

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	CAS	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs/produits en contenant
Perfluorododécanoïque acide	PFDoA	307-55-1	C12HF23O2	614		x		x	x	(Adamson et al., 2022; Anderson et al., 2021, 2019; Backe et al., 2013; Bräunig et al., 2019; Dauchy et al., 2019b; ECHA, 2018; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018; Langberg et al., 2019; Nickerson et al., 2020; Patch et al., 2024; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020)	Ansul AFFF Ansulite®, 3M® LightWater, Sthamex F-15 Towalex 3% master®
Perfluorotridécanoïque acide	PFTrDA; PFTriA	72629-94-8	C13HF25O2	664		x		x	x	(Adamson et al., 2022; Anderson et al., 2021, 2019; Backe et al., 2013; Dauchy et al., 2019b; ECHA, 2018; Høisæter et al., 2019; Kärman et al., 2011; Langberg et al., 2019; Patch et al., 2024; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020)	3M® 1965 à 1986
Perfluorotétradécanoïque acide	PFTeA; PFTeDA; PFTA	376-06-7	C14HF27O2	714		x			x	(Anderson et al., 2021, 2019; Backe et al., 2013; ECHA, 2018; Høisæter et al., 2019; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020)	3M® 1965 à 1987, Ansul FC-203FC®, 3M® Light Water
Perfluorooctadécanoïque acide	PFODA	16517-11-6	C18HF35O2	913,9					x	(ECHA, 2018; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020)	
Perfluorohéxadécanoïque acide	PFHxDA, PFHxA	307-24-4	C6HF11O2						x	(Reinikainen and Tarvainen, 2023; Roth et al., 2020)	
Perfluoro-3,7-diméthyl acide	PF-3,7-DMOA	172155-07-6	C10HF19O2	514,08		x			x	(Høisæter et al., 2019; Langberg et al., 2019)	
7H-Perfluoroheptanoïque acide	7H PFHPA; HPFHpA	1546-95-8	C7H2F12O2	346		x			x	(Høisæter et al., 2019; Langberg et al., 2019)	
Perfluoroethane sulfonique acide	PFEtS, PFES	354-88-1	C2HF5O3S	200	Acides sulfoniques poly et perfluorés (PFSA)	x	x	x	x	(Baduel et al., 2017; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024)	3M® 1988 à 2001
Perfluoropropane sulfonique acide	PFPrS	423-41-6	C3HF7O3S	250		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Baduel et al., 2017; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024)	3M® 1988 à 2001
Perfluorobutane sulfonique acide	PFBS	375-73-5	C4HF9O3S	300		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Anderson et al., 2021, 2019; Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Bräunig et al., 2019; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2017b; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Gonzalez et al., 2021; Hale et al., 2017; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018, 2013; Kärman et al., 2011; Langberg et al., 2019; Liu et al., 2022; Nickerson et al., 2020; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020)	Ansul AFFF Ansulite® 3M LightWater® Angus Fire, N/a Angus Fire®, 2000, 1997 ; Niagara 1-3®, Forexpan Angus Fire, 2007; Hi Combat A™ 3M, 2005; ATC-603 Light water ATC3 3M, 1999; FC-203FC Light water Br, AFFF 3M® 1999, 1992, 1993, 1998, 1989, 1988, Chemguard Ultraguard CUG®
Perfluoropentane sulfonique acide	PFPeS	2706-91-4	C5HF11O3S	349,9			x	x	x	(Adamson et al., 2022; Baduel et al., 2017; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019a; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Nickerson et al., 2020; Roth et al., 2020)	
Perfluorohexane sulfonique acide	PFHxS	355-46-4	C6HF13O3S	399,9		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Ahrens et al., 2015; Anderson et al., 2021, 2019; Baduel et al., 2017; Bräunig et al., 2019; Cook et al., 2022; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019a, 2019b; Filipovic et al., 2015; Ghorbani Gorji et al., 2024; Gonzalez et al., 2021; Hale et al., 2017; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018, 2013; Kärman et al., 2011; Kwadijk et al., 2014; Langberg et al., 2019; Liu et al., 2022; Nickerson et al., 2020; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020)	Chemguard Ultraguard CUG®; Ansul AFFF Ansulite® 3M LightWater® Angus Fire®, N/a Angus Fire®, 2000, 1997 ; Niagara 1-3®, Forexpan Angus Fire®, 2007; Hi Combat A™; ATC-603 Light water ATC3; FC-203FC Light water Br, AFFF 3M® 1999, 1992, 1993, 1998, 1989, 1988, 2005

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	CAS	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs/produits en contenant
Perfluoroheptane sulfonique acide	PFHpS	375-92-8	C7HF15O3S	449,9		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019b, 2017b; Ghorbani Gorji et al., 2024; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2013; Liu et al., 2022; Nickerson et al., 2020; Roth et al., 2020)	3M® 1992, 199, 1998, 1989, 1988
Perfluorooctane sulfonique acide	PFOS	1763-23-1	C8HF17O3S	499,9		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Ahrens et al., 2015; Anderson et al., 2021, 2019; Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Bräunig et al., 2019; Choi et al., 2022; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019b, 2017b; ECHA, 2018; Filipovic et al., 2015; Ghorbani Gorji et al., 2024; Gonzalez et al., 2021; Hale et al., 2017; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018, 2013; Kärman et al., 2011; Kwadijk et al., 2014; Langberg et al., 2019; Lange, 2019; Liu et al., 2022, 2022, 2021a; Nickerson et al., 2020; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020)	Chemguard Ultraguard CUG®; 3M® AFFF 1970s – 2001, 2005 3M® Lightwater FC-203FC, ATC-603 Light water ATC3®; Ansul Ansulite® AFFF Angus Fire®, N/a Angus Fire, 1997, 2000 ; Niagara 1-3, Forexpan Angus Fire®, 2007; Hi Combat A™ Hazard Control Technologies, Inc®, 2003 F-500 Dr. Sthamer STHMEX-AFFF 3%®
Perfluorononane sulfonique acide	PFNS	68259-12-1	C9HF19O3S	549,9		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Baduel et al., 2017; Dauchy et al., 2019a; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2022; Nickerson et al., 2020; Roth et al., 2020)	3 M® 1970-2001, Lightwater®
Perfluorodécane sulfonique acide	PFDS, PFDeS	335-77-3	C10HF21O3S	599,9		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Ahrens et al., 2015; Anderson et al., 2019; Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Dauchy et al., 2019b; ECHA, 2018; Gonzalez et al., 2021; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018; Langberg et al., 2019; Nickerson et al., 2020; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020)	Ansulite AR-AFFF®, Chemguard Ultraguard CUG®, 3M®, Ansul AFFF®, Angus Fire®, N/a Fomtec MB 5®
Perfluoroundécane sulfonique acide	PFUnDS	749786-16-1	C11HF23O3S	649,9			x		x	(Baduel et al., 2017; ECHA, 2018)	
Perfluorododécane sulfonique acide	PFDoS	79780-39-5	C12HF25O3S	699,9					x	(Adamson et al., 2022; Nickerson et al., 2020)	
Perfluorotridécane sulfonique acide	PFTrDS	791563-89-8	C13HF27O3S	749,9						(Nickerson et al., 2020)	
Chloro-perfluoroheptane sulfonate	Cl-PFOS	777011-38-8	C8ClF16O3S	514,9	Acides sulfoniques poly et perfluorés chlorés (Cl-PFSA)	x	x	x	x	(Baduel et al., 2017; Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024; Munoz et al., 2020; Nickerson et al., 2020)	3M® 1998, 3M® PFOS, 3M®-FC-95; Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062
4,8-Dioxa-3H-perfluorononanoïque acide (ADONA)	DONA; ADONA	919005-14-4	C7H2F12O4	378		?				(ECHA, 2018)	Mentionné en annex_xv_svhc_ec_206397-9_pfoa_11549 en tant que substitut.
1,1,2,2,3,3,4,4,4-nonafluoro-1-butane sulfonamide	FBSA, PFBSA	30334-69-1	C4H2F9NO2S	299	Perfluoroalcanes sulfonamides (FASA)	x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Baduel et al., 2017; Barzen-Hanson et al., 2017; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024; Munoz et al., 2020; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M062
1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,5-undecafluoro-1-pentanesulfonamide	FPeSA	82765-76-2	C5H2F11NO2S	349		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Baduel et al., 2017; Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024; Munoz et al., 2020; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062
1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonamide	FHxSA	41997-13-1	C6H2F13NO2S	399		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Baduel et al., 2017; Barzen-Hanson et al., 2017; Cook et al., 2022; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019a; Ghorbani Gorji et al., 2024; Houtz et al., 2013; Liu et al., 2022, 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	CAS	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs/produits en contenant
1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,7,7 - pentadecafluoro-1-heptane sulfonamide	FHpSA; PFHpSA	82765-77-3	C7H2F15NO2S	449		x	x	x	x	(Baduel et al., 2017; Barzen-Hanson et al., 2017; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2022; Nickerson et al., 2020)	3 M@ , Lightwater® 1988 à 2001, OR Ansul®
1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptadecafluoro-1-octanesulfonamide	FOSA, PFOSA	754-91-6	C8H2F17NO2S	499		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Ahrens et al., 2015; Anderson et al., 2021, 2019; Baduel et al., 2017; Barzen-Hanson et al., 2017; Choi et al., 2022; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019b; ECHA, 2018; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018, 2013; Langberg et al., 2019; Lange, 2019; Liu et al., 2022, 2024; Nickerson et al., 2020; Reinikainen et al., 2022b; Wang et al., 2021) (Ghorbani Gorji et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062
N-Methyl-n-perfluorobutane sulfonamide	MeFBSA	68298-12-4	C5H4F9NO2S	313,1							
N-Methyl-n-perfluoroheptane sulfonamide	MeFHpSA	68259-14-3	C8H4F15NO2S	463,2				x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)	
N-methyl perfluorooctane sulfonamide	MeFOSA; N-MeFOSA	31506-32-8	C9H4F17NO2S	513		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Anderson et al., 2021; Dauchy et al., 2019b; ECHA, 2018; Høisæter et al., 2019; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020; Roth et al., 2020)	Lightwater® 038
N-ethyl-perfluorobutane-1-sulfonamide	EtFBSA	40630-67-9	C6H6F9NO2S	327,2							
N-Ethyl perfluoropentane sulfonamide	EtFPeSA	162682-16-8	C7H6F11NO2S	377				x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)	
N-Ethyl perfluoroheptane sulfonamide	EtFHpSA	68957-62-0	C9H6F15NO2S	476,6				x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)	
N-Ethyl perfluorooctanesulfonamide	EtFOSA; N-EtFOSA	4151-50-2	C10H6F17NO2S	527		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Anderson et al., 2021; Choi et al., 2022; Dauchy et al., 2019b; ECHA, 2018; Høisæter et al., 2019; Lange, 2019; Liu et al., 2024; Reinikainen et al., 2022b; Roth et al., 2020)	Lightwater® 059
1,1,2,2,3,3,4,4,4-nonafluoro-N-(2-hydroxyethyl)-1-butanefluoro-N-(2-hydroxyethyl)-1-hexanesulfonamide	FBSE	34454-99-4	C6H6F9NO3S	343,2	Perfluoroalcanes sulfonamides éthanols (FASE)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-N-(2-hydroxyethyl)-1-hexanesulfonamide	FHxSE	106443-63-4	C8H6F13NO3S	443,2		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptadecafluoro-N-(2-hydroxyethyl)-1-octanesulfonamide	FOSE	10116-92-4	C10H6F17NO3S	543,2			x		x	(Choi et al., 2022; ECHA, 2018)	
N-Methyl-N-(2-hydroxyethyl)perfluorooctanesulfonamide	MeFOSE	24448-09-7	C11H8F17NO3S	557			x	x	x	(Anderson et al., 2021; ECHA, 2018; Høisæter et al., 2019; Roth et al., 2020)	
1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptadecafluoro-N-(2-hydroxyethyl)-N-methyloctane-1-sulfonamide	EtFOSE	1691-99-2	C12H10F17NO3S	571			x	x	x	(Anderson et al., 2021; Choi et al., 2022; ECHA, 2018; Høisæter et al., 2019; Lange, 2019; Roth et al., 2020)	
Perfluoro-1-octane sulfonamido acétique acide	FOSA	2806-24-8	C10H3O4NSF17	557	Acides acétiques perfluoroalcanes		x	x	x	(Adamson et al., 2022; Dauchy et al., 2019b; ECHA, 2018; Høisæter et al., 2019; Lange, 2019; Liu et al., 2021a)	

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	CAS	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs/produits en contenant
2-(N-Méthyl perfluorooctane sulfonamido) acétique acide	MeFOSAA	2355-31-9	C11H5O4NSF17	570	sulfonamides (FASAA)		x	x	x	(Adamson et al., 2022; Anderson et al., 2021; Barzen-Hanson et al., 2017; Choi et al., 2022; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019b; ECHA, 2018; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018; Nickerson et al., 2020; Roth et al., 2020) (Adamson et al., 2022; Anderson et al., 2021; Barzen-Hanson et al., 2017; Choi et al., 2022, 2022; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019b; ECHA, 2018, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018; Nickerson et al., 2020; Roth et al., 2020)	
2-(N-Ethyl perfluorooctane sulfonamido) acétique acide	EtFOSAA	2991-50-6	C12H8F17NO4S	585		x		x	x		
1-Propanaminium, N,N-diméthyl-N-oxide-3-[[[(3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluorooctyl) sulfonyl] amino]-hydroxide (Capstone A)	DPOSA Capstone 1183A	80475-32-7	C13H17F13N2O3S	528,1	Fluorotélomères sulfonamides (FTSAm)				x	(D'Agostino and Mabury, 2017a; ECHA, 2018)	Dupont, Forafac® 1183,
6:2 Fluorotélomère sulfonamido propyl diméthyl amine	6:2 FTSaAm	1383438-86-5	C13H18F13N2O2S	513.3	Fluorotélomères sulfonamides amides (FTSaAm; N-AP-n:2 FASA; FTA; FTSAPr-DiMeAn)	x	x	x		(Berhanu et al., 2023; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019a; ECHA, 2018; Houtz et al., 2013; Liu et al., 2022, 2024; Place and Field, 2012)	3M, National Foam® 2005, 2007, 2008, Fireade®, Shanghai Vatten AFFF
N-diméthyl ammonio propyl perfluorohexane amide	AmPr-FhxAd	153339-14-1	C11H13ON2F11	399	N-diméthyl ammonio propyl perfluoroalcane amide (PFAAam; AmPr-FAAd; PFOAAam)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
N-diméthyl ammonio propyl perfluorooctane amide	AmPr-FOAd	376-23-8	C13H13ON2F15	499		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
1H,1H,2H,2H-perfluorohexanesulfonate	4:2 FTS	757124-72-4	C6H5F9O3S	328	Fluorotélomères sulfonates (FTS, FTSA)	x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Backe et al., 2013; Berhanu et al., 2023; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019b; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Harding-Marjanovic et al., 2015; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018; Langberg et al., 2019; Luo et al., 2020; Nickerson et al., 2020; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020) (Adamson et al., 2022; Ahrens et al., 2015; Anderson et al., 2021, 2019; Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Berhanu et al., 2023; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019a, 2019b, 2017b; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Gonzalez et al., 2021; Hale et al., 2017; Harding-Marjanovic et al., 2015; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018, 2013; Kärrman et al., 2011; Langberg et al., 2019; Liu et al., 2023, 2022, 2024; Luo et al., 2020; Nickerson et al., 2020; Olivares et al., 2022; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020; Shaw et al., 2019; Wang et al., 2021; Yang et al., 2022)	Angus Fire®, 2004 Tridol S 3% Ansul 2002 Ansulite 3% AFFF-DC-6 Hazard Control Tech 1197 F-500® National Foam®, Solberg®
1H,1H,2H,2H-perfluorooctanesulfonate	6:2 FTS	27619-97-2	C8H5F13O3S	428		x	x	x	x		Chemguard Ultraguard CUG®; Dr. Richard Sthamer GmbH & Co. KG STHMEX-AFFF 3% Hazard Control Tech. ®, 1997 F-500 Angus Fire®, 1997, 2000, 2004 Tridol S 3 %; Niagara 1-3®; Forexpan Angus Fire, 2004 Tridol S 3 % Ansul, 2002 Ansulite 3 % AFFF - DC-4 Ansul, 2006; Ansul Ansulite® ARC National Foam® 2005, 2007, 2008, Shanghai Vatten AFFF

