

Direction  
générale de  
l'Aviation civile

Service  
technique de  
l'Aviation civile

Novembre 2015

# Caractérisation des produits de déverglaçage

## Rapport d'étude





# *Caractérisation des produits de déverglaçage*

## *Rapport d'étude*

Service technique de l'aviation civile  
Département Aménagement, Capacité et Environnement

Version modifiée décembre 2016

### **Rédacteurs**

Nathalie SCHWEIGERT, Chargée de projets (DGAC/STAC)

Stéphanie POISSONNIER, CEREMA DTer EST

### **Comité de relecture**

Éric ABRAVENEL, Chef de division Environnement (DGAC/STAC),

Guillaume CASTERAN, Chef de subdivision « Eau, sols, dégivrants, déverglaçants » (DGAC/STAC)

William LE-BEC, Chef du département Aménagement, Capacité, Environnement (DGAC/STAC)

Aude MALIGE, Adjointe au chef de la division Environnement (DGAC/STAC)

Rachel MANSOUR, Chargée d'études (DGAC/STAC)

Sébastien MIROUZE-PAULIROU, Assistant de subdivision/Inspecteur de surveillance (DGAC/STAC)

Philippe RAPP, Inspecteur de surveillance (DGAC/STAC)



## Résumé

Cette nouvelle étude vient préciser les premières données publiées en 2009 puis en 2011 sur l'évaluation de la performance des produits de déverglaçage mis en œuvre par les exploitants aéroportuaires dans le cadre de l'activité hivernale.

17 formulations commerciales (12 liquides, 5 solides) ont été testées dans le cadre de cette étude. L'ensemble des résultats est présenté dans ce document qui constitue un référentiel de connaissances techniques permettant de contribuer à l'optimisation des procédures opérationnelles de déverglaçage et à la maîtrise des risques environnementaux et de sécurité aérienne.

Cette édition a été remaniée de manière à intégrer les principales améliorations suivantes :

- ▶ un rapport de présentation et d'analyse des principaux résultats assortis de préconisations d'usage vient compléter les « fiches produit » et constitue désormais la pièce maîtresse du document,
- ▶ les résultats sont présentés par produit et non par famille de produits afin de faciliter leur analyse selon les différents critères évalués dans ce rapport,
- ▶ l'ensemble des « fiches produit » a été actualisé de manière à intégrer les résultats de nouveaux produits.

Cette étude a bénéficié de l'assistance technique de l'équipe « Viabilité Hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)). L'ensemble des échantillons de produit a été mis à la disposition du Service Technique de l'Aviation Civile par les fournisseurs de produits.

## Mots-clés

Aéroport – piste – déverglaçage – déverglaçant – viabilité hivernale – physico-chimie – environnement – performance

## Summary

*This new report completes previous data published in 2009 and in 2011 on the assessment of runway de-icers which are used by airport operators as part of winter activities.*

*17 formulations (12 liquids and 5 solids) have been studied. All the results are presented in this report. It constitutes a reference document of technical knowledge to contribute to the optimization of operational procedures of de-icing and to the mastery of environmental hazards and air safety.*

*This edition has been revised to incorporate the following improvements:*

- ▶ *the presentation and analysis of the main results together with practice recommendations complement the "product sheets"*
- ▶ *the results are presented by product (and not by products family) to facilitate their analysis by different criteria evaluated in this report,*
- ▶ *all "product sheets" have been updated to incorporate the results of new products.*

*This study has received technical assistance from the "Winter Maintenance" team of ICE (Infrastructure Climate Environment) Group of the Regional Laboratory of Nancy (CEREMA). All product samples were made available to the STAC (Technical Center of French Civil Aviation) by producers.*

## Keywords

*Airport – runway – de-icing – de-icer – winter maintenance – chemical physics – environment - performance*

# Sommaire

<b>Résumé</b>	<b>3</b>
<b>Summary</b>	<b>4</b>
<b>Introduction</b>	<b>9</b>
1.1 Objet du document	9
1.2 Guide de lecture	9
1.3 Mise en garde sur l'utilisation des données	10
<b>2. Les produits de déverglaçage: Utilisation, fonctionnement, choix</b>	<b>11</b>
2.1 La composition des produits	11
2.2 Principe de fonctionnement des produits de déverglaçage	13
2.3 L'utilisation de produits mixtes (mélanges liquide-solide)	16
2.4 Critères de choix des produits de déverglaçage	16
<b>3. Performances des produits de déverglaçage et recommandations d'usage</b>	<b>18</b>
3.1 Présentation des tests de performance des produits de déverglaçage	18
3.2 Propriétés physico-chimiques des produits de déverglaçage	22
3.2.1 Aspect général des produits	22
3.2.2 Masse volumique des produits	25
3.2.3 Point d'éclair et point d'auto-inflammation des produits	27
3.2.4 Corrosion et altération des matériaux aéronautiques et aéroportuaires	28
3.3 Produits de déverglaçage et environnement	31
3.3.1 Toxicité aiguë des produits de déverglaçage	31
3.3.2 Pollutions organiques et biodégradabilité des produits	32
3.4 Efficacité des produits de déverglaçage	36
3.4.1 Températures de transition de phase des solutions en fonction du titre massique	36
3.4.2 Ice-melting	37
<b>4. Conclusions</b>	<b>39</b>
<b>5. Glossaire</b>	<b>43</b>
<b>6. Fiches produit</b>	<b>45</b>
6.1 Liste des produits analysés	45
6.2 Typologie des fiches	46
6.3 Rapports d'analyses	48

# Liste des illustrations

Figure 1 : Courbes de congélation des produits de déverglçage	13
Figure 2 : Évolution des températures lors de l'application d'un déverglçant liquide sur un verglas à - 10 °C	14
Figure 3 : Principes de fonctionnement des produits de déverglçage en traitement curatif	15
Figure 4 : Critères de choix des produits de déverglçage	17
Figure 5 : Viscosité cinématique des produits liquides de déverglçage en fonction de la température	23
Figure 6 : Aspect visuel des déverglçants solides	24
Figure 7 : Courbes granulométriques des produits solides de déverglçage Comparaison avec les classes granulaires de la NF P 98-180	24
Figure 8 : Masse volumique (apparente pour les solides) des produits de déverglçage	26
Figure 9 : Principaux effets des produits de déverglçage sur les aéronefs et les matériels aéroportuaires	28
Figure 10 : Conductivité des produits de déverglçage liquides (solutions à 100 %) et solides (solution à 30 % w/w)	29
Figure 11 : Toxicité aiguë des produits de déverglçage (test sur Daphnia magna)	32
Figure 12 : Demandes chimiques et biochimiques en oxygène des produits de déverglçage à 20 °C	33
Figure 13 : Biodégradabilité des produits de déverglçage (tests réalisés à 20 °C)	34
Figure 14 : Durée de biodégradation (test réalisé à 20 °C) des produits de déverglçage	35
Figure 15 : Températures de congélation des produits de déverglçage en fonction du titre massique	36
Figure 16 : Capacité de fusion de la glace par les produits de déverglçage à -5 °C	37
Figure 17 : Capacité de fusion de la glace par les produits de déverglçage à -10 °C	37
Figure 18 : Usage des produits solides, liquides et mixtes	39
Figure 19 : Synthèse des caractéristiques physico-chimiques, environnementales et fonctionnelles des produits de déverglçage	41-42

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des principaux produits de déverglaçage _____	12
Tableau 2 : Aspect visuel des produits liquides de déverglaçage _____	22
Tableau 3 : Aspect visuel des produits solides de déverglaçage _____	23
Tableau 4 : Comparaison des volumes de produit de déverglaçage nécessaire pour traiter une piste selon le type _____	27
Tableau 5 : Durée de vie des freins carbone en fonction du processus d'oxydation mis en jeu (Source : Airbus, 2010) _____	30
Tableau 6 : Masse moléculaire des produits de déverglaçage et part des cations (K <sup>+</sup> ,Na <sup>+</sup> ) _____	30



# 1. Introduction

## 1.1. Objet du document

Dans le cadre de ses missions d'expertise et de conduite d'études et de recherches, le Service Technique de l'Aviation Civile (STAC) poursuit son engagement dans le domaine de l'exploitation hivernale des aéroports en publiant une version consolidée consacrée à l'évaluation de la performance des produits de déverglacement.

Cette nouvelle édition s'inscrit dans la démarche d'optimisation des procédures opérationnelles de déverglacement et de maîtrise des risques environnementaux et de sécurité aérienne. Elle se présente sous la forme d'un rapport détaillé et commenté des résultats d'analyse des produits de déverglacement diligentés par le STAC auprès de plusieurs laboratoires privés et publics. Ce dernier est complété par un ensemble de « fiches produit » correspondant à chacune des formulations commerciales étudiées depuis 2009.

Principalement destiné aux exploitants aéroportuaires en charge des opérations de déneigement et de déverglacement des chaussées, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant notamment :

1. de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits,
2. de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglacement,
3. d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'optimisation des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
4. d'accompagner les services aéroportuaires dans leur procédure d'élaboration des critères de sélection des produits.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglacement, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

## 1.2. Guide de lecture

Ce document constitue un référentiel technique issu des tests réalisés sur les propriétés fonctionnelles, physico-chimiques et environnementales des produits de déverglacement.

Il est bâti autour des parties suivantes :

- ▶ Mise en garde sur l'utilisation des données,
- ▶ Présentation des produits de déverglacement et des tests physico-chimiques, environnementaux et fonctionnels réalisés dans le cadre de cette étude,
- ▶ Performance des produits de déverglacement et recommandations d'usage : analyse commentée des tests diligentés par le STAC. Cette analyse est assortie de recommandations d'usage,
- ▶ Fiches de données sur l'ensemble des produits de déverglacement testés à ce jour par le STAC.

## 1.3. Mises en garde sur l'utilisation des données

### ▲ Avertissements

1. Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglacement sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
2. Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précautions d'usage, élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données de sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
3. Le document du STAC s'applique aux produits de déverglacement liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. **Il ne se substitue pas aux spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/Anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runway and Taxiway Deicing/Anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers).** Ces spécifications demeurant la référence en la matière, chaque fournisseur de produits doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.
4. L'ensemble des critères étudiés par les gestionnaires d'aéroport pour retenir un fournisseur de produits est bien plus large que la seule approche technique et scientifique telle que décrite dans le présent document. En effet des exigences notamment sur les délais d'approvisionnement, les coûts, la relation fournisseur-acheteur pour ne citer que ceux-là ne font pas partie de la présente analyse. Ainsi les résultats obtenus et décrits dans ce rapport ne sauraient se substituer à l'analyse multicritères conduite par un gestionnaire aéroportuaire pour le choix in fine de tel ou tel autre fournisseur de produit.

### ▲ Utilisation des données

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans la partie 3.1 et dans chacune des fiches. Les protocoles internes, exception faite des documents susceptibles d'être assortis d'une clause de confidentialité, peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie de ce document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

## 2. Les produits de déverglaçage : utilisation, fonctionnement, choix

Les produits de déverglaçage sont utilisés en période hivernale sur les plateformes aéroportuaires pour assurer la sécurité du trafic aérien, en empêchant, retardant ou minimisant la formation d'un dépôt de glace sur le revêtement (traitement préventif) ou en favorisant la fusion du contaminant glissant tel que glace, neige ou verglas (traitement curatif, souvent en complément des opérations de déneigement). Le principe de fonctionnement de ces produits est basé sur l'abaissement de la température de congélation de l'eau présente sur la chaussée. Leur utilisation permet le maintien d'un niveau d'adhérence suffisant pour la sécurité des véhicules circulant sur ces plateformes.

### 2.1. La composition des produits

Les produits de déverglaçage les plus couramment utilisés dans le domaine aéroportuaire se présentent sous deux formes distinctes :

► **les formulations solides** composées d'acétates ou de formiates de sodium,

Formiate de sodium	Acétate de sodium
HCOONa	CH <sub>3</sub> COONa
$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{H} - \text{C} \\ \backslash \\ \text{O} - \text{Na} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} \\   \quad // \\ \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \backslash \\ \quad \text{O} - \text{Na} \end{array}$

► **les formulations liquides** composées :

- d'acétates ou de formiates de potassium,
- de molécules issues de l'agro-industrie (glycérol, propanédiol...) en mélange ou non avec des acétates ou des formiates de potassium et/ou de sodium.

Formiate de potassium	Acétate de potassium	Glycérol
HCOOK	CH <sub>3</sub> COOK	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>
$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{H} - \text{C} \\ \backslash \\ \text{O} - \text{K} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} \\   \quad // \\ \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \backslash \\ \quad \text{O} - \text{K} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$

Le Tableau 1 ci-dessous dresse la liste des principaux produits de déverglçage susceptibles d'être utilisés sur les aérodomes en période hivernale.

Dans le cadre de cette étude, 17 formulations commerciales utilisées en France ont été analysées. Sur les 17 produits testés, 5 sont sous forme solide (3 formiates de sodium et 2 acétates de sodium) et 12 sous forme liquide (5 formiates de potassium, 5 acétates de potassium et 2 glycérols).

	Produits conventionnels de déverglçage				Produits de déverglçage de nouvelle génération				
	Acétate de potassium	Formiate de potassium	Acétate de sodium	Formiate de sodium	Glycérol	Acétate de potassium + Glycérol	Propanédiol	Acétate de potassium + propanédiol	Acétate de potassium + Acétate de sodium + Propanédiol
<i>Abax Industrie</i>	<i>Safegrip</i>	<i>Safegrip FR</i>							
<i>Clariant</i>	<i>Safeway KA Hot</i>	<i>Safeway KF Hot</i>		<i>Safeway SF</i>					
<i>Proviron Industries NV</i>	<i>Cryotech E36</i> <i>Provifrost KA ECO</i>	<i>Provifrost KF ECO</i>	<i>Cryotech NAAC (anhydre)</i>				<i>XT 360</i>	<i>BX 36</i>	<i>EX 180</i>
<i>Kémira</i>	<i>Clearway 1</i> <i>Clearway 3</i>	<i>Clearway F1</i>	<i>Clearway 6S (tri-hydraté)</i>	<i>Clearway SF3</i>					
<i>Novance</i>					<i>Estorob Bio D-icer</i>				
<i>Basic solutions</i>						<i>GEN 3</i>			
<i>Addcon</i>		<i>Aviform L-50</i>		<i>Aviform S-solid</i>					

Les produits étudiés dans ce rapport sont en **marron**

Tableau 1: Liste des principaux produits de déverglçage.

Chaque produit doit répondre à l'une des spécifications internationales suivantes :

- **Produits liquides** : AMS 1 435 « *Fluid, Generic, Deicing/Anti-Icing Runways and Taxiways* » (SAE).
- **Produits solides** : AMS 1 431 « *Compound, Solid Runway and Taxiway Deicing/Anti-Icing* » (SAE).

Pour toute nouvelle formulation, outre les spécifications précédentes, des tests in situ et l'insertion de critères de performances dans les marchés d'achat (Méthodes SHRP – *Strategic Highway Research Program*) sont des garanties supplémentaires pour s'assurer de l'efficacité des produits.

#### ▲ Les acétates et formiates de potassium et de sodium

Les bases des acides acétiques et formiques forment avec les métaux alcalins, tels que le potassium ou le sodium, des sels solubles dans l'eau appelés acétates ou formiates de potassium ou de sodium. L'élaboration de ces produits chimiques consiste en la mise en commun d'un acide faible et d'une base forte. Une faible quantité d'additifs rajoutée au mélange permet de modifier certaines propriétés physico-chimiques (abaisseur de température de congélation, inhibiteur de corrosion, etc.).

- ▶ Composition des produits liquides (acétates et formiates de potassium) : produit actif (~ 50 %), eau (~ 50 %) et additifs (1 à 5 %).
- ▶ Composition des produits solides (acétates et formiates de sodium) : produit actif (~ 100 %) et additifs (1 à 5 %).

**Les produits d'origine végétale** à base de glycérol, de propanédiol et/ou d'acide succinique sont principalement issus de la filière agro-industrielle (bioraffinage) utilisant la biomasse végétale d'origine agricole (maïs, canne à sucre...). Le bio-raffinage permet ainsi d'obtenir des produits chimiques pouvant se substituer à ceux obtenus par raffinage du pétrole. Compte tenu de leurs propriétés physico-chimiques, ces produits sont susceptibles de rentrer dans la composition des produits de déverglacement de nouvelle génération.

- ▶ Composition des produits d'origine végétale : produit actif (~ 70 % (soit pur soit combiné à un acétate ou un formiate)), eau (~ 30 %) et additifs (1 à 5 %)<sup>1</sup>.

## 2.2. Principe de fonctionnement des produits de déverglacement

Les produits déverglaçant, solubles dans l'eau, présentent la particularité d'abaisser le point de congélation de l'eau. Cette capacité est représentée par la courbe de congélation des produits commercialisés. La Figure 1 présente les températures de congélation de solutions à différentes concentrations (ou degrés de dilution avec un contaminant). Ce paramètre donne ainsi une véritable indication sur la performance du produit de déverglacement et son niveau de protection.

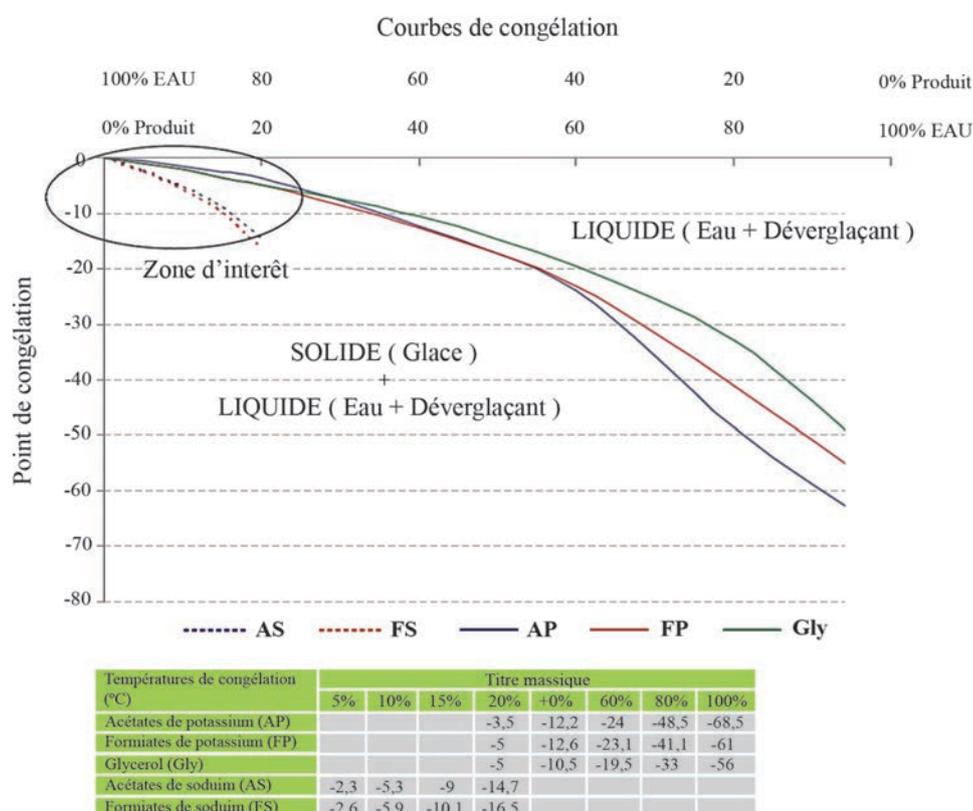


Figure 1 : Courbes de congélation des produits de déverglacement.

Au contact d'un déverglaçant, le contaminant (neige, verglas, givre...) change d'état (passage d'une phase solide à une phase liquide) plus ou moins rapidement, en fonction de la nature du produit de déverglacement, de la quantité et de la température du mélange. Un déverglaçant n'agit véritablement que s'il est solubilisé (sous forme liquide).

<sup>1</sup> Pourcentages obtenus par mesures internes.

Lorsqu'il est épandu sous forme de grains ou de granulés, un produit solide de déverglaçage s'hydrate, contrairement aux produits liquides qui agissent directement. Le mécanisme d'hydratation mobilise de l'énergie (exothermique ou endothermique) et participe de ce fait au bilan thermique général. La capacité à s'hydrater dépend à la fois des propriétés physico-chimiques du produit et de la disponibilité en eau du milieu à traiter (eau de surface, vapeur d'eau dans l'atmosphère). Certains phénomènes ne contiennent pas ou très peu d'eau libre (eau en surfusion solidifiée, neige sèche). Dans ce cas les grains ou granulés sont généralement inefficaces. Plus la surface spécifique des grains ou granulés est importante, plus le mécanisme de mise en fusion est rapide.

Lorsque le produit solide s'est hydraté et transformé en soluté, ou lorsque le produit est appliqué sous forme liquide, la fusion de la glace s'amorce (cas des traitements curatifs) et entraîne un double effet :

- Baisse de la température de surface par mobilisation de la chaleur latente de fusion<sup>2</sup> de la glace 334 J/g (Figure 2)
- Dilution de la solution par apport d'eau de fonte (entraînant une augmentation de la température de congélation de la solution).

Si la température du milieu est relativement basse, le refroidissement supplémentaire peut entraîner un blocage du processus de fusion, voire le regel.

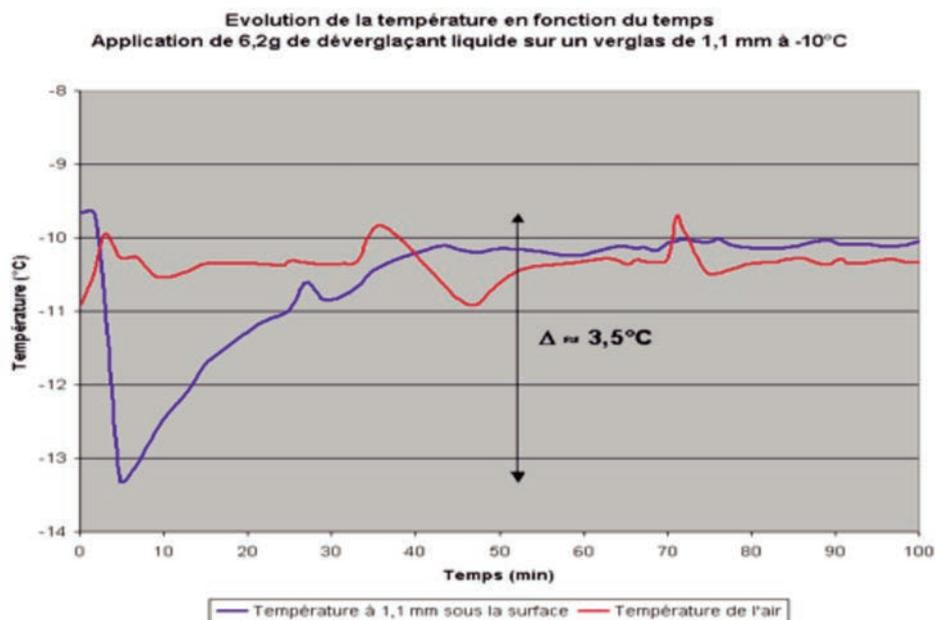


Figure 2: Évolution des températures lors de l'application d'un déverglaçant liquide sur un verglas à - 10 °C.

<sup>2</sup> Énergie nécessaire au passage de l'eau sous forme solide vers la phase liquide.

### ▲ Le traitement préventif du verglas ou de la neige

Cette stratégie de traitement a pour objectif d'éviter ou retarder la formation de la glace sur le revêtement (faible quantité d'eau en jeu) ou de minimiser l'adhésion glace/revêtement (forte quantité d'eau en jeu) pour faciliter les opérations mécaniques ultérieures. Cette stratégie permet de ne pas mobiliser la chaleur latente de fusion de la glace ou de la neige et donc d'éviter tout refroidissement supplémentaire du revêtement.

▶ L'action d'un déverglaçant sous forme solide peut être altérée par les délais d'hydratation et par un risque de balayage naturel induit par le vent ou le trafic.

