



**MINISTÈRE  
DE L'INTÉRIEUR**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE

## MATÉRIELS ET ÉQUIPEMENTS DE SAPEURS-POMPIERS



▷ **Produits spécifiques  
d'extinction retardants**

Version :  
RTMAT-EQ-01.PSE-RETARD



DIRECTION GÉNÉRALE  
DE LA SÉCURITÉ CIVILE  
ET DE LA GESTION DES CRISES





**MINISTÈRE  
DE L'INTÉRIEUR**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**Direction générale  
de la sécurité civile  
et de la gestion des crises**

# RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE

Produits spécifique d'extinction retardants

**DSP/SDDRH/BDFE/ MARS 2022**

1<sup>ère</sup> édition

**Ce référentiel technique a été réalisé en 2022 sous la direction de Francis MAGNOLINI du bureau en charge de la doctrine, de la formation et des équipements avec l'aide des contributeurs suivants :**

Gabriel AUVERT (DGSCGC), Fabrice CHASSAGNE (BAGER), Jean Yves PEREZ (SDIS 40), Michel PERSOGLIO (SDIS 83), Pascale ARVIEU Laboratoire du CEREN (VALABRE), Gilles GONIN (SDIS 16).

Relecture technique assurée par le Docteur Frédérique GIROUD Directrice du centre d'essai et de recherche de l'ENTENTE pour la forêt Méditerranéenne à VALABRE.

**Comité de validation :** Frédéric PAPET (DSP), Isabelle MERIGNANT (SDDRH), Emmanuel JUGGERY (adjoint SDDRH), François GROS (chef du BDFE).

**Reproduction des textes autorisée pour les services d'incendie et de secours dans le cadre de l'application de la politique de la commande publique et la publication des marchés et appels d'offres pour l'acquisition des équipements des sapeurs-pompiers.**

**L'utilisation des illustrations est soumise à une autorisation de l'auteur.**

**© DGSCGC – 1<sup>ère</sup> édition – ISBN : - Dépôt légal : MARS 2022**



**MINISTÈRE  
DE L'INTÉRIEUR**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

## **Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises**

DIRECTION DES SAPEURS-POMPIERS  
Sous-direction de la doctrine et des ressources humaines  
Bureau de la doctrine, de la formation et des équipements

### **Préface**

La direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC) assure la cohérence de la politique de sécurité civile au plan national et définit la doctrine opérationnelle applicable aux services d'incendie et de secours.

Dans ce cadre, les référentiels techniques relatifs aux équipements et matériels des services d'incendie et de secours, accompagnent la mise en œuvre des actions opérationnelles.

Pour favoriser la standardisation des produits et services, la DGSCGC a créé le label de sécurité civile française. Elaboré à partir de l'expression harmonisée des besoins des acteurs de la sécurité civile française, cette démarche favorise l'industrialisation des processus de production, facilite la mutualisation des achats, la gestion du cycle de vie du produit et contribue à la maîtrise des coûts de détention.

La rédaction du référentiel technique « produits spécifiques retardants » est pilotée par la DGSCGC dans une démarche incluant les utilisateurs, les fabricants, les organismes notifiés, les organismes de contrôles agréés.

Il répond à la demande opérationnelle pour la lutte contre les feux de forêts et d'espaces naturels pour laquelle les vecteurs de lutte sont diversifiés.

Les produits spécifiques retardants répondent aux standards normatifs nationaux et internationaux ainsi qu'aux exigences de qualité et de durabilité imposées par les règles environnementales européennes et internationales.

En libre accès, le référentiel est publié sur le site internet du ministère de l'intérieur. Il est révisé régulièrement en fonction des évolutions normatives, technologiques, réglementaires ou des retours d'expérience des utilisateurs. Les mises à jour n'ont pas d'effet rétroactif sur les référentiels antérieurs.

**Le préfet, directeur général  
de la sécurité civile  
et de la gestion des crises**

**Alain THIRION**



# Table des matières

<b>Préface .....</b>	<b>5</b>
<b>Table des matières .....</b>	<b>7</b>
<b>Comment utiliser le référentiel technique ?.....</b>	<b>11</b>
<b>CHAPITRE 1- Généralités .....</b>	<b>13</b>
<b>1. Réglementation.....</b>	<b>13</b>
<b>2. Domaine d'application.....</b>	<b>13</b>
<b>3. Définitions.....</b>	<b>13</b>
3.1. Les types de produits retardants .....	13
3.2. Définitions techniques spécifiques .....	14
<b>4. Références normatives.....</b>	<b>15</b>
<b>5. Présomption de conformité et nouvelle approche.....</b>	<b>15</b>
<b>CHAPITRE 2- Prescriptions techniques générales .....</b>	<b>17</b>
<b>1. Les classes de feux.....</b>	<b>17</b>
<b>2. Organisation du référentiel technique .....</b>	<b>17</b>
<b>CHAPITRE 3- Domaine d'utilisation opérationnelle et mode d'action.....</b>	<b>19</b>
<b>1. Retardant court-terme – RCT .....</b>	<b>19</b>
1.1. Utilisation opérationnelle.....	19
1.2. Mode d'action .....	19
<b>2. Retardant long terme - RLT.....</b>	<b>19</b>
2.1. Utilisation opérationnelle.....	19
2.2. Mode d'action.....	19
<b>CHAPITRE 4- Tests de performances des retardants.....</b>	<b>21</b>
<b>1. Tests physico-chimiques.....</b>	<b>21</b>
1.1. Potentiel Hydrogène (pH) .....	21
1.2. Masse volumique.....	21
1.3. Viscosité.....	22
1.4. Taux de sédimentation et séparation de phase .....	22
1.5. Stabilité.....	22
1.6. Solubilité ou miscibilité dans l'eau .....	22
1.7. Tension superficielle (RCT).....	23
1.8. Point de congélation (RCT).....	23

1.9. Point éclair (RCT- aérien) .....	23
1.10. Point initial d'ébullition (RCT- aérien) .....	23
<b>2. Efficacité extinctrice de la solution.....</b>	<b>23</b>
2.1. Analyse thermogravimétrique et différentielle ATG/ATD (RLT).....	23
2.2. Propagation en tunnel du feu (RLT) .....	23
2.3. Pouvoir moussant en laboratoire (RCT-aérien).....	23
2.4. Foisonnement/décantation (RCT-aérien).....	24
<b>3. Corrosion, sels grimpants et cristallisation .....</b>	<b>24</b>
3.1. Corrosion par immersion (RLT et RCT).....	24
3.2. Sels grimpants et cristallisation (RLT et RCT) .....	24
<b>4. Visibilité et lavage .....</b>	<b>24</b>
4.1. Visibilité de la solution (RLT).....	24
4.2. Lavage de la solution (RLT).....	24
<b>5. Toxicité et impact environnemental .....</b>	<b>24</b>
5.1. Toxicité sur la faune terrestre et aquatique.....	24
5.2. Toxicité sur la flore terrestre .....	25
5.3. Biodégradabilité.....	26
<b>6. Contrôles qualité et récapitulatifs des résultats.....</b>	<b>26</b>
<b>CHAPITRE 5- Exigences relatives aux retardants.....</b>	<b>29</b>
1. Vérification par l'organisme de contrôle agréé .....	29
2. Exigences relatives aux produits retardant court terme - RCT.....	29
3. Exigences relatives aux produits retardant long terme aériens et terrestres - RLT	31
4. Procès-verbal des résultats aux exigences .....	32
5. Stockage et fin de vie des retardants .....	32
<b>CHAPITRE 6- Livraison .....</b>	<b>33</b>
1. Étiquetage.....	33
2. Identification des stockages.....	34
<b>ANNEXE A – Détermination du pH du concentré et de la solution.....</b>	<b>35</b>
<b>ANNEXE B – Détermination de la masse volumique du concentré et de la solution.....</b>	<b>37</b>
<b>ANNEXE C – Détermination de la viscosité du concentré et de la solution....</b>	<b>39</b>
<b>ANNEXE D – Détermination du taux de sédimentation de la solution.....</b>	<b>41</b>
<b>ANNEXE E – Détermination de la cinétique de séparation de la solution.....</b>	<b>43</b>
<b>ANNEXE F – Tests de vieillissement artificiel stabilité du concentré .....</b>	<b>45</b>

<b>ANNEXE G – Solubilité/miscibilité dans différentes natures d'eau .....</b>	<b>47</b>
<b>ANNEXE H – Tension superficielle.....</b>	<b>49</b>
<b>ANNEXE I – Point de congélation .....</b>	<b>51</b>
<b>ANNEXE J – Point d'éclair.....</b>	<b>53</b>
<b>ANNEXE K – Point initial d'ébullition.....</b>	<b>55</b>
<b>ANNEXE L – Analyse thermogravimétrique et thermodifférentielle.....</b>	<b>57</b>
<b>ANNEXE M – Essais d'efficacité sur tunnel thermique TEXAID .....</b>	<b>59</b>
<b>ANNEXE N – Pouvoir moussant en laboratoire .....</b>	<b>61</b>
<b>ANNEXE O – Foisonnement et decantation.....</b>	<b>63</b>
<b>ANNEXE P – Test de corrosion par immersion.....</b>	<b>65</b>
<b>ANNEXE Q – Test d'apparition de sels grimpants.....</b>	<b>69</b>
<b>ANNEXE R – Test de visibilité de la solution.....</b>	<b>71</b>
<b>ANNEXE S – Toxicité et impact environnemental.....</b>	<b>73</b>
<b>ANNEXE T – Test sur le milieu environnant impact sur la flore terrestre .....</b>	<b>75</b>
<b>ANNEXE U – Amendements.....</b>	<b>77</b>



## Comment utiliser le référentiel technique ?

La rédaction de référentiels techniques de sécurité civile relève de la compétence de l'Etat, en application de l'arrêté du 04 juillet 2017 portant création du Label de sécurité civile Française. Ils permettent aux SIS d'optimiser et de sécuriser leurs expressions de besoin dans le cadre de leurs processus d'achat, afin de respecter notamment les dispositions de l'article L.4121-1 du Code du travail : « l'employeur est tenu d'une obligation de sécurité de résultat envers ses salariés. Il doit en effet assurer leur sécurité et protéger leur santé physique et mentale ».

Pour satisfaire cette obligation, une évaluation des risques auxquels les sapeurs-pompiers sont exposés dans le cadre de leur travail, est réalisée (article L.4121-3 du Code du travail). Une fois ces risques identifiés, la mise en place d'une organisation et des moyens adaptés pour supprimer ces risques, les limiter ou les réduire est effectuée.

L'employeur met en place ces moyens, sur la base des principes généraux de prévention inscrits à l'article L.4121-2 dans le Code du travail.

- 1 Éviter (supprimer) les risques**
- 2 Évaluer les risques qui ne peuvent être évités**
- 3 Combattre les risques à la source**
- 4 Adapter le travail à l'homme**
- 5 Tenir compte de l'état d'évolution de la technique**
- 6 Planifier la prévention**
- 7 Remplacer ce qui est dangereux**
- 8 Prendre des mesures de protection collective**
- 9 Informations apportées aux salariés**

Les référentiels techniques ont vocation à :

- garder une cohérence entre la doctrine opérationnelle en utilisant des équipements adaptés aux risques auxquels les sapeurs-pompiers s'exposent ;
- aider les services d'incendie et de secours dans le cadre de la commande publique ;
- faciliter le process de production aux industriels en limitant le nombre de modèles, mais en augmentant leur qualité.



Elaborés à partir de l'expression harmonisée des besoins des acteurs de la sécurité civile française, cette démarche favorise l'industrialisation des processus de production et facilite la mutualisation des achats, la gestion du cycle de vie du produit et contribue à la maîtrise des coûts de détention.

S'ils ne constituent pas un corpus contraignant au sens strict (excepté pour les EPI), ils restent une référence opposable soumise au pouvoir d'appréciation du juge.

Il existe plusieurs familles de référentiels portant sur :

- les vêtements et équipements de protection individuelle de sapeurs-pompiers ;
- le matériel roulant de sapeurs-pompiers et ses petits matériels ;
- les tests de performance non-normatifs.

### Le label de sécurité civile française :

Le label de sécurité civile française peut être associé aux référentiels techniques. Cette démarche de labellisation est volontaire et à la charge du fabricant qui en établit la demande pour obtenir l'éligibilité de son produit. La conformité est assumée par un organisme de contrôle agréé désigné par la DGSCGC.

Le label de sécurité civile française met en avant le savoir-faire industriel français, aussi bien en France qu'à l'étranger.



### La communication des référentiels techniques de label de sécurité civile française :

La publication des référentiels techniques est assurée au fil des éditions et des validations nationales en libre accès sur le site internet de la DGSCGC.



Les photographies et les schémas utilisés dans les référentiels techniques n'ont pas vocation à imposer ou recommander aux services d'incendie de secours les matériels et équipements qui peuvent y être représentés.

# CHAPITRE 1- Généralités

## 1. Réglementation

Les produits retardants sont soumis aux versions les plus récentes du règlement européen :

- Règlement (CE) n° 1272/2008 – classification, emballage et étiquetage des substances et des mélanges (législation CLP) ;
- Règlement (CE) n° 440/2008 du 30/05/08 établissant des méthodes d'essai conformément au règlement (CE) n°1907/2006 du Parlement européen et du Conseil concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH) ;
- Règlement CE 1907/2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), instituant une agence européenne des produits chimiques (Considérants).

Les règlements « Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals » (REACH) et « Classification, Labelling, packaging » (CLP) permettent l'application d'une méthodologie mathématique pour évaluer les propriétés toxicologiques d'un mélange à partir des données toxicologiques de ses constituants, dans le but de réduire le plus possible le recours à l'expérimentation sur les animaux à essais (vertébrés).

Les rapports fournis doivent mentionner la méthode utilisée (mathématique ou essais) et référencer la source des données fournies.

Les données sont transmises aux utilisateurs pour le(s) taux de concentration recommandés.

Il n'existe pas à ce jour de norme relative au retardant.

Les objectifs recherchés par le référentiel technique au-delà des dispositions réglementaires, s'inscrivent dans une démarche performancielle. Les essais d'ordre opérationnels, dans le respect des règlements REACH et CLP, permettent de mesurer l'efficacité des produits, leur facilité de mise en œuvre ainsi que leur impact sur l'environnement.

## 2. Domaine d'application

Le référentiel technique « Retardant » a pour objectif de déterminer les performances des retardants « long terme et court terme » utilisés par moyens terrestres et aériens pour lutter contre les feux de forêts et d'espaces naturels. Il vise à proposer aux utilisateurs des formulations de qualité, répondant aux critères suivants :

- efficacité d'extinction des produits selon leur mode d'action ;
- bonne visibilité des épandages ;
- produits faciles à mettre en œuvre et non préjudiciables aux installations et moyens d'extinction utilisés ;
- produits stables livrés avec leur fiche technique et leur fiche de donnée de sécurité ;
- produits non toxiques pour l'Homme, la faune et la flore.

## 3. Définitions

### 3.1. Les types de produits retardants

Les retardants utilisés sur les feux d'espaces naturels se déclinent en deux types : les retardants court-terme et long terme. Leurs spécificités varient selon qu'ils sont employés par les moyens aériens ou terrestres.

**Retardant :**

Produit additif ajouté à l'eau à un pourcentage déterminé par son fabricant, destiné à retarder l'inflammation, ralentir la propagation et réduire l'intensité des flammes des feux de végétation et d'espaces naturels.

