Les essentiels d'EVOLEN

EMULSEURS :
Facteurs clés pour une protection incendie réussie

Volet 1

1. Contexte d'utilisation de ce document 2
2. Emulseurs : quelles normes et réglementations ? 3
   - 2.1 Comment est formée la mousse ? 3
   - 2.2 Normes 6
   - 2.3 Application de la réglementation française 8
3. Quel émulseur pour quelle installation ? 10
   - 3.1 Référencement des émulseurs 10
   - 3.2 La sélection : Etape clé du cycle de vie d'un émulseur 11
4. Systèmes de dosage : utilisation et maintenance 13
   - 4.1 Les différents systèmes de dosage 13
   - 4.2 Comment sélectionner son système de dosage ? 15
5. Exemples d'utilisation 16
   - 5.1 Plateformes, FPUs ou FPSOs : 16
   - 5.2 Terminaux d'importation GNL : 17
6. Contrôles et essais 19
   - 6.1 Les systèmes de dosage 19
   - 6.2 Contrôle de l'efficacité de l'émulseur 20
7. REX exploitants / Contraintes économiques 23
   - 7.1 Etat des lieux 23
   - 7.2 Suivi qualité des émulseurs sur les sites, tests et exercices 23
   - 7.3 Achats, fin de vie, transition 24
   - 7.4 Questionnements et incertitudes chez les exploitants 24
8. Vers les émulseurs de demain 26
   - 8.1 Impact environnemental : quelques exemples 26
   - 8.2 Destruction des PFAS : des processus en cours de développement 27
   - 8.3 Vers des émulseurs sans fluor dans de nombreux pays 27
   - 8.4 Quelles obligations à venir en Europe ? 27
9. Conclusion 29
10. Références et contributeurs 30

1. Contexte d'utilisation de ce document

Ce document ne remplace en aucun cas les réglementations en vigueur.

Il présente la synthèse des présentations effectuées lors du WEBINAR du 15 novembre 2022 :

« Emulseurs : facteurs clés pour une protection incendie réussie ».

Sur la base de retours d'exploitants, différents acteurs du domaine vous ont proposé leur regard d'expert sur la chaine de conception d'un système de protection incendie. Réglementation, type d'émulseurs, matériels, retours de concepteurs, vous permettront d'appréhender le « cycle de vie » d'un émulseur.

Un point spécifique sur les émulseurs sans PFAS sera proposé lors de notre prochain Webinar, la réglementation concernant les émulseurs sans PFAS étant en cours de publication.

Nous vous donnons rendez-vous en 2024 pour faire le point sur les émulseurs de demain avec notre prochain WEBIMAR :

EMULSEURS – Volet 2

Vers des émulseurs sans PFAS: Impact et efficacité

- Emulseurs de demain : où en sommes-nous ?
- Evolutions réglementaire et technologique
- Contrôles et essais : impact et efficacité
- Installations en place : comment les conserver ?
- REX des utilisateurs

DECOUVREZ LA PROGRAMMATION DE NOTRE PROCHAIN ATELIER SUR :

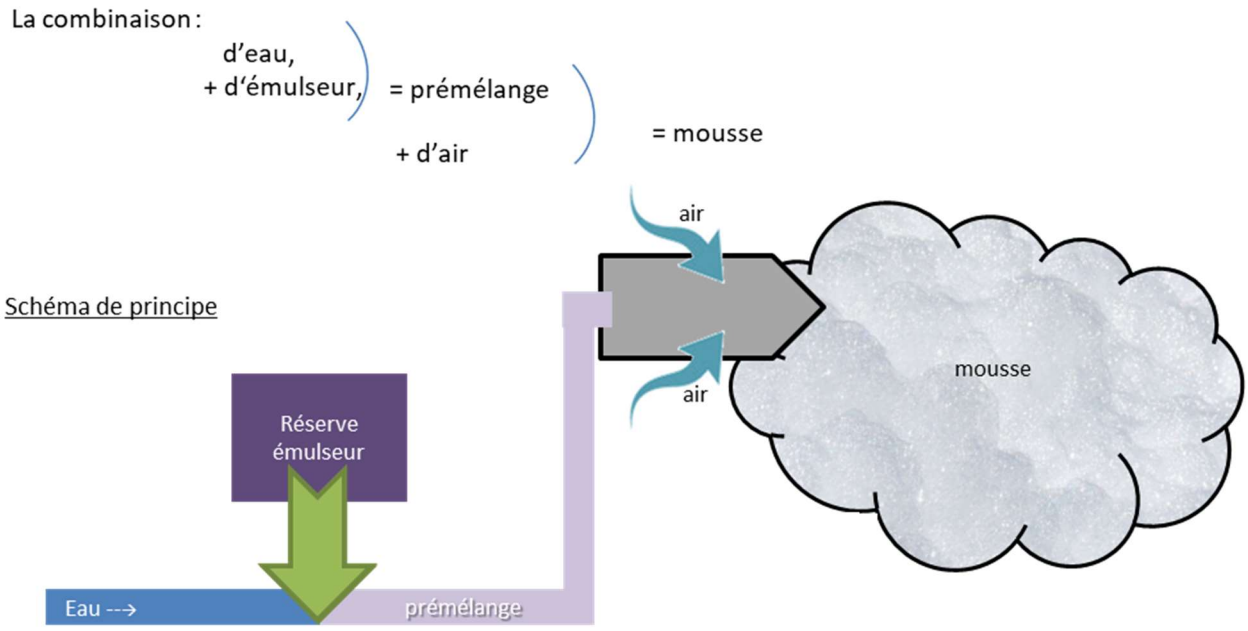
https://www.evolen.org/

2. Emulseurs : quelles normes et réglementations ?

2.1 Comment est formée la mousse ?

2.1.1 Qu'est-ce que la mousse ?

- **Formation**

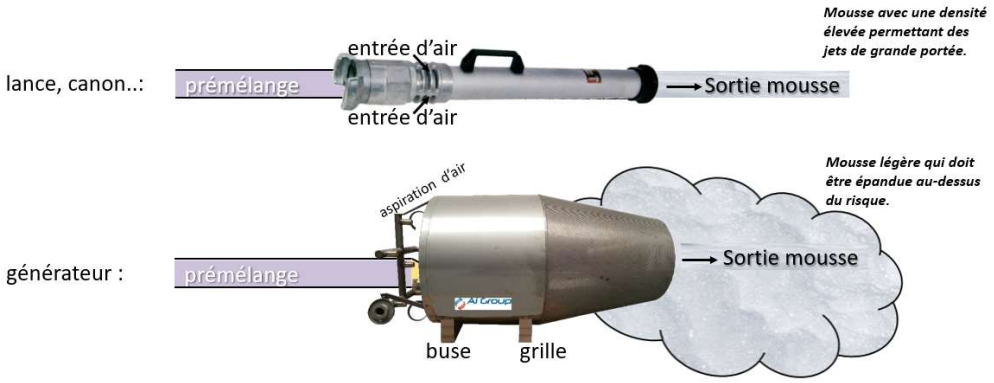


- **Foisonnement**

Le foisonnement F est le ratio du volume de mousse produit V_{mousse} » divisé par le volume de solution moussante $V_{prémélange}$.

$$F = \frac{Vmousse}{Vprémélange}$$

La mousse bas foisonnement est obtenue avec des lances / canons …, la mousse haut foisonnement est produite par un générateur.



- Le bas foisonnement offre une protection 2D :
    - Mousse flottant à la surface d'un liquide
    - Utilisation de molécules fluorées => décantation de la mousse induit la Formation d'un Film Flottant
    - Industrie pétrolière et gazière, activité chimique, Marine…

- Le haut foisonnement offre une protection 3D :
    - Mousse remplissant rapidement de grands volumes
    - Centre logistique, site Gaz Naturel Liquéfié, aéronautique, Marine, intérieur de bâtiment…

2.1.2 Classification des émulseurs

Les émulseurs sont classés selon la nature de leur base moussante.

- Les **émulseurs à base protéinique** dont la base moussante est constituée par un hydrolysat de protéines. Les matières premières utilisées peuvent être diverses : poudre de corne et sabots de bovins, plume broyée, sang, protéine de pétrole... (Ces protéines, corne, sabot, sang, sont utilisées comme engrais naturel biodégradable).
- Les **émulseurs à base synthétique** où la base moussante est un tensio-actif hydrocarboné, analogue à ceux que l'on trouve dans les détergents ménagers.

Les deux familles coexistent car elles présentent des propriétés différentes.

- L'avantage essentiel des émulseurs synthétiques est de pouvoir donner (suivant le matériel utilisé), tous les types de foisonnements (bas, moyen et haut).
    - A contrario, les mousses synthétiques présentent certains inconvénients, du fait de la nature chimique des bases moussantes hydrocarbonées :
    - Efficacité réduite sur les feux très chauds
    - Moindre résistance à la ré inflammation

- Les émulseurs à base protéinique, surtout destinés au bas foisonnement, donnant des mousses à forte efficacité extinctrice sur les feux très chauds et une haute de résistance à la ré inflammation.
    - Ces qualités sont intéressantes pour la lutte contre les grands feux. Les émulseurs à base protéinique constituent donc la base de la protection de l'industrie pétrochimique et pétrolière.
    - Ils peuvent être utilisés aussi en moyen foisonnement, avec des générateurs très performants, mais ne sont pas du tout adaptés au haut foisonnement, du fait de leur foisonnement limité.