### ▲ Le traitement curatif du verglas

▶ L'action d'un déverglaçant sous forme liquide se fait par "érosion/fusion" progressive de la surface du verglas. La solution qui se forme se dilue généralement rapidement et s'écoule latéralement du fait des profils transversaux des chaussées.

▶ L'action d'un déverglaçant sous forme solide comporte plusieurs phases, outre le mécanisme d'hydratation, les grains ou granules s'enchâssent dans la pellicule de glace et la perforent. Lorsque les grains ou granules atteignent le revêtement de chaussée la solution diffuse à l'interface et décolle localement le verglas, ce qui facilite éventuellement son élimination mécanique ultérieure.

### ▲ Le traitement curatif de la neige (Figure 3)

**Nota:** Le traitement de la neige à l'aide d'un tel déverglaçant n'est fait qu'après évacuation de celle-ci à l'aide d'outils de raclage/balayage. Ce traitement ne vise donc qu'à mettre en fusion la pellicule résiduelle de neige derrière les dispositifs d'enlèvement de la neige.

▶ L'action d'un déverglaçant sous forme liquide se fait par percolation/diffusion/fusion au travers de la matrice poreuse de la pellicule de neige. Ce mécanisme conduit à la fois à une dilution rapide de la solution qui se forme et à une mobilisation d'une grande quantité d'énergie (chaleur latente de fusion).

▶ L'action d'un déverglaçant sous forme solide se fait par perforation/mitage localisé de la pellicule de neige. Les grains ou granules de déverglaçant perforent la pellicule de neige rapidement et, si leur taille granulaire est suffisante, atteignent la surface du revêtement ou ils poursuivent leur hydratation et la fusion localisée du contaminant (si ces grains sont très fins, ils peuvent ne pas atteindre la chaussée et entraîner un regel de la couche). En l'absence de brassage assuré par le trafic, l'efficacité de ce type de traitement est généralement limitée.

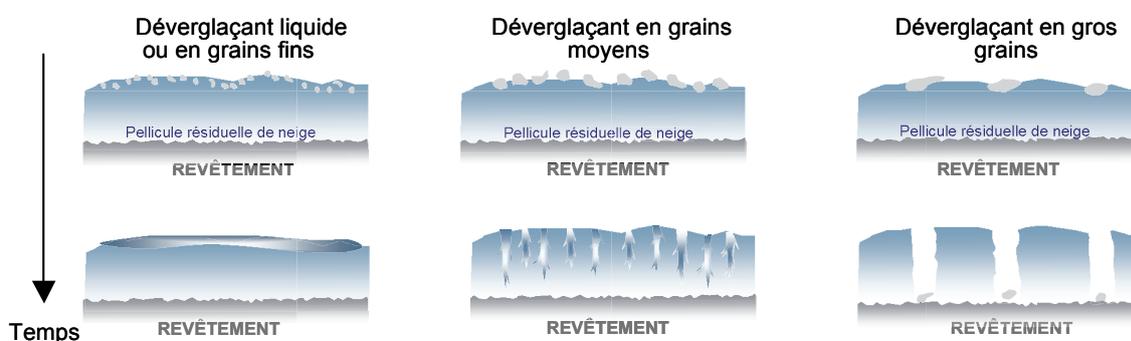


Figure 3: Principes de fonctionnement des produits de déverglçage en traitement curatif.

### 2.3. L'utilisation de produits mixtes (mélanges liquide-solide)

Compte tenu des fonctionnements des produits liquides et solides, l'épandage simultané de produit liquide et de produit solide peut conduire à des gains en termes d'efficacité :

- De par leur typologie, les produits liquides vont adhérer à la surface du revêtement, tandis que les produits solides auront tendance à rebondir lors de l'épandage, à être balayés par les effets du vent ou du trafic. Sous certaines conditions météorologiques et en fonction des états de surface, un traitement mixte permet de coller le produit solide sur le revêtement par le produit liquide.
- Un épandage de produit mixte permet de conjuguer les avantages d'une action à la fois instantanée (produits liquides) et prolongés dans le temps (produits solides)...

Cette technique a été éprouvée sur le domaine routier sous la dénomination dite de la « bouillie » ou de la « technique du sel humidifié ». Cette pratique se développe sur zone aéroportuaire, même si elle reste marginale à ce jour.

**Il est conseillé aux gestionnaires de se rapprocher de leur fournisseur qui seul pourra lui garantir la compatibilité des produits mélangés vis-à-vis du corpus normatif.**

Les proportions optimales relèvent de plusieurs aspects essentiellement liés aux objectifs de qualité de l'exploitant :

- Le produit solide doit se maintenir sur le revêtement sec pour éviter toute dispersion due au vent. Le rapport 80 % solide – 20 % liquide optimise l'enrobage des granules sans excédent de produit liquide (pour le produit étudié). Ce type d'épandage est adapté pour les traitements préventifs. Les proportions pratiquées actuellement vont jusqu'à 35 % solide – 65 % liquide.
- Pour les aérodromes à hauts niveaux de service (délai de retour très rapide aux conditions de circulation normales), l'action du produit liquide doit être prépondérante à celle du produit solide, diminuant ainsi les délais d'action. Le produit solide est destiné à diffuser les molécules actives sur du plus long terme. Les proportions en produit liquide sont à augmenter en conséquence.

Il est préconisé à ce jour d'épandre consécutivement les produits solides et liquides et de ne pas pratiquer la technique de pré-humidification (mélange avant épandage parfois délicat à réaliser, évolution du mélange dans le temps).

### 2.4. Critères de choix des produits de déverglçage

Le choix d'un produit de déverglçage demeure une phase délicate dans la préparation de la saison hivernale sur les aérodromes. Cette démarche relève d'une analyse rigoureuse et méthodique de l'ensemble des informations techniques et commerciales mises à la disposition des exploitants aéroportuaires.

Outre l'analyse des critères techniques sur lesquels repose une partie du choix du produit, la sélection d'une formulation commerciale doit également se faire au regard de considérations plus générales mais tout aussi importantes que la connaissance des caractéristiques physico-chimiques, environnementales et fonctionnelles des produits.

Ainsi, comme le précise la Figure 4, l'exploitant aéroportuaire devra procéder à une analyse multicritères qui lui permettra d'examiner et de juger au mieux de l'intérêt d'un produit au regard des exigences internes et externes qui s'imposent à lui.

Le choix d'un produit pourra, par exemple, être dicté par les paramètres suivants :

- Propriétés physico-chimiques, fonctionnelles et environnementales des produits,
- Coût des produits,
- Configuration de l'infrastructure (typologie des revêtements) et des moyens techniques (typologie des matériels d'épandage et de stockage),
- Climatologie et environnement local (typologie des phénomènes climatiques...),
- Exigences réglementaires (exigences environnementales, sanitaires, impératifs de sécurité aérienne...),
- Procédures opérationnelles du service hivernal (stratégies de traitement préventif ou curatif, objectifs de qualité, délai de retour aux conditions de référence... cf plan neige de l'aérodrome),
- Impératifs du contrôle aérien (continuité du trafic aérien, H24...),
- Délai d'approvisionnement,
- ...

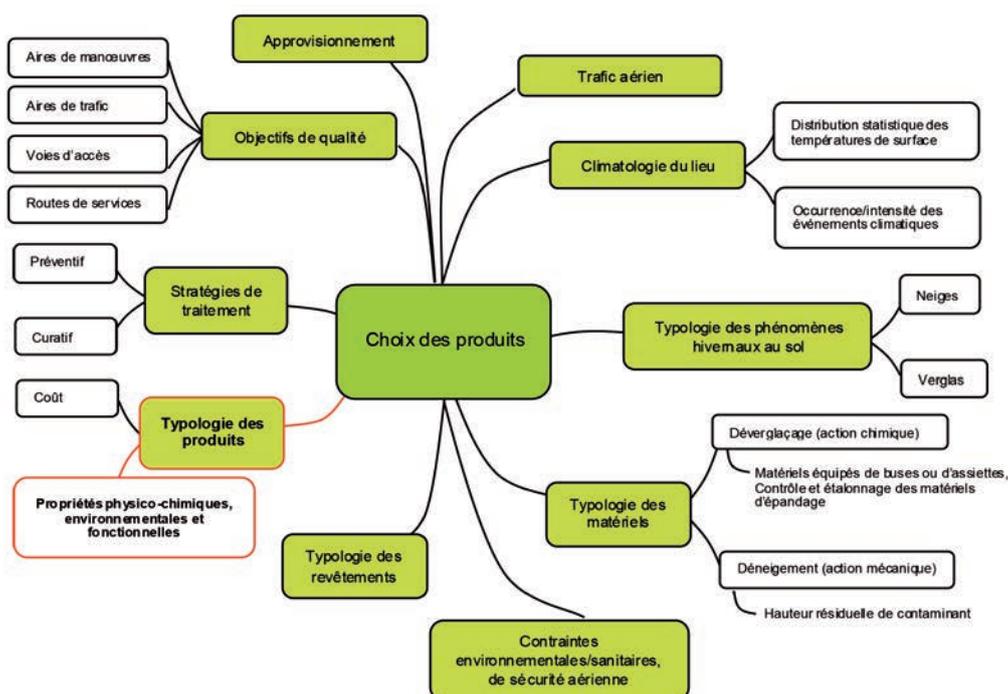


Figure 4: Critères de choix des produits de déverglçage.

La connaissance des propriétés fonctionnelles physico-chimiques et environnementales des produits apparaît donc comme l'une des composantes essentielles, mais non exclusives, conduisant l'exploitant aéroportuaire à entériner le choix d'un produit de déverglçage et d'en préciser l'usage.

## 3. Performances des produits de déverglaçage et recommandations d'usage

Les informations transmises dans cette partie du rapport sont issues des tests physico-chimiques, environnementaux et performantiels réalisés sur chacun des produits spécifiés au titre de l'AMS 1 435 ou 1 431 de la SAE et utilisés en France. Il s'agit d'une analyse commentée de plusieurs résultats assortie à des préconisations techniques.

### 3.1. Présentation des tests de performance des produits de déverglaçage

Les produits de déverglaçage ont été analysés selon trois grandes catégories de caractéristiques :

- caractéristiques physico-chimiques
- caractéristiques environnementales
- caractéristiques fonctionnelles

\* Les caractéristiques physico-chimiques des produits sont définies d'après les tests suivants :

#### **Test: État et aspect visuel**

**Référence normative :** -

**Définition :** Appréciation visuelle des produits.

Test réalisé sur les produits liquides et solides.

#### **Test: Masse volumique**

**Référence normative :** NF EN ISO 3 838\*

**Définition :** Détermine le rapport entre la masse de la substance et le volume de cette dernière. Les résultats sont exprimés en kg/m<sup>3</sup>.

Test réalisé sur les produits liquides.

*\* Pétrole brut et produits pétroliers liquides ou solides – Détermination de la masse volumique ou de la densité - Méthode du pycnomètre à bouchon capillaire et du pycnomètre bicapillaire gradué – mai 2004.*

#### **Test: Masse volumique apparente**

**Référence normative :** Méthode interne n° 108 - LRN

**Définition :** Détermine le rapport entre la masse de la substance et le volume de cette dernière. Les résultats sont exprimés en kg/m<sup>3</sup>.

Test réalisé sur les produits solides.

**Test : Viscosité cinématique****Référence normative :** NF EN ISO 3 104\*

**Définition :** La viscosité définit l'état d'un fluide dont les molécules sont freinées dans leur déplacement par des interactions ou des associations moléculaires plus ou moins intenses ; elle dépend notamment des forces auxquelles les fluides sont soumis et de la température. La viscosité peut ainsi se définir comme la résistance d'un fluide à l'écoulement. Ainsi, lorsque la viscosité augmente, la capacité du fluide à s'écouler diminue.

La viscosité dynamique représente la viscosité absolue. La viscosité cinématique (en mm<sup>2</sup>/seconde) exprime le rapport entre la viscosité dynamique et la masse volumique. Cet essai est réalisé à 20 °C et, par dérogation dans le cadre de cette étude, à 5 °C et - 5 °C.

Test réalisé sur les produits liquides.

*\* Produits pétroliers - Liquides opaques et transparents - Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique - Août 1996.*

**Test : pH****Référence normative :** NF T 90-008\*

**Définition :** Le pH (potentiel hydrogène) exprime l'activité chimique des ions hydrogènes en solution. Sa mesure indique l'acidité (pH < 7), la neutralité (pH = 7) ou la basicité (pH > 7) d'une solution.

Test réalisé sur les produits liquides et solides (solutions à 30 % w/w).

*\* Qualité de l'eau - Détermination du pH - Février 2001.*

**Test : Indice de réfraction****Référence normative :** Protocole interne LRN

**Définition :** L'indice de réfraction caractérise la vitesse de propagation de la lumière dans un fluide. Il exprime le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide et la vitesse de la lumière dans le fluide de déverglaçage. Il permet notamment de contrôler la qualité du produit.

Test réalisé sur les produits liquides.

**Test : Principe actif****Référence normative :** Protocole interne LRN (détermination par spectrométrie)

**Définition :** Le principe actif indique la concentration de la molécule principale contenue dans le produit. La valeur est exprimée en % (masse de(s) la molécule(s) principale(s)/masse de produit).

Test réalisé sur les produits liquides (en cours sur les produits solides).

**Test : Conductivité****Référence normative :** NF EN 27 888\*

**Définition :** La conductivité électrique exprime l'aptitude d'un fluide à conduire librement l'électricité. La valeur, exprimée en milli siemens par centimètre (mS. cm-1), dépend de la nature et de la concentration des ions présents dans le déverglaçant.

Test réalisé sur les produits liquides.

*\* Qualité de l'eau - Détermination de la conductivité électrique - Janvier 1994.*

### Test : Granularité

**Référence normative :** NF P 98-180\*

**Définition :** La granularité représente la distribution dimensionnelle des grains composants les déverglacants solides. Les pourcentages cumulés passant à travers chaque tamis sont présentés sous forme de tableau et sous forme graphique

Test réalisé sur les produits solides

*\* Service hivernal - Chlorure de sodium solide utilisé comme fondant routier – Spécifications – Juillet 2003.*

### Test : Point d'éclair

**Référence normative :** NF ISO 3 680\*

**Définition :** Le point d'éclair caractérise la température minimale au-dessus de laquelle le produit émet suffisamment de vapeurs pour qu'elles puissent s'enflammer dans l'air au contact d'une flamme (la combustion ne s'entretient pas d'elle-même). Cette méthode d'essai ne mesure pas le point d'éclair du déverglacant, mais seulement son comportement à une température d'équilibre choisie, (90 °C). Le point d'éclair est exprimé en °C.

Test réalisé sur les produits liquides.

*\* Essai de point d'éclair - Méthode rapide à l'équilibre en vase clos – Avril 2004*

### Test : Point d'auto-inflammation

**Référence normative :** ASTM E 659\*

**Définition :** Sa mesure détermine la température à partir de laquelle une substance s'enflamme spontanément en présence d'air et en l'absence de flamme pilote. Sa valeur est exprimée en °C.

Test réalisé sur les produits liquides et solides.

*\* Standard Test Method for Autoignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.*

\* Les caractéristiques environnementales des produits sont définies d'après les tests suivants :

### Test : Demande biochimique en oxygène

**Référence normative :** NF EN 1 899-1\*

**Définition :** Sa mesure exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques par voie biologique. Elle permet de calculer la fraction biodégradable de la charge polluante carbonée des eaux de ruissellement. La mesure est exprimée en mg/l ou mg/kg

Test réalisé sur les produits liquides et solides.

*\* Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1: méthode par dilution et ensemencement avec apport d'allyl thio-urée – Mai 1998.*

### Test : Demande chimique en oxygène

**Référence normative :** NF T 90-101\*

**Définition :** Sa mesure exprime la consommation en oxygène nécessaire à l'oxydation biochimique des substances organiques et minérales d'une substance. Au même titre que la DBO, elle permet d'évaluer la charge polluante des eaux de ruissellement. La mesure est exprimée en mg/l ou mg/kg

Test réalisé sur les produits liquides et solides.

*\* Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.*

**Test : Rapport DCO/DBO****Référence normative :** -**Définition :** Correspond à l'indice de biodégradabilité de la matière oxydable d'un effluent.

- Rapport DCO/DBO<sub>5</sub> < 2 : l'effluent est facilement biodégradable,
- Rapport DCO/DBO<sub>5</sub> entre 2 et 3 : l'effluent est moyennement biodégradable,
- Rapport DCO/DBO<sub>5</sub> > 3 : l'effluent est peu biodégradable.

Test réalisé sur les produits liquides et solides.

**Test : Durée de biodégradation****Référence normative :** NF EN ISO 9888**Définition :** Cette mesure permet de caractériser la durée nécessaire pour dégrader 10 %, 50 % et 90 % de la charge organique contenue dans les produits de déverglaçage. La mesure est exprimée en heures.

Test réalisé sur les produits liquides et solides.

**Test : Toxicité aiguë sur Daphnies****Référence normative :** NF EN ISO 6341\***Définition :** Cette mesure exprime l'inhibition de la mobilité des Daphnies (micro-crustacés) par un produit de référence. Elle détermine la concentration immobilisant 50 % des daphnies mises en expérimentation en 24 heures et/ou 48 heures. Cette concentration, dite concentration d'immobilisation est désignée par CE 50i %. Elle est exprimée en g/l ou mg/l.

Test réalisé sur les produits liquides et solides.

\* *Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – i 1996.*

\* Les caractéristiques fonctionnelles des produits sont définies d'après les tests suivants :

**Test : Température de congélation****Référence normative :** Protocole interne LRN (détermination par spectroscopie)**Définition :** Cette mesure exprime la température de congélation en °C déterminée en fonction du titre massique de la solution. Cette mesure est complétée par la courbe de congélation du produit.

Test réalisé sur les produits liquides et solides.

**Test : Ice-melting****Référence normative :** Méthode SHRP-205.2 de la SAE G12 – AIR6170**Définition :** Cette mesure exprime la capacité de fusion d'un produit déverglaçant, exprimée en gramme de glace fondue par gramme de produit appliqué.

Test réalisé sur les produits liquides et solides

## 3.2. Propriétés physico-chimiques des produits de déverglçage

### 3.2.1. Aspect général des produits

Les produits de déverglçage se présentent sous deux formes différentes : liquide et solide.

#### ▲ Produits liquides

Les produits liquides doivent être homogènes et de couleur uniforme (incolore ou légèrement colorés) ou bleutés<sup>3</sup>. L'aspect visuel des 12 produits liquides étudiés dans ce rapport est présenté ci-dessous (Tableau 2).

	<i>Formiate de potassium</i>					<i>Acétate de potassium</i>					<i>Glycérol</i>	
	<i>SAFEGWAY KF HOT</i>	<i>SAFEGRIP FR</i>	<i>CLEARWAY F1</i>	<i>PROVIFROST KF ECO</i>	<i>AVIFORM L50</i>	<i>SAFEGWAY KA HOT</i>	<i>CRYOTECH E36</i>	<i>SAFEGRIP</i>	<i>CLEARWAY I</i>	<i>PROVIFROST KA ECO</i>	<i>ESTOROB BIO D-ICER</i>	<i>GEN 3</i>
<i>Aspect visuel</i>	<i>Incolore, légèrement orangé</i>	<i>Incolore</i>	<i>Incolore</i>	<i>Incolore</i>	<i>Incolore</i>	<i>Incolore</i>	<i>Incolore</i>	<i>Incolore</i>	<i>Incolore</i>	<i>Incolore</i>	<i>Incolore</i>	<i>Incolore</i>

Tableau 2: Aspect visuel des produits liquides de déverglçage.

D'après ces résultats, tous ces produits sont incolores sauf le Safeway KF Hot qui présente une légère coloration orangée.

La viscosité des déverglçants liquides dépend de leur température : leur viscosité croît à mesure que la température décroît (Figure 5). Pour une même famille de produits, les différences sont faibles. En revanche, la viscosité et la sensibilité aux températures varient en fonction de la formulation utilisée (structure et complexité de la molécule active).

Les tests réalisés à ce jour montrent que les formiates de potassium présentent des viscosités relativement basses en comparaison aux acétates de potassium et surtout au glycérol. Les formiates sont également moins sensibles aux variations de températures ce qui laisse supposer que leur utilisation tend à être privilégiée sur l'ensemble des aéroports et notamment ceux exposés à de fortes rigueurs hivernales s'exprimant par d'importantes variations de température.

La capacité de « recouvrement » et d'étalement des formulations liquides est intimement liée à leur viscosité.

Bien que les quantités épandues au m<sup>2</sup> puissent paraître relativement faibles (20 à 50 g/m<sup>2</sup>), les produits à viscosité élevée sont susceptibles d'induire des problèmes d'adhérence opérationnelle, notamment dans le cadre d'une utilisation préventive.

<sup>3</sup> La coloration des produits de déverglçage est spécifiée dans la partie 3.1.2 de l'AMS 1435B « Fluid, Generic, Deicing/Anti-Icing Runways and Taxiways ».

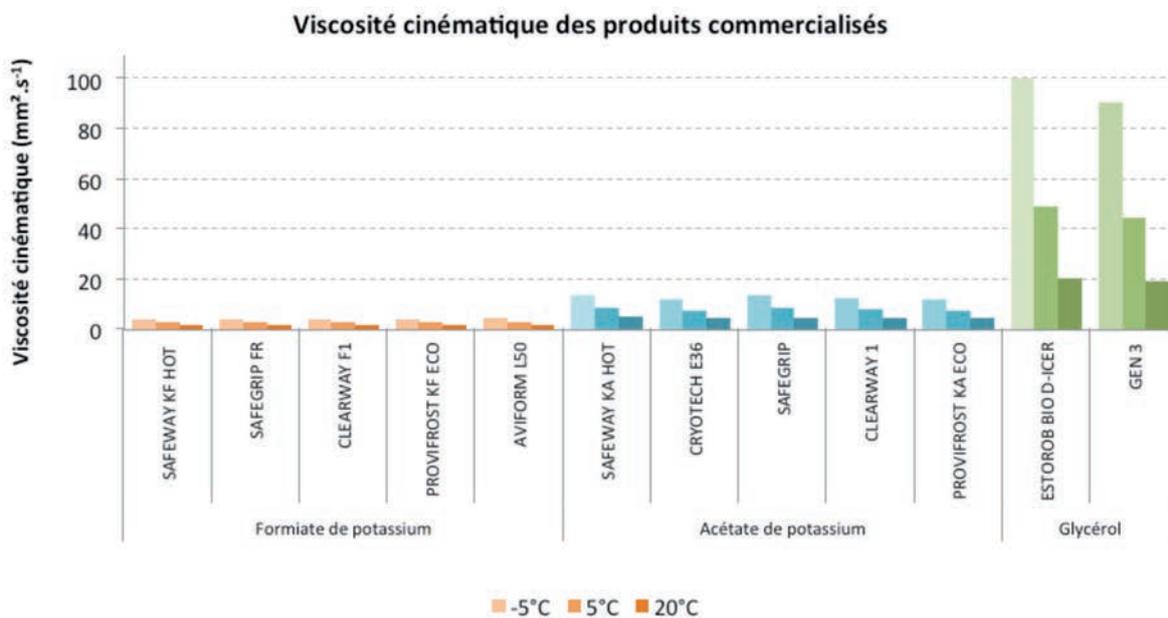


Figure 5: Viscosité cinématique des produits liquides de déverglçage en fonction de la température.

### ▲ Produits solides

Les produits solides sont sous forme de granules blancs. L'aspect visuel des 5 produits solides étudiés dans ce rapport est présenté ci-dessous (Tableau 3)

	Formiate de sodium			Acétate de sodium	
	SAFEWAY SF	CLEARWAY SF3	AVIFORM S-SOLID	CRYOTECH NAAC	CLEARWAY 6S
Aspect visuel	Granules irréguliers blanc	Granules irréguliers blanc	Granules irréguliers blanc	Billes blanches régulières	Granules irréguliers blanc

Tableau 3: Aspect visuel des produits solides de déverglçage.

