

Document de synthèse relatif à une Barrière  
Technique de Sécurité (B.T.S.)

**Moyens fixes de lutte contre l'incendie –  
Stockages de liquides inflammables et de gaz  
inflammables liquéfiés**

DRA-16-156884-04985B

Novembre 2016

**INERIS**

maîtriser le risque |  
pour un développement durable |



## **Document de synthèse relatif à une Barrière Technique de Sécurité (B.T.S.)**

Type d'installation : Stockages de liquides inflammables et de gaz  
inflammables liquéfiés

Nom du dispositif : Moyens fixes de lutte contre l'incendie

Document élaboré par : l'INERIS

Personnes ayant participé à l'étude : Marion DEMEESTERE  
Patricia KUKUCZKA  
Benjamin TRUCHOT





## PREAMBULE

Les documents de synthèse relatifs à une barrière de sécurité sont la propriété de l'INERIS. Il n'est accordé aux utilisateurs qu'un droit d'utilisation n'impliquant aucun transfert de propriété.

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur, ainsi que des pratiques et méthodologies développées par l'INERIS. Bien que l'INERIS s'efforce de fournir un contenu fiable, il ne garantit pas l'absence d'erreurs ou d'omissions.

Ce rapport est destiné à des utilisateurs disposant de compétences professionnelles spécifiques dans le domaine des risques accidentels. Les informations qu'il contient n'ont aucune valeur légale ou réglementaire. Ce sont des informations générales. Elles ne peuvent, en aucun cas, répondre aux besoins spécifiques de chaque utilisateur. Ces derniers seront donc seuls responsables de l'utilisation et de l'interprétation qu'ils feront des rapports. De même, toute modification et tout transfert de ces documents se feront sous leur seule responsabilité.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra, en aucun cas, être engagée à ce titre.

	Rédaction	Relecture	Vérification	Approbation
NOM	Marion DEMEESTERE	Ahmed ADJAJ	Valérie DE DIANOUS Frédéric MERLIER	Sylvain CHAUMETTE
Qualité	Ingénieur à l'unité Quantification des Risques et performance des Barrières (QRIB)  Direction des Risques Accidentels	Responsable du Programme d'Appui DRA73 unité Quantification des Risques et performance des Barrières (QRIB)  Direction des Risques Accidentels	Responsable de l'unité Quantification des Risques et performance des Barrières (QRIB)  Délégué Appui à l'Administration  Direction des Risques Accidentels	Responsable du pôle Analyse et Gestion Intégrée des Risques (AGIR)  Direction des Risques Accidentels
Visa				

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>5</b>
1.1 Scénarios redoutés et fonctions de sécurité.....	5
1.2 Différents types de protection.....	6
1.2.1 Protection passive.....	6
1.2.2 Protection active.....	6
1.3 Différents types d'agents extincteurs.....	7
1.4 Champ et contenu de la fiche.....	7
<b>2. DESCRIPTION D'UN RÉSEAU INCENDIE – CAS GÉNÉRAL.....</b>	<b>9</b>
2.1 Description générale.....	9
2.2 Réserve d'eau et pomperie.....	10
2.3 Réseau maillé.....	11
2.4 Consommateurs d'eau.....	12
2.4.1 Généralités.....	12
2.4.2 Réseau déluge.....	12
2.4.3 Rideaux d'eau.....	13
2.4.4 Brouillards d'eau.....	14
2.4.5 Lances monitors et hydrants.....	15
2.5 Cas de l'utilisation de mousse.....	15
2.5.1 Généralités.....	15
2.5.2 Réserve d'émulseur et réseau mousse.....	17
2.5.3 Systèmes de pré-mélange.....	18
2.5.4 Générateurs et distributeurs de mousse.....	18
<b>3. CAS DES STOCKAGES DE LIQUIDES INFLAMMABLES ET DE GAZ INFLAMMABLES LIQUÉFIÉS.....</b>	<b>21</b>
3.1 Réglementation et normes associées.....	21
3.1.1 Introduction.....	21
3.1.2 Liquides inflammables.....	21
3.1.3 Gaz inflammables liquéfiés.....	22
3.2 Moyens de refroidissement d'un stockage soumis à un rayonnement thermique.....	23
3.2.1 Bacs de stockage de liquides inflammables.....	23

3.2.2	Sphères/cigares de stockage de gaz inflammables liquéfiés .....	24
3.3	Moyens d'extinction d'un bac en feu.....	26
3.3.1	Généralités .....	26
3.3.2	Bacs à double paroi .....	26
3.3.3	Bacs à toit conique (fixe).....	27
3.3.4	Bacs à toit flottant .....	28
3.3.5	Bacs à écran flottant .....	29
3.4	Extinction d'une cuvette en feu.....	29
3.5	Extinction d'un feu de gaz inflammable liquéfié .....	30
<b>4.</b>	<b>ELÉMENTS DE DIMENSIONNEMENT .....</b>	<b>31</b>
4.1	Dimensionnement d'une installation fixe de lutte contre l'incendie .....	31
4.1.1	Généralités .....	31
4.1.2	Grands principes.....	32
4.2	Cas des stockages de liquides inflammables et de gaz inflammables liquéfiés .....	34
4.2.1	Généralités .....	34
4.2.2	Refroidissement.....	34
4.2.3	Extinction d'un bac ou d'une cuvette en feu.....	35
4.2.4	Extinction d'un feu de gaz inflammable liquéfié .....	37
<b>5.</b>	<b>ELÉMENTS D'ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE .....</b>	<b>39</b>
5.1	Introduction.....	39
5.2	Efficacité.....	40
5.3	Temps de réponse.....	42
5.4	Niveau de confiance .....	43
5.4.1	Défaillances potentielles .....	43
5.4.2	Tests et maintenance.....	46
5.4.3	Gestion de l'indisponibilité .....	46
5.4.4	Niveau de confiance du système fixe de lutte contre l'incendie .....	46
5.4.5	Synthèse.....	47
<b>6.</b>	<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>49</b>
<b>7.</b>	<b>LISTE DES ANNEXES .....</b>	<b>51</b>



# **1. INTRODUCTION**

## **1.1 SCÉNARIOS REDOUTÉS ET FONCTIONS DE SÉCURITÉ**

La mise en place d'une stratégie de lutte contre l'incendie permet de faire face aux incendies susceptibles de se produire dans des installations de stockage de substances inflammables de type bacs ou sphères, unités de process, entrepôts, etc. Dans la mesure du possible, l'exploitant doit s'assurer de la disponibilité des moyens (fixes et/ou mobiles) nécessaires au refroidissement des équipements et à l'extinction de scénarios de référence.

Les scénarios de référence sont propres à l'équipement à protéger. Par exemple, les scénarios de référence pour les bacs de liquides inflammables sont les suivants<sup>1</sup> :

- feu du bac nécessitant les moyens les plus importants de par son diamètre et la nature du liquide inflammable stocké ;
- feu dans la rétention, surface des bacs déduite, nécessitant les moyens les plus importants de par sa surface, son emplacement, son encombrement en équipements et la nature des liquides inflammables contenus ;
- feu de récipients mobiles de liquides inflammables ou d'équipements annexes aux stockages dont les effets sortent des limites du site.

Les moyens de lutte contre l'incendie visent à refroidir des équipements à proximité de l'incendie afin d'en limiter la propagation et de maîtriser l'incendie, c'est-à-dire d'en limiter les effets thermiques et à terme de l'éteindre.

Dans la suite de cette fiche, on entend par opérations d'extinction l'ensemble des actions qui concourent à :

- préserver les installations participant à la lutte contre l'incendie ;
- réduire le flux thermique émis par l'incendie par la mise en œuvre de moyens adaptés aux risques à couvrir ;
- éteindre l'incendie ;
- maintenir un dispositif de prévention en vue d'une éventuelle reprise de l'incendie à l'issue de la phase d'extinction totale.

Les opérations de refroidissement consistent quant à elles à protéger les installations susceptibles de propager le sinistre ou d'en augmenter ses effets.

---

<sup>1</sup> Arrêté du 03/10/2010 modifié

## 1.2 DIFFÉRENTS TYPES DE PROTECTION

### 1.2.1 PROTECTION PASSIVE




Une protection contre le feu est dite passive si elle est mise en œuvre sans nécessiter un apport d'énergie (ex : intervention humaine, action mécanique). Les distances de sécurité entre unités, l'espacement entre les équipements, les constructions résistantes au feu sont des formes de protection passive. Ce type de protection, essentiel au sein d'une installation industrielle, n'est pas traité plus en détail dans le présent document.

### 1.2.2 PROTECTION ACTIVE

L'autre catégorie de protection contre le feu, qualifiée d'active, met en œuvre les systèmes de refroidissement et/ou d'extinction à eau, mousse, poudre, etc. En pratique, l'ensemble des techniques de lutte contre l'incendie (protection active et protection passive) peuvent être combinées afin d'adapter au mieux les solutions de protection par rapport au scénario identifié.

On distingue trois types d'équipements de lutte contre l'incendie : les systèmes fixes, semi-fixes et mobiles. Le tableau ci-dessous précise les caractéristiques de chaque système.

Tableau 1: Différents types d'équipements de lutte contre l'incendie

Systèmes fixes	Systèmes semi-fixes	Moyens mobiles
Installés en permanence Connectés à une source d'agent extincteur (eau, mousse, gaz inerte / inhibiteur, poudre)	Installés en permanence Non connectés à une source d'agent extincteur (connexion effectuée par du personnel entraîné)	Amenés sur le lieu de l'incendie et mis en œuvre manuellement
Exemples : Déluge, rideau d'eau, lance monitor, système d'extinction CO <sub>2</sub> , etc.	Exemples : Poteau incendie, robinet d'incendie armé, colonne sèche, etc.	Exemples : Queue de paon, lance incendie
 Source : IFP Training	 Source : IFP Training	 Source : IFP Training



### **1.3 DIFFÉRENTS TYPES D'AGENTS EXTINCTEURS**

Selon le type de combustible impliqué, le mode d'application envisagé, les moyens à disposition de l'exploitant, etc, différents agents extincteurs peuvent être utilisés : l'eau, la mousse, la poudre, les gaz inertes / inhibiteurs. Chaque agent agit selon des modes d'action qui lui sont propres (refroidissement, étouffement, etc). Dans la suite de la fiche, l'expression « agent extincteur » est utilisée quel que soit le mode d'action impliqué.

Le choix de l'agent extincteur et du type d'équipement de protection active fait partie intégrante de la détermination de la stratégie de lutte contre l'incendie.

### **1.4 CHAMP ET CONTENU DE LA FICHE**

La présente fiche traite des systèmes fixes de lutte contre l'incendie à eau et à mousse, de façon générale et en abordant plus particulièrement les installations de stockage de liquides inflammables (LI) et de gaz inflammables liquéfiés (GIL). Les éléments couverts par la fiche sont les suivants :

- description d'un réseau incendie (tous types d'installations) – eau et mousse (chapitre 2) ;
- éléments réglementaires et normatifs dans le cas des stockages de liquides inflammables et gaz inflammables liquéfiés (chapitre 3) ;
- éléments de dimensionnement, de façon générale et dans le cas des stockages de liquides inflammables et gaz inflammables liquéfiés (chapitre 4) ;
- éléments d'évaluation de la performance (chapitre 5).

Une installation fixe de lutte contre l'incendie est constituée d'éléments de détection de l'incendie (détecteurs de flammes ou de fumées), d'une centrale de traitement de l'information (type centrale feu ou automate programmable de sécurité) et d'une série d'actionneurs destinés à amener l'agent extincteur aux endroits appropriés (depuis la réserve d'eau jusqu'aux pulvérisateurs, en passant par les pompes et les vannes). Cette fiche ne couvre que les actionneurs en jeu dans une installation fixe de lutte contre l'incendie.



## **2. DESCRIPTION D'UN RÉSEAU INCENDIE – CAS GÉNÉRAL**

### **2.1 DESCRIPTION GÉNÉRALE**

Lorsque l'agent extincteur utilisé est de l'eau, une installation de protection fixe contre l'incendie comprend classiquement :

- les systèmes de détection et d'alarme (hors champ de cette fiche) ;
- les systèmes de traitement de l'information (hors champ de cette fiche) ;
- la réserve d'eau incendie ;
- la pomperie (pompes principales et pompes jockey) ;
- le réseau maillé sectionnable d'eau incendie ;
- les consommateurs :
  - réseau déluge constitué d'un réseau sec, d'une vanne déluge et de pulvérisateurs ;
  - réseau sprinkler<sup>2</sup> constitué d'un réseau humide en appui sur des bouchons fusibles qui se rompent sous l'effet de la chaleur ;
  - rideau d'eau, utilisant la technologie des systèmes déluge ;
  - brouillard d'eau, utilisant la technologie des systèmes déluge ;
  - lance monitor ;
  - hydrant (poteau incendie) associé à des lances mobiles.

Quand le système entre en fonctionnement, les vannes déluges s'ouvrent (ou sont ouvertes) et l'eau est envoyée vers les pulvérisateurs qui la projettent sur l'équipement à protéger.

Dans le cas où de la mousse est également utilisée, l'installation de protection fixe est complétée par :

- la réserve d'émulseur centralisée ou des réserves dédiées ;
- le système de pré-mélange ;
- les générateurs et les distributeurs de mousse (type boîtes à mousse).

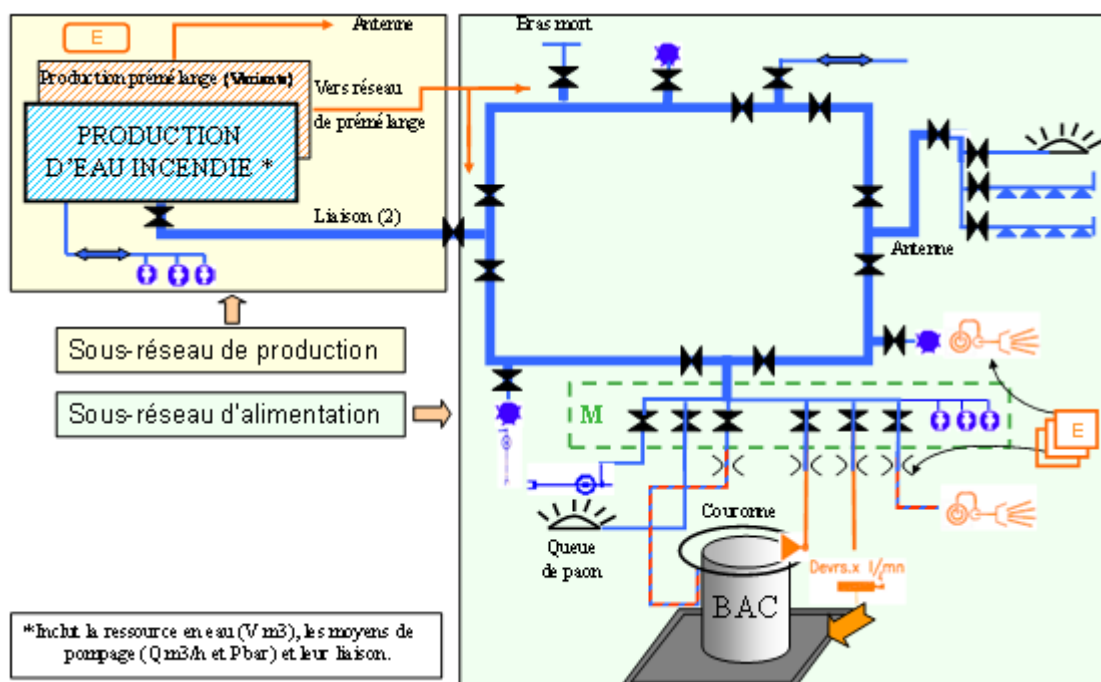
Selon l'importance de l'installation relative à la mousse, on peut également retrouver :

- une pomperie (pompe émulseur) ;
- un réseau maillé de pré-mélange (mélange eau-émulseur).