La nature du risque à protéger donne une autre alternative de classement :

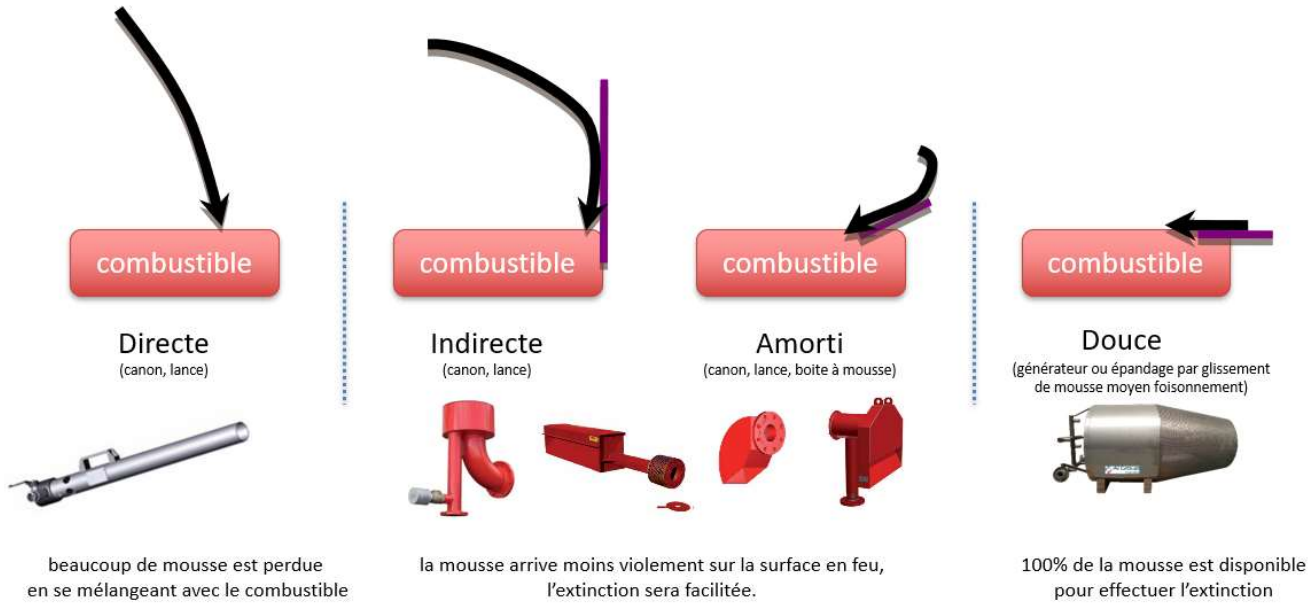
- feu de liquide inflammable non miscible à l'eau (hydrocarbure)
- feu de liquide inflammable miscible à l'eau (Alcool, liquide polaire, ..) : l'émulseur adapté pour la 2ème catégorie est un émulseur polyvalent AR (Alcool résistant)

2.1.3 Mode d'application de la mousse

La mousse va agir simultanément sur les 3 éléments constitutifs du feu :

- Carburant : empêchant l'émission de vapeurs inflammables
- Air : stoppant l'apport d'oxygène extérieur au système
- Énergie : réduisant l'énergie en refroidissant le système en feu (principalement pour la mousse bas foisonnement, riche en eau)

Les différents modes d'application présentent des avantages / inconvénients qui doivent être pris en compte lors de l'intervention.



2.2 Normes

L'homologation des émulseurs s'appuie sur des normes multiples, propres à chaque pays :

- **Normes nationales, internationales, européennes**
  - Chinoise GB
  - Argentine IRAM
  - Américaine UL 162 (Underwriters Laboratories), NFPA 11 (National Fire Protection Association) code américain pour les protections incendie par mousse)
  - Internationale ISO 7203
  - En Europe, normes EN 1568 parties 1 à 4 : 2018.
- **Normes spécifiques**
  - Norme OACI : norme internationale applicable dans les aéroports
  - Norme IMO : norme internationale applicable à la Marine
- **Référentiels spécifiques en complément des normes :**
  - Référentiel APSAD R12 Extinction automatique à mousse à haut foisonnement
  - Gesip (Qualification officielle et reconnue par la réglementation française spécifique aux émulseurs particulièrement performants)
  - Label sapeur-pompier (en cours de définition)
  - …

2.2.1 Focus sur la norme EN 1568

La norme européenne EN 1568 se divise en 4 parties, s'appuyant sur le type de foisonnement et les caractéristiques du liquide inflammable.

- Partie 1 : émulseur moyen foisonnement
- Partie 2 : émulseur haut foisonnement
- Partie 3 : émulseur bas foisonnement feu de liquide apolaire
- Partie 4 : émulseur bas foisonnement feu de liquide polaire

▶ **Rappel :**

- Liquides inflammables apolaires : liquides inflammables non miscibles à l'eau (hydrocarbure)
- Liquides inflammables polaires : liquides inflammables miscibles à l'eau (alcool, acétone, acétate d'éthyle…)

▶ **Contenu :**

- Analyse physico chimique : pH, viscosité, tension de surface, taux de sédiment, essai de stabilité au vieillissement, point de congélation…
- Essais d'aptitude au foisonnement : taux de foisonnement et temps de décantation 25% avant et après vieillissement
- Essais de performance aux feux avec un classement des émulseurs
- Revue documentaire (données environnementales, fiche technique…)

▶ **Amélioration apportée dans les versions EN 1568 :2018 par rapport aux normes EN 1568 : 2008**

- Homologation d'un émulseur invalidée dès lors qu'une modification est apportée à la composition de l'émulseur homologué.
- Création d'une catégorie FFF (F3 - Fluorine Free Foam) pour les émulseurs sans fluor
- Essais réalisés par un laboratoire d'essais indépendant et accrédités conformément à l'EN ISO 17025.

- Interprétation des protocoles d'essai
- Ajout d'une classe de performance au feux I+ (extinction en 1 min 30)
- Utilisation d'eau douce normalisée pour une meilleure reproductibilité des essais d'un laboratoire à un autre
- Précision essais réalisés dedans ou dehors pour une meilleure interprétation
- Essais plus orientés terrain (ajout du point de congélation, d'un test de résistance du film)
- Ajout d'exigences environnementales (OCDE, toxicité sur mammifères, dégradabilité, vie aquatique…)
- Information pour aider l'utilisateur (création d'un modèle de fiche technique)

2.2.2 Focus sur la norme UL 162

- Essai de qualification de la mousse
    - Utilisation d'un injecteur/proportionneur et lance client
    - Vérification de la concentration de la solution moussante à température ambiante et température basse
    - Drainage 25%
    -
- Essai de performance au feu
    - Bac carré 4,65m²
    - Réglage de la lance UL 162 pour produire une mousse comparable à celle obtenue avec l'injecteur et la lance du client.
    - Fin de projection de mousse à l'extinction
    - Application d'une torche au-dessus de la mousse
    - Surface réinflammée après 19 min
    -

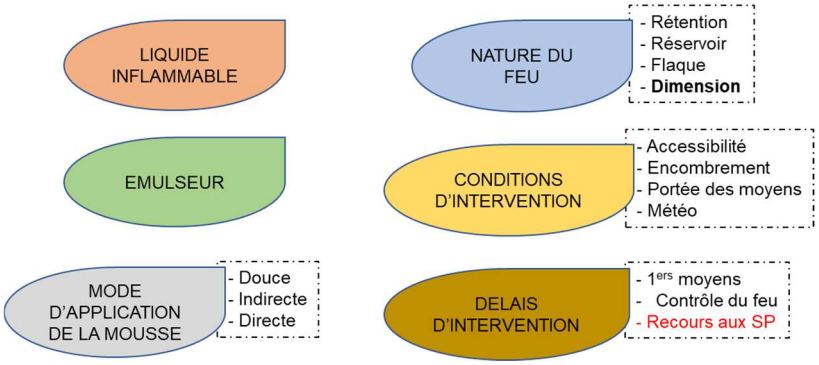
2.3 Application de la réglementation française

▶ Réalité opérationnelle

Il s'agit d'éteindre un feu de liquide inflammable en :

- Projetant de la mousse « *en quantité suffisante* »
- Assurant un DEBIT DE SOLUTION MOUSSANTE « *suffisant* »

La réglementation définit un taux d'application ($L.min^{-1}.m^{-2}$) ou taux d'extinction dépendant de différents paramètres tels que présentés sur le schéma ci-après.