D'après ces résultats, tous ces produits sont sous formes de granules irréguliers blancs sauf le Cryotech NAAC qui est sous forme de billes blanches (au milieu sur la figure ci-dessous (Figure 6)).



Figure 6: Aspect visuel des déverglaçants solides.

La surface spécifique de contact joue un rôle dans l'efficacité des produits, et particulièrement lors de la phase d'hydratation. Cela est d'autant plus vrai en présence de formulations solides composées de granules de taille variable (« diamètre fin à gros ») qui vont étaler l'efficacité du produit dans le temps : les granules de petit diamètre agissant rapidement, les plus gros agissant plus longtemps.

Les déverglaçants étudiés dans le cadre des travaux du STAC possèdent des fuseaux granulaires avec une forte proportion d'éléments grossiers compris entre 2 et 5 mm de diamètre (Figure 7). Malgré la taille des granules, ces produits restent particulièrement friables et pulvérulents. Leur utilisation requiert par conséquent des précautions d'usage particulières.

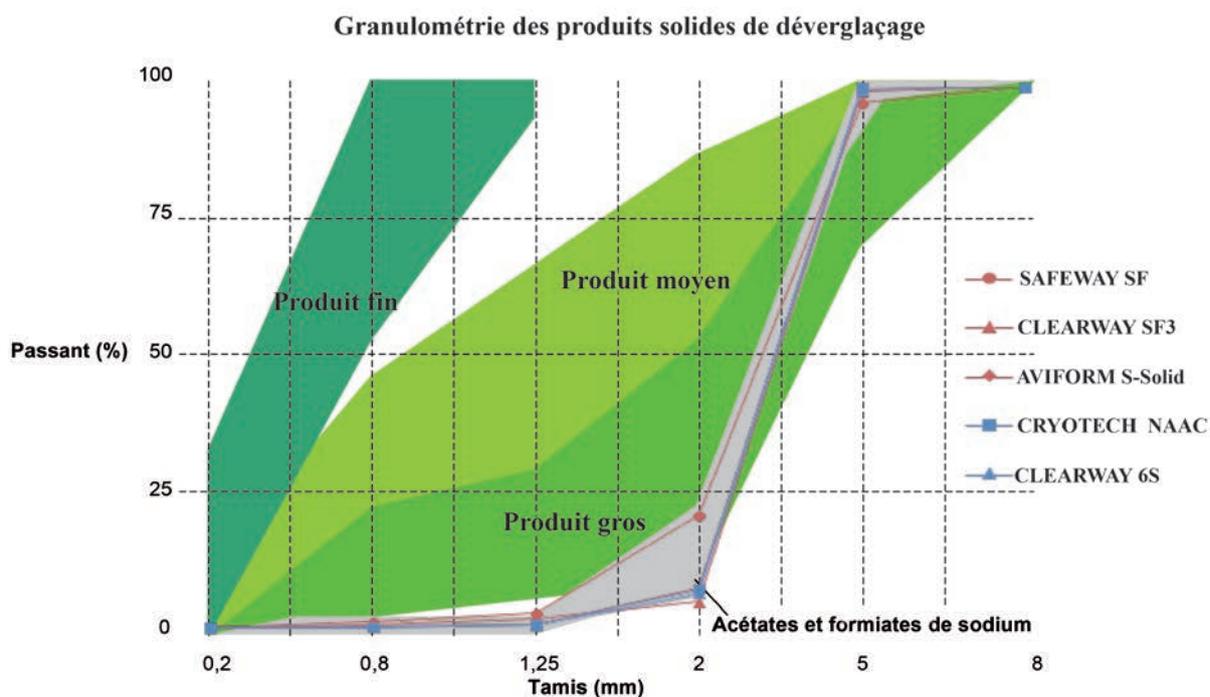


Figure 7: Courbes granulométriques des produits solides de déverglaçage - Comparaison avec les classes granulaires de la NF P 98-180.

La coulabilité des produits solides en sortie des épanduses est étroitement liée à leur granularité et à leur teneur en eau (entre 0,5 et 0,6 % d'eau pour les formiates de sodium et entre 1,5 et 16,5 % d'eau (pour la forme tri-hydratée) pour les acétates de sodium).

## RECOMMANDATIONS

### 1. Contrôle et utilisation des produits

#### Produits liquides :

Lors de la réception et de l'utilisation des produits, vérifier régulièrement l'apparence et la couleur des produits. Le produit doit être homogène (absence de dépôts ou de particules en suspension), de couleur uniforme (incolore ou légèrement coloré).

Les variations de viscosité induites par les températures d'exposition des produits tendraient à préconiser l'usage des acétates de potassium sur les aérodromes situés dans des zones géographiques peu soumises à la rigueur hivernale (amplitudes thermiques faibles). Les formiates de potassium seraient quant à eux particulièrement intéressants sur la plupart des aérodromes et en particulier ceux exposés à des conditions climatiques hivernales marquées (amplitudes thermiques élevées). Compte tenu de leur viscosité, l'utilisation des produits à base de glycérol doit faire l'objet d'essais préalables sur chaussées notamment dans le cadre d'interventions préventives de déverglçage.

#### Produits solides :

Il est recommandé de vérifier régulièrement l'aspect général des matériaux et plus particulièrement des granules (granulométrie et structure) de manière à éviter ou à prévenir la prise en masse des produits.

Afin d'assurer une efficacité optimale et durable des produits (cf capacité de mise en fusion), il est recommandé d'utiliser préférentiellement des formulations composées de granules de taille variable et de forme irrégulière. Cet usage doit obligatoirement s'accompagner d'un étalonnage régulier des épanduses avec le produit utilisé de manière à réduire les risques de surdosage.

### 2. Manipulation et stockage des produits

Quelle que soit la typologie de produit utilisée, les conditions de manipulation et de stockage sont décrites dans les fiches de données de sécurité (port d'équipement de protection individuelle : masque pour les produits pulvérulents, gants... etc.). Du fait de la création de « fines » lors de la manipulation des produits solides et de par leur hygroscopicité, il est conseillé de minimiser autant que possible les opérations de manutention (déplacement des stocks, remplissage et dépotage des épanduses, etc.)

### 3.2.2. Masse volumique des produits

La connaissance de la masse volumique constitue un levier intéressant pour le dimensionnement des moyens techniques à mettre en œuvre pour assurer les opérations de déverglçage (dimensionnement, nombre d'épanduses par passe chimique, configuration du train neige, remplissage des cuves, nombre de réapprovisionnements...).

D'une manière générale, la masse volumique des produits liquides est supérieure à celle apparente des produits solides (Figure 8). Cela s'explique par le fait que les produits solides ne remplissent pas entièrement un volume donné (espace entre les grains) alors que les produits liquides combleraient l'ensemble d'un volume donné.

La masse volumique des produits liquides de déverglçage varie légèrement en fonction du type de produits. Par rapport à la masse volumique des acétates de potassium, les formiates de potassium ont une masse volumique légèrement plus élevée alors que celles des produits à base de glycérol sont légèrement plus faibles. Au sein d'une même famille de produit, les variations sont minimales sauf pour les produits à base de glycérol. Cela s'explique par la différence de leur composition : 70 % de glycérol ou 50 % de glycérol + 20 % d'acétates.

Pour les produits solides, la masse volumique apparente à une plus grande amplitude de variation entre les deux types de produits (les acétates de sodium ayant en moyenne une masse volumique apparente plus faible que celle des formiates de sodium) mais également au sein d'une même famille de produits.

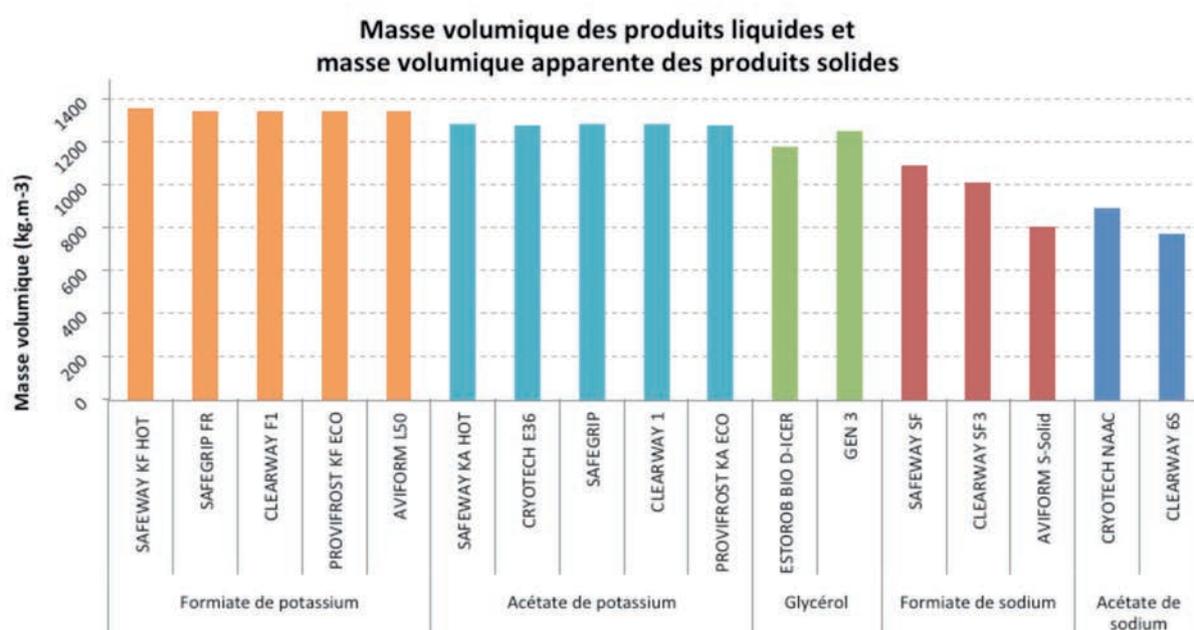


Figure 8: Masse volumique (apparente pour les solides) des produits de déverglçage.

#### ▲ Masse volumique et stockage des produits

La connaissance de la masse volumique peut être mise en relation avec les capacités de stockage disponibles sur l'aérodrome. Ainsi, un produit présentant une masse volumique importante sera moins contraignant en termes de volume de stockage.

Exemple d'une commande de 20 000 tonnes de produits de déverglçage :

- Les formiates de potassium requièrent en moyenne un volume disponible de 14 850 m<sup>3</sup>,
- Les acétates de potassium requièrent en moyenne un volume disponible de 15 620 m<sup>3</sup>,
- Les produits à base de glycérol requièrent en moyenne un volume disponible de 16 480 m<sup>3</sup>,
- Les formiates de sodium requièrent en moyenne un volume disponible de 20 640 m<sup>3</sup>,
- Les acétates de sodium requièrent en moyenne un volume disponible de 24 100 m<sup>3</sup>,

**Masse volumique faible = contrainte de stockage élevée.**

### ▲ Masse volumique et usage des produits

Pour une même consigne de traitement, la quantité à épandre sur les chaussées aéroportuaires pourra varier significativement en fonction du produit et de sa densité.

La lecture du tableau ci-dessous (Tableau 4) permet par exemple de mettre en avant l'intérêt des formiates solides et liquides au détriment des acétates et du glycérol. Ainsi à consigne de traitement identique, le volume requis de produit à base de formiate sera significativement plus faible que pour les autres produits.

	Consignes	20 g/m <sup>2</sup>	30 g/m <sup>2</sup>	40 g/m <sup>2</sup>	50 g/m <sup>2</sup>
	Dosage à l'ha (kg/ha)	200	300	400	500
	Dosage pour 1 piste de 13,5 ha (t/pistes)	2,70	4,05	5,40	6,75
<b>Formiate de potassium (1 350 kg/m<sup>3</sup>)</b>	Dosage à l'ha (m <sup>3</sup> /ha)	0,148	0,222	0,296	0,370
	Volume nécessaire par piste (m <sup>3</sup> )	2,00	3,00	4,00	5,00
<b>Acétate de potassium (1 280 kg/m<sup>3</sup>)</b>	Dosage à l'ha (m <sup>3</sup> /ha)	0,156	0,234	0,313	0,391
	Volume nécessaire par piste (m <sup>3</sup> )	2,11	3,16	4,21	5,27
<b>Produits à base de glycérol (1 210 kg/m<sup>3</sup>)</b>	Dosage à l'ha (m <sup>3</sup> /ha)	0,165	0,248	0,331	0,412
	Volume nécessaire par piste (m <sup>3</sup> )	2,23	3,35	4,46	5,58
<b>Formiate de sodium (970 kg/m<sup>3</sup>)</b>	Dosage à l'ha (m <sup>3</sup> /ha)	0,206	0,309	0,412	0,515
	Volume nécessaire par piste (m <sup>3</sup> )	2,78	4,18	5,57	6,96
<b>Acétate de sodium (890 kg/m<sup>3</sup>)</b>	Dosage à l'ha (m <sup>3</sup> /ha)	0,225	0,337	0,449	0,562
	Volume nécessaire par piste (m <sup>3</sup> )	3,03	4,55	6,07	7,58
<b>Acétate de sodium trihydraté (770 kg/m<sup>3</sup>)</b>	Dosage à l'ha (m <sup>3</sup> /ha)	0,260	0,390	0,519	0,649
	Volume nécessaire par piste (m <sup>3</sup> )	3,51	5,26	7,01	8,77

Tableau 4 : Comparaison des volumes de produit de déverglçage nécessaire pour traiter une piste selon le type.

**Pour une même consigne, le volume de produits nécessaire pour traiter une piste sera plus faible pour les produits liquides. Pour une même forme de produits (liquide ou solide), un traitement à base de formiates nécessitera un volume de produits moins important. L'autonomie des épanduses chargées en formiates sera donc généralement plus importante que celle des épanduses chargées en acétates (liquides ou solides) ou en glycérol.**

### 3.2.3. Point d'éclair et point d'auto-inflammation des produits

Le point d'éclair est défini comme la température la plus basse à laquelle un corps combustible émet suffisamment de vapeurs pour former, avec l'air ambiant, un mélange gazeux qui s'enflamme sous l'effet d'une source d'énergie calorifique telle qu'une flamme pilote, mais pas suffisamment pour que la combustion s'entretienne d'elle-même (pour ceci, il faut atteindre le point d'inflammation). Si l'inflammation ne nécessite pas de flamme pilote, on parle alors d'auto-inflammation.

Le roulage des aéronefs et des véhicules de service et d'assistance sur chaussées déverglçées peut entraîner une dispersion et une mise en contact des produits de déverglçage avec de multiples sources de chaleur (moteurs aéronefs, véhicules de service, freins carbone...). À certaines températures, les produits de déverglçage peuvent s'enflammer et dégager des fumées nocives.

Les tests conduits dans le cadre de cette étude indiquent que les formulations liquides et solides présentent des points d'éclair supérieurs à 90 °C et des points d'auto-inflammation supérieurs à 500 °C. Ces valeurs étant particulièrement élevées, le risque d'inflammation des produits mis en contact avec les surfaces chaudes des aéronefs paraît donc relativement faible.

### RECOMMANDATIONS

Selon les fiches de données de sécurité, certains déverglaçants se décomposent au chauffage en produisant des fumées nocives. Ainsi, même si les points d'éclair et d'auto-inflammation sont élevés, ces résultats ne dispensent pas l'exploitant aéroportuaire de considérer les risques d'incendie dans les lieux de stockage des produits.

Afin de réduire les risques d'inflammation et de dégagement de fumées en cabine notamment, il peut être conseillé, pour les compagnies aériennes, d'optimiser la gestion de la climatisation lors des phases de roulage. Cette préconisation peut être assortie d'une étude préalable d'évaluation des risques sanitaires.

### 3.2.4. Corrosion et altération des matériaux aéronautiques et aéroportuaires

Le rôle des produits de déverglaçage dans l'altération des matériaux aéronautiques (freins carbone, connecteurs et câbles électriques...) ont été mis en exergue depuis plusieurs années par la communauté aéronautique. Les divers travaux réalisés au travers du comité « de-icing » de la SAE G12 et par l'ACRP<sup>4</sup> évoquent un certain nombre de problématiques de corrosion liées à l'utilisation des produits de déverglaçage à base de potassium et de sodium (sels alcalins).

Les tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile sur la performance des produits de déverglaçage n'étant pas particulièrement destinés à évaluer l'impact des produits sur les matériaux, il ne peut être proposé de détailler dans ce document les effets des produits de déverglaçage sur l'altération des matériaux aéronautiques. Cependant, les informations présentées ci-dessous doivent permettre d'acquérir une première connaissance de cette problématique (Figure 9).

### Impacts des produits de déverglaçage sur la sécurité aérienne

Corrosion des freins carbone

Corrosion des métaux ferreux  
et de l'aluminium

Corrosion & altération des  
connecteurs et des câbles  
électriques

Figure 9: Principaux effets des produits de déverglaçage sur les aéronefs et les matériels aéroportuaires.

D'une manière générale, les sels présents dans l'eau augmentent la conductivité électrique d'une solution. Cette propriété physique participe à la corrosion<sup>5</sup>, et cela malgré l'adjonction d'inhibiteurs de corrosion dans les produits conventionnels de déverglaçage. Ainsi, un produit de déverglaçage présentant une conductivité élevée pourra altérer les matériaux et occasionner des dysfonctionnements électriques.

<sup>4</sup> *Airport cooperative research program (programme notamment soutenu par l'Aviation civile américaine).*

<sup>5</sup> *La corrosion est le phénomène suivant lequel les métaux et les alliages métalliques subissent de la part de leur environnement une attaque dont la conséquence est de les faire retourner vers leur forme d'origine de minerais.*

La figure ci-après (Figure 10) représente les conductivités des différents produits de déverglacement utilisés en France. Pour les produits solides, la conductivité a été mesurée après une mise en solution à 30 % en titre massique. On ne peut donc pas la comparer directement avec celle des produits liquides.

Globalement, les produits à base de formiates montrent une conductivité plus élevée que celles des produits à base d'acétates ou de glycérol.

Du fait de la présence d'inhibiteurs de corrosion en proportions différentes selon les formulations commercialisées, conductivité électrique n'équivaut pas à corrosivité. Des investigations complémentaires sont à mener pour comparer les produits entre eux.

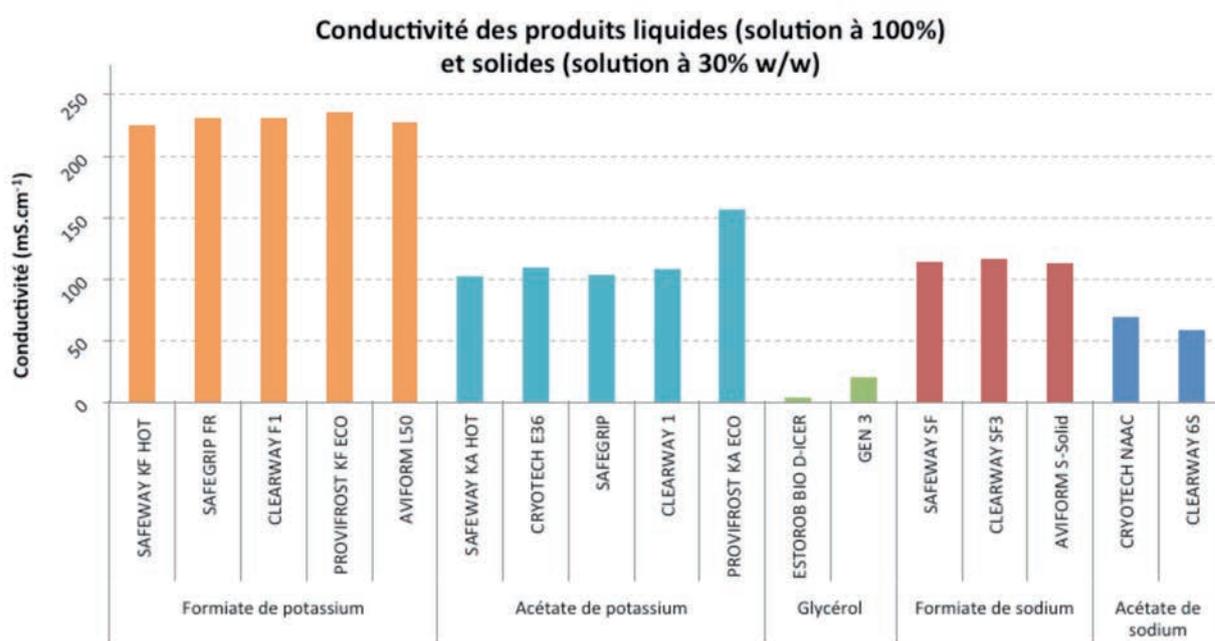


Figure 10: Conductivité des produits de déverglacement liquides (solutions à 100 %) et solides (solution à 30 % w/w).

#### ▲ Corrosion des freins carbone

L'augmentation des risques d'altération accélérée des freins carbone occasionnée par l'utilisation des fondants chimiques à base de potassium et de sodium constitue la problématique la mieux identifiée par la communauté aéronautique. Elle a fait l'objet d'investigations techniques qui ont permis d'identifier le rôle des produits de déverglacement dans les phénomènes d'oxydation des freins.

#### ▲ Oxydation thermique

La corrosion des freins carbone est un phénomène normal d'usure des disques de carbone soumis à de fortes pressions et températures, notamment lors des phases d'atterrissage et de roulage des aéronefs. Il s'agit d'une usure fonctionnelle engendrée par les températures élevées de freinage (entre 500 et 600 °C; jusqu'à 1 400 °C dans les phases d'accélération-arrêt) et la libération d'énergie approchant les 500 millions de joules (soit environ 140 000 Wh).

### ▲ Oxydation catalytique

La pulvérisation indirecte des produits de déverglaçage sur les trains d'atterrissage lors des opérations de roulage et de freinage des aéronefs sur chaussée déverglacée augmente les risques d'oxydation, par voie chimique, des disques de carbone.

Entre environ 169 °C (formiate de potassium) et 290 °C (acétate de potassium), les produits de déverglaçage vont libérer le sodium ou le potassium sous la forme d'hydroxydes. Ces molécules vont agir comme catalyseur en abaissant la température d'apparition du phénomène d'oxydation et en l'accéléralant (Tableau 5).

Oxydation thermique du carbone		Oxydation catalytique du carbone	
Température	Durée d'abaissement de la masse de 5 %	Température	Durée d'abaissement de la masse de 5 %
400 °C	3 ans	400 °C	33 jours
500 °C	14 jours	500 °C	15 heures
600 °C	12 heures	600 °C	45 minutes
700 °C	49 minutes	700 °C	4 minutes

Tableau 5: Durée de vie des freins carbone en fonction du processus d'oxydation mis en jeu (Source: Airbus, 2010).

Bien que l'ensemble des produits conventionnels soit concerné par ce phénomène, les formulations à base de formiates de potassium semblent particulièrement incriminées dans le phénomène d'oxydation catalytique (Tableau 6).

	Masse moléculaire (g/mol)	Part du potassium	Part du sodium
Formiate de potassium ( $KCHO_2$ )	84	46,43 %	-
Acétate de potassium ( $KC_2H_3O_2$ )	98	39,80 %	-
Formiate de sodium ( $NaCHO_2$ )	68	-	33,80 %
Acétate de sodium ( $NaC_2H_3O_2$ )	82	-	28 %

Masses molaires (g/mol):  $M_K = 39$ ,  $M_{Na} = 23$ ,  $M_C = 12$ ,  $M_H = 1$ ,  $M_O = 16$ .

Tableau 6: Masse moléculaire des produits de déverglaçage et part des cations ( $K^+$ ,  $Na^+$ ).

### ▲ Corrosion des métaux et de l'aluminium

La corrosion est la principale cause de dégradation des métaux avant l'usure et la fatigue. Il s'agit d'un processus lent qui se traduit par une altération de l'aspect, une diminution de la masse et des caractéristiques mécaniques des matériaux. Pratiquement tous les alliages industriels sont, à des degrés différents, sensibles aux phénomènes de corrosion. Cependant, la cinétique avec laquelle le phénomène va se développer peut être très variable suivant les cas et peut évoluer dans le temps avec des phases d'accéléralation ou de ralentissement.