Un réseau incendie est illustré dans le schéma ci-après.

---

<sup>2</sup> Ce dispositif est traité dans le document de synthèse « Sprinkleur » référencé DRA-11-117743-13772A de l'INERIS. Il n'est pas couvert par la présente fiche.



### Légende :

#### Réseau

- Eau surpressée
- Prémélange (eau + émulseur)
- Mixte (eau ou prémélange)

#### Émulseur

- E Réservoir
- E Conteneur 1 m<sup>3</sup> mini
- >< Proportionneur \*\*

#### Points de connexion

- ⊙ Bouche incendie
- Poteau incendie
- M Manifold

#### Divers

- ✂ Vanne d'isolement
- ⇄ Possibilité d'entrer ou de sortir du réseau

#### Moyens d'application

- Lance Monitor
- ▶ Boîte à mousse
- Déversoir
- ⊙ Canon
- ☀ Queue de paon / carpe

\*\*Le proportionneur dose l'émulseur à la concentration requise pour la fabrication du prémélange

Figure 1: Schéma simplifié d'une installation fixe de lutte contre l'incendie

Source : Guide de Maîtrise des Risques Technologiques dans les Dépôts de Liquides Inflammables (Guide GTDLI), Octobre 2008 [2]

Les paragraphes ci-après décrivent succinctement les différents éléments d'un réseau incendie.

## 2.2 RÉSERVE D'EAU ET POMPERIE

La réserve d'eau peut consister en un bassin ou réservoir artificiel, ou en une réserve naturelle (mer, rivière, etc) et doit être disponible immédiatement.

Les pompes incendie couvrent 100% de la demande maximale, à la pression requise en tous points du réseau. Le nombre de pompes installées est au moins égal au nombre de pompes nécessaires pour fournir le débit requis (100%) + 1, dans le cas où une pompe serait indisponible (pour cause de maintenance par exemple). On peut retrouver les configurations suivantes :

- 3 x 50% (3 pompes) ;
- 2 x 100% (2 pompes) ;
- 2 x (2 x 50%) (4 pompes).

Ces pompes devraient être localisées de part et d'autre de l'installation, pour pouvoir alimenter le réseau maillé par au moins deux voies différentes. Elles sont à positionner de façon à être protégées des risques de feu et d'explosion de l'installation ou d'un incendie sur une pompe incendie voisine (mur coupe-feu et anti-explosion, distance à l'installation en accord avec l'étude de dangers). De plus, elles devraient être entraînées par des sources d'énergie indépendantes (électricité, moteur diesel, etc.).

Les pompes jockey, électriques et au nombre d'une ou deux, sont prévues pour maintenir un débit de 20 à 50 m<sup>3</sup>/h dans le réseau incendie, à une pression d'environ 6 à 8 bars pour compenser le taux normal de fuite sur le réseau. Les pompes principales ne peuvent pas être utilisées comme pompes jockey. Lorsqu'il y a deux pompes jockey, la deuxième pompe peut être démarrée :

- Automatiquement en cas d'insuffisance de la première ;
- De façon ponctuelle en cas d'opérations de maintenance sur la première ;
- De façon plus régulière afin d'équilibrer l'utilisation des deux pompes.

La configuration classique d'une pomperie est schématisée dans l'Annexe 1.

## **2.3 RÉSEAU MAILLÉ**

Le réseau principal, appelé réseau maillé, part du refoulement des pompes incendie jusqu'aux consommateurs et entoure chaque unité et cuvette de rétention. Un réseau maillé est conçu de sorte à pouvoir amener l'agent extincteur par deux voies différentes. La réglementation française (arrêté du 03/10/2010 modifié) impose un réseau incendie maillé et sectionnable au plus près de la pomperie lorsque le débit d'eau nécessaire à l'opération d'extinction dépasse 240 m<sup>3</sup>/h.

Le réseau maillé est constitué de vannes d'isolement à chaque intersection de la boucle principale permettant d'isoler manuellement une branche du réseau. Cela permet d'assurer une arrivée d'eau aux consommateurs malgré une rupture ou une opération de maintenance effectuée sur un tronçon du réseau. Ces vannes sont généralement situées dans des fosses à vannes de façon à limiter les risques de gel.

La pression dans le réseau est contrôlée à des points stratégiques (près de la pomperie ou au point le plus éloigné par exemple) grâce à des capteurs de pression.

## 2.4 CONSOMMATEURS D'EAU

### 2.4.1 GÉNÉRALITÉS

Une installation est protégée par un ensemble de consommateurs parmi lesquels on retrouve :

- le réseau déluge maillé, constitué de filtres, de vannes déluge et de buses de déluge (aussi appelés pulvérisateurs ou nez, et qui peuvent consister en des sprinklers) ;
- les rideaux d'eau ;
- les lances monitors ;
- les hydrants (poteaux incendie).

Un système déluge est utilisé face à des risques élevés, nécessitant une mise en œuvre rapide. Les applications classiques sont :

- capacités non isolées, contenant des fluides inflammables ;
- capacités inaccessibles aux équipements de protection mobiles ;
- pompes véhiculant des liquides volatiles ;
- aéro-réfrigérants ;
- manifolds et équipements de contrôle ;
- pipe-racks considérés comme critiques.

Lorsque l'installation d'un système déluge s'avère impossible (encombrement, maintenance, etc), des lances monitors, orientées de manière fixe et dédiées à l'équipement à protéger, sont utilisées (monitors à poste). Elles peuvent également compléter les systèmes déluge.

### 2.4.2 RÉSEAU DÉLUGE

Les vannes déluge, éléments essentiels d'un réseau déluge, sont des vannes spéciales à ouverture rapide (manuelles ou automatiques). De la même manière que pour les pompes, elles sont positionnées de façon à être protégées des risques de feu et d'explosion de l'installation à protéger (voir Figure 2).



*Figure 2: Vannes déluge manuelles protégées par un mur coupe-feu (Source : IFP Training)*



Le réseau déluge est également constitué de filtres destinés à séparer les particules solides pouvant obturer les buses ou endommager les vannes déluge. Ils doivent être placés en amont de la vanne déluge, avoir une connexion pour le rinçage et être entretenus régulièrement afin d'éviter une augmentation des pertes de charge.

Les buses de déluge sont de type ouvert (sans fusible). La totalité de la zone alimentée par la vanne déluge déclenchée est donc arrosée simultanément. Pour des raisons de dimensionnement, d'approvisionnement et de maintenance, on homogénéise autant que possible les types de buses sur une installation donnée.

### 2.4.3 RIDEAUX D'EAU

Les rideaux d'eau sont utilisés pour différents types d'application :

- protection contre les flammes et le rayonnement thermique ;
- séparation des vapeurs inflammables issues d'une source à risque de fuite potentielle d'une zone avec des sources d'ignition (fours, rebouilleurs, etc.) ;
- séparation des vapeurs toxiques issues d'une source à risque de fuite potentielle d'une zone avec présence d'individus<sup>3</sup>.



Figure 3: Rideau d'eau entre deux postes de chargement rail  
(Source : IFP Training)

L'action des rideaux d'eau réside en trois principaux mécanismes simultanés :

- dilution mécanique par entraînement d'air,
- absorption (dissolution dans l'eau),
- barrière physique qui provoque :
  - une accumulation du polluant en amont par effet d'obstacle,
  - un abaissement des concentrations ou du rayonnement thermique en aval,
  - une augmentation de la hauteur et de la largeur du nuage de gaz.

Les rideaux d'eau peuvent également être utilisés sur un mur pour en augmenter le degré coupe-feu.

---

<sup>3</sup> Le rapport INERIS « Prise en compte des rideaux d'eau pulvérisée fixes dans les démarches d'analyse des risques » (Décembre 2000) rédigé dans le cadre d'une étude des dispositifs d'abattage de gaz et vapeurs toxiques traite en détail de cette dernière application (description, accidentologie, efficacité, fiabilité, temps de mise en service, etc)

## 2.4.4 BROUILLARDS D'EAU

L'extinction ou le refroidissement par brouillard d'eau s'applique aux feux de surface de liquides inflammables et peut être mise en œuvre dans des espaces confinés (ex : générateurs diesel, transformateurs, etc.). Les modes d'action des brouillards d'eau sont le refroidissement (l'eau pulvérisée sous pression forme un brouillard qui enveloppe le foyer) et l'étouffement (gouttelettes transformées en vapeur qui isole le foyer de l'oxygène de l'air ambiant). Ces deux modes d'action sont souvent combinés selon le type de buses utilisées, les caractéristiques du foyer et les dimensions de l'équipement à protéger.

Le document technique APSAD D2 « Brouillard d'eau » présente la technologie du brouillard d'eau, les caractéristiques de l'agent extincteur, ses modes d'action sur le feu et les différents paramètres conditionnant l'efficacité des systèmes. Il définit des exigences minimales d'installation, de maintenance et de fiabilité. De plus, des fiches-types relatives à des applications du brouillard d'eau précisent les principes de protection, les objectifs de performances, les points particuliers de l'installation à prendre en compte et les paramètres les plus importants de l'installation.

Un brouillard d'eau est caractérisé par plusieurs paramètres :

- pression de mise en œuvre : basse (< 12,5 bars), moyenne (entre 12,5 et 35 bars) et haute (> 35 bars) ;
- mode de génération : éclatement du jet d'eau sur un déflecteur ou rencontre de deux fluides au niveau de la buse par exemple ;
- diamètre des gouttes : les brouillards d'eau sont classés en 3 catégories selon la taille des gouttes le constituant, chaque classe étant adaptée à des situations particulières, comme indiqué dans le Tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2: Classification des brouillards d'eau selon la taille des gouttes (NFPA 750<sup>4</sup>)

Classe	DV <sub>0,9</sub> <sup>1</sup> (microns)	Applications
I	≤ 200	Refroidissement d'une phase gazeuse Extinction de feux de liquides inflammables
II	200 < . ≤ 400	Extinction de feux de liquides inflammables
III	400 < . < 1000	Refroidissement de feux de combustions de solides

<sup>1</sup> : DV<sub>0,9</sub> : diamètre de 90% des gouttes

Plus les gouttelettes sont petites, plus le nombre de gouttelettes par litre d'eau et la surface en contact avec le foyer sont importants et plus la vaporisation de l'eau est rapide. La dynamique engendrée par la pression du brouillard d'eau en sortie des buses, liée à celle générée par le feu, a une très grande importance sur la rapidité d'extinction du foyer.

---

<sup>4</sup> NFPA 750 "Standard on Water Mist Fire Protection Systems"

Le guide GESIP n°2003/01 (version de février 2003) « Absorption des radiations thermiques émises par un feu à l'aide d'un rideau de brouillard d'eau » présente les résultats d'essais ayant pour but d'approfondir les connaissances sur l'absorption du rayonnement thermique au moyen de brouillards d'eau dans un environnement ouvert et à l'extérieur. Ces essais apportent notamment des éléments quant à :

- La pertinence de l'utilisation d'un brouillard d'eau pour l'absorption d'une densité de flux thermique donnée ;
- La quantification du taux d'absorption pour une qualité de brouillard donnée ;
- La définition d'un taux d'application et d'une qualité de brouillard pour une application donnée.

## **2.4.5 LANCES MONITORS ET HYDRANTS**

Les lances monitors complètent les systèmes déluge et ont vocation à fournir de l'eau ou de la mousse pour le refroidissement ou l'extinction des incendies. Elles peuvent être commandées localement ou à distance, à réglage fixe ou oscillante, et ont une portée horizontale moyenne de 40 m. Elles fournissent classiquement un débit de 120 m<sup>3</sup>/h à 7 à 10 bars maximum et peuvent délivrer un jet plein (grande portée, effet de choc) ou un jet diffusé en cône ou en nappe (pour refroidir, ventiler et couvrir une grande surface). Le nombre de lances monitors doit être suffisant pour pouvoir atteindre tous les équipements dans un rayon de 40 m, et elles sont localisées à une distance minimale de 15 m des équipements à protéger.

Les hydrants permettent de connecter des tuyaux incendie. Ils doivent être facilement accessibles depuis la route ou les voies d'accès, à 15 m au moins des équipements à protéger. Le nombre et l'espacement entre hydrants dans une zone dépend du design du réseau et du type d'unité (process ou stockage).

## **2.5 CAS DE L'UTILISATION DE MOUSSE**

### **2.5.1 GÉNÉRALITÉS**

La mousse trouve sa principale application là où l'eau est peu ou pas efficace en extinction, comme sur certains feux de liquides inflammables ou pour noyer de grands volumes. Il n'est pas recommandé de l'utiliser pour les liquides en feu dont la température d'ébullition est supérieure à 100°C (risques de slop-over<sup>5</sup>), ceux pouvant libérer de l'oxygène lors de la combustion ou ceux qui réagissent avec l'eau (par exemple : les acides, les oxydes, etc.) ou pour les feux d'origine électrique du fait de sa conductivité.

Une mousse est un mélange hétérogène d'émulseur, d'eau et d'air, l'émulseur seul ne constituant pas l'agent extincteur. Seule la mousse, fabriquée au moment de l'utilisation, permet de contenir et d'éteindre l'incendie. La transformation de l'émulseur en mousse se découpe en deux étapes, comme illustré dans le schéma ci-après.

---

<sup>5</sup> Mouvements de liquide qui peuvent faire déborder le réservoir.

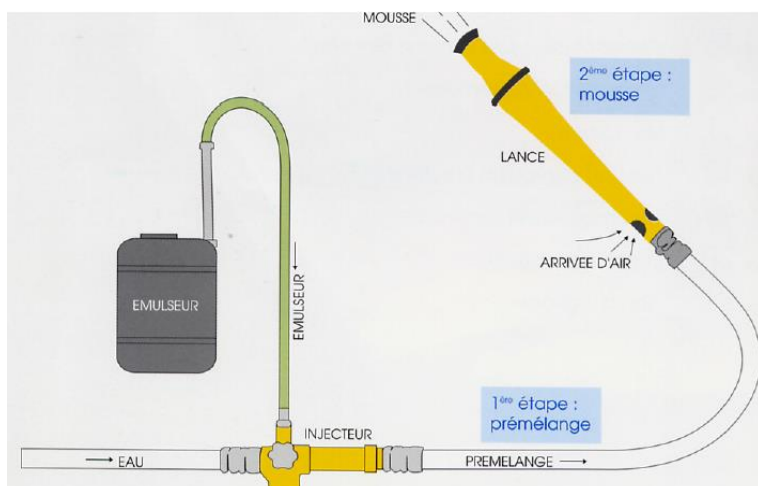


Figure 4: Etapes pour la production de mousse  
(Source : Eau & Feu)

- 1<sup>ère</sup> étape : pré-mélange  
(aussi appelé solution moussante)  
Mélange eau – émulseur, à une concentration comprise entre 1 et 6%.
- 2<sup>ème</sup> étape : génération  
Injection d'air dans le pré-mélange pour fabriquer la mousse.

Quand le système entre en fonctionnement, l'eau et l'émulseur sont transportés séparément vers les mélangeurs où ils sont mélangés puis envoyés vers le générateur qui crée la mousse par mélange avec l'air et la projecteur, à des débits variant, suivant le système de décharge, de quelques litres par minute à quelques milliers de litres par minute.