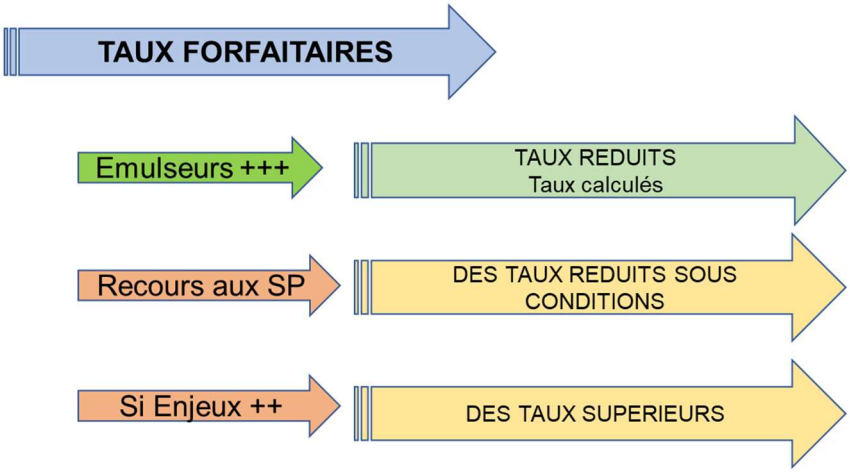


▶ Réglementation française

Elle s'appuie sur cette réalité opérationnelle.

- L'Arrêté Ministériel du 3 octobre 2010 modifié relatif au *stockage en réservoirs aériens manufacturés de liquides inflammables - Titre VI « Défense contre l'incendie » : Article 43 - Annexe 5 (sites "autonomes") et Annexe 6 (sites ayant recours aux secours publics)*
- Evolution réglementaire post Rouen avec l'arrêté du 24 septembre 2020 relatif au stockage en récipients mobiles de liquides inflammables et arrêté du 24 septembre 2020 modifiant l'arrêté du 3 octobre 2010

▶ Taux d'extinction réglementaires : forfaitaires ou calculés ?



- Taux forfaitaires :

TAUX D'APPLICATION D'EXTINCTION	LIQUIDE non miscible à l'eau	LIQUIDE miscible à l'eau
Moyen d'application réalisant une application douce (notamment les déversoirs et boîtes à mousse)	4 litres par mètre carré et par minute	4 litres par mètre carré et par minute
Moyen d'application réalisant une application indirecte (par exemple projection avec canon ou lance sur le réservoir)	5 litres par mètre carré et par minute	8 litres par mètre carré et par minute
Moyen d'application réalisant une application directe (projection avec canon ou lance sans toucher le réservoir)	7 litres par mètre carré et par minute	15 litres par mètre carré et par minute

Pour des émulseurs de classe de performance IA ou IB (selon EN 1568)

Nota : Pour les sites ayant recours aux secours publics, l'application directe est exclue et l'émulseur mis à disposition doit impérativement être de classe de performance IA ou IB (selon l'EN 1568)

- Taux calculés

« Pour certains émulseurs s'avérant PARTICULIEREMENT PERFORMANTS, … ayant satisfait à des tests de qualification selon des protocoles définis dans des **guides professionnels (*)** reconnus par le ministère chargé du développement durable, … les taux efficaces forfaitaires, selon le mode d'application, peuvent être remplacés, pour les incendies de **rétention**, par des TAUX CALCULES … »

(*) A savoir le guide Gesip 2012/02 version février 2017 reconnu formellement par la Direction générale de la prévention des risques)

TAUX REEL = (Taux EXPERIMENTAL x K coef. opérationnel) + 0,5 $L.min^{-1}.m^{-2}$

2 & 2,5 $L.min^{-1}.m^{-2}$

K = 1 + F1 + F2 … des MAJORATIONS

F1 → Application mousse
- Accessibilité
- Encombrement
- Portée des moyens
- Zone climatique

F2 → Délais d'intervention

Attention : *« Le préfet peut prescrire par arrêté préfectoral … des taux d'application et durée d'extinction SUPERIEURS …au regard de la sensibilité des enjeux potentiellement impactés autour du site tels que décrits dans l'étude de dangers, … dans la limite des exigences fixées dans le chap. 5 de la norme NF EN 13565-2 (version de juillet 2009), ».*

3. Quel émulseur pour quelle installation ?

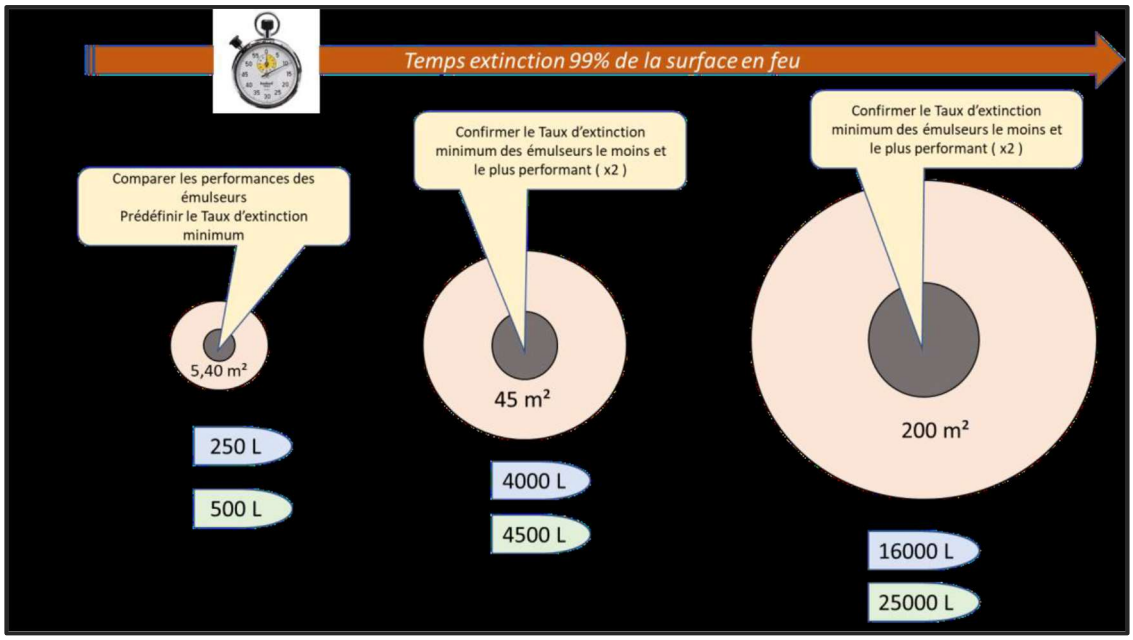
3.1 Référencement des émulseurs

3.1.1 Cas des émulseurs particulièrement performants (PP)

Comme présenté au chapitre précédent, « Pour certains émulseurs s'avérant PARTICULIEREMENT PERFORMANTS, … ayant satisfait à des tests de qualification selon des protocoles définis dans des **guides professionnels** reconnus par le ministère chargé du développement durable, … les taux efficaces forfaitaires, selon le mode d'application, peuvent être remplacés, pour les incendies de rétention, par des TAUX CALCULES … »

3.1.2 Campagne d'essais

- Un guide de référence : GESIP 2012/02 « Qualification et emploi d'émulseurs particulièrement performants », définit les protocoles d'essais permettant les conditions de qualification des émulseurs et détaille les modalités de détermination des taux calculés selon les particularités de chaque site.
- Les différentes campagnes d'essais réalisées sur des surfaces de 5,4 à 200 m² ont permis de définir 3 catégories d'émulseurs particulièrement performants (sachant qu'un même émulseur peut être qualifié sur hydrocarbure ET sur alcool) :
    - Emulseurs FEUX d'Hydrocarbure - Emulseurs FILMOGENES (avec un taux d'application expérimental de 2 $l.min^{-1}.m^{-2}$)
    - Emulseurs FEUX d'Hydrocarbure - Emulseurs NON FILMOGENES (avec un taux d'application expérimental de 2.5 $l.min^{-1}.m^{-2}$)
    - Emulseurs FEUX d'ALCOOL (AR) (avec un taux d'application expérimental de 2 $l.min^{-1}.m^{-2}$ en application douce et avec un taux d'application expérimental de 5 $l.min^{-1}.m^{-2}$ en application indirecte)



En bleu : le volume d'essence C nécessaire pour chaque essai hydrocarbure
En vert : le volume d'éthanol nécessaire pour chaque essai alcool

3.1.3 Référencement des émulseurs sur le site GESIP.com

Les émulseurs référencés ont fait l'objet **d'essais encadrés :**

- Conditions météo (vent <7 m/s, température 5<T<25°C, pas pluie)
- Volume (et nature) de liquide inflammable
- Temps de « précombustion »
- Débit de solution moussante
- Mesure du temps d'extinction de 99% de la surface
- Comparaison aux valeurs issues des campagnes d'essais

Rétention de 5,40 m² utile

Pré mélangeur régulateur de débit

1 lance spécifique test feu HC

3.2 La sélection : Etape clé du cycle de vie d'un émulseur

L'émulseur est un élément clé dans la stratégie de défense incendie

Le choix d'un émulseur est une étape importante. Il se fait sur la base des conditions d'utilisation.

