



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



SÉLECTION DES ÉMULSEURS DESTINÉS À LA LUTTE CONTRE LES INCENDIES D'AÉRONEFS SUR LES AÉROPORTS

GUIDE TECHNIQUE



Avertissement

Le présent document n'a aucune visée prescriptive et ne peut se substituer à la réglementation en vigueur. C'est un outil d'aide à la décision des acteurs de la communauté aéronautique qui restent pleinement responsables des choix réalisés dans le cadre de leurs projets. Ce document recense un ensemble de bonnes pratiques et/ou d'éventuelles recommandations dans un contexte français. Dans tous les cas, il conviendra toujours de se référer à l'ensemble des textes réglementaires applicables.

En aucun cas le Service Technique de l'Aviation Civile ne pourra être tenu responsable des choix faits sur la base de ce document ou de tout dommage de quelque nature qu'il soit résultant de l'interprétation des éléments présentés.



SÉLECTION DES ÉMULSEURS DESTINÉS À LA LUTTE CONTRE LES INCENDIES D'AÉRONEFS SUR LES AÉROPORTS

GUIDE TECHNIQUE

service technique de l'Aviation civile

Département Sûreté, Équipements

RÉDACTEURS

Laurent **OSTY**

Christophe **PORTA**

Christophe **MONTILLET**

Laurent **OSTY**, Ingénieur des Travaux Publics de l'Équipement rejoint la DGAC à sa sortie de l'ENTPE. En 2000, il s'occupe de Sauvetage et de la Lutte contre l'Incendie des Aéronefs (SLIA) d'abord via le financement des équipements et l'élaboration de la réglementation puis dans le cadre de la certification et du suivi des aérodromes, des équipements et de la formation des personnels sur les volets SLIA et péril animalier. Il a rejoint le STAC en 2010 comme chef de la subdivision chargée des essais de conformité des équipements SSLIA qui fournit désormais une expertise technique aux services de l'aviation civile, aux aérodromes et aux industriels. Il représente également la DGAC et le STAC dans plusieurs groupes de travail ou de normalisation nationaux, européens et internationaux traitant de la réponse des aérodromes aux situations d'incendie ou d'accident (SSLIA, Plan d'urgence, ...).

Christophe **PORTA**, Technicien Supérieur des Études et de l'Exploitation de l'Aviation Civile, a commencé sa carrière comme sous-officier contrôleur de défense aérienne. Il a rejoint l'aviation civile en 2002 à Strasbourg à la subdivision contrôle de la tour de contrôle puis officier à l'École Nationale de l'Aviation Civile au centre de formation au pilotage de Muret en assurant la planification des stages de pilotage. Il a rejoint le Service Technique de l'Aviation Civile en 2020 à la subdivision Lutte contre l'Incendie des Aéronefs pour y effectuer des études techniques et réalisant le recensement des moyens et émulseurs en service sur les aérodromes.

Christophe **MONTILLET**, Technicien Supérieur des Études et de l'Exploitation de l'Aviation Civile, est diplômé en chimie des matériaux. Il débute sa carrière dans un laboratoire spécialisé dans le retraitement des batteries nickel-cadmium, avant de rejoindre la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) en 2002. Affecté à l'aéroport du Mans, il exerce pendant plusieurs années en tant que contrôleur d'aérodrome à la tour de contrôle. En 2011, il intègre le Service Technique de l'Aviation Civile, au sein de la subdivision Lutte contre l'Incendie des Aéronefs. Il y traite d'abord les dossiers d'attestation de conformité des matériels incendie utilisés dans les aéroports, puis se consacre à une étude sur les risques d'emballement thermique des appareils électroniques à batteries lithium, ainsi que sur les dispositifs de confinement adaptés.



SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	8
1.1. CONTEXTE	8
1.2. OBJET DU DOCUMENT	9
1.3. AVERTISSEMENT	9
2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGTRICES	10
2.1. COMPOSITION ET CARACTÉRISTIQUES DES ÉMULSEURS	11
2.1.1. LA COMPOSITION D'UN ÉMULSEUR	11
2.1.1.1. TENSIOACTIFS	11
2.1.1.2. PFAS, PFOS, PFOA ET AUTRES PFHxA	12
2.1.2. LES CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES D'UN ÉMULSEUR	12
2.1.2.1. pH	12
2.1.2.2. VISCOSITÉ	13
2.1.2.3. SÉDIMENTS ET SÉDIMENTATION	14
2.1.2.4. STABILITÉ	14
2.1.2.5. MISCIBILITÉ	15
2.1.2.6. TEMPÉRATURES DE STOCKAGE	15
2.1.3. LES DONNÉES DE SÉCURITÉ D'UN ÉMULSEUR	16
2.1.3.1. FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ (FDS)	16
2.1.3.2. EFFETS TOXICOLOGIQUES (CL50, DL50...)	16
2.1.3.3. BIODÉGRABILITÉ (DBO/DCO)	17
2.2. CARACTÉRISTIQUES DES MOUSSES EXTINGTRICES	18
2.2.1. SOLUTION MOUSSANTE ET MOUSSE EXTINGTRICE	18
2.2.2. MOUSSE (OU ÉMULSEUR) FILMOGÈNE	18
2.2.3. CONCENTRATION	19
2.2.4. FOISONNEMENT	20
2.2.5. DÉCANTATION	21
2.3. UTILISATION DES MOUSSES EXTINGTRICES	22
2.3.1. MÉTHODES D'APPLICATION	22
2.3.2. TAUX D'APPLICATION	23
2.3.3. PERFORMANCE AU FEU	24
2.3.4. TEMPÉRATURES D'UTILISATION (MOUSSE)	25

2.4. LES FAMILLES D'ÉMULSEURS ET LEURS DIFFÉRENCES	26
2.4.1. LES FAMILLES D'ÉMULSEURS ET DE MOUSSES EXTINGUANTES	26
2.4.2. LES PRINCIPALES DIFFÉRENCES	27
2.4.2.1. ENTRE ÉMULSEURS FILMOGÈNES ET NON FILMOGÈNES	27
2.4.2.2. ÉMULSEURS POUR HYDROCARBURES OU ÉMULSEURS « RÉSISTANTS À L'ALCOOL » (AR)	28
3. RÉGLEMENTATION, NORMES ET RÉFÉRENTIELS	29
3.1. NORMES ET RÉFÉRENTIELS	30
3.1.1. NORMES EUROPÉENNES	31
3.1.2. LE MANUEL DES SERVICES D'AÉROPORT (OACI)	32
3.1.3. AUTRES NORMES ET RÉFÉRENTIELS	33
3.2. DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES (SÉCURITÉ AÉROPORTUAIRE)	34
3.2.1. RÉGLEMENTATION EUROPÉENNE (AESA)	34
3.2.2. RÉGLEMENTATION FRANÇAISE	35
3.3. DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES (SANTÉ ET ENVIRONNEMENT)	36
4. ANALYSE PRÉALABLE	39
4.1. SCÉNARIOS D'INTERVENTION ET CARBURANTS DE RÉFÉRENCE	39
4.2. CONDITIONS D'INTERVENTION	40
4.2.1. EAU UTILISÉE LORS DE L'INTERVENTION	40
4.2.2. CONDITIONS CLIMATIQUES ET MÉTÉOROLOGIQUES DU TERRAIN	40
4.3. MOYENS D'INTERVENTION EN SERVICE	41
4.3.1. CAPACITÉS DES CITERNES DES VÉHICULES	41
4.3.2. RÉGLAGES ET PERFORMANCES DU SYSTÈME DE DOSAGE ET DU SYSTÈME HYDRAULIQUE	42
4.3.3. CARACTÉRISTIQUES DES LANCES	42
4.4. CONDITIONNEMENT ET STOCKAGE	43
4.5. PROTECTION DES PERSONNES ET DE L'ENVIRONNEMENT	44

5. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES ÉMULSEURS	45
5.1. CONDITIONS D'EMPLOI	46
5.1.1. CONCENTRATION	46
5.1.2. TYPE D'EAU UTILISABLE	46
5.1.3. TEMPÉRATURE D'UTILISATION	47
5.2. PERFORMANCE AU FEU	48
5.2.1. NIVEAU(X) DE PERFORMANCE DE L'ÉMULSEUR	48
5.2.2. MOYENS DE CONTRÔLE	49
5.3. CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES	51
5.3.1. pH	51
5.3.2. VISCOSITÉ	51
5.3.3. SÉDIMENTATION	51
5.3.4. STABILITÉ	51
5.3.5. MISCIBILITÉ	52
5.3.6. PROPRIÉTÉS FILMOGÈNES	52
5.3.7. QUALITÉ DE LA MOUSSE : FOISONNEMENT ET DÉCANTATION	52
5.3.8. MOYENS DE CONTRÔLE DES CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'ÉMULSEUR ET DE LA MOUSSE	53
5.4. CONDITIONNEMENT ET STOCKAGE	53
5.4.1. CONDITIONS DE STOCKAGE	53
5.4.2. CONTENANT	54
5.4.3. MOYENS DE CONTRÔLE	54
5.5. PROTECTION DES PERSONNES ET DE L'ENVIRONNEMENT	55
5.5.1. PROTECTION DES UTILISATEURS	55
5.5.2. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	55
5.5.3. MOYENS DE CONTRÔLE POUR LA PROTECTION DES PERSONNES ET DE L'ENVIRONNEMENT	56
5.6. LIVRAISON ET APPROVISIONNEMENT	57
5.6.1. LIVRAISON	57
5.6.2. GARANTIES D'APPROVISIONNEMENT	58

SOMMAIRE

6. CONCLUSION	59
7. GLOSSAIRE	60
8. ANNEXES	61
9. BIBLIOGRAPHIE	63

RÉSUMÉ - MOTS-CLÉS

RÉSUMÉ

Le choix d'un émulseur adapté est un enjeu majeur pour les services de lutte contre l'incendie des aéronefs sur les aéroports. Face aux évolutions réglementaires et environnementales, ce guide apporte une aide pratique aux professionnels — spécialistes ou non — chargés de sélectionner ces agents essentiels.

Vous y trouverez :

- ▶ Les principes de fonctionnement des émulseurs et les normes en vigueur.
- ▶ Les critères techniques influençant leur efficacité.
- ▶ Des recommandations pour un choix éclairé et adapté aux besoins opérationnels.

Ce document ne prétend pas fournir une solution unique ou un cahier des charges clé en main, mais il constitue un outil d'aide à la décision essentiel pour toute personne impliquée dans la sécurité incendie des aéroports en France.

MOTS-CLÉS

Émulseur, fluor, PFAS, SSLIA, mousse extinctrice, aéroport, feux d'hydrocarbures, accident, incendie

EXECUTIVE SUMMARY

Choosing the right foam concentrate is a major challenge for aircraft rescue and fire-fighting services at airports. In the light of regulatory and environmental developments, this guide provides practical help for professionals, whether specialists or not, in selecting these essential agents.

You will find:

- ▶ *The operating principles of foam concentrates and the standards in force.*
- ▶ *The technical criteria influencing their effectiveness.*
- ▶ *Recommendations for an informed choice tailored to operational needs.*

This document does not claim to provide a single solution or a turnkey specification, but it is an essential decision-making tool for anyone involved in airport fire safety in France.

KEYWORDS

Foam concentrate, fluorine, PFAS, ARFF, extinguishing foam, airport, hydrocarbons fires, accident, fire

1. INTRODUCTION

En cas d'incident ou d'accident impliquant un aéronef, la priorité du Service de Sauvetage et de Lutte contre l'Incendie des Aéronefs (SSLIA) d'un aéroport est de sauver des vies humaines. Pour cela il doit assurer le refroidissement de la cellule afin de maintenir les conditions de survie des occupants à l'intérieur du fuselage tout en garantissant une protection efficace des couloirs d'évacuation.

Pour atteindre cet objectif, trois facteurs sont déterminants: la rapidité d'intervention, l'efficacité du matériel et le niveau d'entraînement du personnel. Lorsqu'un incendie implique des liquides inflammables tels que le kérosène, en particulier en présence d'une nappe de carburant enflammée de grande ampleur, les mousses extinctrices constituent les agents les plus efficaces pour maîtriser le feu.

Principal agent extincteur utilisé par les services SSLIA, la mousse extinctrice résulte du mélange entre l'eau transportée par les véhicules d'intervention et un émulseur, qui facilite sa formation lors de la projection par divers équipements (lance canon, lance manuelle, etc.). L'efficacité de cette mousse dépend de la composition de l'émulseur ainsi que des caractéristiques des équipements de projection employés. Certains émulseurs peuvent être particulièrement adaptés à un type de liquide inflammable tout en étant inefficaces sur un autre.

La quantité et les conditions d'application de la mousse jouent un rôle essentiel dans l'extinction rapide et durable des incendies. L'émulseur représente ainsi un élément critique pour les services de secours, dont l'intervention est contrainte par des délais très courts et par les capacités limitées en eau des véhicules spécialisés.

Face à la diversification de l'offre des émulseurs, caractérisée par une large variété de références et de solutions techniques, les acheteurs peuvent être tentés de se baser uniquement sur le niveau de performance « OACI » communiqué par les fournisseurs. Or, cette seule indication ne suffit pas à garantir l'adéquation du produit aux besoins spécifiques d'un aéroport. Le choix d'un émulseur doit ainsi faire l'objet d'une évaluation approfondie afin d'assurer son efficacité opérationnelle.

1.1. CONTEXTE

Depuis près de 50 ans, les services de lutte contre l'incendie – qu'ils soient aéroportuaires ou non – utilisent des mousses issues d'émulseurs contenant des composés fluorés, reconnus pour leur efficacité dans l'extinction des feux d'hydrocarbures.

Cependant, si ces substances offrent des performances optimales en matière de lutte contre l'incendie, elles présentent également des inconvénients environnementaux majeurs. Leur grande stabilité chimique les rend extrêmement persistantes, ce qui entraîne une dégradation très lente et une accumulation progressive dans les organismes vivants.

Avec l'évolution des connaissances sur leur impact environnemental, la production, la commercialisation et l'utilisation de certaines de ces substances font désormais l'objet de restrictions, voire d'interdictions, aux niveaux international et européen, y compris dans le domaine de la lutte contre l'incendie.

En réponse à ces évolutions réglementaires, les fabricants d'émulseurs ont développé de nouvelles formulations, incluant des émulseurs fluorés modifiés ainsi que des gammes de produits entièrement dépourvus de fluor. Ces alternatives reposent sur des principes de fonctionnement et des compositions chimiques variés. Toutefois, leur efficacité et leur domaine d'application ne sont pas nécessairement équivalents à ceux des émulseurs fluorés qui étaient jusqu'alors utilisés. Ces gammes non fluorées évoluent néanmoins régulièrement afin d'intégrer les retours d'expérience des premières générations de produits.

1. INTRODUCTION

1.2. OBJET DU DOCUMENT

Ce guide a pour objectif d'accompagner les personnes en charge de la sélection des agents extincteurs au sein des services de lutte contre l'incendie d'un aéroport — qu'elles soient ou non spécialistes des incendies d'aéronefs — dans le choix d'un émulseur adapté à leurs besoins et à leurs ressources. Il vise à aider à identifier un produit efficace et conforme aux exigences opérationnelles.

Le document s'adresse aux services spécialisés des aéroports français, qu'ils soient situés en métropole ou en outre-mer, et couvre les besoins en agent extincteur principal requis par la réglementation applicable. Il prend en compte à la fois le référentiel européen défini par l'Agence de l'Union Européenne pour la Sécurité Aérienne (AESA) et les dispositions réglementaires nationales spécifiques.

À cette fin, le guide propose :

- ▶ Une présentation des notions essentielles sur le fonctionnement des émulseurs ainsi que du cadre réglementaire et normatif en vigueur.
- ▶ Une analyse des critères à considérer lors du choix d'un produit, ainsi que des spécifications techniques attendues d'un émulseur.
- ▶ Des recommandations pour s'assurer que l'émulseur sélectionné réponde aux exigences définies.

Ce document ne constitue pas un modèle de cahier des charges prêt à l'emploi ni un guide prescriptif pour la sélection d'un émulseur spécifique en fonction des caractéristiques de l'aérodrome et du SSLIA. Le choix final doit résulter d'une évaluation approfondie par l'exploitant de l'aérodrome, en tenant compte des besoins opérationnels, des conditions d'exploitation et des exigences de performance et de qualité.

1.3. AVERTISSEMENT

Ce document porte exclusivement sur la sélection de l'émulseur utilisé pour produire la mousse extinctrice servant d'agent principal dans la lutte contre l'incendie des aéronefs.

Il n'aborde pas les critères de sélection des autres agents extincteurs susceptibles d'être employés par les services de lutte contre l'incendie aéroportuaires, notamment :

- ▶ **Les agents complémentaires**, tels que la poudre extinctrice, pouvant être utilisés sur les feux d'hydrocarbures.
- ▶ **Les agents destinés à d'autres types d'incendie** impliquant des bâtiments, des véhicules ou des espaces végétalisés, auxquels les services SSLIA peuvent être confrontés de manière exceptionnelle.
- ▶ **Les équipements spécifiques pour les incendies particuliers**, comme les feux électriques ou les feux de batteries Li-ion pouvant survenir à bord ou à proximité d'un aéronef.

2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGTRICES

Les mousses extinctrices utilisées en lutte contre l'incendie sont obtenues par le mélange d'un émulseur avec de l'eau, dans des proportions précises, afin de former une solution moussante. Cette solution est ensuite mise en contact avec de l'air, générant ainsi des bulles et produisant la mousse extinctrice.