**Retardant Court Terme – RCT :**

Désigne des produits additifs ajoutés à l'eau, qui améliorent une ou plusieurs propriétés physiques de l'eau mais dont l'efficacité extinctrice s'arrête après dessèchement. Utilisés en attaque directe sur les feux de classe A, ils permettent d'éteindre les flammes et assurent le refroidissement des foyers.

En attaque indirecte, ils protègent les combustibles contre l'inflammation durant tout le temps où leur eau de constitution est conservée. Le délai d'évaporation varie de ½ heure à 2 ou 3 heures au maximum. Les retardants court-terme comprennent les mouillants, les mouillant-moussants et les gels. Les conditions météorologique (vent, température, hydrométrie) peuvent écourter de façon notable les durées d'évaporation définies ci-dessus.

**Retardant Long Terme - RLT :**

Produit additif ajouté à l'eau, dont l'efficacité d'extinction persiste même après évaporation de l'eau qu'il contient. Appliqué sur des combustibles, il permet de retarder ou d'empêcher l'inflammation. Si l'inflammation se produit, elle dégagera moins d'énergie. Cette efficacité perdure tant que le principe actif se maintient sur le combustible. Le retardant long terme est utilisé sur les feux de forêts et d'espaces naturels.

### 3.2. Définitions techniques spécifiques

**Concentré :**

Il désigne l'additif pur tel qu'il est livré par le fabricant.

**Concentration :**

C'est le pourcentage de concentré (en volume) pour réaliser une solution retardante prête à l'emploi.

**Eau douce :**

Caractéristiques chimiques et physiques d'une eau définie par une norme correspondant à un protocole de test attendu.

**Eau du réseau :**

Eau disponible en l'état, prélevée sur le réseau de distribution urbain sur le site de test.

**Foisonnement :**

C'est le rapport du volume de mousse sur le volume de solution moussante à partir de laquelle elle a été produite.

**Miscibilité :**

La miscibilité se réfère à la capacité de divers liquides à former un mélange homogène.

**Mouillant :**

Additif liquide rajouté à l'eau pour améliorer les propriétés d'étalement sur les surfaces par abaissement de la tension superficielle (Durée d'efficacité approximative : 0-30 min) et qui permettra à la solution de pénétrer au cœur des matériaux et des végétaux (hydratation des supports en préventif et extinction en combustion lente (braise).

**Mouillant-Moussant :**

Additif liquide rajouté à l'eau pour former une mousse fluide et humide permettant d'une part d'éteindre le feu, de filtrer les fumées et d'autre part d'avoir une action mouillante grâce à son drainage rapide de solution mouillante (Durée d'efficacité approximative : 0 à 1h).



**Point de congélation :**

Température à laquelle le premier ingrédient d'un mélange commence à se solidifier ou à geler.

**Sédiment :**

Représente la particule insoluble dans les produits liquides.

**Sels grimpants :**

Migration de cristaux sur des surfaces métalliques entre l'air et l'eau.

**Solution retardante :**

Produit prêt à l'emploi après mélange du concentré avec l'eau, au taux de concentration recommandé par le fabricant.

**Solubilité :**

La solubilité est la capacité d'une substance solide à se dissoudre dans un liquide pour former un mélange homogène par le processus de solubilisation.

**Tension superficielle :**

Tension qui existe à la surface de séparation de deux milieux.

**Viscosité :**

Ensemble des phénomènes de résistance au mouvement d'un fluide, qui traduit la capacité plus ou moins facile à s'écouler.

## 4. Références normatives

- NF EN 1568-1 de 2018 / Agents extincteurs - Émulseurs - Partie 1 : spécifications pour les émulseurs moyen foisonnement destinés à une application à la surface de liquides n'ayant pas d'affinité pour l'eau ;
- NF EN 1568-4 de 2018 / Agents extincteurs - Émulseurs - Partie 4 : spécifications pour les émulseurs bas foisonnement destinés à une application à la surface de liquides ayant une affinité pour l'eau ;
- NF EN ISO 3680 (09/ 2004), Essai de point d'éclair de type passe/ne passe pas - Méthode rapide à l'équilibre en vase clos ;
- NF ISO 9030 (07/2000), Pétrole brut - Détermination de la teneur en eau et en sédiments - Méthode par centrifugation ;
- NF ISO 1652 (06/ 2011), Latex de caoutchouc - Détermination de la viscosité apparente par la méthode d'essai de Brookfield ;
- NF EN 1262 (01/2004), Agents de surface - Détermination de la valeur du pH des solutions ou des dispersions ;
- NF EN 2/A1 de Février 2005, Classes de feux.

## 5. Présomption de conformité et nouvelle approche

La nouvelle approche est emblématique de la complémentarité entre norme et réglementation.

Avec la nouvelle approche, les directives européennes portant sur la conception et la mise sur le marché des produits se bornent à fixer les exigences essentielles (les objectifs à atteindre) sans entrer dans le détail technique des moyens pour y parvenir.

C'est à la normalisation qu'incombe la tâche de définir les caractéristiques des produits afin qu'ils répondent aux exigences essentielles. Les normes dites harmonisées sont développées pour la mise en œuvre de ces exigences.

Les normes dont les références sont publiées au Journal Officiel de l'Union Européenne (JOUE) confèrent aux produits conçus selon ces normes, une présomption de conformité aux exigences essentielles applicables.

Ce mode de réglementation est adapté et efficace pour accompagner l'innovation technologique et accroître la compétitivité de l'industrie européenne.



## CHAPITRE 2 - Prescriptions techniques générales

Les résultats attendus sont évalués selon les exigences du présent référentiel technique et normes référencées. La conformité peut être établie à partir de performances équivalentes qui peuvent faire l'objet d'une évaluation spécifique à condition que l'équivalence aux performances attendues soit démontrée.

### 1. Les classes de feu

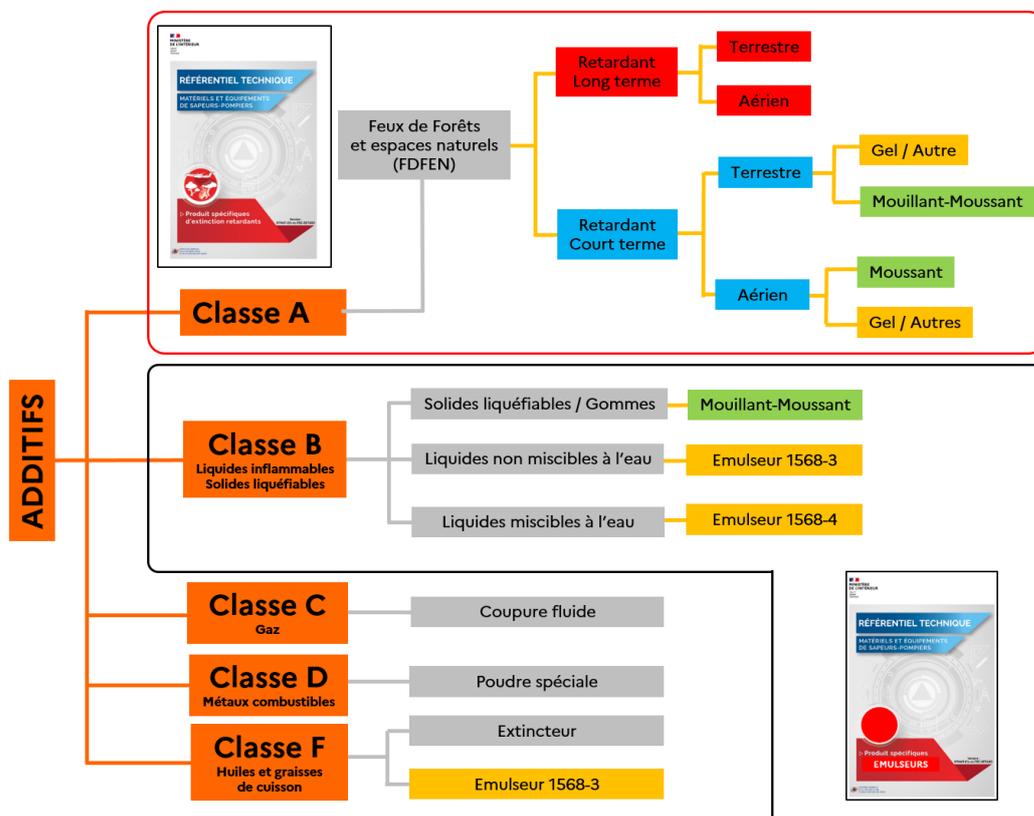
Les classes de feu, telles que définies par la NF EN 2/A1 de Février 2005 sur les Classes de feu sont représentées ci-dessous :

<b>CLASSE A</b>	Feux mettant en jeu des combustibles solides, habituellement de nature organique, dont la combustion génère des braises incandescentes
<b>CLASSE B</b>	Feux mettant en jeu des liquides ou des solides liquéfiables
<b>CLASSE C</b>	Feux mettant en jeu des gaz
<b>CLASSE D</b>	Feux mettant en jeu des métaux
<b>CLASSE F</b>	Feux mettant en jeu des constituants utilisés dans les dispositifs de cuisson (huiles et graisses végétales et animales)

Les retardants sont utilisés pour lutter contre les feux de végétation et d'espaces naturels qui appartiennent aux feux de classe A.

### 2. Organisation du référentiel technique

Le présent référentiel s'applique aux produits spécifiques d'extinction « retardant » pour les feux de classe A tel que précisé ci-dessous :





# CHAPITRE 3 - Domaine d'utilisation opérationnelle et mode d'action

## 1. Retardant court-terme – RCT

### 1.1. Utilisation opérationnelle

Le retardant court terme à usage terrestre ou aérien est utilisé après dilution et remplissage des aéronefs bombardiers d'eau ou des camions citernes engagés dans la lutte contre les feux de végétation et d'espaces naturels mais peut également être dosé en continu lorsque le moyen, y compris aérien, est équipé d'un système de dosage adapté.

Son utilisation opérationnelle s'effectue de deux manières :

- en constitution de barrières tactiques avant l'arrivée du feu (attaque indirecte) ;
- en attaque directe sur le front de flamme ou sur feux naissants.

### 1.2. Mode d'action

Il empêche l'alimentation en oxygène du foyer, par hydratation du combustible potentiel empêchant ainsi l'inflammation de celui-ci et dans les deux cas par diminution de la température et de la chaleur.

## 2. Retardant long terme - RLT

### 2.1. Utilisation opérationnelle

Le retardant long terme à usage terrestre ou aérien est utilisé après dilution et remplissage des aéronefs bombardiers d'eau ou des camions citernes engagés dans la lutte contre les feux de végétation et d'espaces naturels.

Son utilisation opérationnelle s'effectue de deux manières :

- en constitution de barrières tactiques avant l'arrivée du feu (attaque indirecte) ;
- en attaque directe sur le front de flamme ou sur feux naissants.

### 2.2. Mode d'action

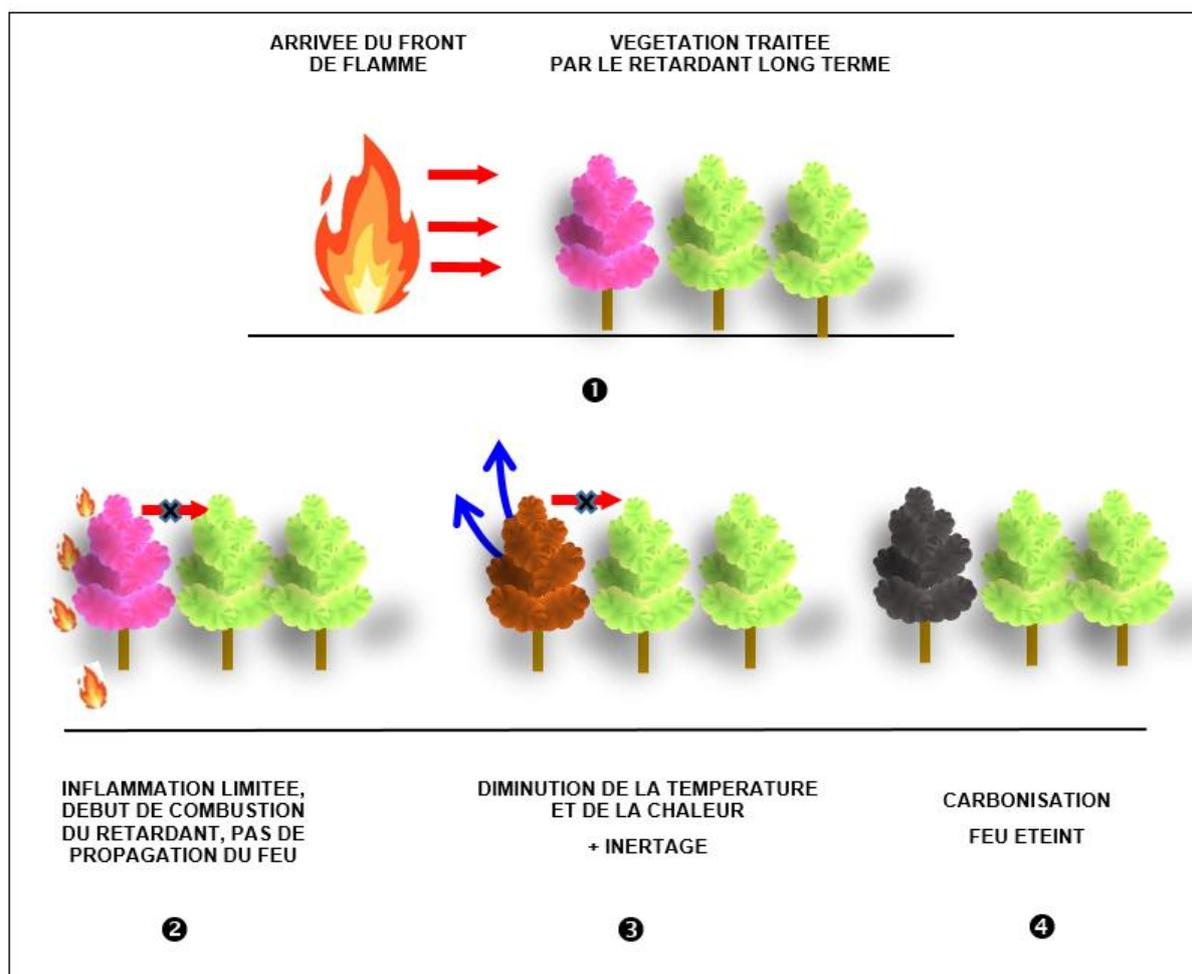
Les solutions de retardants long terme déposées sur les végétaux restent efficaces même après déshydratation de leur eau de constitution.

Cette propriété, liée à leur composition chimique, permet de traiter la végétation avant l'arrivée du feu.

Le retardant long terme devient actif dès lors qu'il rentre en contact avec les flammes et qu'il entame sa dégradation thermique.

Son mode d'action repose sur une série de réactions de dégradations endothermiques complexes qui absorbent la chaleur du foyer. La combustion des végétaux est donc entravée et l'énergie nécessaire à la progression du feu n'est plus suffisante.

Le schéma ci-dessus présente les différentes étapes de la combustion en présence du retardant :



#### REPRESENTATION SCHEMATIQUE DE L'ACTION CHIMIQUE DU RETARDANT

L'efficacité du retardant long terme est assurée par un taux d'application spécifique (litres/m<sup>2</sup>) dépendant du produit et du type de couvert végétal à traiter.