- Associées au risque, c'est-à-dire le type de combustible à éteindre
  - Liquides inflammables non polaires : non miscibles à l'eau (hydrocarbure)
  - Liquides inflammables polaires : caractérisés par la présence de groupements fonctionnels hydrophiles.
  - Les émulseurs sont testés principalement sur 3 solvants : heptane, isopropanol et acétone selon les normes européennes=> Vérifier l'adéquation de votre émulseur avec les solvants à éteindre. Certains émulseurs sont plus polyvalents que d'autres

- Critères de performances

EMULSEURS PROTEINIQUES: Basés sur des hydrolysats de protéines

FP	émulseurs protéiniques
FFFP	émulseurs protéiniques formant film
FFFP-AR	émulseurs protéiniques alcool résistant formant film

EMULSEURS SYNTHETIQUES: Basés sur des tensio-actifs et des solvants

S	synthétique
S-AR	synthétique alcool résistant
AFFF	Agent formant film flottant
AFFF-AR	émulseur synthétique alcool résistant formant film flottant
F3	synthétique sans fluor

Famille	Classe d'efficacité extinctrice	Niveau de résistance à la réinflammation à 25 %	Filmogène	Type d'application
AFFF (non AR)	I	C	Oui	Forte
AFFF (AR)	I	A ou B	Oui	Forte
FFFP (non AR)	I	B	Oui	Forte
FFFP (AR)	I	A ou B	Oui	Forte
FP (non AR)	II	A ou B	Non	Forte
FP (AR)	II	A ou B	Non	Forte
P (non AR)	III	B	Non	Douce
P (AR)	III	B	Non	Douce
S (non AR)	III	C	Non	Douce
S (AR)	III	C	Non	Douce
F3 (non AR)	I ou II	C	Non	Forte
F3 (AR)	I ou II	B / C	Non	Forte

Tableau A.1 — Performances types des différentes familles d'émulseurs – Norme EN 1568-3 :2018

- Compatibilité de l'émulseur avec le matériel à disposition
  - Proportionneur : Réglage de la concentration en émulseur de la solution moussante 1%, 3%, 6%
  - Viscosité du produit et taux de cisaillement
  - Mousse haut foisonnement : utilisation de couple générateur/émulseur répertorié par exemple dans le référentiel APSAD T12

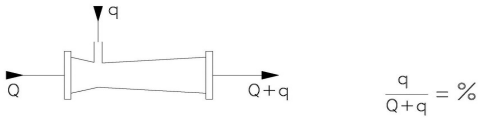
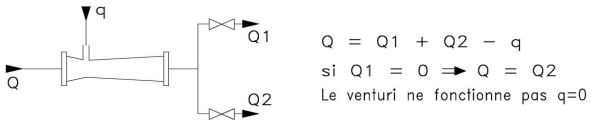
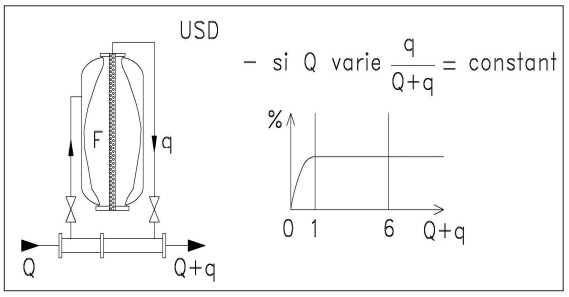
- Stockage de l'émulseur : le récipient doit répondre à plusieurs contraintes :
  - Être étanche
  - Eviter la contamination
  - Garder l'émulseur à l'abri de l'air pour empêcher notamment l'évaporation pouvant créer un déphasage …Inertage
  - Garder l'émulseur à l'abri de la lumière pour éviter le développement des bactéries (présence de polysaccharides)
  - Permettre de conserver l'émulseur à l'abri du gel…à l'exception d'émulseur résistant au gel
  - La recharge d'émulseur n'est pas conseillée : Elle doit être faite avec précaution car peut entrainer un vieillissement accéléré ou une pollution de toute la cuve.

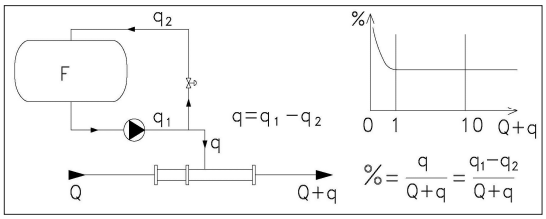
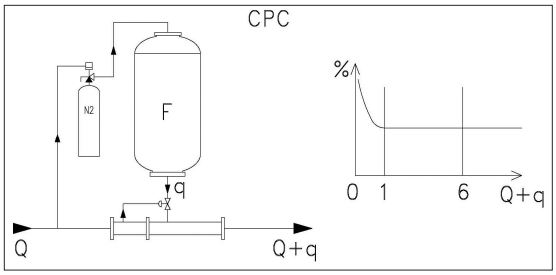
D'autres critères interviennent aussi lors de la sélection de l'émulseur :

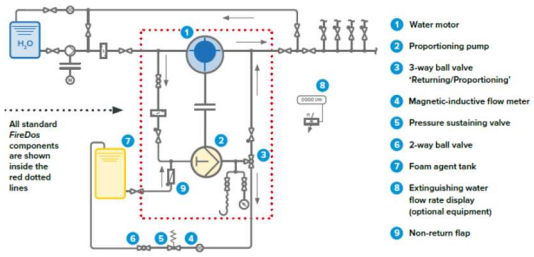
- Autonomie des sites (intervention des secours extérieurs…)
- Environnement
- Exigences réglementaires :
  - Stockage de liquides inflammables (ICPE)
  - Directive européenne environnementale

4. Systèmes de dosage : utilisation et maintenance

4.1 Les différents systèmes de dosage

Systèmes de dosage	Avantages / Inconvénients	Description
Injecteurs en ligne « Venturi »	***Les avantages :*** ▪ Peu onéreux ▪ Facile d'installation ▪ Peu de maintenance ▪ Réservoir atmosphérique (pas d'appareil sous pression) ▪ Pas de pièces mécaniques en mouvement ***Les inconvénients*** : ▪ si le débit et/ou la pression varient, la concentration n'est pas garantie *Nota : il est difficile de garantir un débit ou une pression, excepté lorsqu'une seule zone est en feu et que le scénario est garanti* ▪ Perte de charge importante (30 à 40%) ▪ Utilisation recommandée pour une seule zone	 Si le débit et la pression varient : le venturi ne fonctionne pas **q=0** 
USD (Unités de Stockage et de Dosage)	***Les avantages :*** ▪ Dosage garanti ▪ Facile d'installation ▪ Peu de maintenance ▪ Pas de pièces mécaniques en mouvement ***Les inconvénients :*** ▪ Fragile : membrane percée pour différentes raisons: ▪ Remplissage par un opérateur non qualifié ▪ Coup de bélier dans l'installation ▪ Friction de la vessie avec l'acier du réservoir	 Le dosage est garanti dans la plage de fonctionnement du proportionneur ▪ Proportionneur standard : rapport 1 à 6 (exemple 100 à 600 l/min) ▪ Proportionneur large gamme : rapport 1 à 10 (exemple 100 à 1000 l/min)

	▪ La vessie percée est invisible par l'utilisateur ▪ Appareil sous pression (DESP)	
Proportionneurs automatiques	***Les avantages :*** ▪ Dosage garanti ▪ Grande capacité de stockage en émulseur ▪ Réservoir atmosphérique (pas d'appareil sous pression) ***Les inconvénients*** : ▪ Pièces mécaniques en mouvement ▪ Entretien d'une pompe et d'un moteur (électrique ou diesel) ▪ Courant secouru pour l'électrique et garantie de démarrage et de contrôle pour le diesel ▪ Coût de maintenance élevé	 Le dosage est garanti dans la plage de fonctionnement du proportionneur de 1 à 10 (exemple : 100 à 1000 l/min)
CPC (Concentration à Pression Contrôlé)	***Les avantages*** ▪ Dosage garanti ▪ Plus de membrane ▪ Pas de pièces mécaniques en mouvement ▪ Maintenance périodique faible (contrôle visuel) ***Les inconvénients*** : ▪ Appareil sous pression (DESP) ▪ Rechargement des bouteilles après fonctionnement	 Le dosage est garanti dans la plage de fonctionnement du proportionneur 1 à 6 (exemple : 100 à 600 l/min)

Pompes hydrau-liques	***Les avantages :*** ▪ Dosage garanti ▪ Réservoir atmosphérique (pas d'appareil sous pression) ▪ Grande capacité de stockage en émulseur ▪ Dosage de 0,1 à 6% ***Les inconvénients*** : ▪ Maintenance importante (fonctionnement mensuel re-commandé par les construc-teurs) ▪ Pièces mécaniques en mou-vement	

4.2 Comment sélectionner son système de dosage ?

Petite installation 1 zone

- Injecteur en ligne

Installation moyenne (400 à 10 000 litres de stockage):