Selon la nature de l'émulseur ainsi que les conditions de formation et de projection, les mousses obtenues présentent des caractéristiques et des propriétés extinctrices variables, nécessitant des conditions de mise en œuvre spécifiques.

De manière simplifiée, la mousse agit principalement en formant une barrière isolante entre l'hydrocarbure en feu et l'air, interrompant ainsi l'apport de comburant par étouffement. Elle limite également l'émission de vapeurs inflammables par isolement et exerce un effet de refroidissement sur le combustible.

L'efficacité des mousses extinctrices est évaluée à travers des essais de lutte contre le feu réalisés dans des conditions normalisées. Par ailleurs, l'analyse de certaines de leurs propriétés physico-chimiques permet de vérifier leur compatibilité avec les équipements et leurs conditions d'utilisation.

Ce chapitre vise à définir les notions essentielles permettant de comprendre les caractéristiques des émulseurs et leur impact sur la performance des mousses extinctrices.



2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGUANTES

2.1. COMPOSITION ET CARACTÉRISTIQUES DES ÉMULSEURS

2.1.1. LA COMPOSITION D'UN ÉMULSEUR

Un émulseur est un mélange complexe de substances chimiques, dont la composition varie en fonction des exigences spécifiques d'utilisation.

Sa composante principale est une base moussante, qui peut être :

- ▶ D'origine **synthétique**, composée majoritairement de tensioactifs. Ce sont aujourd'hui les plus couramment utilisés.
- ▶ D'origine **protéinique**, obtenue par hydrolyse de matières premières animales (comme la poudre de corne et de sabots).

Dans le cas des **émulseurs fluorés**, la base moussante est enrichie par l'ajout de **tensioactifs fluorés**, représentant généralement 1 à 2 % en masse.

Un émulseur contient également des solvants et divers additifs destinés à stabiliser la solution ou à lui conférer des propriétés spécifiques. Parmi ces additifs, on retrouve par exemple des agents antigel, permettant d'abaisser le point de congélation de l'émulseur pour garantir son efficacité en conditions extrêmes.

2.1.1.1. TENSIOACTIFS

Les tensioactifs hydrocarbonés sont des molécules composées d'une chaîne d'atomes de carbone, dont la structure chimique favorise la formation de bulles d'air. Un savon est un exemple courant de tensioactif.

Les tensioactifs fluorés, également appelés **perfluorocarbonés** (PFAS, PFOS, PFOA, PFHxA...), sont des tensioactifs de synthèse dans lesquels certains ou la totalité des atomes d'hydrogène sont remplacés par des atomes de fluor.

Grâce à cette structure spécifique, les tensioactifs fluorés jouent un double rôle :

- ▶ Ils forment un **film isolant** entre la mousse et l'hydrocarbure, limitant ainsi le risque de réinflammation.
- ▶ Ils renforcent l'étanchéité des bulles vis-à-vis des hydrocarbures, réduisant ainsi la vitesse de dégradation de la mousse sous l'effet des vapeurs inflammables.

2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGUANTES

2.1.1.2. PFAS, PFOS, PFOA ET AUTRES PFHxA

Les **PFAS (Per- and polyFluoroAlkyl Substances)** sont une famille de composés organiques fluorés de synthèse utilisés dans divers secteurs industriels et produits de consommation courante depuis les années 1950. Grâce à leurs propriétés chimiques uniques, ils ont été largement employés dans la formulation des émulseurs de lutte contre l'incendie, leur conférant une efficacité extinctrice particulièrement recherchée.

Cette famille regroupe plus de 4000 substances, dont certaines ont été spécifiquement utilisées comme tensioactifs fluorés dans la production d'émulseurs. Parmi elles :

- ▶ Le **PFOS (acide perfluorooctanesulfonique)** et le **PFOA (acide perfluorooctanoïque)**, ainsi que leurs sels dérivés, sont des PFAS dits à longue chaîne (8 atomes de carbone, « C8 »). Ils ont été couramment employés dans les émulseurs jusqu'à l'entrée en vigueur de réglementations restreignant leur usage.
- ▶ Le **PFHxA (acide perfluorohexanoïque)** et ses dérivés sont des PFAS à chaîne plus courte (6 atomes de carbone, « C6 »), utilisés en alternative aux PFAS C8 depuis l'application de ces restrictions. Ils vont à leur tour faire l'objet de restrictions dans les mois à venir.

Bien que ces composés offrent une grande résistance thermique et une stabilité chimique exceptionnelle, ils présentent un inconvénient majeur : **leur persistance dans l'environnement et dans les organismes vivants**. Leur dégradation naturelle étant extrêmement lente, ils peuvent se disperser loin de leur source d'émission et s'accumuler dans les écosystèmes.

À ce titre, les PFAS font désormais l'objet de réglementations strictes, allant de restrictions d'usage à des interdictions complètes dans certains domaines, notamment en raison de leurs impacts potentiels sur la santé humaine et la biodiversité (Cf. §3 Réglementation, normes et référentiels).

2.1.2. LES CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES D'UN ÉMULSEUR

Un émulseur est caractérisé par plusieurs propriétés physico-chimiques. Bien les comprendre permet à l'acheteur de mieux identifier le produit adapté à son domaine d'utilisation.

2.1.2.1. pH

Le **pH** (potentiel hydrogène) est une mesure de l'**acidité** ou de la **basicité** d'une solution aqueuse, exprimée sur une échelle de 0 à 14 :

- ▶ Un pH de 7 correspond à une solution neutre.
- ▶ Un pH inférieur à 7 indique une solution acide.
- ▶ Un pH supérieur à 7 indique une solution basique.

À titre d'exemple, en France, l'eau potable doit avoir un **pH compris entre 6,5 et 9**.

Dans le cas des émulseurs, le pH mentionné correspond à la mesure effectuée sur le produit pur, avant son mélange avec l'eau pour la production de mousse.

Un pH inadapté peut entraîner des conséquences significatives, notamment en provoquant la corrosion des canalisations, des joints ou des réservoirs d'émulseur des véhicules SSLIA et des installations de stockage. Il s'agit donc d'un paramètre essentiel à prendre en compte pour assurer la pérennité des équipements et la stabilité du produit.

2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGUANTES

2.1.2.2. VISCOSITÉ

La **viscosité** mesure la résistance d'un fluide à l'écoulement et aux déformations. Ce paramètre joue un rôle clé dans la circulation de l'émulseur à travers les canalisations des véhicules d'intervention et dans son mélange avec l'eau selon le dosage requis. Une viscosité élevée peut également nécessiter des conditions spécifiques de stockage et de manipulation.

► Influence de la température sur la viscosité

La viscosité d'un émulseur **diminue** lorsque la température **augmente** : à 5 °C, un émulseur sera toujours plus visqueux qu'à 25 °C. Cependant, cette sensibilité thermique varie selon la formulation du produit :

- Pour certains émulseurs, l'écart de viscosité entre 5 °C et 25 °C reste négligeable.
- Pour d'autres, la différence est significative et peut même être perçue sans instrument de mesure.

► Influence de la contrainte mécanique

Certains liquides, dont les émulseurs, modifient leur viscosité sous l'effet d'une contrainte mécanique (agitation, pompage, malaxage). On distingue alors :

- Les **émulseurs newtoniens** : leur viscosité reste **constante** quelle que soit la vitesse ou la force appliquée.
- Les **émulseurs non newtoniens** : leur viscosité **varie** en fonction de la contrainte appliquée. On distingue notamment :
 - Les émulseurs **pseudoplastiques** (ou rhéofluidifiants) : leur viscosité **diminue fortement** lorsque la contrainte appliquée est élevée (agitation rapide et intense).
 - Les fluides thixotropes : leur viscosité diminue progressivement sous l'effet d'une contrainte prolongée.

Dans ces deux cas, la viscosité est plus élevée au repos et diminue lorsque l'émulseur est mis en mouvement.

À noter : Les émulseurs traditionnellement utilisés par les SSLIA en France sont newtoniens. Leur viscosité, proche de celle de l'eau, varie peu avec la température, sauf à proximité du point de congélation.

Cependant, certains émulseurs non fluorés commercialisés en Europe sont non newtoniens, y compris certains conçus pour une utilisation aéroportuaire. Leur manipulation et leur aspiration requièrent des précautions spécifiques en raison de leur viscosité élevée au repos.

2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGUATRICES

2.1.2.3. SÉDIMENTS ET SÉDIMENTATION

Selon sa formulation et ses conditions de fabrication, un émulseur peut contenir des particules insolubles en suspension. Au fil du temps, ces particules peuvent se déposer au fond des contenants de stockage, qu'il s'agisse de cuves, containers ou citernes de véhicules.

La **quantité de sédiments** et leur vitesse d'accumulation dépendent de plusieurs facteurs :

- ▶ La composition chimique de l'émulseur,
- ▶ Les conditions de stockage (température, agitation, durée de conservation),
- ▶ L'évolution du produit dans le temps.

Le taux de sédimentation peut être mesuré en déterminant le volume de sédiments accumulés après un certain temps, exprimé en pourcentage sur un échantillon donné.

▶ **Conséquences sur les équipements et la qualité de l'émulseur**

- ▶ Un excès de sédiments peut altérer le fonctionnement des systèmes de dosage des véhicules et compromettre leur précision.
- ▶ Une accumulation anormale de dépôts peut également être un indicateur de vieillissement prématuré de l'émulseur.

À noter : Un contrôle régulier du taux de sédiments est recommandé pour anticiper d'éventuels dysfonctionnements et garantir la performance du produit.

2.1.2.4. STABILITÉ

Un émulseur est un mélange complexe de substances chimiques pouvant évoluer avec le temps. Sous l'effet du vieillissement naturel et des conditions de stockage, des réactions physiques ou chimiques peuvent altérer sa composition.

Ces altérations se manifestent notamment par :

- ▶ Une séparation des phases (stratification du produit),
- ▶ Une précipitation avec formation de dépôts solides,
- ▶ Une modification de l'homogénéité du mélange.

La stabilité d'un émulseur correspond à sa capacité à maintenir ses propriétés physiques et chimiques dans des conditions normales de stockage et d'utilisation, sans dégradation visible ni perte de performance.

À noter : Un contrôle périodique est recommandé pour s'assurer que l'émulseur conserve ses caractéristiques optimales au fil du temps.

2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGUANTES

2.1.2.5. MISCIBILITÉ

La **miscibilité** définit la capacité de deux liquides à se mélanger pour former une **solution homogène**. Cette propriété varie en fonction de la température : certains liquides peuvent être totalement miscibles à une température donnée et ne plus l'être, ou seulement partiellement, à une température plus basse.

Les émulseurs newtoniens sont généralement miscibles entre eux. Toutefois, le fait que deux émulseurs puissent se mélanger ne garantit ni la stabilité, ni la conservation des propriétés et performances du mélange obtenu. Même lorsque les émulseurs proviennent du même fabricant, présentent une concentration d'emploi identique, et ne réagissent pas chimiquement entre eux, leur compatibilité opérationnelle doit être vérifiée avant toute utilisation.

À noter : Avant tout mélange, il est recommandé de procéder à des tests pour s'assurer que les performances du produit final restent conformes aux exigences requises.

2.1.2.6. TEMPÉRATURES DE STOCKAGE

La température de stockage définit la plage de températures dans laquelle un émulseur peut être conservé sans altération significative de ses propriétés.

- ▶ **Température maximale :** généralement comprise entre 50 et 60 °C, au-delà de laquelle une détérioration du produit peut survenir.
- ▶ **Température minimale :** certains émulseurs supportent des températures négatives sans altération durable. Après un stockage prolongé sous le point de congélation, ils retrouvent leurs performances initiales une fois réchauffés à une température normale d'utilisation.

À noter : Le point de congélation diffère de la température minimale de stockage : en dessous de cette limite, l'émulseur n'est plus liquide et donc inutilisable immédiatement, mais il redevient opérationnel après décongélation.



Risques en cas de non-respect des températures de stockage

Dans le cas où l'émulseur serait exposé à des températures en dehors de la plage préconisée par le fabricant, une exposition – même provisoire – peut entraîner une dégradation irréversible des performances de l'émulseur, affectant la qualité de la mousse produite. Cette détérioration peut parfois être visible à l'œil nu (changement de couleur, dépôts, séparation des phases), mais pas toujours détectable. Un non-respect des températures recommandées peut donc provoquer un vieillissement prématuré et une perte d'efficacité difficilement identifiable sans test approfondi.

2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGUATRICES

2.1.3. LES DONNÉES DE SÉCURITÉ D'UN ÉMULSEUR

Les données de sécurité d'un émulseur offrent aux exploitants un outil pratique pour repérer les risques éventuels pour les utilisateurs et l'environnement. Nous partageons ici quelques données clés afin de susciter l'intérêt des exploitants pour ce domaine aussi riche que complexe.

2.1.3.1. FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ (FDS)

Conformément à la réglementation européenne sur la fabrication et l'utilisation des produits chimiques, chaque émulseur est accompagné d'une fiche de données de sécurité (FDS). Ce document fournit des informations essentielles sur les propriétés du mélange et de ses principaux composants, les dangers associés, ainsi que les consignes de manipulation, d'élimination et de transport. Il détaille également les mesures de premier secours, de lutte contre l'incendie et de contrôle de l'exposition.

Les FDS jouent un rôle clé en permettant aux utilisateurs de mettre en place les mesures de réduction de risque nécessaires à la sécurité sur le lieu de travail, à la protection de la santé humaine et à la préservation de l'environnement. Elles précisent notamment les classes et catégories de danger du produit, ainsi que ses effets toxicologiques et écologiques (rubriques 11 et 12). Ces informations peuvent être basées sur des résultats d'essais réalisés en laboratoire.

À noter: Bien qu'obligatoire, cette FDS n'est pas toujours livrée avec l'émulseur. Il faut parfois en faire la demande auprès du fabricant/distributeur.

2.1.3.2. EFFETS TOXICOLOGIQUES (CL50, DL50...)

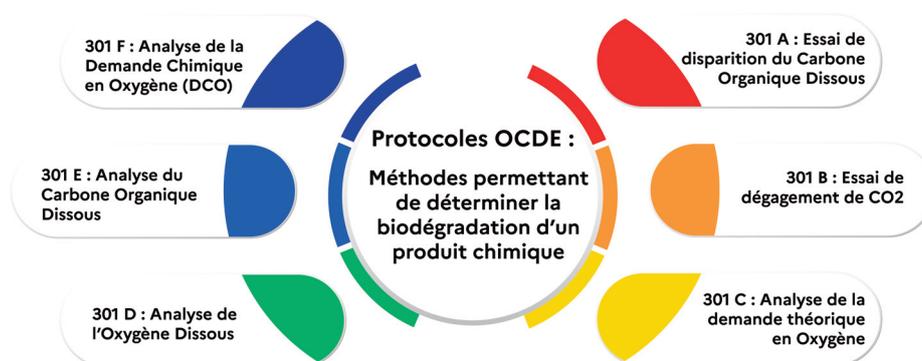
Parmi les données communiquées sur la toxicité, on retrouve souvent des valeurs telles que la CE50 (Concentration Efficace entraînant l'immobilisation de 50 % d'une population testée), la CL50 (Concentration Létale affectant 50 % de la population étudiée) ou encore la DL50 (Dose Létale pour 50 % de la population étudiée). Toutefois, ces indicateurs ne sont pas toujours directement comparables entre différents émulseurs, car les conditions d'essai – notamment le type d'organismes aquatiques utilisés – peuvent varier d'une étude à l'autre.

2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGCTRICES

2.1.3.3. BIODÉGRADABILITÉ (DBO/DCO)

Concernant les effets écologiques des émulseurs, leur niveau de biodégradabilité est souvent indiqué et qualifié comme facilement, moyennement ou peu biodégradable. Cette notion est cependant complexe, car elle repose sur la transformation biochimique des composés organiques par des micro-organismes, conduisant à leur minéralisation.

Plusieurs méthodes permettent d'évaluer la biodégradabilité, décrites dans des protocoles normalisés de l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Économiques) :



Parmi elles, les essais en laboratoire utilisent souvent le rapport **DCO/DBO** selon le protocole OCDE 301 F.

- ▶ **La DBO (Demande Biochimique en Oxygène)** correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour l'oxydation biologique des matières organiques (exprimée en mg/L ou mg/kg). Elle est généralement mesurée après 5 jours (DBO5) mais peut être prolongée (10, 15 jours...).
- ▶ **La DCO (Demande Chimique en Oxygène)** quantifie l'oxygène requis pour l'oxydation biochimique des substances organiques et minérales, à l'aide d'oxydants chimiques puissants.

Dans le traitement des eaux usées, un rapport **DCO/DBO5 < 2** indique un effluent facilement biodégradable, tandis qu'un rapport supérieur à **4** signale une faible biodégradabilité.

Il est important de souligner la complexité de cette notion. En effet, pour les émulseurs fluorés, une étude scientifique publiée en 2019 (*Multidisciplinary Digital Publishing Institute, MDPI, 2076-3298/7/1/4*) nuance les résultats obtenus avec le protocole OCDE 301 F. En utilisant une méthode spectroscopique, elle met en évidence la persistance des liaisons carbone-fluor, toujours détectables après la durée maximale du test (28 jours). Cette observation illustre le caractère **bioaccumulatif et persistant** des composés fluorés.