Une partie du phénomène de corrosion des métaux (et notamment du cadmium et de l'aluminium) semble pouvoir être imputée aux produits de déverglage à base de formiates et d'acétates de sodium et de potassium. Cependant, la bibliographie sur le sujet reste encore parcellaire pour pouvoir comprendre réellement les phénomènes mis en jeu.

La corrosion du cadmium et de l'aluminium sont des phénomènes connus dont les mécanismes restent encore à explorer. Les premiers éléments de compréhension permettent de mettre en relation la corrosion avec le pH et le potentiel électrique du produit de déverglage mis en contact avec le métal (processus électrochimique). Ainsi les formulations à base de potassium sont par exemple à l'origine de problèmes de corrosion de l'aluminium, notamment sur certaines pièces du train d'atterrissage et sur les circuits hydrauliques destinés aux commandes de vol.

### RECOMMANDATIONS

Bien que la bibliographie sur le sujet soit particulièrement détaillée, il y a peu d'information disponible sur l'impact des produits de déverglage sur les matériaux aéroportuaires et aéronautiques.

Seules quelques études menées à ce jour par plusieurs constructeurs d'aéronefs, équipementiers et fournisseurs de produits de déverglage permettent de préciser l'impact des produits de déverglage sur les matériaux (en particulier les formulations à base de formiate de potassium).

En l'absence de données plus détaillées sur ce sujet, notamment sur les liens de causalité entre utilisation des produits et coûts de maintenance des aéronefs, il est difficile de préconiser l'usage d'une formulation commerciale au détriment d'une autre.

Nous proposons cependant aux exploitants aéroportuaires, dans le cadre des marchés de fourniture des produits de déverglage, d'ajouter une clause technique particulière sur la compatibilité des formulations commerciales avec les matériaux (notamment les composites et alliages métalliques) et la mise à disposition des éventuels résultats des tests disponibles sur ce sujet.

## 3.3. Produits de déverglage et environnement

La question de l'impact des produits de déverglage sur l'environnement se pose à deux niveaux: la toxicité des produits et leur innocuité sur l'environnement au regard des pollutions organiques générées par l'utilisation des produits.

### 3.3.1. Toxicité aiguë des produits de déverglage

L'approche de la toxicité se révèle souvent complexe car elle est fortement dépendante de considérations biologiques difficilement maîtrisables. La toxicité des produits de déverglage est principalement liée à leur composition physico-chimique et notamment à la spécificité des additifs contenus dans les formulations commerciales.

Au regard des analyses réalisées sur la toxicité aiguë (Figure 11) de ces produits vis-à-vis des Daphnies, les formulations commerciales utilisées en France peuvent être considérées comme étant relativement peu toxiques (CE50<sup>6</sup> supérieures à 0,1 g/L<sup>7</sup>, la plus faible étant de 1,2 g/L).

La comparaison des formules liquides et solides des déverglants à base d'acétates et de formiates montre que de manière générale, la toxicité est plus faible sur les déverglants solides couramment utilisés (la CE50 étant plus élevée) et légèrement plus forte pour les produits à base de formiates.

Les produits à bases de glycérol s'avèrent être les moins impactant vis-à-vis des Daphnies.

<sup>6</sup> Concentration pour laquelle 50 % des organismes testés sont morts (ou immobiles pour les Daphnies).

<sup>7</sup> Directive 93/21/CEE de la Commission du 27 avril 1993 portant dix-huitième adaptation au progrès technique de la Directive 67/548/CEE du Conseil concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses.

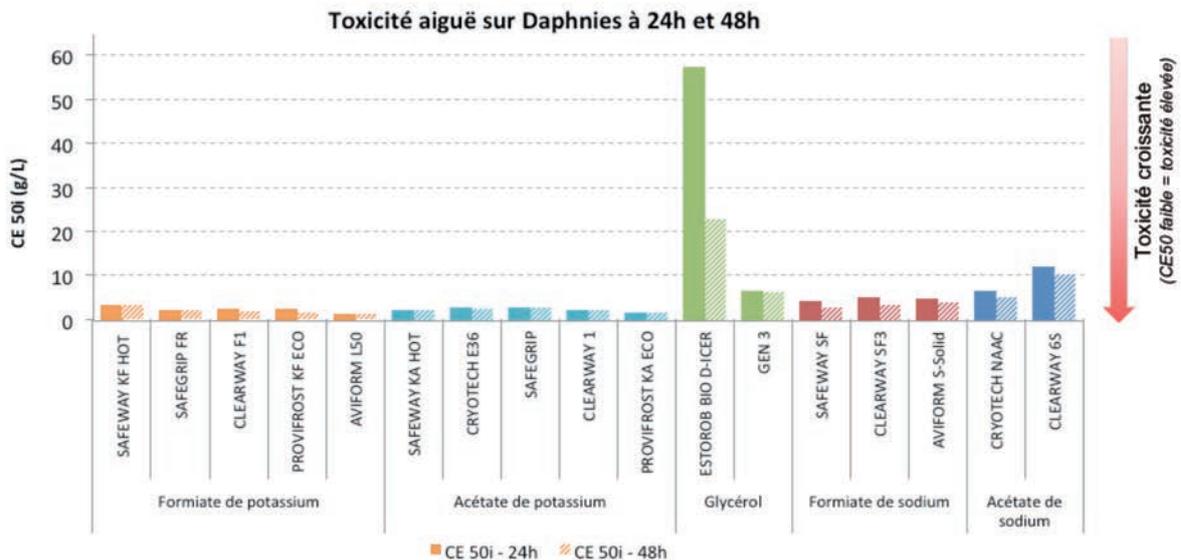


Figure 11: Toxicité aiguë des produits de déverglaceage (test sur *Daphnia magna*).

### 3.3.2. Pollutions organiques et biodégradabilité des produits

La principale problématique environnementale entourant l'utilisation des produits de déverglaceage réside dans leur charge organique et dans leur biodégradabilité. S'il est important pour l'environnement que les substances épandues soient biodégradables (pour éviter l'accumulation dans les écosystèmes), la quantité d'oxygène nécessaire à leur dégradation ne doit pas être trop importante sous peine de provoquer une asphyxie durable des milieux aquatiques se traduisant par son appauvrissement généralisé.

#### ▲ Charge organique des produits

La charge organique est appréhendée sur les aérodrômes par la mesure de plusieurs paramètres tels que la DBO<sub>5</sub><sup>8</sup>, la DCO<sup>9</sup> ou le COT<sup>10</sup>, chacun de ces paramètres exprimant un degré de pollution organique ou/et minérale d'un effluent ou d'une solution. D'une manière générale, ils permettent d'appréhender l'impact environnemental des produits de déverglaceage.

La DCO représente la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation des substances organiques et minérales par oxydation chimique. Elle est liée à la quantité de carbone composant la substance à dégrader. Ainsi, le glycérol présente une DCO plus importante que les acétates et que les formiates. De plus, pour une même base (formiate ou acétate), les produits solides nécessitent plus d'oxygène pour être dégradés que les produits liquides.

<sup>8</sup> DBO: Demande Biochimique en Oxygène.

<sup>9</sup> DCO: Demande Chimique en Oxygène.

<sup>10</sup> COT: Carbone Organique Total.

De même pour la  $DBO_5$ , plus la chaîne carbonée d'une molécule est longue, plus la quantité de matière biodégradable est importante. La  $DBO_5$  est ainsi plus importante pour le glycérol (3 carbones) que pour les acétates (2 carbones) ou encore que pour les formiates (1 carbone). Et pour une même base (formiate ou acétate), les produits solides nécessitent plus d'oxygène pour être biodégradés que les produits liquides.

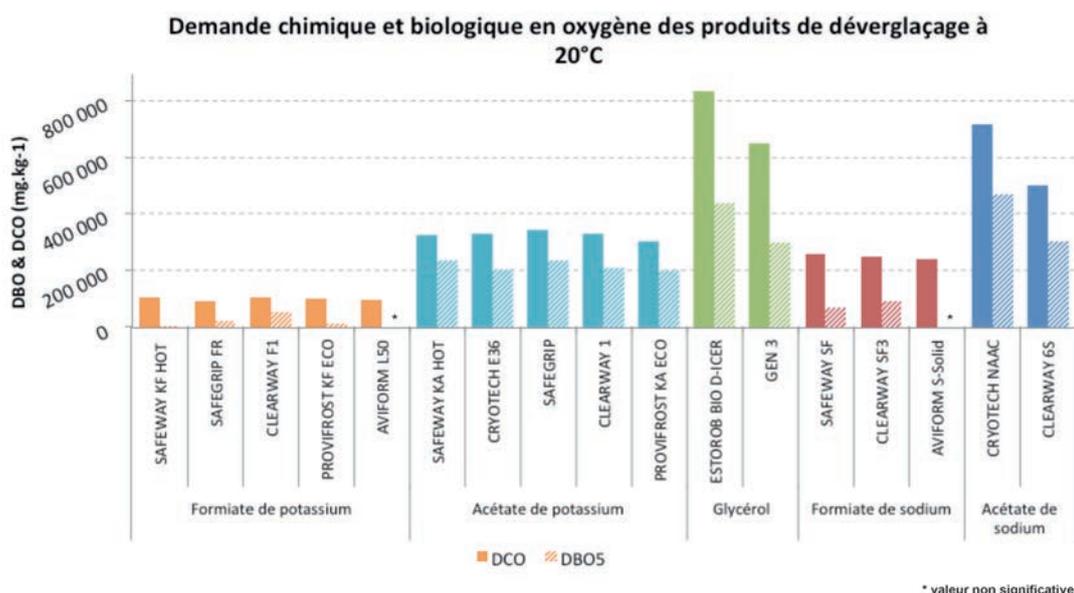


Figure 12: Demandes chimiques et biochimiques en oxygène des produits de déverglaçage à 20 °C.

Ainsi, les formiates quelle que soit leur forme apparaissent moins problématiques que les produits constitués d'acétates ou de glycérol, ces derniers étant particulièrement pénalisants pour l'environnement car nécessitant une grande quantité d'oxygène pour être dégradés (Figure 12).

#### ▲ Biodégradabilité des produits de déverglaçage

La biodégradabilité des produits de déverglaçage peut-être approchée par la prise en considération de deux paramètres : le rapport  $DCO/DBO_5$  et la durée de biodégradation des produits.

Le rapport  $DCO/DBO_5$  exprime la capacité de biodégradation des produits de déverglaçage.

- ▶  $DCO/DBO_5 < 2$  : effluent facilement biodégradable
- ▶  $2 \leq DCO/DBO_5 < 3$  : effluent biodégradable avec une biomasse sélectionnée
- ▶  $DCO/DBO_5 \geq 3$  : effluent difficilement biodégradable

D'après les résultats présentés Figure 13, les acétates de potassium et de sodium sont facilement biodégradables car leur rapport DCO/DBO<sub>5</sub> (comparable d'un produit à un autre) est inférieur à 2 (de 1,39 à 1,62 pour les acétates de potassium et de 1,54 à 1,64 pour les acétates de sodium).

Les produits à base de glycérol sont aussi biodégradables mais peuvent nécessiter une biomasse spécifique (rapport DCO/DBO<sub>5</sub> de 1,94 à 2,16).

Concernant les formiates, le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> varie fortement d'un produit à l'autre. Dans la majorité des cas, ils sont difficilement biodégradables.

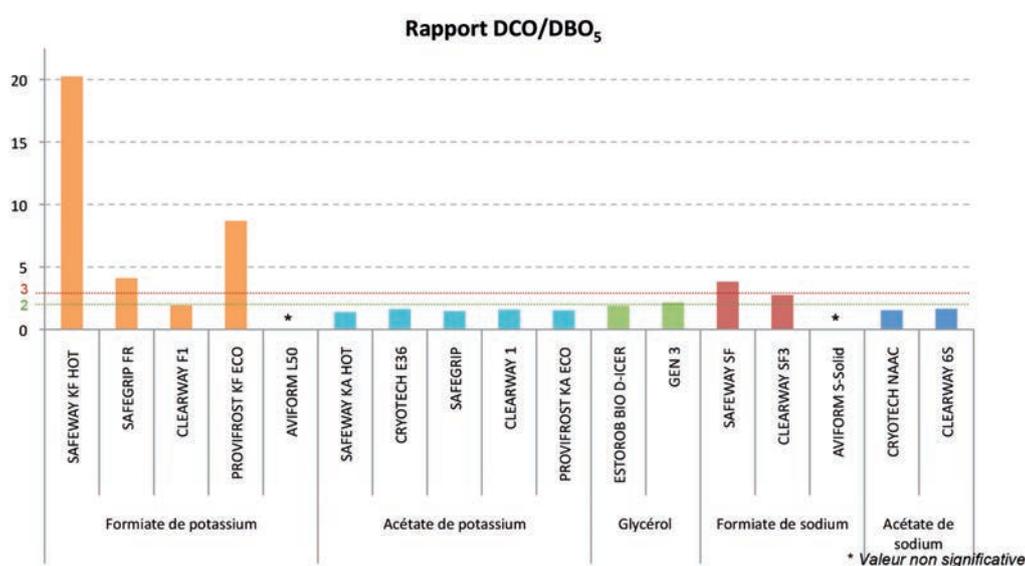


Figure 13: Biodégradabilité des produits de déverglacement (tests réalisés à 20 °C).

La durée de biodégradation exprime le pourcentage de produit biodégradé en un temps donné. La dégradation de cette charge organique est caractérisée en suivant l'évolution du carbone organique dissout en fonction du temps (Figure 14).

D'après les résultats présentés Figure 14, les acétates sont dégradés plus rapidement que les produits à base de glycérol ou de formiate. Ces résultats apportent donc les mêmes remarques que la comparaison des rapports DCO/DBO<sub>5</sub>.

Ainsi, en considérant séparément la DBO<sub>5</sub> et la DCO, l'impact environnemental des formiates est significativement plus faible que celui du glycérol et des acétates. Ils paraissent par conséquent moins problématiques au regard des exigences réglementaires de la loi sur l'eau et des milieux aquatiques. Cette première appréciation est à relativiser compte tenu de la biodégradabilité et de la durée de biodégradation des produits. Elle doit donc être reconsidérée au regard des deux enseignements suivants :

- Les tests de biodégradabilité (rapport DCO/DBO<sub>5</sub>) indiquent que les formiates sont plus difficilement biodégradables que les acétates et le glycérol (présence éventuelle de matières organiques réfractaires à la biodégradation et de matières minérales).
- Les tests sur la durée de biodégradation viennent corroborer le point précédent. Les formiates se dégradent plus lentement que les acétates et le glycérol à 20 °C.

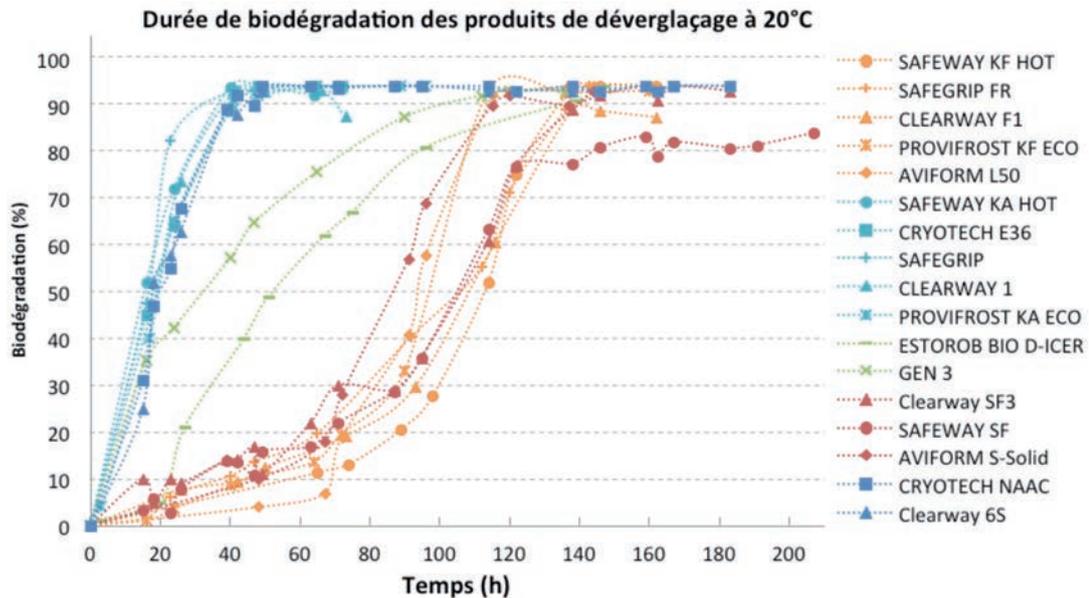


Figure 14: Durée de biodégradation (test réalisé à 20 °C) des produits de déverglaçage.

Ces résultats montrent ainsi que la biodégradation des formiates et du glycérol est plus problématique que celle des acétates (dégradation plus longue) bien que l'impact environnemental de ces premiers soit significativement plus faible.

### RECOMMANDATIONS

En considérant les résultats des analyses environnementales, le choix du produit peut être dicté par deux approches distinctes, chacune d'entre elle étant proposée au regard des exigences environnementales et réglementaires de l'aéroport :

- Approche qualitative de la ressource en eau : tendre vers l'utilisation des formiates qui offrent des DBO et des DCO plus faibles. Bien que leur impact environnemental soit limité, la gestion des produits requiert la mise à disposition d'ouvrages d'assainissement et de stockage performants capables de gérer les charges organiques sur de longues durées.

Cette approche peut requérir une emprise au sol importante de manière à assurer le stockage et le traitement des effluents sur des périodes en principe plus longues.

- Approche quantitative (gérer des volumes d'eau de ruissellement chargée en produits rapidement) : tendre vers l'utilisation des acétates, qui malgré une charge organique initiale importante (voir DBO et DCO) et par conséquent un impact environnemental significativement plus élevé par rapport aux formiates, se dégraderont plus facilement sur des durées plus courtes.

## 3.4. Efficacité des produits de déverglacement

### 3.4.1. Températures de transition de phase des solutions en fonction du titre massique

La température de congélation minimale (à concentration dite eutectique) apparaît souvent comme le critère de référence vis-à-vis de la performance des produits de viabilité hivernale. Ces propos sont à modérer sachant que ces produits ne sont efficaces que s'ils sont sous forme de solution et que les températures de surface rencontrées sous les latitudes françaises n'avoisinent les -20 °C que très ponctuellement.

Pour protéger une chaussée à une température donnée variant entre 0 °C et -20 °C et pour une quantité d'eau déterminée, les quantités de produit à mettre en œuvre sont globalement doublées pour les produits liquides par rapport aux produits solides. Cette différence entre les deux formes de produits est à relier à leur composition, les produits solides sont composés de presque 100 % de produit actif alors que les produits liquides sont composés d'environ 50 % de produit actif et de 50 % d'eau.

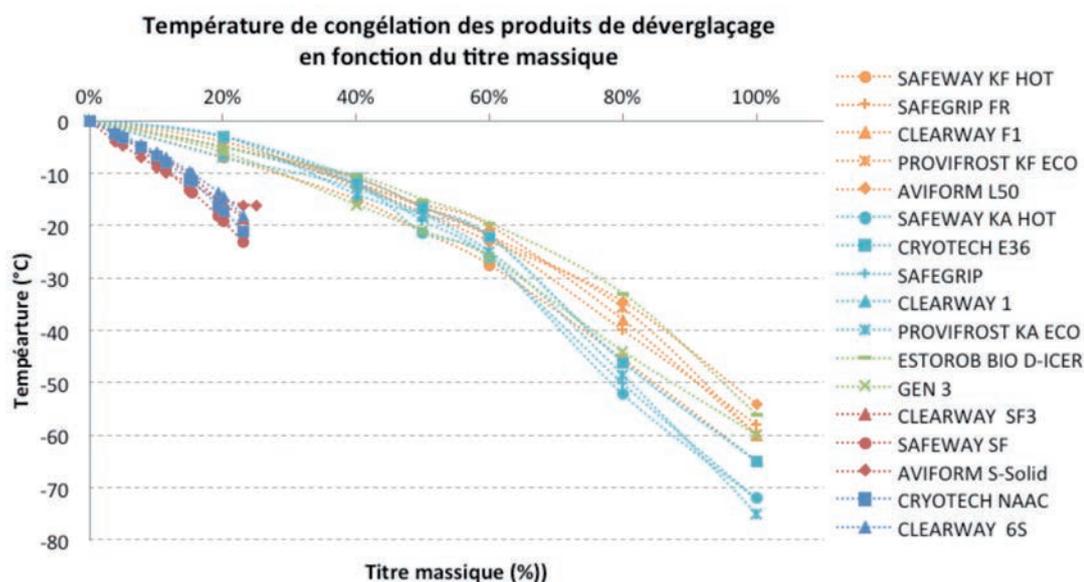


Figure 15: Températures de congélation des produits de déverglacement en fonction du titre massique.

D'après la figure ci-dessus (Figure 15), les températures de congélation sont quasiment équivalentes pour les produits liquides jusqu'à une dilution correspondant à un titre massique de 50 %. Au-delà, les acétates de potassium se révèlent plus efficaces que les formiates de potassium et le glycérol.

Les températures de congélation relevées lors de ces mesures sont plus faibles que les températures données dans la littérature pour ces produits (qualité laboratoire). La présence d'additifs de type « abaisseur de température » dans les produits de déverglacement peut expliquer cette différence.

Les produits solides présentent des températures de congélation nettement plus faibles que les produits liquides jusqu'à un titre massique d'environ 20 %. Ces résultats sont en concordance avec les concentrations en principe actif plus élevées des produits solides commercialisés. Dans le cadre de ces mesures, ils se révèlent donc plus efficaces à des températures couramment rencontrées en exploitation hivernale. Or, pour répondre aux objectifs de qualité du gestionnaire, le paramètre de la température de congélation est à mettre en relation avec la cinétique de fusion et donc du type de contaminant à traiter.

### 3.4.2. Ice-melting

La capacité de fusion de la glace est un paramètre caractérisant l'efficacité d'un produit de déverglacement. Une méthode récemment mise à jour permet de la mesurer : le test « Ice-melting ». Les figures ci-dessous (Figure 16 et Figure 17) présentent les résultats de ces essais réalisés à -5 et -10 °C.

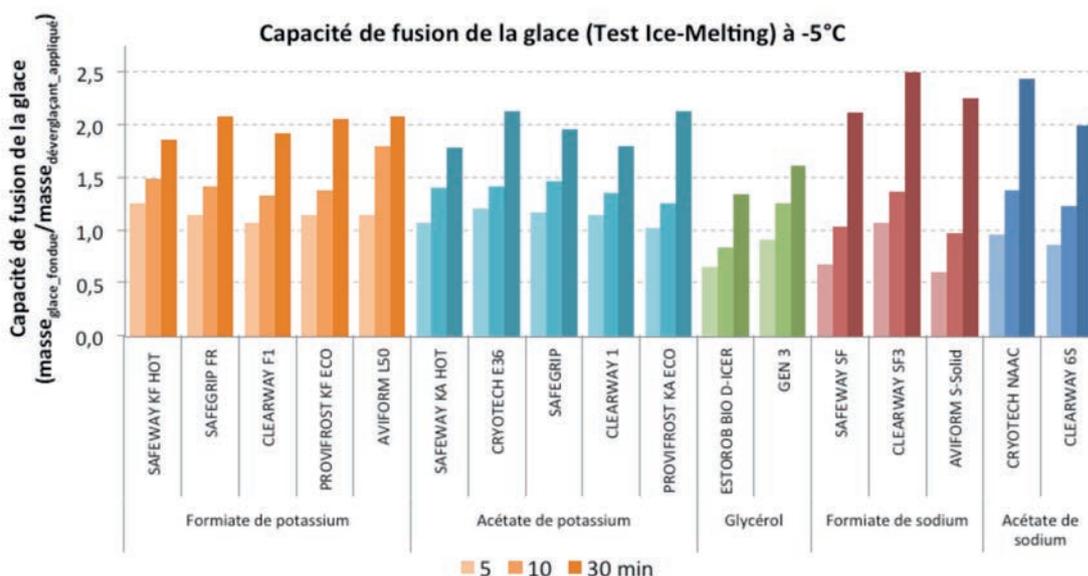


Figure 16: Capacité de fusion de la glace par les produits de déverglacement à -5 °C.