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	CAS	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs/produits en contenant
1H,1H,2H,2H-perfluorodécane sulfonate	8:2 FTS	39108-34-4	C10H5F17O3S	528		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Anderson et al., 2021, 2019; Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Berhanu et al., 2023; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019b, 2017b; ECHA, 2018; Ghorbani Gorji et al., 2024; Hale et al., 2017; Harding-Marjanovic et al., 2015; Høisæter et al., 2019; Houtz et al., 2018, 2013; Langberg et al., 2019; Liu et al., 2023, 2022, 2024; Luo et al., 2020; Nickerson et al., 2020; Reinikainen et al., 2022a; Roth et al., 2020)	Ansul, 2002 Ansilite 3 % AFFF - DC-5 Hazard Control Tech., 1997 F-500 Angus Fire, 2000 ; Niagara 1-3, Angus Fire, 1997; Forexpan®, National Foam 2005, 2007, 2008, Shanghai Vatten AFFF
1H,1H,2H,2H-perfluorodécane sulfonate	10:2 FTS	120226-60-0	C12H5F21O3S	628		x	x		x	(Adamson et al., 2022; Barzen-Hanson et al., 2017; Liu et al., 2023, 2022, 2024; Luo et al., 2020; Nickerson et al., 2020)	Fire Stopper, Ansilite, National Foam 2003, Shanghai Vatten AFFF
12:2 Fluorotélomère sulfonique Acid	12:2 FTS	1034143-66-2	C13H5F23O3S	678,2		x			x	(Barzen-Hanson et al., 2017; Liu et al., 2024; Luo et al., 2020; Munoz et al., 2020)	Fire Stopper, National Foam 2003
14:2 Fluorotélomère sulfonique acide	14:2 FTS	1513864-08-8	C23H18F29NO4S2	987,5		x			x	(Barzen-Hanson et al., 2017; Munoz et al., 2020)	National Foam 2003
2-perfluorobutyl éthanol (4:2)	4:2 FTOH; FBET	2043-47-2	C6H5F9O	264	Fluorotélomères d'alcools (FTOH)		x		x	(Roth et al., 2020)	
1-perfluoropentyl éthanol (5:2 secondaire)	5:2FTOH	914637-05-1	C7H5F11O	314			x			(Berhanu et al., 2023; Roth et al., 2020; Shaw et al., 2019; Yang et al., 2022)	dégradation des précurseurs
2-perfluorohexyl éthanol (6:2)	6:2 FTOH; FHET	647-42-7	C8H5F13O	364			x		x	(Berhanu et al., 2023; D'Agostino and Mabury, 2017a; ECHA, 2018; Roth et al., 2020; Shaw et al., 2019; Yang et al., 2022)	Dégradation des précurseurs
1-perfluoroheptyl éthanol (7:2 secondaire)	7:2sFTOH	24015-83-6	C9H5F15O	414			x			(Berhanu et al., 2023; Roth et al., 2020)	dégradation des précurseurs
2-perfluoroctyl éthanol (8:2)	8:2 FTOH FOET	678-39-7	C10H5F17O	464			x		x	(Berhanu et al., 2023; Roth et al., 2020)	Dégradation des précurseurs
2-pefluorodécyl éthanol (10:2)	10:2 FTOH ; FDET	865-86-1	C12H5F21O	564			x		x	(Roth et al., 2020)	
3,3,4,4,5,5,6,6,6-nonafluoro-hexanoïque acide	4:2 FTCA	70887-89-7	C6H3F9O2	278	Fluorotélomères d'acides carboxyliques (FTCA)		x		(x)	(Shaw et al., 2019)	
3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridécafluorooctanoïque acide	6:2 FTCA, FHEA	53826-12-3	C8H3F13O2	378		x	x	x		(Adamson et al., 2022; Berhanu et al., 2023; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019b, 2017b; Gonzalez et al., 2021; Houtz et al., 2018; Luo et al., 2020; Shaw et al., 2019; Yang et al., 2022)	Fomtec®
3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-heptadécafluorodécanoïque acide	8:2 FTCA, FOEA	27854-31-5	C10H3F17O2	478		x	x			(Berhanu et al., 2023; Dauchy et al., 2019b; ECHA, 2018)	F-500, Hazard Control Tech., 1997 ; dégradation des précurseurs
3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,12-hénicosafuorodécanoïque acide	10:2 FTCA, FDEA	53826-13-4	C12H3F21O2	578					x	(Dauchy et al., 2019b; ECHA, 2018)	
3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,13,13,14,14,14-pentacosafuorotétradécanoïque acide	12:2 FTCA	70887-93-3	C14H3F25O2	678					x	(Nickerson et al., 2020)	
2H,2H,3H,3H-Perfluorohexanoïque acide	3:3 FTCA; FPrPA 4:3 FTCA	356-02-5	C6H5F7O2	242			x			(Harding-Marjanovic et al., 2015)	dégradation précurseurs
							x			(Berhanu et al., 2023; Shaw et al., 2019; Yang et al., 2022)	dégradation précurseurs

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	CAS	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs/produits en contenant	
2H,2H,3H,3H-Perfluorooctanoïque acide	5:3 FTCA; FPpPA	914637-49-3	C8H5F11O2	342		x	x	x		(Adamson et al., 2022; Berhanu et al., 2023; D'Agostino and Mabury, 2017a; Gonzalez et al., 2021; Harding-Marjanovic et al., 2015; Houtz et al., 2018; Olivares et al., 2022; Shaw et al., 2019; Yang et al., 2022)	Ansilite AR-AFFF, Chemguard Ultraguard CUG + dégradation précurseurs	
2H,2H,3H,3H-Perfluorodecanoïque acide	7:3 FTCA; FHpPA	812-70-4	C10H5F15O2	442			x			(Berhanu et al., 2023; Harding-Marjanovic et al., 2015)	dégradation précurseurs	
4:2 Fluorotélomère insaturé carboxylic acide	4:2 FTUCA	70887-90-0	C6H2F8O2	258	Fluorotélomères d'acides carboxyliques insaturés (FTUCA; FTUA)		x	(x)		(Harding-Marjanovic et al., 2015; Shaw et al., 2019)	dégradation précurseurs	
5:3 Fluorotélomère insaturé carboxylic acide	5:3 FTUCA	875878-70-9	C8H3F11O2	340,1			x	(x)		(Berhanu et al., 2023)	dégradation précurseurs	
6/2 Fluorotélomère insaturé carboxylic acide	6:2 FTUCA	70887-88-6	C8H2F12O2	358		x	x	x		(Adamson et al., 2022; Berhanu et al., 2023; D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019b; Gonzalez et al., 2021; Harding-Marjanovic et al., 2015; Houtz et al., 2018; Olivares et al., 2022; Shaw et al., 2019; Wang et al., 2011; Yang et al., 2022)	Ansilite AR-AFFF, Chemguard Ultraguard CUG + dégradation précurseurs	
7:3 Fluorotélomère insaturé carboxylic acide	7:3 FTUCA	755-03-3	C10H3F15O2	440,1			x			(Berhanu et al., 2023)	dégradation précurseurs	
8:2 Fluorotélomère insaturé carboxylic acide	8:2 FTUCA	70887-84-2	C10H2F16O2	458		x	x		(Berhanu et al., 2023; Dauchy et al., 2019b; Harding-Marjanovic et al., 2015; Houtz et al., 2018)	dégradation précurseurs		
10:2 Fluorotélomère insaturé carboxylic acide	10:2 FTUCA	70887-94-4	C12H2F20O2	558		x			(Dauchy et al., 2019b; ECHA, 2018)			
2-[(4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-Undecafluorooctyl)dimethyl-ammonio]acetate	5:3 FTB	171184-14-8	C12H14F11NO2	413,1	Fluorotélomères bétaines (FTB)	x		x	x	(D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019a, 2017b; ECHA, 2018; Houtz et al., 2013; Liu et al., 2023, 2024; Munoz et al., 2020; Place and Field, 2012)	3M, Buckeye 2009, Ansilite	
2-[(3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-Dodecafluorooctyl)dimethyl-ammonio]acetate	5:1:2 FTB	145441-31-2; 171184-02-4	C12H13F12NO2	431,2		x		x	x	(D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019a, 2017b; ECHA, 2018; Houtz et al., 2013; Liu et al., 2023, 2024; Munoz et al., 2020; Place and Field, 2012)	3M Ansil, 2002 Ansilite 3% AFFF DC-3 Buckeye 2009, Buckeye AFFF 2004	
N-(carboxymethyl)-1H,1H,2H,2H,3H,3H - N,N-dimethylperfluorodecan-1-aminium	7:3 FTB	171184-15-9	C14H14F15NO2	513,2		x		x	x	(D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019a, 2017b; ECHA, 2018; Houtz et al., 2013; Liu et al., 2023, 2024; Munoz et al., 2020; Place and Field, 2012)	Buckeye 2009, Ansil, 2002 Ansilite 3% AFFF DC-3	
N-(carboxymethyl)-1H,1H,2H,2H,3H - N,N-dimethylperfluorodecan-1-aminium	7:1:2 FTB	171184-03-5	C14H13F16NO2	531,2		x		x	x	(D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019a, 2017b; ECHA, 2018; Houtz et al., 2013; Liu et al., 2023, 2024; Munoz et al., 2020; Place and Field, 2012)	3M Buckeye 2009, Ansilite	
N-(carboxymethyl)-1H,1H,2H,2H,3H,3H - N,N-dimethylperfluorododecan-1-aminium	9:3 FTB	171184-16-0	C16H14F19NO2	613,3		x			x	(D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019a; ECHA, 2018; Houtz et al., 2013; Liu et al., 2023, 2024; Munoz et al., 2020; Place and Field, 2012)	Buckeye 2009, 3M 1988, 3M 1989, 3M 1993A, 3M 1993B, 3M 1998, 3M 2001, Ansil, 2002 Ansilite 3% AFFF DC-3	
N-(carboxymethyl)-1H,1H,2H,2H,3H - N,N-dimethylperfluorododecan-1-aminium	9:1:2 FTB	171184-04-6	C16H13F20NO2	631,3		x		x	x	(D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019a; ECHA, 2018; Houtz et al., 2013; Liu et al., 2023, 2024; Munoz et al., 2020; Place and Field, 2012)	3M Buckeye AFFF 2004 Buckeye 2009, Ansilite	
11:3 Fluorotélomère bétaine	11:3 FTB	171184-17-1	C18F23H15NO2	714			x				(Liu et al., 2023, 2024; Munoz et al., 2020)	Ansilite

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	CAS	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs/produits en contenant
6:2 Fluorotélomère sulfonamide betaine	CDPOS Capstone 1157 B 6:2 FTAB , 6:2 FTSAPr-B	34455-29-3	C15H19F13N2O4 S	570,1	Fluorotélomères sulfonamides alkylbétaines (FTAB, FtSaB, N-CMAMPr-n:2 FASA; FTSAPrB; FTTh-EtAdPrB)	x		x	x	(D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019b, 2017b; ECHA, 2018; Gonzalez et al., 2021; Houtz et al., 2018, 2013; Liu et al., 2022, 2024; Munoz et al., 2020; Place and Field, 2012; Shaw et al., 2019)	Ansulite AR-AFFF®, Chemguard Ultraguard CUG®, Chemours, STHAMEX® -AFFF 3% F-15 #4341 Dupont Forafac 1157® Dr. Sthamer, 3M®, National Foam F-500®, Hazard Control Tech.®, 1997 (Foam 1) Angus Fire®, 2004 Tridol S Angus Fire, 2000 Niagara 1-3 Chemours®, Fireade, National foam® 2005, 2008, Artic Foam® AFFF, Zonyl FS-500®; Shanghai Vatten AFFF
8 :2 Fluorotélomère sulfonamide betaine	8:2 FTAB	34455-21-5	C17H19F17N2O4 S	670.0		x		x		(D'Agostino and Mabury, 2017a; Dauchy et al., 2019a; ECHA, 2018; Houtz et al., 2018, 2013; Liu et al., 2022, 2024; Munoz et al., 2020; Place and Field, 2012)	National Foam® 2005, 2007, 2008, F-500, Hazard Control Tech.®, 1997, Fireade®, Artic Foam®, Shanghai Vatten AFFF
10:2 Fluorotélomères sulfonamides alkylbétaines	10:2 FTAB	34455-35-1	C19H19F21N2O4 S	770.0		x		x		(Dauchy et al., 2019a; ECHA, 2018; Houtz et al., 2018, 2013; Liu et al., 2022, 2024; Munoz et al., 2020; Place and Field, 2012)	F-500 Hazard Control Tech.®, 1997 National Foam® 2003, 2005, 2007, 2008, Fire Service Plus AFFF® 2011, Fireade®, Artic Foam®, Shanghai Vatten AFFF
12:2 Fluorotélomères sulfonamides alkylbétaines	12:2 FTAB	278598-45-1	C21H19F25N2O4S	870		x				(ECHA, 2018; Liu et al., 2024; Munoz et al., 2020)	3M®, Ansul®, 2006, Arctic foam®
N-(3-(diméthyl amino)propyl)-perfluoropropane-1-sulfonamide	PFPrSaAm	1513864-23-7	C8H14F7N2O2S	335	Perfluoroalcanes sulfonamide amines (PFSaAm ou PFSAM; PFASAM; PFASAC-T; AmPr-FASA; N-AP-FASA)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
N-(3-(diméthyl amino)propyl)-perfluorobutane-1-sulfonamide	PFBSaAm	68555-77-1	C9H14F9N2O2S	385		x		x		(Backe et al., 2013; Houtz et al., 2018, 2013; Liu et al., 2024; Place and Field, 2012)	3M® 1989, 1992-2001; Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
N-(3-(diméthyl amino)propyl)-perfluoropentane-1-sulfonamide	PFPeSaAm	68555-78-2	C10H14F11N2O2S	435		x		x	x	(Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Houtz et al., 2018, 2013; Liu et al., 2024; Place and Field, 2012)	3M® 1988, 1989, 1992-2001; Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
N-(3-diméthylaminopropan-1-yl)perfluoro-1-hexanesulfonamide	PFHxSaAm, AmPr-FHxSA	50598-28-2	C11H14F13N2O2 S	485		x	x	x	x	(Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Dauchy et al., 2019a; Houtz et al., 2018, 2013; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	3M® 1988, 3M 1989, 3M 1992-2001; Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
N-(3-diméthylaminopropan-1-yl)perfluoro-1-heptanesulfonamide	PFOSaAm, PFOSAm	13417-01-1; 236-513-3	C13H14F17N2O2 S	585		x		x		(Backe et al., 2013; Dauchy et al., 2019a, 2017b; ECHA, 2018; Liu et al., 2024, 2021b)	National Foam® ; Ansulite®; 3M Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
3-(N-(3-(diméthylamino)propyl)-perfluorobutylsulfonamido)propanoïque acide	PFBSaAmA	172616-04-5	C12H18O4SN2F9	457	Acides perfluoroalcanes sulfonamido amino carboxyliques	x		x		(Backe et al., 2013; ECHA, 2018; Houtz et al., 2018, 2013; Liu et al., 2024)	3M® 1989, 1992 à 2001; Lightwater® 030, 053, 059, 3M® 062
3-(N-(3-(diméthylamino)propyl)-perfluorohexylsulfonamid o)propanoïque acide	PFHxSaAmA	141607-32-1; 81190-41-2	C14H18O4SN2F1 3	557	(PFSaAmA, PFSAMA, PFASAC_R; CEtAmPr-FASA)	x		x		(Backe et al., 2013; Dauchy et al., 2019a; Houtz et al., 2018, 2013; Liu et al., 2024; Place and Field, 2012)	3M® 1989, 1992 à 2001; Lightwater® 030, 053, 059, 3M® 062