Il faut garder à l'esprit qu'un produit classé biodégradable n'est pas nécessairement sans danger pour l'environnement: il peut présenter une toxicité immédiate, ou même avoir des effets nocifs après plusieurs années d'accumulation.

Pour aller plus loin sur la fiche de données de sécurité et la compréhension des informations fournies, il est possible de consulter la documentation publiée par l'INRS :

- ▶ [La fiche de données de sécurité – Brochure INRS ED 6483 \(10/2022\) \[1\]](#)
- ▶ [Comment lire une FDS - Dépliant INRS ED 6253 \(12/2018\) \[2\]](#)

2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGTRICES

2.2. CARACTÉRISTIQUES DES MOUSSES EXTINGTRICES

2.2.1. SOLUTION MOUSSANTE ET MOUSSE EXTINGTRICE

La **solution moussante** est obtenue par le mélange d'eau et d'émulseur dans des proportions définies par le fabricant afin d'optimiser ses performances.

La **mousse extinctrice** résulte de l'aération dynamique de cette solution moussante, générant ainsi un ensemble de bulles qui confèrent à la mousse ses propriétés d'extinction. Cette aération s'effectue lors du passage dans un dispositif de projection, comme la lance canon d'un véhicule d'intervention SSLIA ou une lance manuelle.

2.2.2. MOUSSE (OU ÉMULSEUR) FILMOGÈNE

Une **mousse filmogène** a la capacité de former, lors de sa décantation, un **film aqueux isolant** à la surface de certains hydrocarbures. Ce film renforce l'effet de la mousse en améliorant son étalement et en limitant la réémission de vapeurs inflammables.

Par extension, un **émulseur filmogène** désigne un émulseur spécifiquement formulé pour produire ce type de mousse.



2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGCTRICES

2.2.3. CONCENTRATION

La **concentration volumique C** en émulseur correspond à la proportion d'émulseur dans la solution moussante.

La **concentration d'emploi** est le **pourcentage d'émulseur** recommandé par le fabricant pour obtenir le niveau de performance attendu.

Exemples de calcul:

Un émulseur à **3 %** signifie que ses performances ont été évaluées avec une mousse produite à partir d'une solution moussante contenant 3 % de cet émulseur.

- ▶ Pour obtenir **100 L** de solution moussante à 3 %, il faut mélanger **3 L** d'émulseur à **97 L** d'eau.
- ▶ En revanche, pour obtenir une solution à 3 % à partir de **100 L** d'eau, il faut légèrement plus d'émulseur: **3,09 L**

Pour trouver cette quantité, on applique la formule suivante:

$$Q_{\text{emu}} = \frac{C}{1 - C} \times Q_{\text{eau}}$$
$$Q_{\text{emu}} = \frac{0,03}{0,97} \times Q_{\text{eau}}$$

- ▶ Ainsi, pour un camion-citerne contenant **9000 L d'eau**, **278,35 L** d'émulseur sont nécessaires pour obtenir une solution dosée à **3 %**.

▶ Concentrations d'emploi des émulseurs

Les émulseurs utilisés dans la lutte contre les incendies d'aéronefs sont généralement proposés avec une concentration fixe: **3 % ou 6 %**

Certains émulseurs sont conçus pour une utilisation à **1 %**, mais ne sont pas adaptés aux matériels SSLIA utilisés en France, qui sont calibrés pour du 3 % ou 6 %.

D'autres émulseurs sont dits polyvalents et offrent plusieurs concentrations d'emploi selon leur type d'utilisation ou le type de feu à combattre (hydrocarbures, alcools, etc.). Cependant, ce n'est pas le cas des émulseurs utilisés en France.



En France, les matériels SSLIA ne permettent généralement pas de modifier la concentration en cours d'intervention. Toutefois, pour les véhicules équipés d'un système de dosage électronique, il est possible de réaliser des modifications de programmation.

2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGCTRICES

2.2.4. FOISONNEMENT

Le **foisonnement** correspond au rapport entre le volume de mousse produite et le volume de solution moussante utilisée pour sa formation. Il dépend de plusieurs facteurs :

- ▶ Les caractéristiques de l'émulseur ;
- ▶ La température de la solution moussante ;
- ▶ La quantité d'air introduite dans la solution ;
- ▶ Le type de lance ou de générateur de mousse utilisé ;
- ▶ Les conditions extérieures (température, vent, humidité).

Les mousses utilisées en LIA sont généralement à **bas foisonnement** (inférieur à 20), ce qui permet une projection à longue distance. Elles sont ainsi moins sensibles aux conditions atmosphériques (vent, pluie) et assurent une couverture stable et résistante.

En pratique, le foisonnement attendu à la sortie des principaux moyens de projection d'un véhicule d'intervention SSLIA se situe entre **6 et 9**.

Exemple :

- ▶ Une lance assurant un foisonnement de 8 transforme 1 litre de solution moussante en 8 litres de mousse.



Importance du foisonnement des mousses non filmogènes

Les émulseurs non filmogènes protègent principalement grâce à la cohésion et la stabilité du tapis de mousse. Pour ces mousses, le foisonnement obtenu et la structure des bulles sont donc des critères essentiels.



2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGUATRICES

2.2.5. DÉCANTATION

La mousse commence à se dégrader dès sa projection, perdant progressivement l'eau qu'elle contient. Ce phénomène est appelé **décantation**. Il se traduit par le retour progressif des bulles formées à leur état liquide initial.

▶ **Mesure de la décantation**

La dégradation de la mousse peut être évaluée en mesurant la quantité de produit évacué sous forme liquide. La vitesse de ce phénomène est caractérisée par :

- ▶ Le temps de décantation à **25 %** : durée nécessaire pour que 25 % de la solution moussante d'origine s'évacue de la mousse.
- ▶ Le temps de décantation à **50 %** : même principe, appliqué à 50 % du liquide initial.

Plus ces temps sont **élevés**, plus la mousse est **stable** dans le temps.

À titre d'exemple, une mousse avec un temps de décantation à 25 % de 30 secondes se dégrade très vite.



Exemples de temps de décantation à 25 % :

- ▶ Mousse AFFF utilisées en LIA : au minimum 1 min 30s.
- ▶ Mousse sans fluor : peut atteindre plus de 5 minutes.

▶ **Impact sur les interventions**

Un bon temps de résistance à la décantation limitera le renouvellement du tapis de mousse en cas d'intervention prolongée.

Cependant, la décantation joue un rôle clé selon le type d'émulseur utilisé :

- ▶ **Émulseurs filmogènes (AFFF)** : la décantation permet la formation d'un film aqueux protecteur à la surface de l'hydrocarbure. Un équilibre doit être trouvé : ni trop rapide, ni trop lent.
- ▶ **Mousse sans fluor** : leur efficacité repose principalement sur la stabilité du tapis de mousse. Une résistance élevée à la décantation est recherchée, mais cela peut compliquer l'évacuation et le traitement de la mousse après intervention.



Le foisonnement et la décantation ne dépendent pas uniquement de l'émulseur.

Ils varient également selon :

- ▶ **Le moyen d'action utilisé (lance canon, lance canon pare-chocs, LMP, LDV, ...) qui va influencer sur la qualité de la mousse produite.**
- ▶ **Les conditions environnementales (température des citernes ou de l'air, vent, pluie, ...).**

▶ **Tests normalisés et essais en conditions réelles**

Les mesures en laboratoire (conditions normalisées) **diffèrent des valeurs obtenues sur site** (véhicules SSLIA en aéroport). Il est essentiel de compléter les tests normalisés par des essais sur le terrain et de comparer uniquement des mesures réalisées dans des conditions similaires.

2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGTRICES

2.3. UTILISATION DES MOUSSES EXTINGTRICES

2.3.1. MÉTHODES D'APPLICATION

Selon les propriétés de la mousse, son mode d'action et la nature du liquide enflammé, différentes techniques de projection peuvent être utilisées pour former un tapis de mousse extingteur et protecteur.

▶ Application douce (ou indirecte)

Principe : la mousse est projetée sur les parois ou surfaces adjacentes à la nappe de combustible. Elle s'étale ensuite naturellement sur le feu sans contact direct avec le liquide enflammé.

✓ **Avantages :**

- ▶ Préserve le tapis de mousse en réduisant les risques de contamination et de destruction par le combustible.
- ▶ Évite la projection de gouttelettes inflammables dues à un impact trop violent.

✗ **Inconvénients :**

- ▶ Impossible à réaliser s'il n'y a pas de parois ou si le feu est de grande ampleur.
- ▶ La mousse doit être suffisamment fluide pour s'étaler efficacement, ce qui prend du temps.

Cette méthode est à privilégier avec les émulseurs **non filmogènes** et pour les feux de **liquides polaires** (alcool, acétone, biocarburants par ex. superéthanol E85, ...).

▶ Application forte (ou directe)

Principe : la mousse est projetée directement sur la nappe de combustible.

✓ **Avantages :**

- ▶ Plus adapté aux foyers de grande ampleur.
- ▶ Permet une extinction rapide grâce à des débits élevés.

✗ **Inconvénients :**

- ▶ Risque de contamination et destruction rapide du tapis de mousse si la mousse n'est pas résistante.
- ▶ Nécessite une mousse adaptée, capable de résister à l'action du combustible.

Dans le domaine de la lutte contre les incendies d'aéronefs, cette méthode est privilégiée en raison de l'importance et de la grande taille des foyers et de la disponibilité des mousses filmogènes.

Toutefois, elle n'est pas recommandée avec des émulseurs non filmogènes ou des feux de liquides polaires.

2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGTRICES

2.3.2. TAUX D'APPLICATION

Le taux d'application est la quantité de solution moussante à projeter pour éteindre un feu d'une surface donnée, et ce pendant un temps donné.

Ce taux s'exprime donc en litres par mètre carré et par minute (**L/m²/min**).

Exemple de calcul :

► Pour éteindre un feu d'une surface de 200 m² avec une lance ayant un débit de 1000 L/min, le taux d'application associé est de 5 L/m²/min ($1000 \text{ L/min} \div 200 \text{ m}^2 = 5 \text{ L/m}^2/\text{min}$).

Le taux d'application nécessaire pour éteindre un feu est un critère essentiel pour évaluer l'efficacité d'une mousse et de l'émulseur utilisé.

Exemple de comparaison :

► Émulseur E1 produisant une mousse qui éteint avec un taux d'application de 5 L/m²/min

► Émulseur E2 produisant une mousse qui éteint avec un taux d'application de 8 L/m²/min

L'émulseur E1 est donc plus performant car il requiert moins de solution moussante pour obtenir le même résultat d'extinction.

Le taux d'application optimal est défini à partir de tests d'extinction standardisés, réalisés sur des feux de taille fixe et avec un débit de solution moussante contrôlé.



2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGTRICES

2.3.3. PERFORMANCE AU FEU

La performance au feu désigne la capacité d'une mousse à éteindre un foyer dans un temps donné et sous des conditions de projection spécifiques (débit, température). Ces conditions incluent des paramètres définis tels que :

- ▶ Le type de carburant,
- ▶ Les dimensions du foyer,
- ▶ Les caractéristiques de la mousse projetée.

Le niveau et le classement de la performance au feu dépendent des tests réalisés et du référentiel utilisé. Ce dernier doit être adapté à l'usage prévu.

▶ Normes et classification

Dans le domaine de la lutte contre l'incendie des aéronefs, l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) définit **trois niveaux de performance A, B et C**.

Chaque niveau repose sur des essais au feu et des taux d'application différents.

Ainsi, selon le test OACI, un émulseur classé niveau C sera plus performant qu'un émulseur classé niveau B, qui lui-même sera plus performant qu'un émulseur classé niveau A. [3]



Un même émulseur peut obtenir plusieurs niveaux et classements en fonction des normes et des tests effectués. Ces certifications apportent des indications précieuses sur le comportement de la mousse face à différents types de combustibles et conditions d'intervention.

Par exemple, un émulseur peut être classé :

- ▶ I A suivant la norme NF EN 1568-3
- ▶ B suivant le test OACI

2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGCTRICES

2.3.4. TEMPÉRATURES D'UTILISATION (MOUSSE)

Les fabricants définissent une plage de températures d'utilisation pour chaque émulseur. Cette plage indique les conditions dans lesquelles il est possible de produire une mousse extinctrice efficace.

Cependant, les performances de la mousse varient en fonction de :

- ▶ La température de la solution moussante,
- ▶ La température ambiante de l'air.

▶ Influence des températures sur l'efficacité

L'efficacité des mousses est généralement testée dans une plage de 15 °C à 25 °C. Ces conditions normalisées permettent une meilleure répétabilité et reproductibilité des essais. Toutefois, elles ne reflètent pas toujours les températures réelles rencontrées sur le terrain.

Par exemple :

- ▶ En été, la température de l'air peut dépasser 35 °C voire 40 °C.
- ▶ Sur les surfaces revêtues (aires de trafic, voies de circulation), la température au sol peut atteindre 60 °C ou plus.

Avec des carburants plus volatils à haute température, les émulseurs non filmogènes peuvent être mis à rude épreuve, car ils ne disposent pas de la propriété filmogène permettant de bloquer l'émission des vapeurs inflammables.



2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGCTRICES

2.4. LES FAMILLES D'ÉMULSEURS ET LEURS DIFFÉRENCES

2.4.1. LES FAMILLES D'ÉMULSEURS ET DE MOUSSES EXTINGCTRICES

Les émulseurs sont classés en grandes familles selon plusieurs critères:

- ▶ L'origine de leur base moussante: **synthétique** ou **protéinique**.
- ▶ La présence de tensioactifs **fluorés** ou **non fluorés**.
- ▶ Leur propriété **filmogène** (capacité à former un film aqueux sur certains hydrocarbures).

▶ Classification des émulseurs

▶ Émulseurs **synthétiques**

▶ Émulseurs **filmogènes (AFFF – Aqueous Film-Forming Foam)**

Ce sont des mélanges d'agents tensioactifs hydrocarbonés et fluorés, qui forment un film aqueux à la surface de certains hydrocarbures, améliorant ainsi l'extinction.

▶ Émulseurs **sans fluor (FFF – Fluorine-Free Foam)**

Ils sont constitués de mélanges d'agents tensioactifs hydrocarbonés et de stabilisants non fluorés.

▶ Émulseurs **protéiniques**

Ce sont des dérivés de substances protéiniques hydrolysées.

▶ Émulseurs **fluoroprotéiniques (FP)**

Ce sont des émulseurs protéiniques enrichis en agents tensioactifs fluorés."

▶ Émulseurs **filmogènes fluoroprotéiniques (FFFP – Film-Forming Fluoroprotein Foam)**

Ce sont des émulseurs fluoroprotéiniques ayant la capacité de former un film aqueux sur certains hydrocarbures.

▶ Émulseurs **résistants à l'alcool (AR – Alcohol Resistant)**

Certains liquides inflammables, comme les alcools ou les acétones, ont une affinité avec l'eau, ce qui peut entraîner la destruction rapide de la mousse. Les émulseurs AR sont spécialement conçus pour résister à cette dégradation et maintenir une protection efficace.

Familles d'émulseurs :

		Synthétiques	Protéiniques
	Fluorés	AFFF	FP FFFP
Alcool résistant		AFFF-AR	FP-AR FFFP-AR
		FFF-AR	
	Non fluorés	FFF	

2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGCTRICES

2.4.2. LES PRINCIPALES DIFFÉRENCES

2.4.2.1. ENTRE ÉMULSEURS FILMOGÈNES ET NON FILMOGÈNES

► Les Émulseurs filmogènes

Les émulseurs filmogènes permettent à la mousse produite de former un film aqueux flottant à la surface des hydrocarbures, grâce aux tensioactifs qu'ils contiennent. Ce film joue un rôle clé en stoppant l'émission des vapeurs inflammables et en limitant l'apport d'oxygène.

Les mousses filmogènes agissent de trois manières :

- **Étouffement** : La mousse recouvre le carburant et empêche les vapeurs inflammables de se dégager.
- **Formation d'un film protecteur** : La décantation de la mousse libère un film aqueux qui scelle la surface de l'hydrocarbure, empêchant toute réinflammation.
- **Refroidissement** : L'eau contenue dans la mousse absorbe la chaleur et contribue à l'extinction du feu.

Un avantage clé de ces mousses est leur capacité à se refermer après fragmentation. Si la nappe de mousse est interrompue par des débris ou des mouvements (évacuation, secours), le film aqueux se reforme et bloque à nouveau l'émission de vapeurs.

► Les Émulseurs NON filmogènes

Contrairement aux filmogènes, les émulseurs non filmogènes ne forment pas de film aqueux protecteur. Leur efficacité repose uniquement sur :

- **L'étouffement** : La mousse recouvre le carburant et bloque les vapeurs inflammables.
- **Le refroidissement** : L'eau contenue dans la mousse abaisse la température du foyer.

L'intégrité et la résistance de la nappe de mousse sont donc essentielles. Une mousse plus dense, avec un bon foisonnement et une faible décantation, est préférable pour assurer une protection durable.

De plus, les méthodes d'application doivent limiter la fragmentation du tapis de mousse. L'application indirecte (projetée sur une surface avant d'atteindre le feu) est souvent recommandée.

En l'absence de film protecteur, ces mousses sont plus sensibles aux ruptures du tapis (causées par des débris, mouvements de secours, etc.), ce qui augmente le risque de réinflammation et peut nécessiter un réapprovisionnement fréquent.

► Impact sur les méthodes d'intervention

La différence de fonctionnement entre les deux types d'émulseurs influence directement les stratégies d'extinction.

