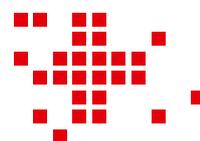
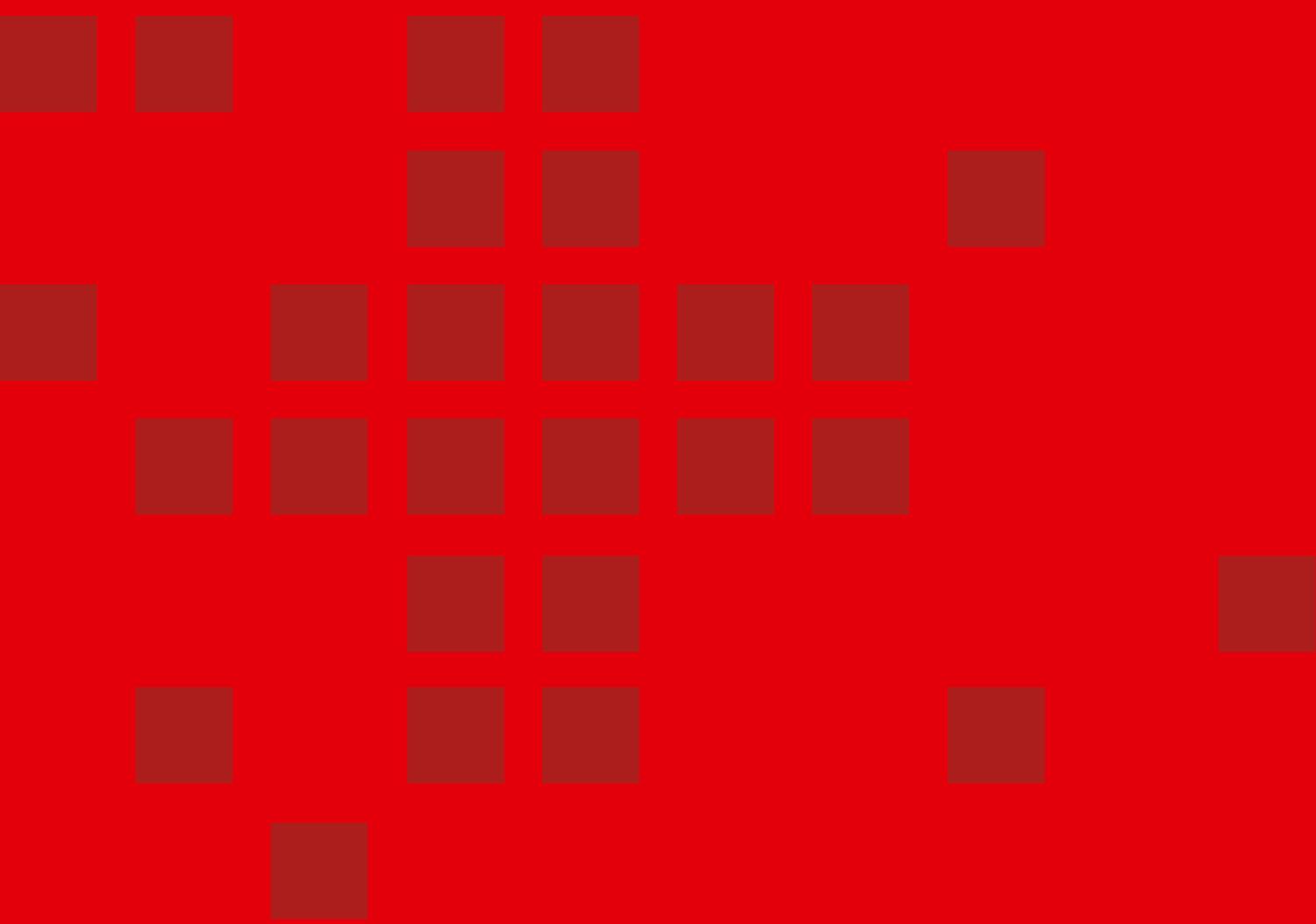


# Agents moussants

Coordination suisse des sapeurs-pompiers CSSP



**FKS CSSP CSP**



# Impressum

Version	3.0
Approbation par la CSISP le:	30 mars 2021; actualisée le 18.02.2025
Entrée en vigueur	07.03.2025

Copyright © by  
Coordination Suisse des Sapeurs-Pompiers CSSP  
Christoffelgasse 6  
CH-3011 Bern  
[www.feukos.ch](http://www.feukos.ch)

Mise en forme et pré impression:  
weiss communication+design ag  
Ländtestrasse 5  
CH-2501 Biel-Bienne  
Tél. +41 32 328 11 11  
[www.wcd.ch](http://www.wcd.ch)



# Sommaire

Impressum	2
<b>1 Introduction</b>	<b>4</b>
<b>2 Limites</b>	<b>4</b>
<b>3 Bases légales (lois, ordonnances, normes, règlements)</b>	<b>5</b>
<b>4 Mode d'action des agents moussants</b>	<b>7</b>
<b>5 Domaine d'application</b>	<b>9</b>
<b>6 Concepts d'urgence/quantités en stock</b>	<b>12</b>
<b>7 Technique (véhicules et appareils d'extinction)</b>	<b>13</b>
<b>8 Elimination/environnement</b>	<b>16</b>
<b>9 Conclusion</b>	<b>17</b>
<b>10 Glossaire</b>	<b>18</b>

# 1 | Introduction

Le paquet d'ordonnances environnementales du printemps 2019 édicté dans le cadre de la révision de l'ORRChim prévoyait d'interdire l'utilisation de mousses d'extinction contenant des tensioactifs fluorés pour les exercices. En effet, les tensioactifs fluorés contenus dans ces mousses sont dits persistants et s'accumulent dans l'environnement (mot-clé: «produits chimiques éternels»). La question se pose donc de leur impact à long terme sur la santé des personnes, des animaux et de l'environnement s'est donc posée.

Dans ce contexte, la Conférence suisse des inspecteurs des sapeurs-pompier (CSISP) a chargé un groupe d'experts d'analyser la problématique des «mousses d'extinction» («mousse») et d'élaborer des recommandations relatives à leur utilisation et à la formation à leur utilisation. Ces recommandations doivent compléter les chapitres correspondants du règlement «Connaissances de base» et du «Manuel pour les interventions ABC». Une fiche d'information y relative a été adoptée en 2020.

Etant donné que les discussions sur les «composés per- et polyfluoroalkylés» (en anglais: per- and polyfluoroalkyl substances, abrégé PFAS) se sont étendues à d'autres cercles concernés et qu'elles occupent entre autres les organes politiques et les médias, une mise à jour de la fiche d'information est nécessaire. La présente version aborde le débat actuellement en cours sur les mousses d'extinction contenant du fluor.