Cet assemblage de bulles, non toxique, non agressif vis-à-vis des matériaux et plus léger que les liquides, est envoyé sur la surface du feu ou dans le volume en feu afin de contenir ou d'éteindre l'incendie. Une mousse agit principalement par étouffement, mais aussi par refroidissement. L'étouffement par la couverture isolante de mousse empêche l'apport d'oxygène vers le liquide en feu, arrête les émissions de vapeurs inflammables et isole les flammes du combustible. Une mousse peut également donner naissance par décantation à un film aqueux flottant qui limite l'évaporation.

Un émulseur est un produit chimique à base protéinique (base moussante obtenue par hydrolysate de protéines animales) ou synthétique (base moussante constituée de tensioactifs hydrocarbonés). En plus de la nature de la base moussante, la nature des feux à éteindre intervient dans la classification des émulseurs. Le mode d'application de la mousse (douce ou violente, taux d'application, etc) dépend du type d'émulseur utilisé. Une classification plus détaillée des émulseurs est donnée en Annexe 2.

Le comportement de la mousse est caractérisé par :

- son efficacité extinctrice (temps nécessaire pour maîtriser le feu et obtenir son extinction complète) ;
- sa résistance à la ré-inflammation : après extinction du foyer, une ré-inflammation accidentelle peut se produire au niveau d'une partie détruite du tapis de mousse.

Ces deux caractéristiques dépendent de la nature de l'émulseur utilisé, du mode d'application de la mousse et du combustible impliqué (voir Annexe 2). Les normes européennes NF EN 1568 définissent les différentes catégories de mousse en précisant les temps maximums d'extinction et les temps minimums de ré-allumage selon le combustible et le type de foisonnement.

En complément des éléments décrits dans les paragraphes 2.2 à 2.4, l'utilisation de mousse implique la présence de réserves d'émulseur, de systèmes de pré-mélange eau/émulseur, de générateurs et de distributeurs de mousse. Ces éléments sont décrits dans les paragraphes ci-après.

## **2.5.2 RÉSERVE D'ÉMULSEUR ET RÉSEAU MOUSSE**

Différentes formes de stockage d'émulseur et différents types de réseau mousse associés existent :

- Réserve d'émulseur centralisée, localisée près des consommateurs ou de la pomperie incendie et protégée des effets thermiques et de surpression éventuels.  
Est associé à ce type de stockage un réseau avec pré-mélange, c'est-à-dire que le pré-mélange est réalisé à proximité de la réserve commune d'émulseur (réseau vide).
- Réserve d'émulseur dédiée à un équipement ou à un groupe d'équipements : chaque équipement (le plus souvent des lances monitors) possède sa propre réserve d'émulseur.  
Est associé à ce type de stockage un réseau avec réserves locales d'émulseur, c'est-à-dire que le pré-mélange est réalisé à proximité de chaque consommateur (réseau plein).

La quantité d'émulseur nécessaire est fonction du taux et de la durée d'application, de la concentration, etc. Elle est calculée au cas par cas et doit prendre en compte les phases de temporisation<sup>6</sup> et/ou d'extinction (voir paragraphe 4.2).

Les réserves d'émulseur, pompes et points de raccordement doivent être implantés hors des zones d'effets thermiques d'intensité supérieure à 5 kW/m<sup>2</sup> sauf si :

- l'équipement est opéré à distance par un opérateur,
- l'équipement est doublé et l'équipement redondant est situé hors des zones d'effets thermiques.

---

<sup>6</sup> La temporisation consiste à réduire le flux thermique émis par l'incendie par la mise en œuvre de moyens d'application de solution moussante dont le taux est égal à la moitié du taux d'application nécessaire à l'extinction.

### 2.5.3 SYSTÈMES DE PRÉ-MÉLANGE

Différents systèmes de pré-mélange peuvent être utilisés en fonction de l'installation, du type d'émulseur et de la concentration recherchée, des facilités de maintenance, du coût, etc. On peut citer à titre d'exemple les injecteurs venturi, les proportionneurs à débit différentiel, les doseurs à entraînement hydraulique.

### 2.5.4 GÉNÉRATEURS ET DISTRIBUTEURS DE MOUSSE

Les propriétés et les applications des mousses dépendent principalement de leur taux de foisonnement et des émulseurs utilisés.

Le taux de foisonnement (TF) est le rapport du volume de mousse sur le volume de solution moussante (eau + émulseur) :

- Si  $TF < 4$ , on parle de mousse à très bas foisonnement. Elle forme un gel ou un film à la surface des liquides avec les émulseurs filmogènes, ce qui contribue à ralentir l'évaporation.
- Si  $4 < TF < 20$ , on parle de mousse à bas foisonnement. C'est une mousse lourde qui peut être projetée à de grandes distances. Elle est employée pour des lances mobiles ou des canons à balayage automatique mais aussi pour des installations fixes (buses, buses mixtes, boîtes à mousse). Le générateur, pour la mousse à bas foisonnement, mélange l'air à la solution moussante par aspiration d'air lors de la détente de la solution moussante.  
La mousse à bas foisonnement est adaptée pour lutter contre les grands feux de l'industrie pétrolière.
- Si  $20 < TF < 200$ , il s'agit de mousse à moyen foisonnement. Elle est aussi principalement utilisée avec des dispositifs de projection et parfois dans des petites enceintes confinées, en particulier pour les feux proches du sol.  
La mousse à moyen foisonnement est adaptée à la rétention des fuites ou épandages de gaz liquéfiés ou de produits toxiques.
- Si  $TF > 200$ , il s'agit de mousse à haut foisonnement. Elle permet de « noyer » de grands volumes (entrepôts, galerie de câbles, etc.), mais résiste moins bien au feu que les autres mousses et peut être dispersée par le vent. Elle est donc principalement utilisée en intérieur.  
Plus le TF augmente, plus la mousse est légère et son volume important, donc plus les capacités de noyage d'un volume augmentent.



La Figure 5 illustre les différents taux de foisonnement d'une mousse.



Figure 5: Taux de foisonnement d'une mousse  
(Source : Eau & Feu)

Le référentiel APSAD R12 « Extinction automatique à mousse à haut foisonnement » définit des exigences minimales pour la réalisation, la mise en service et la maintenance d'une installation d'extinction automatique à mousse à haut foisonnement.

Une mousse est également caractérisée par :

- Sa fluidité : la fluidité d'une mousse représente sa facilité d'étalement.
- Sa décantation : dès sa formation, une mousse tend à se détruire pour retourner à l'état de pré-mélange. Une décantation lente est un facteur de qualité (si la formation d'un film aqueux est recherchée, une décantation rapide est préférable pour obtenir rapidement un film flottant).
- Sa résistance à la contamination par les hydrocarbures : ce paramètre est conditionné par le type d'émulseur utilisé.



## **3. CAS DES STOCKAGES DE LIQUIDES INFLAMMABLES ET DE GAZ INFLAMMABLES LIQUÉFIÉS**

### **3.1 RÉGLEMENTATION ET NORMES ASSOCIÉES**

#### **3.1.1 INTRODUCTION**

La réglementation française encadre certaines activités ou substances présentant un risque pour les biens, les personnes ou l'environnement à proximité d'installations industrielles ou agricoles. Ces installations, dites classées pour la protection de l'environnement, doivent se recenser selon une nomenclature, sous une ou plusieurs rubriques selon l'activité / les substances susceptibles d'être présentes. A chaque rubrique sont associés des arrêtés ministériels de prescriptions générales (AMPG), qui fixent les prescriptions à respecter a minima par l'exploitant. Celles-ci peuvent se voir compléter par des prescriptions spécifiques lorsque l'exploitant fait l'objet d'un arrêté préfectoral de par un volume d'activité / une quantité de substances importants.

Les paragraphes ci-après listent les AMPG qui traitent des installations fixes de lutte contre l'incendie sur des sites stockant des liquides inflammables ou des gaz inflammables liquéfiés. Ces AMPG font parfois référence à des normes internationales (NF EN) qui sont également listées.

De plus, il existe de nombreux standards et codes internationaux qui traitent du dimensionnement des installations fixes de lutte contre l'incendie. L'Annexe 3 recense les principaux codes internationaux de référence en la matière (règles et documents techniques APSAD, guides techniques GESIP, codes et standards NFPA (National Fire Protection Association) et bonnes pratiques API (American Petroleum Institute)).

#### **3.1.2 LIQUIDES INFLAMMABLES**

Les principaux textes concernant les systèmes fixes d'extinction et de refroidissement relatifs aux liquides inflammables sont les suivants :

- arrêté du 20/04/2005 et arrêté du 22/12/2008 relatifs aux prescriptions générales applicables aux installations classées soumises à déclaration sous l'une ou plusieurs des rubriques n°1436, 4330, 4331, 4722, 4734, 4742, 4743, 4744, 4746, 4747 ou 4748, ou pour le pétrole brut sous l'une ou plusieurs des rubriques n°4510 ou 4511 ;
- arrêté du 12/10/2011 relatif aux installations classées soumises à autorisation au titre de la rubrique n°1434-2 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ;

- arrêté du 16/07/2012 relatif aux stockages en récipients mobiles exploités au sein d'une installation classée soumise à autorisation au titre de l'une ou plusieurs des rubriques n°1436, 4330, 4331, 4722, 4734, 4742, 4743, 4744, 4746, 4747 ou 4748, ou pour le pétrole brut au titre de l'une ou plusieurs des rubriques n°4510 ou 4511 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement et présents dans un entrepôt couvert soumis au régime de l'enregistrement ou de l'autorisation au titre de la rubrique n°1510 de cette même nomenclature ;
- arrêté du 01/06/2015 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'enregistrement au titre de l'une au moins des rubriques n°4331 ou 4734 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement ;
- arrêté du 02/09/2015, modifiant l'arrêté du 03/10/2010 relatif au stockage en réservoirs aériens manufacturés exploités au sein d'une installation classée soumise à autorisation au titre de l'une ou plusieurs des rubriques n°1436, 4330, 4331, 4722, 4734, 4742, 4743, 4744, 4746, 4747, 4748, ou pour le pétrole brut au titre de l'une ou plusieurs des rubriques n°4510 ou 4511 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.

Ils font pour la plupart référence aux deux séries de normes suivantes :

- Normes NF EN 13565 (version de juillet 2009) [9] relatives aux installations fixes de lutte contre l'incendie - Systèmes à émulseurs. La Partie 2 de cette série traite des méthodes relatives au calcul, à l'installation, aux essais et à la maintenance de systèmes d'extinction à mousse bas, moyen et haut foisonnement.
- Normes NF EN 1568 (version d'août 2008) [10] qui spécifient les exigences en matière de propriétés chimiques, physiques et de performances minimales des émulseurs bas, moyen et haut foisonnement convenant à une application à la surface des liquides ayant ou n'ayant pas d'affinité pour l'eau.

De plus, le guide GTDLI fournit des éléments de description et de dimensionnement des installations fixes de lutte contre l'incendie. Des aspects en lien avec la performance de telles installations sont également traités.

### **3.1.3 GAZ INFLAMMABLES LIQUÉFIÉS**

Les principaux textes concernant les systèmes fixes d'extinction et de refroidissement relatifs aux gaz inflammables liquéfiés sont les suivants :

- arrêté du 07/01/2003 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées soumises à déclaration sous l'une ou plusieurs des rubriques n°1413 ou 4718 de la nomenclature des installations classées ;

- arrêté du 23/08/2005 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n°4718 de la nomenclature des installations classées<sup>7</sup> ;
- arrêté du 02/01/2008, relatif aux réservoirs fixes manufacturés de gaz inflammables liquéfiés, de capacité unitaire supérieure ou égale à 50 tonnes, présents au sein d'une installation classée pour la protection de l'environnement relevant du régime de l'autorisation au titre de la rubrique n°4718 de la nomenclature des installations classées, à l'exception des stockages réfrigérés ou cryogéniques.

## 3.2 MOYENS DE REFROIDISSEMENT D'UN STOCKAGE SOUMIS À UN RAYONNEMENT THERMIQUE

### 3.2.1 BACS DE STOCKAGE DE LIQUIDES INFLAMMABLES

Le système de refroidissement d'un bac cylindrique vertical à toit fixe ou flottant consiste en un système déluge fixé autour du bac (couronne de refroidissement), en partie haute sur la robe (une fixation sur le toit est peu recommandée car si le toit est soufflé, le système de refroidissement est définitivement hors d'usage).

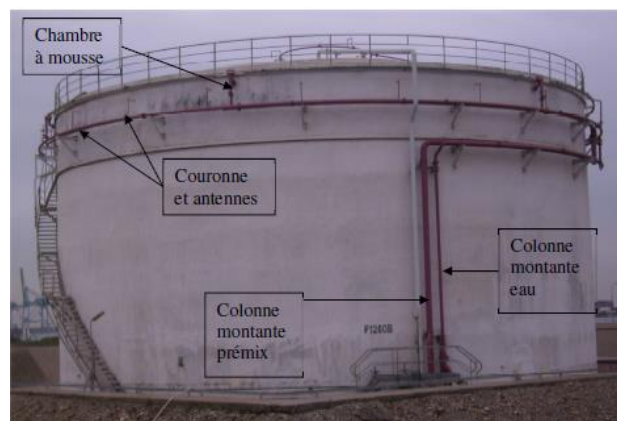


Figure 6: Système de refroidissement d'un bac cylindrique vertical à toit fixe ou flottant  
(Source : IFP Training)

Les buses sont de type jet plat, refroidissant la surface exposée située au-dessus du niveau du liquide. En effet, l'inertie du volume de liquide permet d'évacuer une partie des calories apportées par un feu extérieur.

Pour des facilités de montage ou pour optimiser la demande en eau, la couronne peut être divisée en 1, 2, 3 ou 4 tronçons, chacun devant être alimenté par sa propre colonne montante (voir schéma page suivante).

<sup>7</sup> Les dispositions de cet arrêté ne s'appliquent pas au gaz naturel comprimé.

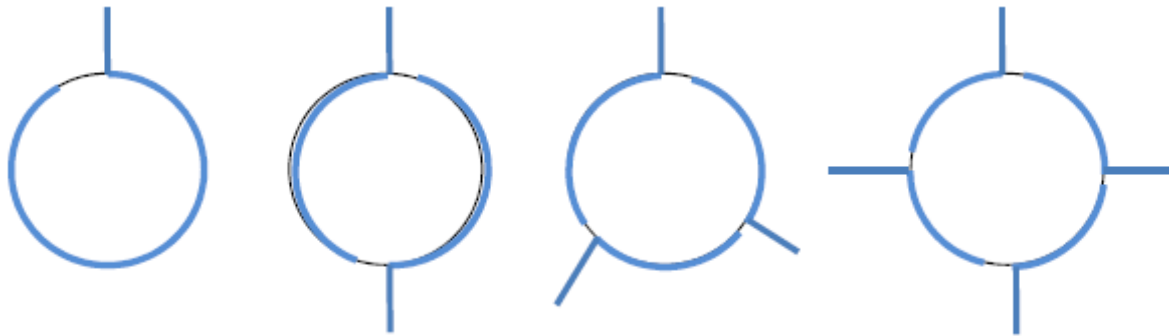


Figure 7: Différents agencements de couronne de bacs de LI  
(Source : IFP Training)

Dans le cas d'un bac cylindrique horizontal, le système de refroidissement consiste en une ligne de buses coniques parallèle à la génératrice supérieure du bac. Parfois, on lui adjoint une ligne parallèle placée sous le réservoir.

### 3.2.2 SPHÈRES/CIGARES DE STOCKAGE DE GAZ INFLAMMABLES LIQUÉFIÉS

Trois méthodes existent pour appliquer de l'eau sur les stockages de gaz inflammables liquéfiés exposés au feu et ainsi les refroidir, chacune présentant ses avantages et inconvénients :

- Déluge par un ensemble de buses quadrillant la surface de la sphère ou du cigare, minimisant les effets du vent (voir Figure 8).