À ce jour, seuls les émulseurs fluorés sont capables de former un film aqueux protecteur à la surface des hydrocarbures.

2. LES ÉMULSEURS ET LES MOUSSES EXTINGUATRICES

2.4.2.2. ÉMULSEURS POUR HYDROCARBURES OU ÉMULSEURS « RÉSISTANTS À L'ALCOOL » (AR)

► Les hydrocarbures et leur interaction avec la mousse

Les hydrocarbures sont des liquides qui ne se mélangent pas à l'eau en raison de leur absence d'affinité avec celle-ci. Lorsqu'ils entrent en contact avec de l'eau, les deux liquides se séparent naturellement, les hydrocarbures restant en surface en raison de leur densité plus faible.

Lorsqu'un tapis de mousse est appliqué sur un incendie d'hydrocarbures, il reste stable en surface, empêchant les vapeurs inflammables de s'échapper et limitant ainsi la propagation du feu.

► Les liquides polaires et la problématique des mousses classiques

Contrairement aux hydrocarbures, certains liquides inflammables comme les alcools, l'acétone ou encore les biocarburants (ex : Superéthanol-E85) ont une forte affinité avec l'eau. Ils sont dits **liquides polaires** car ils sont solubles dans l'eau.

Lorsqu'une mousse classique destinée aux feux d'hydrocarbures est appliquée sur un liquide polaire, celui-ci absorbe rapidement l'eau contenue dans la mousse, détruisant ainsi son efficacité en quelques instants.

► Les émulseurs AR: une solution adaptée aux liquides polaires

Pour éviter cette destruction rapide du tapis de mousse, des émulseurs spécifiques appelés « **AR** » (**Alcohol Resistant**) ont été développés. Contrairement aux émulseurs filmogènes qui forment un film aqueux, les émulseurs AR génèrent une couche de gel protectrice à la surface du liquide polaire.

Ce gel est obtenu grâce à des polymères ajoutés à l'émulseur, qui forment une barrière isolante entre le liquide inflammable et la mousse. Cette barrière protège la mousse de la dissolution et permet de maintenir son efficacité.

► Méthodes d'application et particularités des émulseurs AR

► **Application indirecte** : Pour assurer la formation optimale de la couche de gel protectrice, il est recommandé d'appliquer la mousse de manière indirecte, en la projetant sur une surface adjacente plutôt que directement sur le liquide enflammé.

► **Viscosité plus élevée** : La présence de polymères dans les émulseurs AR les rend souvent plus visqueux que les émulseurs classiques.

► **Adaptabilité aux différents feux** : Ces émulseurs polyvalents peuvent être utilisés aussi bien sur les feux d'hydrocarbures que sur les feux de liquides polaires. Toutefois, leur concentration d'utilisation varie en fonction du type de combustible, selon les recommandations du fabricant.

Lors des interventions avec un émulseur AR, il est donc crucial d'adapter le réglage de la concentration et la technique d'application en fonction du type de liquide en feu.

3. RÉGLEMENTATION, NORMES ET RÉFÉRENTIELS

La sélection et l'utilisation des agents extincteurs, y compris les émulseurs utilisés pour la lutte contre les incendies d'aéronefs, sont encadrées par des réglementations européennes et nationales applicables aux aérodromes et à leurs exploitants.

Concernant les caractéristiques et performances des émulseurs et mousses extinctrices, plusieurs normes et référentiels spécifiques définissent des méthodes et conditions de test standardisées. Ces référentiels permettent aux utilisateurs et aux acheteurs d'évaluer et de comparer les émulseurs en fonction de leurs besoins opérationnels. Les exigences varient selon les applications envisagées.

En parallèle, l'utilisation des émulseurs est également soumise aux réglementations environnementales et sanitaires. Ces réglementations, à l'échelle européenne et nationale, imposent des restrictions voire des interdictions sur certaines substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS), en raison de leur impact sur la santé et l'environnement. Ces restrictions concernent aussi bien la fabrication que l'utilisation des mousses anti-incendie, avec des conditions d'application spécifiques selon les usages.

Les principaux référentiels réglementaires et normatifs applicables seront détaillés dans ce chapitre.



3. RÉGLEMENTATION, NORMES ET RÉFÉRENTIELS

3.1. NORMES ET RÉFÉRENTIELS

Les **normes** et **référentiels** sont établies par divers organismes tels que :

- ▶ Les organisations internationales.
- ▶ Les organismes de normalisation.
- ▶ Les laboratoires spécialisés.
- ▶ Les associations et groupements industriels.

Leur objectif: fournir **un cadre de référence commun et harmonisé** pour répondre à des besoins spécifiques en matière d'émulseurs et de mousses extinctrices.

▶ Caractère non obligatoire des normes

Les normes et référentiels ne sont pas contraignants par défaut. Leur application n'est obligatoire que dans les cas suivants :

- ▶ Exigence contractuelle: Un donneur d'ordre (ex.: acheteur, exploitant d'aérodrome) peut imposer le respect de certaines normes dans le cadre d'un contrat.
- ▶ Obligation légale ou réglementaire: Certaines dispositions réglementaires peuvent renvoyer explicitement à des normes, rendant leur respect obligatoire dans des situations précises.

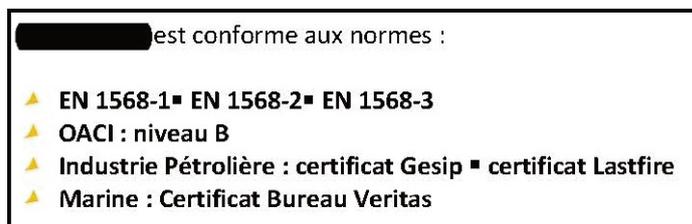
▶ Normes et référentiels pour les agents extincteurs

Les normes et référentiels dédiés aux émulseurs visent avant tout à :

- ▶ Définir des méthodes de test standardisées.
- ▶ Évaluer et classer les émulseurs selon leurs performances et utilisations.

Dans le domaine de la **lutte contre l'incendie des aéronefs**, il est essentiel de bien connaître ces **normes et référentiels** afin d'identifier ceux qui sont **les plus pertinents** pour le choix et l'utilisation des agents extincteurs.

Exemple d'informations de conformité d'un émulseur affichées par un fabricant par :



3. RÉGLEMENTATION, NORMES ET RÉFÉRENTIELS

3.1.1. NORMES EUROPÉENNES

Dans le domaine de la lutte contre l'incendie, le Comité Européen de Normalisation (CEN) a élaboré plusieurs normes encadrant les agents extincteurs, dont la norme **EN 1568**, référence majeure pour les émulseurs d'usage courant. Cette norme est intégrée aux réglementations nationales des différents États membres.

Elle se décline en quatre parties, en fonction du type d'émulseur, du foisonnement recherché et de son domaine d'application. On y retrouve notamment :

- ▶ **NF EN 1568-3** : Spécifications pour les émulseurs bas foisonnement destinés à une application à la surface de liquides n'ayant pas d'affinité pour l'eau.
- ▶ **NF EN 1568-4** : Spécifications pour les émulseurs bas foisonnement destinés à une application à la surface de liquides ayant une affinité pour l'eau.

Ces normes définissent :

- ▶ Les exigences minimales en termes de propriétés chimiques et physiques des émulseurs.
- ▶ Les performances minimales à atteindre lors d'essais au feu standardisés.
- ▶ Les obligations d'information et de marquage.

▶ Focus sur la norme NF EN 1568-3

La **NF EN 1568-3** est la norme de référence pour les émulseurs bas foisonnement destinés à l'extinction des feux d'hydrocarbures. Elle repose sur des tests d'extinction à l'heptane, réalisés en application directe et indirecte.

- ▶ **Performance d'extinction :**
de I+ (meilleure) à III
- ▶ **Résistance à la réinflammation :**
de A (meilleure) à D

 **Exemples de classement : I+A, IB, IIIB.**



Attention aux mises à jour !

Les normes évoluent régulièrement, avec parfois des changements significatifs dans les conditions de test et les critères de classement. Il est donc essentiel de préciser la version de la norme utilisée.

Actuellement en vigueur en France : **NF EN 1568-3:2018**, qui a remplacé la version **NF EN 1568-3:2008**.

Bien que cette norme soit principalement destinée aux feux d'hydrocarbures, certaines de ses exigences – notamment en matière de caractéristiques physico-chimiques – peuvent être pertinentes pour l'élaboration de spécifications adaptées à la lutte contre les incendies d'aéronefs. Les résultats des essais menés dans ce cadre peuvent donc constituer un critère d'évaluation utile lors de la sélection d'un émulseur destiné aux aéroports.

3. RÉGLEMENTATION, NORMES ET RÉFÉRENTIELS

3.1.2. LE MANUEL DES SERVICES D'AÉROPORT (OACI)

En complément de l'Annexe 14 [4], qui recommande l'utilisation de mousses extinctrices répondant à un niveau de performance A, B ou C, le **Manuel des Services d'Aéroport (Doc. 9137, 1^{ère} partie - SSLIA)** [3], publié par l'OACI, fournit des éléments d'aide aux États – et par extension aux exploitants d'aérodromes – pour déterminer les caractéristiques des agents extincteurs adaptés.

Le chapitre 8 « Caractéristiques des agents extincteurs » apporte notamment des précisions sur :

- ▶ Les **types de mousses extinctrices** et leurs spécifications pour la lutte contre l'incendie des aéronefs ;
- ▶ Le **protocole d'essai d'extinction**, destiné à évaluer l'efficacité d'une mousse en termes d'extinction et de résistance à la réinflammation, permettant son classement selon les niveaux de performance A, B ou C ;
- ▶ Les **tests de performance sur véhicules**, à réaliser lors de la mise en service initiale (ou après un changement d'émulseur), ainsi que lors des contrôles périodiques en exploitation.

Le protocole d'essai d'extinction s'inspire des normes internationales ou européennes existantes pour évaluer la performance des émulseurs d'usage courant, mais il présente plusieurs différences notables :

- ▶ Les essais sont réalisés sur des feux de kérosène (généralement du Jet A1 en Europe), contrairement aux tests standardisés sur l'heptane utilisés dans la norme EN 1568-3 ;
- ▶ l'extinction doit être obtenue en moins de 60 secondes, contre 120 secondes dans la norme EN 1568-3 [5] ;
- ▶ La taille des bacs d'essai varie en fonction du niveau de performance attendu : elle est inférieure à celle de la norme EN 1568-3 pour tester les mousses de niveau A et supérieure pour celles de niveau C.

Bien qu'il ne s'agisse pas d'une norme technique issue d'un organisme de normalisation agréé, ce protocole d'essai OACI est largement utilisé par les fabricants pour attester du niveau de performance de leurs mousses extinctrices destinées aux aéroports. On retrouve ainsi fréquemment des mentions du type « **OACI Niveau B** » sur la documentation technique ou l'étiquetage des contenants.

La Note d'Information Technique du STAC (n° 16-5025) [6], publiée en 2016, reprend également les conditions d'essai définies par ce protocole.

Toutefois, comparé aux autres normes techniques applicables aux émulseurs d'usage courant, ce manuel reste moins détaillé sur plusieurs aspects essentiels, notamment :

- ▶ L'absence de température maximale spécifiée pour les essais ;
- ▶ L'absence de précisions sur les méthodes de mesure des caractéristiques physico-chimiques ;
- ▶ L'absence d'exigences précises sur l'identification et le marquage des produits.

En outre, comme pour les autres normes techniques, le document n'impose pas de procédure de vérification ou de certification des spécifications mentionnées. Ainsi, les essais peuvent être réalisés par le fabricant, l'acheteur ou une entité tierce.

Néanmoins, le Manuel des Services d'Aéroport préconise que :

« Lorsqu'un État ou un utilisateur ne dispose pas de moyens permettant d'effectuer des essais pour vérifier le respect des propriétés et performances spécifiées, l'attestation de la qualité de l'agent moussant devrait être obtenue d'une autorité tierce de vérification, reconnue, indépendante et agréée. » (OACI Doc 9137, 1^{ère} partie - § 8.1.4).

Enfin, il convient de noter que la dernière mise à jour de ce document date de 2014 (édition publiée en 2015), soit avant le développement des émulseurs non fluorés destinés aux aéroports et à la lutte contre les incendies d'aéronefs.

3. RÉGLEMENTATION, NORMES ET RÉFÉRENTIELS

3.1.3. AUTRES NORMES ET RÉFÉRENTIELS

En fonction des besoins et des zones de commercialisation, plusieurs référentiels complémentaires ont été publiés afin d'évaluer les caractéristiques et les performances des émulseurs. Parmi les plus couramment utilisés :

- ▶ La norme **NFPA 11** [7] : élaborée par la National Fire Protection Association (NFPA), cet organisme de normalisation américain définit les exigences relatives aux émulseurs à bas, moyen et haut foisonnement pour les usages industriels et généraux.
- ▶ Le référentiel **UL 162** [8] : publié par Underwriters Laboratories (UL), un organisme de certification nord-américain, il concerne les émulseurs destinés aux systèmes fixes d'extinction pour sites industriels, ainsi que ceux présentant un foisonnement inférieur à 20.

Tout comme les normes européennes EN 1568, ces référentiels sont fréquemment mentionnés par les fabricants d'émulseurs. Cependant, ils ne sont pas spécifiquement dédiés aux applications aéroportuaires.

▶ Normes militaires et applications aéronautiques aux États-Unis

Le Département de la Défense des États-Unis a élaboré des spécifications techniques pour sélectionner les émulseurs utilisés par les forces armées, notamment sur les bases aériennes. Bien qu'initialement conçues pour un usage militaire, ces spécifications sont également référencées par la FAA pour les émulseurs utilisés sur les aéroports civils américains, garantissant ainsi leur conformité aux exigences de certification aéroportuaire.

Les principales spécifications en vigueur sont :

- ▶ **MIL-PRF-24385F** [9] : norme applicable aux émulseurs formant un film aqueux (AFFF), utilisables avec de l'eau douce et de l'eau de mer.
- ▶ **MIL-PRF-32725** [10] : spécification publiée en janvier 2023, définissant les critères de performance des émulseurs sans fluor, utilisables à terre avec de l'eau douce.

Les émulseurs répondant à ces spécifications sont répertoriés dans la base de données des produits qualifiés (Qualified Products Database), accessible via le Département de la Défense.

▶ Référentiels spécifiques aux industries pétrolières

D'autres référentiels internationaux sont utilisés pour les émulseurs destinés aux incendies d'hydrocarbures, notamment dans un contexte industriel (raffineries, dépôts pétroliers). Ces référentiels visent à évaluer des émulseurs offrant des performances élevées pour des installations à haut risque, comme les réservoirs de stockage de grande capacité.

Deux initiatives majeures ont été développées par des groupements d'industriels pétroliers :

- ▶ Le GESIP (Groupe d'Études de Sécurité des Industries Pétrolières et Chimiques) : cette association regroupant des industriels français et étrangers publie un guide de qualification et d'emploi des émulseurs [11], destiné aux dépôts de carburant de grande taille. Ce guide est disponible en ligne et constitue une référence dans le domaine.
- ▶ Le projet LASTFIRE : mis en place au Royaume-Uni par un consortium d'industriels pétroliers, il a abouti à la publication d'un test de performance des mousses [12], exclusivement dédié aux réservoirs de stockage de carburant.



Ces référentiels ne sont pas spécifiques à la lutte contre l'incendie des aéronefs.

3. RÉGLEMENTATION, NORMES ET RÉFÉRENTIELS

3.2. DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES (SÉCURITÉ AÉROPORTUAIRE)

3.2.1. RÉGLEMENTATION EUROPÉENNE (AESA)

Le **règlement (UE) 139/2014 modifié** de la Commission européenne définit les exigences et procédures administratives applicables aux aérodromes, en accord avec le règlement (CE) 216/2008 du Parlement européen et du Conseil.

Son **annexe IV**, et plus précisément la section **ADR.OPS.B.010**, établit les exigences essentielles (IR) concernant le Service de Sauvetage et de Lutte contre l'Incendie des Aéronefs (SSLIA). Ces règles s'appliquent aussi bien aux aérodromes certifiés qu'exemptés.

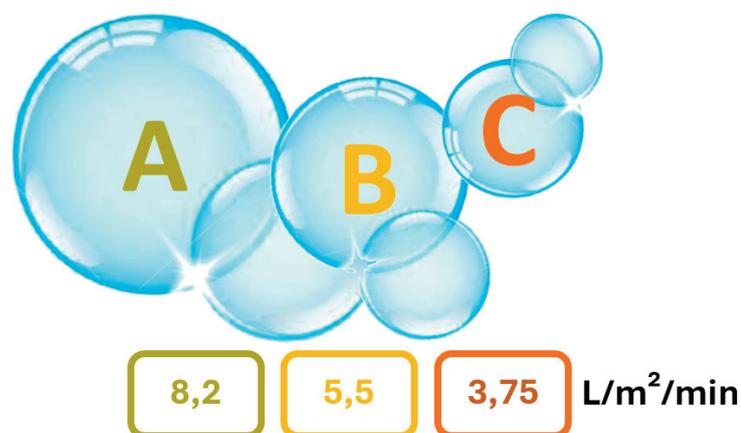
L'**Agence Européenne de la Sécurité Aérienne (AESA)** complète ces exigences par des **Moyens de Conformité Acceptables (AMC)** et des **Guides de Préconisation (GM)**, regroupés dans le document **Easy Access Rules for Aerodromes (Regulation (EU) 139/2014)**, disponible sur son site officiel :

▶ <https://www.easa.europa.eu/en/domains/aerodromes>

▶ Dispositions relatives aux agents extincteurs

L'**AMC4 ADR.OPS.B.010 (a) (2)** précise les critères à respecter pour qu'un agent extincteur soit jugé « adéquat ». Il prévoit notamment :

- ▶ L'utilisation des mousses extinctrices comme agents extincteurs principaux, avec trois niveaux de performance au feu définis par l'OACI : A, B ou C.
- ▶ Les quantités minimales de mousse requises, déterminées selon trois taux d'application standardisés : 8,2 L/m²/min, 5,5 L/m²/min ou 3,35 L/m²/min.
- ▶ L'obligation pour les exploitants aéroportuaires d'adopter des mesures pour sélectionner, stocker, entretenir et tester régulièrement leurs agents extincteurs.