## CHAPITRE 4 - Tests de performances des retardants

Pour les tests de performance, les produits retardant sont livrés à l'état de concentré dans des bidons de 20 ou 25 litres en plastique résistant, avec les mentions suivantes :

- nom commercial du produit ;
- nom du fabricant ;
- date de fabrication (mois / année) ;
- numéro de lot.

Ils sont accompagnés de leur fiche technique produit et de leur fiche de donnée sécurité de façon à connaître entre autres, la concentration recommandée par le fabricant, les précautions d'emploi, les principales données physico-chimiques et toxicologiques, les conditions de stockage ainsi que les garanties.

Le candidat au label s'engage à ne pas modifier la formulation chimique de son produit durant la période de validité du label.

Les exigences techniques des retardants se déclinent selon leur type (RCT ou RLT) et leur usage dédié aux moyens aériens ou terrestres. Il en découle des formulations spécifiques adaptées aux exigences opérationnelles. Dans le cas de produits concentrés autres que liquides, le fournisseur précisera les conditions de dilution et de mélange propre à son produit, garantissant l'obtention d'une solution homogène et utilisable avec les moyens de projection (lance-canon, lance à débit variable).

Les tests de performances sont réalisés sur le concentré et/ou la solution, selon les paramètres classés par rubriques :

- tests physico-chimiques ;
- efficacité extinctrice de la solution ;
- corrosion, sels grimpants et cristallisation ;
- visibilité et lavage ;
- toxicité et impact environnemental.

Lorsque le test est spécifique à un seul type de produit, la mention « RCT ou RLT » est indiquée. L'absence d'annotation signifie que le test est commun à tous les types de produits.

Les exigences requises pour chaque type de retardant sont précisées dans les tableaux du chapitre 7.

### 1. Tests physico-chimiques

#### 1.1. Potentiel Hydrogène (pH)

Le concentré et la solution doivent être chimiquement neutres pour diminuer leur agressivité vis-à-vis des personnes, des biens et de l'environnement (dispositifs de mélange et de stockage équipant les moyens de lutte compris). (Cf. annexe A)

#### 1.2. Masse volumique

La masse volumique du concentré et de la solution est contrôlée pour respecter les contraintes de mises en œuvre terrestres ou aériennes. En contrôle qualité, c'est aussi un indicateur de la stabilité du produit dans le temps. Ce paramètre est mesuré au moyen d'un densimètre automatique. (Cf. annexe B)

### 1.3. Viscosité

La viscosité est mesurée sur le produit concentré pour assurer une capacité d'aspiration acceptable par les installations fixes ou mobiles de stockage, lors des opérations de remplissage et de mélange avec l'eau. Sur la solution, la mesure de viscosité permet d'apprécier ses capacités à former une empreinte au sol homogène lors de son application par moyen aérien ou terrestre.

La viscosité est déterminée dans la plage d'utilisation comprise entre -10 et + 60°C avec un incrément de 5°C, à l'aide d'un viscosimètre Brookfield DVII de type L, équipé de 4 aiguilles différentes, choisies selon la plage de viscosité attendue. Le viscosimètre impose un mouvement de rotation de l'aiguille immergée dans le liquide (vitesse de rotation est de 60 tr/min) et mesure la force de résistance du fluide mis en mouvement (Cf. annexe C).

### 1.4. Taux de sédimentation et séparation de phase

Le concentré et/ou la solution ne doit pas présenter de séparation de phase, ni de sédimentation préjudiciable à leur utilisation opérationnelle.

- Taux de sédimentation :

Le taux de sédimentation du concentré et/ou de la solution est déterminé par centrifugation selon la norme NF ISO 9030-juil 2000, afin de mesurer le pourcentage total de matières sous forme de sédiments contenues dans le liquide. (cf. Annexe D)

- Séparation de phase (RLT):

Les phénomènes de décantation ou de flottaison engendrent une hétérogénéité au sein des liquides. La vitesse du processus, mesurée selon le test de Kynch permet le suivi du pourcentage de décantation en fonction du temps, à l'aide d'éprouvettes graduées de 1 litre. Le caractère réversible de la décantation est apprécié lorsque la remise en suspension des dépôts formés, s'effectue simplement après un premier renversement de l'éprouvette. En cas de formation d'un dépôt non réversible, il sera vérifié que sa viscosité reste conforme aux exigences propres à la solution pour satisfaire aux besoins opérationnels. (cf. Annexe E)

### 1.5. Stabilité

La stabilité du concentré est évaluée après vieillissement artificiel reproduisant les contraintes thermiques extrêmes rencontrées sur les lieux de stockage. Le concentré subit trois types de conditionnement différents :

- Le stockage au froid : 5 jours de conditionnement à -20°C puis retour à température ambiante,
- Le stockage au chaud : 5 jours de conditionnement à +60°C, puis retour à température ambiante,
- Les cycles alternés : 1 jours à -20°C, 1 jour de retour à température ambiante et 1 jour de stockage à +60°C. Ce cycle effectué à trois reprises.

A la fin du test, la stabilité du concentré et de la solution est contrôlée par des tests physico-chimiques et si nécessaire des essais d'efficacité en comparaison avec un produit non vieilli. (Cf. Annexe F)

### 1.6. Solubilité ou miscibilité dans l'eau

La solubilité (ou miscibilité) du concentré est vérifiée dans l'eau douce et l'eau du réseau, de dureté comprise entre 15 et 30°F. Pour les RCT-aériens, elle est également vérifiée dans l'eau de mer synthétique fabriquée selon la norme NF EN-1568-4-2018.

Le test consiste dans un premier temps à déposer le concentré dans un flacon et d'y verser un volume connu d'eau. La dissolution obtenue **sans autre agitation** est soit :



- Totale : le produit se mélange entièrement et instantanément ;
- Partielle : formation d'un dépôt et/ou de grumeaux ;
- Nulle : aucune dissolution.

Dans un second temps, le mélange est agité à l'aide d'un barreau magnétique pendant 30 secondes. L'observation de la solution confirme ou non la complète dissolution sous agitation. (Cf. Annexe G)

### **1.7. Tension superficielle (RCT)**

La valeur de la tension superficielle est une indication du pouvoir d'étalement des solutions de mouillant et de mouillant-moussant. La mesure s'effectue par la méthode d'arrachement, au moyen d'un tensiomètre digital équipé d'une lame de verre. Les solutions sont préparées dans l'eau distillée puis conditionnées à la température de  $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ . (Cf. Annexe H)

### **1.8. Point de congélation (RCT)**

Le concentré est refroidi rapidement dans des conditions contrôlées en relevant sa température au cours du temps. La détermination du point de congélation se fait par méthode graphique à partir de la courbe de refroidissement obtenue. En cas de phénomène de surfusion (retard à la congélation), le point de congélation correspond à la température maximale atteinte après la surfusion. (Cf. Annexe I)

### **1.9. Point éclair (RCT- aérien)**

L'essai de point d'éclair est réalisé conformément à la norme ISO 3680 à l'aide d'un instrument à coupelle fermée. Le concentré chauffé dans des conditions contrôlées ne doit pas provoquer de vapeurs inflammables aux températures d'équilibres de  $+65$  et  $+75^{\circ}\text{C}$ . (Cf. Annexe J)

### **1.10. Point initial d'ébullition (RCT- aérien)**

Le point initial d'ébullition est la température de formation des premières bulles au sein du concentré soumis à une augmentation de température, dans des conditions contrôlées. (Cf. Annexe K)

## **2. Efficacité extinctrice de la solution**

### **2.1. Analyse thermogravimétrique et différentielle ATG/ATD (RLT)**

La capacité de la solution à retarder les réactions de combustion est évaluée par l'analyse thermogravimétrique et différentielle (ATG/ATD) à l'échelle du laboratoire. L'efficacité de la solution retardante est étudiée sur un échantillon de cellulose placé dans un four chauffé jusqu'à  $1000^{\circ}\text{C}$ . (Cf. Annexe L)

### **2.2. Propagation en tunnel du feu (RLT)**

La capacité de la solution à stopper la propagation d'un front de flamme est étudiée sur le tunnel d'expertise thermique (TEXAID). Le plan de combustion permet de générer la propagation d'un front de flamme arrivant sur une barrière de retardant. Le taux d'application de la solution retardante, son séchage préalable sont contrôlés afin de caractériser l'efficacité à court et long terme. Le retardant est qualifié de long terme s'il est possible de trouver un taux d'application permettant de stopper le front de flamme, après complète déshydratation de la barrière de retardant. Dans le cas contraire, il est qualifié de court terme. (Cf. Annexe M)

### **2.3. Pouvoir moussant en laboratoire (RCT-aérien)**

Le pouvoir moussant des solutions est évalué selon le protocole indiqué dans les spécifications de l'USDA Forest 5100-307a Draft mai-2001. Le foisonnement est obtenu par agitation du liquide au moyen d'un mixer à couteaux de type Blender. Le volume de mousse et son drainage, obtenus dans les conditions du test, sont mesurés en éprouvette. (Cf. Annexe N)

## 2.4. Foisonnement/décantation (RCT-aérien)

Le foisonnement et la décantation (ou drainage) de la solution sont étudiés selon le protocole de la norme NF EN-1568-4-2018 annexe G. La solution préparée dans l'eau fraîche et l'eau de mer est projetée par une lance sur un plan incliné (collecteur).

La mousse formée s'écoule dans un récipient fermé. Le foisonnement correspond au volume du récipient divisé par la masse de mousse obtenue. Le temps de drainage à 25% et 50% (du volume total de solution) est ensuite déterminé. (Cf. Annexe O)

## 3. Corrosion, sels grimpants et cristallisation

### 3.1. Corrosion par immersion (RLT et RCT)

Les produits retardants concentrés et les solutions ne doivent pas provoquer de corrosion excessive, ni d'apparition de sels grimpants, ni de cristallisation, en contact avec les matériaux métalliques utilisés par les moyens de lutte.

Le protocole par immersion, réalisé selon les spécifications de l'USDA Forest draft 5100-304C juin 2007. (Cf. Annexe P)

### 3.2. Sels grimpants et cristallisation (RLT et RCT)

Les phénomènes de sels grimpants peuvent survenir lorsque des liquides salins se trouvent en contact avec des métaux et en milieu ouvert. Les sels grimpants se matérialisent par une remontée de cristaux sur les parois métalliques. Le test conduit sur 7 jours permet d'observer graduellement leur potentielle formation. La présence éventuelle d'une cristallisation au sein des liquides est également surveillée. (Cf. Annexe Q)

## 4. Visibilité et lavage

### 4.1. Visibilité de la solution (RLT)

La visibilité de la solution doit permettre de distinguer aisément les empreintes des épandages ou des largages, sur le couvert végétal. Le test de visibilité est réalisé sur le couvert végétal au sol à différentes distances, immédiatement après épandage, puis après 24h de séchage. (Cf. Annexe R)

### 4.2. Lavage de la solution (RLT)

Les traces de solution subsistant après emploi sur les différents matériaux utilisés par les moyens de lutte doivent pouvoir être lavées aisément à l'eau douce basse pression, sans dégradation notable des supports ni de leur revêtement.

## 5. Toxicité et impact environnemental

Le concentré et la solution ne doivent pas être toxiques pour les hommes (opérateurs des installations de stockage et de mélange, personnels navigant, personnels de lutte) et doivent avoir un impact limité sur l'environnement.

### 5.1. Toxicité sur la faune terrestre et aquatique

Les tests de toxicité sur la faune terrestre sont réalisés selon les protocoles OCDE appliqués aux rats, aux lapins et aux cobayes, ou par des tests in vitro.

Pour la faune aquatique, les protocoles OCDE sont appliqués aux poissons d'eau douce et aux daphnies. (Cf. Annexe S).

Le tableau ci-après récapitule les différents tests et ainsi que leur portée.

REFERENCE PROTOCOLES	FAUNE CONCERNEE	TYPE DE TOXICITE
<b>OCDE N° 423</b> (17 décembre 2001) et méthode B. Itris de la directive européenne N° 2004/73/CE).	RAT	Toxicité aigüe par voie orale
<b>OCDE N° 402</b> (24 février 1987) et méthode B.3 de la directive européenne N° 92/69/CEE	RAT	Toxicité aigüe par voie dermique
<b>OCDE N° 404</b> (24 avril 2002) et la méthode B.4 de la directive européenne N° 2004/73/CEE  Remplacé par <b>OCDE 439 28 JUIL 2015</b>	LAPIN  Epiderme humain reconstitué	Effet irritant/corrosif sur la peau  Tests in vitro
<b>OCDE N° 405</b> (24 avril 2002) et la méthode B.5 de la directive européenne N° 2004/73/CE  Remplacée par <b>OCDE 438 27 JUIN 2018.</b>	LAPIN  Epithélium cornéen humain reconstitué	Effet irritant/corrosif pour les yeux  Tests in vitro
<b>OCDE N° 406</b> (17 juillet 1992) et la méthode B.6 de la directive européenne N° 92/54/CE du 30 juillet 1996, ainsi que la ligne directrice de EPA OPPTS 870.2600 de mars 2003] 2  Remplacée par <b>OCDE 442D 25 JUIN 2018.</b>	COBAYE  Induction d'un gène de Luciférase représentatif de la réponse au sensibilisant	Effet sensibilisant méthode Magnusson et Kligman  Test in vitro
<b>OCDE N°203</b> , du 17 juillet 1992	Poisson d'eau douce Danio Rerio	Toxicité aigüe
<b>OCDE N°202, C2</b> , du 13 avril 2004 et la directive CE du 31 juillet 1992.	Daphnie	Toxicité aigüe

Les règlements REACH et CLP permettent l'application d'une méthodologie mathématique pour évaluer les propriétés toxicologiques d'un mélange à partir des données toxicologiques de ses constituants, dans le but de réduire le plus possible le recours aux essais sur animaux (vertébrés).

Les rapports fournis doivent mentionner la méthode utilisée (mathématique ou essais) et référencer la source des données fournies.

## 5.2. Toxicité sur la flore terrestre

La toxicité du retardant sur la flore est évaluée par des tests de germination et de repousse réalisés sur trois espèces végétales représentatives de la strate herbacée, arbustive et arborée. Les essais se déroulent en période printanière, sur une durée de 2 à 3 mois. L'application de la

solution à différents taux, s'effectue avant et après germination des graines sur un échantillon statistique représentatif.

L'impact immédiat du produit est mesuré par les pourcentages de germination, de nécroses et de mortalité. Puis, son impact différé, est évalué par les pourcentages finaux de survie et de biomasse, obtenus après dilution du produit et migration dans le sol. (Cf. Annexe T)

### 5.3. Biodégradabilité

Le retardant ne doit pas contenir de polluants organiques persistants pouvant poser un risque de bioaccumulation dans l'environnement. La biodégradation du produit est réalisée selon un test de respirométrie manométrique, l'OCDE 301f qui est cité dans l'annexe L -NF EN 1568-4, 2018. La quantité d'oxygène consommée par une population microbienne lors de la biodégradation du produit est mesurée pendant une durée de 28 jours et s'exprime en %. (Cf Annexe S)

## 6. Contrôles qualité et récapitulatifs des résultats

Des contrôles qualité inopinés sur les produits retardants peuvent être réalisés par l'organisme de contrôle agréé dans les cas suivants :

- contrôle produit en cas de non-conformité sur les performances attendues lors de sa mise en œuvre,
- contrôle produit pour la gestion des stocks,
- contrôle produit au stade de la fabrication, ou à la livraison.