Une formation suffisante est nécessaire pour garantir l'utilisation de la mousse, même avec du matériel de haute performance et une doctrine d'application appropriée. La formation théorique ne suffit pas; il s'agit d'une formation pratique qui permette aux sapeurs-pompier de maîtriser l'utilisation efficace de la mousse d'extinction. En particulier, la substitution de mousses contenant du fluor par des alternatives sans fluor nécessite une formation pratique supplémentaire et adaptée, car le niveau de sécurité d'extinction de l'AFFF n'est pas atteint avec les produits sans fluor et doit être compensé par une formation appropriée (technique et tactique).

La formation pratique doit être dispensée sans impact sur l'environnement en éliminant correctement les eaux d'extinction. La protection de l'environnement est l'une des priorités des sapeurs-pompier. Il s'agit d'un facteur important qui est pris en considération dans le cadre des réflexions tactiques. Cependant, la priorité des sapeurs-pompier est la sécurité des forces d'intervention et des personnes menacées.

Ces deux objectifs de protection peuvent être contradictoires lorsqu'il s'agit d'opter pour ou contre l'utilisation d'un agent extincteur dans le cadre de la tactique opérationnelle. La présente fiche d'information a été conçue pour fournir une aide en cas de questions.

En raison de leur fort danger pour l'environnement, l'utilisation d'agents extincteurs à base de mousse contenant du fluor n'est justifiée que dans des circonstances très limitées et spéciales (par exemple, incendie de dépôt de carburant avec rétention d'eau d'extinction/risque élevé pour les personnes). L'utilisation de ces mousses extinctrices sans rétention efficace de l'eau d'extinction peut entraîner des problèmes considérables dus à la contamination du sol et de l'eau. L'élimination d'eau d'extinction contaminée par des tensioactifs fluorés est par ailleurs toujours associée à des conséquences financières importantes. Certains tensioactifs fluorés (PFOS, PFOA) sont déjà interdits, et d'autres restrictions sont prévisibles. Dans la mesure du possible, il faut donc les remplacer par des alternatives sans fluor.

Pour réduire le risque d'utilisation accidentelle, les agents extincteurs fluorés ne doivent être disponibles qu'à des endroits sélectionnés, être bien signalés et les intervenants d'urgence doivent être particulièrement formés aux risques environnementaux de ces agents extincteurs.

Il faut également s'assurer qu'il n'y a pas de contamination croisée des équipements à mousse; une séparation stricte des systèmes est requise (pas de remplissage d'AFFF dans les réservoirs d'émulseurs destinés aux émulseurs sans fluor, etc.).

## 2 | Limites

Les installations fixes d'extinction constituent un élément important de la lutte contre les incendies, notamment dans l'industrie. Toutefois, ce domaine n'a pas été traité, car il serait trop complexe et, surtout, en raison du fait que la responsabilité des installations fixes d'extinction n'incombe pas à la CSSP. Des informations à ce sujet figurent dans les directives CARBURA «Partie F – Protection incendie et moyens d'extinction» concernant les grandes installations de stockage de produits pétroliers. Les directives TRCI s'appliquent aux parcs de réservoirs de l'industrie chimique.

Il est à noter que les sapeurs-pompiers d'aéroports sont directement concernés par la présente fiche d'information, mais le respect des directives de l'AESA et de l'OFAC pour ces sapeurs-pompiers reste bien entendu prioritaire.

Finalement, l'armée et ses troupes de sauvetage sont concernées par cette fiche d'information.

Enfin, l'armée et ses troupes de sauvetage sont également directement concernées par cette fiche d'information. En collaboration avec les sapeurs-pompiers, ils utilisent leurs mousses d'extinction dans le cadre de l'aide spontanée ou dans le cas de grands sinistres, ceci selon les principes de subsidiarité. Pour ces partenaires, les règlements militaires sont également déterminants.

## 3 | Bases légales (lois, ordonnances, normes, règlements)

### ■ a) Sélection de mousses d'extinction/interdictions de composants

DL'ORRChim (RS 814.81) et l'ordonnance «PIC» réglementent la fabrication et l'utilisation de mousses d'extinction contenant du fluor. Les ingrédients suivants sont déjà interdits ou réglementés (teneurs maximales autorisées), notamment du point de vue de substances particulièrement problématiques:

- SPFO et leurs dérivés: la production et l'utilisation de produits moussants contenant plus de 0,001% (10 ppm) de SPFO sont interdites;
- APFO et ses précurseurs: sont interdits les produits moussants contenant respectivement plus de 0.025 ppm et 1 ppm (composés précurseurs de l'APFO);
- PFHxS et composés précurseurs: les agents moussants contenant plus de 0.025 ppm de PFHxS ou 1 ppm (composés précurseurs du PFHxS) sont interdits;
- C9-C14-PFCA et leurs composés précurseurs: les agents moussants contenant plus de 0.025 ppm de PFCA en C9-C14 ou de 1 ppm de précurseurs de PFCA en C9-C14 sont interdits.

**D'autres interdictions sont actuellement à l'étude, y compris une interdiction totale de tous les PFAS.**

Lors de l'achat de mousses d'extinction contenant du fluor, il est recommandé d'obtenir de la part du fabricant une déclaration de conformité/une assurance correspondante.

### ■ b) Utilisation / protection de l'environnement

L'obligation d'utiliser de la mousse d'extinction avec modération et dans le respect de l'environnement découle de la législation fédérale en matière d'environnement et de protection des eaux.

Il faut en particulier tenir compte:

- du devoir de diligence raisonnable (article 3, LEaux): «Chacun doit s'employer à empêcher toute atteinte nuisible aux eaux en y mettant la diligence qu'exigent les circonstances»;
- de l'interdiction de polluer les eaux de surface et les eaux souterraines (article 6, LEaux): «Il est interdit d'introduire directement ou indirectement dans une eau des substances de nature à la polluer, l'infiltration de telles substances est également interdite.»

Est considérée comme «atteinte nuisible» toute impureté ou action qui altère physiquement, chimiquement ou biologiquement un milieu aquatique ou qui affecte son fonctionnement (article 4, lettre c, LEaux).

Par analogie, il ne doit pas y avoir de formation de boues, de turbidité, de coloration, d'altération de l'odeur, de manque d'oxygène ou d'altération du pH (annexe 2, chiffre 11, lettres a, b, c, d, OEaux).

Dans les zones de protection des eaux souterraines (S3, S2, S1), l'infiltration d'eaux usées (y compris les eaux d'extinction de tout type) est interdite (voir OEaux annexe 4, index 221–223); l'emploi de tout agent moussant doit notamment être évité.

Des instructions concernant la mise en œuvre des prescriptions en matière de protection de l'environnement dans le cadre d'une opération de lutte contre les incendies, en particulier lorsque des agents d'extinction spéciaux (par exemple de la mousse) ou des substances dangereuses / des eaux d'extinction contaminées sont présents, figurent dans le «Manuel pour les interventions ABC» de la CSSP, 2.3.5 «Eaux d'extinction et leur évacuation».

Lors de l'utilisation de mousse ou lors de la lutte contre l'incendie d'objets pour lesquels la rétention des eaux d'extinction ne peut pas être pleinement assurée, il faut toujours procéder à une pesée des intérêts entre la sécurité des personnes, la protection de l'environnement et les mesures et alternatives possibles. La définition des priorités dans les interventions effectuées par les sapeurs-pompier dépend de leur mission permanente, conformément au règlement de la conduite d'intervention.