3. RÉGLEMENTATION, NORMES ET RÉFÉRENTIELS

3.2.2. RÉGLEMENTATION FRANÇAISE

L'arrêté du 18 janvier 2007 (modifié) relatif aux normes et techniques applicables aux services de Sauvetage et de Lutte contre l'Incendie des Aéronefs sur les aérodromes (SSLIA) définit certaines exigences concernant les agents extincteurs utilisés en France :

► Principales dispositions

► Quantités minimales d'émulseur à détenir

Définies dans l'annexe I de l'arrêté, ces quantités varient en fonction du niveau de performance de la mousse extinctrice (A, B ou C), conformément aux préconisations de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) dans son Manuel des Services d'Aéroport, Volume I : SSLIA.

► Maintien des performances des agents extincteurs

L'article 28 impose aux exploitants d'aérodromes de s'assurer que les produits extincteurs conservent leurs caractéristiques initiales afin de garantir leur efficacité en cas d'intervention.



Abrogation des attestations de conformité SSLIA

- Avant 2016, la réglementation française imposait des caractéristiques précises aux émulseurs utilisés par les SSLIA et délivrait des attestations de conformité.
- Depuis l'abrogation de ces dispositions, plus aucun émulseur disponible sur le marché ne bénéficie d'une attestation de conformité SSLIA valide.

Catégorie d'aéroport	Mousse satisfaisant au niveau A de performance		Mousse satisfaisant au niveau B de performance		Mousse satisfaisant au niveau C de performance		Agents complémentaires	
	Eau (L)	Débit solution moussante/minute (L)	Eau (L)	Débit solution moussante/minute (L)	Eau (L)	Débit solution moussante/minute (L)	Poudres (kg)	Débit (kg/seconde)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1							50	
2							250	
3	1 800	1 300	1 200	900	820	630	135	2,25
4	3 600	2 600	2 400	1 800	1 700	1 100	135	2,25
5	8 100	4 500	5 400	3 000	3 900	2 200	180	2,25
6	11 800	6 000	7 900	4 000	5 800	2 900	225	2,25
7	18 200	7 900	12 100	5 300	8 800	3 800	225	2,25
8	27 300	10 800	18 200	7 200	12 800	5 100	450	4,5
9	36 400	13 500	24 300	9 000	17 100	6 300	450	4,5
10	48 200	16 600	32 300	11 200	22 800	7 900	450	4,5

3. RÉGLEMENTATION, NORMES ET RÉFÉRENTIELS

3.3. DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES (SANTÉ ET ENVIRONNEMENT)

En complément des réglementations spécifiques aux aérodromes, les émulseurs, en tant que mélanges de substances chimiques, sont soumis aux dispositions générales de protection de la santé humaine et de l'environnement. Parmi les principaux règlements européens applicables :

► Règlement (CE) n° 1272/2008 (« CLP ») [13]

- Objet : Classification, étiquetage et emballage des substances et des mélanges.
- Entrée en vigueur : 2009.

► Règlement (CE) n° 1907/2006 (« REACH ») [14]

- Objet : Enregistrement, évaluation et autorisation des substances chimiques.
- Entrée en vigueur : 2007.

► Règlement (CE) n° 2019/1021 (« POP ») [15]

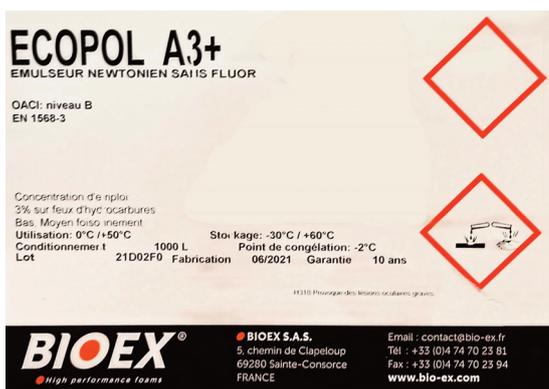
- Objet : Réglementation des polluants organiques persistants.
- Entrée en vigueur : 2019, avec des mises à jour en 2020, 2023 et 2025.

Ces réglementations concernent en premier lieu les producteurs et fournisseurs d'émulseurs. Toutefois, elles peuvent également s'appliquer directement aux utilisateurs, exploitants et employeurs, notamment à travers :

- Les règlements CLP et REACH : ils imposent des obligations en matière d'identification, d'étiquetage des substances dangereuses et d'établissement des fiches de données de sécurité (FDS).
- Le règlement REACH : il vise à garantir que les employeurs et les utilisateurs disposent des informations essentielles sur les dangers des produits ainsi que sur les mesures de protection, d'utilisation, de stockage et d'élimination à adopter. Il encadre notamment les exigences liées aux FDS et leur communication.

Exemples d'une étiquette sur contenant (ci-dessous) et d'une fiche de données de sécurité (à droite) :

Émulseur ECOPOL A3+ produit par BIOEX



FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ (Règlement (CE) n°1907/2006 - REACH) Version 3.2 (25/03/2021) - Page 1/7
BIO-EX
ECOPOL A3+

BIOEX®

FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ
(Règlement REACH (CE) n° 1907/2006 - n° 2015/830)

RUBRIQUE 1 : IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE/DU MÉLANGE ET DE LA SOCIÉTÉ/L'ENTREPRISE

- 1.1. Identificateur de produit**
Nom du produit : ECOPOL A3+
- 1.2. Utilisations identifiées pertinentes de la substance ou du mélange et utilisations déconseillées**
Emulseur anti-incendie.
- 1.3. Renseignements concernant le fournisseur de la fiche de données de sécurité**
Raison Sociale : BIO-EX.
Adresse : 5 chemin de Clape-Loup, 69280 Sainte-Consoire, FRANCE.
Téléphone : +33 (0)4.74.70.23.81. Fax : +33 (0)4.74.70.23.94.
contact@bio-ex.fr
- 1.4. Numéro d'appel d'urgence : +33 (0)1 45 42 59 59.**
Société/Organisme : INRS / ORFILA <http://www.centres-antipoison.net>.

RUBRIQUE 2 : IDENTIFICATION DES DANGERS

- 2.1. Classification de la substance ou du mélange**
Conformément au règlement (CE) n° 1272/2008 et ses adaptations.
Lésions oculaires graves, Catégorie 1 (Eye Dam. 1, H318).
Ce mélange ne présente pas de danger physique. Voir les préconisations concernant les autres produits présents dans le local.
Ce mélange ne présente pas de danger pour l'environnement. Aucune atteinte à l'environnement n'est connue ou prévisible dans les conditions normales d'utilisation.
- 2.2. Éléments d'étiquetage**
Conformément au règlement (CE) n° 1272/2008 et ses adaptations.
Pictogrammes de danger :

GHS05
Mention d'avertissement :
DANGER
Identificateur de produit :
ALKYL SULFATE
Mentions de danger et informations additionnelles sur les dangers :
H318 Provoque de graves lésions des yeux.
Conseils de prudence - Prévention :
P280 Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/du visage/une protection auditive/ ...
Conseils de prudence - Intervention :
P305 + P351 + P338 EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX: Rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer.
Autres informations :
2.3. Autres dangers
Le mélange ne contient pas de 'Substances extrêmement préoccupantes' (SVHC) >= 0.1% publiées par l'Agence Européenne des Produits Chimiques (ECHA) selon l'article 57 du REACH : <http://echa.europa.eu/fr/candidate-list-table>
Le mélange ne répond pas aux critères applicables aux mélanges PBT ou vPvB, conformément à l'annexe XIII du règlement REACH (CE) n° 1907/2006.

3. RÉGLEMENTATION, NORMES ET RÉFÉRENTIELS

Enfin, les règlements POP et REACH imposent progressivement des restrictions sur la production et l'utilisation des substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS), notamment dans les mousses anti-incendie. Ces mesures sont mises en place en fonction de l'évolution des connaissances sur leur impact environnemental et sanitaire, notamment en raison de leur forte persistance dans l'environnement.

Ces restrictions et interdictions s'appliquent aussi bien aux producteurs qu'aux utilisateurs, entraînant une évolution progressive des formulations et, dans certains cas, une interdiction totale des émulseurs fluorés (AFFF).

Les échéances de restriction varient selon :

- ▶ Le type de formulation et la concentration en PFAS ;
- ▶ L'usage des émulseurs et les caractéristiques des sites d'application.

▶ Réglementation via le Règlement (UE) 2019/1021 "Règlement POP"

Ce règlement intègre les dispositions de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP) au sein de l'Union européenne. Il vise à limiter ou interdire certaines substances particulièrement nocives pour l'environnement et la santé.

À ce jour, parmi les **PFAS**, trois substances et leurs composés apparentés sont réglementés en tant que **POP**, impliquant **une interdiction totale ou des restrictions avec exemptions** :

- ▶ **Acide perfluorooctane sulfonique (PFOS)** : interdit depuis **août 2010**.
- ▶ **Acide perfluorooctanoïque (PFOA)** : interdit depuis **juillet 2020**, avec des **exemptions** pour certaines utilisations en mousses anti-incendie **jusqu'au 3 décembre 2025**¹.
- ▶ **Acide perfluorohexane sulfonique (PFHxS)** : interdit depuis **décembre 2022**.

▶ Réglementation via le Règlement (CE) 1907/2006 "Règlement REACH"

Le règlement REACH encadre l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et la restriction des substances chimiques. Il permet d'imposer des restrictions aux substances extrêmement préoccupantes, même lorsqu'elles ne sont pas encore classées comme POP.

Parmi les **PFAS**, deux substances et leurs composés apparentés figurent actuellement dans l'Annexe XVII de REACH, avec **des restrictions spécifiques sur leur fabrication et leur utilisation** :

- ▶ **Acides perfluorocarboxyliques C9-C14 (C9-C14 PFCAs)** : interdits depuis **août 2021**, avec des **exemptions pour les mousses anti-incendie** jusqu'au **4 juillet 2025**.
- ▶ **Acide perfluorohexanoïque (PFHxA)** : interdit depuis **septembre 2024**, avec des **exemptions pour les mousses anti-incendie** jusqu'au **10 avril 2026**, voire **10 octobre 2029** pour l'**aviation civile**.

À noter :

- ▶ **Les interdictions sont définies par des niveaux de concentration maximale de ces substances dans les mousses anti-incendie et concentrés de mousse, y compris en cas de présence non intentionnelle (par exemple : contamination due à un mélange accidentel ou à des usages antérieurs).**
- ▶ **Les réglementations imposent également des obligations sur la gestion des stocks et l'élimination des déchets contenant ces substances.**

¹ L'échéance initiale du 4 juillet 2025 a été reportée au 3 décembre 2025. (Règlement délégué (UE) 2025/1399 du 5 mai 2025, publié le 14 juillet 2025 modifiant le règlement (UE) 2019/1021).

3. RÉGLEMENTATION, NORMES ET RÉFÉRENTIELS

À ce jour :

- ▶ Les PFAS de type "C8" (composés fluorés à 8 atomes de carbone) sont déjà interdits ou sur le point de l'être.
- ▶ Les émulseurs fluorés dits "à chaîne courte" ou "C6" sont soumis à des restrictions publiées en septembre 2024, qui entreront progressivement en vigueur.

Les AFFF fluorés peuvent encore être fabriqués, commercialisés et utilisés, mais uniquement sous réserve du respect des normes environnementales, en particulier concernant leur impact sur la qualité des eaux.

Les stocks d'émulseurs fluorés concernés sont désormais considérés comme des déchets réglementés, et leur gestion ainsi que leur élimination doivent se conformer aux dispositions du règlement POP (Article 5 – Stocks).

Le détail des échéances est présenté ci-après :

Types de mousse	Anciennes Mousses "C8" (PFOS)	Mousses "C8" (PFOA ou C9-C14 PFCAs)	Mousses "C6" (PFHxA ou substances associées)	Tous les PFAS
Conditions d'utilisation				
Formation	Août 2010	Juillet 2020	Avril 2026	Discussions en cours
Essais		Décembre 2025*	Seulement pour essais fonctionnels	
• Si tous les rejets sont contenus		Décembre 2022	Octobre 2029	
Utilisation SSLIA		Décembre 2025*		
• Si tous les rejets sont contenus				
Autres usages :				
• SDIS		Cf. usage SSLIA	Avril 2026	
• Sites SEVESO		Pas concernés		

* L'échéance initiale du 4 juillet 2025 a été reportée au 3 décembre 2025. (Règlement délégué (UE) 2025/1399 du 5 mai 2025, publié le 14 juillet 2025 modifiant le règlement (UE) 2019/1021).

▶ Au niveau européen, vers une interdiction totale des PFAS dans les mousses de lutte contre l'incendie ?

Depuis 2023, une restriction globale des PFAS dans les émulseurs est à l'étude dans le cadre du règlement REACH. Si elle est adoptée, tous les émulseurs fluorés (AFFF) seraient concernés.

Pour plus d'informations, consultez la page dédiée de l'ECHA sur les PFAS.

▶ Au niveau mondial, vers une extension des interdictions de certains PFAS

Les PFCAs à longue chaîne (C9-C21) sont en cours d'inscription en tant que POP, dans le cadre de la Convention de Stockholm. (cf. décision de la Conférence des Parties de mai 2025 (COP-12)).

En revanche, les restrictions sur le PFHxA restent, à ce jour, spécifiques à l'Union européenne, qui s'appuie sur ses propres évaluations des risques sanitaires et environnementaux liés aux PFAS à chaîne courte.

4. ANALYSE PRÉALABLE

Avant de sélectionner un nouvel émulseur, une analyse préalable est essentielle pour identifier les besoins spécifiques du SSLIA de l'aéroport. Il convient d'évaluer les types de feux et de combustibles auxquels les équipes peuvent être confrontées, qu'il s'agisse d'hydrocarbures ou de liquides polaires.

D'autres facteurs doivent également être pris en compte, comme les caractéristiques des véhicules d'intervention et leur compatibilité avec certains émulseurs, les conditions climatiques locales pouvant affecter les performances des mousses, ainsi que les capacités d'approvisionnement et de stockage en eau et en émulseur. Enfin, la sélection doit tenir compte des exigences réglementaires applicables afin d'assurer la conformité aux normes en vigueur.

4.1. SCÉNARIOS D'INTERVENTION & CARBURANTS DE RÉFÉRENCE

Le SSLIA d'un aéroport peut être amené à intervenir dans divers scénarios définis par les consignes opérationnelles. Sa mission principale est de sauver des vies humaines en réagissant dans des temps réglementaires aux incidents ou accidents d'avion sur la piste ou ses abords. Le scénario de référence pour dimensionner les moyens d'intervention repose sur un feu d'hydrocarbures résultant d'une fuite ou d'une rupture du système de stockage ou de distribution de carburant d'un aéronef.

Le type de carburant utilisé varie en fonction des aéronefs, de leur provenance et de l'offre disponible sur l'aéroport. La majorité des avions commerciaux fonctionnent avec des moteurs à turbine alimentés par des carburants à base de kérosène, principalement le **Jet A-1**, standard en France et en Europe. Ce dernier est généralement retenu comme **carburant de référence** pour l'évaluation des émulseurs.

Cependant, plusieurs facteurs peuvent influencer la performance d'un émulseur :

- ▶ Composition spécifique du kérosène : Selon la localisation de l'aéroport, le kérosène utilisé peut différer du Jet A-1 standard et contenir des additifs susceptibles d'altérer l'efficacité de l'émulseur.
- ▶ Transition énergétique et carburants d'aviation durable (SAF) : La décarbonation du transport aérien entraîne l'incorporation croissante de SAF dans le kérosène, modifiant potentiellement ses propriétés. Il peut donc être pertinent d'identifier la formulation dominante de kérosène localement et d'évaluer ses effets sur la performance de l'émulseur.

En aviation légère, les avions équipés de moteurs à pistons utilisent généralement de l'essence aviation AVGAS 100 LL, dont les caractéristiques diffèrent du Jet A-1 (notamment en termes d'inflammabilité). Si ces aéronefs sont nombreux sur la plateforme, il peut être opportun d'intégrer ce paramètre dans le choix de l'émulseur et la définition des critères de performance.

Enfin, selon l'organisation locale des secours, le SSLIA peut être amené à intervenir au-delà des aéronefs, par exemple sur des feux de véhicules ou d'installations de distribution de carburant automobile. Si un seul émulseur doit être utilisé pour ces différentes situations, il est essentiel d'identifier les carburants potentiellement impliqués afin de garantir son efficacité.