Récapitulatif des tests	Retardant court terme	Retardant court terme aérien	Retardant long terme	Retardant long terme aérien
<b><u>Chapitre 5 – Tests de performance des retardants</u></b>				
<b>1 Tests physico-chimiques</b>				
<b>1.1 pH</b>	X	X	X	X
<b>1.2 Masse volumique</b>	X	X	X	X
<b>1.3 Viscosité</b>	X	X	X	X
<b>1.4 Taux de sédimentation et séparation de phase</b>	X	X	X	X
<b>1.5 Stabilité</b>	X	X	X	X
<b>1.6 Solubilité/miscibilité dans l'eau</b>	X	X	X	X
<b>1.7 Tension superficielle</b>	X	X		
<b>1.8 Point de congélation</b>	X	X		
<b>1.9 Point éclair</b>		X		
<b>1.10 Point initial d'ébullition</b>		X		
<b>2 Efficacité extinctrice de la solution</b>				

<b>2.1 Analyse thermogravimétrique ATG/ATD</b>			X	X
<b>2.2 Propagation en tunnel du feu</b>			X	X
<b>2.3 Pouvoir moussant en laboratoire</b>		X		
<b>2.4 Foisonnement/décantation</b>	X	X		
<b>3 Corrosion, sels grimpants et cristallisation</b>				
<b>3.1 Corrosion par immersion</b>	X	X	X	X
<b>3.2 Sels grimpants et cristallisation</b>	X	X	X	X
<b>4 Visibilité et lavage</b>				
<b>4.1 Visibilité de la solution</b>			X	X
<b>4.2 Lavage de la solution</b>			X	X
<b>5 Toxicité et impact environnemental</b>				
<b>5.1 Toxicité sur la faune terrestre et aquatique</b>	X	X	X	X
<b>5.2 Toxicité sur la flore terrestre</b>	X	X	X	X
<b>5.3 Biodégradabilité</b>	X	X		
<b>6 Contrôles qualité</b>	X	X	X	X





# CHAPITRE 5 - Exigences relatives aux retardants

## 1. Vérification par l'organisme de contrôle agréé

La DGSCGC agréé un ou plusieurs organismes pour réaliser la prestation de vérification du dossier de labellisation et la conformité du produit ou du service au référentiel technique conformément à l'arrêté INTE1710402A du 04 juillet 2017 portant création du label « sécurité civile française » (4.2 – Procédure d'attribution du droit d'usage).

Les compétences de l'organisme de contrôle agréé sont définies sur le site de la DGSCGC :

<https://www.interieur.gouv.fr/Le-ministere/Securite-civile/Documentation-technique/Label-securite-civile-francaise/Organismes-de-contrôle>

## 2. Exigences relatives aux produits retardant court terme - RCT

Les exigences relatives aux paramètres de contrôles des retardants court terme sont précisées dans le tableau ci-dessous :

Paramètres contrôlés	N° Annexe	EXIGENCES RETARDANTS COURT TERME		Information fournie
		Concentré	Solution	
Concentration	-	-	≤ 1% (en volume)	Mise en œuvre opérationnelle
pH	Annexe 1	pH = 7.0 ± 1	pH = 7.0 ± 1	Innocuité et contrôle qualité
Masse volumique	Annexe 2	1.0 g/cm <sup>3</sup> ± 10%	-	Mise en œuvre et contrôle qualité
Viscosité	Annexe 3	< 200 mPa.s de -10 à +60°C	-	Mise en œuvre et contrôle qualité
Taux de sédimentation	Annexe 4	< 1.5%		Mise en œuvre et contrôle qualité
Solubilité	Annexe 7	Totale et instantanée sans agitation		Mise en œuvre opérationnelle
Tension superficielle mN/m	Annexe 8	-	< 30 mN/m	Pouvoir mouillant étalement sur les surfaces
Stabilité	Annexe 6	Maintien des caractéristiques initiales du concentré et contrôle qualité de la solution retardante après vieillissement :		Mise en œuvre et gestion des stocks et contrôle qualité
		Concentré 1.0 g/cm <sup>3</sup> ± 10% pH = 7.0 ± 1 viscosité < 200 mPa.s	Solution pH = 7.0 ± 1 Tension superficielle : < 30 mN/m	

<b>Point de congélation °C</b>	Annexe 9	$\leq -10^{\circ}\text{C}$	-	Conditions de stockage, mise en œuvre
<b>Point d'éclair °C</b>	Annexe 10	$> +65^{\circ}\text{C}$	-	Sécurité du transport aérien
<b>Point initial d'ébullition °C</b>	Annexe 11	$> +80^{\circ}\text{C}$	-	Sécurité du transport aérien
<b>Pouvoir moussant en laboratoire</b>	Annexe 14	-	$> 100 \text{ ml}$	Efficacité
<b>Foisonnement / décantation (ou drainage)</b>	Annexe 15	-	Bas foisonnement : $< 20$ Moyen Foisonnement : compris entre 20 et 200 Temps de drainage de la solution (volume %) : $25\% \leq 1\text{min}$ $50\% \leq 5\text{min}$	Efficacité
<b>Corrosion par immersion 90 jours</b>	Annexe 16	Sur Aluminium et acier : $V_{\text{corr}} \leq 1.450 \cdot 10^{-6} \text{ cm/h}$	Sur Aluminium : $V_{\text{corr}} \leq 0.580 \cdot 10^{-6} \text{ cm/h}$ Sur Acier: $V_{\text{corr}} \leq 1.450 \cdot 10^{-6} \text{ cm/h}$	Protection des métaux utilisés par les moyens terrestre ou aériens et les cuves de stockage
<b>Sels grimpants et cristallisation</b>	Annexe 17	Absence après 7 jours		Stockage
<b>Impact sur la faune terrestre et aquatique</b>	Annexe 19	Evaluation par des experts du caractère toxique, irritant et de l'impact environnemental		Innocuité pour l'homme et l'environnement
<b>Impact sur la flore</b>	Annexe 20	-	Le moins impactant pour la germination, la repousse et la viabilité des plantules Notation multicritères	Innocuité pour les végétaux
<b>Biodégradabilité</b>	Annexe 19	% de biodégradabilité sur 28 jours Absence de Polluants Organiques Persistants (POP) et toxiques		Impact sur l'environnement

### 3. Exigences relatives aux produits retardant long terme aériens et terrestres - RLT

Les exigences relatives aux paramètres de contrôles des retardants long terme sont précisées dans le tableau ci-dessous :

Paramètres contrôlés	N° Annexe	EXIGENCES RETARDANTS LONG TERME		Information fournie
		Concentré	Solution	
Concentration		-	≤ 20% (en volume)	Mise en œuvre opérationnelle
pH	Annexe A	pH = 7.0 ± 1	pH = 7.0 ± 1	Innocuité et contrôle qualité
Masse volumique	Annexe B	-	Solution : ≤ 1.15 g/cm <sup>3</sup>	Mise en œuvre et contrôle qualité
Viscosité	Annexe C	< 3000 mPa.s de -5 à +60°C	50 < Aérien < 500 mPa.s Terrestre < 200 mPa.s de > 0 à +60°C	Mise en œuvre, contrôle qualité et cohésion des largages et épandages
Taux de sédimentation et Séparation de phase	Annexes D et E	-	Le minimum et réversible	Mise en œuvre et contrôle qualité
Stabilité	Annexe F	Maintien des caractéristiques initiales du concentré et contrôle qualité de la solution retardante après vieillissement.		Mise en œuvre et gestion des stocks
		pH = 7.0 ± 1 Viscosité : < 3000 mPa.s de -5 à +60°C	Masse volumique : ≤ 1.15 g/cm <sup>3</sup> pH = 7.0 ± 1 Viscosité : 50 < Aérien < 500 mPa.s Terrestre < 200 mPa.s de > 0 à +60°C	
Solubilité	Annexe G	Totale ou Totale avec agitation		Mise en œuvre opérationnelle
Efficacité ATG/ATD	Annexe L	-	Diminution des énergies des étapes de dégradation thermique comparée à celles la cellulose non traitée	Efficacité sur la combustion
Tunnel du feu TEXAID	Annexe M	-	Retardant long terme si arrêt du feu après séchage de la solution.	Capacité à stopper la progression du feu
Corrosion par immersion 90 jours	Annexe P	Sur Aluminium et acier : V <sub>corr</sub> ≤ 1.450 10 <sup>-6</sup> cm/h	Sur Aluminium: V <sub>corr</sub> ≤ 0.580 10 <sup>-6</sup> cm/h Sur Acier: V <sub>corr</sub> ≤ 1.450 10 <sup>-6</sup> cm/h	Protection des métaux utilisés par les moyens terrestre ou aériens et les cuves de stockage

<b>Sels grimpants et cristallisation</b>	Annexe Q	Absence après 7 jours		Stockage
<b>Visibilité</b>	Annexe R	-	Visibilité immédiate et après 24 heures sur couvert végétal Distances : 1, 4 et 15m	Mise en œuvre opérationnelle
<b>Lavage</b>	-	Lavage aisée à l'eau basse pression sur tous les supports		Mise en œuvre opérationnelle
<b>Impact sur la faune terrestre et aquatique</b>	Annexe S	Evaluation par des experts du caractère toxique, irritant et de l'impact environnemental		Innocuité pour l'homme et l'environnement
<b>Impact sur la flore terrestre</b>	Annexe T	-	Le moins impactant pour la germination, la repousse et la viabilité des plantules	Innocuité pour les végétaux

## 4. Procès-verbal des résultats aux exigences

### Cas général :

Les résultats sont présentés sous forme de rapport rédigé par l'organisme de contrôle agréé attestant la conformité aux exigences du référentiel technique. Le nombre de pages du rapport complet ainsi que de ses annexes sont indiqués sur la page de garde.

Si un acheteur demande le document de conformité au référentiel, il doit être délivré dans son intégralité.

### Demande de Label de Sécurité Civile Française :

Elle est initiée à la demande de l'industriel conformément à la procédure de demande de Label de Sécurité Civile Française.

L'organisme de contrôle agréé rédige l'attestation de conformité jointe au procès-verbal des résultats.

Elle est remise au fabricant et ce dernier la transmet avec le dossier de demande de label de sécurité civile française à la DGSCGC/SSP/SDDRH/BDFE/ Section équipements.

## 5. Stockage et fin de vie des retardants

Le demandeur doit fournir à l'organisme de contrôle agréé tous les éléments relatifs aux :

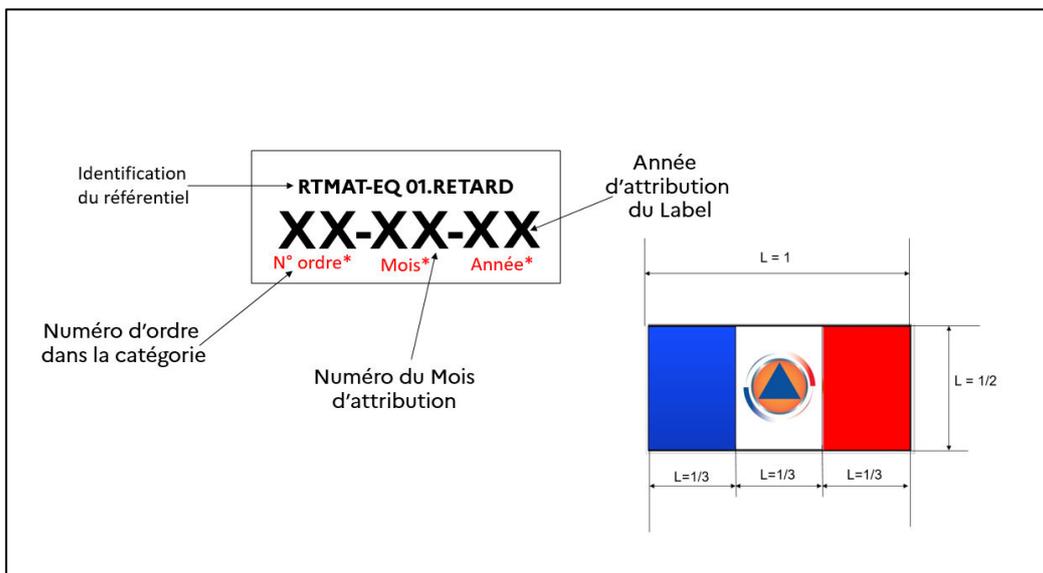
- conditions de stockage ;
- conditions d'utilisation ;
- modalités de destruction ou de revalorisation du produit en fin de vie.

# CHAPITRE 6- Livraison

## 1. Étiquetage

Lors de la livraison à un client, l'étiquetage doit comporter à minima les informations suivantes :

- nom commercial du produit ;
- nom du fabricant ;
- date de fabrication (mois année) ;
- numéro de lot, aérien ou terrestre ;
- type de produit (RCT, RLT) ;
- concentration(s) d'utilisation ;
- compatibilité à l'eau de mer ;
- pH ;
- masse volumique ;
- forme et couleur ;
- sédimentation ;
- type de viscosité ;
- conditions spécifiques de dilution et/ou de mélange (ou le mettre dans la fiche technique) ;
- plage de température de stockage ;
- point de congélation ;
- point d'écoulement (limite d'utilisation) ;
- durée de stabilité de la solution retardante (durée d'utilisation une fois diluée sans brassage) ;
- logo du label, numéro de label et date de validité du label.