■ c) Normes applicables

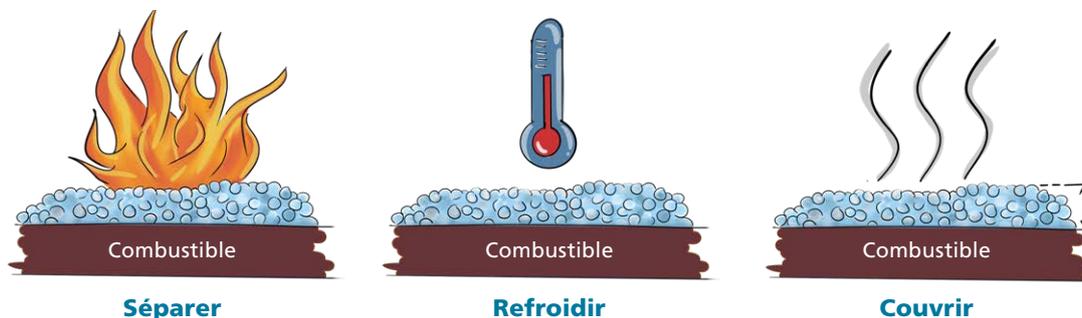
L'exigence relative aux propriétés et aux performances des mousses d'extinction est définie par les normes suivantes:

- SN EN 1568-1 / Agents extincteurs-Emulseurs – Partie 1: spécifications pour les émulseurs moyen foisonnement destinés à une application à la surface de liquides n'ayant pas d'affinité pour l'eau;
- SN EN 1568-2 / Agents extincteurs-Emulseurs – Partie 2: spécifications pour les émulseurs haut foisonnement destinés à une application à la surface des liquides n'ayant pas d'affinité pour l'eau;
- SN EN 1568-3 / Agents extincteurs-Emulseurs – Partie 3: spécifications pour les émulseurs bas foisonnement destinés à une application à la surface de liquides n'ayant pas d'affinité pour l'eau;
- SN EN 1568-4 / Agents extincteurs-Emulseurs – Partie 4: spécifications pour les émulseurs bas foisonnement destinés à une application à la surface de liquides ayant une affinité pour l'eau;
- niveau de performance B ou C OACI. Niveau C (exigence de puissance pour l'extinction de feux de kérosène avec de la mousse lourde; le niveau C correspond à une puissance plus élevée pour débit de sortie plus bas).

Il n'existe pas de normes / tests de type pour les agents mouillants; la capacité d'extinction peut être déterminée par le fabricant dans le cadre d'un test analogue à la norme DIN EN 3 (détermination de la capacité d'extinction des extincteurs d'incendie portatifs, classe de feu A), qui ne dit cependant pas grand-chose sur l'effet de l'agent mouillant.

## 4 | Mode d'action des agents moussants

La mousse d'extinction a des effets différents selon sa nature (lourde, moyenne ou légère). Une distinction doit être faite entre les effets principaux et secondaires.



- a) **Effet de séparation**  
Séparation du matériau en combustion. Oxygène atmosphérique et la flamme.
- b) **Effet refroidissant**  
L'eau contenue dans la mousse (gouttes minuscules) absorbe de la chaleur lors de son évaporation dans la zone de combustion et extrait de ce fait l'énergie thermique. Les matériaux en feu sont refroidis.
- c) **Effet de recouvrement**  
La mousse appliquée sous forme de tapis fermé ou sous forme de film (AFFF uniquement) sur des liquides inflammables empêche ces derniers de continuer à s'évaporer. La formation de mélanges combustibles / explosibles supplémentaires est ainsi évitée et les réinflammations sont évitées (AFFF uniquement).
- d) **Effet de refoulement**  
Les gaz inflammables ainsi que l'oxygène de l'air nécessaire à la combustion sont refoulés dans des locaux remplis de mousse légère.
- e) **Effet isolant**  
La mousse d'extinction présente une faible conductivité thermique et a donc un effet isolant. Cela permet d'éviter le rayonnement thermique en direction d'autres matériaux combustibles.

Type de mousse	Mode d'action	
	Effet principal	Effet secondaire
Mousse lourde	Refroidir	Séparer, couvrir
Mousse moyenne	Couvrir	Séparer, refroidir
Mousse légère	Refouler	Isoler

Les liquides polaires miscibles à l'eau (par exemple les alcools) ont la propriété de détruire les bulles de mousse et d'affaiblir ainsi le tapis de mousse. Pour éviter cela, des agents moussants résistants à l'alcool (dénommés AR) peuvent être utilisés. Ceux-ci forment un film polymère (couche séparatrice ou couche barrière) entre la mousse et les matériaux combustibles.

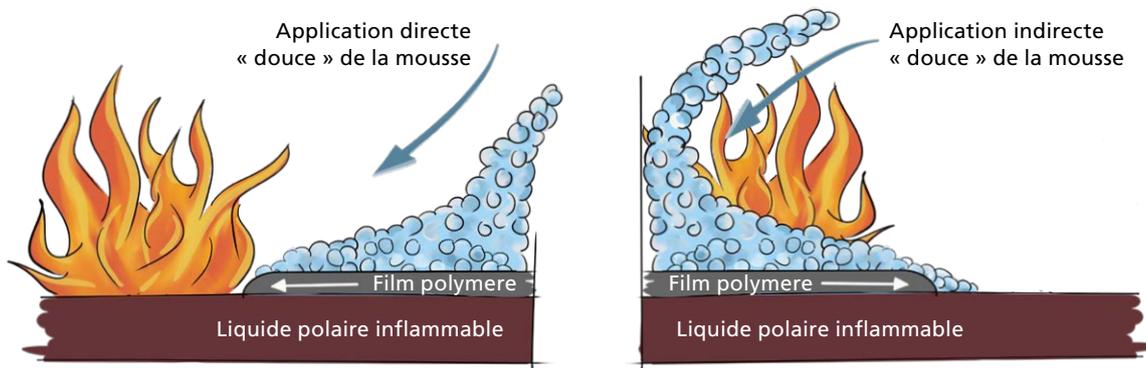
La lutte contre les incendies à l'aide de liquides polaires nécessite un bon foisonnement (bonne qualité de mousse). Dans ce contexte, un taux de foisonnement plus élevé peut être requis (selon les indications du fabricant). L'application de la mousse doit impérativement être effectuée de manière indirecte et en douceur, de préférence par balayage progressif en direction des matériaux en feu.

La viscosité généralement plus élevée des agents moussants résistants à l'alcool doit être prise en compte dans le choix du système de mélange. Par ailleurs, ces mousses présentent une mauvaise fluidité, ce qui doit également être pris en compte dans leur utilisation.



■ Des émulseurs résistants à l'alcool et ayant une viscosité élevée ne peuvent pas être utilisés de manière fiable avec n'importe quelle technique de mélange.