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	CAS	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs/produits en contenant
4:2 Fluorotélomère thioether amido sulfonique acide	4:2 FtTAoS	1432486-88-8	C13H17F9NO4S2	486,4	Fluorotélomères thioether amido sulfonates (FtTAoS ou FTSAS; FTTh-PrAd-DiMeEtS)	x		x		(Backe et al., 2013; Berhanu et al., 2023; Dauchy et al., 2017b; ECHA, 2018; Harding-Marjanovic et al., 2015; Houtz et al., 2018; Liu et al., 2024; Luo et al., 2020)	Ansul®, Angus Fire®, 2004 Tridol S Ansul 2002 Ansulite 3% AFFF DC-3®, Ansul®, 2006, Ansul Ansulite ARC Hazard Control Tech.®, 1997, F-500 Chemguard®, Ansul, Angus Fire
6:2 Fluorotélomère thioether amido sulfonique acide	6:2 FtTAoS, FTTh-PrAd-DiMeEtS, 6:2 FTSAS	88992-47-6	C15H17F13NO4S2	586,4		x		x	x	(Adamson et al., 2022; Backe et al., 2013; Baduel et al., 2017; Berhanu et al., 2023; Dauchy et al., 2019a, 2017b; ECHA, 2018; Harding-Marjanovic et al., 2015; Houtz et al., 2018, 2013; Liu et al., 2022, 2024; Place and Field, 2012; Weiner et al., 2013; Yi et al., 2018)	Angus Fire®, 2004 Tridol S Ansul® 1986, 1987, Angus Fire®, 2000 Niagara 1-3®, Ansul, 2002, Ansulite 3% AFFF DC-3 Ansul® 2009, Ansul 2010, Chemguard® 2008 F-500®, Chemguard® 2010, Hazard Control Tech®, 1997, Shanghai Vatten AFFF
8:2 Fluorotélomère thioether amido sulfonique acide	8:2 FtTAoS; 8:2 FTThPrAdDiMeEtS	755698-73-8	C17H18F17NO4S2	686		x		x	x	(Adamson et al., 2022; Backe et al., 2013; Berhanu et al., 2023; ECHA, 2018; Harding-Marjanovic et al., 2015; Houtz et al., 2018, 2013; Liu et al., 2024; Luo et al., 2020; Place and Field, 2012)	Chemguard®, Ansul®, 2006; Ansul Ansulite ARC®; Ansul®, 2002 Ansulite 3% AFFF DC-3®, Angus Fire®, 2004, Tridol S Angus Fire®, 2000; Niagara 1-3®, Hazard Control Tech.®, 1997 F-500®; Ansul® 1986-1987
6:2 Fluorotélomère thiohydroxyle ammonium	6:2 FtTHN	88992-46-5	C14H18F13SON	495	Fluorotélomères Thiohydroxy ammonium (FtTHN+)	x		x		(Dauchy et al., 2019a, 2017b; ECHA, 2018; Place and Field, 2012)	Angus Fire®, 2004, Tridol S Ansul® 1986, 1987, Angus Fire®, 2000 Niagara 1-3®, Ansul, 2002 Ansulite 3% AFFF DC-3®, Ansul 2009, 2010, Chemguard 2008 F-500®, Hazard Control Tech.®, 1997
4-((3-(dimethylamino)propyl)amino)-4-oxo-2((1H,1H,2H,2H-perfluorododecyl)thio)butanoïque acide	10:2 Fluorotélomère thioether amino carboxylic acide	1383438-90-1	C21F21H21SO3N3	794	Fluorotélomères thioether amino carboxyliques acides (FtTACA)	x				(Place and Field, 2012)	Chemguard®
3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluorooctanal	6:2 FTAL	56734-81-7	C8H3F13O	362,1	Fluorotélomères d'aldéhydes (FTAL)		x	x		(Berhanu et al., 2023; D'Agostino and Mabury, 2017a; Shaw et al., 2019; Yang et al., 2022)	
3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-heptadecafluorodecanal	8:2 FTAL	135984-68-8	C10H3F17O	462,1			x			(Berhanu et al., 2023)	
Perfluoroprobutane sulfinate	PFBSi	34642-43-8	C4HF9O2S	284,1	Acides sulfoniques perfluoroalcanes (PFSiAs; PFASi)	x	x	x	x	(Baduel et al., 2017; Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 053, 059, 3M® 062
Perfluorohexane sulfinate	PFHxSi	115416-67-6	C6HF13O2S	384		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Baduel et al., 2017; Barzen-Hanson et al., 2017; Cook et al., 2022; Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 030, 053, 059, 3M® 062
Perfluorooctane sulfinate	PFOSi	647-29-0	C8HF17O2S	484		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Barzen-Hanson et al., 2017; Choi et al., 2022; ECHA, 2018; Liu et al., 2024, 2021a; Nickerson et al., 2020)	3M® 1988, 1989, Lightwater® 030, 053, 059, 3M® 062

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	CAS	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs/produits en contenant
bis(1H,1H,2H,2H-perfluorooctyl)phosphate	6:2diPAP	57677-95-9	C16H9F26O4P	790	Diesters de phosphate de fluorotélomères (diPAP)	x				(Luo et al., 2020)	Chemguard®
perfluorooctane sulfonamidoalkyl betaine	PFOSB, CMeAmPr-FOSA	75046-16-1	C15H16O4SN2F17	643	Perfluoroalcanes sulfonamides bétaines (PFASB; PFOSB; CMeAmPr-FOSA)	x	x		x	(Liu et al., 2024, 2021a)	Lightwater® 053, 3M® 062
Perfluorooctane amide betaine	CMeAmPr-FOAA, PFOAB	90179-39-8	C15H15F15N2O3	556,3	Perfluoroalcanes amides bétaines (PFAB; PFOAB; CMeAmPr-FOAd)		x			(Liu et al., 2024)	
3-perfluorobutyl propanoïque acide	C3 FAPA	80705-13-1	C6H4F7O2	241	3-Perfluoroalcanes propanoïques Acides (FAPA)		x	x		(Barzen-Hanson et al., 2017)	

Les substances en gras surlignées en bleu sont celles qui ont déjà été identifiées au moins une fois dans les sols et/ou les eaux sur un site français ayant utilisé des mousses AFFF.

Annexe 2 Liste des substances poly et perfluorées nouvellement découvertes (sans numéro CAS) et/ou dont la présence est actuellement suspectée dans la composition des mousses ou sur les sites ayant utilisé des mousses AFFF.

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
Pentafluorosulfide-perfluoropentanoïque acide	F5S-PFHxA	C6HO2SF15	422	Acides carboxyliques poly et perfluorés (PFCA)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater 030
Perfluorométhane sulfonique acide	PFMeS	CHO3SF3	150	Acides sulfoniques poly et perfluorés (PFSA)		x	x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)	
7:1 Perfluoroalcane Sulfonate	F7S-PFOS	C8H3O3SF15	463		x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 047, 053, 059
Pentafluorosulfide-Perfluorobutane sulfonate	F5S-PFBS	C4F13O3S2	407		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Pentafluorosulfide-Perfluoropentane sulfonate	F5S-PFPeS	C5F15O3S2	457		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Pentafluorosulfide-Perfluorohexane sulfonate	F5S-PFHxS	C6F17O3S2	507		x				(Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Pentafluorosulfide-Perfluoroheptane sulfonate	F5S-PFHpS	C7F19O3S2	557		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Pentafluorosulfide-Perfluorooctane sulfonate	F5S-PFOS	C8F21O3S2	607		x				(Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Pentafluorosulfide-Perfluorononane sulfonate	F5S-PFNS	C9F23O3S2	657		x				(Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Pentafluorosulfide-Perfluorodecane sulfonate	F5S-PFDS	C10F25O3S2	707		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Sulfo-substitué perfluorobutyl carboxylates	S-PFPeA	C5H2O5SF8	325		Acides carboxyliques poly et perfluorés sulfo-substitués (S-PFCAs)			x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)
Sulfo-substitué perfluoropentyl carboxylates	S-PFHxA	C6H2O5SF10	375				x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)	
Sulfo-substitué perfluorohexyl carboxylates	S-PFHpA	C7H2O5SF12	425				x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)	
Sulfo-substitué perfluoroheptyle carboxylates	S-PFOA	C8H2O5SF14	475				x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)	
Sulfo-substitué perfluorooctyl carboxylates	S-PFNA	C9H2O5SF16	525				x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)	
Hydrogène substitué Perfluoroéthane sulfonate	H-PFBS	C4H2O3SF8	281	Acides sulfoniques poly et perfluorés hydrogène-substitués (H-PFSAs, H-PFAS)	x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Hydrogène substitué Perfluoropropane sulfonate	H-PFPeS	C5H2O3SF10	331		x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Hydrogène substitué Perfluorobutane sulfonate	H-PFHxS	C6H2O3SF12	381		x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Hydrogène substitué Perfluoropentane sulfonate	H-PFHpS	C7H2O3SF14	431		x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Hydrogène substitué Perfluorohexane sulfonate	H-PFOS	C8H2O3SF16	481		x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
Hydrogène substitué Perfluoroheptane sulfonate	H-PFNS	C9H2O3SF18	531		x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Hydrogène substitué Perfluorooctane sulfonate	H-PFDS	C10H2O3F20	581		x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
	H-PFUnDS	C11H2O3F22	631		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
perfluoro-2-oxoalkanesulfonique acide	K-PFPrS	C3HO4SF5	227	Kéto- acides sulfoniques poly et perfluorés (K-PFSA; K-PFAS)			x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)	
perfluoro-3-oxoalkanesulfonique acide	K-PFPeS	C5HO4SF9	327		x		x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	3M® 1988, 1989, 1993, 1998, 2001, 3M® PFOS, 3M® FC-95
perfluoro-4-oxoalkanesulfonique acide	K-PFHxS	C6HO4SF11	377		x		x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	3M® 1988, 1989, 1993, 1998, 2001, 3M® PFOS, 3M® FC-95
perfluoro-5-oxoalkanesulfonique acide	K-PFHpS	C7HO4SF13	427		x		x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	3M® 1988, 1989, 1993, 1998, 2001, 3M® PFOS, 3M® FC-95
perfluoro-6-oxoalkanesulfonique acide	K-PFOS	C8HO4SF15	477		x		x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	3M® 1988, 1989, 1993, 1998, 2001, 3M® PFOS, 3M® FC-95
perfluoro-7-oxoalkanesulfonique acide	K-PFNS	C9HO4SF17	527		x				(Barzen-Hanson et al., 2017)	3M® 1988, 1989, 1993, 1998, 2001, 3M® PFOS, 3M® FC-95
perfluoro-8-oxoalkanesulfonique acide	K-PFDS	C10HO4SF19	577		x				(Barzen-Hanson et al., 2017; Nickerson et al., 2020)	3M® 1988, 1989, 1993, 1998, 2001, 3M® PFOS, 3M® FC-95
Hydrogène substitué Perfluoroethane Acid	H-PFBA	C4H2O2F6	195		Acides carboxyliques poly et perfluorés hydrogène-substitués (H-PFCA; H-PFAA)			x		(Barzen-Hanson et al., 2017)
Hydrogène substitué Perfluoropropane Acid	H-PFPeA	C5 H2O2F8	245				x		(Barzen-Hanson et al., 2017)	
Hydrogène substitué Perfluorobutane Acid	H-PFHxA	C6 H2O2F10	295				x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024)	
Hydrogène substitué Perfluoropentane Acid	H-PFHpA	C7 H2O2F12	345	x			x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030
Hydrogène substitué Perfluorohexane Acid	H-PFOA	C8 H2O2F14	395	x			x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030
Hydrogène substitué Perfluoroheptane Acid	H-PFNA	C9 H2O2F16	445				x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024)	
Hydrogène substitué Perfluorooctane Acid	H-PFDA	C10 H2O2F18	495				x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024)	
Hydrogène substitué Perfluorononane Acid	H-PFDoA	C12H2O2F22	595				x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)	
Insaturé Perfluorométhane Sulfonate	U-PFHxS	C6HO3SF11	361	Perfluoroalcane sulfonate insaturés (UPFSA)	x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Insaturé Perfluoroethane Sulfonate	U-PFHpS	C7HO3SF13	411		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Insaturé Perfluoropropane Sulfonate	U-PFOS	C8HO3SF15	461		x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Insaturé Perfluorobutane Sulfonate	U-PFNS	C9HO3SF17	511		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Insaturé Perfluoropentane Sulfonate	U-PFDS	C10HO3SF19	561		x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Insaturé Perfluorohexane Sulfonate	U-PFUnDS	C11HO3SF21	611		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Insaturé Perfluoroheptane Sulfonate	U-PFDoS	C12HO3SF23	661		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Insaturé Perfluorooctane Sulfonate	U-PFTrDS	C13HO3SF25	711		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
Oxa-Perfluoroéthane sulfonate	O-PFPrS	C3HO4SF7	265	Oxa-perfluoroalcane sulfonates (O-PFSA; O-PFAS)	x				(Barzen-Hanson et al., 2017)	3M® 1988, 1989, 1993, 3M®-PFOS, 3M FC-95
Oxa-Perfluoropropane sulfonate	O-PFBS	C4HO4SF9	315		x				(Barzen-Hanson et al., 2017; Liu et al., 2024)	3M 1988, 1989, 1993, 3M-PFOS, 3M FC-95, Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Oxa-Perfluorobutane sulfonate	O-PFPeS	C5HO4SF11	365		x				(Barzen-Hanson et al., 2017; Liu et al., 2024)	3M 1988, 1989, 1993, 3M-PFOS, 3M FC-95, Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Oxa-Perfluoropentane sulfonate	O-PFHxS	C6HO4SF13	415		x				(Barzen-Hanson et al., 2017; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	3M 1988, 1989, 1993, 3M-PFOS, 3M FC-95, Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Oxa-Perfluorohexane sulfonate	O-PFHpS	C7HO4SF15	465		x		x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	3M 1988, 1989, 1993, 3M-PFOS, 3M FC-95, Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Oxa-Perfluoroheptane sulfonate	O-PFOS	C8HO4SF17	515		x				(Barzen-Hanson et al., 2017; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	3M 1988, 1989, 1993, 3M-PFOS, 3M FC-95, Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Oxa-Perfluorooctane sulfonate	O-PFNS	C9HO4SF19	565		x				(Barzen-Hanson et al., 2017; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	3M 1988, 1989, 1993, 3M-PFOS, 3M FC-95, Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Oxa-Perfluorononane sulfonate	O-PFDS	C10HO4SF21	615		x				(Barzen-Hanson et al., 2017; Liu et al., 2024)	3M 1988, 1989, 1993, 3M-PFOS, 3M FC-95, Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Oxa-Perfluorodécane sulfonate	O-PFUnDS	C11HO4SF23	665		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Oxa-Perfluoroundécane sulfonate	O-PFDoS	C12HO4SF25	715		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Oxa-Perfluorododécane sulfonate	O-PFTrDS	C13HO4SF27	765	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062	
Insaturé éther Perfluoroéthane Sulfonate	U-O-PFPrS	C3HO4SF5	228	Ether Perfluoroalcane Sulfonates insaturés (U-O-PFSA)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
insaturé éther Perfluoropropane Sulfonate	U-O-PFBS	C4HO4SF7	278		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Insaturé éther Perfluorobutane Sulfonate	U-O-PFPeS	C5HO4SF9	328		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Insaturé éther Perfluoropentane Sulfonate	U-O-PFHxS	C6HO4SF11	378		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Insaturé éther Perfluorohexane Sulfonate	U-O-PFHpS	C7HO4SF13	428		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Insaturé éther Perfluoroheptane Sulfonate	U-O-PFOS	C8HO4SF15	478		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Insaturé éther Perfluorooctane Sulfonate	U-O-PFNS	C9HO4SF17	528		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Insaturé éther Perfluorononane Sulfonate	U-O-PFDS	C10HO4SF19	578		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Insaturé éther Perfluorodécane Sulfonate	U-O-PFUnDS	C9HO4SF21	628		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Insaturé éther Perfluorodécane Sulfonate	U-O-PFDoS	C10HO4SF23	678		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Insaturé éther Perfluorododécane Sulfonate	U-O-PFTrDS	C11HO4SF24	728	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062	
Hydrogène substitué-insaturé perfluorobutane sulfonate	H-UPFOS	C8H2O3SF14	443	hydrido-perfluoroalcane sulfonate insaturés (H-UPFSA)	x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 030, 047, 053, 059