PRODUIT D'EXTINCTION SPECIFIQUE		
<b>RETARDANT</b>	<b>Lot n°</b> AERIEN <input type="checkbox"/> TERRESTRE <input type="checkbox"/>	
FABRICANT :	DATE DE FABRICATION :	
NOM COMMERCIAL :		RTMAT-EQ 01.RETARD <b>XX-XX-XX</b>
TYPE DE PRODUIT : (RCT / RLT) :		CONCENTRATION D'UTILISATION : %
COMPATIBILITE A L'EAU DE MER :	PH :	MASSE VOLUMIQUE (g/m³) :
FORME ET COULEUR :		
SEDIMENTATION :		TYPE DE VISCOSITE (mPa.s) :
CONDITIONS DE DOSAGE : <b>1</b>	%	<b>2</b> %
PLAGE DE TEMPÉRATURE DE STOCKAGE :		POINT DE CONGÉLATION (°C) :
POINT D'ÉCOULEMENT (LIMITE D'UTILISATION) (°C) :		
DURÉE DE STABILITÉ DE LA SOLUTION RETARDANTE (DURÉE D'UTILISATION UNE FOIS DILUÉE SANS BRASSAGE) :		

## 2. Identification des stockages

DIMENSIONS DES ETIQUETTES D'IDENTIFICATION SUR LES STOCKAGES																																																																									
CONDITIONNEMENTS 50 LITRES ET PLUS	CONDITIONNEMENTS INFÉRIEURS A 50 LITRES																																																																								
« ETIQUETTE FORMAT A4 »	« ETIQUETTE FORMAT A5 »																																																																								
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="3">PRODUIT D'EXTINCTION SPECIFIQUE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>RETARDANT</b></td> <td colspan="2"><b>Lot n°</b> AERIEN <input type="checkbox"/> TERRESTRE <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>FABRICANT :</td> <td colspan="2">DATE DE FABRICATION :</td> </tr> <tr> <td>NOM COMMERCIAL :</td> <td></td> <td>RTMAT-EQ 01.RETARD <b>XX-XX-XX</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2">TYPE DE PRODUIT : (RCT / RLT) :</td> <td>CONCENTRATION D'UTILISATION : %</td> </tr> <tr> <td>COMPATIBILITE A L'EAU DE MER :</td> <td>PH :</td> <td>MASSE VOLUMIQUE (g/m³) :</td> </tr> <tr> <td colspan="3">FORME ET COULEUR :</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SEDIMENTATION :</td> <td>TYPE DE VISCOSITE (mPa.s) :</td> </tr> <tr> <td>CONDITIONS DE DOSAGE : <b>1</b></td> <td>%</td> <td><b>2</b> %</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PLAGE DE TEMPÉRATURE DE STOCKAGE :</td> <td>POINT DE CONGÉLATION (°C) :</td> </tr> <tr> <td colspan="3">POINT D'ÉCOULEMENT (LIMITE D'UTILISATION) (°C) :</td> </tr> <tr> <td colspan="3">DURÉE DE STABILITÉ DE LA SOLUTION RETARDANTE (DURÉE D'UTILISATION UNE FOIS DILUÉE SANS BRASSAGE) :</td> </tr> </tbody> </table>	PRODUIT D'EXTINCTION SPECIFIQUE			<b>RETARDANT</b>	<b>Lot n°</b> AERIEN <input type="checkbox"/> TERRESTRE <input type="checkbox"/>		FABRICANT :	DATE DE FABRICATION :		NOM COMMERCIAL :		RTMAT-EQ 01.RETARD <b>XX-XX-XX</b>	TYPE DE PRODUIT : (RCT / RLT) :		CONCENTRATION D'UTILISATION : %	COMPATIBILITE A L'EAU DE MER :	PH :	MASSE VOLUMIQUE (g/m³) :	FORME ET COULEUR :			SEDIMENTATION :		TYPE DE VISCOSITE (mPa.s) :	CONDITIONS DE DOSAGE : <b>1</b>	%	<b>2</b> %	PLAGE DE TEMPÉRATURE DE STOCKAGE :		POINT DE CONGÉLATION (°C) :	POINT D'ÉCOULEMENT (LIMITE D'UTILISATION) (°C) :			DURÉE DE STABILITÉ DE LA SOLUTION RETARDANTE (DURÉE D'UTILISATION UNE FOIS DILUÉE SANS BRASSAGE) :			<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="3">PRODUIT D'EXTINCTION SPECIFIQUE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>RETARDANT</b></td> <td colspan="2"><b>Lot n°</b> AERIEN <input type="checkbox"/> TERRESTRE <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>FABRICANT :</td> <td colspan="2">DATE DE FABRICATION :</td> </tr> <tr> <td>NOM COMMERCIAL :</td> <td></td> <td>RTMAT-EQ 01.RETARD <b>XX-XX-XX</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2">TYPE DE PRODUIT : (RCT / RLT) :</td> <td>CONCENTRATION D'UTILISATION : %</td> </tr> <tr> <td>COMPATIBILITE A L'EAU DE MER :</td> <td>PH :</td> <td>MASSE VOLUMIQUE (g/m³) :</td> </tr> <tr> <td colspan="3">FORME ET COULEUR :</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SEDIMENTATION :</td> <td>TYPE DE VISCOSITE (mPa.s) :</td> </tr> <tr> <td>CONDITIONS DE DOSAGE : <b>1</b></td> <td>%</td> <td><b>2</b> %</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PLAGE DE TEMPÉRATURE DE STOCKAGE :</td> <td>POINT DE CONGÉLATION (°C) :</td> </tr> <tr> <td colspan="3">POINT D'ÉCOULEMENT (LIMITE D'UTILISATION) (°C) :</td> </tr> <tr> <td colspan="3">DURÉE DE STABILITÉ DE LA SOLUTION RETARDANTE (DURÉE D'UTILISATION UNE FOIS DILUÉE SANS BRASSAGE) :</td> </tr> </tbody> </table>	PRODUIT D'EXTINCTION SPECIFIQUE			<b>RETARDANT</b>	<b>Lot n°</b> AERIEN <input type="checkbox"/> TERRESTRE <input type="checkbox"/>		FABRICANT :	DATE DE FABRICATION :		NOM COMMERCIAL :		RTMAT-EQ 01.RETARD <b>XX-XX-XX</b>	TYPE DE PRODUIT : (RCT / RLT) :		CONCENTRATION D'UTILISATION : %	COMPATIBILITE A L'EAU DE MER :	PH :	MASSE VOLUMIQUE (g/m³) :	FORME ET COULEUR :			SEDIMENTATION :		TYPE DE VISCOSITE (mPa.s) :	CONDITIONS DE DOSAGE : <b>1</b>	%	<b>2</b> %	PLAGE DE TEMPÉRATURE DE STOCKAGE :		POINT DE CONGÉLATION (°C) :	POINT D'ÉCOULEMENT (LIMITE D'UTILISATION) (°C) :			DURÉE DE STABILITÉ DE LA SOLUTION RETARDANTE (DURÉE D'UTILISATION UNE FOIS DILUÉE SANS BRASSAGE) :		
PRODUIT D'EXTINCTION SPECIFIQUE																																																																									
<b>RETARDANT</b>	<b>Lot n°</b> AERIEN <input type="checkbox"/> TERRESTRE <input type="checkbox"/>																																																																								
FABRICANT :	DATE DE FABRICATION :																																																																								
NOM COMMERCIAL :		RTMAT-EQ 01.RETARD <b>XX-XX-XX</b>																																																																							
TYPE DE PRODUIT : (RCT / RLT) :		CONCENTRATION D'UTILISATION : %																																																																							
COMPATIBILITE A L'EAU DE MER :	PH :	MASSE VOLUMIQUE (g/m³) :																																																																							
FORME ET COULEUR :																																																																									
SEDIMENTATION :		TYPE DE VISCOSITE (mPa.s) :																																																																							
CONDITIONS DE DOSAGE : <b>1</b>	%	<b>2</b> %																																																																							
PLAGE DE TEMPÉRATURE DE STOCKAGE :		POINT DE CONGÉLATION (°C) :																																																																							
POINT D'ÉCOULEMENT (LIMITE D'UTILISATION) (°C) :																																																																									
DURÉE DE STABILITÉ DE LA SOLUTION RETARDANTE (DURÉE D'UTILISATION UNE FOIS DILUÉE SANS BRASSAGE) :																																																																									
PRODUIT D'EXTINCTION SPECIFIQUE																																																																									
<b>RETARDANT</b>	<b>Lot n°</b> AERIEN <input type="checkbox"/> TERRESTRE <input type="checkbox"/>																																																																								
FABRICANT :	DATE DE FABRICATION :																																																																								
NOM COMMERCIAL :		RTMAT-EQ 01.RETARD <b>XX-XX-XX</b>																																																																							
TYPE DE PRODUIT : (RCT / RLT) :		CONCENTRATION D'UTILISATION : %																																																																							
COMPATIBILITE A L'EAU DE MER :	PH :	MASSE VOLUMIQUE (g/m³) :																																																																							
FORME ET COULEUR :																																																																									
SEDIMENTATION :		TYPE DE VISCOSITE (mPa.s) :																																																																							
CONDITIONS DE DOSAGE : <b>1</b>	%	<b>2</b> %																																																																							
PLAGE DE TEMPÉRATURE DE STOCKAGE :		POINT DE CONGÉLATION (°C) :																																																																							
POINT D'ÉCOULEMENT (LIMITE D'UTILISATION) (°C) :																																																																									
DURÉE DE STABILITÉ DE LA SOLUTION RETARDANTE (DURÉE D'UTILISATION UNE FOIS DILUÉE SANS BRASSAGE) :																																																																									

## ANNEXE A – Détermination du pH du concentré et de la solution

Le pH du retardant concentré et de la solution dans l'eau distillée, est déterminé conformément à la norme NF EN 1262 (01/2004), *Agents de surface - Détermination de la valeur du pH des solutions ou des dispersions*, à l'aide d'un pH-mètre permettant une précision de 0.1 unité pH.

Le résultat correspond à la moyenne de trois mesures effectuées avec un échantillon de 250 ml maintenu à la température de  $20 \pm 1^\circ \text{C}$ .



## ANNEXE B – Détermination de la masse volumique du concentré et de la solution

La masse volumique d'un liquide, à une température donnée, est égale au quotient de sa masse par son volume et s'exprime en  $\text{g}/\text{cm}^3$ . Les mesures sont effectuées à l'aide d'un densimètre automatique DMA 35N (ANTON PAAR ou équivalent) en veillant à éviter la présence de bulles d'air dans le liquide.

La mesure de la masse volumique s'effectue sur le concentré et la solution réalisée dans l'eau distillée, à la température de  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ , avec une précision de  $0,001 \text{ g}/\text{cm}^3$ . Le volume de la prise d'essai est de 2 ml. Le résultat correspond à la moyenne de trois mesures de masse volumique pour le même échantillon.



## ANNEXE C – Détermination de la viscosité du concentré et de la solution

La viscosité apparente du concentré est déterminée à l'aide d'un viscosimètre de marque BROOKFIELD, modèle DVII de type L, comprenant 4 aiguilles différentes pour toutes les gammes de viscosité rencontrées. Les mesures sont effectuées conformément à la norme NF ISO 1652 juin 2011, à l'exception des conditions de températures. La vitesse de rotation de l'aiguille est fixée à 60 tr/min.

La viscosité apparente est mesurée tous les cinq degrés, dans l'intervalle de températures allant de -10 °C à + 60°C, dans la limite de la solidification du produit à l'état de concentré ou en solution. La température du liquide est contrôlée avec une précision de 0,5 °C, grâce à un thermocouple plongé dans le liquide.

- Mesure de la viscosité du concentré :

500 ml de concentré est préalablement versé dans un bêcher de 600 ml dont le diamètre est au minimum de 85mm. Le liquide est ensuite porté à la température désirée puis agité de manière à homogénéiser la température tout en évitant la formation de bulles. Le choix de l'aiguille de mesure est fonction de la viscosité du produit. L'aiguille est plongée en rotation dans le liquide, puis la mesure est réalisée après 1 minute (temps nécessaire à la stabilisation du liquide en mouvement et de la température).

- Mesure de la viscosité de la solution :

La mesure de la viscosité de la solution est réalisée dans les mêmes conditions en tenant compte éventuellement de phénomènes de décantation au sein du liquide. En effet, dans ce cas particulier, la solution est préalablement agitée mécaniquement avant chaque mesure et le temps de stabilisation est augmenté à 3 minutes. La valeur de viscosité en mPa.s annoncée pour une température donnée doit être la moyenne de trois mesures effectuées dans les mêmes conditions. Les résultats doivent spécifier la courbe de viscosité du concentré et de la solution en fonction de la température dans le domaine étudié, la vitesse de rotation et le N° de l'aiguille utilisée.



## ANNEXE D – Détermination du taux de sédimentation de la solution

Le protocole suivi est une adaptation des normes NF ISO 9030-juil 2000 relatives à la détermination des sédiments dans les pétroles bruts (méthode par centrifugation). La teneur d'un liquide en matières en suspension est déterminée par centrifugation d'un volume connu dans des conditions bien définies. Le matériel employé est une centrifugeuse universelle de table, modèle HEITICH. Deux godets de centrifugation munis d'un couvercle permettent de loger deux tubes coniques gradués ASTM de 50 ml pour les sédimentations.

Une solution de retardant préparée dans l'eau distillée, est agitée mécaniquement pour homogénéisation. Un volume de 30 ml est prélevé puis versé respectivement dans chaque tube conique. Après équilibrage en masse des godets, la centrifugeuse est réglée à 3000 tr/min, pour subir une accélération de 1200 g pendant une durée de 30 min.

La mesure est donnée par la lecture des graduations qui repèrent le dépôt de matière en suspension, ramenée en % sur le volume total de 100 ml. Le taux de sédimentation correspond à la moyenne des deux lectures sur chaque tube gradué, ramené en %. Le résultat prend en compte la présence ou l'absence de matière en suspension et le % obtenu s'il est supérieur à 0.1% en volume.



## ANNEXE E – Détermination de la cinétique de séparation de la solution

Les produits retardants en suspension argileuse, concentrés ou dilués, peuvent décanter au cours du temps. D'autres à base de gels peuvent au contraire présenter une séparation inverse (flottaison). Dans tous les cas, il est important pour le stockage et la mise en œuvre du produit d'évaluer les phénomènes de séparation pouvant se produire sur le concentré et/ou la solution.

L'étude de la cinétique de séparation (test de KYNCH) effectuée sur le concentré et/ou la solution permet de connaître le taux maximal de séparation ainsi que les différentes cinétiques du phénomène. Un litre de solution préparé dans l'eau distillée au moment de l'emploi est versé dans une éprouvette de 1 litre en verre, puis laissées au repos. Un relevé du taux de séparation est effectué au cours du temps avec une fréquence variable selon la rapidité des phénomènes. Le résultat présente les observations et les photographies du phénomène ainsi que la courbe du taux de séparation en fonction du temps et les cinétiques des différentes étapes rencontrées.

Le caractère réversible de la décantation est apprécié lorsque la remise en suspension des dépôts formés, s'effectue simplement après un premier renversement de l'éprouvette. En cas de formation d'un dépôt non réversible, il sera vérifié que sa viscosité reste conforme aux exigences propres à la solution pour satisfaire aux besoins opérationnels.



## ANNEXE F – Tests de vieillissement artificiel stabilité du concentré

Dans les conditions normales d'utilisation, le produit concentré est soumis à des chocs thermiques au froid comme au chaud qui provoquent son vieillissement artificiel. Les tests de vieillissement en laboratoire permettent de simuler les variations thermiques rencontrées sur les lieux de stockage ou lors de sa mise en œuvre.

L'influence de ces variations de température est ensuite mise en évidence par un contrôle qualité du produit qui repose sur la détermination de 4 paramètres physico-chimiques de base réalisés conjointement sur le concentré et la solution : le pH, la masse volumique, la viscosité à 20 °C et la décantation, ainsi qu'un test d'efficacité spécifique à chaque type de produit.

- Stockage à basse température : 1 litre de concentré est stocké pendant 5 jours dans un contenant en polyéthylène fermé, à la température de - 20 °C, puis laissé à la température ambiante jusqu'à stabilisation à 20 °C pendant 1 jour. Le concentré subit ce traitement à trois reprises, soit trois étapes de congélation/décongélation successives.
- Stockage à haute température : 1 litre de concentré est stocké à l'étuve pendant 5 jours dans un contenant en polyéthylène fermé, à une température de + 60 °C, puis laissé à la température ambiante jusqu'à stabilisation à 20 °C pendant 1 jour. Le concentré subit ce traitement à trois reprises, soit trois étapes d'échauffement/refroidissement successives.
- Cycles alternés de froid et de chaud : 1 litre concentré est stocké pendant 24 h dans un flacon en polyéthylène fermé, à la température de -20°C, puis laissé à la température de 20°C jusqu'à stabilisation pendant 1 jour. Il est ensuite placé à l'étuve à la température de + 60°C pendant 24 h et retour à la température de 20 °C pendant 1 jour. Le produit concentré subit ce traitement à 3 reprises consécutives afin de connaître l'influence du chaud et du froid alterné.