- USD (Unité de Stockage et Dosage)
- CPC (Concentration à pression contrôlée)
- Proportionneur automatique avec pompe et son moteur électrique ou diesel
- Pompe doseuse à entrainement hydraulique

Installation importante (+ de 10 000 litres de stockage):

- Proportionneur automatique avec pompe et son moteur électrique ou diesel
- Pompe doseuse à entrainement hydraulique
- Nota : l'ordre de préséance est économique (moins cher au plus cher)

5. Exemples d'utilisation

5.1 Plateformes, FPUs ou FPSOs :

- Couverture de zone de process avec de la mousse à bas foisonnement (zone à risque de feu de flaque)
- Couverture des toits des stockage cargo avec de la mousse à bas foisonnement
- Couverture de l'Helideck avec de la mousse à bas foisonnement

5.1.1 Unités de mousse à bas foisonnement :

- Unité de stockage atmosphérique et de pompage d'agent émulseur
- Boucle principale pressurisée pour distribution d'agent émulseur
- Unité déluge eau/mousse équipée d'une vanne déluge automatique et d'un dispositif de dosage d'émulseur en ligne
- Lance-Monitor à mousse / Station à mousse autonome avec lance à incendie et dévidoir

5.1.2 Unité de stockage et de pompage d'agent émulseur

- Objectif
    - Stocker l'agent émulseur (6%, 3% ou 1%) et le transférer vers les unités de dosage déportées associées à la protection de zones de feu dans les conditions de fonctionnement requises (Pression, Débit). Une autonomie de 30 min peut être requise.

- Difficultés rencontrées :
    - Choix de l'émulseur (1% / 3%, AFFF, AFFF-AR) et vérification des certificats (EN1568, UL 162, organismes de classification)
    - Encombrement, accessibilité, rechargement en émulseur
    - Choix de pompes selon les caractéristiques physiques de l'agent émulseur (e.g. corrosivité, viscosité)
    - Marge de sécurité sur le débit et la pression délivrée à des zones à demande en mousse variable
    - Quantités nécessaires pour le commissioning de l'unité

5.1.3 Unité déluge eau/mousse type avec proportionneur en ligne d'agent émulseur

- Objectif :
  - Assurer le débit et la pression opératoire requis pour satisfaire les taux d'application sur chaque équipement ou zone à protéger
  - Doser l'agent émulseur dans l'eau incendie pour obtenir la concentration minimum requise pour éviter la propagation du feu

- Difficultés rencontrées :
  - Assurer que les longueurs droites en amont et aval du proportionneur requises par le fabricant sont respectées
  - Assurer le différentiel de pression minimum au point d'injection entre alimentation eau et alimentation agent émulseur
  - Rester dans le domaine optimal de fonctionnement du proportionneur en ligne pour des systèmes en cours de conception et à demande évolutive
  - Dimensionnement de la ligne de test (type et dimensionnement des orifices de restriction reproduisant la résistance hydraulique des système desservis
  - Capacité à vérifier sur site le bon dosage en agent émulseur à la sortie du proportionneur (contrôle de débit, réfractomètre…)

5.2 Terminaux d'importation GNL :

- Déversement de mousse à haut foisonnement dans les bassins de récupération de GNL accidentellement relâché (le choix du haut foisonnement est justifié par l'apport moindre d'eau susceptible de "réchauffer" le produit répandu).

5.2.1 Unités de mousse à haut foisonnement

- Unité de stockage et de dosage d'agent émulseur
- Générateur à mousse

5.2.2 Générateur de mousse à haut foisonnement

- Objectif :
  - Réduire au minimum le taux de vaporisation du GNL collecté dans le bassin de rétention et prévenir toute inflammation accidentelle

- Mode d'action :
    - Déclenchement automatique ou manuelle sur détection confirmée de feu
    - Arrêt automatique ou manuelle du débit d'eau pour éviter de déverser de l'eau sur la mousse générée
    - Possibilité de déclencher l'unité à plusieurs reprises
- Difficultés rencontrées :
    - Générateurs / Systèmes disponibles sur le marché pas toujours adaptés pour des rétentions de petites dimensions
    - Sélection d'un agent émulseur qualifié pour des feux de GNL et « biodégradable »
    - Assurer une certaine résistance au feu des générateurs qui peuvent être exposés aux radiations d'un feu de GNL ou arroser l'arrosage du générateur
    - De plus en plus en compétition avec la solution des pains en mousse de verre pouvant flotter sur la surface du GNL collecté dans la rétention

6. Contrôles et essais

6.1 Les systèmes de dosage

6.1.1 Vérification

- Injecteur en ligne : vérification semestrielle (contrôle visuel sans manipulation)
- USD : vérification semestrielle (contrôle visuel avec manipulation), contrôle suivant DESP
- CPC : vérification semestrielle (contrôle visuel sans manipulation), contrôle suivant DESP
- Proportionneur automatique : fonctionnement de la pompe régulier, vérification semestrielle (contrôle fonctionnel avec manipulation)
- Pompe doseuse à entrainement hydraulique : fonctionnement de la pompe mensuel, vérification semestrielle (contrôle fonctionnel avec manipulation)

6.1.2 Prélèvements

- Analyses physico-chimiques
    - Permet de vérifier la composition chimique du produit
- Analyses physico-chimiques + essais feux
    - Permet de vérifier la composition chimique du produit
    - Essais de performance sur feu (0,25 m²) suivant les normes EN 1568
- Prélèvement d'échantillon :
    - Soit après avoir brassé l'émulseur (si cela est possible)
    - Soit du milieu du réservoir contenant l'émulseur
    - Soit après avoir purgé, c'est à dire : Verser d'abord 4/5 litres du produit dans un récipient séparé avant de prendre la quantité nécessaire d'échantillon dans le récipient plastique entièrement propre et sec. Puis reverser les 4/5 litres dans le container ou citerne
- Quantité nécessaire d'échantillon :
    - Analyse physico-chimique 0,5 à 1 litre
    - Essai à feu 0,25 m² (sur Heptane) 2 à 3 litres (émulseur 3%)
- Préconisation
    - Annuelle

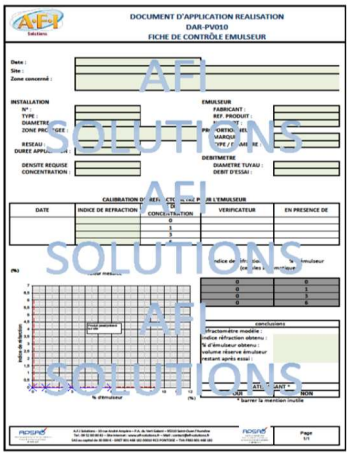
6.1.3 Essais

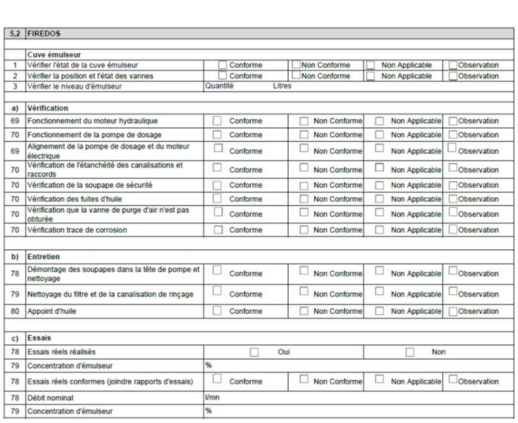
- Mesure de concentration
    - Permet de tester le % d'émulseur dans le prémélange (après dosage), plusieurs tests possibles :
        - Réfractomètre
        - Conductivimètre
        - En laboratoire (envoyer échantillon) par mesure de l'extrait sec
- Mise en œuvre
    - Souvent réalisée sur une canne d'essais fixe (recommandée) ou provisoire
    - Mise en place d'un débitmètre sauf si fixe existant

- Prélèvement d'un ou plusieurs échantillons (suivant la plage de fonctionnement de l'installation)
- Mesure de concentration, mesure d'autonomie
- Rapport de test
- Nota : Sur les pompes doseuses un système d'essais permet la mesure du débit l'émulseur par une canne d'essais renvoyée à la cuve

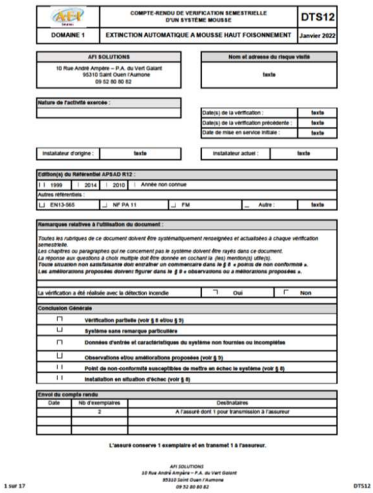
- Essais réels
  - Permet de tester la totalité de la chaine (pompe, système d'injection, réseau, débitant)
  - Suivant les réglementations à réaliser : tous les ans, tous les 3 ans ou sans préconisation
- Autres
  - Test en usine de vos appareils sur bancs d'essais (injecteur, proportionneur…)