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
Chloro-perfluoroethane sulfonate	Cl-PFPrS	C3HO3SCIF6	264,9	Acides sulfoniques poly et perfluorés chlorés (Cl-PFSA)	x				(Barzen-Hanson et al., 2017)	3M® 1998, 3M® PFOS, 3M®-FC-95
Chloro-perfluoropropane sulfonate	CL-PFBS	C4HO3SCIF8	314,9		x			x	(Barzen-Hanson et al., 2017; Nickerson et al., 2020)	3M® 1998, 3M® PFOS, 3M®-FC-95
Chloro-perfluorobutane sulfonate	CL-PFPeS	C5HO3SCIF10	364,9		x				(Barzen-Hanson et al., 2017; Liu et al., 2024)	3M® 1998, 3M® PFOS, 3M®-FC-95; Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Chloro-perfluoropentane sulfonate	Cl-PFHxS	C6HO3SCIF12	414,9		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Baduel et al., 2017; Liu et al., 2024)	3M® 1998, 3M® PFOS, 3M®-FC-95
Chloro-perfluorohexane sulfonate	Cl-PFHpS	C7HO3SCIF14	464,9		x				(Barzen-Hanson et al., 2017; Liu et al., 2024)	3M® 1998, 3M® PFOS, 3M®-FC-95; Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Chloro-perfluorooctane sulfonate	Cl-PFNS	C9HO3SCIF18	564,9		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Chloro-perfluorononane sulfonate	Cl-PFDS	C10HO3SCIF20	614,9		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Perfluoroethane sulfonamide	FeTSA	C2H2O2NSF5	198	Sulfonamides poly- et perfluoroalkylées (FASA)			x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024)	
Perfluoropropane sulfonamide	FPrSA	C3H2O2NSF7	248		x		x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Perfluorononane sulfonamide	FNSA	C9H2F19NO2S	549		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
N-Methyl-n-perfluoroethane sulfonamide	MeFMeSA	C2H4O2NSF3	162				x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)	
N-sulfo propyl perfluoropropane sulfonsmide	SPr-FPrSA	C6H8O5NS2F7	370	N-sulfo propyl perfluoroalcane sulfonsmide (SPr-FASA; N-SP-FASA)			x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)	
N-sulfo propyl perfluorobutane sulfonsmide	SPr-FBSA	C7H8O5NS2F9	420		x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 047, 059
N-sulfo propyl perfluoropentane sulfonsmide	SPr-FPeSA	C8H8O5NS2F10	470				x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)	
N-sulfo propyl perfluorohexane sulfonsmide	SPr-FHxSA	C9H8O5NS2F13	520		x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 047, 059
N-TriméthylAmmonio-hydroxyPropyl perfluoroethane SulfonAmide	TAm-OHPr-FeTSA	C8H16F5N2O3S	315	N-Triméthyle ammonio-hydroxy propyl perfluoroalcane Sulfonamide (TAm-OHPr-FASA)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-TriméthylAmmonio-hydroxyPropyl perfluoropropane SulfonAmide	TAm-OHPr-FPrSA	C9H16F7N2O3S	365		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-TriméthylAmmonio-hydroxyPropyl perfluorobutane SulfonAmide	TAm-OHPr-FBSA	C10H16F9N2O3S	415		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-TriméthylAmmonio-hydroxyPropyl perfluoropentane SulfonAmide	TAm-OHPr-FPeSA	C11H16F11N2O3S	465		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-TriméthylAmmonio-hydroxyPropyl perfluorohexane SulfonAmide	TAm-OHPr-FHxSA	C12H16F13N2O3S	515		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-TriméthylAmmonio-hydroxyPropyl perfluoroheptane SulfonAmide	TAm-OHPr-FHpSA	C13H16F15N2O3S	565		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
N-TriméthylAmmonio-hydroxyPropyl perfluorooctane SulfonAmide	TAm-OHPr-FOSA	C14H16F17N2O3S	615		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-TriméthylAmmonio-hydroxyPropyl perfluoropentane SulfonAmide Propanoïque Acid	TAm-OHPr-FPeSAPrA	C14H18F11N2O5S	535	N-Triméthyle Ammonio-hydroxyPropyl perfluoroalcane Sulfonamide Propanoïque Acid (TAm-OHPr-FASAPrA)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053
N-TriméthylAmmonio-hydroxyPropyl éthyl-perfluoroethane SulfonAmide	TAm-OHPr-EtFBSA	C10H20F5N2O3S	343	N-Triméthyle ammonio-hydroxypropyl éthyl-perfluoroalcane SulfonAmide (TAm-OHPr-EtFASA)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-TriméthylAmmonio-hydroxyPropyl éthyl-perfluoropropane SulfonAmide	TAm-OHPr-EtFPeSA	C11H20F7N2O3S	393		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-TriméthylAmmonio-hydroxyPropyl éthyl-perfluorobutane SulfonAmide	TAm-OHPr-EtFHxSA	C12H20F9N2O3S	443		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-TriméthylAmmonio-hydroxyPropyl éthyl-perfluoropentane SulfonAmide	TAm-OHPr-EtFHpSA	C13H20F11N2O3S	493		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-TriméthylAmmonio-hydroxyPropyl éthyl-perfluorohexane SulfonAmide	TAm-OHPr-EtFOSA	C14H20F13N2O3S	543		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-TriméthylAmmonio-hydroxyPropyl éthyl-perfluoroheptane SulfonAmide	TAm-OHPr-EtFNSA	C15H20F15N2O3S	593		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-TriméthylAmmonio-hydroxyPropyl éthyl-perfluorooctane SulfonAmide	TAm-OHPr-EtFDSA	C16H20F17N2O3S	643		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-sulfo propyl perfluoroethane sulfonsmide	SPrAmPr-FeTSAPrS	C13H25O8N2S3F5	527	N-sulfo propyl diméthyle ammonio	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-sulfo propyl perfluoropropane sulfonsmide	SPrAmPr-FPrSAPrS	C14H25O8N2S3F7	577	propyl perfluoroalcane sulfonamido propyl	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-sulfo propyl perfluorobutane sulfonsmide	SPrAmPr-FBSAPrS	C15H25O8N2S3F9	627	sulfonate (SPrAmPr-FASAPrS)	x	x			(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-sulfo propyl perfluoropentane sulfonsmide	SPrAmPr-FPeSAPrS	C16H25O8N2S3F11	677		x	x			(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-sulfo propyl perfluorohexane sulfonsmide	SPrAmPr-FHxSAPrS	C17H25O8N2S3F13	727		x	x			(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-sulfo propyl perfluoroheptane sulfonsmide	SPrAmPr-FHpSAPrS	C18H25O8N2S3F15	777		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-sulfo propyl perfluorooctane sulfonsmide	SPrAmPr-FOSAPrS	C19H25O8N2S3F17	827		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-méthyl amine propyl-perfluoroethane sulfonamide	MeAnPr-FeTSA	C6H12F5N2O2S	271	N-méthyl amine propyl-perfluoroalcane	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M062
N-méthyl amine propyl-perfluoropropane sulfonamide	MeAnPr-FPrSA	C7H12F7N2O2S	321	sulfonamide (MeAnPr-FASA)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M062
N-méthyl amine propyl-perfluorobutane sulfonamide	MeAnPr-FBSA	C8H12F9N2O2S	371		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M062

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
N-methyl amine propyl-perfluoropentane sulfonamide	MeAnPr-FPeSA	C9H12F11N2O2S	421		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M062
N-methyl amine propyl-perfluorohexane sulfonamide	MeAnPr-FHxSA	C10H12F13N2O2S	471		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M062
N-methyl amine propyl-perfluorooctane sulfonamide	MeAnPr-FOSA	C12H12F17N2O2S	571		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M062
N-dimethyl ammonio propyl perfluoroethane sulfonamido Propyl Sulfonate	AmPr-FeTSAPrS	C10H20F5N2O5S2	407	N-diméthyle ammonio propyl perfluoroalcane sulfonamido Propyl Sulfonate (AmPr-FASAPrS)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater 030, 032, 038, 047, 059
N-dimethyl ammonio propyl perfluoropropane sulfonamido Propyl Sulfonate	AmPr-FPrSAPrS	C11H20F7N2O5S2	457		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-dimethyl ammonio propyl perfluorobutane sulfonamido Propyl Sulfonate	AmPr-FBSAPrS	C12H20F9N2O5S2	507		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-dimethyl ammonio propyl perfluoropentane sulfonamido Propyl Sulfonate	AmPr-FPeSAPrS	C13H20F11N2O5S	557		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-dimethyl ammonio propyl perfluorohexane sulfonamido Propyl Sulfonate	AmPr-FHxSAPrS	C14H20F13N2O5S	607		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-dimethyl ammonio propyl perfluoroheptane sulfonamido Propyl Sulfonate	AmPr-FHpSAPrS	C15H20F15N2O5S	657		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-dimethyl ammonio propyl perfluorooctane sulfonamido Propyl Sulfonate	AmPr-FOSAPrS	C16H20F17N2O5S	707		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-hydroxyethyl diméthyl ammonio hydroxypropyl N-méthyl perfluoropropane sulfonamide	EtOH-AmOHPr-Me	C11H21F7N2O4S	409	N-hydroxy éthyl diméthyle ammonio hydroxypropyl N-méthyl perfluoroalcane sulfonamide (EtOH-AmOHPr- MeFASA)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-hydroxyethyl diméthyl ammonio hydroxypropyl N-méthyl perfluoropentane sulfonamide	EtOH-AmOHPr-Me	C13H21F11N2O4S	509		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-hydroxyethyl diméthyl ammonio hydroxypropyl N-méthyl perfluorohexane sulfonamide	EtOH-AmOHPr-MeFHxSA	C14H21F13N2O4S	559		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-hydroxyethyl diméthyl ammonio hydroxypropyl N-méthyl perfluorooctane sulfonamide	EtOH-AmOHPr-Me	C16H21F17N2O4S	659		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-sulfo propyl diméthyl ammonio propyl perfluorobutane sulfonamide	C	C12H19O5N2S2F9	505	N-sulfo propyl diméthyle ammonio propyl perfluoroalcane sulfonamide (SPrAmPr-FASA)			x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)	
N-sulfo propyl diméthyl ammonio propyl perfluoropentane sulfonamide	SPrAmPr-FPeSA	C13H19O5N2S2F1	555				x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)	
N-sulfo propyl diméthyl ammonio propyl perfluorohexane sulfonamide	SPrAmPr-FHxSA	C14H19O5N2S2F1	605				x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)	
N-Sulfo propyl diméthyl ammonio propyl n-méthyl perfluoroethane sulfonamide	SPrAmPr-MeFeTSA	C11H22F5N2O5S2	421	N-Sulfo Propyl diméthyle Ammonio Propyl N-Méthyl perfluoroalcane SulfonAmide (SPrAmPr-MeFASA)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-Sulfo propyl diméthyl ammonio propyl n-méthyl perfluorohexane sulfonamide	SPrAmPr-MeFHxSA	C15H22F13N2O5S	621		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés	
N-Sulfopropyl dimethyl ammonio propyl n-methyl perfluorooctane sulfonamide	SPrAmPr-MeFOSA	C17H22F17N2O5S2	721		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059	
1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,5-undecafluoro-N-(2-hydroxyethyl)pentane-1-sulfonamide	FPeSE	C7H6F11NO3S	393,2	Perfluoroalcanes sulfonamides éthanols (FASE)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059	
Perfluoro-1-butanesulfonamidoacétique acide	FBSAA	C6H3O4NSF9	356	Acides acétiques perfluoroalcanes sulfonamides (FASAA)			x		(Barzen-Hanson et al., 2017)		
Perfluoro-1-pentanesulfonamidoacétique acide	FPeSAA	C7H3O4NSF11	406			x			(Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024)		
Perfluoro-1-hexanesulfonamidoacétique acide	FHxSAA	C8H3O4NSF13	456			x			(Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024)		
2-(N-Methylperfluoroethanesulfonamido)acétique acide	MeFeTSAA	C5H6O4NSF5	270			x			(Ghorbani Gorji et al., 2024)		
2-(N-Methylperfluoropropanesulfonamido)acétique acide	MeFPrSAA	C6H6O4NSF7	320			x			(Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024)		
2-(N-Methyl perfluorobutane sulfonamido)acétique acide	MeFBSAA	C7H5O4NSF9	370					x		(Barzen-Hanson et al., 2017)	
2-(N-Methyl perfluoropentane sulfonamido)acétique acide	MeFPeSAA	C8H5O4NSF11	420					x		(Barzen-Hanson et al., 2017)	
2-(N-Methyl perfluorohexane sulfonamido)acétique acide	MeFHxSAA	C9H5O4NSF13	470					x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024)	
2-(N-Methyl perfluoroheptane sulfonamido)acétique acide	MeFHpSAA	C10H5O4NSF15	520					x		(Ghorbani Gorji et al., 2024)	
2-(N-Ethyl perfluoroethane sulfonamido)acétique acide	EtFeTSAA	C6H7O4NSF5	284					x		(Barzen-Hanson et al., 2017)	
2-(N-Ethyl perfluoropropane sulfonamido)acétique acide	EtFPrSAA	C7H7O4NSF7	334					x		(Barzen-Hanson et al., 2017)	
2-(N-Ethyl perfluorobutane sulfonamido)acétique acide	EtFBSAA	C8H7O4NSF9	384					x		(Barzen-Hanson et al., 2017)	
2-(N-Ethyl perfluoropentane sulfonamido)acétique acide	EtFPeSAA	C9H7O4NSF11	434					x		(Barzen-Hanson et al., 2017)	
2-(N-Ethylperfluorohexanesulfonamido)acétique acide	EtFHxSAA	C10H7O4NSF13	484			x		x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Liu et al., 2024)	Lightwater® 053
2-(N-Ethyl perfluoroheptane sulfonamido)acétique acide	EtFHpSAA	C11H7O4NSF15	534				x		(Barzen-Hanson et al., 2017)		
2-(N-Ethyl perfluorononane sulfonamido)acétique acide	EtFNSAA	C13H7O4NSF19	634				x		Barzen-Hanson et al., 2017		
2-(N-Ethyl Perfluorodecane sulfonamido)acétique acide	EtFDSAA	C14H7O4NSF21	684				x		(Barzen-Hanson et al., 2017)		
N-Hydroxy ethyl dimethyl ammonio propyl perfluoroethane sulfonamido hydroxy propyl sulfonate	SPrAmPr-FeTSAA	C12H21O7N2S2F5	463	N-sulfo Propyl dimethyl ammonio propyl perfluoroalcanesulfonamido acétique	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059	
N-Hydroxy ethyl dimethyl ammonio propyl perfluoropropane sulfonamido hydroxy propyl sulfonate	SPrAmPr-FPrSAA	C13H21O7N2S2F7	513	N-sulfo Propyl dimethyl ammonio propyl perfluoroalcanesulfonamido acétique (SPrAmPr-FASAA)	x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059	

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
N-Hydroxy ethyl dimethyl ammonio propyl perfluorobutane sulfonamido hydroxy propyl sulfonate	SPrAmPr-FBSAA	C14H21O7N2S2F9	563		x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-Hydroxy ethyl dimethyl ammonio propyl perfluoropentane sulfonamido hydroxy propyl sulfonate	SPrAmPr-FPeSAA	C15H21O7N2S2F11	613		x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-Hydroxy ethyl dimethyl ammonio propyl perfluorohexane sulfonamido hydroxy propyl sulfonate	SPrAmPr-FHxSAA	C16H21O7N2S2F13	663		x		x		(Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-Hydroxy éthyl dimethyl ammonio propyl perfluorooctane sulfonamido hydroxy propyl sulfonate	SPrAmPr-FOSAA	C18H21O7N2S2F17	763		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-dimethyl ammonio propyl perfluoropropane sulfonamido acétique acide	AmPr-FPrSAA	C10H16O4SN2F7	393	N-dimethyl ammonio propyl perfluoroalcane sulfonamido acétique acide (AmPr-FASAA)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-dimethyl ammonio propyl perfluorobutane sulfonamido acétique acide	AmPr-FBSAA	C11H16O4SN2F9	443		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-dimethyl ammonio propyl perfluoropentane sulfonamido acétique acide	AmPr-FPeSAA	C12H16O4SN2F11	493		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-dimethyl ammonio propyl perfluorohexane sulfonamido acétique acide	AmPr-FHxSAA	C13H16O4SN2F13	543		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-dimethyl ammonio propyl perfluorooctane sulfonamido acétique acide	AmPr-FOSAA	C15H16O4SN2F17	643		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
6:2 Fluorotélomère sulfonamido propyl amine oxide	6:2 FTNO	C13H18O3SN2F13	529	Fluorotélomère sulfonamido propyl amine oxide (FTNO; FTSA-PrAmO)	x				(Liu et al., 2022, 2024)	National foam® 103, 013, Arctic foam® 087, Shanghai Vatten AFFF
7:2 Fluorotélomère sulfonamide propyl methyl amine acétique acide	7:2 FTSA-PrMeAA	C15H16F15N2O4S	605	Fluorotélomère sulfonamide propyl methyl amine acétique acide (FTSA-PrMeAA)	x				(Liu et al., 2024)	National foam® 103, 008, 013, 017, Arctic foam® 069, 071, 072, 074, 075, 076, 087, 091
9:2 Fluorotélomère sulfonamide propyl methyl amine acétique acide	9:2 FTSA-PrMeAA	C17H16F19N2O4S	705		x				(Liu et al., 2024)	National foam® 103, 008, 013, 017, Arctic foam® 069, 071, 072, 074, 075, 076, 087, 091
11:2 Fluorotélomère sulfonamide propyl methyl amine acétique acide	11:2 FTSA-PrMeAA	C19H16F23N2O4S	805		x				(Liu et al., 2024)	National foam® 103, 008, 013, 017, Arctic foam® 069, 071, 072, 074, 075, 076, 087, 091
6:2 Fluorotélomère sulfonamide	6:2 FTSAm	C8H6F13NO2S	427	Fluorotélomères sulfonamides (FTSAm)	x		x		(Liu et al., 2022)	Shanghai Vatten AFFF
N-oxide dimethyl ammoniopropyl-perfluoropropane sulfonamide	Am-OHPr-FPrSA	C8H14F7N2O3S	351		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 3M® 062
N-oxide dimethyl ammoniopropyl-perfluorobutane sulfonamide	Am-OHPr-FBSA	C9H14F9N2O3S	401		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 3M® 062
N-oxide dimethyl ammoniopropyl-perfluoropentane sulfonamide	Am-OHPr-FPeSA	C10H14F11N2O3S	451		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 3M® 062
N-oxide dimethyl ammonio propyl-perfluorohexane sulfonamide	Am-OHPr-FHxSA	C11H14F13N2O3S	501		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 3M® 062
6:2 Fluorotélomère thia éthane amido propyl dimethyl ammonium	6:2 FTTh-EtAdPrAm	C15H20F13N2OS	523	Fluorotélomère thia éthane amido propyl dimethyl ammonium	x				(Liu et al., 2024)	Arctic foam® 072
8:2 Fluorotélomère thia éthane amido propyl dimethyl ammonium	8:2 FTTh-EtAdPrAm	C17H20F17N2OS	623		x				(Liu et al., 2024)	Arctic foam® 072