Avantages : activation rapide et automatique, bonne homogénéité du mouillage ;

Inconvénients : vulnérable en cas d'explosion, risque de bouchage, peu efficace sur feux torches, demande en eau importante.



Figure 8: Sphère GIL: déluge par quadrillage  
(Source : IFP Training)

- Déluge zénithal, appliqué en haut de la sphère ou du cigare (ruissellement), avec buses supplémentaires ou lances monitors sous la sphère/le cigare, minimisant les effets du vent (voir Figure 9).



Figure 9: Sphère GIL: déluge zénithal  
(Source : IFP Training)

Avantages : activation rapide et automatique, moins vulnérable aux explosions, moins de risque de bouchage ;



Inconvénients : problème d'homogénéité du mouillage, système à compléter par une couronne au niveau des supports, peu efficace sur feux torches.

- Lances monitors fixes, localisées à 15 – 40 mètres, couvrant toutes les faces du stockage, accessibles pendant un feu et / ou contrôlables à distance.

Avantages : moins vulnérable aux explosions, efficace sur feux torches, moins de risque de bouchage ;

Inconvénients : activation plus lente et exposée si manuelle, influence du vent, portée limitée, demande en eau potentiellement importante.

Le guide GESIP n°2001/01 « Gaz de pétrole liquéfiés – Prévention et intervention » précise les principes d'intervention sur une fuite enflammée de GPL (des considérations notamment sur les moyens mobiles d'intervention sont faites).

#### Note :

Dans le cas du gaz naturel liquéfié (cryogénique), l'utilisation d'eau est à étudier avec attention car l'eau apporte de la chaleur supplémentaire à la nappe de GNL donc augmente la vaporisation du GNL, conduisant potentiellement à un accroissement de l'intensité du feu. La Figure 10 ci-après présente une logique d'intervention qui peut être envisagée, selon les circonstances.

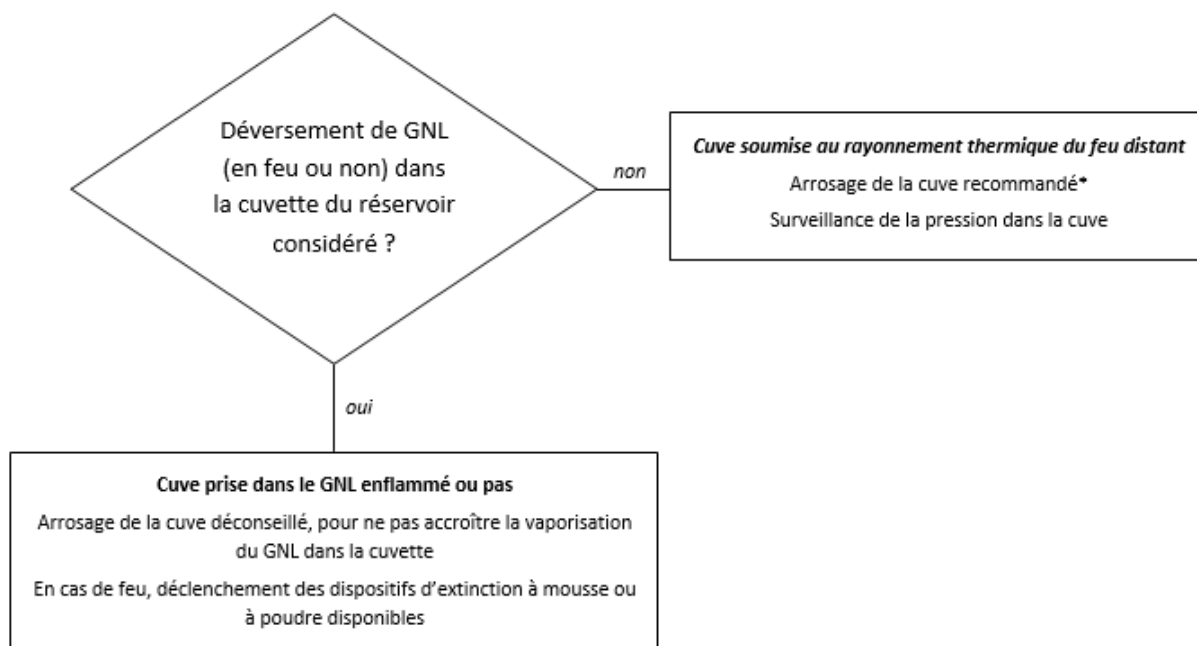


Figure 10: Logique d'intervention dans le cas du GNL (cryogénique)

\*Dans le cas où il serait démontré que l'agression thermique du feu distant n'est pas suffisante pour dégrader l'enveloppe externe de la capacité, l'arrosage n'est pas nécessaire.

Pour contenir ou éteindre un feu de GNL, des dispositifs d'extinction à poudre sont préconisés. En revanche, l'arrosage à l'eau des cuves qui ne sont pas prises dans le GNL (enflammé ou non) est recommandé, tant que la tenue de la couche d'isolant (perlite + enveloppe acier externe) à une agression thermique durable sans arrosage à l'eau n'est pas démontrée.

### **3.3 MOYENS D'EXTINCTION D'UN BAC EN FEU**

#### **3.3.1 GÉNÉRALITÉS**

L'eau étant inefficace pour éteindre un feu de bac, la mousse est le moyen utilisé pour faire face à ce genre d'événements. Des moyens mobiles importants sont généralement employés. Concernant les moyens fixes, la mousse peut être appliquée :

- Dans l'espace annulaire entre la robe du bac et la double paroi (cas des bacs à double paroi, voir paragraphe 3.3.2) ;
- A l'intérieur du bac (voir paragraphes 3.3.3 à 3.3.5) ;
- Tangentiellement à la paroi du bac :

Les couronnes de refroidissement présentées au paragraphe 3.1 peuvent être utilisées avec de la solution moussante ou de l'eau additivée pour éloigner le feu de la robe du bac. Pour cela, les buses de la couronne doivent être mixtes (eau – mousse bas foisonnement).

Note : l'extinction du bac ne pourra être envisagée de cette manière qu'après l'extinction du feu de cuvette (voir paragraphe 3.4).

- Par des systèmes fixes.

On distingue deux catégories de liquides inflammables :

- les liquides apolaires (exemple : hydrocarbures) ;
- les liquides polaires (exemple : alcools, amines, cétones, acides, esters, etc.).

Chaque catégorie de liquide nécessite un type d'émulseur particulier, en dehors des émulseurs qualifiés de « polyvalents » qui peuvent être employés sur les deux catégories de liquide (voir Annexe 2).

Le type de mousse le plus employé sur les bacs de liquides inflammables est la mousse à bas foisonnement.

#### **3.3.2 BACS À DOUBLE PAROI**

Un déversement de mousse peut être effectué dans l'espace annulaire entre la robe du bac et la double paroi, comme illustré page suivante.



Figure 11 : Déversement de mousse dans l'espace annulaire  
(Source : IFP Training)

### 3.3.3 BACS À TOIT CONIQUE (FIXE)

Par conception, ces bacs présentent le plus grand potentiel de risque incendie. En effet, ils présentent une phase vapeur entre la surface du liquide et le toit qui peut donner lieu à la formation d'une atmosphère explosive suivie d'un feu de bac.

L'application de mousse se fait le plus fréquemment par le haut du bac, via des points d'injection sous le toit dont le nombre est fonction du produit stocké et du diamètre du bac. Le système de distribution consiste en des boîtes à mousse positionnées en haut de bac et constituées :

- D'un joint pivotant qui permet de limiter le risque de rupture de la tuyauterie amenant la solution (eau + émulseur) si une explosion précède l'incendie. Il se trouve sur la tuyauterie, à la base du bac ;
- D'une entrée d'air, protégée par un écran afin d'éviter toute obstruction par un élément extérieur, et permettant de générer la mousse ;
- D'une chambre à mousse, interdisant l'entrée des gaz dans la tuyauterie d'injection de la mousse grâce à une vitre de protection appelée glace de rupture. Cette vitre, qui assure l'étanchéité vis-à-vis des gaz extérieurs, cèdera sous la pression de la mousse pour qu'elle puisse se déverser dans le bac ;
- D'un déversoir favorisant l'application de la mousse dans le bac.

Le schéma ci-après illustre le fonctionnement d'une boîte à mousse.

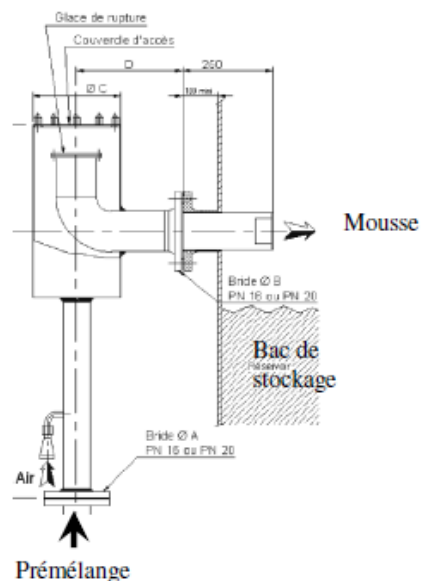


Figure 12 : Boîte à mousse  
(Source : IFP Training)

Dans le cas de liquides apolaires, l'injection de mousse peut également être réalisée sous la surface du liquide. Le nombre de points d'injection, le taux d'application et la durée d'injection sont les mêmes que dans le cas d'une injection de mousse sur la surface.

### 3.3.4 BACS À TOIT FLOTTANT

Sur ce type de bac, deux configurations de feu peuvent être rencontrées :

- feu confiné au joint annulaire entre la paroi du bac et le toit flottant ;
- feu sur l'entière surface du bac, suite à la perte de la fonction du toit flottant (toit soufflé, toit qui coule ou liquide qui passe au-dessus du toit).

La protection de la surface du joint est réalisée en utilisant les méthodes suivantes (ne sont listés ici que les moyens fixes d'extinction) :

- générateurs fixes à mousse, couplés à une barrière à mousse circulaire fixée sur le toit flottant et permettant de retenir la mousse dans la région annulaire du joint (voir illustration page suivante) ;



Figure 13 : Générateur fixe à mousse et barrière à mousse  
(Source : IFP Training)

- lances à mousse incendie fixées en haut de la robe en remplacement des boîtes à mousse ;
- injection par flexible au niveau du joint.

### 3.3.5 BACS À ÉCRAN FLOTTANT

Deux types de feu peuvent se produire dans un bac à écran flottant :

- feu confiné au joint annulaire : la situation est identique à celle d'un bac à toit flottant, de diamètre équivalent ;
- feu sur l'entière surface du bac : on applique des règles similaires à celles utilisées pour les bacs à toit fixe, de diamètre équivalent.

Remarque : le cas de dimensionnement le plus fréquemment retenu est le feu sur l'entière surface du bac, du fait de la coulée possible de l'écran au fond du bac.

### 3.4 EXTINCTION D'UNE CUVETTE EN FEU

Lorsqu'une cuvette / sous-cuvette est en feu suite à un épandage par exemple, des déversoirs à mousse, des lances monitors ou des moyens mobiles créent un tapis de mousse pour contenir ou éteindre l'incendie. Ce tapis est entretenu en permanence pour assurer une efficacité optimale malgré la décantation de l'eau. Pour de grandes surfaces, la protection doit être composée en majeure partie de déversoirs fixes.

Lors de l'extinction d'un feu de cuvette, il faut s'assurer que le bac se trouvant dans cette cuvette n'est pas lui-même arrosé à l'eau ou à la mousse, afin de préserver le film de mousse créé pour contenir ou éteindre le feu de cuvette.

### **3.5 EXTINCTION D'UN FEU DE GAZ INFLAMMABLE LIQUÉFIÉ**

Dans le cas d'un feu de GIL, le premier objectif des systèmes fixes à mousse est de réduire les rayonnements thermiques et de contrôler l'incendie jusqu'à ce que tous les GIL aient brûlé à travers la couverture de mousse. Une extinction prématurée est déconseillée car elle peut entraîner une accumulation de vapeurs qui risquent de s'enflammer.

La stratégie d'extinction consiste à maintenir un matelas chaud et fluide sur la surface de l'épandage afin que les émanations de vapeur se dissipent de façon contrôlée, permettant ainsi d'éviter l'inflammation au-dessus de la surface de la mousse.



## 4. ELÉMENTS DE DIMENSIONNEMENT

### 4.1 DIMENSIONNEMENT D'UNE INSTALLATION FIXE DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

#### 4.1.1 GÉNÉRALITÉS

Les grandes étapes pour dimensionner une installation fixe de lutte contre l'incendie sont récapitulées dans le schéma ci-dessous :

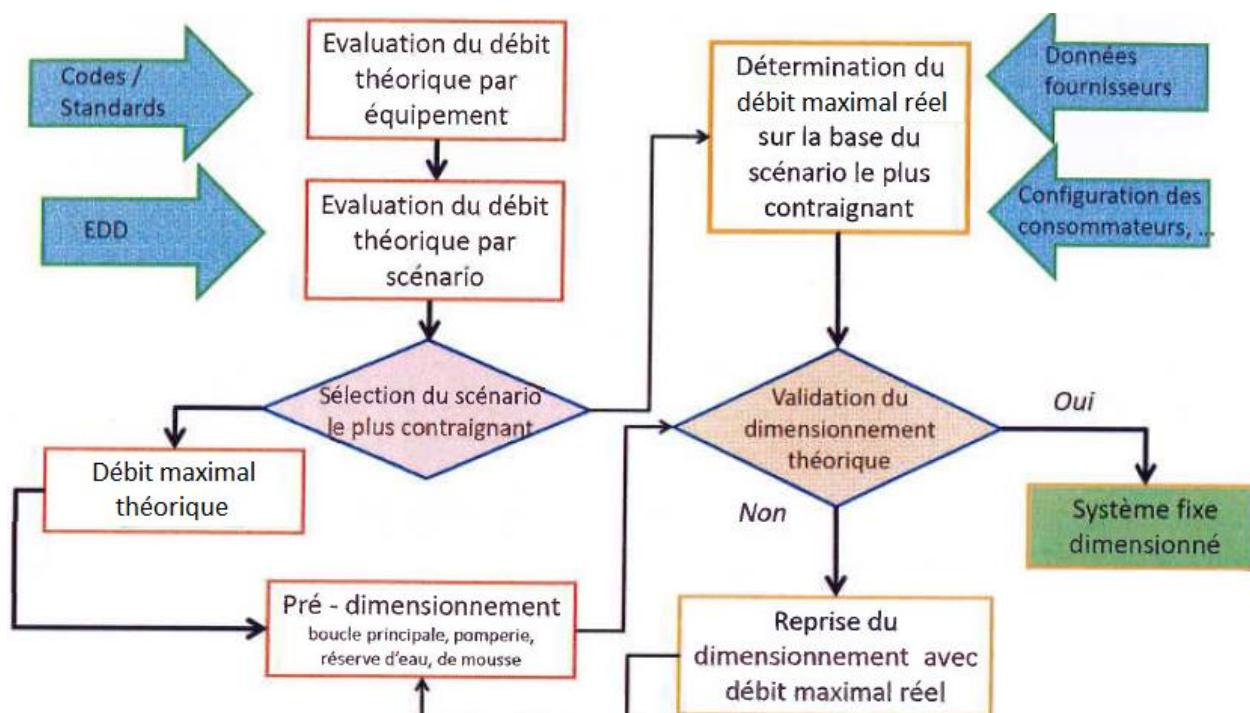


Figure 14: Etapes de dimensionnement d'une installation fixe de lutte contre l'incendie  
(Source : IFP Training)

Le dimensionnement d'une installation fixe de lutte contre l'incendie se base sur la demande en eau maximale déterminée à partir de la demande en eau de chaque équipement (réelle et théorique) et des scénarios de l'étude de dangers. Ce débit conditionne le dimensionnement du diamètre du réseau maillé (diamètre moyen de 12" à 16"), en fonction de la vitesse requise dans le réseau, et le débit des pompes incendie. La prise en compte des pertes de charge générées dans le réseau, de la pression requise par le consommateur et de la hauteur statique due à l'élévation du consommateur conditionnent la pression minimale requise au refoulement de la pompe incendie.