4. ANALYSE PRÉALABLE

4.2. CONDITIONS D'INTERVENTION

4.2.1 EAU UTILISÉE LORS DE L'INTERVENTION

L'eau employée par les services de sauvetage et de lutte contre l'incendie provient généralement du réseau d'eau incendie. Il s'agit donc d'une eau potable dont les caractéristiques (pH, dureté, etc.) varient en fonction de la localisation et de l'approvisionnement de l'aéroport.

Si ces caractéristiques s'éloignent significativement des valeurs moyennes d'une eau potable (par exemple, une eau très douce, très dure ou avec un pH supérieur à 8,5), il est recommandé d'intégrer ces paramètres dans les spécifications techniques attendues de l'émulseur. Dans de tels cas, des tests complémentaires, portant sur la qualité de la mousse produite ou sur son efficacité en situation réelle d'incendie, peuvent être envisagés. Ces essais permettront de s'assurer que la mousse conserve une performance optimale et d'anticiper d'éventuelles conséquences sur l'utilisation et l'entretien des équipements de projection.

L'utilisation régulière d'eaux de récupération (eaux pluviales, eaux usées retraitées, etc.) pour la production de mousse extinctrice doit également être prise en compte. Dans ce cas, il est nécessaire d'évaluer leur impact potentiel sur la performance de la mousse et d'adapter, si besoin, les spécifications techniques de l'émulseur en conséquence.

Par ailleurs, l'emploi ponctuel ou régulier d'eau de mer ou d'eau saumâtre impose une vigilance accrue. En raison de leur nature plus corrosive, il est essentiel de vérifier la compatibilité du matériel de production et de projection de mousse. Des tests spécifiques doivent être réalisés afin de garantir l'efficacité de la mousse en conditions réelles d'intervention.

Enfin, la température de l'eau utilisée influe sur la qualité et les performances extinctrices de la mousse. Une eau trop froide (inférieure à 15 °C) peut altérer son efficacité. C'est pourquoi les véhicules d'intervention sont souvent équipés de dispositifs de réchauffage des citernes pour maintenir l'eau à une température adéquate. Une analyse des températures habituelles de l'eau selon la source d'approvisionnement, les conditions climatiques et l'organisation du service incendie de l'aéroport permettra d'évaluer la nécessité d'essais supplémentaires ou d'adaptations techniques.

4.2.2 CONDITIONS CLIMATIQUES ET MÉTÉOROLOGIQUES DU TERRAIN

En plus de la température de l'eau utilisée, la température de l'air et du sol peut influencer l'efficacité d'un agent extincteur, en affectant notamment la qualité de la mousse et sa capacité d'extinction.

Un relevé des températures moyennes, ainsi que des températures extrêmes (minimales et maximales) sur l'aérodrome, permet d'apporter aux fabricants d'émulseurs des indications précises lors de la sélection du produit. Le cas échéant, ces données peuvent aussi justifier la mise en place de spécifications techniques ou d'essais spécifiques. Toutefois, il est plus pertinent de se baser sur les températures couramment rencontrées, notamment en période estivale, plutôt que sur des valeurs record rarement atteintes.

À noter: D'autres conditions météorologiques, telles que les orages ou les vents forts, peuvent également impacter l'efficacité et la mise en œuvre du tapis de mousse extinctrice. Toutefois, ces phénomènes sont difficiles à reproduire dans le cadre des tests de performance des émulseurs.

4. ANALYSE PRÉALABLE

4.3. MOYENS D'INTERVENTION EN SERVICE

L'émulseur sélectionné doit être parfaitement compatible avec les équipements d'intervention du service. Même en cas de création d'un nouveau SSLIA ou d'un changement simultané de l'émulseur et des moyens d'intervention, il est essentiel de recenser les capacités et les caractéristiques techniques des véhicules en service. Cette analyse doit porter au minimum sur les aspects suivants :

- ▶ La capacité des citernes, en particulier celles dédiées à l'émulseur ;
- ▶ Les réglages et les performances du système de dosage et du circuit hydraulique ;
- ▶ Les caractéristiques des lances utilisées.

Cette évaluation permet d'identifier d'éventuelles contraintes techniques et d'assurer une utilisation optimale de l'émulseur sélectionné.

4.3.1. CAPACITÉS DES CITERNES DES VÉHICULES

Les besoins en agent extincteur, en eau et en émulseur dépendent du niveau de performance au feu requis ainsi que de la concentration d'emploi préconisée de l'émulseur. Certains niveaux de performance ou dosages peuvent s'avérer incompatibles avec les capacités des citernes des véhicules d'intervention disponibles sur l'aéroport.

Il est donc essentiel d'établir un inventaire précis des capacités des citernes en eau et en émulseur de chaque véhicule à partir des données du constructeur, afin de déterminer :

- ▶ **Les niveaux de performance OACI « envisageables »** en fonction de la capacité en eau des véhicules. Les réglementations imposent, pour chaque niveau de protection, des volumes d'eau minimaux en fonction de la performance de la mousse extinctrice.
- ▶ **Les concentrations en émulseur possibles** au regard des capacités des citernes d'émulseur et d'eau. Les dispositions réglementaires stipulent que chaque véhicule doit pouvoir assurer au moins deux pleines charges de sa citerne d'eau avec la quantité d'émulseur embarquée.

En France, la plupart des véhicules en service ont été conçus pour utiliser des émulseurs de niveau de performance **B selon l'OACI**, à des concentrations de **3 % ou 6 %**. Leur capacité en eau est généralement insuffisante pour l'utilisation d'émulseurs moins performants.

Par ailleurs, certains véhicules sont exclusivement conçus pour fonctionner avec une concentration d'émulseur de 3 %. Dans ces cas, leur citerne d'émulseur, de capacité limitée, ne permet pas un retour à une concentration de 6 %.

4. ANALYSE PRÉALABLE

4.3.2 RÉGLAGES ET PERFORMANCES DU SYSTÈME DE DOSAGE ET DU SYSTÈME HYDRAULIQUE

Les systèmes de dosage des véhicules d'intervention ont été conçus pour garantir une précision optimale sur une ou plusieurs plages de concentration définies par le constructeur. Il est donc essentiel d'identifier la ou les concentrations d'émulseur prévues pour chaque véhicule et, le cas échéant, d'évaluer les possibilités d'ajustement. Dans certains cas, une simple modification des paramètres du système de dosage peut permettre d'adapter les concentrations utilisables.

En parallèle, le bon fonctionnement du système de dosage, ainsi que de l'ensemble du circuit hydraulique, dépend des caractéristiques physico-chimiques de l'émulseur utilisé. La viscosité et le pH de l'émulseur peuvent notamment influencer la performance des vannes, la longévité des canalisations et de la citerne, ainsi que la fiabilité du dosage.

Afin de prévenir tout dysfonctionnement, il est recommandé de consulter la documentation technique du véhicule ou de se rapprocher du constructeur pour vérifier les plages de viscosité et de pH compatibles avec le système en place.

4.3.3. CARACTÉRISTIQUES DES LANCES

Les performances d'une mousse extinctrice, en particulier celles des mousses non fluorées, dépendent en grande partie de la qualité de la mousse générée. Il est donc essentiel de recenser les caractéristiques des lances utilisées, notamment celles sans aspiration, afin de s'assurer qu'elles permettent d'atteindre un débit suffisant et un niveau de foisonnement adapté.

Une mousse correctement foisonnée garantit une meilleure couverture du carburant en feu et optimise son pouvoir extincteur. Ainsi, une évaluation des performances des lances en fonction du type d'émulseur envisagé est recommandée pour s'assurer que les exigences opérationnelles seront pleinement satisfaites.



4. ANALYSE PRÉALABLE

4.4. CONDITIONNEMENT ET STOCKAGE

Les émulseurs sont généralement livrés dans des contenants IBC de 1000 L ou des fûts de 200 L.

Le conteneur IBC de 1000 L réduit le nombre de livraisons et facilite la gestion des stocks pour une consommation annuelle importante. Cependant, ce format peut entraîner une période prolongée entre la première ouverture du conteneur et l'utilisation des derniers litres, augmentant ainsi le risque de dégradation ou de contamination du produit durant cette période.

Les fûts de 200 L, bien adaptés aux compléments fréquents mais limités en volume, peuvent cependant être plus contraignants pour gérer de grands stocks.

Le choix du format de livraison et de stockage de l'émulseur doit se faire en prenant en compte plusieurs éléments, notamment :

- ▶ La consommation annuelle et hebdomadaire moyenne en émulseur ;
- ▶ Les moyens de manipulation des contenants ;
- ▶ Les moyens envisagés pour le remplissage des citernes des véhicules ;
- ▶ Les quantités de réserves réglementaires requises ;
- ▶ Les contraintes supplémentaires liées aux délais ou au mode de livraison (routier, maritime, passage sous douane, etc.) ;
- ▶ Le lieu et l'espace de stockage disponible.

Les émulseurs étant sensibles aux variations de température, il est impératif de les stocker à l'abri de l'air et des rayons UV, dans des contenants appropriés pour éviter l'oxydation et l'évaporation. Il est recommandé de recenser les conditions de stockage disponibles sur l'aéroport, en particulier les variations de température et les valeurs minimales et maximales observées dans les zones de stockage, car elles peuvent affecter le vieillissement du produit.

L'espace de stockage doit aussi limiter les manipulations et réduire les risques de confusion entre différents produits.

Si un stockage dans une citerne intermédiaire est prévu (par exemple pour un remplissage par gravité des véhicules), il est important de vérifier sa compatibilité avec les conditions de stockage et de manipulation spécifiées par le fabricant.

4. ANALYSE PRÉALABLE

4.5. PROTECTION DES PERSONNES ET DE L'ENVIRONNEMENT

Les fiches de données de sécurité (FDS) fournies par les fabricants détaillent les précautions à prendre lors de la manipulation et de l'utilisation des émulseurs. Il est essentiel de dresser un bilan des équipements et des consignes dont disposent les personnels pour manipuler les émulseurs, afin de vérifier leur compatibilité avec les caractéristiques des produits envisagés.

Le cas échéant, lors de la sélection d'un émulseur, il conviendra de considérer :

- ▶ Les exigences spécifiques en matière de conditions de manipulation et d'utilisation ;
- ▶ La possibilité d'une évolution des équipements et des consignes destinés aux personnels.

De plus, l'exploitant doit réaliser un recensement des points suivants :

- ▶ Les diverses situations et conditions d'utilisation de la mousse extinctrice (essais, entraînements, interventions) et les possibilités de récupération et de traitement des eaux moussées générées ;
- ▶ La situation environnementale locale propre à l'aéroport, qui peut inclure :
 - ▶ Une réglementation environnementale nationale ou territoriale ;
 - ▶ La politique environnementale définie par l'exploitant ;
 - ▶ La ressource locale en eau ;
 - ▶ Un environnement, une faune ou une flore spécifiques nécessitant une attention particulière.

En fonction de ce recensement, des exigences issues de la réglementation environnementale européenne (cf. §3.3) et des informations communiquées par les fabricants (par exemple, dans la FDS), certaines spécifications peuvent être définies ou privilégiées lors de la sélection de l'émulseur, telles que :

- ▶ Un émulseur à haut niveau de performance (OACI niveau C), afin de réduire la consommation d'eau ;
- ▶ Un émulseur peu sensible à la qualité de l'eau, permettant d'envisager l'utilisation d'eau de récupération ;
- ▶ Des exigences renforcées concernant la faible toxicité sur l'environnement ou la biodégradabilité, voire la réalisation de tests sur la faune et la flore représentatives de l'environnement aéroportuaire ;
- ▶ Un émulseur sans tensioactifs fluorés, même si la réglementation nationale ou européenne autorise leur utilisation.

5. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES ÉMULSEURS

La sélection, l'achat et la réception d'un émulseur adapté nécessitent de définir précisément les spécifications techniques attendues, en s'appuyant sur l'analyse préalable des besoins et des conditions d'intervention.

Ces spécifications peuvent être regroupées en plusieurs thématiques :

- ▶ Conditions d'emploi ;
- ▶ Performance au feu ;
- ▶ Caractéristiques physico-chimiques ;
- ▶ Conditionnement et stockage ;
- ▶ Protection des personnes et de l'environnement ;
- ▶ Livraison et approvisionnement.

Pour chacune d'elles, il est essentiel de fixer des objectifs précis – généralement exprimés sous forme de valeur ou de plage de valeurs –, tout en identifiant les référentiels de mesure associés.

Les valeurs mentionnées dans le chapitre suivant sont uniquement indicatives. L'exploitant doit les adapter en fonction des besoins spécifiques de l'aéroport et des équipements en service.

Il est également nécessaire de définir les éléments attendus de la part du fournisseur ou du fabricant pour justifier des performances annoncées, que ce soit lors de la sélection ou à la livraison.

Dans ce cadre, une échelle de notation d'**une à cinq étoiles** est proposée pour classer les justificatifs fournis, en tenant compte de :

- ▶ L'expertise, l'indépendance et la reconnaissance de l'organisme émetteur ;
- ▶ Le niveau de précision des preuves apportées pour attester du respect des exigences définies ;
- ▶ La pertinence des justificatifs par rapport au produit ou au lot effectivement livré.



Cette échelle de notation est donnée à titre indicatif et sert d'auto-évaluation au processus de sélection de l'émulseur par l'acheteur.

Un niveau de justification 3 étoiles est recommandé comme un bon compromis pouvant être facilement atteint dans la plupart des cas.

Le recours à un niveau inférieur, bien que possible sur le plan réglementaire, devrait être évité autant que possible.

Le niveau 5 étoiles ne doit pas être recherché systématiquement car suivant les circonstances, cela peut engendrer des coûts et des contraintes supplémentaires. Il faut veiller à garder un bon équilibre entre exigences demandées et objectifs à atteindre.

5. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES ÉMULSEURS

5.1. CONDITIONS D'EMPLOI

5.1.1. CONCENTRATION

La concentration d'emploi préconisée pour l'émulseur doit être clairement indiquée par le fournisseur. Elle est généralement de 3 % ou 6 %.

Il convient de spécifier la ou les concentrations acceptables en tenant compte de la compatibilité avec :

- ▶ Les capacités en eau et en émulseur de chaque véhicule ;
- ▶ Les caractéristiques du système de dosage de ces véhicules.

Les tests de performance au feu doivent impérativement être réalisés à la concentration d'emploi annoncée.

Par ailleurs, il peut être pertinent de demander au fournisseur un engagement attestant de la compatibilité des caractéristiques physico-chimiques de l'émulseur avec le bon fonctionnement du système de dosage des véhicules d'intervention.

Enfin, avant l'acceptation définitive et la mise en service opérationnel d'un nouvel émulseur – en particulier lors du passage à un émulseur à viscosité élevée et non newtonien –, une vérification de la précision du dosage sur un véhicule représentatif peut être exigée.

5.1.2. TYPE D'EAU UTILISABLE

En règle générale, tous les émulseurs sont compatibles avec de l'eau douce de qualité industrielle courante.

Toutefois, des spécifications complémentaires doivent être définies lorsque :

- ▶ L'eau potable disponible sur l'aéroport présente des caractéristiques particulières (pH, dureté, etc.) ;
- ▶ L'utilisation d'eau de mer ou saumâtre est envisagée ;
- ▶ L'emploi d'eau de récupération (eaux pluviales, eaux usées traitées, etc.) est prévu.

Idéalement, les essais de performance au feu des émulseurs devraient être réalisés avec une eau dont les caractéristiques sont proches de celles disponibles sur l'aérodrome.

- ▶ En cas d'utilisation d'eau potable aux caractéristiques particulières ou d'eau de récupération, il est recommandé de fournir au fournisseur des indications précises sur la qualité de l'eau. Celui-ci pourra ainsi confirmer l'absence d'incompatibilité et garantir que les performances au feu restent conformes aux attentes.
- ▶ En cas d'utilisation d'eau de mer ou saumâtre, il convient d'exiger un justificatif du fournisseur attestant du niveau de performance au feu de l'émulseur, sur la base de tests réalisés avec de l'eau de mer.

5. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES ÉMULSEURS

5.1.3. TEMPÉRATURES D'UTILISATION

Les spécifications de l'émulseur doivent inclure les plages de températures d'utilisation garantissant son efficacité, en tenant compte des conditions climatiques locales. L'objectif est d'obtenir du fabricant des informations précises sur le comportement du produit dans différentes conditions thermiques.

Ces plages concernent :

- ▶ L'émulseur lui-même : il est essentiel d'identifier la plage de températures permettant de garantir la qualité et les propriétés physico-chimiques du produit (notamment son point de congélation). Le fabricant doit déclarer la température d'utilisation optimale de l'émulseur et de la mousse obtenue.
- ▶ L'environnement de l'émulseur (eau, air) : la température ambiante et celle de l'eau utilisée peuvent influencer la qualité et la performance de la mousse extinctrice.

▶ Remarque

La plage de température généralement indiquée par le fabricant sur les conteneurs concerne uniquement l'émulseur et peut être appuyée par des mesures en laboratoire.

Cependant, cette donnée ne renseigne pas sur le niveau de performance au feu de la mousse obtenue sous différentes températures.

Il est donc recommandé de demander au fabricant :

- ▶ Les plages de température pour lesquelles le niveau de performance annoncé est garanti.
- ▶ L'évolution des performances lorsque ces températures sont dépassées.

Dans le cas où les données fournies par le fabricant ne couvrent pas toutes les températures d'utilisation attendues, des essais complémentaires peuvent être envisagés, notamment en conditions supérieures à 30 °C ou inférieures à 15 °C.