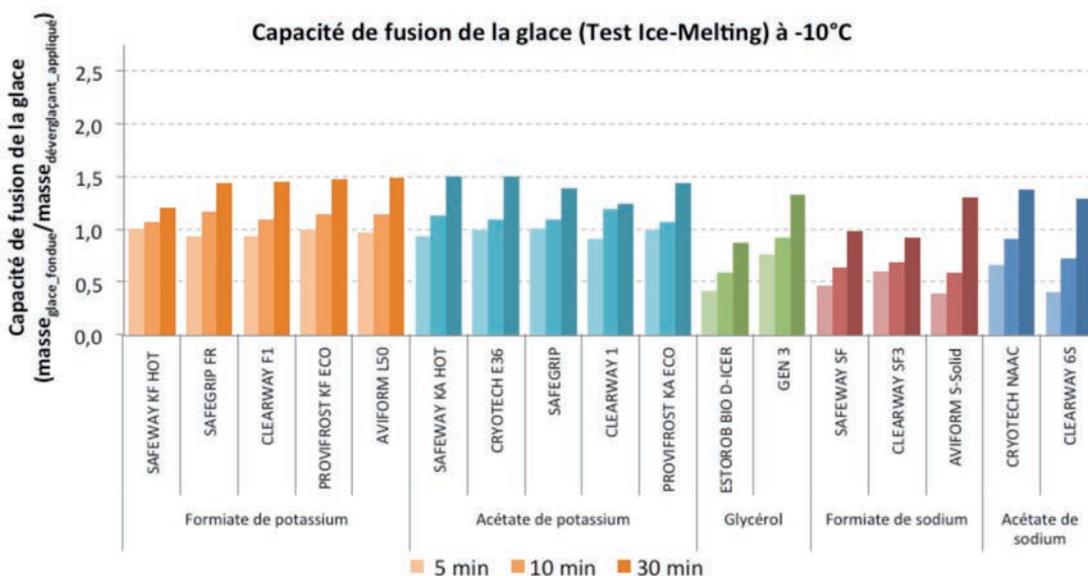


Figure 17: Capacité de fusion de la glace par les produits de déverglacement à -10 °C.

De manière générale, les capacités de fusion de la glace diminuent avec la température : quel que soit le produit de déverglacement, sa capacité à faire fondre la glace est plus importante à -5 °C qu'à -10 °C.

Aux deux températures d'essai (-5 °C et -10 °C), la capacité de fusion de la glace des produits à base de glycérol se révèle plus faible que celle des autres produits liquides étudiés. Les acétates et formiates de potassium sont sensiblement identiques en terme de capacité de fusion de la glace quel que soit la température et le temps d'action du produit.

Les produits solides ont des capacités de fusion de la glace très proche même si les formiates de sodium semblent légèrement moins efficaces que les acétates de sodium sur de longue durée à -10 °C.

À -5 °C, les produits liquides se révèlent plus efficaces à court terme (5 min) tandis que les produits solides le sont à long terme (30 min). À -10 °C, les performances moyennes des liquides sont toujours supérieures à celles des solides. Ce constat s'explique par le peu d'eau libre disponible pour l'hydratation des produits solides, augmentant le temps nécessaire à leur action.

### RECOMMANDATIONS

Les produits solides protègent mieux à faible température de surface, mais leur délai d'action est plus long que les formulations liquides bien que leur action soit plus durable. Les produits liquides offrent une rapidité d'action permettant de répondre aux exigences des aérodromes à niveau de service élevé. Les produits solides semblent davantage prescrits sur les aérodromes où les exigences de trafic sont plus « souples ».

## 4. Conclusions

Cette cinquième année d'investigation a permis d'améliorer et d'approfondir les connaissances et les comparatifs sur les produits liquides et solides utilisés comme déverglaçants des zones aéroportuaires.

Bien que le choix du produit reste du ressort de l'exploitant aéroportuaire, les données techniques présentées dans ce document ont pour vocation d'accompagner les utilisateurs dans leur démarche de prise de décision.

Les résultats des analyses mises en œuvre permettent d'une part de caractériser la performance et l'efficacité des produits et d'autre part, de comparer chacune des familles de produit entre elles (Figure 19).

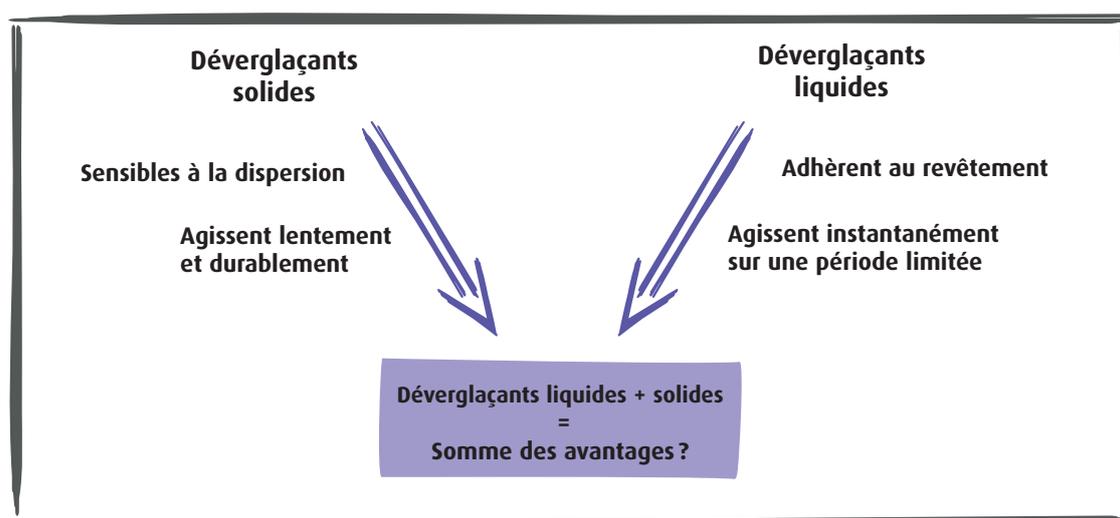
### ▲ Produits liquides, solides, ou produits mixtes ?

D'une manière générale, il ressort de cette étude que les formulations liquides présentent plusieurs avantages non négligeables en termes d'efficacité notamment lorsqu'elles sont utilisées, pour lutter contre des événements climatiques de faible à moyenne intensité.

Les événements climatiques plus intenses et plus soutenus pourront être traités plus efficacement en mode curatif avec des formulations solides. Bien qu'étant soumis à une phase d'hydratation préalable, ces produits présentent une efficacité prolongée dans le temps et assurent une meilleure protection des chaussées. Afin d'assurer une efficacité optimale et durable des produits, il est recommandé d'utiliser préférentiellement des formulations composées de granules de taille variable.

L'utilisation combinée de produits liquides et solides trouve sa pertinence dans les traitements préventifs, notamment sur chaussée sèche (meilleure adhérence des déverglaçants sur le revêtement), ou dans la gestion des événements climatiques intenses (cumul de l'efficacité à court terme (liquide) et à long terme (solide)) (Figure 18).

La proportion de produit liquide/solide est variable selon les exigences du gestionnaire, avec un minimum de 80 % solide/20 % liquide pour un enrobage optimal des granules.



Les produits liquides ont tendance à être efficaces plus rapidement que les produits solides. Cependant, ils atteignent rapidement leur limite d'efficacité compte tenu de leur dilution. Les produits solides trouvent leur pertinence dans leur durée d'efficacité mais atteindront leur limite dans la rapidité d'action (temps de dissolution). Comme préconisé dans certaines fiches techniques, un épandage simultané de produit liquide et de produit solide pourrait permettre un cumul des avantages.

Figure 18: Usage des produits solides, liquides et mixtes.

L'utilisation simultanée ou le mélange de deux produits relèvent d'un accord préalable entre les fournisseurs.

### ▲ Formiates, Acétates ou Glycérol ?

Les formiates sont généralement présentés commercialement comme des substances ayant peu d'impacts sur l'environnement, le glycérol comme particulièrement biodégradable et faiblement corrosif et les acétates comme des produits aux caractéristiques intermédiaires.

L'avantage du glycérol réside réellement dans sa faible toxicité et son faible impact sur l'oxydation des matériaux (et notamment les freins en carbone des aéronefs). Sur ce dernier point, le glycérol constitue une réelle avancée vis-à-vis des formiates et des acétates, et préfigure probablement l'une des voies principales de développement des nouvelles formulations chimiques. Cette évolution devra néanmoins se poursuivre en s'attachant à développer des formulations présentant :

- un faible impact environnemental,
- une efficacité égale voire renforcée, notamment au regard de la viscosité des produits, du point de congélation et des capacités de mise en fusion des contaminants,
- des conditions d'utilisation (consigne de traitement) optimisée.

### ▲ Impact environnemental des produits

Les tests réalisés à ce jour sur l'ensemble des formulations commerciales viennent préciser plusieurs des arguments commerciaux mis en avant par certains fournisseurs de produits.

En matière d'environnement, force est de constater que les formiates, bien que faiblement impactant sur l'environnement (au regard notamment de la DBO<sub>5</sub> et de la DCO), demeurent cependant particulièrement peu dégradables (rapport DCO/DBO<sub>5</sub> élevé, durée de biodégradation importante) contrairement aux acétates, et dans une moindre mesure au glycérol, qui présentent des DBO<sub>5</sub> et des DCO élevées mais une durée de dégradation et une biodégradabilité améliorées.

### ▲ Efficacité des produits

Au regard des tests réalisés à ce jour (Température de congélation, Ice-melting), il n'est pas possible de discriminer une famille de produit.

### ▲ Conditions d'utilisation des produits

Sur ce point, et en considérant par exemple la masse volumique des produits, il est actuellement possible d'affirmer que pour une même consigne de traitement, l'autonomie des épanduses chargées en formiates est plus importante que pour le glycérol et les acétates.

Cette appréciation reste néanmoins à mettre en relation avec le coût des produits. En effet l'économie de produit obtenue par l'utilisation des produits présentant une masse volumique élevée (exemple des formiates) peut être contrebalancée par leur coût, souvent plus élevé.

Enfin, quels que soit la typologie et la nature des produits mis en œuvre, leur manipulation et leur stockage requièrent des précautions particulières compte tenu de leurs propriétés physico-chimiques. Le stockage des produits dans des lieux confinés et équipés de dispositifs de lutte contre les incendies est fortement recommandé. En cas de manipulation des produits, le port d'EPI doit être exigé afin d'éviter tout risque d'ingestion et de contact prolongé avec la peau. L'ensemble de ces éléments doivent figurer dans les fiches de données de sécurité<sup>11</sup> remises par les fournisseurs des produits de déverglage.

<sup>11</sup> Article 31 et annexe II du règlement n° 1907/2006 REACH et norme 11 014 de mars 2009.

Caractéristiques physico-chimiques					
Tests	Liquides			Solides	
	Formiates de potassium	Acétates de potassium	Glycérol	Formiates de sodium	Acétates de sodium
État (liquide/solide)	+			+ / -	
	Bonnes capacités de recouvrement et de tenue au revêtement.			Capacités de recouvrement et de tenue au revêtement fonction de la granulométrie et de la forme des granules.	
Viscosité	+	+ / -	-	-	-
	Faible viscosité, sensibilité faible aux variations de température.	Viscosité moyenne, sensibilité marquée aux variations de température.	Viscosité élevée, sensibilité forte aux variations de température.		
Masse volumique (et stockage des produits)	+	+ / -	-	+	-
	Masse volumique faible : contrainte de stockage élevée.				
Masse volumique (et usage des produits)	+	-	-	+	-
	Pour une même consigne de traitement, l'autonomie des épandeurs chargés en formiates liquides et solides sera généralement plus importante, le volume utile destiné au déverglacement des chaussées étant légèrement plus faible.				
Conductivité électrique (et risques d'oxydations)	-	+ / -	+	-	-
	Formiates susceptibles de poser davantage de problèmes vis-à-vis de l'oxydation des métaux, des dysfonctionnements électriques...				

+ : appréciation positive    - : appréciation négative    + / - : appréciation moyenne

Caractéristiques environnementales et toxicité					
Tests	Liquides			Solides	
	Formiates de potassium	Acétates de potassium	Glycérol	Formiates de sodium	Acétates de sodium
DCO & DBO <sub>5</sub>	+	-	-	+	-
	Impact environnemental : Formiates < Acétates < Glycérol.				
Rapport DCO/DBO <sub>5</sub>	-	+	+ / -	-	+
	Biodégradabilité : Formiates < Glycérol < Acétates.				
Durée de biodégradation	-	+	+ / -	-	+
	Durée de biodégradation : Acétates < Glycérol < Formiates.				
Toxicité aiguë sur Daphnies	+ / -	+ / -	+	-	+ / -
	Glycérol peu toxique, Acétates légèrement moins toxiques que les Formiates.				

+ : appréciation positive    - : appréciation négative    + / - : appréciation moyenne

<i>Caractéristiques performantielles</i>					
<i>Tests</i>	<i>Liquides</i>			<i>Solides</i>	
	<i>Formiates de potassium</i>	<i>Acétates de potassium</i>	<i>Glycérol</i>	<i>Formiates de sodium</i>	<i>Acétates de sodium</i>
<i>Température de congélation</i>	<b>+ / -</b>	<b>+</b>	<b>+ / -</b>	<b>+</b>	<b>+ / -</b>
	<i>Température de congélation faible : meilleure protection.</i>				
<i>Ice-Melting</i>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>-</b>	<b>+ / -</b>	<b>+</b>
	<i>Capacité de fusion de la glace plus faible pour le glycérol.</i>				

**+** : appréciation positive    **-** : appréciation négative    **+ / -** : appréciation moyenne

<i>Caractéristiques fonctionnelles des produits</i>					
<i>Tests</i>	<i>Liquides</i>			<i>Solides</i>	
	<i>Formiates de potassium</i>	<i>Acétates de potassium</i>	<i>Glycérol</i>	<i>Formiates de sodium</i>	<i>Acétates de sodium</i>
<i>Tenue au revêtement</i>	<b>+</b>			<b>-</b>	
	<i>Adhèrent au revêtement.</i>			<i>Tenue variable fonction de la granulométrie de la forme des granules.</i>	
<i>Rapidité d'action</i>	<b>+</b>			<b>-</b>	
	<i>Agit instantanément.</i>			<i>Agit lentement (hydratation préalable requise).</i>	
<i>Durée d'action</i>	<b>-</b>			<b>+</b>	
	<i>N'agit pas longtemps.</i>			<i>Agit longtemps.</i>	

**+** : appréciation positive    **-** : appréciation négative    **+ / -** : appréciation moyenne

Figure 19: Synthèse des caractéristiques physico-chimiques, environnementales, performantielles et fonctionnelles des produits de déverglçage.

## Glossaire

▲ **Anhydre** : Les anhydres sont des composés qui ne contiennent pas d'eau libre mais pouvant garder une fraction d'eau de constitution, contrairement aux hydrates. Une molécule est donc qualifiée d'anhydre si elle ne contient pas de molécule  $H_2O$ .

▲ **Chaleur latente de fusion** : La chaleur latente de fusion est l'énergie absorbée sous forme de chaleur par un corps lorsqu'il passe de l'état solide à l'état liquide.

▲ **Corps combustible** : Un combustible est une matière qui, en présence d'oxygène et d'énergie, peut se combiner à l'oxygène (qui sert de comburant) dans une réaction chimique générant de la chaleur : la combustion.

▲ **Corrosion** : La corrosion est le phénomène suivant lequel les métaux et les alliages métalliques subissent de la part de leur environnement une attaque dont la conséquence est de les faire retourner vers leur forme d'origine de minerais. Il convient de faire une distinction entre la corrosion à chaud et la corrosion aqueuse :

- ▶ La corrosion sèche ou à chaud se développe à température élevée (plusieurs centaines de °C) quand le métal est exposé à un gaz oxydant tel que l'oxygène.
- ▶ La corrosion aqueuse ou humide peut, malgré la température peu élevée, se révéler très insidieuse car elle ne résulte pas d'une suite simple de mêmes processus physiques et chimiques. Il existe une dizaine de types de corrosion aqueuse et notamment la corrosion uniforme, la corrosion galvanique (se rencontre quand il y a couplage de métaux différents) et la corrosion par piqûres (corrosion localisée affectant des métaux ou alliages).

▲ **Coulabilité** : La coulabilité d'un déverglaçant solide est son aptitude à s'écouler librement de manière régulière et constante sous forme de granules individuels.

▲ **Daphnies** : Les daphnies sont des petits crustacés mesurant de un à cinq millimètres, du genre Daphnia. Elles vivent dans les eaux douces et stagnantes, quelques espèces supportant des conditions légèrement saumâtres.

▲ **Eutectique** : Un eutectique est le point du diagramme de phase (correspondant à une proportion donnée) pour lequel le mélange de deux substances est à sa température minimale en phase liquide. Cette température est propre à chaque mélange.

▲ **Hydrate/Molécule trihydratée** : Les hydrates sont des composés formés par l'union de l'eau et d'une autre substance. Ces substances dites hydratées ne contiennent pas d'eau en tant que telle ( $H_2O$ ), mais ses éléments ou leur combinaison : hydrogène H, oxygène O ou hydroxyle OH. Cependant, et par abus, on dit souvent que les composés hydratés contiennent de l'eau, par opposition aux anhydres. Une molécule est dite trihydratée si elle contient  $3H_2O$ .

▲ **Hydroxyde** : L'hydroxyde est l'anion  $HO^-$ .

▲ **Hygroscopicité** : L'hygroscopicité est la capacité d'une substance à absorber l'humidité de l'air, par absorption ou par adsorption.

▲ **Point d'éclair** : Le point correspond à la température la plus basse à laquelle un corps combustible émet suffisamment de vapeurs pour former, avec l'air ambiant, un mélange gazeux qui s'enflamme sous l'effet d'une source d'énergie calorifique telle qu'une flamme pilote, mais pas suffisamment pour que la combustion s'entretienne d'elle-même (pour ceci, il faut atteindre le point d'inflammation). Si l'inflammation ne nécessite pas de flamme pilote, on parle alors d'auto-inflammation.

- ▲ **Point d'auto-inflammation :** Le point d'auto-inflammation correspond à la température à partir de laquelle une substance s'enflamme spontanément en l'absence de flamme pilote.
- ▲ **Principe actif :** Le principe actif d'un déverglaçant est le composant principal de ce produit qui permet d'abaisser la température de congélation.
- ▲ **Réaction endothermique :** Une réaction endothermique est un processus ou une réaction chimique accompagnée d'une absorption de chaleur. C'est l'opposé d'une réaction exothermique.
- ▲ **Réaction exothermique :** Une réaction exothermique est un processus ou une réaction chimique accompagnée d'un dégagement de chaleur. C'est l'opposé d'une réaction endothermique.
- ▲ **Soluté :** Un soluté est une substance minoritaire contenue à l'état dissout dans une solution.
- ▲ **Surface spécifique :** La surface spécifique désigne la superficie réelle de la surface d'un solide (tenant compte des irrégularités de la surface) par opposition à sa surface apparente.
- ▲ **Titre massique :** Le titre massique d'une solution est le rapport de la masse de soluté sur la masse totale de la solution. Il s'exprime en %.

$$T = \frac{m_s}{m_s + m_e} \times 100 \quad \text{où } m_s \text{ est la masse de soluté et } m_e \text{ la masse d'eau dans laquelle le soluté est dissout.}$$

- ▲ **Viscosité :** La viscosité est la résistance à l'écoulement uniforme et sans turbulence d'un fluide.

## 6. Fiches produit

### 6.1. Liste des produits analysés

Les produits listés ci-après ont été analysés dans le cadre de cette étude :

<i>Produit</i>	<i>Société</i>	<i>Nature</i>	<i>État</i>
<i>SAFEWAY KF HOT</i>	<i>Clariant</i>	<i>Formiate de potassium</i>	<i>Liquide</i>
<i>SAFEGRIP FR</i>	<i>Abax Industrie</i>	<i>Formiate de potassium</i>	<i>Liquide</i>
<i>CLEARWAY F1</i>	<i>Kemira</i>	<i>Formiate de potassium</i>	<i>Liquide</i>
<i>PROVISFROST KF ECO</i>	<i>Provion Industries NV</i>	<i>Formiate de potassium</i>	<i>Liquide</i>
<i>AVIFORM L50</i>	<i>Addcon</i>	<i>Formiate de potassium</i>	<i>Liquide</i>
<i>SAFEWAY KA HOT</i>	<i>Clariant</i>	<i>Acétate de potassium</i>	<i>Liquide</i>
<i>CRYOTECH E36</i>	<i>Provion Industries NV</i>	<i>Acétate de potassium</i>	<i>Liquide</i>
<i>SAFEGRIP</i>	<i>Abax Industrie</i>	<i>Acétate de potassium</i>	<i>Liquide</i>
<i>CLEARWAY I</i>	<i>Kemira</i>	<i>Acétate de potassium</i>	<i>Liquide</i>
<i>PROVISFROST KA ECO</i>	<i>Provion Industries NV</i>	<i>Acétate de potassium</i>	<i>Liquide</i>
<i>ESTOROB BIO D-ICER</i>	<i>Novance</i>	<i>Glycérol</i>	<i>Liquide</i>
<i>GEN 3</i>	<i>Basic Solution</i>	<i>Acétate de potassium + Glycérol</i>	<i>Liquide</i>
<i>SAFEWAY SF</i>	<i>Clariant</i>	<i>Formiate de sodium</i>	<i>Solide</i>
<i>CLEARWAY SF3</i>	<i>Kemira</i>	<i>Formiate de sodium</i>	<i>Solide</i>
<i>AVIFORM S-SOLID</i>	<i>Addcon</i>	<i>Formiate de sodium</i>	<i>Solide</i>
<i>CRYOTECH NAAC</i>	<i>Provion Industries NV</i>	<i>Acétate de sodium</i>	<i>Solide</i>
<i>CLEARWAY 6S</i>	<i>Kemira</i>	<i>Acétate de sodium</i>	<i>Solide</i>

Les rapports d'analyses sont complétés par une fiche de comparaison des résultats entre les formiates, les acétates et le glycérol.