L'Annexe 4 présente un tableau de synthèse des caractéristiques des éléments d'une installation de protection fixe contre l'incendie.

Pour dimensionner un système fixe de protection par mousse, il faut en plus :

- déterminer les zones à protéger par des systèmes fixes ;
- définir la concentration en émulseur et le foisonnement en fonction des combustibles et des types de feux ;
- sélectionner les moyens d'application appropriés (fixes, semi-fixes ou mobiles).

#### 4.1.2 GRANDS PRINCIPES

##### Réserve d'eau

La réserve d'eau est calculée sur la base :

- du plus grand besoin en eau du site ;
- de la durée de fonctionnement requise, qui varie d'un standard à l'autre, comme l'illustre le tableau ci-dessous.

Tableau 3: Volume requis de la réserve d'eau

Pays	Volume de la réserve d'eau (m <sup>3</sup> ) <sup>1</sup>
France	$Q_{\text{requis max}} \text{ (m}^3/\text{h)} \times 4 \text{ h}$
Etats-Unis	$Q_{\text{requis max}} \text{ (m}^3/\text{h)} \times 4 \text{ à } 6 \text{ h}$
Grande Bretagne	$Q_{\text{requis max}} \text{ (m}^3/\text{h)} \times 10 \text{ h}$

<sup>1</sup> : dimensionnement sur l'hypothèse de non réapprovisionnement

##### Pompes

Les pompes incendie doivent couvrir 100% de la demande maximale, à la pression requise en tout point du réseau. Le nombre de pompes incendie installées est au moins égal au nombre de pompes nécessaires pour fournir le débit design + 1, dans le cas où une pompe serait indisponible. La courbe caractéristique des pompes incendie (débit / pression) répond aux critères énoncés dans le NFPA 20 :

- pression maximale à débit nul  $\leq 140\%$  pression nominale,
- pression minimale à 150% du débit nominal  $\geq 65\%$  pression nominale.

Une ligne de test est prévue avec débitmètre afin de tester périodiquement le fonctionnement individuel des pompes, selon la courbe NFPA 20.

##### Consommateurs (type déluge)

Chaque type d'équipement demande une étude particulière pour l'implantation du système déluge le protégeant afin de définir le nombre et la disposition d'antennes et de buses nécessaires pour obtenir une répartition uniforme de l'eau et ainsi protéger efficacement l'équipement.

Une buse de déluge est définie par différents critères :

- matériau souhaité (bronze, acier, etc.) ;
- diamètre de la buse ;

- coefficient K, tel que  $Q = K\sqrt{P}$  (avec Q : débit et P : pression de fonctionnement). Le NFPA fournit dans un de ses standards les valeurs de K requises selon le diamètre de la buse. En pratique, elles sont données par le fournisseur ;
- vitesse d'éjection : la buse à moyenne vitesse (20 m/s) est le plus utilisé ;
- pression de fonctionnement : en moyenne de 4 bars eff, avec un minimum de 2,5 bars eff et un maximum de 12 bars eff ;
- angle du jet ;
- type de jet : écran, demi-sphérique ou conique.



Buse à jet écran



Buse à jet demi sphérique



Buse à jet conique

Figure 15: Différents types de pulvérisateurs  
(Source : <http://www.focus-industrie.fr/>)

Le document technique APSAD D9 « Défense extérieure contre l'incendie – Guide pratique pour le dimensionnement des besoins en eau » fournit, par type de risque, une méthode permettant de dimensionner les besoins en eau minimum nécessaires à la lutte contre l'incendie. La méthode ne couvre pas les dépôts d'hydrocarbures, les industries chimiques ni d'autres risques spéciaux (listés par ailleurs).

Lorsqu'un rideau d'eau est utilisé en tant que barrière thermique, les taux d'application suivants sont recommandés (valeurs données à titre indicatif) :

Tableau 4: Taux d'application pour les rideaux d'eau (valeurs indicatives)

Type de rideau	Taux d'application (L/min.m)
Rideau inter-unités	40 à 150
Rideaux localisés près des zones de chargement	100

### Réseau mousse

Le réseau mousse doit être dimensionné selon des critères identiques à ceux du réseau incendie (maillage, vannes de sectionnement, etc.). Les pompes d'émulseur sont constituées d'une pompe principale et d'une pompe de secours, chacune devant délivrer un débit égal à 100% de la demande maximale du système de protection par mousse. Elles sont équipées de moyens adéquats de limitation de pression au refoulement, sachant que la pression de refoulement doit être telle que la pression du réseau émulseur au point d'injection est de 2 bars supérieure à la pression maximale du réseau d'eau incendie et elle doit être inférieure à la pression de design du réseau mousse.

## **4.2 CAS DES STOCKAGES DE LIQUIDES INFLAMMABLES ET DE GAZ INFLAMMABLES LIQUÉFIÉS**

### **4.2.1 GÉNÉRALITÉS**

Dans le cas des stockages de liquides inflammables, les moyens matériels et organisationnels mis en place dans le cadre de la lutte incendie doivent être dimensionnés de manière à être en mesure de satisfaire la plus majorante des trois conditions suivantes :

- 1) éteindre, en 20 minutes le scénario majorant ci-après :
  - a. feu sur le bac le plus important tout en assurant son refroidissement ;
  - b. feu de sous-cuvette (si surface cuvette supérieure à 6000 m<sup>2</sup>- bacs déduits) tout en assurant la protection de la (ou des) sous cuvette(s) voisine(s) ainsi que la protection associée des installations voisines directement menacées dans chacun des scénarios ci-dessus ;
- 2) contenir, pendant 60 minutes au minimum, un feu sur la plus grande cuvette (bacs déduits) en projetant de la mousse avec un taux d'application de solution moussante réduit (appelée phase de temporisation) tout en protégeant les installations directement menacées ;
- 3) assurer les besoins de protection et de temporisation du scénario le plus pénalisant étudié dans l'étude des dangers et retenu dans le POI, sans qu'il y ait rupture de mise en œuvre pendant toute la durée de l'intervention.

Dans le cas des stockages de gaz inflammables liquéfiés, la réserve d'eau de refroidissement doit être dimensionnée sur le scénario le plus pénalisant décrit dans l'étude de dangers avec une autonomie d'au moins deux heures. Le débit de refroidissement précisé au paragraphe suivant doit pouvoir être appliqué pendant au moins quatre heures.

### **4.2.2 REFROIDISSEMENT**

Dans le cas des stockages de liquides inflammables, le dimensionnement des besoins en eau est basé sur les débits suivants (arrêté du 03/10/2010 modifié) :

- refroidissement d'un bac en feu : 15 L/min.m de circonférence du bac ;
- refroidissement des bacs voisins du bac en feu exposés à plus de 12 kW/m<sup>2</sup> pour le scénario de référence d'incendie de bac : 1 L/min.m<sup>2</sup> de surface exposée ou 15 L/min.m de circonférence du bac ;
- refroidissement des bacs des cuvettes et sous-cuvettes adjacentes exposés à plus de 12 kW/m<sup>2</sup> pour le scénario de référence d'incendie de cuvette ou de sous-cuvette : 1 L/min.m<sup>2</sup> de surface exposée ou 15 L/min.m de circonférence du bac ;
- protection des autres installations exposées à un flux thermique supérieur ou égal à 8 kW/m<sup>2</sup> et identifiées par l'étude de dangers comme pouvant générer un phénomène dangereux par effet domino : 1 L/min.m<sup>2</sup> de surface exposée ou 15 L/min.m de circonférence du bac.

Pour le refroidissement des bacs adjacents au bac en feu, l'API détaille les taux d'application selon la technologie du bac (toit fixe, toit flottant), sa capacité et le point éclair du produit qu'il contient.

Dans le cas des bacs à double paroi, le refroidissement s'applique à la fois sur la paroi interne (côté espace annulaire) et sur la paroi externe. Le taux d'application, pour les deux couronnes, est fixé à 15 L/min.m.

Dans le cas des stockages de gaz inflammables liquéfiés, la réglementation française (arrêté du 02/01/2008) indique un taux d'application minimum de 10 L/min.m<sup>2</sup> d'enveloppe. L'API 2510 A précise la quantité d'eau requise en fonction du type d'exposition :

Tableau 5: Taux d'application sur une sphère de GIL (API 2510 A)

Exposition	Taux d'application d'eau
Radiation	4,1 L/min.m <sup>2</sup>
Contact direct avec les flammes	10,2 L/min.m <sup>2</sup>

#### 4.2.3 EXTINCTION D'UN BAC OU D'UNE CUVETTE EN FEU

La réserve minimale en émulseur est déterminée sur la base des durées d'extinction suivantes (arrêté du 03/10/2010 modifié) :

- Pour un feu de bac :
  - Avec des moyens fixes (ou semi-fixes), extinction en 20 minutes ;
  - Avec des moyens mobiles, extinction en 20 minutes pour une surface de bac inférieure à 2000 m<sup>2</sup>, plus 10 minutes par tranche supplémentaire de 1000 m<sup>2</sup> ;
- Pour un feu de cuvette ou de sous-cuvette, extinction en 20 minutes.

Néanmoins, le guide GTDLI précise que l'exploitant a libre-choix d'élaborer sa stratégie d'intervention, qui est définie par :

- l'objectif à atteindre qui découle de l'analyse de risques (temporisation dans l'attente de moyens supplémentaires extérieurs ou extinction directe) ;
- le couple taux/temps d'application.

Ainsi, selon la capacité du site en débit/réserve d'eau et émulseur, l'exploitant peut choisir entre :

- une extinction rapide avec un fort taux sur un temps court (quelques minutes) par exemple dans le cas de scénarios de faible ampleur vis-à-vis du scénario majorant ;
- une extinction au taux standard (de l'ordre de 20 min) ;
- une temporisation préalable à l'extinction avec un taux réduit (50 % du taux standard) et une durée compatible avec l'arrivée des moyens supplémentaires.

Les valeurs de taux d'application de solution moussante préconisées dépendent des réglementations et des standards. Le tableau ci-dessous recense les valeurs données par la réglementation française dans le cas où de la mousse bas foisonnement est utilisée.

Tableau 6: Taux d'application forfaitaires de solution moussante (mousse bas foisonnement) – Bacs de stockage de liquides inflammables (Arrêté du 03/10/2010 modifié)

	Liquide inflammable (non miscible à l'eau, type hydrocarbures) – en L/m <sup>2</sup> .min	Liquide inflammable (miscible à l'eau, type alcool, solvant polaire) – en L/m <sup>2</sup> .min
Application douce (déversoirs, boîtes à mousse)	4	4
Application indirecte (projection sur paroi avec lance ou canon)	5	8

Pour les cuvettes de rétention, le taux d'application minimal est de 0,2 L/m<sup>2</sup>.min et l'épaisseur du tapis de mousse doit être d'au moins 15 cm (y compris dans les cuvettes adjacentes vers lesquelles le produit peut déborder).

Le NFPA 11 détaille les taux d'application selon la technologie du bac (toit fixe, toit flottant, écran flottant) et selon que la mousse est appliquée sous ou sur la surface du liquide. Elle précise également des valeurs de taux d'application pour les cuvettes selon la polarité du produit concerné. Les durées d'application requises sont également précisées selon le point éclair du produit stocké.

#### Note sur les cuvettes de rétention :

L'optimisation de la demande en eau / émulseur devrait être intégrée dès le design de l'installation, en respectant les principes suivants :

- création de sous-cuvettes, pour limiter la surface maximale possible du feu ;
- création d'une cuvette déportée, pour éloigner le feu d'un équipement sensible.

La cuvette / sous cuvette devrait être suffisamment grande pour éviter le débordement et optimisée pour limiter les moyens d'extinction. La disposition des déversoirs est telle que la totalité de la surface de la cuvette puisse être couverte sans que la mousse ait plus de 20 mètres à parcourir à la surface du liquide<sup>8</sup>.

#### Remarques :

- Pour des mousses à moyen et haut foisonnement, les taux et durées d'application sont déterminés par des tests selon la classe du feu.

<sup>8</sup> Des essais réalisés en juillet 2002 par le GESIP, décrits dans le rapport GESIP n°2003/02 « Portée des déversoirs à mousse utilisés pour la protection incendie des cuvettes de rétention des réservoirs de LI », montrent qu'employée au taux d'application de 3 L/min.mm, la mousse produite par un déversoir est capable de s'étaler sur une couche de liquide inflammable jusqu'à plus de 30 mètres du déversoir, que la cuvette soit en feu ou non.

- Les taux d'application de la mousse dépendent de plusieurs facteurs : classe de feu, type d'émulseur, équipement protégé, mode d'application (application douce, violente, directe ou indirecte), des recommandations du fournisseur, etc. Les taux d'application étant théoriques et donnés à titre indicatif, ils devraient être évalués sur la base d'une campagne d'essais réalisée sur site.  
Le GESIP a réalisé plusieurs campagnes d'essais destinées à contrôler ou à définir l'action des émulseurs sur des carburants de compositions différentes afin de préciser ou de vérifier les taux d'application à retenir dans les phases de temporisation et d'extinction. Les différentes campagnes d'essais (menées entre 1985 et 1999) et leurs conclusions sont consultables sur le site internet du GESIP (<http://www.gesip.com/rapports-techniques.php>)
- L'arrêté du 03/10/2010 modifié précise, dans son Annexe V, que pour certains émulseurs « particulièrement performants », ayant satisfait à des tests de qualification selon des protocoles définis dans des guides professionnels reconnus par le ministère chargé du développement durable<sup>9</sup>, les taux efficaces forfaitaires, selon le mode d'application, peuvent être remplacés, pour les incendies de rétention, par des taux calculés selon une méthodologie décrite dans le texte. Le taux d'application réel d'extinction à préconiser dépend :
  - D'un taux d'application expérimental propre à chaque famille d'émulseur déterminé à partir d'une campagne d'essais tels que définis par les guides professionnels.
  - Des conditions d'application : accessibilité aux côtés de la rétention, encombrement dans la rétention, portée des jets de lance, données météorologiques, délai de mise en œuvre des moyens. Des coefficients de majoration sont proposés dans l'arrêté.  
Le guide GESIP n°2012/02<sup>10</sup> propose en son Annexe 6 un logigramme de détermination du taux d'application et apporte dans son Annexe 7 des clarifications sur les différents paramètres influant le taux d'application réel d'extinction à préconiser.

#### 4.2.4 EXTINCTION D'UN FEU DE GAZ INFLAMMABLE LIQUÉFIÉ

Suite aux considérations faites dans le paragraphe 3.5, les éléments suivants peuvent être précisés :

- Dans le cas d'un épandage enflammé de gaz naturel liquéfié, l'application d'une mousse à haut foisonnement (500) permet de réduire les radiations de 95% ;
- Dans le cas où l'épandage n'est pas enflammé, l'application d'une mousse à haut foisonnement (750) permet de réduire la concentration des vapeurs de gaz.