▶ Plages de températures des tests standardisés

▶ Test au feu OACI

- ▶ Définit une température minimale de 15 °C pour l'air et la solution moussante.
- ▶ N'impose aucune température maximale pour les essais, bien que ceux-ci soient généralement réalisés entre 15 et 25 °C.
- ▶ Des essais à plus de 25 °C sont possibles dans le cadre du protocole, mais souvent dépendants des conditions météorologiques locales (exemple : réalisable en extérieur l'été dans le sud de la France, mais difficiles au printemps en Allemagne).
- ▶ En dessous de 15 °C, les essais sortent du protocole défini par l'OACI mais peuvent être réalisés pour évaluer le comportement de l'émulseur en conditions froides.

▶ Norme EN 1568-3

- ▶ Spécifie une température de l'air entre 10 °C et 20 °C.
- ▶ Fixe une température de la solution moussante entre 15 °C et 20 °C.

5. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES ÉMULSEURS

► Limites des tests standardisés

Ces essais ne garantissent pas la performance des émulseurs utilisés à des températures plus basses ou plus élevées.

Cependant, des tests supplémentaires réalisés par le fabricant ou un laboratoire indépendant en dehors des plages normalisées peuvent fournir des indications précieuses sur le comportement réel de l'émulseur et de la mousse.

5.2. PERFORMANCE AU FEU

5.2.1. NIVEAU(X) DE PERFORMANCE DE L'ÉMULSEUR

Compte tenu des exigences réglementaires et des référentiels disponibles pour l'évaluation des performances au feu d'un émulseur, le protocole de test défini par l'OACI dans le **Manuel des Services d'Aéroport, 1^{ère} partie: SSLIA (Doc. 9137), Édition 2015** constitue le choix le plus pertinent.

Ainsi, les spécifications techniques de l'émulseur doivent préciser le niveau de performance « OACI » attendu (A, B ou C) en indiquant explicitement le protocole d'essais de référence, au minimum celui défini aux **paragraphes 8.1.8 à 8.1.10** du référentiel OACI. Ce niveau est déterminé à partir de l'analyse réalisée lors de l'étude préliminaire (niveau SSLIA requis, capacité des citernes des véhicules et concentration d'emploi).

Selon les scénarios identifiés (type de kérosène) ou les conditions d'exploitation prévues (qualité de l'eau, température ambiante), les spécifications peuvent être affinées en incluant des exigences complémentaires, telles que :

- **Des conditions spécifiques pour les tests OACI** comme, par exemple :
 - Réalisation d'au moins un test avec de l'eau de mer ;
 - Utilisation de Jet A1 répondant à des spécifications particulières (additifs, SAF, etc.) ;
 - Réalisation du test avec une température de l'air supérieure ou égale à 25 °C.
- **Des essais de performance au feu complémentaire**, tels que :
 - Des tests suivant le protocole OACI mais dans des conditions hors protocole (ex.: température inférieure à 15 °C) ;
 - Des essais de performance au feu réalisés à l'heptane selon la norme **NF 1568-3** ;
 - Des tests conformes à certaines spécifications américaines, telles que **MIL** (cf. § 3.1.3).

► Conditions d'application

En complément des résultats des tests de performance au feu, il est recommandé de demander au fabricant de préciser les conditions d'application préconisées pour une utilisation sur un feu de kérosène, ainsi que, si nécessaire, sur d'autres types de carburants identifiés. Il est particulièrement important de vérifier si les performances de la mousse permettent une application directe sur le carburant en feu.

5. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES ÉMULSEURS

5.2.2. MOYENS DE CONTRÔLE

Compte tenu des contraintes matérielles et environnementales, la réalisation d'essais de performance au feu sur site aéroportuaire est généralement impraticable.

Par ailleurs, aucune réglementation spécifique n'impose aux fabricants des conditions de qualification précises pour les agents extincteurs utilisés en milieu aéroportuaire.

Il est donc essentiel de définir clairement dans les spécifications techniques les éléments justificatifs de performance attendus, que ce soit :

- ▶ Lors de la sélection initiale du produit, pour garantir qu'il répond aux exigences de performance ;
- ▶ Lors de chaque livraison, afin de s'assurer de la conformité des lots fournis.

L'OACI recommande, dans le Manuel des Services d'Aéroport, que :

« Lorsqu'un État ou un utilisateur ne dispose pas de moyens permettant d'effectuer des essais pour vérifier le respect des propriétés et performances spécifiées, l'attestation de la qualité de l'agent moussant devrait être obtenue d'une autorité tierce de vérification, reconnue, indépendante et agréée. »

▶ Exigences recommandées pour les rapports d'essais

Afin de garantir la fiabilité et la transparence des contrôles, les **rapports d'essais demandés** devraient répondre aux critères suivants :

- ▶ Émission par un laboratoire indépendant reconnu, idéalement accrédité ISO 17025.
- ▶ Rapport complet, rédigé en français ou, à défaut, en anglais.
- ▶ Méthodologie et référentiel clairement indiqués, précisant les conditions précises de réalisation des essais.
- ▶ Échantillon représentatif du produit proposé, avec un engagement du fabricant à garantir la conformité des lots livrés à celui testé.

▶ Périodicité et validité des essais

▶ Essais récents :

Il est recommandé que les rapports d'essais soient récents, en prenant en compte :

- ▶ les évolutions réglementaires ou normatives,
- ▶ le retour d'expérience sur le type de produit,
- ▶ la disponibilité des installations d'essais,
- ▶ la durée du contrat d'approvisionnement prévu.

▶ Essais de plus de 3 ans :

Ils ne devraient être pris en compte que s'ils sont accompagnés :

- ▶ d'un retour d'expérience satisfaisant,
- ▶ d'un contrôle qualité robuste de la part du fabricant.

▶ Essais de 5 ans ou plus :

Leur prise en compte ne devrait être envisagée qu'à la condition qu'un essai soit **réalisé sur un échantillon issu du lot livré** lors de la première réception.

5. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES ÉMULSEURS

Exemples de justificatifs de performance des émulseurs :

Documents de référence pour la sélection initiale :

Afin d'évaluer la performance d'un émulseur avant son acquisition, plusieurs types de justificatifs peuvent être pris en compte :

	Documentation technique du fabricant. <ul style="list-style-type: none">▶ Brochure commerciale ou fiche technique détaillant les caractéristiques de l'émulseur.
	Rapport d'essai de performance au feu selon le protocole OACI. <ul style="list-style-type: none">▶ Réalisé par le fabricant lui-même.▶ Peut être accompagné d'un engagement du fabricant garantissant la conformité des lots futurs à la formation et aux performances du produit testé.
	Certificat ou déclaration de conformité à un essai OACI. <ul style="list-style-type: none">▶ Émis par un laboratoire indépendant, attestant des résultats obtenus lors des tests de performance au feu.▶ Associé à un engagement du fabricant sur la stabilité de la formule et des performances des lots ultérieurs.
	Rapport d'essai complet réalisé par un laboratoire accrédité ISO 17025. <ul style="list-style-type: none">▶ Document détaillé attestant de la conformité de l'émulseur aux critères OACI▶ Accompagné d'un engagement du fabricant sur la constance de la formulation et des performances des lots futurs.
	Rapport d'essai complet réalisé par un laboratoire accrédité ISO 17025 avec prescriptions spécifiques du client. <ul style="list-style-type: none">▶ Exigences particulières définies par l'acheteur, telles que :<ul style="list-style-type: none">▶ Essais réalisés au cours des 12 derniers mois.▶ Sélection d'un laboratoire spécifique accrédité ISO 17025.▶ Conditions d'essai spécifiques (températures élevées, variations de conditions environnementales, etc.)▶ Engagement du fabricant sur la conformité des lots futurs.

▶ Certification des émulseurs : quelles garanties ?

La performance d'un émulseur est généralement démontrée par des essais au feu réalisés par un laboratoire spécialisé. Ces essais peuvent donner lieu à différentes formes de documentation, notamment :

- ▶ Certificats de conformité
- ▶ Rapports simplifiés de test
- ▶ Rapports détaillés d'analyse des performances

Ces documents sont valables uniquement pour l'échantillon ou le lot testé, identifié précisément sur le rapport. Ils ne constituent pas une certification de type engageant le laboratoire sur la capacité du fabricant à garantir une qualité constante sur l'ensemble de sa production.

En conséquence, il revient à l'acheteur d'établir des spécifications complémentaires à destination du fournisseur afin d'assurer une qualité et un niveau de performance homogènes sur l'ensemble des lots livrés.

5. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES ÉMULSEURS

5.3. CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

► Caractéristiques physico-chimiques de l'émulseur

5.3.1. pH

Le pH de l'émulseur, déterminé selon la norme NF EN 1568-3:2018, doit être compatible avec les matériaux constituant les équipements SSLIA, notamment les cuves, tuyauteries, pompe de remplissage et canalisations des véhicules.

En général, le pH des émulseurs se situe entre 6 et 8,5. Cette valeur peut également servir de référence pour un contrôle qualité et permettre d'identifier une éventuelle dégradation du produit après livraison.

5.3.2. VISCOSITÉ

Les spécifications peuvent exiger que le fabricant précise si l'émulseur est newtonien ou non, ainsi que sa viscosité, généralement indiquée à 20 °C.

Toutefois, compte tenu des variations de température pouvant être observées sur le terrain, il peut être pertinent de demander également la viscosité de l'émulseur aux températures minimales et maximales relevées dans les citernes des véhicules. Cette information est particulièrement importante pour un émulseur non newtonien.

Les propriétés de viscosité doivent être justifiées par des essais réalisés conformément à la norme NF EN 1568-3:2018. Les valeurs communiquées doivent être comparées aux plages de viscosité compatibles avec les équipements SSLIA en service.

Le cas échéant, des essais de mise en œuvre et de mesure de concentration sur un véhicule représentatif peuvent être envisagés avant validation définitive du produit (cf. § 5.1.1).

5.3.3. SÉDIMENTATION

Les essais en centrifugeuse réalisés conformément à l'annexe C de la norme NF EN 1568-3:2018 doivent démontrer que l'émulseur contient :

- Avant vieillissement : un taux de sédimentation inférieur ou égal à 0,25 %.
- Après vieillissement : un taux de sédimentation inférieur ou égal à 1 %.

5.3.4. STABILITÉ

Pour les émulseurs non fluorés en particulier, il peut être exigé qu'ils démontrent une stabilité satisfaisante, tant à la manipulation qu'au vieillissement. Cette exigence doit être justifiée par un résultat conforme aux tests de stabilité et de séparation définis par la norme NF EN 1568-3:2018 (section 9).

5. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES ÉMULSEURS

5.3.5. MISCIBILITÉ

La miscibilité entre deux émulseurs ne garantit pas nécessairement le maintien de leurs propriétés et performances initiales, même s'ils sont du même fabricant, utilisés à la même concentration et ne présentent aucune réaction apparente entre leurs composants.

En conséquence, la fourniture d'un justificatif de miscibilité par le fabricant n'est pas requise. D'ailleurs, la majorité des fabricants recommandent un nettoyage complet des citernes des véhicules avant tout changement d'émulseur afin d'éviter tout risque d'altération des performances du produit.

► Caractéristiques physico-chimiques de la mousse

5.3.6. PROPRIÉTÉS FILMOGÈNES

Conformément à la norme NF EN 1568-3:2018, un émulseur est qualifié de filmogène s'il satisfait aux critères définis par l'Annexe L de cette norme.

Afin de confirmer cette propriété, il peut être exigé du fabricant un justificatif attestant de la réussite de cet essai. Il est important de noter que cet essai est réalisé sur de l'heptane et non sur du kérosène, ce qui peut influencer les résultats en fonction du contexte d'utilisation opérationnel.

5.3.7. QUALITÉ DE LA MOUSSE : FOISONNEMENT ET DÉCANTATION

Les exigences relatives à la qualité de la mousse varient selon la famille d'émulseurs concernée (AFFF ou FFF).

Le fournisseur doit préciser les valeurs obtenues dans des conditions d'essais standardisées pour :

- Le foisonnement
- Le temps de décantation à 25 %

Ces essais peuvent être réalisés selon les protocoles définis par la norme NF EN 1568-3:2018, qui prévoit notamment des mesures avant et après conditionnement en température de l'émulseur.

Dans ces conditions, pour les émulseurs destinés à un usage aéroportuaire :

- Le taux de foisonnement est généralement compris entre 6 et 10.
- Le temps de décantation à 25 % est supérieur à 3 minutes.

Pour les émulseurs sans fluor (FFF), ces paramètres sont particulièrement critiques. Un temps de décantation plus court implique un renouvellement plus fréquent du tapis de mousse, ce qui peut avoir un impact opérationnel significatif.

En complément des indications fournies par le fabricant, ces valeurs peuvent également être utilisées comme référence pour détecter une éventuelle dégradation du produit après livraison.

Le cas échéant, des essais de mise en œuvre sur un véhicule représentatif, incluant des mesures de foisonnement et de décantation, peuvent être réalisés avant la validation définitive du produit.

5. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES ÉMULSEURS

5.3.8. MOYENS DE CONTRÔLE DES CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CIMIQUES DE L'ÉMULSEUR ET DE LA MOUSSE

À l'instar des performances au feu, il est recommandé de disposer d'un procès-verbal (PV) d'essai complet, idéalement réalisé par un laboratoire indépendant reconnu.

 Exemples de documents justificatifs pouvant être demandés :

★	La fiche technique du fabricant.
★★	Les informations physico-chimiques issues de la Fiche de Données de Sécurité (FDS).
★★★	Un procès-verbal d'essai réalisé par un laboratoire, pouvant être celui du fabricant, conforme à la norme NF EN 1568-3:2018.
★★★★	Un procès-verbal d'essai délivré par un laboratoire indépendant reconnu (ex. certifié ISO 17025).
★★★★★	Un procès-verbal d'essai issu d'un laboratoire ISO 17025, attestant de la conformité aux exigences de la norme NF EN 1568-3:2018.

5.4. CONDITIONNEMENT ET STOCKAGE

Un émulseur est un produit essentiel à la sécurité, dont la majeure partie du cycle de vie se déroule en stockage, que ce soit dans son contenant d'origine, dans la citerne d'un véhicule d'intervention, ou encore dans une citerne de stockage intermédiaire. Il est donc impératif qu'il conserve ses propriétés extinctrices tout au long de cette période, sans altération due aux conditions de stockage.

5.4.1. CONDITIONS DE STOCKAGE

L'émulseur doit rester stable aux températures minimales et maximales enregistrées sur son site de stockage, sans modification de couleur, stratification ou séparation.

Le fabricant devrait préciser :

- ▶ Les conditions de stockage préconisées pour garantir l'intégrité du produit, afin de s'assurer de leur compatibilité avec l'environnement aéroportuaire.
- ▶ La durée de stabilité garantie, incluant un engagement sur le maintien des performances de l'émulseur dans le temps.

Si un stockage intermédiaire est envisagé, impliquant l'ouverture anticipée des conteneurs, il est recommandé de communiquer ces modalités au fournisseur afin d'obtenir ses préconisations quant à l'impact sur la qualité et la durée de conservation du produit.

5. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES ÉMULSEURS

5.4.2. CONTENANT

Il est essentiel de définir le type de conteneur prévu pour la livraison, en particulier son volume.

Des spécifications sur l'étiquetage et le marquage, conformes à la norme NF EN 1568-3:2018, peuvent être intégrées pour garantir une identification claire du produit.

Des exigences complémentaires peuvent également être formulées, notamment si l'exploitant souhaite que :

- ▶ Le contenant permette une vérification visuelle du niveau ou de l'aspect du liquide.
- ▶ Le conteneur soit doté d'un marquage spécifique ou d'une couleur distinctive afin de limiter les risques de confusion avec d'autres produits stockés.

5.4.3. MOYENS DE CONTRÔLE

Afin de garantir un suivi rigoureux de la qualité du produit tout au long de son stockage, plusieurs documents et analyses peuvent être requis. Par exemple :

 **Exemples de documents justificatifs pouvant être demandés :**

★	Fiche technique du fabricant et étiquette du conteneur.
★★	Fiche de Données de Sécurité (FDS), incluant les mesures de protection.
★★★	Guide d'utilisation du fabricant.
★★★★	Analyses physico-chimiques régulières, réalisées par le laboratoire du fabricant.
★★★★★	Analyses physico-chimiques régulières, réalisées par un laboratoire indépendant accrédité (ex. ISO 17025).

5. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES ÉMULSEURS

5.5. PROTECTION DES PERSONNES ET DE L'ENVIRONNEMENT

Les émulseurs sont des mélanges de produits chimiques susceptibles d'avoir un impact sur la santé des utilisateurs en cas de contact ou d'absorption, ainsi que des conséquences sur l'environnement.

Les informations relatives à ces risques sont détaillées dans la Fiche de Données de Sécurité (FDS), qui doit être fournie avec chaque lot d'émulseur.

5.5.1. PROTECTION DES UTILISATEURS

Il est recommandé de demander au fournisseur de préciser :

- ▶ Les effets potentiels du produit sur la santé humaine (toxicité cutanée, oculaire, inhalation, etc.).
- ▶ Les précautions à respecter pour la manipulation et l'utilisation du produit, en conformité avec les réglementations en vigueur.

5.5.2. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

L'exploitant doit spécifier s'il souhaite un émulseur fluoré ou non fluoré, dans les limites autorisées par la réglementation en vigueur.