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
10:2 Fluorotélomère thia éthane amido propyl dimethyl ammonium	10:2 FTTh-EtAdPrAm	C19H20F21N2OS	723	(FTSAA; FTTh-EtAdPrAm)	x				(Liu et al., 2024)	Arctic foam® 072
12:2 Fluorotélomère thia éthane amido propyl dimethyl ammonium	12:2 FTTh-EtAdPrAm	C23H20F25N2OS	823		x				(Liu et al., 2024)	Arctic foam® 072
4:2 Fluorotélomère sulfonamido propyl dimethyl amine	4:2 FTSaAm	C11H18F9N2O2S	413	Fluorotélomères sulfonamides amides (FTSaAm; N-AP-n:2 FASA; FTA; FTSAPr-DiMeAn)			x		(Dauchy et al., 2019a)	
8:2 Fluorotélomère sulfonamido propyl dimethyl amine	8:2 FTSaAm	C15H18F17N2O2S	613		x	x			(Dauchy et al., 2019a; Liu et al., 2022, 2024; Place and Field, 2012)	National Foam®, Fireade®, Shanghai Vatten AFFF
12:2 Fluorotélomère sulfonamido propyl dimethyl amine	12:2 FTSaAm	C19H18F25N2O2S	813		x		x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Liu et al., 2024)	National Foam® 2003
N-dimethyl ammonio propyl perfluorobutane amide	AmPr-FBAd	C9H13O2F7	299	N-dimethyl ammonio propyl perfluoroalcane amide (PFAAAM; AmPr-FAAd; PFOAAm)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062
N-dimethyl ammonio propyl perfluoropentane amide	AmPr-FPeAd	C10H13O2F9	349		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062
N-dimethyl ammonio propyl perfluoroheptane amide	AmPr-FhpAd	C12H13ON2F13	449		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062
N-dimethyl ammonio propyl perfluorononane amide	AmPr-FNAd	C14H13ON2F17	549		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062
6:2 Fluorotélomère sulfonamido propyl methyl amine	6:2 FTSAPr-MeAn	C12H16O2SN2F13	499		Fluorotélomère sulfonamido propyl methyl amine (FTSAPr-MeAn; dimethyl-FTA)	x				(Liu et al., 2024)
8:2 Fluorotélomère sulfonamido propyl methyl amine	8:2 FTSAPr-MeAn	C14H16O2SN2F17	599		x				(Liu et al., 2024)	National foam® 103, 008, 013, 017, Arctic foam® 072, 074, 075, 087
6:2 Fluorotélomère sulfinate	6:2 FTSi	C8H5O2SF13	412	Fluorotélomère sulfinate (FTSi)	x				(Liu et al., 2024)	National foam 103, 008, 013, 017, Arctic foam 069, 071, 072, 074, 075, 076, 087, 091
8:2 Fluorotélomère sulfinate	8:2 FTSi	C10H5O2SF17	512		x				(Liu et al., 2024)	National foam 103, 008, 013, 017, Arctic foam 069, 071, 072, 074, 075, 076, 087, 091
4:3 Fluorotélomère d'acide carboxylique	4:3 FTCA	C8H5O2F11	342	Fluorotélomères d'acides carboxyliques (FTCA)		x			(Berhanu et al., 2023; Shaw et al., 2019; Yang et al., 2022)	dégradation précurseurs
5:2 Fluorotélomère insaturé carboxylic acide	5:2 FTUCA	C8H2F11O2	308	Fluorotélomères d'acides carboxyliques insaturés (FTUCA)		x			(Liu et al., 2023)	dégradation précurseurs
4:1:3 (or 5:3 hydrogène substitué-) Fluorotélomère betaine	4:1:3 FTB, 5:3 H-FTB	C12H16F10NO2	396	Fluorotélomères bétaïnes (FTB)	x				(Liu et al., 2023, 2024)	Ansulite
4:4 Fluorotélomère betaine	4:4 FTB				x				(Liu et al., 2023, 2024)	Ansulite
6:2 Fluorotélomère betaine	6:2 FTB	C12F13H13NO2	450		x				(Liu et al., 2023)	Ansulite
6:4 Fluorotélomère betaine	6:4 FTB	C14F13H17NO2	478		x				(Liu et al., 2023, 2024)	Ansulite
6:1:3 (or 7:3 hydrogène substitué-) Fluorotélomère betaine	6:1:3 FTB, 7:3 H-FTB	C14H16F14NO2	496		x				(Liu et al., 2023, 2024)	Ansulite
8:1:3 (or 9:3 hydrogène substitué-) Fluorotélomère betaine	8:1:3 FTB, 9:3 H-FTB	C16H16F18NO2	596		x				(Liu et al., 2023, 2024)	Ansulite
8:2 Fluorotélomère betaine	8:2 FTB	C14F17H13NO2	500		x				(Liu et al., 2023)	Ansulite
8:4 Fluorotélomère betaine	8:4 FTB	C16F17H17NO2	578		x				(Liu et al., 2023, 2024)	Ansulite
10:2 Fluorotélomère betaine	10:2 FTB	C16F21H13NO2	550		x				(Liu et al., 2023)	Ansulite
10:4 Fluorotélomère betaine	10:4 FTB	C18F21H17NO2	678		x				(Liu et al., 2023, 2024)	Ansulite
10:1:3 (or 11:3 hydrogène substitué-) Fluorotélomère betaine	10:1:3 FTB, 11:3 H-FTB	C18H16F22NO2	696		x				(Liu et al., 2023, 2024)	Ansulite
11:1:2 (or 12:2 hydrogène substitué-) Fluorotélomère betaine	11:1:2 FTB, 12:2 H-FTB	C18F24H14NO2	732		x				(Liu et al., 2023, 2024; Munoz et al., 2020)	Ansulite
12:4 Fluorotélomère betaine	12:4 FTB	C20F25H17NO2	778		x				(Liu et al., 2024)	Ansulite

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
13:3 Fluorotélomère betaine	13:3 FTB	C20F27H15NO2	814		x				(Liu et al., 2023, 2024; Munoz et al., 2020)	Ansulite
13:1:2 (or 14:2 hydrogène substitué)-Fluorotélomère betaine	13:1:2 FTB, 14:2 H-FTB	C20F28H14NO2	832		x				(Liu et al., 2023, 2024; Munoz et al., 2020)	Ansulite
15:3 Fluorotélomère betaine	15:3 FTB	C22F31H15NO2	914		x				(Liu et al., 2024)	Ansulite
15:1:2 Fluorotélomère betaine	15:1:2 FTB	C22F32H14NO2	932		x				(Liu et al., 2024)	Ansulite
4 :2 Fluorotélomère sulfonamide betaine	4:2 FTAB	C13H19F9N2O4S	470,1	Fluorotélomères sulfonamides	x				(D'Agostino and Mabury, 2017a; Liu et al., 2024; Place and Field, 2012)	National Foam®, Fierade, Arctic foams®
14:2 Fluorotélomères sulfonamides alkylbétaines	14:2 FTAB	C23H19F29N2O4S	970	alkylbétaines (FTAB, FtSaB, N-CMAmP-n:2	x				(Barzen-Hanson et al., 2017; Liu et al., 2024)	National Foam® 2003
16:2 Fluorotélomères sulfonamides alkylbétaines	16:2 FTAB	C25H19F33N2O4S	1070	FASA; FTSA-PrB; FTTh-EtAdPrB)	x				(Barzen-Hanson et al., 2017)	National Foam® 2003
N-(3-(diméthyl amino)propyl)-perfluoroethane-1-sulfonamide	PFETSaAm	C7H14F5N2O2S	285	Perfluoroalcanes sulfonamide amines	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062
N-(3-(diméthyle amino)propyl)-perfluoroheptane-1-sulfonamide	PFHpSaAm	C12H14F15N2O2S	535	(PFSaAm ou PFSAM; PFASAM; PFASAC-T;	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062
N-(3-diméthylaminopropan-1-yl)perfluoro-1-decanesulfonamide	PFDSaAm	C15H14F21N2O2S	685	AmPr-FASA; N-AP-FASA)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062
N-Triméthyl ammoniopropyl perfluoroethane sulfonamido propanoïque acide	TamPr-FeTSAPrA	C11H20F5N2O4S	371,1	N-Triméthylammonio propyl perfluoroalcanes sulfonamido	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053 , 3M®062
N-Triméthyl ammoniopropyl perfluoropropane sulfonamido propanoïque acide	TamPr-FPrSAPrA	C12H20F7N2O4S	421,1	propanoïque acide (TAmPr-FASAPrA)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053 , 3M®062
N-Triméthyl ammoniopropyl perfluorobutane sulfonamido propanoïque acide	TamPr-FBSAPrA	C13H20F9N2O4S	471,1		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053 , 3M®062
N-Triméthyl ammoniopropyl perfluoropentane sulfonamido propanoïque acide	TamPr-FPeSAPrA	C14H20F11N2O4S	521,1		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053 , 3M®062
N-Triméthyl ammoniopropyl perfluorohexane sulfonamido propanoïque acide	TamPr-FHxSAPrA	C15H20F13N2O4S	571,1		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053 , 3M®062
N-Triméthyl ammoniopropyl perfluoroheptane sulfonamido propanoïque acide	TamPr-FHpSAPrA	C16H20F15N2O4S	621,1		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053 , 3M®062
N-Triméthyl ammoniopropyl perfluorooctane sulfonamido propanoïque acide	TamPr-FOSAPrA	C17H20F17N2O4S	671,1		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053 , 3M®062
N-triméthyle ammonio propyl perfluoroethane sulfonamide	TAmPr-FeTSA	C8H16O2SN2F5	299	N-Triméthyl ammonio) propyl perfluoroalcanes	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062
N-triméthyle ammonio propyl perfluoropropane sulfonamide	TAmPr-FPrSA	C9H16O2SN2F7	349	sulfonamides (TAmPr-FASA; N-TamP-FASA,	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062
N-triméthyle ammonio propyl perfluorobutane sulfonamide	TAmPr-FBSA	C10H16O2SN2F9	399	PFASAmS)	x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062
N-triméthyle ammonio propyl perfluoropentane sulfonamide	TAmPR-FPeSA	C11H16O2SN2F11	449		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062
N-triméthyle ammonio propyl perfluorohexane sulfonamide	TAmPr-FHxSA	C12H16O2SN2F13	499		x	x	x	x	(Adamson et al., 2022; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062
N-triméthyle ammonio propyl perfluoroheptane sulfonamide	TAmPr-FHpSA	C13H16O2SN2F15	549		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062
N-triméthyle ammonio propyl perfluorooctane sulfonamide	TAmPR-FOSA	C14H16O2SN2F17	599		x			x	(Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059 , 3M® 062

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
N-Triméthylammoniopropyl perfluoropropane amide	TAmPr-FPrAd	C9H16F5N2O	263,1	N-Triméthylammonio Propyl perfluoroalcanes amides (TAmPr-FAAd)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
N-Triméthylammoniopropyl perfluorobutane amide	TAmPr-FBAd	C10H16F7N2O	313,1		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
N-Triméthylammoniopropyl perfluoropentane amide	TAmPr-FPeAd	C11H16F9N2O	363,1		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
N-Triméthylammoniopropyl perfluorohexane amide	TAmPr-FhxAd	C12H16F11N2O	413,1		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
N-carboxy ethyl dimethyl ammonio propyl perfluoroethane sulfonamido propanoïque acide	CetAmPr-FeTSA-PrA	C13H22F5N2O6	429	N-carboxy éthyl dimethyl ammonio propyl perfluoroalcanes sulfonamido propanoïques acides (CEtAmPr-FASA-PrA; qaPFSMn)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 053, 059, 3M® 062
N-carboxy ethyl dimethyl ammonio propyl perfluoropropane sulfonamido propanoïque acide	CetAmPr-FPrSA-PrA	C14H22F7N2O6	479		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 053, 059, 3M® 062
N-carboxy ethyl dimethyl ammonio propyl perfluorobutane sulfonamido propanoïque acide	CetAmPr-FBSA-PrA	C15H22F9N2O6	529		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 053, 059, 3M® 062
N-carboxy ethyl dimethyl ammonio propyl perfluoropentane sulfonamido propanoïque acide	CetAmPr-FPeSA-PrA	C16H22F11N2O6	579		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 053, 059, 3M® 062
N-carboxy ethyl dimethyl ammonio propyl perfluorohexane sulfonamido propanoïque acide	CetAmPr-FHxSA-PrA	C17H22F13N2O6	629		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 053, 059, 3M® 062
N-carboxy ethyl dimethyl ammonio propyl perfluoroheptane sulfonamido propanoïque acide	CetAmPr-FHpSA-PrA	C18H22F15N2O6	679		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 053, 059, 3M® 062
N-carboxy ethyl dimethyl ammonio propyl perfluorooctane sulfonamido propanoïque acide	CetAmPr-FOSA-PrA	C19H22F17N2O6	729		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 053, 059, 3M® 062
-(N-(3-(diméthylamino)propyl)-perfluoropropylsulfonamido)propanoïque acide	PFPrSaAmA	C11H18O4SN2F7	407		Acides Perfluoroalcanes sulfonamido amino carboxyliques	x				(Liu et al., 2024)
3-(N-(3-(diméthylamino)propyl)-perfluoropentylsulfonamido)propanoïque acide	PFPeSaAmA	C13H18O4SN2F11	507	PFASaAmA, PFSAMA, PFASAC_R; AmPr-FASA; CEtAmPr-FASA)	x	x			(Backe et al., 2013; Houtz et al., 2018, 2013; Liu et al., 2024; Place and Field, 2012)	3M® 1989, 1992 à 2001; Lightwater® 030, 053, 059, 3M® 062
	PFHpSaAmA	C15H18O4SN2F15	607						(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 053, 059, 3M® 062
3-(N-(3-(diméthylamino)propyl)-perfluorooctylsulfonamido)propanoïque acide	PFOSaAmA	C16H18O4SN2F17	657			?			(Backe et al., 2013; Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 053, 059, 3M® 062
2:2 Fluorotélomère thioether amido sulfonique acide	2:2 FtTAoS, 2:2 FTTh-PrAd-DiMeEtS, 2:2 FTSAS; 2:2 FATHPA-MePS	C11H17F5NO4S2	386	Fluorotélomères thioether amido sulfonates (FtTAoS ou FTSAS; FTTh-PrAd-DiMeEtS)	x				(Barzen-Hanson et al., 2017; Luo et al., 2020)	Chemguard®, Ansul® 2005
10:2 Fluorotélomère mercaptoalkylamido sulfonate	10:2 FtTAoS				x				(Liu et al., 2024)	Ansulite®
6:2 Fluorotélomère thia éthane amido propyl methyl amine	6:2 FTTh-PrAd-PrAn	C14H19F13N2OS	509	Fluorotélomères thia éthane amido propyl	x				(Liu et al., 2024)	Arctic foam® 072