---

<sup>9</sup> Le guide GESIP n°2012/02 (version du 07/07/2013) « Extinction de feux de rétention de liquides inflammables : emploi d'émulseurs particulièrement performants » fait partie de ces guides reconnus. Il décrit la méthodologie de qualification d'émulseurs particulièrement performants.

<sup>10</sup> Guide GESIP n°2012/02 (version du 07/07/2013) « Extinction de feux de rétention de liquides inflammables : emploi d'émulseurs particulièrement performants »

La norme NF EN 13565-2 spécifie les taux d'application minima auxquels la mousse doit être appliquée, selon le type de combustible et le type de générateur de mousse. Le Tableau 7 ci-après reprend ces valeurs.

Tableau 7: Taux d'application de solution moussante dans le cas de feu de GIL  
(Norme NF EN 13565-2)

Combustible	Type de générateur	Taux d'application de la solution moussante (L/min/m <sup>2</sup> )	Durée de contrôle de l'incendie (réduction des rayonnements de 90%) (sec)
GNL	Haut foisonnement	10	60
		7	100
GPL	Haut foisonnement	10	60
	Moyen foisonnement	12	60

Il est précisé que les générateurs de mousse ne doivent pas être espacés de plus de 20 m l'un de l'autre et être placés de manière à ce que les vapeurs inflammables ne puissent pas pénétrer à l'intérieur.



## **5. ELÉMENTS D'ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE**

### **5.1 INTRODUCTION**

L'exploitant est libre du choix de la méthodologie pour l'évaluation du niveau performance de son installation fixe de lutte contre l'incendie. Il doit cependant veiller à respecter les critères définis dans l'article 4 de l'arrêté du 29 septembre 2005, à savoir que l'installation doit :

- être efficace i.e. être en mesure de remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation ;
- avoir une cinétique de mise en œuvre en adéquation (significativement plus courte) avec celle du ou des phénomène(s) à maîtriser ;
- être testée et maintenue de façon à maintenir son niveau de performance.

Le niveau de confiance attribué à l'installation fixe de lutte contre l'incendie traduit la fiabilité de l'installation et le niveau de réduction du risque qu'elle apporte.

Comme précisé au paragraphe 1.3, cette fiche ne traite pas des parties « détection » et « traitement de l'information » associées à l'installation fixe de lutte contre l'incendie. Les paragraphes qui suivent fournissent des éléments d'évaluation de la performance d'une telle installation uniquement pour la partie « actionneurs ». Un travail identique devra donc être mené pour les parties « détection » et « traitement de l'information » afin d'évaluer la performance de l'installation dans son ensemble.

L'exploitant devra s'assurer de l'indépendance de l'installation fixe de lutte contre l'incendie au regard d'une part des autres barrières valorisées sur le scénario d'accident, et d'autre part, du système de conduite de l'installation, afin d'éviter les modes communs de défaillance ou de limiter leur fréquence d'occurrence. De plus, l'indépendance par rapport au scénario d'accident sur lequel l'installation est valorisée doit être assurée. Notamment, l'installation étant déclenchée après la survenue d'un incendie, ses performances ne doivent pas être affectées par l'incendie qu'il est sensé combattre.

Les éléments d'évaluation de la performance des barrières de sécurité présentés ci-après s'appuient sur les méthodologies décrites dans les deux référentiels disponibles sur le site internet de l'INERIS :

- Oméga 10<sup>11</sup> pour les barrières techniques de sécurité ;

---

<sup>11</sup> Rapport DRA-08-95403-01561B « Evaluation des performances des Barrières Techniques de Sécurité (DCE DRA-73) - Evaluation des Barrières Techniques de Sécurité - Ω 10 » du 01/09/2008 ;

- Oméga 20<sup>12</sup> pour les barrières humaines de sécurité. Pour les barrières humaines de sécurité la fiche n°7 de la circulaire du 10 mai 2010 fournit également une méthodologie d'évaluation.

## 5.2 EFFICACITÉ

La bonne efficacité de l'installation fixe de lutte contre l'incendie dépend étroitement de son dimensionnement adéquat et de sa résistance aux contraintes spécifiques (conditions météorologiques par exemple).

Les points de vigilance sont les suivants (liste non exhaustive) :

- Le réseau incendie doit être maillé (voir paragraphe 2.3) ;
- Dans le cadre d'un refroidissement :
  - Les buses de pulvérisation utilisées (pour un système déluge, un rideau d'eau ou un brouillard d'eau par exemple) et leurs conditions d'utilisation doivent permettre une répartition homogène de l'eau sur l'équipement à protéger (vitesse initiale des gouttes, distribution de la taille et de la vitesse des gouttes, angle d'ouverture du jet, débit et pression d'alimentation en eau, etc.) ;
  - Le film d'eau sur l'équipement à protéger ne doit pas être rompu par des imperfections de surface et en particulier il doit bien ruisseler jusqu'à la base de l'équipement ;
- Dans le cadre d'une extinction :
  - Le mode d'application de la mousse doit permettre son application douce sur la surface en feu. Par exemple, les déversoirs à mousse permettent d'assurer un épandage sans trop de turbulences, ce qui assure une bonne efficacité.  
 Délivrer la mousse à un débit suffisant et de manière assez douce pour qu'elle soit efficace est une problématique importante de par les turbulences au-dessus du feu. Les systèmes de distribution (boîtes à mousse et déversoirs) ne sont adaptés qu'aux mousses assez résistantes. Les autres systèmes (chambres à tube poreux, gouttière, etc.) nécessitent d'appliquer les mousses avec une extrême douceur.
  - Le type d'émulseur utilisé doit être adapté à la situation accidentelle. La mousse doit en effet être compatible avec le produit, assurer une extinction rapide, résister à une ré-inflammation accidentelle, etc. Les différents types d'émulseurs confèrent aux mousses des propriétés différentes (voir Annexe 2).
  - Le type d'émulseur doit être compatible avec l'eau utilisée pour réaliser le pré-mélange. Par exemple, certains émulseurs ne sont pas compatibles avec l'eau de mer.

---

<sup>12</sup> Rapport DRA-09-103041-06026B « Démarche d'évaluation des Barrières Humaines de Sécurité - Ω 20 - Programme 181 - DRA 77 : Maîtrise des risques accidentels par les dispositions technologiques et organisationnelles » du 21/09/2009

- La transformation de la solution moussante en mousse doit être correctement effectuée. En effet, un même émulseur, selon le matériel utilisé (générateurs en particulier) peut donner des mousses d'efficacité très variable (allant de l'extinction rapide à la non-extinction, pour un même taux d'application).
- L'efficacité d'un émulseur est limitée dans le temps. Ainsi, un émulseur donné est garanti pour une certaine durée d'utilisation. Par exemple, les émulseurs de type synthétique pourront être garantis pendant 10 ans et les émulseurs de type protéinique pendant 5 ans. Les émulseurs peuvent éventuellement être brassés pour maintenir leur efficacité dans le temps.

Lors de la mise en service, des tests visant à déterminer si le système a été correctement dimensionné et s'il fonctionne comme prévu peuvent être réalisés. Le tableau ci-dessous, en partie issu de la norme NF EN 13565-2, dresse la liste (non exhaustive) des différents tests qui peuvent avoir lieu lors d'une mise en service d'installation fixe de lutte contre l'incendie.

*Tableau 8: Tests de mise en service*

Pompes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérification des courbes pression / débit</li> <li>• Test de la séquence de démarrage</li> <li>• Test du fonctionnement de la pompe jockey</li> </ul>
Réseau maillé	Tests de pression hydraulique (la norme NF EN 13565-2 précise que l'essai hydraulique doit être réalisé à 1,5 fois la pression de service maximale pendant 1 heure)
Réseau déluge / mousse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérification de l'homogénéisation de la couverture</li> <li>• Temps de déclenchement du système complet (entre la détection et l'application d'eau / de mousse)</li> <li>• Vérification des propriétés de la mousse</li> <li>• Temps mis par la mousse pour recouvrir la zone désirée</li> </ul>

De plus, un test général de fonctionnement, destiné à vérifier les différents paramètres de l'installation (débit, pression, vitesse) à des points de référence (sortie de pompe, point le plus éloigné) est effectué.

Une fois les tests réalisés, le réseau doit être rincé et remis en état de fonctionnement. Les réserves d'eau, de diesel et d'émulseur doivent être remises à niveau.

La norme NF EN 13565-2 précise qu'un certificat de conformité déclarant que le système est conforme aux spécifications doit être établi.

### 5.3 TEMPS DE RÉPONSE

Le déroulement de la mise en œuvre d'une installation fixe de lutte contre l'incendie peut être schématisé de façon très simplifiée de la manière suivante :

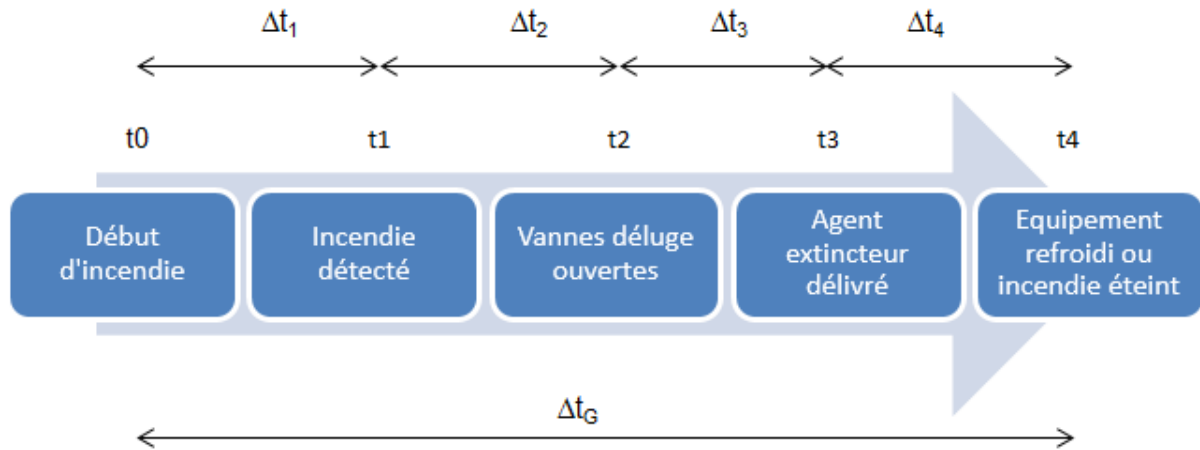


Figure 16: Mise en oeuvre d'une installation fixe de lutte contre l'incendie

Le temps de réponse du système fixe de refroidissement correspond à l'intervalle de temps entre le moment où l'incendie débute et le moment où la pression du réservoir est revenue à sa valeur d'exploitation. Le temps de réponse du système fixe d'extinction incendie correspond à l'intervalle de temps entre le moment où l'incendie débute et le moment où il est éteint. De façon générale, le temps de réponse de l'installation fixe de lutte contre l'incendie, noté  $\Delta t_G$ , est égal à  $t_4 - t_0$ .

Ce temps de réponse peut être découpé comme suit :  $\Delta t_G = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4$

Où :

- $\Delta t_1 = t_1 - t_0$  : temps de détection de l'incendie et de traitement de l'information. Ce temps peut être considéré comme étant inférieur à 1 minute<sup>13</sup>.
- $\Delta t_2 = t_2 - t_1$  : temps d'ouverture des vannes déluge après détection de l'incendie (temps moyen d'ouverture de 5 secondes). Dans le cas où cette action est conduite par le personnel, celui-ci doit disposer d'un niveau de formation adéquat ainsi que des consignes nécessaires à cette ouverture rapide ;
- $\Delta t_3 = t_3 - t_2$  : temps de mise en eau du réseau déluge. Un réseau déluge est dimensionné pour permettre le fonctionnement de toutes les buses 30 secondes après ouverture de la vanne déluge. De plus, les tuyauteries incendie vides d'eau étant vulnérables au flux thermique et pouvant subir des dommages importants avant leur mise en service, une mise en eau rapide du réseau incendie constitue une protection efficace. S'ajoute à ceci le temps de formation de mousse suite à production de solution moussante (environ 30 secondes) ;

<sup>13</sup> Voir le Rapport INERIS DRA-11-117743-08553A « Essais de performance comparatifs sur une gamme de détecteurs de flamme » du 29/07/2011.

- $\Delta t_4 = t_4 - t_3$  : temps de maîtrise de l'incendie (refroidissement effectif ou incendie éteint) à partir du moment où l'agent extincteur est appliqué.  
Ce temps doit être compatible avec le temps de montée en température de l'équipement à refroidir (cas du refroidissement) / le temps de propagation de l'incendie au-delà d'une surface maximale de dimensionnement (surface de la cuvette de rétention par exemple) (cas de l'extinction).

## **5.4 NIVEAU DE CONFIANCE**

Le système fixe de refroidissement ou d'extinction fonctionne à la sollicitation. Son niveau de confiance est lié à la probabilité de défaillance à la sollicitation de ce système.

### **5.4.1 DÉFAILLANCES POTENTIELLES**

Le tableau suivant liste des défaillances possibles de différents éléments d'une installation fixe de lutte contre l'incendie et les solutions envisagées.

Tableau 9: Défaillances potentielles des différents éléments d'une installation fixe de lutte contre l'incendie

Elément du réseau	Modes de défaillance	Solutions envisagées
Réserve d'eau	Gel	Protection des réserves en bassin ou aériennes contre le gel (exemple : boudin gonflable dans les réservoirs aériens)
	Bouchage	Vérification périodique de la propreté des dispositifs d'aspiration (puits, crépines, filtres, etc.)
	Fuite	Contrôle du niveau d'eau dans la réserve d'eau
Pompes	Non démarrage des pompes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Démarrage périodique des équipements et plan de maintenance associé selon les préconisations du constructeur,</li> <li>• Maintenance préventive (constructeur ou autre),</li> <li>• Pompes entraînées par des sources d'énergie indépendantes.</li> </ul>
	Arrêt des pompes ou débit trop faible	<p>L'arrêt des pompes principales ne peut être réalisé que manuellement, à l'aide d'un bouton d'arrêt localisé près de chaque pompe. Les pompes principales ne s'arrêtent automatiquement que sur emballement du moteur diesel. En revanche, les pompes jockey démarrent et s'arrêtent selon la pression détectée dans le réseau.</p> <p>Chaque pompe est équipée d'un système de débit minimum indépendant. La ligne de débit minimum, localisée au refoulement de la pompe, peut être équipée :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• d'un clapet de décharge permettant une recirculation éventuelle,</li> <li>• d'un orifice de restriction,</li> <li>• d'une vanne de régulation de débit classique.</li> </ul>
	Surpression	Le contrôle de la pression au refoulement des pompes jockey est effectué par une vanne renvoyant l'eau vers la réserve d'eau en cas de surpression.
Réseau maillé	Corrosion, chocs, coups de bélier, surpression, phénomènes thermiques (chauds et froids), etc.	<p>Utilisation de matériaux et de matériels adaptés (voir tableau comparatif de quelques propriétés du réseau maillé selon le matériau constituant (acier vs glass reinforced plastic / glass reinforced epoxy / stratifié verre résine) en Annexe 4).</p> <p>Le réseau doit pouvoir supporter :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la pression maximum délivrée par les pompes incendies en fonctionnement,</li> <li>• la surpression au démarrage de la pompe ou lors de l'ouverture des vannes déluge (coup de bélier).</li> </ul> <p>Le risque de surpression peut être contrôlé par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le dimensionnement adéquat des équipements et des tuyauteries,</li> <li>• la sélection de matériels adaptés (ex : vannes à ouverture lente),</li> <li>• la mise en place de bouteille anti-pulsatoire,</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>l'installation d'une soupape en aval de la pomperie (protection particulièrement étudiée dans le cas d'une pompe avec moteur diesel qui peut, suite à une défaillance, fonctionner en survitesse).</li> </ul>
	Gel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réseau enterré localisé sous la ligne de gel (environ 1 mètre sous le niveau du sol), avec les mesures de protection contre la corrosion si nécessaire (protection cathodique),</li> <li>Lignes aériennes vides ou tracées et calorifugées,</li> <li>Réseau maintenu en eau avec additif type glycol,</li> <li>Recirculation sur le réseau.</li> </ul>
Vannes déluge et accessoires associés (filtres)	Gel	Ces équipements peuvent être localisés dans des armoires chauffées ou munies de traçage et calorifugeage.
	Mauvaise position (si vanne manuelle)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chaînes et cadenas,</li> <li>Repérage de la position de la vanne,</li> <li>Formation des opérateurs,</li> <li>Contrôles réguliers.</li> </ul>
Buses déluge	Bouchage	Une buse déluge est de type imbouchable, la pièce de diffusion étant placée à l'extérieur de la buse et à une distance telle que le passage libre est supérieur au diamètre du jet. Les filtres internes à la buse sont à proscrire car ils augmentent le risque de bouchage de la buse.
	Jet sensible aux vents forts	S'assurer que les buses ne sont pas trop éloignées de l'installation à protéger
Flexible alimentant en émulseur	Rupture	Contrôle et remplacement réguliers
	Bouchage	Rinçage après usage
Clapet anti-retour à l'aspiration (réseau émulseur)	Bouchage	Rinçage après usage
	Blocage en position fermée	Maintenance (démontage régulier pour contrôle de l'état)
Chambre à mousse et buses mousse	Obstruction de la prise d'air de la chambre à mousse	Maintenance
	Bouchage de la buse mousse	Rinçage après usage