Il peut également exiger du fournisseur :

- ▶ Un engagement de conformité aux normes environnementales actuelles, y compris les conditions de récupération et de traitement des rejets après utilisation.
- ▶ Des critères environnementaux spécifiques, notamment si l'exploitant applique une politique environnementale plus stricte que la réglementation.
- ▶ Un rapport d'analyse éco-toxicologique correspondant au lot d'émulseur livré, afin d'évaluer son impact sur l'environnement.

Dans le cadre d'une comparaison entre produits, l'exploitant peut préciser les conditions de réalisation des analyses éco-toxicologiques, bien que cela puisse nécessiter la réalisation d'essais supplémentaires par le fabricant.

5. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES ÉMULSEURS

5.5.3 MOYENS DE CONTRÔLE POUR LA PROTECTION DES PERSONNES ET DE L'ENVIRONNEMENT

L'exploitant doit évaluer la Fiche de Données de Sécurité (FDS) en fonction :

- ▶ Des conditions d'utilisation de l'émulseur.
- ▶ De l'environnement aéroportuaire et des infrastructures disponibles pour la récupération, le traitement et l'élimination des eaux usées, des solutions moussantes et des mousses générées lors des interventions, essais et formations.

Il est également possible d'exiger :

- ▶ Une analyse conforme à la norme NF EN 1568-3:2018 (Annexe N), qui définit les méthodes de détermination des informations toxicologiques et écotoxicologiques.

Exemples de documents justificatifs pouvant être demandés :

★	FDS avec rubriques 11 et 12 incomplètes.
★★	FDS avec rubriques 11 et 12 renseignées.
★★★	Procès-verbal d'analyse d'un laboratoire.
★★★★	Procès-verbal d'analyse couvrant tous les points définis par la norme NF EN 1568-3:2018, Annexe N.
★★★★★	Procès-verbal d'analyse avec des conditions spécifiques définies par l'acheteur.

5. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES ÉMULSEURS

5.6. LIVRAISON ET APPROVISIONNEMENT

5.6.1. LIVRAISON

Des spécifications précises peuvent être définies afin d'encadrer les conditions de commande et de livraison de l'émulseur sélectionné, en particulier lorsque la livraison est échelonnée sur plusieurs périodes, potentiellement sur plusieurs années et à partir de différents lots de production.

Ces spécifications doivent permettre de :

- ▶ Minimiser les risques d'erreur dans la commande ou la livraison d'un émulseur différent de celui sélectionné initialement.
- ▶ Garantir la qualité et les performances des lots successifs d'émulseurs livrés.

Ainsi, en complément des spécifications sur le contenant, il peut être exigé que :

- ▶ Tous les conteneurs d'une même livraison proviennent d'une seule source et d'un même lot de production.
- ▶ Chaque lot livré soit accompagné des documents justifiant sa qualité et ses performances.

Il peut également être envisagé la réalisation d'échantillons témoins, conservés scellés dans des conditions de stockage contrôlées, aussi bien par le fabricant que par l'exploitant. Ces échantillons permettent de faciliter l'identification des causes en cas de dégradation de l'émulseur constatée sur un conteneur stocké ou dans une citerne de véhicule.

 **Exemples de justificatifs de qualité et de performance lors de la livraison de lots d'émulseur sur site :**

★	Étiquette et conditionnement du produit + bon de livraison.
★★	Engagement écrit du fabricant sur la qualité et les performances du lot livré.
★★★	Procès-verbal de contrôle qualité (pH, viscosité, qualité de mousse) sur un échantillon du lot livré. + Engagement du fabricant sur la performance du lot au vu des résultats du contrôle.
★★★★	Procès-verbal de contrôle qualité (pH, viscosité, qualité de mousse) sur un échantillon du lot. + Rapport complet d'essai de performance au feu OACI sur un lot récemment produit, réalisé par un laboratoire indépendant reconnu.
★★★★★	Procès-verbal de contrôle qualité (pH, viscosité, qualité de mousse) sur un échantillon du lot. + Rapport complet d'essai de performance au feu OACI, réalisé spécifiquement sur un échantillon du lot livré, par un laboratoire indépendant reconnu.

Remarque: La réalisation d'essais sur feu à grande échelle étant coûteuse et complexe à mettre en place, une alternative consiste à utiliser les résultats d'essais réalisés sur un échantillon aléatoire parmi la production de l'année précédente du même produit

5. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES ÉMULSEURS

5.6.2. GARANTIES D'APPROVISIONNEMENT

Des spécifications particulières peuvent être demandées au fournisseur afin de garantir la disponibilité de l'émulseur, notamment en cas de réapprovisionnement d'urgence.

Les points suivants peuvent être précisés :

- ▶ Le fournisseur assure-t-il un réapprovisionnement en urgence ?
- ▶ Dispose-t-il d'un numéro d'assistance H24 ?
- ▶ Quel est le délai de livraison en cas de commande urgente ?



6. CONCLUSION

L'émulseur joue un rôle essentiel dans la réussite de la mission principale des services de sauvetage et de lutte contre l'incendie des aéronefs. Sa sélection doit donc être fondée sur des critères clairement définis, prenant en compte les besoins spécifiques de chaque aéroport.

La référence aux niveaux de performance au feu définis par l'OACI dans l'Annexe 14 et détaillés dans le Manuel des Services d'Aéroport constitue un critère incontournable lors du choix d'un émulseur aéroportuaire. Toutefois, cette référence ne suffit pas à garantir que l'émulseur retenu sera pleinement adapté aux besoins opérationnels.

En l'absence d'exigences réglementaires spécifiques pour la qualification des émulseurs, et plus particulièrement ceux destinés à la lutte contre l'incendie des aéronefs, il revient à l'acheteur (l'exploitant) de définir avec précision – éventuellement par voie contractuelle – les référentiels retenus ainsi que les justificatifs nécessaires pour attester du niveau de performance au feu attendu.

Lorsque des besoins particuliers sont identifiés (ex. : type de carburant, conditions climatiques spécifiques), et qu'ils diffèrent significativement des conditions standards des essais de performance, il peut être pertinent de spécifier des critères de performance complémentaires, en s'appuyant sur d'autres référentiels industriels ou en adaptant les conditions des essais OACI.

L'identification de spécifications techniques relatives aux propriétés physico-chimiques de l'émulseur et à la qualité de la mousse est également essentielle pour garantir la compatibilité du produit avec les équipements de production et de projection de mousse embarqués sur les véhicules. Il convient notamment de s'assurer que l'émulseur sélectionné permet un dosage précis et génère une mousse avec un foisonnement suffisant.

Par ailleurs, lors de l'établissement des critères de sélection, il est recommandé de préciser les conditions de livraison, de stockage et de suivi dans le temps de la qualité de l'émulseur, ainsi que les modalités de son élimination en fin de vie.

Des spécifications relatives à la protection des personnes et de l'environnement peuvent également être intégrées, afin de rappeler les exigences réglementaires en vigueur ou de fixer des critères supplémentaires, notamment concernant la présence ou non de tensioactifs fluorés. Cependant, ces considérations ne doivent pas occulter l'objectif premier, qui reste la sécurité et l'efficacité de l'émulseur sélectionné.

Une vigilance particulière doit être accordée lors d'un changement de famille d'émulseur, notamment lors du passage d'un émulseur fluoré filmogène (AFFF) à un émulseur sans fluor (FFF), ou même du remplacement d'un émulseur sans fluor par un autre. En effet, ces produits présentent des caractéristiques qui peuvent varier sensiblement, tant en termes de performance et de résistance au feu, que de conditions d'utilisation, de sensibilité aux facteurs environnementaux, de viscosité ou encore d'écotoxicité. Ces différences peuvent parfois nécessiter une adaptation des techniques d'intervention, des équipements de projection, voire des quantités d'agent extincteur requises pour assurer une protection efficace de l'aéroport.

Enfin, pour chaque aéroport, le changement d'émulseur doit faire l'objet d'une étude d'impact sur la sécurité. La réalisation de celle-ci est un outil efficace pour anticiper les enjeux liés à cette transition et déterminer les spécifications et conditions à prendre en compte dans le cadre du choix d'un nouvel émulseur.

7. GLOSSAIRE

A

AESA: Agence de l'union Européenne pour la Sécurité Aérienne

AFFF: Aqueous Film-Forming Foam / *Agent formant un film flottant*

AR: Alcohol Resistant / *Résistant à l'alcool*

AVGAS: AViation GASoline

C

CEN: Comité Européen de Normalisation

CLP: Classification, Labelling and Packaging of chemical substances and mixtures

D

DBO: Demande Biochimique en Oxygène

DCO: Demande Chimique en Oxygène

DGAC: Direction Générale de l'Aviation Civile

E

ECHA: European CHemicals Agency / *Agence européenne des produits chimiques*

F

FAA: Federal Aviation Administration

FDS: Fiche de Données de Sécurité

FFF: Fluorine-Free Foam / *Émulseur sans fluor*

FFFP: Film-Forming Fluoroprotein / *Agent formant un film flottant protéinique*

FP: Fluoroprotein / *Émulseur fluoro-protéinique*

G

GESIP: Groupe d'Études de Sécurité des Industries Pétrolières et Chimiques

I

IBC: Intermediate Bulk Container / *Grand récipient pour vrac*

L

LDV: Lance à Débit Variable

LIA: Lutte contre l'Incendie d'Aéronefs

LMP: Lance Mousse Portable

N

NFPA: National Fire Protection Association

O

OACI: Organisation de l'Aviation Civile Internationale

OCDE: Organisation de Coopération et de Développement Économiques

P

PFAS: Per and polyFluoroAlkyl Substances / *Substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées*

PFCAs: Perfluoroalkyl carboxylic acids / *Acides carboxyliques perfluorés*

PFHxA: Perfluorohexanoic acid / *Acide perfluoro-hexanoïque*

PFOA: Perfluorooctanoic acid / *Acide perfluorooctanoïque*

PFOS: Perfluorooctanesulfonic acid / *Acide perfluorooctanesulfonique*

POP: Persistent organic pollutants / *Polluants Organiques Persistants*

R

REACH: Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHemicals

S

SAF: Sustainable Aviation Fuel / *Carburant d'aviation durable*

SDIS: Service Départemental d'Incendie et de Secours

SSLIA: Service de Sauvetage et de Lutte contre l'Incendie des Aéronefs sur les aéroports

STAC: Service Technique de l'Aviation Civile

U

UL: Underwriters Laboratories

8. ANNEXES

ADRESSES ET LIENS UTILES

► A: Fournisseurs d'émulseurs pour usage aéroportuaire (FRANCE).

The logo for BIOEX features the word "BIOEX" in a bold, black, sans-serif font. The letter "O" is replaced by a solid orange circle. A registered trademark symbol (®) is positioned to the upper right of the "X".

5 chemin de Clape Loup
69280 SAINTE-CONSORCE
Tel. +33 (0)4 74 70 23 81
bio-ex.com

The logo for PROFOAM INTERNATIONAL consists of the word "PROFOAM" in a blue, bold, sans-serif font. Below it, the word "INTERNATIONAL" is written in a smaller, red, sans-serif font. A blue horizontal bar is above "PROFOAM" and a red horizontal bar is below "INTERNATIONAL".

22 avenue René Coty
75014 PARIS
Tel. +33 (0)1 44 08 66 56
profoam.it

The logo for eau feu & features the words "eau feu" in a stylized, lowercase font. The "e" and "u" are blue, and the "f" is black. A small ampersand "&" is placed between "eau" and "feu". Below the text is a graphic of a blue flame or water splash.

Zone Industrielle Sud Est
Rue Aloys Senefelder
BP1008
51683 REIMS CEDEX 2
Tel. +33 (0)3 26 50 64 10
eauetfeu.fr

The logo for vanrullen-uniser features the company name in a lowercase, sans-serif font. Below the text is a horizontal bar with a color gradient from yellow on the left to red on the right.

Espace Galilée
ZI
67 avenue des Nations Unies
59270 BAILLEUL
Tel. +33 (0)3 28 50 38 80
vanrullen-uniser.fr



Avertissement

Cette liste des fabricants ou distributeurs d'émulseur à destination des SSLIA des aéroports est indicative. Elle repose sur les données disponibles publiquement (site des fabricants ou distributeurs) et du recensement des produits utilisés à ce jour, en France, en milieu aéroportuaire.

Elle ne constitue pas une reconnaissance par le STAC de qualification des organismes identifiés ou de performance ou de conformité des produits commercialisés pour un usage en lutte contre l'incendie des aéronefs.

Pour signaler une erreur, une omission ou suggérer une mise à jour, merci de contacter :

► stac-sslia@aviation-civile.gouv.fr

8. ANNEXES

► B: Centres d'essais des agents extincteurs, sur feu (UE) selon protocole publié par OACI.

► CNPP

Route de la Chapelle-Réanville

CD 64 - CS22265

27950 SAINT-MARCEL

FRANCE

cnpp.com

► Kiwa MPA Dresden GmbH

Fuchsmühlenweg 6 F

09599 FREIBERG

ALLEMAGNE

mpa-dresden.com

► RISE Research Institutes of Sweden AB

Box 14092

400 20, GÖTEBORG

SUÈDE

ri.se



Avertissement

Cette liste des centres d'essais sur feu dans l'Union européenne est indicative et repose sur les données disponibles publiquement (sites internet notamment) des centres proposant la réalisation d'essais sur feu selon les protocoles publiés par l'OACI (Manuel des Services d'Aéroports).

Elle ne constitue pas une reconnaissance par le STAC de qualification ou d'indépendance des centres identifiés pour réaliser des essais de performances des mousses à destination des services de sauvetage et de lutte contre l'incendie d'aéronef. Il appartient à chaque exploitant qui sollicite ces centres de vérifier que les organismes choisis ainsi que les conditions d'essai répondent à ses propres besoins et critères.

Pour signaler une erreur, une omission ou suggérer une mise à jour, merci de contacter:

► stac-sslia@aviation-civile.gouv.fr

9. BIBLIOGRAPHIE

- [1] INRS, La fiche de données de sécurité - Brochure ED6483, INRS, 2022
- [2] INRS, Comment lire une Fiche de Données de Sécurité - Dépliant ED6253, INRS, 2018
- [3] OACI, Manuel des services d'aéroport, Partie 1 Sauvetage et lutte contre l'incendie - Doc 9137-AN/898, 4^e édition, 2015
- [4] OACI, Annexe 14, Aéroports, Volume 1, 9^e édition, 2022
- [5] AFNOR, «NF EN 1568-3:2018 Agents extincteurs — Émulseurs — 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 » 2018
- [6] Service Technique de l'Aviation Civile, « Émulseurs SLIA : Méthodes d'essai, NIT/SE/16-5025 » 2016
- [7] NFPA, NFPA11, Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam, 2024
- [8] Underwriters Laboratories (UL), UL162 Foam Equipment and Liquid Concentrates, 8^e édition, 2024
- [9] US Department of Defense, MIL-PRF-24385F(SH) / AMENDMENT 4 (2020) Performance specifications, Fire extinguishing agent, aqueous Film-forming foam (AFFF), Liquid concentrate for fresh and sea water, 2020
- [10] US Department of Defense, MIL-PRF-32725 Fire extinguishing agent, Fluorine-free foam (F3), Liquid concentrate for land-based, fresh water applications, 2023
- [11] GESIP, Qualification et emploi d'émulseurs particulièrement performants, 2012 (rev.2023)
- [12] LASTFIRE, Fire Test Specification (Rev. D), 2015
- [13] UE, Règlement (CE) no 1272/2008. Classification, emballage et étiquetage des substances et des mélanges (CLP), 2008
- [14] UE, Règlement (CE) no 1907/2006. Enregistrement, évaluation et autorisation et restrictions applicables aux substances chimiques (REACH), 2006
- [15] UE, Règlement (UE) no 2019/1021. Polluants organiques persistants (POP), 2019.

► Autres sources bibliographiques :

- CNPP, Livre Blanc : Émulseurs, les critères de choix, 2019
- FAA, «Fluorine-Free Foam Testing - DOT/FAA/TC-22/23» 2022
- Ministère chargé de la Sécurité civile - Direction de la Sécurité Civile, « Guide d'aide à l'achat relatif aux émulseurs » 2010
- M. PABON et J.-M. CORPART, « Les tensioactifs fluorés dans les mousses extinctrices » L'actualité chimique, 1999
- T. HOCHET et Y. STORTZ, « Évolution des émulseurs concernant les PFAS: quels impacts pour les Services Incendie & Secours. Mémoire de conseiller technique Risques chimiques (ENSOSP) » 2022.
- Ministère chargé des transports, Arrêté du 18 janvier 2007 relatif aux normes techniques applicables au SSLIA sur les aéroports, 2007 (rev. 2017)



Conception : STAC/Département Administration, Système d'Information et Diffusion

Couverture : © Richard **METZGER**, DGAC/STAC

Crédit photos : © Adobe stock, page 2
© Richard **METZGER**, DGAC/STAC, pages 18, 29, 64
© Christophe **MONTILLET**, DGAC/STAC, pages 25, 42
© Laurent **OSTY**, DGAC/STAC, pages 20, 23, 58

Illustrations : © DGAC/STAC

Octobre 2025



Direction générale de l'Aviation civile
service technique de l'Aviation civile
CS 30012 - 31 avenue du Maréchal Leclerc
94 385 Bonneuil-sur-Marne CEDEX FRANCE
Téléphone : 01 49 56 80 00

www.stac.aviation-civile.gouv.fr

www.ecologie.gouv.fr