Figure 1: Action extinctrice d'un agent moussant résistant à l'alcool. Formation d'une couche barrière polymère entre le milieu polaire et la mousse d'extinction.



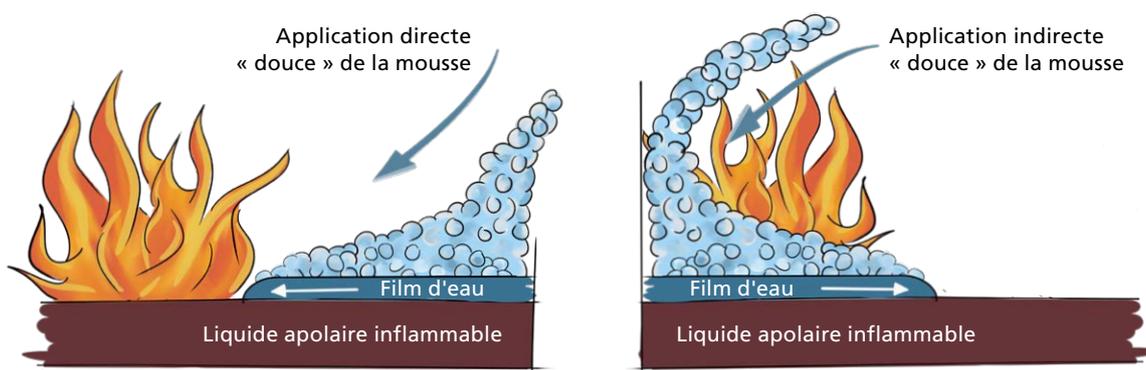
En plus de former de la mousse, les agents moussants AFFF forment également une fine pellicule aqueuse de tensioactifs qui peut se répandre rapidement sur les liquides combustibles apolaires (non miscibles à l'eau).

Ce film d'eau empêche efficacement la libération ultérieure de vapeurs inflammables, retardant ainsi l'inflammation. Pour que le film d'eau flotte sur le milieu apolaire, on utilise des agents tensioactifs fluorés spéciaux.



- Les avantages des mousses AFFF (film d'eau) en matière de lutte contre l'incendie ne sont pleinement exploités que dans le cas d'incendies de liquides inflammables apolaires (assurer impérativement la rétention des eaux d'extinction).
- Comme le film d'eau est efficace pour l'extinction, l'AFFF peut également être appliqué sur des liquides apolaires inflammables au moyen d'une lance à jet creux ou d'un canon à eau, ce qui permet d'obtenir des distances de projection plus importantes.

Figure 2: Effet d'extinction des agents moussants formant un film d'eau (AFFF).



Les AFFF existent également sous une forme stable en présence d'alcool. sous forme de variante stable à l'alcool (AFFF-AR). Selon la propriété du matériau combustible (polaire ou apolaire), ceux-ci forment un film de polymère ou d'eau.

# 5 | Domaine d'application

Les agents moussants et les agents mouillants peuvent être utilisés lorsque l'eau seule n'est pas efficace ou est insuffisamment efficace.

Il existe sur le marché un grand nombre de produits différents, qui se distinguent les uns des autres par leurs propriétés d'extinction et par leur impact sur l'environnement. En principe, les agents moussants peuvent être classés en différentes catégories:

	Agent mouillant*	Classe A	MBS	MBS-AR	F3	F3-AR	AFFF	AFFF-AR
<b>Sans fluor</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>non</b>	<b>non</b>
<b>Taux de mélange typique [%]</b>	<b>0.1–0.3</b>	<b>0.1–0.5</b>	<b>1–3</b>	<b>3–6</b>	<b>1–3</b>	<b>3–6</b>	<b>1–3</b>	<b>3–6</b>
<b>Classe de feu A, Plastiques (Solide fondu)</b>	<b>++</b>	<b>++</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>+</b>
<b>Classe de feu B apolaire (Essence, Diesel etc.)</b>	<b>--</b>	<b>+</b>	<b>++</b>	<b>++</b>	<b>++</b>	<b>++</b>	<b>+++</b>	<b>++</b>
<b>Classe de feu B polaire (Alcools, ...)</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>+</b>	<b>--</b>	<b>+</b>	<b>--</b>	<b>++</b>
<b>Aspect économique</b>	<b>+++</b>	<b>++</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>++</b>	<b>++</b>	<b>O</b>	<b>O</b>
<b>Biodégradabilité</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>--</b>	<b>--</b>
<b>Protection contre la ré inflammation</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>O</b>	<b>O</b>	<b>++</b>	<b>++</b>
<b>Formation d'un film aqueux</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>++</b>	<b>++</b>
<b>Application au canon à eau / à la lance à jet creux</b>	<b>+</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>O</b>	<b>O</b>	<b>++</b>	<b>++</b>

\* Agent mouillant: produit spécifique ou fabriqué à partir de la classe A, MBS ou F3; L'agent mouillant en AFFF n'apporte aucun avantage et ne doit pas être utilisé

Tableau 1: Différents types d'agents mouillants et moussants et leurs caractéristiques. Différents agents mouillants et émulseurs synthétiques (types) et leurs propriétés comparatives (il existe des variantes d'émulseur protéique pour MBS et AFFF, mais elles ne sont plus d'actualité pour les pompiers au-jourd'hui).

Légendes:

Effet principal	
+ → +++	Bon → très bon
O	Limité
--	Mauvais / inefficace
Classe A	Agents moussants / mouillants spécifiques pour la classe de feu A, efficacité limitée pour la classe de feu B
MBS	Agent moussant polyvalent
AFFF	Agent formant un film (aqueux) flottant (contenant des composants fluorés)
AFFF-AR	Alcohol Resistant AFFF (agent formant un film aqueux flottant, résistant à l'alcool et contenant des composants fluorés)
F3	Fluorine Free Foam (mousse synthétique exempte de fluor)
F3-AR	Alcohol Resistant FFF (mousse synthétique résistante aux alcools exempte de fluor)

## ■ a) Sélection d'agents moussants

### aa) Exercice

Il est possible d'organiser des exercices avec n'importe quel type d'agent moussant pour autant qu'il soit garanti que l'eau d'extinction ne finisse pas dans l'environnement.

Lors des exercices, l'utilisation de mousses d'extinction contenant des agents tensioactifs fluorés n'est en principe pas justifiée en raison des problèmes environnementaux ainsi créés. Par conséquent, seuls des produits sans fluor doivent être utilisés (en particulier la mousse d'exercice). Si cela n'est pas possible (sapeurs-pompiers d'aéroport, essais de dispositifs mélangeurs, etc.), l'eau d'extinction contaminée doit être récupérée et éliminée de manière appropriée.

### bb) Intervention

Les agents mouillants de la classe A et les produits exempts de fluor conviennent comme agents d'extinction dans le cas de feux de matières solides et de matières plastiques en fusion. Il est possible de recourir entièrement à des produits exempts de fluor. L'utilisation de mousses d'extinction contenant du fluor n'est donc pas justifiée.