6.1.4 Traçabilité des contrôles et essais


DOCUMENT D'APPLICATION REALISATION
DAR-PV010
FICHE DE CONTRÔLE EMULSEUR


5.2 FIREDOS

	Cuve émulseur				
1	Vérifier l'état de la cuve émulseur	☐ Conforme	☐ Non Conforme	☐ Non Applicable	☐ Observation
2	Vérifier la position et l'état des vannes	☐ Conforme	☐ Non Conforme	☐ Non Applicable	☐ Observation
3	Vérifier le niveau d'émulseur	Quantité	Litres		
a)	Vérification				
69	Fonctionnement du moteur hydraulique	☐ Conforme	☐ Non Conforme	☐ Non Applicable	☐ Observation
70	Fonctionnement de la pompe de dosage	☐ Conforme	☐ Non Conforme	☐ Non Applicable	☐ Observation
69	Alignement de la pompe de dosage et du moteur électrique	☐ Conforme	☐ Non Conforme	☐ Non Applicable	☐ Observation
70	Vérification de l'étanchéité des canalisations et raccords	☐ Conforme	☐ Non Conforme	☐ Non Applicable	☐ Observation
70	Vérification de la soupape de sécurité	☐ Conforme	☐ Non Conforme	☐ Non Applicable	☐ Observation
70	Vérification des fuites d'huile	☐ Conforme	☐ Non Conforme	☐ Non Applicable	☐ Observation
70	Vérification que la vanne de purge d'air n'est pas obturée	☐ Conforme	☐ Non Conforme	☐ Non Applicable	☐ Observation
70	Vérification trace de corrosion	☐ Conforme	☐ Non Conforme	☐ Non Applicable	☐ Observation
b)	Entretien				
78	Démontage des soupapes dans la tête de pompe et nettoyage	☐ Conforme	☐ Non Conforme	☐ Non Applicable	☐ Observation
79	Nettoyage du filtre et de la canalisation de rinçage	☐ Conforme	☐ Non Conforme	☐ Non Applicable	☐ Observation
80	Appoint d'huile	☐ Conforme	☐ Non Conforme	☐ Non Applicable	☐ Observation
c)	Essais				
78	Essais réels réalisés	☐ Oui		☐ Non	
79	Concentration d'émulseur	%			
78	Essais réels conformes (joindre rapports d'essais)	☐ Conforme	☐ Non Conforme	☐ Non Applicable	☐ Observation
78	Débit nominal	l/mn			
79	Concentration d'émulseur	%			


COMPTE-RENDU DE VERIFICATION SEMESTRIELLE D'UN SYSTEME MOUSSE
DTS12
DOMAINE 1 — EXTINCTION AUTOMATIQUE A MOUSSE HAUT FOISONNEMENT — Janvier 2022

6.2 Contrôle de l'efficacité de l'émulseur

- **Contrôler l'efficacité de son émulseur durant tout son cycle de vie à partir de l'achat est indispensable : l'émulseur est un produit « vivant ».**

Nota : Garantie fabricant : en général entre cinq et dix ans dans son emballage d'origine.

La durée de vie d'un émulseur dépend :

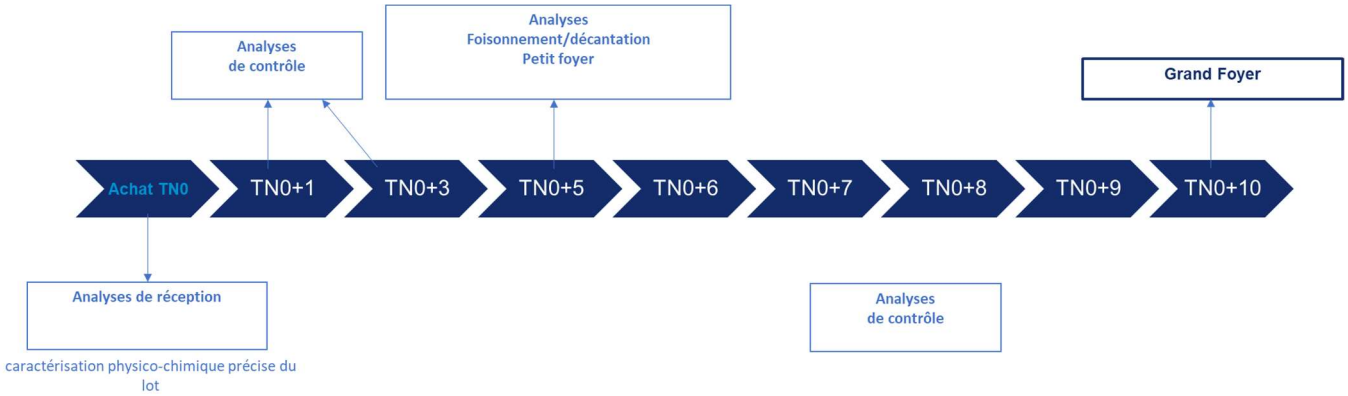
- De la nature de l'émulseur (constituant…)
- De l'environnement de stockage (gel-dégel, amplitude thermique, risque de contamination, retour d'eau…)
- Du contenant de l'émulseur (nature, étanchéité…)

- **Rédaction de protocoles adaptés à chaque installation, à ses risques, à son environnement.**

Plusieurs étapes choisies en fonction :

- De la famille de l'émulseur,
- Du type de foisonnement

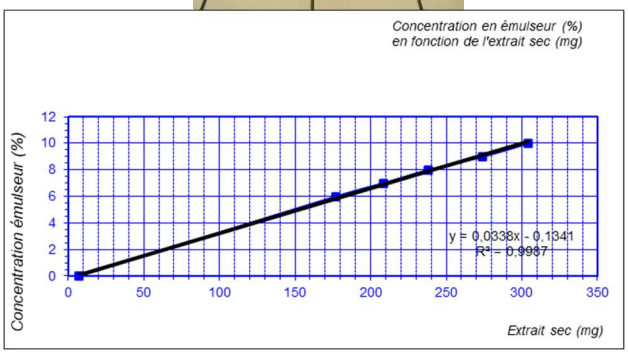
- Du type d'installation
- Du risque à couvrir
- De l'âge de l'émulseur



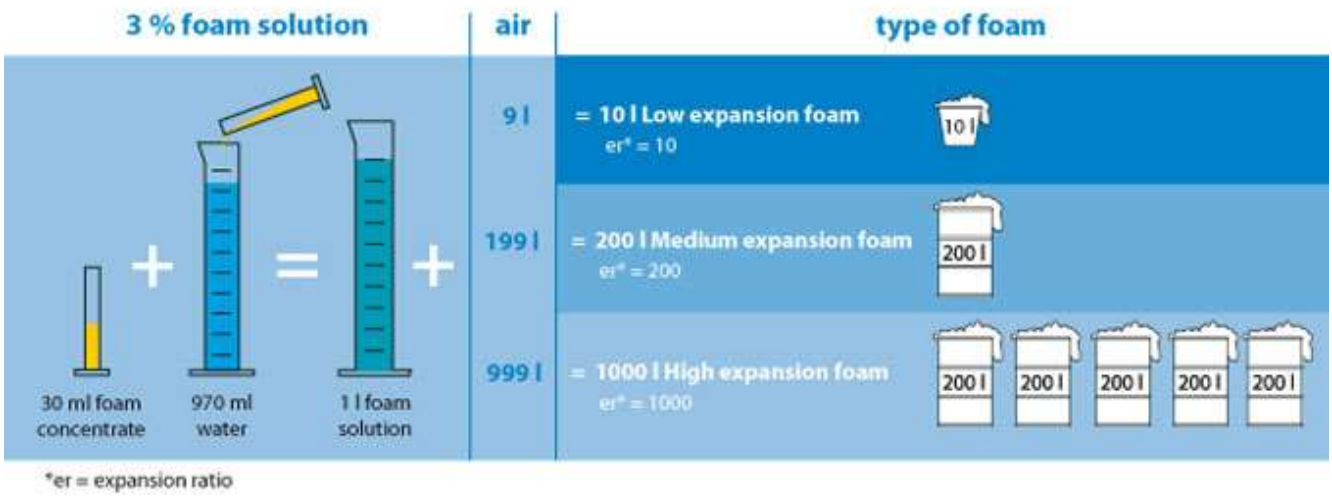
Analyses physico-chimiques

Les caractéristiques contrôlées sont choisies en fonction de la famille de l'émulseur.

- Comparaison des propriétés de l'émulseur :
  - Aux données du fabricant
  - Aux données d'émulseurs de la même famille
  - Aux valeurs mesurées à l'occasion des essais de conformité à la norme NF EN 1568 (si existante).
- Exemple d'analyses physico-chimiques :
  - Aspect: Couleur, homogénéité, déphasage...
  - Odeur
  - Masse volumique à 20°C (kg.m-3)
  - pH à 20°C
  - Tension superficielle (mN/m)
  - Tension interfaciale (mN/m)
  - Mise en évidence du film
  - Mise en évidence du gel
  - Viscosité dynamique à 20°C (mPa.s)
  - Point de congélation
  - % de sédiment
  - Concentration en solution moussante…



- **Mesure du taux de foisonnement et du temps de décantation, EN 1568-1 à -4 :2018**



- **Essais feux à petit échelle (0.25m2), EN 1568-3 ou-4 annexe I**
- **Essais de performances au feu (selon les normes EN 1568-1 à 4)**

7. REX exploitants / Contraintes économiques

7.1 Etat des lieux

Les émulseurs généralement utilisés aujourd'hui présentent une base comportant des tensioactifs fluorés (PFAS) leur conférant des propriétés filmogènes, une facilité d'épandage rapide et une forte efficacité sur les feux de classe B.