Les résultats doivent spécifier les paramètres physico-chimiques (pH, Masse volumique, Viscosité, Sédimentation) recherchés sur le concentré vieilli artificiellement et la solution préparée à partir de ce dernier, ainsi que les observations éventuelles sur le changement de comportement du produit, en comparaison avec un produit non vieilli. Si nécessaire, un test d'efficacité spécifique au produit est également effectué pour contrôler le maintien des performances après vieillissement.



# ANNEXE G – Solubilité/miscibilité dans différentes natures d'eau

## 1- Caractérisation et préparation des eaux de dilution :

- Eau douce : Eau déminéralisée
- Eau dure : Eau du secteur
- Eau de mer : Eau de mer synthétique dont la composition correspond à un taux de salinité de 41,6g/l.

Elle est préparée selon la norme NF EN 1568-4, avec la composition suivante en g/l :

- |  |           |
|--|-----------|
| • Chlorure de magnésium $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ | 11.0      |
| • Chlorure de calcium $CaCl_2 \cdot 2H_2O$   | 1.6       |
| • Sulfate de sodium anhydre $Na_2SO_4$       | 4.0       |
| • Chlorure de sodium chimique pur $NaCl$     | 25.0      |
| • Eau distillée ou déminéralisée QSP         | 1.0 litre |

## 2- Préparation des solutions en vue du test de miscibilité

100 ml de solution sont nécessaires pour chaque test correspondant à un type d'eau, une température (+5°C et +20°C) et une concentration donnée. L'eau placée dans un erlenmeyer, est portée à la température requise. La dilution est ensuite effectuée en versant dans l'erlenmeyer contenant l'eau la quantité de concentré nécessaire pour obtenir la concentration requise.

Le premier résultat du test indique :

- L'éventuelle séparation de phase, ou de dépôt de matière au sein du mélange ;
- La miscibilité aux températures et concentrations d'expérience : totale, partielle, ou nulle.

Dans un deuxième temps, un barreau magnétique de forme triangulaire de 15mm de côté par 55mm de long est introduit dans le mélange. L'erlenmeyer est déposé sur un agitateur magnétique à l'arrêt dont la vitesse d'agitation est fixée au préalable à 500tr/min. L'agitation est actionnée en synchronisation avec un chronomètre pendant 30s. La solution est ensuite observée afin de confirmer ou non la dissolution complète des dépôts.

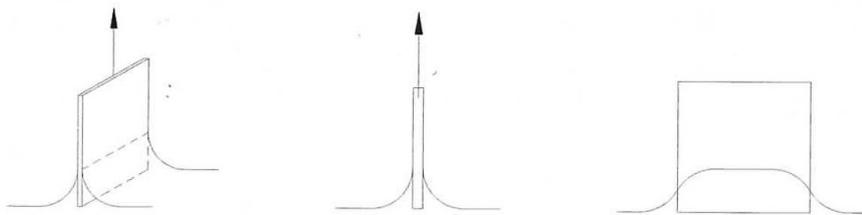


## ANNEXE H – Tension superficielle

La préparation des solutions d'agents de surface et le mode opératoire relatif à leur prélèvement, ainsi que le nettoyage de la verrerie utilisée, doivent être conformes à la norme NF EN 14370 (décembre 2004). Les solutions sont réalisées (selon les indications du fournisseur) par dilution du concentré dans l'eau distillée, maintenue à une température de  $20,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$ .

La tension superficielle en mN/m est mesurée au moyen d'un tensiomètre digital GIBERTINI modèle TSD, disposant d'un support de lame de verre maintenue par un système de suspension. Les dilutions sont versées dans des cristallisoirs en verre de 76 mm de diamètre. Un support élévateur permet de monter et d'abaisser le cristallisoir pour les besoins de la mesure. Le cristallisoir contenant la solution est ensuite installé sur le support élévateur du tensiomètre. La lame de verre est fixée au support de suspension et le zéro de l'appareil est effectué dans l'air. Le cristallisoir est ensuite remonté pour mettre en contact la lame de verre avec la surface du liquide.

Pour effectuer la mesure dans les conditions d'arrachement, la lame de verre est retirée doucement du liquide par descente du cristallisoir. La force d'arrachement maximale relevée correspond à la tension superficielle du liquide, juste au moment de la rupture du film.



### Déformation du liquide sur la lame de verre au moment de l'arrachement

Pour diminuer les sources d'erreurs sur la mesure, il faut veiller à la propreté des matériels en utilisant des chiffons non pelucheux lors du nettoyage de la verrerie. La présence de bulles au niveau de la surface en contact avec la lame ainsi que les mouvements du liquide doivent être évités. La solution est laissée au repos 3 minutes avant la mesure pour stabiliser l'interface liquide/air. Les résultats doivent spécifier la tension superficielle, exprimée en mN/m avec une précision de 0,1 mN/m, sur une moyenne de trois mesures.



## ANNEXE I – Point de congélation

La détermination du point de congélation du concentré s'inspire de la norme NFT 78-102, Octobre 1971.

Un tube en verre de 45 ml environ est rempli par l'échantillon de concentré. Il est refroidi dans le compartiment d'un Cryo thermostat porté  $-40^{\circ}\text{C}$ . La température du liquide est relevée toutes les secondes afin de tracer la courbe de refroidissement. La détermination du point de congélation se fait par méthode graphique après établissement de la courbe de refroidissement en fonction du temps.

Le point de congélation correspond à l'intersection des prolongements de la courbe de refroidissement et de la courbe de congélation. Si le produit présente un phénomène de surfusion (retard à la congélation), le point de congélation correspond à la température maximale atteinte après la surfusion.

Les résultats doivent spécifier comme valeur du point de congélation pour le concentré, la moyenne de trois courbes, avec une précision de  $1^{\circ}\text{C}$  et un écart type inférieur ou égal à  $2^{\circ}\text{C}$ .



## ANNEXE J – Point d'éclair

L'essai de point d'éclair correspond à une réglementation aéronautique pour tous les liquides chargés dans les aéronefs (DOC OSCI 9284 AN/905 : "Instructions techniques pour la sécurité du transport aérien des marchandises dangereuses"). Il permet de déterminer si l'inflammation du produit concentré se produit ou non à une température donnée.

Le test est réalisé conformément à la norme NF EN ISO 1516, Mai 2002, grâce à un appareil SETAFLASH LOW TEMP à coupelle fermée. Trois essais sont effectués aux températures d'équilibre suivantes : +65°C et +75°C. Le résultat du test doit spécifier, pour chacune des températures d'équilibre, la présence ou l'absence d'inflammation en surface du concentré en contact avec la flamme pilote.



## ANNEXE K – Point initial d'ébullition

Le point initial d'ébullition, c'est-à-dire la température à laquelle peut être observée la formation des premières bulles au sein du concentré, à la pression atmosphérique, est déterminé selon le protocole suivant :

Un échantillon de 10 ml de concentré est soumis à une augmentation de température de 10°C/min de la température ambiante à 70°C, puis de 2°C/min à partir de 70°C jusqu'à atteindre le point d'ébullition ou 90°C. L'utilisation du corps de chauffe et de la coupelle ouverte de l'appareil de détermination du point d'éclair permet de chauffer un volume précis de liquide dans les conditions normalisées. Le résultat du test doit spécifier le point initial d'ébullition du concentré, déterminé sur la moyenne de trois mesures, avec une précision de 1°C.

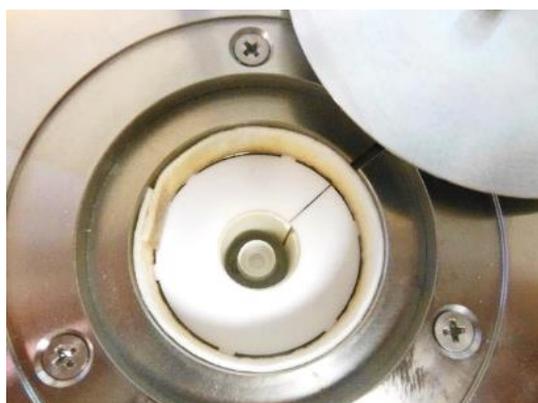


## ANNEXE L – Analyse thermogravimétrique et thermodifférentielle

L'analyse thermogravimétrique et thermo-différentielle est appliquée ici à l'estimation en laboratoire de l'efficacité d'un retardant long terme. Le principe de l'analyse consiste à suivre les phénomènes accompagnant la combustion d'un échantillon placé dans un four entièrement contrôlé avec enregistrement de la perte de masse, des températures de dégradation et des énergies échangées. Les réactions sont dites endothermiques si elles absorbent de l'énergie ou exothermiques (affectées du signe négatif par convention), si elles cèdent de l'énergie au four.

- Matériels :

Le système thermogravimétrique comprend une thermobalance STA 6000 de PERKIN ELMER sous contrôle informatique via le logiciel « Pyris », un compresseur fournissant un balayage d'air sec à 20 l/min et 2 bars de pression, ainsi qu'un bain d'eau thermostaté maintenu à 15°C, dédié au refroidissement permanent du four. L'échantillon est introduit dans le creuset d'analyse, puis installé dans le four, pour une pesée au dixième de mg. Il subit ensuite une élévation de température programmée à une vitesse de chauffe de 15°C/min, entre 30°C et 1000°C.



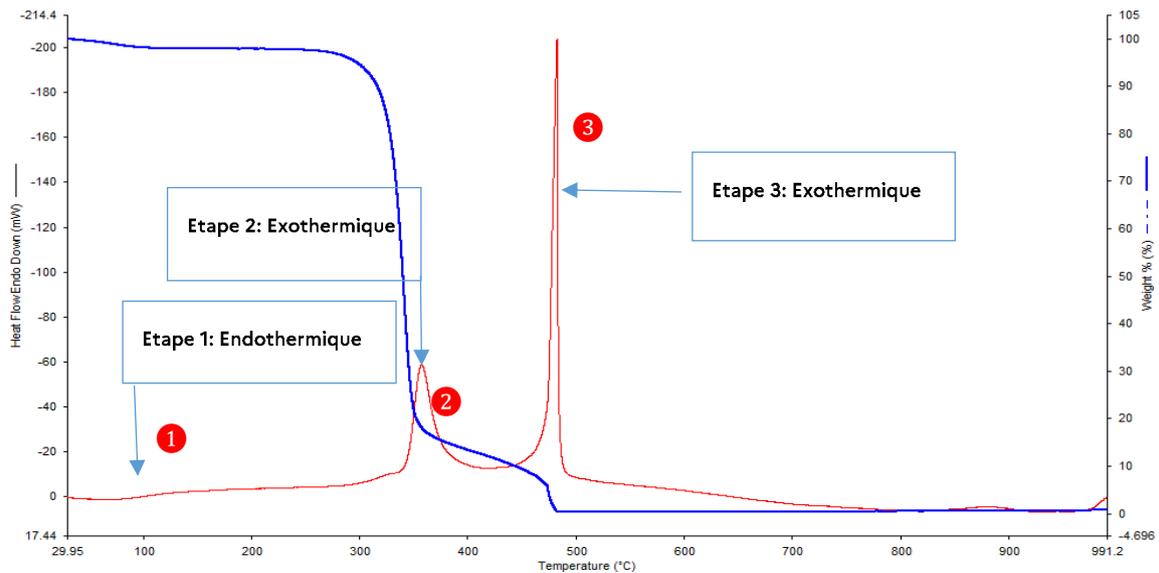
*Système d'analyse thermogravimétrique et différentielle - STA 6000 PERKIN ELMER*

- Echantillons :

Le matériau de référence utilisé est la cellulose pure et déshydratée, conservée à l'abri de l'humidité dans un flacon hermétique. La solution retardante est déposée sur la cellulose (5 ml de solution sur 0.5 g de cellulose pure). Après homogénéisation, le matériau traité est déshydraté puis conservé à l'abri de l'humidité dans un flacon hermétique.

- Interprétation des résultats :

Les résultats sont représentés par la courbe de perte de masse (Weight %) et d'énergie (HF mW) en fonction de la température.



Exemple de courbes de résultats.

Leur analyse détaillée permet d'identifier les étapes de dégradation caractérisées par leur perte de masse, leur température et leur énergie, selon la notation ci-dessous :

- $\Delta m$  : Perte de masse en % de l'étape de dégradation ;
- T Max : Température maximale en °C de l'étape de dégradation ;
- $\Delta H$  : Energie Endothermique (affectée du signe -) ou exothermique mise en jeu dans l'étape de dégradation en J/g.

Les résultats sont moyennés sur la base de trois analyses successives. L'analyse des réactions endothermique ainsi que le calcul du bilan massique et énergétique lié au processus global de dégradation thermique permettent d'apprécier le pouvoir ignifugeant de la solution en comparaison avec la cellulose non traitée. Un retardant efficace doit conduire à un bilan thermique inférieur à celui de la cellulose non traitée.

## ANNEXE M – Essais d'efficacité sur tunnel thermique TEXAID

L'efficacité thermique de la solution retardante est étudiée en tunnel thermique (TEXAID) en condition de propagation de flamme.

- Le tunnel TEXAID :

Le tunnel d'expertise thermique TEXAID permet de créer dans des conditions contrôlées un front de flamme qui se propage vers une zone traitée par la solution retardante.



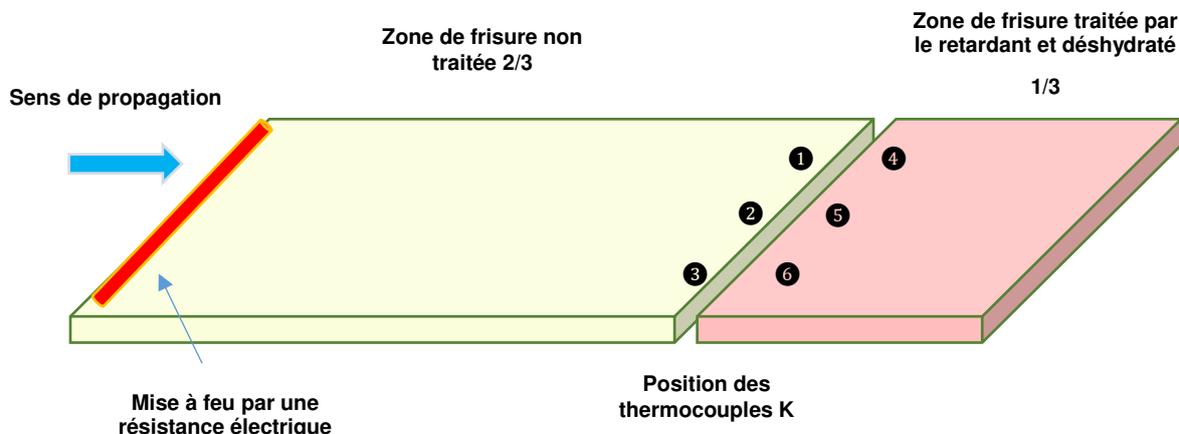
Vue générale du tunnel d'expertise thermique TEXAID

Il mesure 3m de long et se compose de cinq modules distincts, dont chacun assure une ou plusieurs fonctions particulières et complémentaires.

Le module aéraulique a pour fonction de créer un vent artificiel dans le conduit du tunnel, de manière à propager le feu sur le plan de combustion. Le ventilateur est réglé sur la position 1.5 qui correspond à une vitesse de 1.5 m/s à l'entrée de la veine. Cette vitesse est suffisante pour assurer une progression continue du front de flamme, en évitant l'embraseement général du combustible.