Dans le cas des liquides apolaires, qui ne sont donc pas miscibles à l'eau (par ex. l'essence, le mazout), on peut en principe recourir aux produits sans fluor. Pour ces produits, il faut cependant tenir compte du fait – contrairement aux agents moussants AFFF – qu'il n'existe aucune sécurité en ce qui concerne d'éventuelles réinflammations et le dégagement de vapeurs inflammables. En outre, il existe un risque d'émulsification du matériau combustible dans la couche de mousse (appelé effet «fuel pick up»). Dans ce contexte, les agents moussants AFFF présentent les meilleurs avantages en termes de sécurité des personnes ainsi que de performances en matière d'extinction et d'efficacité lors d'incendies de surfaces importantes, ils peuvent également être appliqués directement via des canons à eau.

Il faut également tenir compte du fait que, avec des agents moussants ne formant pas de films aqueux, le tapis de mousse ne se referme plus tout seul, par exemple lorsque les intervenants sont obligés d'y pénétrer et qu'il existe de ce fait un risque de réinflammation. La fluidité de la mousse est également moins bonne, ce qui entraîne une formation irrégulière du tapis de mousse avec, pour conséquence, que certaines zones sont moins bien couvertes («zones d'ombre»). Avec les mousses exemptes de fluor, l'étanchéité du tapis de mousse aux vapeurs combustibles (durée de conservation) est en outre nettement réduite, ce qui signifie qu'il faut plus souvent renforcer le tapis de mousse, ce qui entraîne une augmentation de la consommation et des capacités de stockage (voir le mode d'action des agents moussants au chapitre 4).

En présence de liquides polaires, qui sont donc miscibles à l'eau (par ex. les alcools), il faut recourir à un agent moussant formant un film polymère, car l'effet d'extinction dépend exclusivement de la formation d'une couche de séparation. Ne conviennent ici que les agents d'extinction résistants aux alcools (Type-AR). En principe, les incendies de ces substances peuvent également être éteints avec de l'eau (effet de dilution).



- Dans le cas d'événements impliquant de grandes quantités de liquides inflammables ou un risque élevé pour les personnes, un émulseur contenant du fluor peut apporter des avantages (assurer impérativement la rétention des eaux d'extinction).

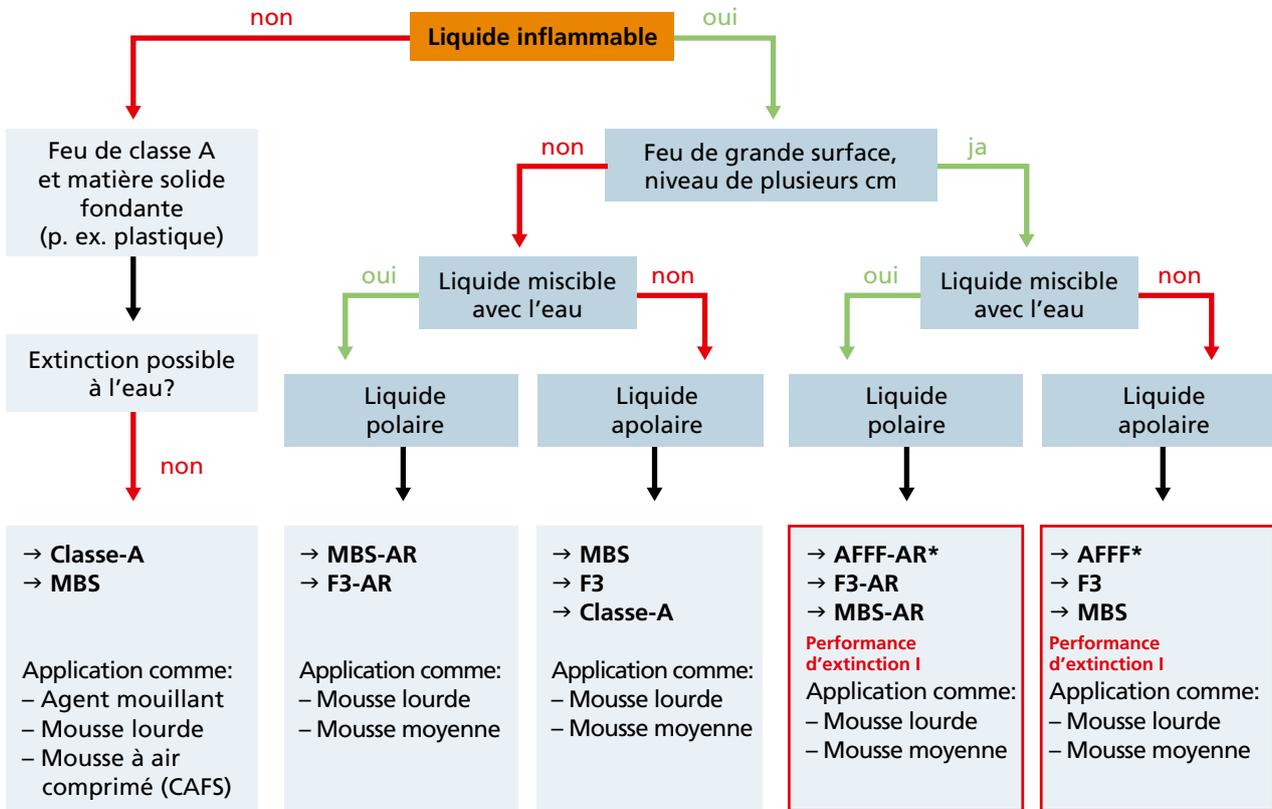


- Les liquides en feu sont de préférence éteints avec de la mousse lourde ou moyenne (portée et fluidité) appliquée de façon indirecte (application douce sans mélange avec l'agent).

Quel que soit le type de mousse d'extinction utilisée (contenant du fluor ou pas), il est impératif d'éliminer correctement les eaux d'extinction conformément aux dispositions en matière de protection de l'environnement.

■ b) Schéma décisionnel de préparation à l'intervention

Le schéma décisionnel ci-dessous sert de base à l'approvisionnement en agents moussants et respectivement à la préparation de l'intervention.



\*Utilisation d'AFFF si la lutte contre les incendies avec MBS/F3 n'est pas adéquate ou s'il existe un risque élevé pour les personnes et qu'une rétention d'eau d'extinction est ordonnée

## 6 | Concepts d'urgence/quantités en stock

Lors de l'utilisation d'agents moussants, différents aspects doivent être pris en considération. Afin d'éviter toute perte de l'effet d'extinction, la quantité d'agent moussant nécessaire doit être définie en fonction de chaque événement et ceci dès le début des opérations d'extinction. Pour pouvoir évaluer les quantités effectivement nécessaires, il est important, en plus de l'agent concerné, de prévoir également le temps de précombustion, le taux d'application et le temps d'extinction.