## **5.4.2 TESTS ET MAINTENANCE**

Des tests périodiques, a minima annuels, fixés par la réglementation française (arrêté du 03/10/2010 modifié) visent à vérifier le bon état de fonctionnement du réseau et de la pomperie. Sont notamment contrôlés les points suivants : corrosion, bouchage des buses, colmatage des filtres, dommages mécaniques, dates de péremption des émulseurs, fonctionnement des vannes de sectionnement, temps d'ouverture des vannes déluges, temps de démarrage des pompes etc. De plus, des tests de fuite sur le réseau peuvent être réalisés (test autorisé par le NFPA : fuite de maximum 3 litres d'eau, pendant 30 minutes, sur 100 jeux de brides).

La norme NF EN 13565-2 précise d'autres points d'inspection à contrôler de façon hebdomadaire, mensuelle, semestrielle ou annuelle par du personnel qualifié. Le tableau présenté en Annexe 5 en fournit la liste. Cette Annexe propose également un exemple de suivi de réseau déluge sur une zone à risque au sein d'un établissement industriel.

## **5.4.3 GESTION DE L'INDISPONIBILITÉ**

Une partie de l'installation fixe de lutte contre l'incendie ne peut être indisponible que si des mesures compensatoires, permettant d'intervenir sur un sinistre éventuel malgré l'impossibilité d'utiliser les installations normalement prévues à cet effet, ont été prévues et implémentées. La mise à disposition des installations fixes de lutte contre l'incendie est soumise à une analyse de risques ciblée et donne lieu à des procédures de travail particulières.

## **5.4.4 NIVEAU DE CONFIANCE DU SYSTÈME FIXE DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE**

Le niveau de confiance du système fixe de lutte contre l'incendie est lié à la probabilité que ce système ne permette pas de limiter une suppression ou les effets thermiques d'un incendie et in fine ne permette pas de maîtriser un incendie.

Cette probabilité est liée à la défaillance du système pour lequel le taux global d'échec de la boucle comprend généralement l'échec de n'importe quel composant (capteur, pulvérisateur, alimentation en eau, pompes, vannes, mélangeur eau/émulseur, générateur et distributeur de mousse dans le réservoir, etc.) et peut inclure d'autres facteurs tels que l'insuffisance des réserves d'eau, la mauvaise répartition du film d'eau, le fonctionnement en mode manuel ou de façon automatique. En particulier (en mode manuel), il y a un risque de laisser les vannes en position fermées après maintenance par exemple (dans le cas des sprinklers, le REX a montré que le non fonctionnement était souvent lié à l'oubli d'une vanne en position fermée). Il est à noter qu'en mode automatique, les vannes déluges sont en position normalement fermées et les vannes d'arrêt sur un réseau de sprinklage sont en position normalement ouvertes.



Selon les sources bibliographiques étudiées, la probabilité de défaillance à la sollicitation du système fixe de lutte contre l'incendie varie entre  $10^{-2}$  et 1. L'ouvrage « Layer Of Protection Analysis » [3] utilise une probabilité de défaillance à la sollicitation de  $10^{-1}$ . Au regard de ces données de fiabilité, l'INERIS propose de retenir un NC1 sous réserve que le système fixe de lutte contre l'incendie soit correctement dimensionné, construit, installé et maintenu dans le temps, même s'il est vrai que certaines applications (cas des systèmes entièrement automatiques) pourraient vraisemblablement justifier d'un NC2 via une analyse spécifique. Dans le cas où une intervention humaine est requise, seul un NC1 pourrait être valorisé, sous réserve du respect des critères listés ci-dessus.

#### 5.4.5 SYNTHÈSE

En tout état de cause, le retour d'expérience montre que la performance des systèmes fixes de refroidissement ou d'extinction **dépend plus de leur efficacité et de leur disponibilité que de leur aptitude à être tolérants aux défaillances matérielles**. En définitive, les défaillances de la fonction de sécurité (contrôle ou extinction feu) ont généralement pour origine des dysfonctionnements organisationnels (système non disponible au moment de la sollicitation, inadaptation au feu, sous-dimensionnement, installation incorrecte, etc.). **Il résulte de ce qu'avant toute allocation d'un niveau de confiance, il est impératif de veiller à ce que la disponibilité et l'efficacité soient garanties sur tout le cycle de vie**. La gestion des modifications portant sur les systèmes fixes de refroidissement ou d'extinction ou leur environnement d'utilisation revêt donc un caractère particulièrement important en matière de sécurité fonctionnelle.



## **6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1] Formation “Systèmes fixes de protection contre l’incendie” – IFP Training  
[www.ifptraining.com](http://www.ifptraining.com)
- [2] Guide de maîtrise des risques technologiques dans les dépôts de liquides inflammables (hors produits réchauffés, et hors stockages raffineries et usines pétrochimiques) – 2008.
- [3] Layers Of Protection Analysis - Center for Chemical Process Safety of American Institute of Chemical engineers – 2001.
- [4] Isabelle Vuidart – Etude sur les équipements de réservoirs de stockages de liquides et de gaz liquéfiés – INERIS – 1996.

### Références réglementaires

- [5] Arrêté du 16 juillet 2012 relatif aux stockages en récipients mobiles exploités au sein d'une installation classée soumise à autorisation au titre de l'une ou plusieurs des rubriques n°1436, 4330, 4331, 4722, 4734, 4742, 4743, 4744, 4746, 4747 ou 4748, ou pour le pétrole brut au titre de l'une ou plusieurs des rubriques nos 4510 ou 4511 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement et présents dans un entrepôt couvert soumis au régime de l'enregistrement ou de l'autorisation au titre de la rubrique 1510 de cette même nomenclature.
- [6] Arrêté du 12 octobre 2011 relatif aux installations classées soumises à autorisation au titre de la rubrique 1434-2 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.
- [7] Arrêté du 02/09/2015, modifiant l'arrêté du 3 octobre 2010 modifié relatif au stockage en réservoirs aériens manufacturés exploités au sein d'une installation classée soumise à autorisation au titre de l'une ou plusieurs des rubriques n°1436, 4330, 4331, 4722, 4734, 4742, 4743, 4744, 4746, 4747, 4748, ou pour le pétrole brut au titre de l'une ou plusieurs des rubriques nos 4510 ou 4511 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.
- [8] Arrêté du 02/01/2008, relatif aux réservoirs fixes manufacturés de gaz inflammables liquéfiés, de capacité unitaire supérieure ou égale à 50 tonnes, présents au sein d'une installation classée pour la protection de l'environnement relevant du régime de l'autorisation au titre de la rubrique n° 4718 de la nomenclature des installations classées, à l'exception des stockages réfrigérés ou cryogéniques.

### Références normatives

- [9] Normes NF EN 13565 (version de juillet 2009) relatives aux installations fixes de lutte contre l'incendie - Systèmes à émulseurs.
- [10] Normes NF EN 1568 (version d'août 2008) relatives aux émulseurs bas, moyen et haut foisonnement.



## 7. LISTE DES ANNEXES

<b>Annexe</b>	<b>Désignation précise</b>	<b>Nb de pages</b>
1	Configuration classique d'une pomperie de réseau incendie	1
2	Classification des émulseurs	3
3	Liste de codes et standards internationaux	1
4	Caractéristiques des éléments principaux d'une installation fixe de lutte contre l'incendie	2
5	Exemple de suivi de réseau déluge	3

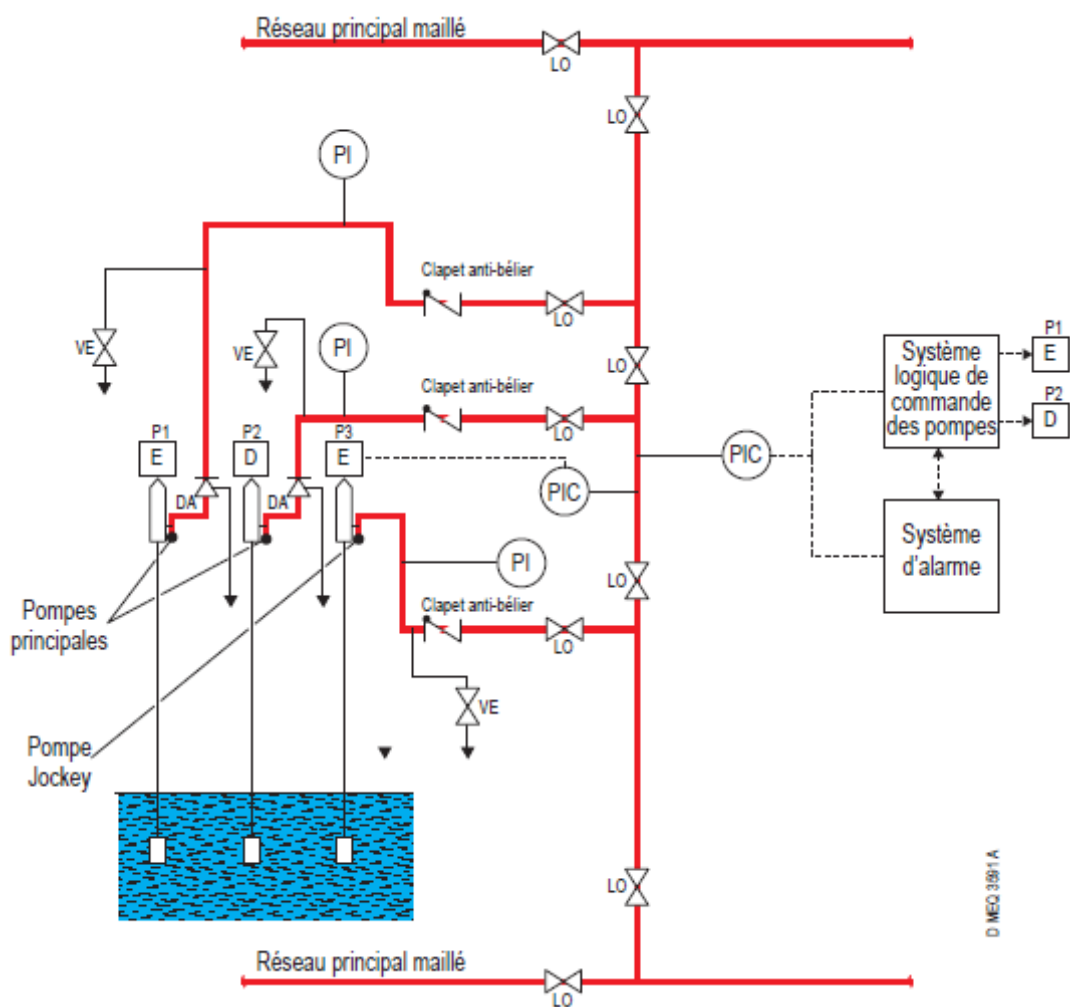


**ANNEXE 1**

**CONFIGURATION CLASSIQUE D'UNE POMPERIE DE RÉSEAU  
INCENDIE**







D MEQ 3/91 A

- P1 Pompe verticale à moteur électrique E
- P2 Pompe verticale à moteur diesel D
- P3 Pompe verticale à moteur électrique pour pressuriser le réseau (pompe jockey)
- VE Vanne d'essais
- DA Clapet de décharge automatique

- LO = locked open = verrouillée ouverte
- PI = indicateur de pression local
- PIC = régulateur de pression et indicateur

Figure 1: Configuration classique d'une pomperie incendie (Source : IFP Training)



## **ANNEXE 2**

### **CLASSIFICATION DES ÉMULSEURS**



La classification des émulseurs est basée sur la nature de la base moussante (protéinique ou synthétique) et sur la nature des feux à éteindre (feux de liquides polaires ou apolaires). La présente Annexe décrit les différents types d'émulseurs rencontrés selon ces différents critères.

Les liquides polaires, généralement porteurs d'atomes O ou N, ou également d'halogènes : Cl, Br, F ou I, sont caractérisés par leur affinité pour l'eau. On peut distinguer quelques grandes familles<sup>1</sup> :

- Les alcools : méthanol, éthanol, isopropanol...
- Les cétones et aldéhydes : acétone, acétaldéhyde, méthylethylcétone...
- Les esters : acétate d'éthyle...
- Les éthers : diéthyléther, MTBE, THF...
- Les glycols : combinaison « alcool + éther » : MEG, MPG, butoxyéthanol, butylcarbitol...
- Les amines : triméthylamine...
- Les acides : acide acétique, propionique...

Par opposition aux liquides polaires, les liquides apolaires ne possèdent pas d'affinité avec l'eau (cas des hydrocarbures par exemple).

Les types d'émulseurs utilisés selon la nature de la base moussante et la catégorie de liquide inflammable sont recensés dans le tableau page suivante. Les émulseurs qualifiés de « polyvalents » peuvent être employés sur les deux catégories de liquide. La propriété polyvalente de ces émulseurs consiste à former un gel pelliculaire protecteur qui offre une résistance à la ré-inflammation.

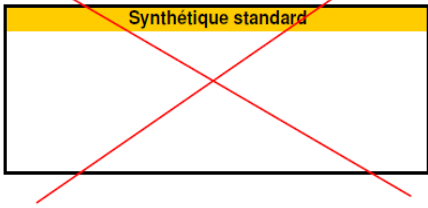
Remarques :

- Les hydrocarbures contenant plus de 5% d'additifs oxygénés nécessitent l'utilisation d'émulseurs polyvalents ;
- Les émulseurs de types différents sont en général incompatibles entre eux. En particulier, on ne peut mélanger un émulseur de nouvelle génération avec un ancien. Il existe cependant des émulseurs qui permettent de « régénérer » et de rendre plus performants les stocks d'émulseurs protéiniques d'ancienne génération qui ont vieilli (oxydation par l'air en particulier).