- Le plan de combustion :

Le plan de combustion est constitué au 2/3 par une zone d'amorce de 300g de combustible sec (frisure de peuplier) et homogène. Le dernier tiers correspond à ce même matériau (50g) traité par le retardant préalablement conditionné en étuve.



Plan de combustion du TEXAID

Six thermocouples de type K sont reliés à une centrale d'acquisition de données DATATAKER DT85 et enregistrent les températures de combustion. Les capteurs 1 à 3 sont situés dans la frisure non traitée, les capteurs 4 à 6 se trouvent dans la frisure traitée par la solution retardante. Le résultat prend en compte la température maximale de chaque thermocouple.

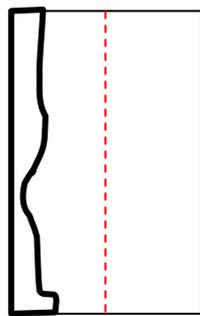
- Pulvérisation et conditionnements :

La solution préparée dans l'eau du secteur est pulvérisée manuellement et uniformément sur les deux faces de la frisure au moyen d'un pistolet à peinture sous pression. La quantité de solution appliquée sur chaque face est contrôlée en continu par pesée, par une balance à  $\pm 0.5g$  près. La masse totale appliquée est incrémentée de 10 en 10g.

Le produit est qualifié de retardant « court terme » si le front de flamme est arrêté par la zone traitée préalablement conditionnée 10 min à la température de 40°C. De même le produit est qualifié de retardant « long terme » si la zone traitée préalablement conditionnée 90 min à 40°C (soit après séchage complet), permet l'arrêt du front de flamme.

- Expression des résultats :

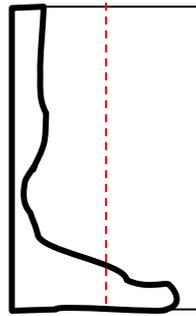
Les essais consistent à déterminer la plus petite masse de produit appliquée sur le combustible (notée masse critique :  $m_c$ ) qui assure l'arrêt du front de flamme dans une zone inférieure à 50 % de la profondeur de la surface traitée. La surface brûlée est mesurée par la profondeur de pénétration du feu dans la partie traitée. Pour un résultat inférieur à ce seuil de 50%, l'essai est validé. Le test suivant est alors effectué avec une masse de 10g inférieure.



< 50%

Essai validé à  $m$  (g)

Essai suivant  $m - 10$  (g)



> 50%

Essai refusé à  $m$  (g)

Essai suivant à  $m + 10$

#### Interprétation des résultats des surfaces brûlées

Au contraire, si une partie ou la totalité de la zone brûlée dépasse ce seuil, le test suivant nécessite une masse appliquée de 10g supérieure. Les essais sont ensuite reproduits pour vérification. Le résultat final présente la masse critique, associée au pourcentage de surface brûlée, la photographie de la zone traitée ainsi que les courbes de température et les valeurs maximales relevées sur chaque thermocouple.

## ANNEXE N – Pouvoir moussant en laboratoire

Le pouvoir moussant des solutions tensioactives est évalué dans l'eau distillée, l'eau dure et l'eau de mer synthétique, d'après la procédure standard des spécifications internationales américaines USDA Forest service Spécification 5100-307a Draft –June 2007.

Le foisonnement est obtenu par agitation du liquide au moyen d'un mixer à couteaux, muni d'un bol en verre gradué de 1 litre. Un volume de 100 ml de solution est introduit dans le bol de 1000 ml, puis refermé par son couvercle. Il est agité vigoureusement à la vitesse maximale pendant 1 minute, 25 fois de suite. Puis la présence ou non de solution en fond de récipient est notée.

S'il reste encore un peu de solution au fond, refaire un nouveau cycle d'agitation, dans les mêmes conditions. Noter immédiatement le volume de mousse formée dans le cylindre, puis le volume de solution et de mousse en fonction du temps de repos, à intervalle réguliers de 1 min pendant 5 min. Faire des mesures supplémentaires à 10 et 15 minutes.

Les résultats sont moyennés sur la base de trois essais successifs. Les performances des différents produits sont enregistrées et comparées à trois gammes de pouvoir moussant.

- Gamme 1 : Pouvoir moussant inférieur à 100 ml : NON ACCEPTABLE ;
- Gamme 2 : Pouvoir moussant compris entre 100 et 750 ml : ACCEPTABLE ;
- Gamme 3 : Pouvoir moussant supérieur à 750 ml : ACCEPTABLE.



## ANNEXE O – Foisonnement et decantation

Le matériel et la procédure de détermination du foisonnement et du temps de décantation ou drainage de la solution est décrit dans la norme NF EN 1568-4, 2018. Le montage permet de générer une mousse dans des conditions reproductibles. Le jet de mousse est envoyé directement sur un collecteur puis s'écoule très rapidement dans un réservoir dont la masse est contrôlée.

La valeur du foisonnement  $f$ , calculée sur la moyenne des résultats obtenus avec trois essais, selon la formule suivante :

$$f = \frac{V}{(M2-M1)}$$

Avec :

- f : Facteur de foisonnement
- V : Volume du récepteur contenant la mousse en cm<sup>3</sup>
- M2 : Poids du récepteur plein en g
- M1 : Poids du récepteur vide en g

(En supposant que la solution a une densité identique à celle de l'eau)

La décantation ou drainage est ensuite estimée en utilisant le même montage mais en récoltant la solution drainée dans une éprouvette graduée. On note le temps de décantation à 25 et 50 %,  $t_{25}$   $t_{50}$ , exprimé en minutes et secondes, sur une moyenne de trois mesures.



## ANNEXE P – Test de corrosion par immersion

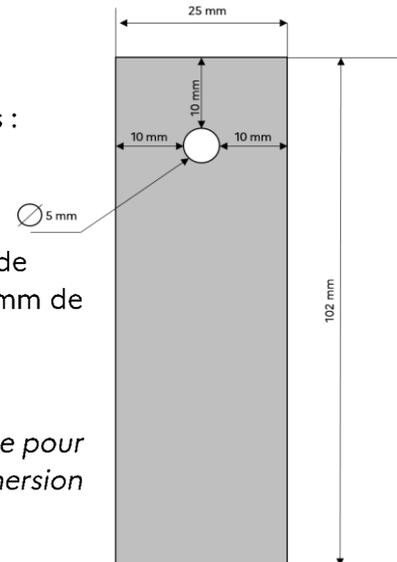
Les tests de corrosion en immersion sont réalisés selon le protocole mis au point par l'USDA Forest (DRAFT 5100-304C de juin 2007). L'objectif est de tester l'agressivité des additifs chimiques utilisés dans la lutte contre les incendies de forêts vis à vis des alliages employés dans l'aéronautique.

### 1- Présentation des éprouvettes métalliques

Les essais de corrosion sont effectués sur les deux alliages suivants :

L'aluminium 2024 T3 (Al-Cu-Mg) et l'acier 25CD4 (acier au Cr-Mo).

Les éprouvettes métalliques utilisées sont de dimensions strictement identiques avec une hauteur de 102 mm, une largeur de 25 mm et une épaisseur 3 mm. Elles sont percées d'un trou de 5 mm de diamètre, centré à 10 mm de l'une des extrémités.



*Représentation schématique d'une éprouvette métallique utilisée pour le test de corrosion par immersion*

La surface de l'éprouvette est calculée comme suit :

$$\text{Surface totale} = 2 \times (\text{longueur} \times \text{largeur}) + 2 \times (\text{longueur} \times \text{épaisseur}) + 2 \times (\text{largeur} \times \text{épaisseur}) - 2 \times (\pi \times \text{rayon trou}^2) + (2 \pi \times \text{rayon trou} \times \text{épaisseur})$$

$$\text{Surface totale cm}^2 = 2 \times (10.2 \times 2.5) + 2 \times (10.2 \times 0.3) + 2 \times (2.5 \times 0.3) - 2 \times (\pi \times 0.25^2) + (2 \pi \times 0.25 \times 0.3)$$

Soit une Surface totale de = 58.70 cm<sup>2</sup>

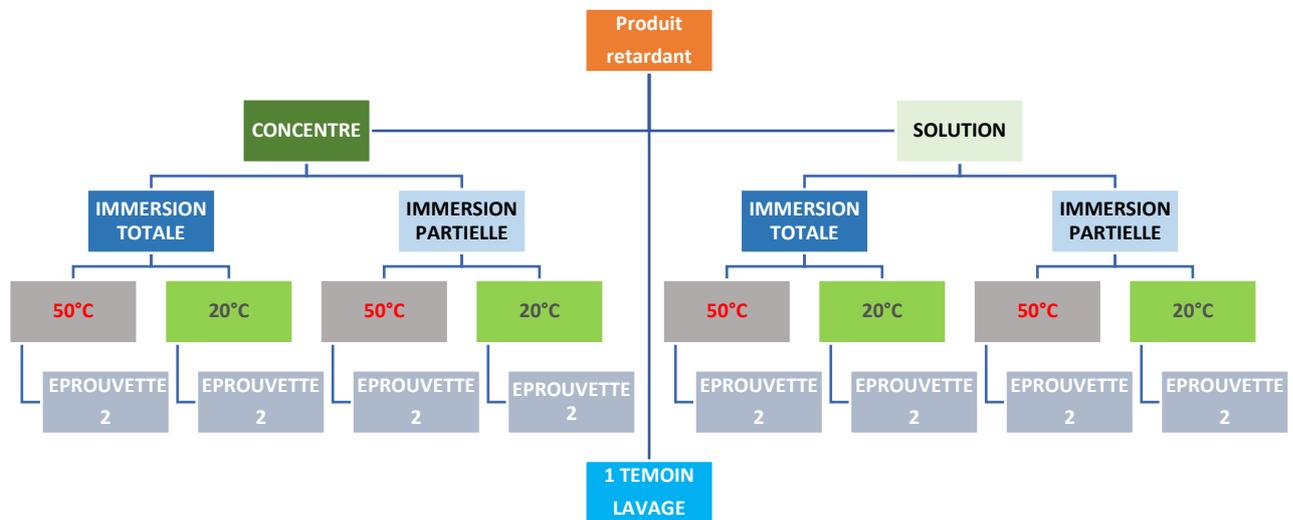
La surface totale des éprouvettes est de 58.70 cm<sup>2</sup>. Ce paramètre permet de calculer la vitesse de corrosion en fin d'essai.

### 2- Modalités testées

Le trempage des éprouvettes d'aluminium et d'acier s'effectue dans le produit concentré et la solution diluée dans l'eau distillée. Deux types d'immersion sont réalisés : soit une immersion partielle de l'éprouvette à mi-hauteur, soit une immersion totale. Ces deux cas de figure sont couramment rencontrés dans les conditions opérationnelles. L'immersion partielle est généralement plus défavorable pour le métal.

Deux modalités supplémentaires sont également ajoutées en maintenant les liquides aux températures de 20 et 50°C respectivement. Chaque modalité est réalisée en double exemplaire de façon à moyenner les résultats. Au total 16 éprouvettes en aluminium, 16

échantillons en acier et un témoin par type d'alliage sont employés. La durée d'immersion est fixée à 90 jours. Le schéma suivant récapitule l'ensemble des modalités réalisées.



*Présentation des modalités mises en œuvre pour les tests de corrosion par immersion*

### 3- Mode opératoire

#### 3-1 Dégraissage et nettoyage initial des échantillons métalliques

Les échantillons métalliques sont préalablement dégraissés dans l'acétone en les frottant avec un tampon à récureur (de couleur vert) de 25 x 75 mm. Elles sont ensuite rincées à l'eau du robinet et nettoyées dans les solutions appropriées, comme décrit dans le tableau ci-après.

Alliage	Acides de nettoyage	Durée trempage (min)	Température
Acier 25CD4	50 g de chlorure d'étain (SnCl <sub>2</sub> ) + 20 g de trichlorure d'antimoine (SbCl <sub>3</sub> ) dans 1L d'HCl concentré	3-5 min	Froid (bac à glaçons)
Aluminium 2024 T	70 % d'acide nitrique (HNO <sub>3</sub> ) concentré	2-3 min	Ambiante

Conditionnement préalable des échantillons

A la fin de la procédure de trempage acide, les échantillons sont retirés et frottés avec une nouvelle bande de tampon à récureur. Elles sont ensuite rincées à l'eau distillée, essuyées à l'aide d'un chiffon non pelucheux et séchées à l'étuve à 50°C. Une fois sèches et refroidies, les échantillons sont pesés au 10<sup>ème</sup> de mg.

#### 3-2 Immersion des échantillons

Les échantillons métalliques sont suspendus par un fil de nylon à un ruban adhésif placé en travers sur l'ouverture d'un bocal de 800 ml. Pour l'immersion partielle, seule la moitié

inférieure de l'éprouvette est immergée. Le remplissage du bocal s'effectue soigneusement en respectant cette hauteur, tout veillant à ne pas salir la partie émergée de l'éprouvette.

Les bocaux sont ensuite recouverts d'un film plastique et fermés par des couvercles métalliques à visser. Chaque flacon est étiqueté par modalité. Le conditionnement à la température de 50°C est réalisé en étuve régulée. Les flacons maintenus à 20°C sont laissés à la température ambiante sur la paillasse du laboratoire pendant la durée du test.



Matériel utilisé pour le test de corrosion par immersion

### 3-3 Fin du test d'immersion

A la fin des 90 jours de trempage, les bocaux sont soigneusement inspectés avant ouverture. Après observations et prises de vues, chaque éprouvette est rincée sous un fort jet d'eau froide, puis séchée à l'air libre. Les éléments de corrosion sont grattés pour retirer la couche d'oxydation superficielle. Une fois les traces de dépôt éliminées, les éprouvettes sont immergées dans les solutions chimiques fraîchement préparées. Elles sont frottées avec une bande de tampon à récurer neuve, rincées à l'eau distillée et séchées sur un chiffon non pelucheux. Enfin elles sont pesées après séchage.

La vitesse de corrosion est calculée pour chaque éprouvette par rapport aux poids initiaux et finaux obtenus. Chaque lot est comparé à un témoin qui subit toutes les étapes de nettoyage. L'utilisation de témoins permet de s'affranchir de la perte de poids due aux procédures de nettoyages.

La vitesse de corrosion est calculée grâce à la relation suivante :

$$\text{Vitesse corrosion cm/h} = \frac{[\text{Perte masse métal (g)} - \text{Perte masse métal témoin (g)}]}{[\text{surface lame (cm}^2\text{)} \times \text{Durée test (h)} \times \text{Masse volumique métal (g/cm}^3\text{)}]}$$

Les masses volumiques utilisées sont respectivement :

Acier 25CD4 : Masse volumique : 7.86 g/cm<sup>3</sup>  
 Aluminium 2024 T3 : Masse volumique : 2.77 g/cm<sup>3</sup>

Les vitesses de corrosion à ne pas dépasser sont précisées ci-dessous en fonction des alliages.

TYPE EPROUVETTE	CONCENTRE	SOLUTION
ACIER 25CD4	1.450 10 <sup>-6</sup> cm/h	1.450 10 <sup>-6</sup> cm/h
ALU 2024T	1.450 10 <sup>-6</sup> cm/h	<b>0.580 10<sup>-6</sup> cm/h</b>

Les résultats sont complétés par des observations microscopiques (grossissement 10x2.5) des surfaces métalliques après immersion et nettoyage.