En raison de la réduction des quantités de produits pétroliers en stock et pour des raisons économiques, les réserves d'émulseur ont diminué en Suisse. Ces réserves se sont en outre éloignées les unes des autres. Par conséquent, le soutien logistique réciproque qui existait autrefois en cas d'utilisation de mousse d'extinction ne fonctionne plus comme avant et les réserves des sapeurs-pompiers concernés peuvent être rapidement épuisées en cas d'événements de grande ampleur. Par conséquent, les instances chargées de la planification des interventions doivent se poser la question suivante: «Avons-nous assez d'émulseur et avons-nous le type de mousse d'extinction approprié pour l'utilisation prévue?». Lors de l'incendie du port Edouard Herriot dans la banlieue lyonnaise, le 2 juin 1987, il a fallu plus de 200 m<sup>3</sup> d'émulseur. Pour l'incendie provoqué par un attentat sur un dépôt d'hydrocarbures au bord de l'étang de Berre le 14 juillet 2015, il en a fallu 170 m<sup>3</sup>.

En se basant sur des scénarios fictifs, mais possibles, on peut déterminer les quantités de réserve nécessaires et un concept pour l'intervention et respectivement sa gestion.

Le scénario suivant donne un aperçu des besoins en agents moussants:

Exemple (scénario camion-citerne)

Camion-citerne (semi-remorque de 35 m<sup>3</sup>, soit la quantité maximale autorisée en Suisse pour le transport par route) accidenté lors du trajet vers une station-service qu'il devait approvisionner.

Pour les liquides qui s'écoulent sans entraves, c'est-à-dire sans limitation de surface sur un fond plan horizontal (= surface non isolée), la surface maximale de la flaque peut être estimée au moyen de l'épaisseur minimale de la couche ( $h_{\min}$ )<sup>1</sup>. On considère que la profondeur minimale de la flaque (en supposant un fond en béton ou en pierre) est de 5 mm.

$$A_{\text{Flaque}} = \frac{V}{h_{\min}}$$

$A$  = surface de la flaque en m<sup>2</sup>  
 $V$  = volume de liquide libéré en m<sup>3</sup>  
 $h_{\min}$  = épaisseur minimale de la couche en m

35 m<sup>3</sup> (35'000 l) / 0.005 m = 7'000 m<sup>2</sup> de surface (diamètre: environ 95 m)

6 l/min/m<sup>2</sup> x 30 min x 7'000 m<sup>2</sup> = 1'260'000 l d'eau/mélange moussant

**37'800 l de produit moussant (3 %) / 1'222'200 l d'eau**

Il s'agit là d'une évaluation purement arithmétique. Des événements similaires ont montré que, dans de tels cas, il faut compter avec une surface plus petite (400 m<sup>2</sup> au maximum) de combustible répandu et que la quantité calculée d'agent moussant n'a pas été nécessaire. Les enseignements tirés d'événements déjà survenus ont également montré que la fourniture de la quantité d'eau requise était particulièrement problématique et pouvait avoir un effet limitatif.

Flaque 400 m<sup>2</sup>

6 l/min/m<sup>2</sup> x 30 min x 400 m<sup>2</sup> = 72'000 l d'eau/mélange moussant

**2'160 l de produit moussant (3 %) / 69'840 l d'eau**

La quantité d'agent moussant nécessaire ainsi que les temps de combustion varient fortement en fonction de la profondeur de la flaque (et donc de la surface). Cela rend très difficile l'évaluation des besoins en cas d'intervention. En outre, des quantités importantes d'émulseurs sont nécessaires rapidement, même en cas de prétendus «petits» événements. La logistique pour de plus grandes quantités est rapidement coûteuse et chronophage. Pour cette raison, les clarifications concernant les quantités rapidement disponibles doivent être effectuées avant toute utilisation. Ces clarifications doivent être réalisées individuellement par chaque canton / chaque instance.



- En cas d'utilisation de mousses exemptes de fluor, la puissance d'extinction réduite des mousses sans fluor doit être prise en compte, ainsi que le taux de décantation supérieur. Cela entraîne en principe une consommation d'émulseur trois fois supérieure aux autres types de mousses.

<sup>1</sup> Calcul de la source pour les rejets d'énergie et de substances dans l'industrie des procédés – Vue d'ensemble des méthodes et application industrielle: PROCESSNET – une initiative de DECHEMA, acte 2. Edition 2014, chapitre 6.3.1 (pages 6–10)

# 7 | Technique (véhicules et appareils d'extinction)

Exigences techniques relatives à la production d'agents mouillants et de mousses d'extinction et à la production de mousses lourdes au moyen de dispositifs de production de mousse à air comprimé (CAFS).

■ a) Utilisation mobile

	Agent mouillant		Mousse		
	Viscosité structurelle 0,3 %	Fluides newtoniens 0,1 à 0,1 à 0,5 %	Viscosité structurelle 1-3 %	Fluides newtoniens 0,5 à 3 %	
<b>Lance à jet creux avec réservoir d'agent d'extinction*</b> 	--	++	+ (+)	++	Débit minimal selon les indications du fabricant (75 à 130 l/min).
<b>Embout de dosage pour mélangeur-injecteur ou mélangeur avec dosage fin*</b> 	--	++	+ (+)	+ (+)	Débit permanent de 200 l/min nécessitant l'utilisation de tuyaux de 55.
<b>Mélangeur-injecteur (Z200/Z400 etc.)*</b> 	--	--	+	++	Débit permanent nécessaire selon les spécifications (200/400 l/min, etc.). L'utilisation de tuyaux de 55 est recommandée.
<b>Systèmes actionnés par moteurs hydrauliques tels que Firedos-Mobil</b>	++	++	++	++	Débit minimal selon les indications du fabricant (environ 60 l/min).
<b>Mousse pneumatique</b> par ex. CAFS Mobile, MicroCAFS	Impossible	Impossible	*	++	Lance CAFS spéciale selon les recommandations du fabricant.

\*Source: AWG Fittings GmbH

■ b) Dispositifs fixes (véhicules)

	Agent mouillant		Mousse		
	Viscosité structurelle 0,3 %	Fluides newtoniens 0,1 à 0,5 %	Viscosité structurelle 1-3 %	Fluides newtoniens 0,5 à 3 %	
<b>Mélangeur-injecteur</b>	--	--	+ (+)	++	Débit permanent de 200 l/min, nécessite l'utilisation de tuyaux de 55.  (rétablissement éventuellement difficile – à prendre en compte lors de l'achat).
<b>Mélangeur-injecteur avec embout de dosage</b>	-	++	+ (+)	++	Débit permanent de 200 l/min, nécessite l'utilisation de tuyaux de 55.  (rétablissement éventuellement difficile – à prendre en compte lors de l'achat).
<b>Systèmes actionnés par moteurs hydrauliques tels que Firedos</b>	++	++	++	++	Respecter le débit minimal indiqué par le fabricant.  Requiert beaucoup de place.
<b>Mélange électronique sous pression</b>	(++)	++	(++)	++	L'utilisation de mousses à viscosité structurelle doit être confirmée par le fabricant.
<b>Mousse à air comprimé (CAFS) <sup>2</sup></b>	Impossible	Impossible	*	++	

Légende

-- = impossible

- = à ne pas recommander

+ = possible

++ = à recommander

() / \* = clarification nécessaire avec le fournisseur

■ c) Exigences techniques applicables au réservoir d'émulseur

Le réservoir d'émulseur doit être fabriqué dans un matériau résistant à la corrosion. Les matériaux appropriés sont le GFK, le PE, le PP ou l'acier inoxydable (par exemple matériau n° 1.4301, 1.4541, 1.4436 et 1.4571).