## 6.2. Typologie des fiches

Chaque fiche présente les informations suivantes :

- Nom commercial du produit
- Fabricant du produit
- Fournisseur du produit
- Type de produit
- Date de réception du produit
- Date de validation des tests

Les tests effectués sur les produits de déverglaçage sont les suivants :

### 1. Caractéristiques physico-chimiques des produits

<i>PRODUITS LIQUIDES</i>	
<i>Test 1</i>	<i>État</i>
<i>Test 2</i>	<i>Aspect visuel</i>
<i>Test 3</i>	<i>Masse volumique</i>
<i>Test 4</i>	<i>Viscosité cinématique</i>
<i>Test 5</i>	<i>pH</i>
<i>Test 6</i>	<i>Indice de réfraction</i>
<i>Test 7</i>	<i>Principe actif</i>
<i>Test 8</i>	<i>Conductivité électrique</i>
<i>Test 9</i>	<i>Point d'éclair</i>
<i>Test 10</i>	<i>Point d'auto-inflammation</i>

<i>PRODUITS SOLIDES</i>	
<i>Test 1</i>	<i>État</i>
<i>Test 2</i>	<i>Aspect visuel</i>
<i>Test 3</i>	<i>Masse volumique apparente</i>
<i>Test 4</i>	<i>Granulométrie</i>
<i>Test 5</i>	<i>pH</i>
<i>Test 6</i>	<i>Principe actif</i>
<i>Test 7</i>	<i>Conductivité électrique</i>
<i>Test 8</i>	<i>Point d'auto-inflammation</i>

## 2. Caractéristiques environnementales et toxicité des produits

<i>PRODUITS LIQUIDES</i>	
<i>Test 11</i>	<i>DBO<sub>5</sub></i>
<i>Test 12</i>	<i>DCO</i>
<i>Test 13</i>	<i>Rapport DCO/DBO<sub>5</sub></i>
<i>Test 14</i>	<i>Durée de biodégradation</i>
<i>Test 15</i>	<i>Toxicité sur Daphnia magna</i>

<i>PRODUITS SOLIDES</i>	
<i>Test 9</i>	<i>DBO<sub>5</sub></i>
<i>Test 10</i>	<i>DCO</i>
<i>Test 11</i>	<i>Rapport DCO/DBO<sub>5</sub></i>
<i>Test 12</i>	<i>Durée de biodégradation</i>
<i>Test 13</i>	<i>Toxicité sur Daphnia magna</i>

## 3. Efficacité des produits

<i>PRODUITS LIQUIDES</i>	
<i>Test 16</i>	<i>Température et courbe de congélation</i>
<i>Test 17</i>	<i>Ice-melting</i>

<i>PRODUITS SOLIDES</i>	
<i>Test 14</i>	<i>Température et courbe de congélation</i>
<i>Test 15</i>	<i>Ice-melting</i>

## 6.3. Rapports d'analyses

Service Technique de l'Aviation Civile  
SAFEWAY KF HOT (Clariant)

Produit de déverglacement : Formiate de potassium  
Date de réception des échantillons : 27 janvier 2010

### RAPPORT D'ANALYSES

Ce document présente les résultats d'une série d'analyses réalisées sur le produit de déverglacement.

#### SAFEWAY KF HOT Runway De-Icer

Clariant Produkte (Deutschland) GmbH 65926 Frankfurt am Main  
Produit de déverglacement : Formiate de potassium  
Date de réception des échantillons : 27 janvier 2010

Il s'inscrit dans une campagne d'essais visant à évaluer les performances de l'ensemble de la gamme des produits de déverglacement conventionnellement employés sur les plates-formes aéroportuaires françaises.

Destinés principalement aux services aéroportuaires en charge des opérations de déverglacement, ainsi qu'aux services de l'État intervenant dans ce domaine, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant :

- (1) de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglacement,
- (2) d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'amélioration des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
- (3) de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits, utile notamment pour l'élaboration des critères de sélection des prestataires dans le cadre de la passation des marchés de fourniture des produits,
- (4) de venir « nourrir » les réflexions en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglacement, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglacement, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

L'organisation des tests d'efficacité des produits de déverglacement a été assurée par l'équipe ressources « viabilité hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)), sous l'égide du Service Technique de l'Aviation Civile.

#### Mises en garde sur l'utilisation des données :

##### Avertissements :

- (1) Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglacement sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
- (2) Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précaution d'usage, manipulation, stockage et élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
- (3) Le document du STAC s'applique aux produits de déverglacement liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. Il ne se substitue pas aux normes et spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runways and Taxiways Deicing/anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers). Ces spécifications restent la référence en la matière, chaque fournisseur de produit doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.

##### Utilisation des données :

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans le document principal et dans chacune des fiches. Les protocoles internes peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie du document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

Service Technique de l'Aviation Civile  
SAFEWAY KF HOT (Clariant)

Produit de déverglçage : Formiate de potassium  
Date de réception des échantillons : 27 janvier 2010

### Caractéristiques physico-chimiques du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
1	État (liquide / solide)	-	Liquide	27/01/2010	-
2	Couleur (visuelle)	-	Incolore – légèrement orangé	27/01/2010	-
3	Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>	1356	17/06/2010	NF EN ISO 3838 <sup>1</sup>
4	Viscosité cinématique	mm <sup>2</sup> /s		22/10/2010	NF EN ISO 3104 <sup>2</sup>
	20 °C		2,154		
	5 °C		3,140		
	-5 °C		4,235		
5	pH	-	10,58	17/06/2010	NF T 90-008 <sup>3</sup>
6	Indice de réfraction à 20 °C	-	1,3895	04/02/2010	Méthode interne LRN
7	Principe actif [HCOOK]	%	55	03/12/2010	Méthode interne LRN
8	Conductivité	mS/cm	225,7	17/06/2010	NF EN 27 888 <sup>4</sup>
9	Point d'éclair	°C	> 90*	22/10/2010	NF ISO 3680 <sup>5</sup>
10	Point d'auto-inflammation	°C	> 500	22/10/2010	ASTM E 659 <sup>6</sup>

\*la flamme s'éteint à partir de 90 °C, mais l'appareil ne détecte pas de flash.

### Caractéristiques environnementales et toxicité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
11	DBO <sub>5</sub> (20 °C)	mg/kg	5266	12/11/2010	NF EN 1899-1 <sup>7</sup>
12	DCO	mg/kg	106 667	03/08/2010	NF T 90-101 <sup>8</sup>
13	DCO/DBO <sub>5</sub>	-	20,3	12/11/2010	-
14	Biodégradabilité (20 °C)	heures		06/05/2011	NF EN ISO 9888 <sup>9</sup>
	10 %		59		
	50 %		113		
	90 %		135		
15	Toxicité aiguë sur Daphnies	g/L		20/08/2010	NF EN ISO 6341 <sup>10</sup>
	CE 50i - 24 heures		3,25 (3,11-3,66)		
	CE 50i - 48 h		3,25 (2,98-3,52)		

<sup>1</sup> Pétrole brut et produits pétroliers liquides ou solides – Détermination de la masse volumique ou de la densité- Méthode du pycnomètre à bouchon capillaire et du pycnomètre bicapillaire gradué – mai 2004.

<sup>2</sup> Produits pétroliers - Liquides opaques et transparents - Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique – Août 1996.

<sup>3</sup> Qualité de l'eau – Détermination du pH – Février 2001.

<sup>4</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique – Janvier 1994.

<sup>5</sup> Essai de point d'éclair de type passe/ne passe pas - Méthode rapide à l'équilibre en vase clos – Avril 2004.

<sup>6</sup> Standard Test Method for Auto ignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.

<sup>7</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1 : méthode par dilution et ensemencement avec apport d'alyl thio-urée – Mai 1998.

<sup>8</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.

<sup>9</sup> Qualité de l'eau - Évaluation, en milieu aqueux, de la biodégradabilité aérobie ultime des composés organiques - Essai statique (méthode Zahn- Wellens). – Septembre 1999.

<sup>10</sup> Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – Mai 1996.

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % des CE50 (Concentration efficace provoquant un effet sur 50 % de la population après 24 heures ou 48 heures).

**Efficacité du produit**

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
16	Température de congélation du produit en fonction du titre massique (%)	°C		25/10/2010	Méthode interne LRN
	Titre massique : 20 %		-7		
	Titre massique : 40 %		-15		
	Titre massique : 60 %		-27,5		
	Titre massique : 80 %		-45,5		
	Titre massique : 100 %		-65		
17	Ice-melting	g <sub>glace</sub> / g <sub>produit</sub>		25/06/2012	Méthode SHRP 205-2 <sup>11</sup>
	T = -5 °C				
	5 min		1,25		
	10 min		1,49		
	30 min		1,85		
	T = -10 °C				
	5 min		1,01		
10 min	1,07				
	30 min	1,20			

<sup>11</sup> Méthode SHRP 205-2 « Ice melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals ».

Service Technique de l'Aviation Civile  
SAFEGRIP FR (Abax industrie)

Produit de déverglaçage : Formiate de potassium  
Date de réception des échantillons : 29 janvier 2009

## RAPPORT D'ANALYSES

Ce document présente les résultats d'une série d'analyses réalisées sur le produit de déverglaçage.

### SAFEGRIP FR Runway De-Icer

ABAX Industries SPCA - 9, voie de Seine - 94290 VILLENEUVE LE ROI  
Produit de déverglaçage : Formiate de potassium  
Date de réception des échantillons : 29 janvier 2009

Il s'inscrit dans une campagne d'essais visant à évaluer les performances de l'ensemble de la gamme des produits de déverglaçage conventionnellement employés sur les plates-formes aéroportuaires françaises.

Destinés principalement aux services aéroportuaires en charge des opérations de déverglaçage, ainsi qu'aux services de l'État intervenant dans ce domaine, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant :

- (1) de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage,
- (2) d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'amélioration des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
- (3) de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits, utile notamment pour l'élaboration des critères de sélection des prestataires dans le cadre de la passation des marchés de fourniture des produits,
- (4) de venir « nourrir » les réflexions en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

L'organisation des tests d'efficacité des produits de déverglaçage a été assurée par l'équipe ressources « viabilité hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)), sous l'égide du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Mises en garde sur l'utilisation des données :

#### Avertissements :

- (1) Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
- (2) Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précaution d'usage, manipulation, stockage et élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
- (3) Le document du STAC s'applique aux produits de déverglaçage liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. Il ne se substitue pas aux normes et spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runways and Taxiways Deicing/anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers). Ces spécifications restent la référence en la matière, chaque fournisseur de produit doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.

#### Utilisation des données :

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans le document principal et dans chacune des fiches. Les protocoles internes peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie du document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Caractéristiques physico-chimiques du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
1	État (liquide / solide)	-	Liquide	29/01/2009	-
2	Couleur (visuelle)	-	Incolore	29/01/2009	-
3	Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>	1344	29/01/2009	NF EN ISO 3838 <sup>1</sup>
4	Viscosité cinématique	mm <sup>2</sup> /s		22/10/2010	NF EN ISO 3104 <sup>2</sup>
	20 °C		2,034		
	5 °C		2,943		
	-5 °C		3,948		
5	pH	-	10,84	11/05/2009	NF T 90-008 <sup>3</sup>
6	Indice de réfraction à 20 °C	-	1,3869	30/09/2009	Méthode interne LRN
7	Principe actif [HCOOK]	%	51	03/12/2010	Méthode interne LRN
8	Conductivité	mS/cm	231	11/05/2009	NF EN 27 888 <sup>4</sup>
9	Point d'éclair	°C	> 90*	22/10/2010	NF ISO 3680 <sup>5</sup>
10	Point d'auto-inflammation	°C	> 500	22/10/2010	ASTM E 659 <sup>6</sup>

\*la flamme s'éteint à partir de 90 °C, mais l'appareil ne détecte pas de flash.

### Caractéristiques environnementales et toxicité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
11	DBO <sub>5</sub> (20 °C)	mg/kg	22669	08/12/2009	NF EN 1899-1 <sup>7</sup>
12	DCO	mg/kg	93084	08/12/2009	NF T 90-101 <sup>8</sup>
13	DCO/DBO <sub>5</sub>	-	4,11	08/12/2009	-
14	Biodégradabilité (20 °C)	heures		06/05/2011	NF EN ISO 9888 <sup>9</sup>
	10 %		38		
	50 %		102		
	90 %		136		
15	Toxicité aiguë sur Daphnies	g/L		30/07/2009	NF EN ISO 6341 <sup>10</sup>
	CE 50i - 24 heures		2,28		
			(2,01-2,55)		
	CE 50i - 48 h		2,28		
			(2,01-2,41)		

<sup>1</sup> Pétrole brut et produits pétroliers liquides ou solides – Détermination de la masse volumique ou de la densité- Méthode du pycnomètre à bouchon capillaire et du pycnomètre bicapillaire gradué – mai 2004.

<sup>2</sup> Produits pétroliers - Liquides opaques et transparents - Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique – Août 1996.

<sup>3</sup> Qualité de l'eau – Détermination du pH – Février 2001.

<sup>4</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique – Janvier 1994.

<sup>5</sup> Essai de point d'éclair de type passe/ne passe pas - Méthode rapide à l'équilibre en vase clos – Avril 2004.

<sup>6</sup> Standard Test Method for Auto ignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.

<sup>7</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1 : méthode par dilution et ensemencement avec apport d'allyl thio-urée – Mai 1998.

<sup>8</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.

<sup>9</sup> Qualité de l'eau - Évaluation, en milieu aqueux, de la biodégradabilité aérobie ultime des composés organiques - Essai statique (méthode Zahn- Wellens). – Septembre 1999.

<sup>10</sup> Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – Mai 1996.

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % des CE50 (Concentration efficace provoquant un effet sur 50 % de la population après 24 heures ou 48 heures).

Service Technique de l'Aviation Civile  
SAFEGRIP FR (Abax industrie)

Produit de déverglacement : Formiate de potassium  
Date de réception des échantillons : 29 janvier 2009

### Efficacité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
16	Température de congélation du produit en fonction du titre massique (%)	°C		09/11/2009	Méthode interne LRN
	Titre massique : 20 %		-5		
	Titre massique : 40 %		-11		
	Titre massique : 60 %		-22		
	Titre massique : 80 %		-40		
	Titre massique : 100 %		-58		
17	Ice-melting	$g_{\text{glace}} / g_{\text{produit}}$		25/06/2012	Méthode SHRP 205-2 <sup>11</sup>
	T = -5 °C				
	5 min		1,15		
	10 min		1,41		
	30 min		2,08		
	T = -10 °C				
	5 min		0,94		
10 min		1,16			
	30 min		1,44		

<sup>11</sup> Méthode SHRP 205-2 « Ice melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals ».

## RAPPORT D'ANALYSES

Ce document présente les résultats d'une série d'analyses réalisées sur le produit de déverglçage.

### CLEARWAY F1 Runway Deicer

Kemira ChemSolutions b.v.- P.O. Box 60 - 4000AB Tiel- NETHERLANDS  
Produit de déverglçage : Formiate de potassium  
Date de réception des échantillons : 14 février 2009

Il s'inscrit dans une campagne d'essais visant à évaluer les performances de l'ensemble de la gamme des produits de déverglçage conventionnellement employés sur les plates-formes aéroportuaires françaises.

Destinés principalement aux services aéroportuaires en charge des opérations de déverglçage, ainsi qu'aux services de l'État intervenant dans ce domaine, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant :

- (1) de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglçage,
- (2) d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'amélioration des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
- (3) de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits, utile notamment pour l'élaboration des critères de sélection des prestataires dans le cadre de la passation des marchés de fourniture des produits,
- (4) de venir « nourrir » les réflexions en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

L'organisation des tests d'efficacité des produits de déverglçage a été assurée par l'équipe ressources « viabilité hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)), sous l'égide du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Mises en garde sur l'utilisation des données :

#### Avertissements :

- (1) Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglçage sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
- (2) Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précaution d'usage, manipulation, stockage et élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
- (3) Le document du STAC s'applique aux produits de déverglçage liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. Il ne se substitue pas aux normes et spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runways and Taxiways Deicing/anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers). Ces spécifications restent la référence en la matière, chaque fournisseur de produit doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.

#### Utilisation des données :

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans le document principal et dans chacune des fiches. Les protocoles internes peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie du document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

Service Technique de l'Aviation Civile  
CLEARWAY F1 (Kemira)

Produit de déverglacement : Formiate de potassium  
Date de réception des échantillons : 14 février 2009

### Caractéristiques physico-chimiques du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
1	État (liquide / solide)	-	Liquide	15/02/2009	-
2	Couleur (visuelle)	-	Incolore	15/02/2009	-
3	Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>	1344	11/05/2009	NF EN ISO 3838 <sup>1</sup>
4	Viscosité cinématique	mm <sup>2</sup> /s		27/08/2009	NF EN ISO 3104 <sup>2</sup>
	20 °C		2,086		
	5 °C		3,018		
	-5 °C		4,047		
5	pH	-	10,95	11/05/2009	NF T 90-008 <sup>3</sup>
6	Indice de réfraction à 20 °C	-	1,3880	30/09/2009	Méthode interne LRN
7	Principe actif [HCOOK]	%	51	06/08/2009	Méthode interne LRN
8	Conductivité	mS/cm	231,0	11/05/2009	NF EN 27 888 <sup>4</sup>
9	Point d'éclair	°C	> 90*	22/10/2010	NF ISO 3680 <sup>5</sup>
10	Point d'auto-inflammation	°C	> 500	22/10/2010	ASTM E 659 <sup>6</sup>

\*la flamme s'éteint à partir de 90 °C, mais l'appareil ne détecte pas de flash.

### Caractéristiques environnementales et toxicité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
11	DBO <sub>5</sub> (20 °C)	mg/kg	54039	08/12/2009	NF EN 1899-1 <sup>7</sup>
12	DCO	mg/kg	104344	08/12/2009	NF T 90-101 <sup>8</sup>
13	DCO/DBO <sub>5</sub>	-	1,93	08/12/2009	-
14	Biodégradabilité (20 °C)	heures		08/12/2009	NF EN ISO 9888 <sup>9</sup>
	10 %		44		
	50 %		109		
	90 %		138		
15	Toxicité aiguë sur Daphnies	g/L		30/07/2009	NF EN ISO 6341 <sup>10</sup>
	CE 50i - 24 heures		2,41 (2,14-2,68)		
	CE 50i - 48 h		2,01 (1,47-2,68)		

<sup>1</sup> Pétrole brut et produits pétroliers liquides ou solides – Détermination de la masse volumique ou de la densité- Méthode du pycnomètre à bouchon capillaire et du pycnomètre bicapillaire gradué – mai 2004.

<sup>2</sup> Produits pétroliers - Liquides opaques et transparents - Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique – Août 1996.

<sup>3</sup> Qualité de l'eau – Détermination du pH – Février 2001.

<sup>4</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique – Janvier 1994.

<sup>5</sup> Essai de point d'éclair de type passe/ne passe pas - Méthode rapide à l'équilibre en vase clos – Avril 2004.

<sup>6</sup> Standard Test Method for Auto ignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.

<sup>7</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1 : méthode par dilution et ensemencement avec apport d'allyl thio-urée – Mai 1998.

<sup>8</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.

<sup>9</sup> Qualité de l'eau - Évaluation, en milieu aqueux, de la biodégradabilité aérobie ultime des composés organiques - Essai statique (méthode Zahn- Wellens). – Septembre 1999.

<sup>10</sup> Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – Mai 1996.

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % des CE50 (Concentration efficace provoquant un effet sur 50 % de la population après 24 heures ou 48 heures).

**Efficacité du produit**

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
16	Température de congélation du produit en fonction du titre massique (%)	°C		09/11/2009	Méthode interne LRN
	Titre massique : 20 %		-3		
	Titre massique : 40 %		-12		
	Titre massique : 60 %		-20		
	Titre massique : 80 %		-38		
	Titre massique : 100 %		-60		
17	Ice-melting	g <sub>glace</sub> / g <sub>produit</sub>		25/06/2012	Méthode SHRP 205-2 <sup>11</sup>
	T = -5 °C				
	5 min		1,07		
	10 min		1,32		
	30 min		1,92		
	T = -10 °C				
	5 min		0,94		
10 min	1,09				
	30 min	1,45			

<sup>11</sup> Méthode SHRP 205-2 « Ice melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals ».

Service Technique de l'Aviation Civile  
Provifrost KF ECO (Proviron Industrie N.V.)

Produit de déverglaçage : Formiate de potassium  
Date de réception des échantillons : 2 avril 2012

## RAPPORT D'ANALYSES

Ce document présente les résultats d'une série d'analyses réalisées sur le produit de déverglaçage.

### PROVIFROST KF ECO Runway De-Icer

Proviron Industries N.V. -Zone 2 – G. Gilliotstraat 60-B-2620 Hemiksem –Belgium  
Produit de déverglaçage : Formiate de potassium  
Date de réception des échantillons : 02 avril 2012

Il s'inscrit dans une campagne d'essais visant à évaluer les performances de l'ensemble de la gamme des produits de déverglaçage conventionnellement employés sur les plates-formes aéroportuaires françaises.

Destinés principalement aux services aéroportuaires en charge des opérations de déverglaçage, ainsi qu'aux services de l'État intervenant dans ce domaine, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant :

- (1) de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage,
- (2) d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'amélioration des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
- (3) de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits, utile notamment pour l'élaboration des critères de sélection des prestataires dans le cadre de la passation des marchés de fourniture des produits,
- (4) de venir « nourrir » les réflexions en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

L'organisation des tests d'efficacité des produits de déverglaçage a été assurée par l'équipe ressources « viabilité hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)), sous l'égide du Service Technique de l'Aviation Civile.

#### Mises en garde sur l'utilisation des données :

##### Avertissements :

- (1) Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
- (2) Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précaution d'usage, manipulation, stockage et élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
- (3) Le document du STAC s'applique aux produits de déverglaçage liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. Il ne se substitue pas aux normes et spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runways and Taxiways Deicing/anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers). Ces spécifications restent la référence en la matière, chaque fournisseur de produit doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.

##### Utilisation des données :

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans le document principal et dans chacune des fiches. Les protocoles internes peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie du document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Caractéristiques physico-chimiques du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
1	État (liquide / solide)	-	Liquide	02/04/2012	-
2	Couleur (visuelle)	-	Incolore	02/04/2012	-
3	Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>	1346	24/07/2012	NF EN ISO 3838 <sup>1</sup>
4	Viscosité cinématique	mm <sup>2</sup> /s		27/05/2013	NF EN ISO 3104 <sup>2</sup>
	20 °C		2,072		
	5 °C		3,235		
	-5 °C		4,090		
5	pH	-	11,0	24/07/2012	NF T 90-008 <sup>3</sup>
6	Indice de réfraction à 20 °C	-	1,3873	04/05/2012	Méthode interne LRN
7	Principe actif [HCOOK]	%	51 %	22/10/2012	Méthode interne LRN
8	Conductivité	mS/cm	235,9	24/07/2012	NF EN 27 888 <sup>4</sup>
9	Point d'éclair	°C	> 106,2*	23/05/2013	NF ISO 3680 <sup>5</sup>
10	Point d'auto-inflammation	°C	> 500	27/05/2013	ASTM E 659 <sup>6</sup>

\*la flamme s'éteint à partir de 106,2 °C, mais l'appareil ne détecte pas de flash.

### Caractéristiques environnementales et toxicité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
11	DBO <sub>5</sub> (20 °C)	mg/kg	11 888	02/10/2012	NF EN 1899-1 <sup>7</sup>
12	DCO	mg/kg	103 329	02/10/2012	NF T 90-101 <sup>8</sup>
13	DCO/DBO <sub>5</sub>	-	8,69	02/10/2012	-
14	Biodégradabilité (20 °C)	heures		02/10/2012	NF EN ISO 9888 <sup>9</sup>
	10 %		43		
	50 %		97		
	90 %		113		
15	Toxicité aiguë sur Daphnies	g/L		03/06/2013	NF EN ISO 6341 <sup>10</sup>
	CE 50i - 24 heures		2,4 (2,1-2,8)		
	CE 50i - 48 h		1,7 (1,5-2,0)		

<sup>1</sup> Pétrole brut et produits pétroliers liquides ou solides – Détermination de la masse volumique ou de la densité- Méthode du pycnomètre à bouchon capillaire et du pycnomètre bicapillaire gradué – mai 2004.

<sup>2</sup> Produits pétroliers - Liquides opaques et transparents - Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique – Août 1996.

<sup>3</sup> Qualité de l'eau – Détermination du pH – Février 2001.

<sup>4</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique – Janvier 1994.

<sup>5</sup> Essai de point d'éclair de type passe/ne passe pas - Méthode rapide à l'équilibre en vase clos – Avril 2004.

<sup>6</sup> Standard Test Method for Auto ignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.

<sup>7</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1 : méthode par dilution et ensemencement avec apport d'allyl thio-urée – Mai 1998.

<sup>8</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.

<sup>9</sup> Qualité de l'eau - Évaluation, en milieu aqueux, de la biodégradabilité aérobie ultime des composés organiques - Essai statique (méthode Zahn- Wellens). – Septembre 1999.