---

<sup>1</sup> <http://www.bio-ex.fr/produits/types-de-risques/feux-de-liquides-classe-b-solvants-polaires>

Tableau 1: Types d'émulseurs utilisés selon la nature de la base moussante et la catégorie de liquide inflammable

	<b>Base moussante protéinique</b>	<b>Base moussante synthétique</b>	<b>Utilisation</b>
<b>Feu de liquides polaires</b>	<p><b>Protéinique standard</b> avec complexe métallique: formation d'un composé s'opposant au retrait de l'eau par le liquide polaire</p> <p><b>Fluoroprotéinique</b> avec complexe métallique: formation d'un composé s'opposant au retrait de l'eau par le liquide polaire</p>		Application douce
<b>Feu de liquides apolaires</b>	<p><b>Protéinique standard</b> fluidité moyenne Bonne résistance aux HC chauds Mousse contaminable</p> <p><b>Fluoroprotéinique</b> Protéinique amélioré avec un tensio-actif fluoré  Bonne fluidité Bonne résistance aux HC chauds Mousse non contaminable</p>	<p><b>Synthétique standard</b>  Bonne fluidité Mauvaise résistance aux HC chauds Mousse contaminable</p>	<p><b>Protéinique standard</b> application douce feux HC uniquement tous risques (unités, stockage..)</p> <p><b>Fluoroprotéinique</b> application violente opérateurs peu entraînés faible taux d'application utilisé sur feux d'HC présentant des difficultés (points métalliques chauds, surface / volume importants)</p> <p><b>Synthétique standard</b>  utilisé à tous les foisonnements dimensions limitées stable sur HC froid, soluble sur HC chauds</p>

	Base moussante protéinique	Base moussante synthétique	Utilisation
Feu de liquides polaires ET apolaires	<p><b>Fluoroprotéinique filmogène (FFFP) polyvalent</b></p> <p>Fluoroprotéinique amélioré avec un tensio actif filmogène</p> <p>Très bonne fluidité Bonne résistance aux HC chauds Avec polymère: formation d'une pellicule au contact du liquide polaire, s'opposant à la destruction de la mousse</p> <p>Mousse non contaminable</p> <p>Utilisable en additif filmogène à l'eau</p> <p>FFFP : Film Forming Fluoro-Protein foam (Formant un Film Flottant Protéinique)</p>	<p><b>Synthétique filmogène (AFFF) polyvalent</b></p> <p>Synthétique amélioré avec tensio-actif filmogène</p> <p>Très bonne fluidité Bonne résistance aux HC chauds Avec polymère: formation d'une pellicule au contact du liquide polaire, s'opposant à la destruction de la mousse</p> <p>Mousse non contaminable</p> <p>Utilisable en additif filmogène à l'eau</p> <p>AFFF: Aqueous Film Forming Foam (Agent Formant un Film Flottant)</p>	<p><b>Fluoroprotéinique filmogène (FFFP)</b></p> <p>extinction rapide des feux de nappe</p> <p>utilisé sur feux d'HC présentant des difficultés (points métalliques chauds, surface / volume importants) bonne adhérence aux parois métalliques très bien adapté pour la protection des sites pétroliers</p> <p><b>Synthétique filmogène (AFFF)</b></p> <p>formation par décantation d'un film aqueux flottant en surface et empêchant l'émission de vapeurs inflammables application violente possible Taux d'application plus faible que émulseur standard</p> <p>prohibé sur liquide polaire peu adapté sur grande surface</p> <p>Note : Les émulseurs polyvalents (FFFP, AFFF) sont plus efficaces que les émulseurs standards de par leur temps d'application plus court et leur taux d'application plus faible</p>





## **ANNEXE 3**

### **Liste de codes et standards internationaux**



Le tableau ci-dessous dresse une liste (non exhaustive) de codes et standards internationaux traitant des installations fixes de lutte contre l'incendie.

Tableau 2: Codes et standards internationaux traitant des installations fixes de lutte contre l'incendie

Code	Référence	Titre
APCAD	D2	Brouillard d'eau
	R12	Extinction automatique à mousse à haut foisonnement
	D9	Défense extérieure contre l'incendie, guide pratique pour le dimensionnement des besoins en eau
GESIP	2001/01	Gaz de pétrole liquéfiés – Prévention et intervention
	2003/01	Absorption des radiations thermiques émises par un feu à l'aide d'un rideau de brouillard d'eau
	2003/02	Portée des déversoirs à mousse utilisés pour la protection incendie des cuvettes de rétention des réservoirs de LI
	2012/02	Extinction de feux de rétention de liquides inflammables : emploi d'émulseurs particulièrement performants
NFPA <sup>1</sup>	11	Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam
	11A	Standard for Medium- and High-Expansion Foam Systems
	15	Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection
	16	Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems
	20	Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection
	24	Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances
	25	Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems
	30A	Flammable and Combustible Liquids Code
	30B	Aerosols Code
	58	Liquefied Petroleum Gas Code
	59A	Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG)
750	Standard on Water Mist Fire Protection Systems	
API <sup>2</sup>	RP 2030	Application of fixed water spray systems for fire protection in the petroleum and petrochemical industries
	RP 2021	Fighting fires in and around flammable and combustible liquid atmospheric storage tanks
	2510 A	Fire protection considerations for the design and operation of liquefied petroleum gas storage facilities
	2050	Guidelines for application of water spray system for fire protection in the petroleum industry

<sup>1</sup> : National Fire Protection Association

<sup>2</sup> : American Petroleum Institute



## **ANNEXE 4**

# **CARACTÉRISTIQUES DES ÉLÉMENTS PRINCIPAUX D'UNE INSTALLATION FIXE DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE**



Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques des éléments principaux d'une installation fixe de lutte contre l'incendie.

Tableau 3: Synthèse des caractéristiques des éléments d'une installation fixe de lutte contre l'incendie (Source : IFP Training)

Eléments	Pression nominale (bar rel)	Débit nominal (m3/h)	Vitesse dans la tuyauterie (m/s)	Indications complémentaires
Réseau maillé	10	Débit requis (max)	3	Pmin = 4 barg au point le plus éloigné (verticalement et horizontalement)
Pompes principales	10	3 x 50% 2 x 100% 2 x (2 x 50 %)	/	Si n est le nombre de pompes pour couvrir Q requis (max), alors le nombre de pompes installées est n + 1
Pompes jockey	6 - 8	30 - 45	/	Pression maintenue la plus haute possible pour éviter de démarrer trop souvent les pompes principales
Réseau déluge	3.5 min	Débit requis par équipement (ou par zone)	5 - 6	Réseau sec en aval de la vanne déluge
Vanne déluge	10 b amont	Débit requis par équipement (ou par zone)	/	/
Poteau incendie (hydrant)	4,5 - 6,5 (max)	45 - 60	/	/
Lance monitor	7 - 10	120	/	
Rideau d'eau	3.5 min	Débit requis selon objectif (toxique ou thermique)	5 - 6	Réseau sec en aval de la vanne déluge
Réserve d'eau	Pression atmosphérique	/	/	-Réservoir dédié, -Réserve naturelle (eau de mer, lac, nappe souterraine) -Réseau de ville

Le réseau principal est soumis à des risques de corrosion, chocs, coups de bélier, surpression, phénomènes thermiques (chauds et froids), etc. L'utilisation de matériaux et de matériels adaptés permet de prévenir ces défaillances.

Le tableau ci-dessous compare quelques propriétés du réseau maillé selon le matériau constituant (acier vs glass reinforced plastic (GRP) / glass reinforced epoxy (GRE) / glass stratified resin (GSR)).

Tableau 4: Comparaison des propriétés de l'acier et du GRP pour le réseau maillé

	Acier	GRP / GRE / GSR
Agent extincteur	Eau douce	Eau douce / Eau saline
Corrosion interne / externe	Très sensible	Faible
Résistance au choc	Déformation	Sensible à l'écrasement
Régime transitoire	Moins sensible aux phénomènes transitoires (coup de bélier)	Etude dynamique nécessaire : risque de rupture par coup de bélier
Dilatation	Faible	Plus importante
Résistance au feu	Bonne	Bonne si pleine d'eau
Pertes de charge	Importante : vitesse limitée à 3 m/s	Faible, vitesses plus importantes tolérées



**ANNEXE 5**  
**SUIVI D'UN RÉSEAU DÉLUGE**



La norme NF EN 13565-2 précise d'autres points d'inspection à contrôler de façon hebdomadaire, mensuelle, semestrielle ou annuelle par du personnel qualifié. Le Tableau 5 en fournit la liste. Cette Annexe propose également un exemple de suivi de réseau déluge sur une zone à risque au sein d'un établissement industriel (Tableau 6).

Tableau 5: Points de contrôle et périodicité (Norme NF EN 13565-2)

Périodicité	Points de contrôle
Hebdomadaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vérifier les niveaux des réservoirs d'émulseur, d'amorçage de la pompe et d'eau ;</li> <li>• vérifier le fonctionnement correct des chauffages (pendant la période où l'on chauffe) ;</li> <li>• inspecter visuellement la position correcte en sécurité de l'ensemble des vannes d'arrêt ;</li> <li>• vérifier l'état correct des dispositifs de démarrage manuels ou automatiques des pompes ;</li> <li>• vérifier la présence de fuite, de dommage, de corrosion et les procédures d'actions correctives en cas de problème.</li> </ul>
Mensuelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vérifier le fonctionnement correct des pompes et de leurs motorisations (à l'exception des pompes à émulseur). L'essai doit durer le temps nécessaire à aboutir aux conditions normales de fonctionnement, de température de l'eau et de l'huile de refroidissement, d'indication, de consommation d'électricité. À la fin de l'essai, la consommation d'électricité, en cas d'entraînement électrique, et les températures de l'eau de refroidissement, de l'huile et la vitesse des entraînements à moteur diesel, doivent être mesurées. Soumettre à essais les moteurs diesel jusqu'à atteindre les températures de fonctionnement (au moins 10 min) ;</li> <li>• vérifier la pression de débit en cas de systèmes alimentés directement par les canalisations du réseau de l'usine ou le réseau public ;</li> <li>• vérifier les batteries par rapport aux instructions de maintenance fournies par le fabricant de batteries ainsi que le fonctionnement du chargeur de batteries ;</li> <li>• vérifier l'alimentation minimale en carburant des moteurs diesel ;</li> <li>• vérifier le niveau d'huile des pompes, des compresseurs et des moteurs diesel ;</li> <li>• vérifier visuellement l'absence de dommages ou de détérioration au niveau de la tuyauterie, des orifices de débit de mousse, des diffuseurs et des supports des tuyauteries ;</li> <li>• vérifier la protection contre le gel du système de canalisations rempli en permanence ;</li> <li>• procéder à un essai fonctionnel des dispositifs de remplissage automatiques des réservoirs d'eau ;</li> <li>• procéder à un essai fonctionnel des dispositifs de démarrage manuels ou automatiques des pompes à émulseur ;</li> <li>• vérifier les alarmes et le reports d'alarme vers un lieu constamment occupé, en cas de systèmes à mousse à déclenchement automatique ;</li> <li>• vérifier l'absence de toute obstruction au niveau de l'orifice d'arrivée d'air des diffuseurs / dispositifs générateurs de mousse.</li> </ul>
Semestrielle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vérification visuelle des crépines ;</li> <li>• essai fonctionnel du proportionneur d'émulseur en utilisant de l'eau seule et pas d'émulseur (lorsque cela est spécifié par le fabricant) ;</li> <li>• contrôle de la mobilité de toutes les vannes et des composants actionnés mécaniquement.</li> </ul>

Annuelle	<p><u>Qualité de l'émulseur</u></p> <p>Une vérification des propriétés de l'émulseur doit être réalisée par du personnel de laboratoire compétent et qualifié. L'échantillonnage doit être effectué conformément aux instructions du fabricant. Ces vérifications doivent comprendre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le type de mousse ;</li> <li>• le poids spécifique ;</li> <li>• le PH ;</li> <li>• la sédimentation ;</li> <li>• le temps de décantation ;</li> <li>• le foisonnement de la mousse ;</li> <li>• le coefficient d'étalement — formation du film (sur cyclohexane) — émulseurs filmogènes uniquement ;</li> <li>• l'essai de réallumage du feu d'alcool (émulseurs AR uniquement).</li> </ul> <p>Les résultats et les conclusions de « réussite » ou « d'échec », doivent être consignés dans un rapport. Si le rapport indique que l'émulseur est inapte à l'emploi, à la suite des tests de contrôle qualité, il doit être remplacé immédiatement par un émulseur du même type déclaré conforme au type de l'utilisation.</p> <p><u>Essai de précision du dosage d'émulseur</u></p> <p>Un essai du proportionneur et de ses accessoires doit être réalisé. L'essai doit être effectué aux débit maximum et minimum du système. La précision du dosage d'émulseur doit être conforme à la tolérance indiquée par l'EN 13565-1. Lorsque cela est possible, il convient que ces essais soient effectués avec des produits de substitution ayant une incidence limitée sur l'environnement.</p> <p><u>Essai de projection de mousse</u></p> <p>Il convient d'effectuer un essai de projection de mousse sur chaque système pour vérifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le fonctionnement correct du système ;</li> <li>• l'absence d'obstruction au niveau des diffuseurs ;</li> <li>• le fonctionnement correct des vannes ;</li> </ul> <p><u>Pré-mélange</u></p> <p>Une vérification des propriétés des solutions moussantes pré-mélangées doit être réalisée par du personnel de laboratoire compétent et qualifié. Si le rapport indique que la solution moussante pré-mélangée est inapte à l'emploi, à la suite des tests de contrôle qualité, elle doit être remplacé immédiatement par un pré-mélange obtenu à partir d'un émulseur du même type déclaré conforme au type de l'utilisation.</p> <p><u>Vérification des composants</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérifier les réservoirs d'émulseur et les composants qui sont en contact permanent avec l'émulseur pour détecter tout signe de défauts externes, par exemple des fuites ou des débris sur les joints.</li> <li>• Contrôler l'intégrité des joints d'étanchéité à la vapeur sur les déversoirs de mousse des réservoirs ainsi que celle des disques de rupture dans les systèmes par injection à la base.</li> </ul> <p><u>Bon fonctionnement/mobilité des vannes</u></p> <p>Le bon fonctionnement des vannes d'arrêt doit être vérifié.</p>
----------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tableau 6: Exemple de suivi de réseau déluge sur une zone à risque (Source : IFP Training)

<b>ZONE FEU N° 1</b>	<b>Objectif de performance</b>	<b>Contrôle précédent</b>	<b>Contrôle en cours</b>	<b>Pompe en service</b>	<b>Pompe en stand by</b>
Délai pour arrivée d'eau à la tête de déluge la plus éloignée (s)	<30 secs	15secs	18secs	Testée	Non testée
Pression à la vanne déluge (sortie) (bar)	5.5barg	7.2barg	6.4barg		
Délai de mise en service de la vanne déluge	5secs	3.5secs	4.3secs		
Inspection visuelle des têtes (nb bouchés)	5% répartis de manière homogène sur l'installation	3.8%	4.5%		
Nombre de plateaux de récupération utilisés	3	3	2		
Calcul du taux d'application à partir de l'eau récupérée sur les plateaux	12 litres/min.m <sup>2</sup>	14.5	15.0		
Drainage adéquat	Confirmation visuelle	OK	Slow drain away		
Pression en sortie de la pompe incendie (barg)	14.5 barg	14.5	13.5		



**INERIS**

*maîtriser le risque  
pour un développement durable*

**Institut national de l'environnement industriel et des risques**

Parc Technologique Aiaia  
BP 2 - 60550 Verneuil-en-Halatte

Tél. : +33 (0)3 44 55 66 77 - Fax : +33 (0)3 44 55 66 99

E-mail : [ineris@ineris.fr](mailto:ineris@ineris.fr) - Internet : <http://www.ineris.fr>