Dans le cas d'un dispositif de remplissage par le haut, une conduite de remplissage doit descendre jusqu'au fond du récipient (remplissage sous le niveau du liquide, c'est-à-dire que la sortie de la conduite de remplissage se trouve au-dessous de la surface du liquide).

Pour le remplissage par le bas, le réservoir doit être équipé d'un raccord de fond (robinet à boisseau sphérique).

Les réservoirs d'émulseurs doivent être munis d'un système d'aération/ventilation pour le dégazage.

Lors du remplissage, il faut veiller à ce que le réservoir soit rempli lentement et avec précautions, de manière à ne pas faire mousser ou à ne faire que très peu mousser l'émulseur. Afin d'éviter la formation de mousse, l'orifice de sortie de la conduite de remplissage doit toujours se trouver au-dessous du niveau de remplissage. Les tuyaux de remplissage doivent atteindre le fond du réservoir.

- 2 Selon DIN EN 16327 Lutte contre l'incendie - Systèmes proportionneurs à pression positive (SPPP) et systèmes de mousse à air comprimé (CAFS)

## 8 | Elimination/environnement

Les additifs d'extinction contenant des agents tensioactifs fluorés (AFFF) sont difficilement biodégradables et s'accumulent dans l'environnement. Les produits de dégradation présentent un temps de séjour élevé dans l'organisme. Des études sur les animaux ont montré que certaines des substances fluorées de cette catégorie peuvent présenter des propriétés hépatotoxiques, cancérigènes et toxiques pour la reproduction. Sur la base de ces informations, il convient d'éviter tout rejet dans l'environnement. L'élimination des agents d'extinction contenant des tensioactifs fluorés constitue donc un aspect central de la lutte contre les dommages et de l'assainissement (coûts d'élimination).

### ■ a) Principes de base

- Les eaux d'extinction contaminées peuvent contenir des substances extrêmement toxiques et dangereuses pour l'environnement et doivent être récupérées dans la mesure du possible.
- Les eaux d'extinction, notamment celles contenant des additifs (par exemple des agents mouillants et moussants), sont considérées comme étant contaminées et doivent être éliminées dans le respect de l'environnement. Les eaux d'extinction contenant des additifs fluorés doivent être considérées comme étant des déchets spéciaux.
- Les déchets liquides ne peuvent être traités ou éliminés que dans une installation d'élimination prévue à cet effet.
- Il faut clarifier le plus vite possible avec la STEP si les eaux d'extinction peuvent être stockées de façon provisoire dans un bassin d'eaux sales ou d'eaux pluviales.
- Le service cantonal de protection des eaux/protection de l'environnement doit être impliqué à un stade précoce dans l'évaluation de la pollution et de l'élimination des eaux d'extinction.

### ■ b) Mesures préventives en cas d'utilisation d'additifs aux agents d'extinction

- En cas d'utilisation de mousse et d'agents mouillants, il faut veiller, dans la mesure du possible, à ce que l'eau d'extinction puisse être récupérée (fermeture des canalisations / bâtiments, endiguement des zones concernées).
- Sinon, organiser suffisamment tôt des bacs de rétention et des pompes.
- Prévoir les bons véhicules d'aspiration (attention: les mélanges de mousse et d'eau ne peuvent généralement pas être aspirés avec les véhicules d'aspiration traditionnels en raison de la formation massive de mousse); si nécessaire, ajouter des produits anti-mousse industriels après évaluation par un spécialiste.



- Une eau d'extinction éliminée de façon erronée peut causer des dommages à l'environnement. Les additifs contenant des tensioactifs fluorés peuvent notamment encore être détectés dans l'environnement des années plus tard et entraîner des coûts d'élimination / de dépollution élevés.

## 9 | Conclusion

Comme mentionné dans l'introduction, l'utilisation de mousses d'extinction peut entrer en conflit avec la protection de l'environnement ainsi qu'avec la sécurité des forces d'intervention et des personnes menacées.

Les mousses d'extinction restent toutefois les agents les plus efficaces pour éteindre les feux de liquides (produits pétroliers, solvants polaires ou apolaires), en particulier en cas d'incendie survenant dans des parcs de réservoirs ou des installations industrielles. Les feux de liquides requièrent l'emploi d'une grande quantité d'agent d'extinction et, de ce fait, des réserves importantes d'agent moussant. Même en cas d'événements avec fuite de liquides inflammables, la mousse d'extinction peut être utilisée efficacement pour recouvrir les liquides volatils et ainsi en réduire l'évaporation. De cette façon, il est possible d'éviter une inflammation rapide de toute une surface.

Les mousses d'extinction peuvent permettre de limiter drastiquement la quantité d'eau d'extinction utilisée et par conséquent la quantité d'eau contaminée.

La **mousse produite par les agents fluorés (AFFF)** exploite la grande stabilité chimique des composés fluorés. Les avantages de cette méthode sont une faible contamination surfacique et la formation d'un film flottant, ce qui minimise les risques d'éventuelles réinflammations et le danger que cela constitue pour les forces d'intervention. Il en résulte une efficacité d'extinction élevée ainsi qu'une sécurité accrue pour les personnes en cas d'événements impliquant des substances liquides inflammables de toutes sortes. Par conséquent, il n'existe, dans ce contexte, aucune solution alternative appropriée et universelle, en particulier lors d'événements tels que mentionnés ci-dessus.

L'utilisation de **mousse à base d'émulseur sans fluor (MBS/F3, etc.)** est suffisante dans la grande majorité des cas. Par rapport à l'AFFF, les agents d'extinction à mousse sans fluor nécessitent un taux d'application plus élevé et donc également des quantités plus élevées d'émulseur. Ils sont techniquement et tactiquement plus exigeants et présentent un risque de réinflammation plus élevé. En pratique, ces inconvénients n'ont d'effet que sur les très grands incendies de liquides.

Les sapeurs-pompiers sont tenus d'assumer leur responsabilité en matière de protection de l'environnement lorsqu'ils utilisent des mousses d'extinction, et ceci aussi bien en cas d'intervention que lors des exercices ou des formations.

Lors du choix et de l'utilisation des mousses d'extinction, les principes de base évoqués dans le présent document doivent être respectés. Cela inclut également les extincteurs manuels (extincteurs à eau légère et à mousse). En principe, seules des mousses d'extinction non fluorées doivent être utilisées lors des exercices ou des formations. L'utilisation de mousses d'extinction AFFF n'est justifiée ou prescrite que pour des exercices, des formations ou des tests spéciaux (par exemple, tests de systèmes, sapeurs-pompiers d'aéroport, parcs de réservoirs). Cependant, en cas d'utilisation de ce type de produits, des mesures spéciales de protection de l'environnement doivent être prises (rétention complète, élimination en tant que déchets spéciaux).