## ANNEXE Q – Test d'apparition de sels grimpants

L'apparition de sels grimpants à la surface d'un matériau métallique est un phénomène qui survient lorsqu'un électrolyte dissout vient cristalliser à la surface du métal. Les solutions salines sont propices à ce type de dépôt quand il se forme une pile électrochimique entre le métal et le liquide conducteur.

Le test d'apparition de sels grimpants consiste à immerger partiellement des éprouvettes métalliques (acier 25CD4 et Aluminium 2024T3) dans 400ml de produit concentré et de solution (préparée dans l'eau distillée), à l'air libre et renouvelé dans les conditions de laboratoire ( $20 \pm 1^\circ\text{C}$  et 50% d'hygrométrie). L'éprouvette métallique est suspendue en immersion partielle au centre du produit, préalablement versé dans un bécher de 500 ml. Le temps de contact est d'une durée de 7 jours dans ces conditions expérimentales.

L'évaporation du produit est mesurée par la baisse du niveau du liquide entre le début et la fin du test. Le résultat mentionne la présence ou l'absence de sels grimpants ou de cristallisation, leur localisation sur l'éprouvette, leur couleur et leur abondance. Des photographies réalisées tout au long de l'essai et le relevé des conditions ambiantes (température et hydrométrie) permettent de suivre l'évolution des phénomènes au cours du temps.



## ANNEXE R – Test de visibilité de la solution

Le test de visibilité de la coloration d'un retardant en solution est réalisé sur le terrain afin d'apprécier ses qualités d'enrobage et de maintien sur des végétaux vivants en forêt méditerranéenne. Il consiste à pulvériser la solution (préparée dans l'eau du secteur) sur de la végétation arbustive composée majoritairement de chêne Kermès. La quantité pulvérisée permet de réaliser recouvrement comparable aux conditions réelles retrouvées lors d'épandages. Le taux d'application est fixé à 2 l/m<sup>2</sup>.

La visibilité de la coloration est évaluée aux distances de de 1, 4 et 15 m. Des photos prises juste après traitement (T0) puis après séchage complet du produit (T+24h), permettent d'apprécier la visibilité de la coloration à ces différentes distances, en la comparant à une zone témoin non traitée.



## ANNEXE S – Toxicité et impact environnemental

Dans l'étude d'impact sur le milieu naturel, trois types de test sont requis : les tests de toxicité, d'écotoxicité et de biodégradabilité. Les exigences européennes concernant l'éthique animales obligent les laboratoires à utiliser des tests alternatifs à l'expérimentation animale. Les tests d'irritation cutanée et oculaire sur le lapin et sur le cobaye s'effectuent désormais sur des cellules in vitro. Cette annexe fait mention des nouveaux protocoles utilisés pour répondre à ces exigences.

### 1- Analyse du profil toxicologique sur la faune terrestre

#### 1-1 Toxicité aiguë sur le rat

La toxicité aiguë des produits retardant est évaluée après administration des liquides par voie orale et cutanée sur le rat.

La toxicité aiguë par voie orale est réalisée selon le protocole OCDE N° 423 (17 décembre 2001) et la méthode B. Itris de la directive européenne N° 2004/73/CE).

La toxicité aiguë par voie dermique est effectuée selon le protocole OCDE N° 402 (24 février 1987) et la méthode B.3 de la directive européenne N° 92/69/CEE.

#### 1-2 Tests d'irritation sur le lapin

Le pouvoir irritant des produits retardant est évalué sur le lapin. L'évaluation de l'effet irritant /corrosif sur la peau est conduit selon le protocole [OCDE N° 404 (24 avril 2002) et la méthode B.4 de la directive européenne N° 2004/73/CEE] remplacé par OCDE 439 28 JUIL 2015.

Sur les yeux, le pouvoir irritant/corrosif est déterminé par le protocole [OCDE N° 405 (24 avril 2002) et la méthode B.5 de la directive européenne N° 2004/73/CE] remplacée par OCDE 438 27 JUIN 2018.

#### 1-3 Tests de sensibilisation sur le cobaye

L'évaluation du pouvoir sensibilisant des produits retardant fait l'objet de tests sur le cobaye selon la méthode de maximisation Magnusson et Kligman, issue du protocole [OCDE N° 406 (17 juillet 1992) et la méthode B.6 de la directive européenne N° 92/54/CE du 30 juillet 1996, ainsi que la ligne directrice de EPA OPPTS 870.2600 de mars 2003] remplacée par OCDE 442D 25 JUIN 2018.

### 2- Tests d'éco-toxicologie sur la faune aquatique

La toxicité aiguë est évaluée précisément sur la faune aquatique et en particulier sur les poissons d'eau douce et les daphnies.

L'évaluation de la toxicité aiguë sur l'espèce de poisson (Danio Rerio) suit la directive OCDE N°203, du 17 juillet 1992. La toxicité aiguë sur les daphnies (Daphnia Magna) est évaluée selon la directive OCDE N°202, C2, du 13 avril 2004 et la directive CE « Toxicité aiguë sur Daphnie » du 31 juillet 1992.

Le tableau ci-dessous récapitule les différents tests et ainsi que leur portée.

REFERENCE PROTOCOLES	FAUNE CONCERNEE	TYPE DE TOXICITE
<b>OCDE N° 423</b> (17 décembre 2001) et méthode B. Itris de la directive européenne N° 2004/73/CE).	RAT	Toxicité aigüe par voie orale
<b>OCDE N° 402</b> (24 février 1987) et méthode B.3 de la directive européenne N° 92/69/CEE	RAT	Toxicité aigüe par voie dermique
<b>OCDE N° 404</b> (24 avril 2002) et la méthode B.4 de la directive européenne N° 2004/73/CEE Remplacé par <b>OCDE 439 28 JUIL 2015</b>	LAPIN Epiderme humain reconstitué	Effet irritant/corrosif sur la peau Tests in vitro
<b>OCDE N° 405</b> (24 avril 2002) et la méthode B.5 de la directive européenne N° 2004/73/CE Remplacée par <b>OCDE 438 27 JUIN 2018.</b>	LAPIN Epithélium cornéen humain reconstitué	Effet irritant/corrosif pour les yeux Tests in vitro
<b>OCDE N° 406</b> (17 juillet 1992) et la méthode B.6 de la directive européenne N° 92/54/CE du 30 juillet 1996, ainsi que la ligne directrice de EPA OPPTS 870.2600 de mars 2003] 2 Remplacée par <b>OCDE 442D 25 JUIN 2018.</b>	COBAYE Induction d'un gène de Luciférase représentatif de la réponse au sensibilisant	Effet sensibilisant méthode Magnusson et Kligman Test in vitro
<b>OCDE N°203</b> , du 17 juillet 1992	Poisson d'eau douce Danio Rerio	Toxicité aigüe
<b>OCDE N°202</b> , C2, du 13 avril 2004 et la directive CE du 31 juillet 1992.	Daphnie	Toxicité aigüe

### 3-Tests de biodégradabilité

Le test de biodégradabilité est réalisé en laboratoire selon le protocole de **OCDE 301f du 17 juillet 1992** par un essai de respirométrie manométrique.

Un volume mesuré de milieu minéralensemencé, contenant une concentration connue de substance d'essai (100 mg/L de substance d'essai, donnant une DThO d'au moins 50 à 100 mg/L) comme unique source nominale de carbone organique, est soumis à une agitation dans un flacon fermé à température constante ( $\pm 1^\circ\text{C}$  au maximum) pendant une durée maximale de 28 jours.

La consommation d'oxygène est déterminée soit en mesurant la quantité d'oxygène (produit par électrolyse) nécessaire pour maintenir un volume gazeux constant dans le flacon respirométrique, soit en se basant sur les modifications de volume ou de pression (ou sur une combinaison des deux) dans l'appareil. Le dioxyde de carbone qui se dégage est absorbé par une solution d'hydroxyde de potassium ou par un autre absorbant approprié.

La quantité d'oxygène consommée par la population microbienne lors de la **biodégradation** de la substance d'essai (corrigée de la quantité d'oxygène consommée par le témoin contenant l'inoculum, mené en parallèle) est exprimée sous forme de pourcentage de la DThO ou, ce qui est moins satisfaisant, de la DCO. On peut également, de façon facultative, calculer la **biodégradation** primaire à partir d'analyses chimiques spécifiques supplémentaires effectuées au début et à la fin de l'incubation, ainsi que la biodégradation ultime par l'analyse du COD.

# ANNEXE T – Test sur le milieu environnant impact sur la flore terrestre

L'impact des solutions de retardant sur la flore terrestre est étudié par un test de germination sous serre, évaluant les dynamiques de croissance et de reprise de trois espèces caractéristiques des strates herbacées, arbustives et arborées des régions méditerranéennes.

La strate herbacée est représentée par un mélange de Ray-grass, tandis que le genêt d'Espagne (ou Spartier) représente la strate arbustive. L'étage supérieur arboré est étudié sur les graines de Pin Pignon. Ces trois espèces sont directement impliquées dans la dynamique post incendie et présentent un comportement germinatif différent.

## 1- Conditionnement des semis

Chaque graine est plantée dans un godet de 5 x 8 x 17 cm d'un volume de 400 cm<sup>3</sup>. Le substrat de germination est composé pour moitié de tourbe blonde à longues fibres et d'écorces de pin maritime compostées, dont la granulométrie est comprise entre 5 et 10mm.

La graine est déposée au centre du godet dans une petite cuvette, puis recouverte d'un lit de sable de rivière. La surface traitée correspond à l'assemblage de 96 godets, rangés en 3 caissettes de 32 godets chacune. Compte tenu de l'agencement des godets, les graines se trouvent espacées de 5 x 8 cm.

Les caissettes installées sous serre, sont quotidiennement arrosées par aspersion pour maintenir une humidité propice à la germination et au développement des plantules. Des granulés bleus à base de métaldéhyde sont également dispersés sur les godets pour se prémunir des limaces et des escargots, particulièrement friands de jeunes pousses.

## 2- Modalité d'application

L'impact du retardant sur la germination est tout d'abord évalué par épandage direct de la solution (préparée dans l'eau du secteur) sur les semis des différentes espèces en utilisant les taux d'application de 1.5 et 5 l/m<sup>2</sup>, représentatifs des quantités retrouvées après largage ou épandages du produit.

Une deuxième modalité est également mise en place pour évaluer l'impact direct du produit sur les jeunes pousses. Les graines sont alors semées dans les mêmes conditions mais l'épandage n'intervient qu'après levée des plantules en utilisant les mêmes taux d'application.

.

## 3- Résultats

L'âge de chaque plantule et la mortalité éventuelle est notée en fin d'essai (2 mois plus tard). Pour chaque taxon, le pourcentage et la vitesse de germination sont calculés et comparés aux témoins. Chaque plantule vivante est finalement arrachée, mesurée et pesée.

La taille, le poids frais et le poids sec moyen permet d'évaluer la croissance et production de matière vivante. Il est également déterminé le coefficient de stimulation Cs, défini comme le rapport de la biomasse du bac traité sur la biomasse du bac témoin (à un temps t). Enfin, le rendement en matière sèche Q est calculé comme le rapport de la biomasse fraîche sur la biomasse séchée.

Pour autoriser l'interprétation et la comparaison des résultats, chaque espèce présente un témoin de développement qui comprend un lot équivalent de 96 godets placés dans les mêmes conditions expérimentales d'exposition et d'arrosage.

Les résultats des tests de germination prennent en compte le développement des plantules dans leurs phases de croissance, ainsi que les différents paramètres permettant de mesurer l'impact direct et indirect des produits testés.

- Stades de croissance des plantules :

Afin d'observer l'évolution de la croissance des graines, quatre stades intermédiaires (notés 0, 1, 2 et 3) sont déterminés spécifiquement pour chaque espèce.

- Impact direct du produit :

Les données brutes des relevés permettent d'extraire de nombreuses informations sur le développement des différentes espèces, dont la population initiale comprend 96 individus.

Le premier paramètre étudié est l'impact direct du produit lors du traitement au semis. Il est déterminé par le calcul du pourcentage de levée des graines, la cinétique de levée en fonction du temps, le pourcentage de nécroses, le pourcentage de mortalité et le taux de survie des plantules.

Le deuxième paramètre est l'impact direct du produit à la levée des graines avec détermination du taux de survie des plantules.

- Impact différé sur les survivants :

Les individus survivants sont maintenus en culture sous serre grâce à des arrosages journaliers. Après plusieurs mois de développement, un lot représentatif de chaque modalité est sélectionné pour évaluer l'impact différé des produits sur le développement aérien. Les paramètres calculés se rapportent aux pourcentages de biomasse aérienne sèche, déterminés par pesée.

## ANNEXE U – Amendements

Demande d'incorporation des amendements.

Le lecteur d'un référentiel technique de label de sécurité civile, ayant relevé des erreurs, désirant nous faire part de remarques ou de suggestions pour améliorer sa teneur, peut saisir le bureau en charge des équipements en les faisant parvenir (sur le modèle du tableau ci-dessous) a :

DGSCGC / DSP / SDDRH / BDFE / ÉQUIPEMENTS

Téléphone : 01.72.71.66.36

Courriel à l'adresse : [dgscgc-bdfe@interieur.gouv.fr](mailto:dgscgc-bdfe@interieur.gouv.fr)

Modèle de tableau de remarques techniques :

T : Commentaire technique

G : Commentaire général

R : Commentaire rédactionnel

Les propositions d'amendements envoyées sous une autre forme seront de fait refusées.

N° Page	Paragraphe	Type (T,G,R)	Commentaires	Propositions de modifications avec justifications





Signé numériquement par FRANCIS  
MAGNOLINI 1438927  
ND : C=FR, O=MINISTERE INTERIEUR,  
OU=0002 110014016, OU=PERSONNES,  
OID.0.9.2342.19200300.100.1.1=1438927,  
G=FRANCIS, SN=MAGNOLINI,  
CN=FRANCIS MAGNOLINI 1438927  
Raison : Je suis l'auteur du document  
Emplacement : RT RETARDANTS 2022 01  
Date : 08-03-2022 16:04:19  
Foxit Reader Version: 9.7.2

# RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE

## MATÉRIELS ET ÉQUIPEMENTS DE SAPEURS-POMPIERS

### ► Produits spécifiques d'extinction retardants

Ces référentiels ne sont pas diffusés sous forme papier.  
Les documents réactualisés sont consultables sur le site du ministère.

Les documents classifiés ne peuvent être téléchargés que sur des réseaux protégés.

**La version électronique des documents est en ligne à l'adresse :**

<https://www.interieur.gouv.fr/Le-ministere/Securite-civile/Documentation-technique/Label-securite-civile-francaise>

Ce document est un produit réalisé  
par le bureau en charge de la doctrine  
de la formation et des équipements avec  
le concours d'un groupe de travail national.

**Ministère de l'Intérieur**



DIRECTION GÉNÉRALE DE LA SÉCURITÉ CIVILE  
ET DE LA GESTION DES CRISES

Direction des sapeurs-pompiers  
Sous-direction de la doctrine  
et des ressources humaines  
Bureau de la doctrine, de la formation  
et des équipements

Place Beauvau 75008 PARIS Cedex 08



**dgscgc-bdfe**  
**@interieur.gouv.fr**