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
8:2 Fluorotélomère thia éthane amido propyl methyl amine	8:2 FTTh-PrAd-PrAn	C16H19F17N2OS	609	methyl amines (FTTh-PrAd-PrAn)	x				(Liu et al., 2024)	Arctic foam® 072
	6:2 FTTh-PrAm	C11H10F13NOS	451	FTTh-PrAm	x				(Liu et al., 2022)	Shanghai Vatten AFFF
8:1 hydrogène -substitué Fluorotélomère thia propano amido dimethyl ethyl sulfonate	8:1 H-FTTh-PrAd-DiMeEtS	C16H17F16NO4S2	655	Fluorotélomères thia propane amido dimethyl ethyl sulfonates hydrogène-substitué (H-FTTh-PrAd-DiMeEtS)	x				(Liu et al., 2024)	Ansulite®
6:2 Fluorotélomère sulfonamide propyl dimethyl ammonium propanoïque acide	6:2 FTSA-PrAmPrA	C16H22O4SN2F13	585,1	Fluorotélomères sulfonamides propyl dimethyl ammonium	x				(Liu et al., 2024)	National foam® 008, 013, Arctic foam® 069, 071, 072, 074, 075, 076, 087, 091
8:2 Fluorotélomère sulfonamide propyl dimethyl ammonium propanoïque acide	8:2 FTSA-PrAmPrA	C18H22O4SN2F17	685,1	propanoïques acides (FTSA-PrAmPrA)	x				(Liu et al., 2024)	National foam® 008, 013, Arctic foam® 069, 071, 072, 074, 075, 076, 087, 091
10:2 Fluorotélomère sulfonamide propyl dimethyl ammonium propanoïque acide	10:2 FTSA-PrAmPrA	C20H22O4SN2F21	785,1		x				(Liu et al., 2024)	National foam® 008, 013, Arctic foam® 069, 071, 072, 074, 075, 076, 087, 091
4:2 Fluorotélomère sulfonamido propyl triméthyle ammonium	4:2 FTSA-PrTAm	C12H21F9N2O2S	427,1	Fluorotélomères sulfonamido propyl	x				(Liu et al., 2024)	National foams®, Arctic foam® 071, 072, 074, 087
6:2 Fluorotélomère sulfonamido propyl triméthyle ammonium	6:2 FTSA-PrTAm	C14H21F13N2O2S	527,1	Trimethyl ammonium (FTSA-PrTAm)	x				(Liu et al., 2024)	National foams®, Arctic foam® 071, 072, 074, 087
8:2 Fluorotélomère sulfonamido propyl triméthyle ammonium	8:2 FTSA-PrTAm	C16H21F17N2O2S	627,1		x				(Liu et al., 2024)	National foams®, Arctic foam® 071, 072, 074, 087
2:2 2-hydroxy Fluorotélomère sulfonamido propyl betaine	2:2 FTSA-OHPPrB	C11H20F5N2O5S	387	Fluorotélomères 2-hydroxy sulfonamido	x				(Liu et al., 2024)	Arctic foams®
6:2 2-hydroxy Fluorotélomère sulfonamido propyl betaine	6:2 FTSA-OHPPrB	C15H20F13N2O5S	587	propyl bétaïnes (FTSA-OHPPrB)	x				(Liu et al., 2024)	Arctic foams®
4:2 Fluorotélomèrèthiohydroxyl ammonium sulfoxide	4:2 FtTAoS-SO2	C11H18F9NO6S2	535	Fluorotélomères thiohydroxyle ammonium sulfoxides		x			(Harding-Marjanovic et al., 2015)	
6:2 Fluorotélomèrèthiohydroxyl ammonium sulfoxide	6:2 FtTAoS-SO2	C15H18F13NO6S2	635	(FtAoS-SO2)	x	x	x		(Harding-Marjanovic et al., 2015; Houtz et al., 2018; Liu et al., 2022)	Shanghai Vatten AFFF
8:2 Fluorotélomèrèthiohydroxyl ammonium sulfoxide	8:2 FtTAoS-SO2	C17H18F17NO6S2	735			x			(Harding-Marjanovic et al., 2015)	
4:2 Fluorotélomère mercaptoalkylamido sulfonate sulfone	4:2 FtTAoS-SO	C13H18F11NO5S2	503	Fluorotélomères mercapto alkyl amido sulfonates sulfones		x	x		(Harding-Marjanovic et al., 2015; Houtz et al., 2018)	
6:2 Fluorotélomère mercaptoalkylamido sulfonate sulfone	6:2 FtTAoS-SO 2	C15H18F13NO5S 2	603	(FtTAoS-SO; FTAS-SO; PrAd-DiMeEtS; FtSOAoS)	x	x	x		(Dauchy et al., 2019a, 2017b; Harding-Marjanovic et al., 2015; Houtz et al., 2018; Liu et al., 2022, 2024; Place and Field, 2012)	Ansul Ansulite®
8:2 Fluorotélomère mercaptoalkylamido sulfonate sulfone	8:2 FtTAoS-SO 2	C17H18F17NO5S 2	703		x	x	x		(Dauchy et al., 2019a, 2017b; Harding-Marjanovic et al., 2015; Houtz et al., 2018)	
6:2 Fluorotélomère thia éthane amido propyl triméthyle ammonium	6:2 FTStrA	C16H22OSN2F13	537	Fluorotélomères thia éthane amido propyl	x				(Liu et al., 2022, 2024)	Arctic foam® 072, Shanghai Vatten AFFF
8:2 Fluorotélomère thia éthane amido propyl Trimethyl ammonium	8:2 FTStrA	C18H22OSN2F17	637	triméthyle ammonium (FTStrA: FTTh-EtAdPrTAm)	x				(Liu et al., 2024)	Arctic foam® 072

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
6:2 Fluorotélomère thia acétique acide	6:2 FTThA	C10H6F13O2S	437	Fluorotélomères thia acétiques acides (FTThA)	x				(Liu et al., 2024)	Arctic foam® 072
8:2 Fluorotélomère thia acétique acide	8:2 FTThA	C12H6F17O2S	537		x				(Liu et al., 2024)	Arctic foam® 072
1:2 Fluorotélomère thia acétique acide	10:2 FTThA	C14H6F21O2S	637		x				(Liu et al., 2024)	Arctic foam® 072
12:2 Fluorotélomère thia acétique acide	12:2 FTThA	C16H6F25O2S	837		x				(Liu et al., 2024)	Arctic foam® 072
6:2 Fluorotélomère sulfinyl propanoïque acide	6:2 FtSOPA	C11H9F13O3S	467	Fluorotélomères sulfinyl propanoïques acides (FtSOPA)		x	x		(Houtz et al., 2018; Yi et al., 2018)	
8:2 Fluorotélomère sulfinyl propanoïque acide	8:2 FtSOPA	C13H9F17O3S	567			x	x		(Houtz et al., 2018)	
6:2 Fluorotélomère sulfonyle propanoïque acide	6:2 FtSO2PA	C11H9F13O4S	483	Fluorotélomères Sulfonyles propanoïques acides (FtSO2PA; FASO2PA-MePS)		x	x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Chiang, 2022; Houtz et al., 2018)	
6:2 Fluorotélomère sulfinyl hydroxypropyl triméthyle ammonium	6:2 FTSO-OHPrTAm	C14H19O2SNF13	512		x				(Liu et al., 2024)	Ansulite®
	6:2 FTSH	C8H5F13S	380	FTSH	x		x		(Liu et al., 2022)	Shanghai Vatten AFFF
4:2 Fluorotélomère thia hydroxy propyl triméthyle ammonium	4:2 FTSHA	C12H19F11NOS	396	Fluorotélomères thia hydroxy propyl triméthyle ammonium (FTSHA; FTTh-OHPrTAm)	x				(Liu et al., 2024)	Ansulite®
6:2 Fluorotélomère thia hydroxy propyl triméthyle ammonium	6:2 FTSHA	C14H19F13NOS	496		x				(Liu et al., 2022, 2024)	Ansulite®, Shanghai Vatten AFFF
8:2 Fluorotélomère thia hydroxy propyl triméthyle ammonium	8:2 FTSHA	C16H19F15NOS	596		x				(Liu et al., 2024)	Ansulite®
10:2 Fluorotélomère thia hydroxy propyl triméthyle ammonium	10:2 FTSHA	C18H19F17NOS	696		x				(Liu et al., 2024)	Ansulite®
6:2 Fluorotélomère thioether hydroxyle carboxylate	6:2 FTSHC	C13H14F13NO3S	510	Fluorotélomères thioether hydroxyle carboxylate (FTSHC)		x	x		(Houtz et al., 2018)	
6:2 Fluorotélomère sulfinyl hydroxyle carboxylate	6:2 FTSOHC	C13H14F13NO4S	526			x	x		(Houtz et al., 2018)	
8:2 Fluorotélomère sulfinyl hydroxyle carboxylate	8:2 FTSOHC	C15H14F17NO4S	626		x	x		(Houtz et al., 2018)		
6:2 Fluorotélomère sulfonyle hydroxyle carboxylate	6:2 FTSO2HC	C13H14F13NO5S	542	Fluorotélomères sulfonyle hydroxyles carboxylates (FTSO2HC)		x	x		(Houtz et al., 2018)	
6:2 Fluorotélomère thioether alkyl amido hydroxyle carboxylate	6:2 FTSAHC	C16H19F13N2O4S	581	Fluorotélomères thioether alkyle amido hydroxyles carboxylates (FTSAHC)		x	x		(Houtz et al., 2018)	
8:2 Fluorotélomère thioether alkyl amido hydroxyle carboxylate	8:2 FTSAHC	C18H19F17N2O4S	681			x	x		(Houtz et al., 2018)	
6:2 Fluorotélomère thioether propanoyl alaninate	6:2 FtTPLA	C14H13F13NO3S	522	Fluorotélomères thioether propanoyl alaninates (FtTPLA)		x			(Yi et al., 2018)	

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
6:2 Fluorotélomère thioether propanoyl alaninate	6:2 FtPLAA	C17H18F13N2O4S	593	Fluorotélomère thioether propanoyl alaninate (FtPLAA)		x			(Yi et al., 2018)	
6:2 Fluorotélomère thioether propionate	6:2 FtTP	C11H8F13O2S	451	Fluorotélomères thioether propionates (FtTP; FDThP)	x	x	x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Houtz et al., 2018; Liu et al., 2022; Yi et al., 2018)	Shanghai Vatten AFFF
8:2 Fluorotélomère thioether propionate	8:2 FtTP	C13H8F17O2S	551			x	x		(Houtz et al., 2018)	
10:2 Fluorotélomère thioether propionate	10:2 FtTP	C15H8F21O2S	651							
6:2 Fluorotélomère thioether propionate sulfoxide	6:2 FtTP-SO2	C11H9F13O4	484	Fluorotélomères thioether propionates sulfoxides (FtTP-SO2)			x		(Liu et al., 2022)	
4:2 Fluorotélomère thio hydroxyle ammonium	4:2 FtTHN	C12H18F9SON	395	Fluorotélomères thio hydroxyle ammonium (FtTHN+)	x				(Dauchy et al., 2017b)	
8:2 Fluorotélomère thio hydroxyle ammonium	8:2 FtTHN	C16H18F17SON	595		x		x		(Dauchy et al., 2019a, 2017b; Place and Field, 2012)	Angus Fire®
10:2 Fluorotélomère thio hydroxyle ammonium	10:2 FtTHN	C18H18F21SON	695		x				(Dauchy et al., 2017b)	
6:2 Fluorotélomère thio hydroxyle ammonium sulfoxide	6:2 FtTHN-SO	C14H18F13SO2N	511	Fluorotélomères thio hydroxyle ammonium sulfoxide (FtTHN-SO)			x		(Dauchy et al., 2019a)	
8:2 Fluorotélomère thio hydroxyle ammonium sulfoxide	8:2 FtTHN-SO	C16H18F17SO2N	611				x		(Dauchy et al., 2019a)	
4-((3-(diméthylamino)propyl)amino)-4-oxo-2((1H,1H,2H,2H-perfluorooctyl)thio)butanoïque acide	6:2 Fluorotélomère thioether amido amino carboxylic acide	C17F13H21SO3N3	594	Fluorotélomères thioether amino carboxyliques acides (FtTACA)	x				(Place and Field, 2012)	Chemguard®
4-((3-(diméthylamino)propyl)amino)-4-oxo-2((1H,1H,2H,2H-perfluorodecyl)thio)butanoïque acide	8:2 Fluorotélomère thioether amido amino carboxylic acide	C19F17H21SO3N3	694		x				(Place and Field, 2012)	Chemguard®
6 :2 Fluorotélomère sulfonamide alkylamine	6 :2 FTAA, 6:2 FTSAPr-DiMeAn	C13H18O2SN2F13	513,00	Fluorotélomères sulfonamides alkylamines (FTAA; FTSAPr-DiMeAn)	x		x	x	(D'Agostino and Mabury, 2017a; Liu et al., 2024)	National foam®, Arctic foams®
8:2 Fluorotélomère sulfonamide alkylamine	8:2 FTAA, 8:2 FTSAPr-DiMeAn	C15H18O2SN2F17	613,00		x				(Liu et al., 2024)	National foam®, Arctic foams®
10:2 Fluorotélomère sulfonamide alkylamine	10:2 FTAA, 10:2 FTSAPr-DiMeAn	C17H18O2SN2F21	713,00		x				(Liu et al., 2024)	National foam®, Arctic foams®
12:2 Fluorotélomère sulfonamide alkylamine	12:2 FTAA, 12:2 FTSAPr-DiMeAn	C19H18O2SN2F25	813,00		x				(Liu et al., 2024)	National foam®, Arctic foams®
Perfluoropropane sulfinate	PFPrSi	C3HF7O2S	234		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 053, 059, 3M® 062

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
Perfluoropentane sulfinate	PFPeSi	C5HF11O2S	334	Acides sulfoniques perfluoroalcanes (PFSiAs; PFASi)	x	x	x	x	(Baduel et al., 2017; Barzen-Hanson et al., 2017; Ghorbani Gorji et al., 2024; Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 030, 053, 059, 3M® 062
Perfluoroheptane sulfinate	PFHpSi	C7HF15O2S	434		x		x		(Barzen-Hanson et al., 2017)	
perfluoroethane sulfonamidoalkyl betaine	CMeAmPrF eTSA	C9H16O4SN2F5	343	Perfluoroalcanes sulfonamide bétaïnes (PFASB; PFOSB; CMeAmPr-FOSA)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053, 3M® 062
perfluoropropane sulfonamidoalkyl betaine	CMeAmPrF PrSA	C10H16O4SN2F7	383		x		x		(Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 053, 3M® 062
perfluorobutane sulfonamidoalkyl betaine	CMeAmPrF BSA	C11H16O4SN2F9	443		x		x		(Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 053, 3M® 062
perfluoropentane sulfonamidoalkyl betaine	CMeAmPrF PeSA	C12H16O4SN2F11	483		x		x		(Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 053, 3M® 062
perfluorohexane sulfonamidoalkyl betaine	CMeAmPrF HxSA	C13H16O4SN2F13	543		x		x		(Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 053, 3M® 062
perfluoroheptane sulfonamidoalkyl betaine	CMeAmPrF HpSA	C14H16O4SN2F15	583		x		x		(Liu et al., 2024; Nickerson et al., 2020)	Lightwater® 053, 3M® 062
N-carboxymethyl dimethyl ammoniopropyl perfluorohexane sulfonamido acétique acide	CMeAmPrF HxSAA		601	Perfluoroalcanes N-carboxymethyl dimethyl ammonio propyl sulfonamido acétiques				x	(Nickerson et al., 2020)	
N-carboxymethyl dimethyl ammoniopropyl perfluoropentane sulfonamido acétique acide	CMeAmPrF PeSAA		551	acides (CMeAmPr-FOSAA)				x	(Nickerson et al., 2020)	
N-Sulfo hydroxyPropyl dimethyl Ammoniopropyl perfluorobutane Sulfonamido Acétique Acid	S-OHPrAmPr-FBSAA	C14H22F9N2O8S2	581	Perfluoroalcanes N-Sulfo hydroxy propyl dimethyl Ammonio propyl Sulfonamido Acétiques Acides (S-OHPrAmPr-FASAA)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
N-Sulfo hydroxyPropyl dimethyl Ammoniopropyl perfluoropentane Sulfonamido Acétique Acid	S-OHPrAmPr-FPeSAA	C15H22F11N2O8S2	631		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
N-Sulfo hydroxyPropyl dimethyl Ammoniopropyl perfluorohexane Sulfonamido Acétique Acid	S-OHPrAmPr-FHxSAA	C16H22F13N2O8S2	681		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
N-Sulfo hydroxyPropyl dimethyl Ammoniopropyl perfluoroheptane Sulfonamido Acétique Acid	S-OHPrAmPr-FHpSAA	C17H22F15N2O8S2	731		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
N-Sulfo hydroxyPropyl dimethyl Ammoniopropyl perfluorononane Sulfonamido Acétique Acid	S-OHPrAmPr-FNSAA	C19H22F17N2O8S2	781		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Perfluoroalcane SulfonAmide Propanoïque Acide	FeTSA-PrA	C5H5F5NO4S	270	Perfluoroalcanes Sulfonamides	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Perfluoroalcane SulfonAmide Propanoïque Acide	FPrA-PrA	C6H5F7NO4S	320	Propanoïques Acides (FASA-PrA)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Perfluoroalcane SulfonAmide Propanoïque Acide	FBSA-PrA	C7H5F9NO4S	370		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Perfluoroalcane SulfonAmide Propanoïque Acide	FHPeSA-PrA	C8H5F11NO4S	420		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
Perfluoroalcane SulfonAmide Propanoïque Acide	FHxSA-PrA	C9H5F13NO4S	470		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 053, 059, 3M® 062
N-Hydroxy ethyl dimethyl Ammonio Propyl perfluoroethane Sulfonamido Propyl Sulfonate	EiOH-AmPr-FeTSAPrS	C12H24O6S2N2F5	451	Perfluoroalcanes N-Hydroxy éthyl dimethyl Ammonio Propyl	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
N-Hydroxy ethyl dimethyl Ammonio Propyl perfluoropropane Sulfonamido Propyl Sulfonate	EtOH-AmPr-FPrSAPrS	C13H24O6S2N2F7	501	Sulfonamido Propyl Sulfonate (N-HOEAmp-FASAPS; EtOH-AmPr-FASAPrS)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-Hydroxy ethyl dimethyl Ammonio Propyl perfluorobutane Sulfonamido Propyl Sulfonate	EtOH-AmPr-FBSAPrS	C14H24O6S2N2F9	551		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-Hydroxy ethyl dimethyl Ammonio Propyl perfluoropentane Sulfonamido Propyl Sulfonate	EtOH-AmPr-FPeSAPrS	C15H24O6S2N2F11	601		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-Hydroxy ethyl dimethyl Ammonio Propyl perfluorohexane Sulfonamido Propyl Sulfonate	EtOH-AmPr-FHxSAPrS	C16H24O6S2N2F13	651		x	x			(Liu et al., 2022, 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059, Shanghai Vatten AFFF
N-Hydroxy ethyl dimethyl Ammonio Propyl perfluoroheptane Sulfonamido Propyl Sulfonate	EtOH-AmPr-FOSAPrS	C17H24O6S2N2F15	701		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-Hydroxy ethyl dimethyl Ammonio Propyl perfluorooctane Sulfonamido Propyl Sulfonate	EtOH-AmPr-FNSAPrS	C18H24O6S2N2F17	751		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-hydroxy ethyl dimethyl ammoniopropyl perfluoropropane amide	EtOH-AmPr-FBAd	C11H18F7N2O2	343		Perfluoroalcanes N-hydroxy ethyl dimethyl ammonio propyl amide (EtOH-AmPr-FAAd)	x				(Liu et al., 2024)
N-hydroxy ethyl dimethyl ammoniopropyl perfluorobutane amide	EtOH-AmPr-FPeAd	C12H18F9N2O2	393	x					(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-hydroxy ethyl dimethyl ammoniopropyl perfluoropentane amide	EtOH-AmPr-FhxAd	C13H18F11N2O2	443	x					(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-hydroxy ethyl dimethyl ammoniopropyl perfluorohexane amide	EtOH-AmPr-FhpAd	C14H18F13N2O2	493	x					(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-hydroxy ethyl dimethyl ammoniopropyl perfluoroheptane amide	EtOH-AmPr-FOAd	C15H18F15N2O2	543	x					(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-carboxymethyl dimethyl ammonio-hydroxypropyl-perfluorobutane sulfonamide	SPrAn-OHPPr-FPrAd	C10H16F7N2O5S	409	Perfluoroalcanes N-carboxymethyl dimethyl ammonio-hydroxypropyl-sulfonamides (SPrAn-OHPPr-FAAd)		x				(Liu et al., 2024)
N-carboxymethyl dimethyl ammonio-hydroxypropyl-perfluoropentane sulfonamide	SPrAn-OHPPr-FBAd	C11H16F9N2O5S	459		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-carboxymethyl dimethyl ammonio-hydroxypropyl-perfluorohexane sulfonamide	SPrAn-OHPPr-FPeAd	C12H16F11N2O5S	509		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-carboxymethyl dimethyl ammonio-hydroxypropyl-perfluoroheptane sulfonamide	SPrAn-OHPPr-FHxAd	C13H16F13N2O5S	559		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-carboxymethyl dimethyl ammonio-hydroxypropyl-perfluorononane sulfonamide	SPrAn-OHPPr-FOAd	C15H16F17N2O5S	659		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-Sulfopropyl ethyl amine-perfluorobutane amide	SPrAnEt-FPrAd	C8H14F7N2O4S	329		Perfluoroalcanes N-Sulfopropyl ethyl amine-amides (SPrAnEt-FAAd)	x				(Liu et al., 2024)
N-Sulfopropyl ethyl amine-perfluoropentane amide	SPrAnEt-FBAd	C9H14F7N2O4S	379	x					(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
N-Sulfopropyl ethyl amine-perfluorohexane amide	SPrAnEt-FPeAd	C10H14F9N2O4S	429		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-Sulfopropyl ethyl amine-perfluoroheptane amide	SPrAnEt-FHxAd	C11H14F11N2O4S	479		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-Sulfopropyl ethyl amine-perfluorooctane amide	SPrAnEt-FHpAd	C12H14F13N2O4S	529		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-Sulfopropyl ethyl amine-Perfluorodecane amide	SPrAnEt-FNAd	C14H14F17N2O4S	629		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-methyl amine hydroxypropyl-perfluoropropane amide propyl sulfonate	MeAn-OHPr-FPrAdPrS	C11H18F7N2O5S	423	Perfluoroalcane N-methyl amine hydroxypropyl- amide propyl sulfonates (MeAn-OHPr-FAAdPrS)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-methyl amine hydroxypropyl-perfluorobutane amide propyl sulfonate	MeAn-OHPr-FBAdPrS	C12H18F9N2O5S	473		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-methyl amine hydroxypropyl-perfluoropentane amide propyl sulfonate	MeAn-OHPr-FPeAdPrS	C13H18F11N2O5S	523		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-methyl amine hydroxypropyl-perfluorohexane amide propyl sulfonate	MeAn-OHPr-FhxAdPrS	C14H18F13N2O5S	573		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-methyl amine hydroxypropyl-perfluoroheptane amide propyl sulfonate	MeAn-OHPr-FhpAdPrS	C15H18F15N2O5S	623		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-methyl amine hydroxypropyl-perfluorononane amide propyl sulfonate	MeAn-OHPr-FNAdPrS	C17H18F21N2O5S	723		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 030, 032, 038, 047, 059
N-hydroxy ethyl dimethyl Ammonio Propyl perfluoroethane Sulfonamido Ethanol	EtOH-AmPr-FeTSA-EtOH	C11H22O4SN2F5	373	Perfluoroalcane N-hydroxy ethyl dimethyl ammoniopropyl sulfonamides (N-HOEAmP-FASA; EtOH-AmPr-FASA)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053, 059 , 3M® 062
N-hydroxy ethyl dimethyl Ammonio Propyl perfluoropropane Sulfonamido Ethanol	EtOH-AmPr-FPrSA-EtOH	C12H22O4SN2F7	423		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053, 059 , 3M® 062
N-hydroxy ethyl dimethyl Ammonio Propyl perfluorobutane Sulfonamido Ethanol	EtOH-AmPr-FBSA-EtOH	C13H22O4SN2F9	473		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053, 059 , 3M® 062
N-hydroxy ethyl dimethyl Ammonio Propyl perfluoropentane Sulfonamido Ethanol	EtOH-AmPr-FPeSA-EtOH	C14H22O4SN2F11	523		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053, 059 , 3M® 062
N-hydroxy ethyl dimethyl Ammonio Propyl perfluorohexane Sulfonamido Ethanol	EtOH-AmPr-FHxSA-EtOH	C15H22O4SN2F13	573		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053, 059 , 3M® 062
N-hydroxy ethyl dimethyl Ammonio Propyl perfluoroheptane Sulfonamido Ethanol	EtOH-AmPr-FPeSAA-EtOH	C16H22O4SN2F15	623		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053, 059 , 3M® 062