Quel que soit le type de mousse d'extinction utilisée (fluorée ou non), il est obligatoire d'éliminer correctement l'eau d'extinction, conformément à la législation sur la protection de l'environnement.

# 10 | Glossaire

## **AFFF**

«Aqueous Film Forming Foam», agent moussant en mesure de former un film aqueux sur les liquides apolaires en feu.

## **Agent mouillant/mouillant**

Additif pour agent d'extinction permettant de diminuer la tension superficielle naturelle de l'eau dans la lutte contre les incendies impliquant des matières solides formant des braises (classe de feu A). Le mouillant ne contient typiquement qu'une faible concentration d'agent moussant/mouillant (voir DB 6.4.4).

## **Agent moussant (extrait de mousse)**

Concentré utilisé pour la production de mousses d'extinction. On distingue les agents moussants protéiques et les agents moussants synthétiques. Ces derniers peuvent contenir des tensioactifs fluorés ou non en fonction de leur domaine d'utilisation. Il existe des normes et des tests précis pour le contrôle et la certification des agents moussants (DIN EN 1568-1-3 et 4 et OACI, niveaux B et C).

## **APFO/SPFO**

L'acide perfluorooctanoïque / le sulfonate de perfluorooctane et leurs composés précurseurs sont des composés chimiques appartenant au groupe des composés alkylés per- et polyfluorés (PFAS). Ces substances sont persistantes, bioaccumulatives et toxiques. Leur utilisation est interdite par la loi (SPFO, PFOA) ou limitée (composés précurseurs du SPFO/PFOA).

## **Apolaire/polaire**

Les substances apolaires (non polaires) peuvent se dissoudre dans d'autres solvants apolaires ou / et peuvent être mélangées avec ces derniers. Elles sont hydrophobes, raison pour laquelle elles ne sont pas miscibles avec l'eau (exemples typiques: huile, graisse, diesel, essence, etc.).

Les substances polaires se dissolvent facilement dans les solvants polaires (exemples les plus importants: eau, méthanol, éthanol et autres alcools).

## **AR**

Agent moussant résistant à l'alcool.

## **CAFS**

Système de mousse à air comprimé (Compressed Air Foam System). Lors du mélange avec l'eau, l'agent moussant est déjà transformé en mousse lourde grâce à de l'air comprimé. Il est transporté sous cette forme dans les conduites de refoulement. La mousse compacte se compose de petites bulles homogènes et présente un rapport masse / surface favorisant le transfert thermique. Différence entre la mousse humide (TFM env. 4) et la mousse sèche (TFM env. 20) (voir DB 6.4.3).

## **CARBURA**

Organisation de stockage obligatoire de la branche des huiles minérales en Suisse.

## **Directives TRCI**

Directives pour les parcs de réservoirs de stockage de l'industrie chimique.

## **EASA**

European Union Aviation Safety Agency.

## **Effet «fuel pick up»**

La mousse peut absorber un liquide apolaire dans l'interstice entre les bulles de mousse et ce dernier peut y rester relativement longtemps (effet physique). De plus, les tensioactifs présents dans l'émulseur ont un effet émulsifiant. Les combustibles liquides entrent alors en phase moussante (effet chimique).

## **Fluides newtoniens**

Ces fluides conservent la même viscosité, quelle que soit leur application. Il est possible d'assurer un dosage continu et précis, quel que soit le système utilisé.

## **PRF**

Plastique renforcé de fibres de verre.

## **LEaux**

Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux; RS 814.20).

## **Mousse d'extinction**

Avec l'air ambiant, l'émulseur mélangé à l'eau est transformé en mousse d'extinction (produit final). Les taux de mélange habituels sont compris entre 0,5 % et 3 % (Type-AR jusqu'à 6%). Les mousses d'extinction sont réparties principalement en trois catégories selon le taux de foisonnement de la mousse (TFM): mousse lourde, mousse moyenne et mousse légère (voir DB 6.4.2).

**Niveau de performance OACI (ICAO-Performance Level)**

L'OACI réglemente les performances en matière d'extinction pour les incendies au kérosène à l'aide de mousses lourdes pour un niveau de performance compris entre A et C. Le niveau C correspond à la plus grande puissance d'extinction pour le débit le plus faible, le niveau A à la plus faible puissance d'extinction pour le débit le plus élevé.

**OEaux**

Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux; RS 814.201).

**OFAC**

Office fédéral de l'aviation civile.

**OFEV**

Office fédéral de l'environnement.

**ORRChim**

Ordonnance sur la réduction des risques liés à l'utilisation de substances, de préparations et d'objets particulièrement dangereux (Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques, ORRChim; RS 814.81).

**PE**

Polyéthylène.

**Persistant**

Difficilement dégradable.

**PFAS**

L'ensemble du groupe des composés alkylés perfluorés et polyfluorés.

**PFCA**

Les acides perfluorocarboxyliques sont des composés chimiques appartenant au groupe des composés alkylés per- et polyfluorés (PFAS). Les PFCA et leurs précurseurs, qui sont réglementés par l'ORRChim, comprennent les acides perfluorocarboxyliques contenant de 9 à 14 atomes de carbone (PFCA en C9-C14) ainsi que les composés qui sont dégradés en PFCA en C9-C14.

**PFHxS**

L'acide perfluorohexanoïque (PFHxS) est un composé appartenant au groupe des composés alkylés per- et polyfluorés (PFAS) à 6 atomes de carbone; parmi les composés précurseurs, on trouve des composés perfluorohexyle qui peuvent être dégradés en PFHxS.

**PIC (Prior Informed Consent)**

L'ordonnance PIC réglemente l'importation et l'exportation de certains produits chimiques dangereux.

**Polymère**

Substance chimique composée de macromolécules.

**PP**

Polypropylène.

**RB - CSSP**

Règlement «Connaissances de base» de la CSSP.

**STEP**

Station d'épuration des eaux usées.

**Taux de foisonnement de la mousse (TFM)**

Rapport entre le volume de mousse d'extinction prête à l'emploi et le volume du mélange eau-émulseur original (voir DB 6.4.2).

**Tensioactif**

Substance contenue dans les agents de lavage et de nettoyage.

**Tensioactifs fluorés**

Les tensioactifs fluorés sont des composés perfluorés ou polyfluorés (PFC) produits artificiellement. Ils n'existent pas à l'état naturel et sont persistants. Cela signifie qu'ils ne se dégradent pas ou presque pas dans l'environnement. Certains PFC (par ex. le SPFO et l'APFO) sont en outre également bioaccumulables et toxiques (ce sont ce que l'on appelle des substances PBT).

**Viscosité**

Viscosité ou ténacité des fluides et des gaz.

**Viscosité structurelle**

La viscosité du produit utilisé change lors du passage dans la pompe à mousse et lors du dosage (le produit devient plus ou moins épais et un dosage continu et précis n'est, de ce fait, pas possible).

**WELAB**

Conteneur interchangeable.