Quelques chiffres :

- Environ 18000 tonnes vendues dans l'UE chaque année.
- Part de l'industrie pétrochimique : 59%

La problématique des PFAS :

Les **PFAS** (Substances Per- et polyfluoroalkylées) forment une famille de milliers de produits chimiques à liaison carbone-fluor fabriqués par l'homme.

On distingue globalement **des PFAS polymères et des PFAS non-polymères,** ces derniers étant les plus utilisés.

Les PFAS sont définis comme suit : Toute substance contenant au moins un carbone entièrement fluoré de type méthyle (CF3) ou méthylène (CF2) (sans H/Cl/Br/I attaché) (Définition égale à celle de l'OCDE (2021))

Ces molécules sont persistantes dans l'environnement (qualifiées de "polluant éternel"), en particulier dans l'eau potable => volonté européenne de supprimer ces molécules

Evolution en cours de la réglementation européenne : la proposition de restriction couvre toutes les substances contenant des PFAS tels que définis ci-dessous en tant que constituants (y compris en tant qu'impureté ou additif) et dans les mélanges.

Concernant les mousses incendie

- Les mousses anti-incendie qui contiennent des PFOS sont interdites à la vente et à l'utilisation depuis le 27 juin 2011.
- Les émulseurs mis sur le marché après juillet 2020 ne doivent pas contenir de PFOA (au-dessus du seuil de 25 ppb)
    - Les mousses anti-incendie qui contiennent des PFOS sont interdites à la vente et à l'utilisation depuis le 27 juin 2011.
    - Les émulseurs mis sur le marché après juillet 2020 ne doivent pas contenir de PFOA (au-dessus du seuil de 25 ppb)

7.2 Suivi qualité des émulseurs sur les sites, tests et exercices

7.2.1 Suivi qualité

Les retours d'expérience font état de disparité de pratiques sur état des lieux et possibilités => effort attendu de la profession pour aligner ces sujets

- Contrôles qualité annuels classiques réalisés de manière systématique
- Mise à disposition de contrôle de spécification complète en fonction des composés fluorés et taux en présence => Conformité de compatibilité

7.2.2 Tests et exercices

- Contrôles par les autorités des débits de DCI réels et d'efficacité des émulseurs (taux d'application, foisonnement, …)
- Rares tests en émulseurs avec présence de composés fluorés
    - Limités par non-conformité des rejets en sortie d'ICPE
    - Limités par difficulté de contenir tous les rejets & coûts destruction importants
- Tests avec émulseurs « bio » possibles : piquage sur boucle DCI
    - Limité à essai couverture cuvette (pas en bac !)
    - Achats d'émulseurs bio (compatible STEP et rejets)
    - DCI disposant de modes manuels et gestion scénarios ségrégués

7.3 Achats, fin de vie, transition

De nombreuses questions se posent aujourd'hui sur l'évolution attendue vis-à-vis des PFAS, impactant entre autres les politiques d'achat / remplacement des émulseurs sur les sites

- Temporalité d'achat vs présence composés fluorés (C8 ou C6)
    - Majorité à changer en 2025
    - Certains valables jusqu'en 2030 voire 2032 (période de transition), mais nécessitant la récupération et la destruction des eaux d'extinction "fluorées"
- Besoins importants à l'échéance de 2025 : Inquiétude concernant la disponibilité de produits certifiés et compatibles via fournisseurs

La gestion de la fin de vie de ces émulseurs est un sujet sensible sur les sites pétroliers et pétrochimiques :

- Stock renouvelé partiellement au fil des années
- Échéance différente de renouvellement pour un même site
- Voies de réutilisation très limitée
- Coût de destruction important

La transition vers les émulseurs F3 (Fluorine Free Foam) est à anticiper dès aujourd'hui :

- Obligation de nettoyage - décontamination pour les réservoirs de stockage, les tuyauteries et les équipements mousse (systèmes de dosage, diffuseurs, …) afin d'éliminer toute trace de contamination d'émulseurs C8 et C6.
- Adaptations possibles du taux et de la durée d'application avec nouveaux émulseurs sans fluor : l'adaptabilité « rapide » des installations n'est pas avérée, avec un possible impact sur le système DCI actuel
- Test d'efficacité des nouveaux émulseurs F3 encore à l'étude (certification) : Démonstration et reconnaissance réglementaire des performances des nouveaux émulseurs sans fluor particulièrement performants en cours (cf. Campagne d'essais organisé par GESIP en lien directe avec l'Administration)

7.4 Questionnements et incertitudes chez les exploitants

Les autorités sont aujourd'hui sensibilisées aux difficultés anticipées de respect des calendriers avec entre autres la concomitance de la fin des PFAS et des arrêtés consécutifs à l'accident de Lubrizol :

- *Arrêté du 24 septembre 2020 relatif au stockage en récipients mobiles de liquides inflammables, exploités au sein d'une installation classée pour la protection de l'environnement soumise à autorisation*
- *3 arrêtés du 22 septembre 2021 dits Arrêtés post Rouen*

Cependant la temporalité des échéances réglementaires reste à être confirmée, avec la réalité du terrain et les cadrages techniques préalables (essais, certifications, normes, …).

La réglementation française est peut sembler minorante concernant les taux d'application et les durées d'extinction (et donc du dimensionnement des réserves d'émulseur). Aujourd'hui, l'enjeu est de confirmer les performances des émulseurs sans fluor afin de réviser les guides professionnels tout en limitant l'impact sur les industriels devant prendre en compte ces évolutions dans leurs installations. En parallèle le 2ème enjeu sera la

mise en œuvre de la transition en émulseur avec la décontamination des installations et la destruction des "anciens" émulseurs fluorés, selon le calendrier fixé par la réglementation européenne en cours de définition.

Un impact financier est attendu chez les exploitants, intégrant notamment des coûts de :

- CAPEX : Modification potentielles des DCI (selon les performances et les caractéristiques des nouveaux émulseurs sans fluor)
- OPEX : Achats nouveaux émulseurs, destruction des existants, nettoyage/rinçage des installations voire modifications

8. Vers les émulseurs de demain

Certains composes fluorés PFOS et PFOA (C8) sont reconnus :

- Persistants dans l'environnement
- Bioaccumulables dans les êtres vivants
- Toxiques pour les animaux et les humains

Analytical Results

Sub-Matrix: **WATER**			Client sample ID	IBC TANK 1 FFF15		IBC 2 ! AFFF15		FLORIAN 12 AFFF15	
			Laboratory sample ID	PR2289957001		PR2289957002		PR2289957003	
			Client sampling date / time	07-Sep-2022		07-Sep-2022		07-Sep-2022	
Parameter	*Method*	*LOR*	*Unit*	**Result**	**MU**	**Result**	**MU**	**Result**	**MU**
Perfluorinated Compounds									
Perfluorooctanoic acid (PFOA)	W-PFCLMS02	0.0050	µg/L	305	± 30.0%	4880	± 30.0%	326	± 30.0%
Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS)	W-PFCLMS02	0.0050	µg/L	<25.0	---	255	± 30.0%	149	± 30.0%
6:2 Fluorotelomer sulfonic acid (6:2 FTS)	W-PFCLMS02	0.010	µg/L	150000	± 40.0%	194000	± 40.0%	145000	± 40.0%

Sub-Matrix: **WATER**			Client sample ID	FLORIAN 18 AFFF15		FLORIAN 24 AFFF15		CRD CE U W A106	
			Laboratory sample ID	PR2289957004		PR2289957005		PR2289957006	
			Client sampling date / time	07-Sep-2022		07-Sep-2022		07-Sep-2022	
Parameter	*Method*	*LOR*	*Unit*	**Result**	**MU**	**Result**	**MU**	**Result**	**MU**
Perfluorinated Compounds									
Perfluorooctanoic acid (PFOA)	W-PFCLMS02	0.0050	µg/L	638	± 30.0%	778	± 30.0%	986	± 30.0%
Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS)	W-PFCLMS02	0.0050	µg/L	130	± 30.0%	<25.0	---	12100	± 30.0%
6:2 Fluorotelomer sulfonic acid (6:2 FTS)	W-PFCLMS02	0.010	µg/L	132000	± 40.0%	115000	± 40.0%	757	± 40.0%

- Les PFAS C8 sont remplacés par des chaînes fluorées plus courtes (C6)
- Les PFAS C6 sont moins bioaccumulables, mais extrêmement persistants et plus mobiles vs C8 *(source : ARCADIS)*

8.1 Impact environnemental : quelques exemples

8.1.1 Pollution du lac Michigan

Prélèvement effectué en bordure du Lac en juillet 2017 :

- Présence d'acide perfluorooctanesulfonique (PFOS) à des concentrations pouvant atteindre 156 000 parties par billion (ppb)
- Soit environ 13 000 fois la limite fixée par le Michigan à 12 ppb pour le PFOS dans les eaux de surface telles que les lacs, les rivières et les ruisseaux
- Depuis 2019 : toutes utilisation d'émulseur PFAS doit être signalé à l'Etat. Etablissement d'un programme de récupération des émulseurs PFAS.
- Depuis 2020 : interdiction de l'utilisation des PFAS pour l'entrainement
- Passage obligatoire aux F3 en 2024 pour l'armée

8.1.2 Suède : Les villes de Kallinge et Ronneby interdisent les PFAS

5 000 résidents ont été informés en décembre 2013 que leur eau potable était contaminée par un produit chimique PFAS désormais interdit.