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
N-hydroxy ethyl dimethyl Ammonio Propyl perfluorooctane Sulfonamido Ethanol	EtOH-AmPr-FPrSAPrA-EtOH	C17H22O4SN2F17	673		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053, 059 , 3M® 062
N-Carboxy Methyl dimethyl Ammonio Propyl-perfluoroethane Sulfonamido Propanoïque acide	CMeAmPrF eTSAPrA	C12H20F5N2O6S	415	Perfluoroalcanes N-Carboxy Methyl dimethyl Ammonio	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053, 059 , 3M® 062
N-Carboxy Methyl dimethyl Ammonio Propyl-perfluoropropane Sulfonamido Propanoïque acide	CMeAmPrF PrSAPrA	C13H20F7N2O6S	455	Propyl- Sulfonamido Propanoïque acides (CMeAmPr-FASAPrA)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053, 059 , 3M® 062
N-Carboxy Methyl dimethyl Ammonio Propyl-perfluorobutane Sulfonamido Propanoïque acide	CMeAmPrF BSAPrA	C14H20F9N2O6S	515		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053, 059 , 3M® 062
N-Carboxy Methyl dimethyl Ammonio Propyl-perfluoropentane Sulfonamido Propanoïque acide	CMeAmPrF PeSAPrA	C15H20F11N2O6S	555		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053, 059 , 3M® 062
N-Carboxy Methyl dimethyl Ammonio Propyl-perfluorohexane Sulfonamido Propanoïque acide	CMeAmPrF HxSAPrA	C16H20F13N2O6S	615		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053, 059 , 3M® 062
N-Carboxy Methyl dimethyl Ammonio Propyl-perfluoroheptane Sulfonamido Propanoïque acide	CMeAmPrF HpSAPrA	C17H20F15N2O6S	655		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053, 059 , 3M® 062
N-Carboxy Methyl dimethyl Ammonio Propyl-perfluorooctane Sulfonamido Propanoïque acide	PFOSB-Pra, CMeAmPr-FOSAPrA	C18H20F17N2O6S	715		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053, 059 , 3M® 062
N,N-dimethyl-N-3- (perfluoropropyl sulfonamido propan-1-yl)amine N-oxide	OAmPrFPPr SA	C8H14F7N2O3S	351	Perfluoroalcanes sulfonamides amine oxides (PFASNO;		x	x		(Nickerson et al., 2020)	
N,N-dimethyl-N-3- (perfluorobutyl sulfonamido propan-1-yl)amine N-oxide	OAmPrFBS A	C9H14F9N2O3S	401	PFOSNO; N-OxAmP-FASA; OAmPr-FOSA; OAmPr-FASA)		x	x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Nickerson et al., 2020)	
N,N-dimethyl-N-3-(perfluoropentyl sulfonamido propan-1-yl)amine N-oxide	OAmPrFPe SA	C10H14F11N2O3S	451			x	x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Nickerson et al., 2020)	
N,N-dimethyl-N-3- (perfluorohexyl sulfonamido propan-1-yl)amine N-oxide	OAmPrFHx SA	C11H14F13N2O3S	501			x	x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Cook et al., 2022; Nickerson et al., 2020)	
N,N-dimethyl-N-3- (perfluoroheptyle sulfonamido propan-1-yl)amine N-oxide	PFOSNO, OAmPr-FOSA	C13H14F17N2O3S	601			x			(Liu et al., 2024)	
Perfluorooctane amido amine oxide	PFOANO, OAmPr-FOAd	C14H14F17N2O	549	Perfluoroalcanes amido amine oxides (PFANO; PFOANO; OxAmPr-FOAd)			x		(Chen et al., 2020; Liu et al., 2021a)	
4:2 Tridecafluoroalkyle sulfonyle(SO2) Propano Amido Methyl Propyl Sulfonate	4:2 FASO2PA-MePS	C13H17O6NS2F9	518	Tridéca fluoroalcanes sulfonyle propano amido méthyl propyl sulfonates (FASO2PA-MePS)			x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Chiang, 2022)	
6:2 Tridecafluoroalkyle sulfonyle(SO2) Propano Amido Methyl Propyl Sulfonate	6:2 FASO2PA-MePS	C15H17O6NS2F13	618				x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Chiang, 2022)	
8:2 Tridecafluoroalkyle sulfonyle(SO2) Propano Amido Methyl Propyl Sulfonate	8:2 FASO2PA-MePS	C17H17O6NS2F17	718				x		(Barzen-Hanson et al., 2017; Chiang, 2022)	

Etat des lieux des substances poly et perfluorées associées à l'utilisation des mousses anti-incendie (AFFF)

Nom	Abr.	Formule chimique	Masse molaire (g/mol)	Classe	Composant de mousses	Produits de dégradation	Eaux	Sols/sédiments	Références	Fournisseurs identifiés
N-betaine propyl perfluoroethane amide	BPr-FPrAd	C9H16F5N2O3	307	Perfluoroalcanes N-betaine propyl amides (BPr-FAAd)	x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053, 059 , 3M® 062
N-betaine propyl perfluoropropane amide	BPr-FBAd	C11H16F7N2O3	357		x				(Liu et al., 2024)	Lightwater® 053, 059 , 3M® 062
	6:2 FTSEA	C10H7F13O2S	438	FTSEA	x				(Liu et al., 2022)	Shanghai Vatten AFFF
3-perfluoropentyl propanoïque acide	C5 FAPA	C8H4F11O2	341	3-Perfluoroalcanes propanoïques Acides (FAPA)		x	x		(Barzen-Hanson et al., 2017)	

Les substances en gras surlignées en bleu sont celles qui ont déjà été identifiées au moins une fois dans les sols et/ou les eaux sur un site français ayant utilisé des mousses AFFF.

Annexe 3 Références

- Adamson, D.T., Kulkarni, P.R., Nickerson, A., Higgins, C.P., Field, J., Schwichtenberg, T., Newell, C., Kornuc, J.J., 2022. Characterization of relevant site-specific PFAS fate and transport processes at multiple AFFF sites. *Environmental Advances* 7, 100167.
- Ahmad, A., Tian, K., Tanyu, B., Foster, G.D., 2023. Effect of Clay Mineralogy on the Partition Coefficients of Perfluoroalkyl Substances. *ACS ES&T Water* 3, 2899–2909.
- Ahrens, L., Norström, K., Viktor, T., Cousins, A.P., Josefsson, S., 2015. Stockholm Arlanda Airport as a source of per-and polyfluoroalkyl substances to water, sediment and fish. *Chemosphere* 129, 33–38.
- Anderson, R.H., Adamson, D.T., Stroo, H.F., 2019. Partitioning of poly-and perfluoroalkyl substances from soil to groundwater within aqueous film-forming foam source zones. *Journal of contaminant hydrology* 220, 59–65.
- Anderson, R.H., Thompson, T., Stroo, H.F., Leeson, A., 2021. US Department of Defense-funded fate and transport research on per-and polyfluoroalkyl substances at aqueous film-forming foam-impacted sites. *Environmental Toxicology and Chemistry* 40, 37.
- Backe, W.J., Day, T.C., Field, J.A., 2013. Zwitterionic, cationic, and anionic fluorinated chemicals in aqueous film forming foam formulations and groundwater from US military bases by nonaqueous large-volume injection HPLC-MS/MS. *Environmental science & technology* 47, 5226–5234.
- Baduel, C., Mueller, J.F., Rotander, A., Corfield, J., Gomez-Ramos, M.-J., 2017. Discovery of novel per-and polyfluoroalkyl substances (PFASs) at a fire fighting training ground and preliminary investigation of their fate and mobility. *Chemosphere* 185, 1030–1038.
- Barzen-Hanson, K.A., Roberts, S.C., Choyke, S., Oetjen, K., McAlees, A., Riddell, N., McCrindle, R., Ferguson, P.L., Higgins, C.P., Field, J.A., 2017. Discovery of 40 classes of per-and polyfluoroalkyl substances in historical aqueous film-forming foams (AFFFs) and AFFF-impacted groundwater. *Environmental science & technology* 51, 2047–2057.
- Berhanu, A., Mutanda, I., Taolin, J., Qaria, M.A., Yang, B., Zhu, D., 2023. A review of microbial degradation of per-and polyfluoroalkyl substances (PFAS): Biotransformation routes and enzymes. *Science of The Total Environment* 859, 160010.
- Bräunig, J., Baduel, C., Barnes, C.M., Mueller, J.F., 2019. Leaching and bioavailability of selected perfluoroalkyl acids (PFAAs) from soil contaminated by firefighting activities. *Science of the Total Environment* 646, 471–479.
- Cai, W., Navarro, D.A., Du, J., Ying, G., Yang, B., McLaughlin, M.J., Kookana, R.S., 2022. Increasing ionic strength and valency of cations enhance sorption through hydrophobic interactions of PFAS with soil surfaces. *Science of the Total Environment* 817, 152975.
- Cavelan, A., Togola, A., 2024a. Etat des lieux des sources d'émission en PFAS. (No. BRGM/RP-73452-FR).
- Cavelan, A., Togola, A., 2024b. Etat des lieux sur la méthodologie pour la détermination des valeurs de fonds en PFAS dans les sols Européens. (No. BRGM/RP-73455-FR).
- Chen, H., Chen, S., Quan, X., Zhao, Y., Zhao, H., 2009. Sorption of perfluorooctane sulfonate (PFOS) on oil and oil-derived black carbon: Influence of solution pH and [Ca²⁺]. *Chemosphere* 77, 1406–1411.
- Chen, H., Liu, M., Munoz, G., Duy, S.V., Sauve, S., Yao, Y., Sun, H., Liu, J., 2020. Fast generation of perfluoroalkyl acids from polyfluoroalkyl amine oxides in aerobic soils. *Environmental Science & Technology Letters* 7, 714–720.
- Chen, H., Yao, Y., Zhao, Z., Wang, Y., Wang, Q., Ren, C., Wang, B., Sun, H., Alder, A.C., Kannan, K., 2018. Multimedia distribution and transfer of per-and polyfluoroalkyl substances (PFASs) surrounding two fluorochemical manufacturing facilities in Fuxin, China. *Environmental science & technology* 52, 8263–8271.
- Chiang, D., 2022. Assessing the PFAS Conceptual Site Model. F2. PFAS Conceptual Site Model. Wood.