<sup>10</sup> Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – Mai 1996.

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % des CE50 (Concentration efficace provoquant un effet sur 50 % de la population après 24 heures ou 48 heures).

Service Technique de l'Aviation Civile  
 Provifrost KF ECO (Proviron Industrie N.V.)

Produit de déverglacement : Formiate de potassium  
 Date de réception des échantillons : 2 avril 2012

### Efficacité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
16	Température de congélation du produit en fonction du titre massique (%)	°C		22/10/2012	Méthode interne LRN
	Titre massique : 20 %		-5		
	Titre massique : 40 %		-12		
	Titre massique : 60 %		-22		
	Titre massique : 80 %		-35,7		
	Titre massique : 100 %		-60		
17	Ice-melting	$g_{\text{glace}} / g_{\text{produit}}$		25/06/2012	Méthode SHRP 205-2 <sup>11</sup>
	T = -5 °C				
	5 min		1,14		
	10 min		1,37		
	30 min		2,05		
	T = -10 °C				
	5 min		1,00		
10 min		1,14			
	30 min		1,47		

<sup>11</sup> Méthode SHRP 205-2 « Ice melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals ».

## RAPPORT D'ANALYSES

Ce document présente les résultats d'une série d'analyses réalisées sur le produit de déverglçage.

### AVIFORM L50 Runway De-Icer

ADDCON Nordic AS-Tormod Gjestlands veg 16-Postboks 1138,-3936 Porsgrunn-Norvège  
Produit de déverglçage : Formiate de potassium  
Date de réception des échantillons : 11 février 2013

Il s'inscrit dans une campagne d'essais visant à évaluer les performances de l'ensemble de la gamme des produits de déverglçage conventionnellement employés sur les plates-formes aéroportuaires françaises.

Destinés principalement aux services aéroportuaires en charge des opérations de déverglçage, ainsi qu'aux services de l'État intervenant dans ce domaine, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant :

- (1) de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglçage,
- (2) d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'amélioration des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
- (3) de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits, utile notamment pour l'élaboration des critères de sélection des prestataires dans le cadre de la passation des marchés de fourniture des produits,
- (4) de venir « nourrir » les réflexions en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

L'organisation des tests d'efficacité des produits de déverglçage a été assurée par l'équipe ressources « viabilité hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)), sous l'égide du Service Technique de l'Aviation Civile.

#### Mises en garde sur l'utilisation des données :

##### Avertissements :

- (1) Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglçage sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
- (2) Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précaution d'usage, manipulation, stockage et élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
- (3) Le document du STAC s'applique aux produits de déverglçage liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. Il ne se substitue pas aux normes et spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runways and Taxiways Deicing/anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers). Ces spécifications restent la référence en la matière, chaque fournisseur de produit doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.

##### Utilisation des données :

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans le document principal et dans chacune des fiches. Les protocoles internes peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie du document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

Service Technique de l'Aviation Civile  
AVIFORM L50 (Addcon)

Produit de déverglacement : Formiate de potassium  
Date de réception des échantillons : 11 février 2013

### Caractéristiques physico-chimiques du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
1	État (liquide / solide)	-	Liquide	11/02/2013	-
2	Couleur (visuelle)	-	Incolore	11/02/2013	-
3	Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>	1346	25/02/2013	NF EN ISO 3838 <sup>1</sup>
4	Viscosité cinématique	mm <sup>2</sup> /s		27/05/2013	NF EN ISO 3104 <sup>2</sup>
	20 °C		2,062		
	5 °C		2,980		
	-5 °C		4,559		
5	pH	-	11,2	25/02/2013	NF T 90-008 <sup>3</sup>
6	Indice de réfraction à 20 °C	-	1,3873	19/02/2013	Méthode interne LRN
7	Principe actif [HCOOK]	%	51	01/07/2013	Méthode interne LRN
8	Conductivité	mS/cm	228	25/02/2013	NF EN 27 888 <sup>4</sup>
9	Point d'éclair	°C	> 110,2*	23/05/2013	NF ISO 3680 <sup>5</sup>
10	Point d'auto-inflammation	°C	> 500	27/05/2013	ASTM E 659 <sup>6</sup>

\*la flamme s'éteint à partir de 110,2 °C, mais l'appareil ne détecte pas de flash.

### Caractéristiques environnementales et toxicité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
11	DBO <sub>5</sub> (20 °C)	mg/kg	Valeur non significative	05/07/2013	NF EN 1899-1 <sup>7</sup>
12	DCO	mg/kg	97 000	05/07/2013	NF T 90-101 <sup>8</sup>
13	DCO/DBO <sub>5</sub>	-			-
14	Biodégradabilité (20 °C)	heures		05/07/2013	NF EN ISO 9888 <sup>9</sup>
	10 %		68		
	50 %		93		
	90 %		111		
15	Toxicité aiguë sur Daphnies	g/L		03/06/2013	NF EN ISO 6341 <sup>10</sup>
	CE 50i - 24 heures		1,4 (1,2-1,7)		
	CE 50i - 48 h		1,2 (1,0-1,5)		

<sup>1</sup> Pétrole brut et produits pétroliers liquides ou solides – Détermination de la masse volumique ou de la densité- Méthode du pycnomètre à bouchon capillaire et du pycnomètre bicapillaire gradué – mai 2004.

<sup>2</sup> Produits pétroliers - Liquides opaques et transparents - Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique – Août 1996.

<sup>3</sup> Qualité de l'eau – Détermination du pH – Février 2001.

<sup>4</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique – Janvier 1994.

<sup>5</sup> Essai de point d'éclair de type passe/ne passe pas - Méthode rapide à l'équilibre en vase clos – Avril 2004.

<sup>6</sup> Standard Test Method for Auto ignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.

<sup>7</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1 : méthode par dilution et ensemencement avec apport d'allyl thio-urée – Mai 1998.

<sup>8</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.

<sup>9</sup> Qualité de l'eau - Évaluation, en milieu aqueux, de la biodégradabilité aérobie ultime des composés organiques - Essai statique (méthode Zahn- Wellens). – Septembre 1999.

<sup>10</sup> Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – Mai 1996.

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % des CE50 (Concentration efficace provoquant un effet sur 50 % de la population après 24 heures ou 48 heures).

**Efficacité du produit**

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
16	Température de congélation du produit en fonction du titre massique (%)	°C		01/07/2013	Méthode interne LRN
	Titre massique : 20 %		-4		
	Titre massique : 40 %		-12,5		
	Titre massique : 60 %		-23		
	Titre massique : 80 %		-34,5		
	Titre massique : 100 %		-54		
17	Ice-melting	g <sub>glace</sub> / g <sub>produit</sub>		20/11/2013	Méthode SHRP 205-2 <sup>11</sup>
	T = -5 °C				
	5 min		1,14		
	10 min		1,79		
	30 min		2,08		
	T = -10 °C				
	5 min		0,97		
	10 min		1,14		
	30 min	1,48			

<sup>11</sup> Méthode SHRP 205-2 « Ice melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals ».

Service Technique de l'Aviation Civile  
SAFEWAY KA HOT (Clariant)

Produit de déverglaçage : Acétate de potassium  
Date de réception des échantillons : 27 janvier 2010

## RAPPORT D'ANALYSES

Ce document présente les résultats d'une série d'analyses réalisées sur le produit de déverglaçage.

### SAFEWAY KA HOT Runway De-Icer

Clariant Produkte (Deutschland) GmbH 65926 Frankfurt am Main  
Produit de déverglaçage : Acétate de potassium  
Date de réception des échantillons : 27 janvier 2010

Il s'inscrit dans une campagne d'essais visant à évaluer les performances de l'ensemble de la gamme des produits de déverglaçage conventionnellement employés sur les plates-formes aéroportuaires françaises.

Destinés principalement aux services aéroportuaires en charge des opérations de déverglaçage, ainsi qu'aux services de l'État intervenant dans ce domaine, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant :

- (1) de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage,
- (2) d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'amélioration des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
- (3) de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits, utile notamment pour l'élaboration des critères de sélection des prestataires dans le cadre de la passation des marchés de fourniture des produits,
- (4) de venir « nourrir » les réflexions en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

L'organisation des tests d'efficacité des produits de déverglaçage a été assurée par l'équipe ressources « viabilité hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)), sous l'égide du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Mises en garde sur l'utilisation des données :

#### Avertissements :

- (1) Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
- (2) Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précaution d'usage, manipulation, stockage et élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
- (3) Le document du STAC s'applique aux produits de déverglaçage liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. Il ne se substitue pas aux normes et spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runways and Taxiways Deicing/anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers). Ces spécifications restent la référence en la matière, chaque fournisseur de produit doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.

#### Utilisation des données :

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans le document principal et dans chacune des fiches. Les protocoles internes peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie du document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Caractéristiques physico-chimiques du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
1	État (liquide / solide)	-	Liquide	27/01/2010	-
2	Couleur (visuelle)	-	Incolore	27/01/2010	-
3	Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>	1284	17/06/2010	NF EN ISO 3838 <sup>1</sup>
4	Viscosité cinématique	mm <sup>2</sup> /s		22/10/2010	NF EN ISO 3104 <sup>2</sup>
	20 °C		4,908		
	5 °C		8,671		
	-5 °C		13,590		
5	pH	-	9,94	17/06/2010	NF T 90-008 <sup>3</sup>
6	Indice de réfraction à 20 °C	-	1,3966	04/02/2010	Méthode interne LRN
7	Principe actif [CH <sub>3</sub> COOK]	%	54	03/12/2010	Méthode interne LRN
8	Conductivité	mS/cm	101,9	17/06/2010	NF EN 27 888 <sup>4</sup>
9	Point d'éclair	°C	> 90*	22/10/2010	NF ISO 3680 <sup>5</sup>
10	Point d'auto-inflammation	°C	> 500	22/10/2010	ASTM E 659 <sup>6</sup>

\*la flamme s'éteint à partir de 90 °C, mais l'appareil ne détecte pas de flash.

### Caractéristiques environnementales et toxicité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
11	DBO <sub>5</sub> (20 °C)	mg/kg	235 694	12/11/2010	NF EN 1899-1 <sup>7</sup>
12	DCO	mg/kg	327 940	03/08/2010	NF T 90-101 <sup>8</sup>
13	DCO/DBO <sub>5</sub>	-	1,39	12/11/2010	-
14	Biodégradabilité (20 °C)	heures		06/05/2011	NF EN ISO 9888 <sup>9</sup>
	10 %		3		
	50 %		16		
	90 %		37		
15	Toxicité aiguë sur Daphnies	g/L		20/08/2010	NF EN ISO 6341 <sup>10</sup>
	CE 50i - 24 heures		2,30 (2,18-2,56)		
	CE 50i - 48 h		2,30 (2,18-2,56)		

<sup>1</sup> Pétrole brut et produits pétroliers liquides ou solides – Détermination de la masse volumique ou de la densité- Méthode du pycnomètre à bouchon capillaire et du pycnomètre bicapillaire gradué – mai 2004.

<sup>2</sup> Produits pétroliers - Liquides opaques et transparents - Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique – Août 1996.

<sup>3</sup> Qualité de l'eau – Détermination du pH – Février 2001.

<sup>4</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique – Janvier 1994.

<sup>5</sup> Essai de point d'éclair de type passe/ne passe pas - Méthode rapide à l'équilibre en vase clos – Avril 2004.

<sup>6</sup> Standard Test Method for Auto ignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.

<sup>7</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1 : méthode par dilution et ensemencement avec apport d'allyl thio-urée – Mai 1998.

<sup>8</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.

<sup>9</sup> Qualité de l'eau - Évaluation, en milieu aqueux, de la biodégradabilité aérobie ultime des composés organiques - Essai statique (méthode Zahn- Wellens). – Septembre 1999.

<sup>10</sup> Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – Mai 1996.

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % des CE50 (Concentration efficace provoquant un effet sur 50 % de la population après 24 heures ou 48 heures).

Service Technique de l'Aviation Civile  
SAFEWAY KA HOT (Clariant)

Produit de déverglacement : Acétate de potassium  
Date de réception des échantillons : 27 janvier 2010

### Efficacité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
16	Température de congélation du produit en fonction du titre massique (%)	°C		25/10/2010	Méthode interne LRN
	Titre massique : 20 %		-3		
	Titre massique : 40 %		-12		
	Titre massique : 60 %		-26		
	Titre massique : 80 %		-52		
	Titre massique : 100 %		-72		
17	Ice-melting	$g_{\text{glace}} / g_{\text{produit}}$		25/06/2012	Méthode SHRP 205-2 <sup>11</sup>
	T = -5 °C				
	5 min		1,07		
	10 min		1,40		
	30 min		1,78		
	T = -10 °C				
	5 min		0,94		
10 min		1,13			
	30 min		1,50		

<sup>11</sup> Méthode SHRP 205-2 « Ice melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals ».

## RAPPORT D'ANALYSES

Ce document présente les résultats d'une série d'analyses réalisées sur le produit de déverglçage.

### CRYOTECH E36 Runway De-Icer

Proviron Industries N.V. -Zone 2 – G. Gilliotstraat 60-B-2620 Hemiksem –Belgium  
Produit de déverglçage: Acétate de potassium  
Date de réception des échantillons: 22 janvier 2009

Il s'inscrit dans une campagne d'essais visant à évaluer les performances de l'ensemble de la gamme des produits de déverglçage conventionnellement employés sur les plates-formes aéroportuaires françaises.

Destinés principalement aux services aéroportuaires en charge des opérations de déverglçage, ainsi qu'aux services de l'État intervenant dans ce domaine, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant :

- (1) de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglçage,
- (2) d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'amélioration des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
- (3) de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits, utile notamment pour l'élaboration des critères de sélection des prestataires dans le cadre de la passation des marchés de fourniture des produits,
- (4) de venir « nourrir » les réflexions en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

L'organisation des tests d'efficacité des produits de déverglçage a été assurée par l'équipe ressources « viabilité hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)), sous l'égide du Service Technique de l'Aviation Civile.

#### Mises en garde sur l'utilisation des données :

##### Avertissements :

- (1) Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglçage sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
- (2) Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précaution d'usage, manipulation, stockage et élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
- (3) Le document du STAC s'applique aux produits de déverglçage liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. Il ne se substitue pas aux normes et spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runways and Taxiways Deicing/anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers). Ces spécifications restent la référence en la matière, chaque fournisseur de produit doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.

##### Utilisation des données :

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans le document principal et dans chacune des fiches. Les protocoles internes peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie du document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

Service Technique de l'Aviation Civile  
CRYOTECH E36 (Proviron Industrie N.V.)

Produit de déverglçage : Acétate de potassium  
Date de réception des échantillons : 22 janvier 2009

### Caractéristiques physico-chimiques du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
1	État (liquide / solide)	-	Liquide	23/01/2009	-
2	Couleur (visuelle)	-	Incolore	23/01/2009	-
3	Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>	1277	11/05/2009	NF EN ISO 3838 <sup>1</sup>
4	Viscosité cinématique	mm <sup>2</sup> /s		22/10/2010	NF EN ISO 3104 <sup>2</sup>
	20 °C		4,445		
	5 °C		7,685		
	-5 °C		11,94		
5	pH	-	10,68	11/05/2009	NF T 90-008 <sup>3</sup>
6	Indice de réfraction à 20 °C	-	1,394	30/09/2009	Méthode interne LRN
7	Principe actif [CH <sub>3</sub> COOK]	%	52	03/12/2010	Méthode interne LRN
8	Conductivité	mS/cm	108,9	11/05/2009	NF EN 27 888 <sup>4</sup>
9	Point d'éclair	°C	> 90*	22/10/2010	NF ISO 3680 <sup>5</sup>
10	Point d'auto-inflammation	°C	> 500	22/10/2010	ASTM E 659 <sup>6</sup>

\*la flamme s'éteint à partir de 90 °C, mais l'appareil ne détecte pas de flash.

### Caractéristiques environnementales et toxicité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
11	DBO <sub>5</sub> (20 °C)	mg/kg	203 524	08/12/2009	NF EN 1899-1 <sup>7</sup>
12	DCO	mg/kg	330 502	08/12/2009	NF T 90-101 <sup>8</sup>
13	DCO/DBO <sub>5</sub>	-	1,62	08/12/2009	-
14	Biodégradabilité (20 °C)	heures		06/05/2011	NF EN ISO 9888 <sup>9</sup>
	10 %		4		
	50 %		18		
	90 %		42		
15	Toxicité aiguë sur Daphnies	g/L		31/07/2009	NF EN ISO 6341 <sup>10</sup>
	CE 50i - 24 heures		2,82 (2,56-3,20)		
	CE 50i - 48 h		2,56 (2,30-2,94)		

<sup>1</sup> Pétrole brut et produits pétroliers liquides ou solides – Détermination de la masse volumique ou de la densité- Méthode du pycnomètre à bouchon capillaire et du pycnomètre bicapillaire gradué – mai 2004.

<sup>2</sup> Produits pétroliers - Liquides opaques et transparents - Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique – Août 1996.

<sup>3</sup> Qualité de l'eau – Détermination du pH – Février 2001.

<sup>4</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique – Janvier 1994.

<sup>5</sup> Essai de point d'éclair de type passe/ne passe pas - Méthode rapide à l'équilibre en vase clos – Avril 2004.

<sup>6</sup> Standard Test Method for Auto ignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.

<sup>7</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1 : méthode par dilution et ensemencement avec apport d'allyl thio-urée – Mai 1998.

<sup>8</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.

<sup>9</sup> Qualité de l'eau - Évaluation, en milieu aqueux, de la biodégradabilité aérobie ultime des composés organiques - Essai statique (méthode Zahn- Wellens). – Septembre 1999.

<sup>10</sup> Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – Mai 1996.

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % des CE50 (Concentration efficace provoquant un effet sur 50 % de la population après 24 heures ou 48 heures).

**Efficacité du produit**

<i>N°</i>	<i>Intitulés</i>	<i>Unités</i>	<i>Valeurs</i>	<i>Date</i>	<i>Références normatives</i>
16	<i>Température de congélation du produit en fonction du titre massique (%)</i>	°C		09/11/2009	<i>Méthode interne LRN</i>
	<i>Titre massique : 20 %</i>		-3		
	<i>Titre massique : 40 %</i>		-11		
	<i>Titre massique : 60 %</i>		-22		
	<i>Titre massique : 80 %</i>		-46		
	<i>Titre massique : 100 %</i>		-65		
17	<i>Ice-melting</i>	<i>g<sub>glace</sub> / g<sub>produit</sub></i>		25/06/2012	<i>Méthode SHRP 205-2<sup>11</sup></i>
	<i>T = -5 °C</i>				
	<i>5 min</i>		1,21		
	<i>10 min</i>		1,42		
	<i>30 min</i>		2,13		
	<i>T = -10 °C</i>				
	<i>5 min</i>		1,00		
	<i>10 min</i>	1,10			
	<i>30 min</i>	1,50			

<sup>11</sup> Méthode SHRP 205-2 « Ice melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals ».

Service Technique de l'Aviation Civile  
SAFEGRIP (Abax Industries)

Produit de déverglaçage : Acétate de potassium  
Date de réception des échantillons : 29 janvier 2009

## RAPPORT D'ANALYSES

Ce document présente les résultats d'une série d'analyses réalisées sur le produit de déverglaçage.

### SAFEGRIP Runway De-Icer

ABAX Industries SPCA - 9, voie de Seine - 94290 VILLENEUVE LE ROI  
Produit de déverglaçage : Acétate de potassium  
Date de réception des échantillons : 29 janvier 2009

Il s'inscrit dans une campagne d'essais visant à évaluer les performances de l'ensemble de la gamme des produits de déverglaçage conventionnellement employés sur les plates-formes aéroportuaires françaises.

Destinés principalement aux services aéroportuaires en charge des opérations de déverglaçage, ainsi qu'aux services de l'État intervenant dans ce domaine, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant :

- (1) de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage,
- (2) d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'amélioration des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
- (3) de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits, utile notamment pour l'élaboration des critères de sélection des prestataires dans le cadre de la passation des marchés de fourniture des produits,
- (4) de venir « nourrir » les réflexions en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

L'organisation des tests d'efficacité des produits de déverglaçage a été assurée par l'équipe ressources « viabilité hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)), sous l'égide du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Mises en garde sur l'utilisation des données :

#### Avertissements :

- (1) Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
- (2) Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précaution d'usage, manipulation, stockage et élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
- (3) Le document du STAC s'applique aux produits de déverglaçage liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. Il ne se substitue pas aux normes et spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runways and Taxiways Deicing/anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers). Ces spécifications restent la référence en la matière, chaque fournisseur de produit doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.

#### Utilisation des données :

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans le document principal et dans chacune des fiches. Les protocoles internes peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie du document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Caractéristiques physico-chimiques du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
1	État (liquide / solide)	-	Liquide	29/01/2009	-
2	Couleur (visuelle)	-	Incolore	29/01/2009	-
3	Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>	1284	11/05/2009	NF EN ISO 3838 <sup>1</sup>
4	Viscosité cinématique	mm <sup>2</sup> /s		22/10/2010	NF EN ISO 3104 <sup>2</sup>
	20 °C		4,832		
	5 °C		8,512		
	-5 °C		13,40		
5	pH	-	10,54	11/05/2009	NF T 90-008 <sup>3</sup>
6	Indice de réfraction à 20 °C	-	1,3962	30/09/2009	Méthode interne LRN
7	Principe actif [CH <sub>3</sub> COOK]	%	53	03/12/2010	Méthode interne LRN
8	Conductivité	mS/cm	103,1	11/05/2009	NF EN 27 888 <sup>4</sup>
9	Point d'éclair	°C	> 90*	22/10/2010	NF ISO 3680 <sup>5</sup>
10	Point d'auto-inflammation	°C	> 500	22/10/2010	ASTM E 659 <sup>6</sup>

\*la flamme s'éteint à partir de 90 °C, mais l'appareil ne détecte pas de flash.

### Caractéristiques environnementales et toxicité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
11	DBO <sub>5</sub> (20 °C)	mg/kg	234 271	08/12/2009	NF EN 1899-1 <sup>7</sup>
12	DCO	mg/kg	343 556	08/12/2009	NF T 90-101 <sup>8</sup>
13	DCO/DBO <sub>5</sub>	-	1,47	08/12/2009	-
14	Biodégradabilité (20 °C)	heures		06/05/2011	NF EN ISO 9888 <sup>9</sup>
	10 %		3		
	50 %		17		
	90 %		36		
15	Toxicité aiguë sur Daphnies	g/L		31/07/2009	NF EN ISO 6341 <sup>10</sup>
	CE 50i - 24 heures		2,82 (2,56-3,20)		
	CE 50i - 48 h		2,69 (2,43-2,94)		

<sup>1</sup> Pétrole brut et produits pétroliers liquides ou solides – Détermination de la masse volumique ou de la densité- Méthode du pycnomètre à bouchon capillaire et du pycnomètre bicapillaire gradué – mai 2004.

<sup>2</sup> Produits pétroliers - Liquides opaques et transparents - Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique – Août 1996.

<sup>3</sup> Qualité de l'eau – Détermination du pH – Février 2001.

<sup>4</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique – Janvier 1994.

<sup>5</sup> Essai de point d'éclair de type passe/ne passe pas - Méthode rapide à l'équilibre en vase clos – Avril 2004.

<sup>6</sup> Standard Test Method for Auto ignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.

<sup>7</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1 : méthode par dilution et ensemencement avec apport d'allyl thio-urée – Mai 1998.

<sup>8</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.

<sup>9</sup> Qualité de l'eau - Évaluation, en milieu aqueux, de la biodégradabilité aérobie ultime des composés organiques - Essai statique (méthode Zahn- Wellens). – Septembre 1999.

<sup>10</sup> Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – Mai 1996.

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % des CE50 (Concentration efficace provoquant un effet sur 50 % de la population après 24 heures ou 48 heures).