La source de la contamination était un site d'entraînement à la lutte contre les incendies dans une base aérienne proche.

8.2 Destruction des PFAS : des processus en cours de développement

Actuellement, Destruction thermique à haute température 1500 °C

De nouvelles techniques sont en cours de développement :

- Supercritical water oxydation
- Plasma réactor (eau + électricité + gaz Argon)

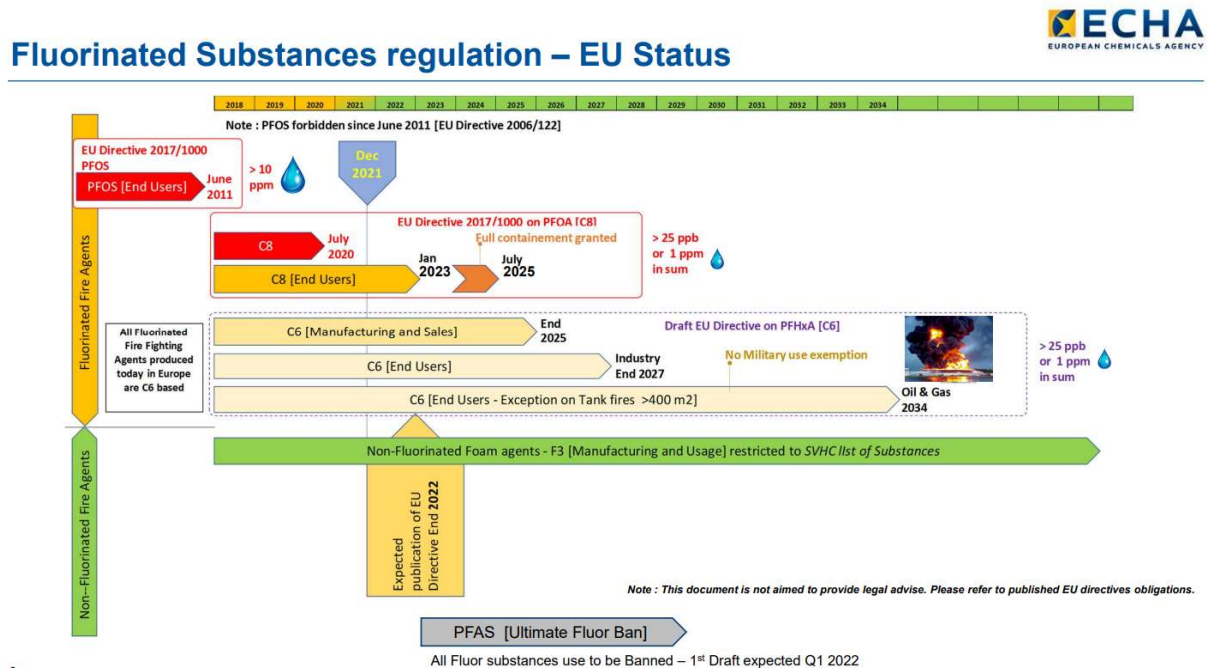
8.3 Vers des émulseurs sans fluor dans de nombreux pays

- Australie : PFAS sont bannis en Australie du Sud depuis 2018
- USA : PFAS sont reglementés dans 23 États. PFAS sont interdits à la vente dans les Etats de Washington (juil 2018) et Californie (jan 2022)
- En Suède, the Swedish Chemicals Agency (KEMI) oblige les entreprises de lister les informations concernant les PFASs à partir de février 2020
- Allemagne : Etat de Baden Wurttemberg recommande aux brigades SP d'éliminer tous les émulseurs fluorés à partir du 31.12.2020
- ECHA : projet interdiction utilisation des émulseurs fluorés devrait voir le jour en 2023
- US National Defence Authorisation Act (2023 : FFF MILSpec devra être disponible, 2024 : émulseurs fluorés vont être interdits)

8.4 Quelles obligations à venir en Europe ?

8.4.1 Une échéance qui se rapproche

Le schéma du dessous détaille le calendrier des restrictions interdictions.



8.4.2 Transition vers les émulseurs FFF

- **Composition des émulseurs sans fluor (FFF) :**

- Facilement Biodégradable selon l'OCDE 301
- Sans ingrédients toxiques pour l'environnement :
  - Sans PFAS
  - Sans Siloxane
  - Sans Silicone

- **Protocole**

- Remarques préalables :
  - Des propositions de protocole de transition des installations existantes sont actuellement à l'étude, afin de permettre leur réutilisation avec des émulseurs FFF. Cependant le risque de contamination doit être considéré, dans la mesure où le seuil de PFAS accepté pour les installations ayant contenu des PFAS n'est pas encore fixé par la réglementation.
  - Certains protocoles proposent entre autres un rinçage à l'eau chaude permettant alors un relargage superficiel du fluor "libre". Cependant, le fluor fixé dans le matériau ne se fixera pas sur l'eau chaude et se relarguera ensuite au fur et à mesure du temps contaminant ainsi le nouvel émulseur. Une analyse d'eau de rinçage à un instant t n'est donc pas suffisamment pertinente pour s'assurer de la qualité du contenant.

- Sous réserve des remarques préalables ci-dessus et de la prise en compte de la réglementation future, un protocole devra a minima comprendre les étapes suivantes :
  - Vidange de l'émulseur du réservoir
  - Plusieurs rinçages du réservoir et de tous les équipements associés à l'injection et la distribution de l'émulseur et de la solution moussante (si possible à l'eau chaude) et brossage
  - Analyse des eaux de rinçage en laboratoire pour confirmer l'absence de PFAS
  - Remplissage des réservoirs avec émulseur sans fluor
  - Test des équipements
  - Destruction de l'AFFF / AFFF-AR

9. Conclusion

Le comité HSES EVOLEN suit de près l'évolution de la réglementation émulseurs FFF qui aura sans nul doute un impact technico-économique significatif sur nos installations industrielles.

Nous vous donnons rendez-vous en 2024 pour faire le point sur les émulseurs de demain avec notre prochain WEBIMAR :

EMULSEURS – Volet 2

Vers des émulseurs sans PFAS: Impact et efficacité

- Emulseurs de demain : où en sommes-nous ?
- Evolutions réglementaire et technologique
- Contrôles et essais : impact et efficacité
- Installations en place : comment les conserver ?
- REX des utilisateurs

DECOUVREZ LA PROGRAMMATION DE NOTRE PROCHAIN ATELIER SUR :

https://www.evolen.org/

10. Références et contributeurs

- Interventions lors du WEBINAR du 15 novembre 2022 : **« Emulseurs : facteurs clés pour une protection incendie réussie ».**
  - REX exploitation / contraintes économiques
    - *Bruno Pierrine – POEZL - bruno.pierrine@poezl.com*
  - Emulseurs : quelles normes et réglementations ?
    - *Philippe BICHON / Gilles ROURE – AI GROUP – g.roure@ai-group.fr*
    - *Isabelle DEGUERRY – CNPP - Isabelle.Deguerry@cnpp.com*
    - *David AUDOUIN – GESIP - d.audouin@gesip.com*
  - Quel émulseur pour quelle installation ?
    - *David AUDOUIN – GESIP - d.audouin@gesip.com*
    - *Isabelle DEGUERRY – CNPP - Isabelle.Deguerry@cnpp.com*
    - *Philippe MONTROCHER – SAIPEM - Philippe.MONTROCHER@saipem.com*
    - *Jérôme MENARD - AFI Solutions - j.menard@afi-solutions.fr*
  - Contrôles et essais
    - *Isabelle DEGUERRY – CNPP - Isabelle.Deguerry@cnpp.com*
    - *Olivier HOULBERT – BIO-EX - olivier.houlbert@bio-ex.fr*
  - Vers les émulseurs de demain
    - *Olivier HOULBERT – BIO-EX - olivier.houlbert@bio-ex.fr*

- Organisation webinar et préparation de cette publication synthétisant les différentes interventions
    - *Judith Auphelle – IFP Training – Judith.auphelle@ifptraining.com*
    - *Patrick Vieira – Sensotop - patrick@sensotop.com*