- Choi, Y.J., Helbling, D.E., Liu, J., Olivares, C.I., Higgins, C.P., 2022. Microbial biotransformation of aqueous film-forming foam derived polyfluoroalkyl substances. *Science of The Total Environment* 824, 153711.
- Cook, E.K., Olivares, C.I., Antell, E.H., Yi, S., Nickerson, A., Choi, Y.J., Higgins, C.P., Sedlak, D.L., Alvarez-Cohen, L., 2022. Biological and chemical transformation of the six-carbon polyfluoroalkyl substance N-dimethyl ammonio propyl perfluorohexane sulfonamide (AmPr-FHxSA). *Environmental Science & Technology* 56, 15478–15488.
- D'Agostino, L.A., Mabury, S.A., 2017a. Aerobic biodegradation of 2 fluorotelomer sulfonamide-based aqueous film-forming foam components produces perfluoroalkyl carboxylates. *Environmental toxicology and chemistry* 36, 2012–2021.
- D'Agostino, L.A., Mabury, S.A., 2017b. Certain perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances associated with aqueous film forming foam are widespread in Canadian surface waters. *Environmental Science & Technology* 51, 13603–13613.
- D'Agostino, L.A., Mabury, S.A., 2014. Identification of novel fluorinated surfactants in aqueous film forming foams and commercial surfactant concentrates. *Environmental science & technology* 48, 121–129.
- Dauchy, X., Boiteux, V., Bach, C., Colin, A., Hemard, J., Rosin, C., Munoz, J.-F., 2017a. Mass flows and fate of per-and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in the wastewater treatment plant of a fluorochemical manufacturing facility. *Science of the Total Environment* 576, 549–558.
- Dauchy, X., Boiteux, V., Bach, C., Rosin, C., Munoz, J.-F., 2017b. Per-and polyfluoroalkyl substances in firefighting foam concentrates and water samples collected near sites impacted by the use of these foams. *Chemosphere* 183, 53–61.
- Dauchy, X., Boiteux, V., Colin, A., Bach, C., Rosin, C., Munoz, J.-F., 2019a. Poly-and perfluoroalkyl substances in runoff water and wastewater sampled at a firefighter training area. *Archives of environmental contamination and toxicology* 76, 206–215.
- Dauchy, X., Boiteux, V., Colin, A., Hémar, J., Bach, C., Rosin, C., Munoz, J.-F., 2019b. Deep seepage of per-and polyfluoroalkyl substances through the soil of a firefighter training site and subsequent groundwater contamination. *Chemosphere* 214, 729–737.
- Duncan, P.B., Greenberg, M.S., Leja, S., Williams, J., Black, C., Henry, R.G., Wilhelm, L., 2007. Case study of contaminated groundwater discharge: How in situ tools link an evolving conceptual site model with management decisions. *Integrated Environmental Assessment and Management: An International Journal* 3, 279–289.
- Ebrahimi, F., Lewis, A.J., Sales, C.M., Suri, R., McKenzie, E.R., 2021. Linking PFAS partitioning behavior in sewage solids to the solid characteristics, solution chemistry, and treatment processes. *Chemosphere* 271, 129530.
- ECHA, 2018. The use of PFAS and fluorine-free alternatives in fire-fighting foams (No. 07.0203/2018/791749/ENV.B.2). European Chemicals Agency (ECHA).
- Endo, S., Hammer, J., Matsuzawa, S., 2023. Experimental Determination of Air/Water Partition Coefficients for 21 Per-and Polyfluoroalkyl Substances Reveals Variable Performance of Property Prediction Models. *Environmental Science & Technology*.
- Feng, X., Yi, S., Shan, G., Chen, X., Yang, Y., Yang, L., Jia, Y., Zhu, Y., Zhu, L., 2023. Occurrence of perfluoroalkyl substances in the environment compartments near a mega fluorochemical industry: Implication of specific behaviors and emission estimation. *Journal of Hazardous Materials* 445, 130473.
- Filipovic, M., Woldegiorgis, A., Norström, K., Bibi, M., Lindberg, M., Österås, A.-H., 2015. Historical usage of aqueous film forming foam: A case study of the widespread distribution of perfluoroalkyl acids from a military airport to groundwater, lakes, soils and fish. *Chemosphere* 129, 39–45.
- Ghorbani Gorji, S., Gómez Ramos, M.J., Dewapriya, P., Schulze, B., Mackie, R., Nguyen, T.M.H., Higgins, C.P., Bowles, K., Mueller, J.F., Thomas, K.V., 2024. New PFASs Identified in AFFF Impacted Groundwater by Passive Sampling and Nontarget Analysis. *Environmental Science & Technology*.

- Gonzalez, D., Thompson, K., Quinones, O., Dickenson, E., Bott, C., 2021. Assessment of PFAS fate, transport, and treatment inhibition associated with a simulated AFFF release within a WASTEWATER treatment plant. *Chemosphere* 262, 127900.
- Hale, S.E., Arp, H.P.H., Slinde, G.A., Wade, E.J., Bjørseth, K., Breedveld, G.D., Straith, B.F., Moe, K.G., Jartun, M., Høisæter, Å., 2017. Sorbent amendment as a remediation strategy to reduce PFAS mobility and leaching in a contaminated sandy soil from a Norwegian firefighting training facility. *Chemosphere* 171, 9–18.
- Hammer, J., Endo, S., 2022. Volatility and nonspecific van der Waals interaction properties of per-and polyfluoroalkyl substances (PFAS): Evaluation using hexadecane/air partition coefficients. *Environmental Science & Technology* 56, 15737–15745.
- Harding-Marjanovic, K.C., Houtz, E.F., Yi, S., Field, J.A., Sedlak, D.L., Alvarez-Cohen, L., 2015. Aerobic biotransformation of fluorotelomer thioether amido sulfonate (Lodyne) in AFFF-amended microcosms. *Environmental science & technology* 49, 7666–7674.
- Hochet, T., Stortz, Y., 2022. Mémoire de conseiller technique risques chimiques . Une nécessaire évolution des émulseurs liée aux enjeux environnementaux et réglementaires concernant les substances fluorées. Quels impacts pour les SIS dans leur utilisation normative et dans le domaine du RCH ?, RCH4 2022. ENSOSP.
- Høisæter, Å., Pfaff, A., Breedveld, G.D., 2019. Leaching and transport of PFAS from aqueous film-forming foam (AFFF) in the unsaturated soil at a firefighting training facility under cold climatic conditions. *Journal of contaminant hydrology* 222, 112–122.
- Houtz, E., Wang, M., Park, J.-S., 2018. Identification and fate of aqueous film forming foam derived per-and polyfluoroalkyl substances in a wastewater treatment plant. *Environmental science & technology* 52, 13212–13221.
- Houtz, E.F., Higgins, C.P., Field, J.A., Sedlak, D.L., 2013. Persistence of perfluoroalkyl acid precursors in AFFF-impacted groundwater and soil. *Environmental science & technology* 47, 8187–8195.
- Houtz, E.F., Sutton, R., Park, J.-S., Sedlak, M., 2016. Poly-and perfluoroalkyl substances in wastewater: Significance of unknown precursors, manufacturing shifts, and likely AFFF impacts. *Water research* 95, 142–149.
- ITRC, 2022. PFAS Technical and Regulatory Guidance Documents and Fact Sheets PFAS-1. Interstate Technology and Regulatory Council, PFAS Team.
- Kärrman, A., Elgh-Dalgren, K., Lafossas, C., Møskeland, T., 2011. Environmental levels and distribution of structural isomers of perfluoroalkyl acids after aqueous fire-fighting foam (AFFF) contamination. *Environmental chemistry* 8, 372–380.
- Kwadijk, C.J., Kotterman, M., Koelmans, A.A., 2014. Partitioning of perfluorooctanesulfonate and perfluorohexanesulfonate in the aquatic environment after an accidental release of aqueous film forming foam at Schiphol Amsterdam Airport. *Environmental toxicology and chemistry* 33, 1761–1765.
- Langberg, H.A., Breedveld, G.D., Grønning, H.M., Kvennås, M., Jenssen, B.M., Hale, S.E., 2019. Bioaccumulation of fluorotelomer sulfonates and perfluoroalkyl acids in marine organisms living in aqueous film-forming foam impacted waters. *Environmental science & technology* 53, 10951–10960.
- Lange, C., 2019. Biotransformation of Amphoteric Foamer Surfactants Present in Legacy Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Products., in: AGU Fall Meeting Abstracts. pp. GH11B-1038.
- Li, F., Fang, X., Zhou, Z., Liao, X., Zou, J., Yuan, B., Sun, W., 2019. Adsorption of perfluorinated acids onto soils: Kinetics, isotherms, and influences of soil properties. *Science of the total environment* 649, 504–514.
- Liu, J., Zhao, Z., Li, J., Hua, X., Zhang, B., Tang, C., An, X., Lin, T., 2023. Emerging and legacy perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in surface water around three international airports in China. *Chemosphere* 344, 140360.
- Liu, L., Lu, M., Cheng, X., Yu, G., Huang, J., 2022. Suspect screening and nontargeted analysis of per-and polyfluoroalkyl substances in representative fluorocarbon surfactants, aqueous film-forming foams, and impacted water in China. *Environment International* 167, 107398.

- Liu, M., Glover, C.M., Munoz, G., Duy, S.V., Sauvé, S., Liu, J., 2024. Hunting the missing fluorine in aqueous film-forming foams containing per-and polyfluoroalkyl substances. *Journal of Hazardous Materials* 464, 133006.
- Liu, M., Munoz, G., Vo Duy, S., Sauvé, S., Liu, J., 2021a. Stability of nitrogen-containing polyfluoroalkyl substances in aerobic soils. *Environmental Science & Technology* 55, 4698–4708.
- Liu, M., Munoz, G., Vo Duy, S., Sauvé, S., Liu, J., 2021b. Per-and polyfluoroalkyl substances in contaminated soil and groundwater at airports: a Canadian case study. *Environmental Science & Technology* 56, 885–895.
- Liu, Y., Qi, F., Fang, C., Naidu, R., Duan, L., Dharmarajan, R., Annamalai, P., 2020. The effects of soil properties and co-contaminants on sorption of perfluorooctane sulfonate (PFOS) in contrasting soils. *Environmental Technology & Innovation* 19, 100965.
- Luo, Y.-S., Aly, N.A., McCord, J., Strynar, M.J., Chiu, W.A., Dodds, J.N., Baker, E.S., Rusyn, I., 2020. Rapid characterization of emerging per-and polyfluoroalkyl substances in aqueous film-forming foams using ion mobility spectrometry–mass spectrometry. *Environmental science & technology* 54, 15024–15034.
- Meng, L., Song, B., Zhong, H., Ma, X., Wang, Yingjun, Ma, D., Lu, Y., Gao, W., Wang, Yawei, Jiang, G., 2021. Legacy and emerging per-and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in the Bohai Sea and its inflow rivers. *Environment International* 156, 106735.
- Moody, C.A., Field, J.A., 2000. Perfluorinated surfactants and the environmental implications of their use in fire-fighting foams. *Environmental science & technology* 34, 3864–3870.
- Munoz, G., Desrosiers, M., Vetter, L., Vo Duy, S., Jarjour, J., Liu, J., Sauve, S., 2020. Bioaccumulation of zwitterionic polyfluoroalkyl substances in earthworms exposed to aqueous film-forming foam impacted soils. *Environmental Science & Technology* 54, 1687–1697.
- Mussabek, D., Ahrens, L., Persson, K.M., Berndtsson, R., 2019. Temporal trends and sediment–water partitioning of per-and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in lake sediment. *Chemosphere* 227, 624–629.
- Naidu, R., Nadebaum, P., Fang, C., Cousins, I., Pennell, K., Conder, J., Newell, C.J., Longpré, D., Warner, S., Crosbie, N.D., 2020. Per-and poly-fluoroalkyl substances (PFAS): Current status and research needs, *Environmental Technology & Innovation*. Elsevier.
- Nguyen, T.M.H., Bräunig, J., Kookana, R.S., Kaserzon, S.L., Knight, E.R., Vo, H.N.P., Kabiri, S., Navarro, D.A., Grimison, C., Riddell, N., 2022. Assessment of mobilization potential of per-and polyfluoroalkyl substances for soil remediation. *Environmental Science & Technology* 56, 10030–10041.
- Nguyen, T.M.H., Bräunig, J., Thompson, K., Thompson, J., Kabiri, S., Navarro, D.A., Kookana, R.S., Grimison, C., Barnes, C.M., Higgins, C.P., 2020. Influences of chemical properties, soil properties, and solution pH on soil–water partitioning coefficients of per-and polyfluoroalkyl substances (PFASs). *Environmental Science & Technology* 54, 15883–15892.
- Nickerson, A., Maizel, A.C., Kulkarni, P.R., Adamson, D.T., Kornuc, J.J., Higgins, C.P., 2020. Enhanced extraction of AFFF-associated PFASs from source zone soils. *Environmental science & technology* 54, 4952–4962.
- Olivares, C.I., Yi, S., Cook, E.K., Choi, Y.J., Montagnolli, R., Byrne, A., Higgins, C.P., Sedlak, D.L., Alvarez-Cohen, L., 2022. Aerobic BTEX biodegradation increases yield of perfluoroalkyl carboxylic acids from biotransformation of a polyfluoroalkyl surfactant, 6: 2 FtTAoS. *Environmental Science: Processes & Impacts* 24, 439–446.
- Patch, D., O'Connor, N., Vereecken, T., Murphy, D., Munoz, G., Ross, I., Glover, C., Scott, J., Koch, I., Sauvé, S., 2024. Advancing PFAS characterization: Enhancing the total oxidizable precursor assay with improved sample processing and UV activation. *Science of The Total Environment* 909, 168145.
- Place, B.J., Field, J.A., 2012. Identification of novel fluorochemicals in aqueous film-forming foams used by the US military. *Environmental science & technology* 46, 7120–7127.
- Prevedouros, K., Cousins, I.T., Buck, R.C., Korzeniowski, S.H., 2006. Sources, fate and transport of perfluorocarboxylates. *Environmental science & technology* 40, 32–44.

- Reinikainen, J., Perkola, N., Äystö, L., Sorvari, J., 2022a. The occurrence, distribution, and risks of PFAS at AFFF-impacted sites in Finland. *Science of the Total Environment* 829, 154237.
- Reinikainen, J., Perkola, N., Äystö, L., Sorvari, J., 2022b. The occurrence, distribution, and risks of PFAS at AFFF-impacted sites in Finland. *Science of the Total Environment* 829, 154237.
- Reinikainen, J., Tarvainen, T., 2023. National survey on soil background concentrations for PFAS.
- Roth, J., Abusallout, I., Hill, T., Holton, C., Thapa, U., Hanigan, D., 2020. Release of volatile per- and polyfluoroalkyl substances from aqueous film-forming foam. *Environmental Science & Technology Letters* 7, 164–170.
- Rovero, M., Cutt, D., Griffiths, R., Filipowicz, U., Mishkin, K., White, B., Goodrow, S., Wilkin, R.T., 2021. Limitations of current approaches for predicting groundwater vulnerability from PFAS contamination in the vadose zone. *Groundwater Monitoring & Remediation* 41, 62–75.
- Ruan, T., Wang, Y., Wang, T., Zhang, Q., Ding, L., Liu, J., Wang, C., Qu, G., Jiang, G., 2010. Presence and partitioning behavior of polyfluorinated iodine alkanes in environmental matrices around a fluorochemical manufacturing plant: another possible source for perfluorinated carboxylic acids? *Environmental science & technology* 44, 5755–5761.
- Schlechtriem, C., Nendza, D.M., Hahn, D.S., Zwintscher, A., Schüürmann, D.G., Kühne, D.R., 2015. Contribution of non-lipid based processes to the bioaccumulation of chemicals. *Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie*.
- Shaw, D.M., Munoz, G., Bottos, E.M., Duy, S.V., Sauv e, S., Liu, J., Van Hamme, J.D., 2019. Degradation and defluorination of 6: 2 fluorotelomer sulfonamidoalkyl betaine and 6: 2 fluorotelomer sulfonate by *Gordonia* sp. strain NB4-1Y under sulfur-limiting conditions. *Science of the Total Environment* 647, 690–698.
- Torralba-Sanchez, T.L., Di Toro, D.M., Dmitrenko, O., Murillo-Gelvez, J., Tratnyek, P.G., 2023. Modeling the Partitioning of Anionic Carboxylic and Perfluoroalkyl Carboxylic and Sulfonic Acids to Octanol and Membrane Lipid. *Environmental Toxicology and Chemistry* 42, 2317–2328.
- Wang, C., Yan, B., Munoz, G., Sauv e, S., Liu, J., 2021. Modified clays reduce leaching of per- and polyfluoroalkyl substances from AFFF-contaminated soils. *AWWA Water Science* 3, e1241.
- Wang, N., Liu, J., Buck, R.C., Korzeniowski, S.H., Wolstenholme, B.W., Folsom, P.W., Sulecki, L.M., 2011. 6: 2 Fluorotelomer sulfonate aerobic biotransformation in activated sludge of waste water treatment plants. *Chemosphere* 82, 853–858.
- Weiner, B., Yeung, L.W., Marchington, E.B., D'Agostino, L.A., Mabury, S.A., 2013. Organic fluorine content in aqueous film forming foams (AFFFs) and biodegradation of the foam component 6: 2 fluorotelomermercaptoalkylamido sulfonate (6: 2 FTSAS). *Environmental Chemistry* 10, 486–493.
- Yang, S.-H., Shan, L., Chu, K.-H., 2022. Fate and transformation of 6: 2 fluorotelomer sulfonic acid affected by plant, nutrient, bioaugmentation, and soil microbiome interactions. *Environmental science & technology* 56, 10721–10731.
- Yi, S., Harding-Marjanovic, K.C., Houtz, E.F., Gao, Y., Lawrence, J.E., Nichiporuk, R.V., Iavarone, A.T., Zhuang, W.-Q., Hansen, M., Field, J.A., 2018. Biotransformation of AFFF component 6: 2 fluorotelomer thioether amido sulfonate generates 6: 2 fluorotelomer thioether carboxylate under sulfate-reducing conditions. *Environmental science & technology letters* 5, 283–288.
- Zhang, M., Suuberg, E.M., 2023. Estimation of vapor pressures of perfluoroalkyl substances (PFAS) using COSMOtherm. *Journal of Hazardous Materials* 443, 130185.



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin

BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34

www.brgm.fr



Géosciences pour une Terre durable

brgm