Service Technique de l'Aviation Civile  
SAFEGRIP (Abax Industries)

Produit de déverglçage : Acétate de potassium  
Date de réception des échantillons : 29 janvier 2009

### Efficacité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
16	Température de congélation du produit en fonction du titre massique (%)	°C		09/11/2009	Méthode interne LRN
	Titre massique : 20 %		-5		
	Titre massique : 40 %		-12		
	Titre massique : 60 %		-26		
	Titre massique : 80 %		-50		
	Titre massique : 100 %		-72		
17	Ice-melting	$g_{\text{glace}} / g_{\text{produit}}$		25/06/2012	Méthode SHRP 205-2 <sup>11</sup>
	T = -5 °C				
	5 min		1,17		
	10 min		1,46		
	30 min		1,96		
	T = -10 °C				
	5 min		1,01		
10 min		1,10			
	30 min		1,39		

<sup>11</sup> Méthode SHRP 205-2 « Ice melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals ».

## RAPPORT D'ANALYSES

Ce document présente les résultats d'une série d'analyses réalisées sur le produit de déverglaçage.

### CLEARWAY 1 Runway De-Icer

Kemira ChemSolutions b.v.- P.O. Box 60 - 4000AB Tiel- NETHERLANDS  
Produit de déverglaçage : Acétate de potassium  
Date de réception des échantillons : 14 février 2009

Il s'inscrit dans une campagne d'essais visant à évaluer les performances de l'ensemble de la gamme des produits de déverglaçage conventionnellement employés sur les plates-formes aéroportuaires françaises.

Destinés principalement aux services aéroportuaires en charge des opérations de déverglaçage, ainsi qu'aux services de l'État intervenant dans ce domaine, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant :

- (1) de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage,
- (2) d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'amélioration des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
- (3) de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits, utile notamment pour l'élaboration des critères de sélection des prestataires dans le cadre de la passation des marchés de fourniture des produits,
- (4) de venir « nourrir » les réflexions en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

L'organisation des tests d'efficacité des produits de déverglaçage a été assurée par l'équipe ressources « viabilité hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)), sous l'égide du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Mises en garde sur l'utilisation des données :

#### Avertissements :

- (1) Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
- (2) Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précaution d'usage, manipulation, stockage et élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
- (3) Le document du STAC s'applique aux produits de déverglaçage liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. Il ne se substitue pas aux normes et spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runways and Taxiways Deicing/anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers). Ces spécifications restent la référence en la matière, chaque fournisseur de produit doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.

#### Utilisation des données :

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans le document principal et dans chacune des fiches. Les protocoles internes peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie du document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

Service Technique de l'Aviation Civile  
CLEARWAY 1 (Kemira)

Produit de déverglacement : Acétate de potassium  
Date de réception des échantillons : 14 février 2009

### Caractéristiques physico-chimiques du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
1	État (liquide / solide)	-	Liquide	15/02/2009	-
2	Couleur (visuelle)	-	Incolore	15/02/2009	-
3	Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>	1282	11/05/2009	NF EN ISO 3838 <sup>1</sup>
4	Viscosité cinématique	mm <sup>2</sup> /s		22/10/2010	NF EN ISO 3104 <sup>2</sup>
	20 °C		4,549		
	5 °C		7,910		
	-5 °C		12,240		
5	pH	-	11,30	11/05/2009	NF T 90-008 <sup>3</sup>
6	Indice de réfraction à 20 °C	-	1,3947	30/09/2009	Méthode interne LRN
7	Principe actif [CH <sub>3</sub> COOK]	%	52	03/12/2010	Méthode interne LRN
8	Conductivité	mS/cm	107,5	11/05/2009	NF EN 27 888 <sup>4</sup>
9	Point d'éclair	°C	> 90*	22/10/2010	NF ISO 3680 <sup>5</sup>
10	Point d'auto-inflammation	°C	> 500	22/10/2010	ASTM E 659 <sup>6</sup>

\*la flamme s'éteint à partir de 90 °C, mais l'appareil ne détecte pas de flash.

### Caractéristiques environnementales et toxicité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
11	DBO <sub>5</sub> (20 °C)	mg/kg	208 223	08/12/2009	NF EN 1899-1 <sup>7</sup>
12	DCO	mg/kg	331 270	08/12/2009	NF T 90-101 <sup>8</sup>
13	DCO/DBO <sub>5</sub>	-	1,59	08/12/2009	-
14	Biodégradabilité (20 °C)	heures		05/06/2011	NF EN ISO 9888 <sup>9</sup>
	10 %		4		
	50 %		19		
	90 %		40		
15	Toxicité aiguë sur Daphnies	g/L		31/07/2009	NF EN ISO 6341 <sup>10</sup>
	CE 50i - 24 heures		2,30 (2,18-2,56)		
	CE 50i - 48 h		2,18 (2,05-2,43)		

<sup>1</sup> Pétrole brut et produits pétroliers liquides ou solides – Détermination de la masse volumique ou de la densité- Méthode du pycnomètre à bouchon capillaire et du pycnomètre bicapillaire gradué – mai 2004.

<sup>2</sup> Produits pétroliers - Liquides opaques et transparents - Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique – Août 1996.

<sup>3</sup> Qualité de l'eau – Détermination du pH – Février 2001.

<sup>4</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique – Janvier 1994.

<sup>5</sup> Essai de point d'éclair de type passe/ne passe pas - Méthode rapide à l'équilibre en vase clos – Avril 2004.

<sup>6</sup> Standard Test Method for Auto ignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.

<sup>7</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1 : méthode par dilution et ensemencement avec apport d'allyl thio-urée – Mai 1998.

<sup>8</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.

<sup>9</sup> Qualité de l'eau - Évaluation, en milieu aqueux, de la biodégradabilité aérobie ultime des composés organiques - Essai statique (méthode Zahn- Wellens). – Septembre 1999.

<sup>10</sup> Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – Mai 1996.

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % des CE50 (Concentration efficace provoquant un effet sur 50 % de la population après 24 heures ou 48 heures).

**Efficacité du produit**

<i>N°</i>	<i>Intitulés</i>	<i>Unités</i>	<i>Valeurs</i>	<i>Date</i>	<i>Références normatives</i>
16	<i>Température de congélation du produit en fonction du titre massique (%)</i>	°C		09/11/2009	<i>Méthode interne LRN</i>
	<i>Titre massique : 20 %</i>		-3		
	<i>Titre massique : 40 %</i>		-14		
	<i>Titre massique : 60 %</i>		-22		
	<i>Titre massique : 80 %</i>		-46		
	<i>Titre massique : 100 %</i>		-65		
17	<i>Ice-melting</i>	<i>g<sub>glace</sub> / g<sub>produit</sub></i>		25/06/2012	<i>Méthode SHRP 205-2<sup>11</sup></i>
	<i>T = -5 °C</i>				
	<i>5 min</i>		1,15		
	<i>10 min</i>		1,36		
	<i>30 min</i>		1,79		
	<i>T = -10 °C</i>				
	<i>5 min</i>		0,91		
	<i>10 min</i>	1,19			
	<i>30 min</i>	1,24			

<sup>11</sup> Méthode SHRP 205-2 « Ice melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals ».

Service Technique de l'Aviation Civile  
PROVIFROST KA ECO (Proviron Industrie N.V.)

Produit de déverglaçage : Acétate de potassium  
Date de réception des échantillons : 23 janvier 2013

## RAPPORT D'ANALYSES

Ce document présente les résultats d'une série d'analyses réalisées sur le produit de déverglaçage.

### PROVIFROST KA ECO Runway De-Icer

Proviron Industries N.V. -Zone 2 – G. Gilliotstraat 60-B-2620 Hemiksem –Belgium  
Produit de déverglaçage : Acétate de potassium  
Date de réception des échantillons : 23 janvier 2013

Il s'inscrit dans une campagne d'essais visant à évaluer les performances de l'ensemble de la gamme des produits de déverglaçage conventionnellement employés sur les plates-formes aéroportuaires françaises.

Destinés principalement aux services aéroportuaires en charge des opérations de déverglaçage, ainsi qu'aux services de l'État intervenant dans ce domaine, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant :

- (1) de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage,
- (2) d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'amélioration des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
- (3) de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits, utile notamment pour l'élaboration des critères de sélection des prestataires dans le cadre de la passation des marchés de fourniture des produits,
- (4) de venir « nourrir » les réflexions en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

L'organisation des tests d'efficacité des produits de déverglaçage a été assurée par l'équipe ressources « viabilité hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)), sous l'égide du Service Technique de l'Aviation Civile.

#### Mises en garde sur l'utilisation des données :

##### Avertissements :

- (1) Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
- (2) Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précaution d'usage, manipulation, stockage et élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
- (3) Le document du STAC s'applique aux produits de déverglaçage liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. Il ne se substitue pas aux normes et spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runways and Taxiways Deicing/anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers). Ces spécifications restent la référence en la matière, chaque fournisseur de produit doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.

##### Utilisation des données :

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans le document principal et dans chacune des fiches. Les protocoles internes peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie du document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Caractéristiques physico-chimiques du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
1	État (liquide / solide)	-	Liquide	23/01/2013	-
2	Couleur (visuelle)	-	Incolore	23/01/2013	-
3	Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>	1275	25/02/2013	NF EN ISO 3838 <sup>1</sup>
4	Viscosité cinématique	mm <sup>2</sup> /s		27/05/2013	NF EN ISO 3104 <sup>2</sup>
	20 °C		4,466		
	5 °C		7,668		
	-5 °C		12,110		
5	pH	-	10,8	25/02/2013	NF T 90-008 <sup>3</sup>
6	Indice de réfraction à 20 °C	-	1,3940	19/02/2013	Méthode interne LRN
7	Principe actif [CH <sub>3</sub> COOK]	%	51	01/07/2013	Méthode interne LRN
8	Conductivité	mS/cm	157	25/02/2013	NF EN 27 888 <sup>4</sup>
9	Point d'éclair	°C	> 110,2*	23/05/2013	NF ISO 3680 <sup>5</sup>
10	Point d'auto-inflammation	°C	> 500	27/05/2013	ASTM E 659 <sup>6</sup>

\*la flamme s'éteint à partir de 110,2 °C, mais l'appareil ne détecte pas de flash.

### Caractéristiques environnementales et toxicité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
11	DBO <sub>5</sub> (20 °C)	mg/kg	200 035	05/07/2013	NF EN 1899-1 <sup>7</sup>
12	DCO	mg/kg	305 847	05/07/2013	NF T 90-101 <sup>8</sup>
13	DCO/DBO <sub>5</sub>	-	1,53	05/07/2013	-
14	Biodégradabilité (20 °C)	heures		05/07/2013	NF EN ISO 9888 <sup>9</sup>
	10 %		4		
	50 %		18		
	90 %		41		
15	Toxicité aiguë sur Daphnies	g/L		06/06/2013	NF EN ISO 6341 <sup>10</sup>
	CE 50i - 24 heures		1,5 (1,31-1,7)		
	CE 50i - 48 h		1,5 (1,3-1,7)		

<sup>1</sup> Pétrole brut et produits pétroliers liquides ou solides – Détermination de la masse volumique ou de la densité- Méthode du pycnomètre à bouchon capillaire et du pycnomètre bicapillaire gradué – mai 2004.

<sup>2</sup> Produits pétroliers - Liquides opaques et transparents - Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique – Août 1996.

<sup>3</sup> Qualité de l'eau – Détermination du pH – Février 2001.

<sup>4</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique – Janvier 1994.

<sup>5</sup> Essai de point d'éclair de type passe/ne passe pas - Méthode rapide à l'équilibre en vase clos – Avril 2004.

<sup>6</sup> Standard Test Method for Auto ignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.

<sup>7</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1 : méthode par dilution et ensemencement avec apport d'allyl thio-urée – Mai 1998.

<sup>8</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.

<sup>9</sup> Qualité de l'eau - Évaluation, en milieu aqueux, de la biodégradabilité aérobie ultime des composés organiques - Essai statique (méthode Zahn- Wellens). – Septembre 1999.

<sup>10</sup> Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – Mai 1996.

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % des CE50 (Concentration efficace provoquant un effet sur 50 % de la population après 24 heures ou 48 heures).

Service Technique de l'Aviation Civile  
 PROVIFROST KA ECO (Proviron Industrie N.V.)

Produit de déverglacement : Acétate de potassium  
 Date de réception des échantillons : 23 janvier 2013

### Efficacité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
16	Température de congélation du produit en fonction du titre massique (%)	°C		01/07/2013	Méthode interne LRN
	Titre massique : 20 %		-7		
	Titre massique : 40 %		-13,0		
	Titre massique : 60 %		-25,0		
	Titre massique : 80 %		-48,5		
	Titre massique : 100 %		-75,0		
17	Ice-melting	$g_{\text{glace}} / g_{\text{produit}}$		20/11/2013	Méthode SHRP 205-2 <sup>11</sup>
	T = -5 °C				
	5 min		1,02		
	10 min		1,26		
	30 min		2,13		
	T = -10 °C				
	5 min		1,00		
	10 min		1,07		
	30 min		1,44		

<sup>11</sup> Méthode SHRP 205-2 « Ice melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals ».

## RAPPORT D'ANALYSES

Ce document présente les résultats d'une série d'analyses réalisées sur le produit de déverglaçage.

### ESTOROB BIO D-Icer Runway De-Icer

NOVANCE-BP 20609-60206 VENETTE – France  
Produit de déverglaçage : Glycérol  
Date de réception des échantillons : 28 janvier 2010

Il s'inscrit dans une campagne d'essais visant à évaluer les performances de l'ensemble de la gamme des produits de déverglaçage conventionnellement employés sur les plates-formes aéroportuaires françaises.

Destinés principalement aux services aéroportuaires en charge des opérations de déverglaçage, ainsi qu'aux services de l'État intervenant dans ce domaine, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant :

- (1) de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage,
- (2) d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'amélioration des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
- (3) de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits, utile notamment pour l'élaboration des critères de sélection des prestataires dans le cadre de la passation des marchés de fourniture des produits,
- (4) de venir « nourrir » les réflexions en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

L'organisation des tests d'efficacité des produits de déverglaçage a été assurée par l'équipe ressources « viabilité hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)), sous l'égide du Service Technique de l'Aviation Civile.

#### Mises en garde sur l'utilisation des données :

##### Avertissements :

- (1) Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
- (2) Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précaution d'usage, manipulation, stockage et élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
- (3) Le document du STAC s'applique aux produits de déverglaçage liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. Il ne se substitue pas aux normes et spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runways and Taxiways Deicing/anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers). Ces spécifications restent la référence en la matière, chaque fournisseur de produit doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.

##### Utilisation des données :

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans le document principal et dans chacune des fiches. Les protocoles internes peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie du document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

Service Technique de l'Aviation Civile  
ESTOROB BIO D-Icer (Novance)

Produit de déverglçage : Glycérol  
Date de réception des échantillons : 28 janvier 2010

### Caractéristiques physico-chimiques du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
1	État (liquide / solide)	-	Liquide	28/01/2010	-
2	Couleur (visuelle)	-	Incolore	28/01/2010	-
3	Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>	1177	17/06/2010	NF EN ISO 3838 <sup>1</sup>
4	Viscosité cinématique	mm <sup>2</sup> /s		22/10/2010	NF EN ISO 3104 <sup>2</sup>
	20 °C		20,53		
	5 °C		49,21		
	-5 °C		100,30		
5	pH	-	7,77	17/06/2010	NF T 90-008 <sup>3</sup>
6	Indice de réfraction à 20 °C	-	1,4256	04/02/2010	Méthode interne LRN
7	Principe actif [C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> ]	%	69	03/12/2010	Méthode interne LRN
8	Conductivité	mS/cm	2,7	17/06/2010	NF EN 27 888 <sup>4</sup>
9	Point d'éclair	°C	> 90*	22/10/2010	NF ISO 3680 <sup>5</sup>
10	Point d'auto-inflammation	°C	> 500	22/10/2010	ASTM E 659 <sup>6</sup>

\*la flamme s'éteint à partir de 90 °C, mais l'appareil ne détecte pas de flash.

### Caractéristiques environnementales et toxicité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
11	DBO <sub>5</sub> (20 °C)	mg/kg	437 317	03/08/2010	NF EN 1899-1 <sup>7</sup>
12	DCO	mg/kg	833 402	03/08/2010	NF T 90-101 <sup>8</sup>
13	DCO/DBO <sub>5</sub>	-	1,91	12/11/2010	-
14	Biodégradabilité (20 °C)	heures		06/05/2011	NF EN ISO 9888 <sup>9</sup>
	10 %		22		
	50 %		52		
	90 %		135		
15	Toxicité aiguë sur Daphnies	g/L		20/08/2010	NF EN ISO 6341 <sup>10</sup>
	CE 50i - 24 heures		57,6 (52,5-63,6)		
	CE 50i - 48 h		22,8 (20,4-25,2)		

<sup>1</sup> Pétrole brut et produits pétroliers liquides ou solides – Détermination de la masse volumique ou de la densité- Méthode du pycnomètre à bouchon capillaire et du pycnomètre bicapillaire gradué – mai 2004.

<sup>2</sup> Produits pétroliers - Liquides opaques et transparents - Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique – Août 1996.

<sup>3</sup> Qualité de l'eau – Détermination du pH – Février 2001.

<sup>4</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique – Janvier 1994.

<sup>5</sup> Essai de point d'éclair de type passe/ne passe pas - Méthode rapide à l'équilibre en vase clos – Avril 2004.

<sup>6</sup> Standard Test Method for Auto ignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.

<sup>7</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1 : méthode par dilution et ensemencement avec apport d'allyl thio-urée – Mai 1998.

<sup>8</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.

<sup>9</sup> Qualité de l'eau - Évaluation, en milieu aqueux, de la biodégradabilité aérobie ultime des composés organiques - Essai statique (méthode Zahn- Wellens). – Septembre 1999.

<sup>10</sup> Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – Mai 1996.

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % des CE50 (Concentration efficace provoquant un effet sur 50 % de la population après 24 heures ou 48 heures).

**Efficacité du produit**

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
16	Température de congélation du produit en fonction du titre massique (%)	°C		25/10/2010	Méthode interne LRN
	Titre massique : 20 %		-5		
	Titre massique : 40 %		-10,5		
	Titre massique : 60 %		-19,5		
	Titre massique : 80 %		-33		
	Titre massique : 100 %		-56		
17	Ice-melting	g <sub>glace</sub> / g <sub>produit</sub>		25/06/2012	Méthode SHRP 205-2 <sup>11</sup>
	T = -5 °C				
	5 min		0,66		
	10 min		0,84		
	30 min		1,34		
	T = -10 °C				
	5 min		0,42		
10 min	0,59				
	30 min	0,87			

<sup>11</sup> Méthode SHRP 205-2 « Ice melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals ».

Service Technique de l'Aviation Civile  
GEN 3 (Basic Solutions)

Produit de déverglacement : Glycérol + Acétate  
Date de réception des échantillons : 10 février 2011

## RAPPORT D'ANALYSES

Ce document présente les résultats d'une série d'analyses réalisées sur le produit de déverglacement.

### GEN 3 Runway De-Icer

Basic solutions – LNT Group/Isabella Rd., Helios 47/Garforth/Leeds LS25 2DY – England  
Produit de déverglacement : Glycérol + Acétate  
Date de réception des échantillons : 10 février 2011

Il s'inscrit dans une campagne d'essais visant à évaluer les performances de l'ensemble de la gamme des produits de déverglacement conventionnellement employés sur les plates-formes aéroportuaires françaises.

Destinés principalement aux services aéroportuaires en charge des opérations de déverglacement, ainsi qu'aux services de l'État intervenant dans ce domaine, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant :

- (1) de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglacement,
- (2) d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'amélioration des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
- (3) de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits, utile notamment pour l'élaboration des critères de sélection des prestataires dans le cadre de la passation des marchés de fourniture des produits,
- (4) de venir « nourrir » les réflexions en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglacement, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglacement, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

L'organisation des tests d'efficacité des produits de déverglacement a été assurée par l'équipe ressources « viabilité hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)), sous l'égide du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Mises en garde sur l'utilisation des données :

#### Avertissements :

- (1) Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglacement sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
- (2) Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précaution d'usage, manipulation, stockage et élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
- (3) Le document du STAC s'applique aux produits de déverglacement liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. Il ne se substitue pas aux normes et spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runways and Taxiways Deicing/anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers). Ces spécifications restent la référence en la matière, chaque fournisseur de produit doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.

#### Utilisation des données :

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans le document principal et dans chacune des fiches. Les protocoles internes peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie du document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Caractéristiques physico-chimiques du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
1	État (liquide / solide)	-	Liquide	10/02/2011	-
2	Couleur (visuelle)	-	Incolore	10/02/2011	-
3	Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>	1250	01/06/2011	NF EN ISO 3838 <sup>1</sup>
4	Viscosité cinématique	mm <sup>2</sup> /s		08/06/2011	NF EN ISO 3104 <sup>2</sup>
	20 °C		18,95		
	5 °C		44,33		
	-5 °C		90,62		
5	pH	-	10,5	01/06/2011	NF T 90-008 <sup>3</sup>
6	Indice de réfraction à 20 °C	-	1,4219	05/04/2011	Méthode interne LRN
7	Principe actif [C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> + CH <sub>3</sub> COOK]	%	Gly: 50,7 % KAc: 21,5 %	20/10/2011	Méthode interne LRN
8	Conductivité	mS/cm	19,6	01/06/2010	NF EN 27 888 <sup>4</sup>
9	Point d'éclair	°C	238	13/05/2011	NF ISO 3680 <sup>5</sup>
10	Point d'auto-inflammation	°C	> 500	08/06/2011	ASTM E 659 <sup>6</sup>

### Caractéristiques environnementales et toxicité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
11	DBO <sub>5</sub> (20 °C)	mg/kg	301 000	25/08/2011	NF EN 1899-1 <sup>7</sup>
12	DCO	mg/kg	650 000	25/08/2011	NF T 90-101 <sup>8</sup>
13	DCO/DBO <sub>5</sub>	-	2,16	25/08/2011	-
14	Biodégradabilité (20 °C)	heures		25/08/2011	NF EN ISO 9888 <sup>9</sup>
	10 %		5		
	50 %		32		
	90 %		97		
15	Toxicité aiguë sur Daphnies	g/L		25/05/2011	NF EN ISO 6341 <sup>10</sup>
	CE 50i - 24 heures		6,6 (5,9-7,3)		
	CE 50i - 48 h		6,3 (5,8-6,9)		

<sup>1</sup> Pétrole brut et produits pétroliers liquides ou solides – Détermination de la masse volumique ou de la densité- Méthode du pycnomètre à bouchon capillaire et du pycnomètre bicapillaire gradué – mai 2004.

<sup>2</sup> Produits pétroliers - Liquides opaques et transparents - Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique – Août 1996.

<sup>3</sup> Qualité de l'eau – Détermination du pH – Février 2001.

<sup>4</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique – Janvier 1994.

<sup>5</sup> Essai de point d'éclair de type passe/ne passe pas - Méthode rapide à l'équilibre en vase clos – Avril 2004.

<sup>6</sup> Standard Test Method for Auto ignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.

<sup>7</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1 : méthode par dilution et ensemencement avec apport d'allyl thio-urée – Mai 1998.

<sup>8</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.

<sup>9</sup> Qualité de l'eau - Évaluation, en milieu aqueux, de la biodégradabilité aérobie ultime des composés organiques - Essai statique (méthode Zahn- Wellens). – Septembre 1999.

<sup>10</sup> Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – Mai 1996.

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % des CE50 (Concentration efficace provoquant un effet sur 50 % de la population après 24 heures ou 48 heures).

Service Technique de l'Aviation Civile  
GEN 3 (Basic Solutions)

Produit de déverglacement : Glycérol + Acétate  
Date de réception des échantillons : 10 février 2011

### Efficacité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
16	Température de congélation du produit en fonction du titre massique (%)	°C		28/10/2011	Méthode interne LRN
	Titre massique : 20 %		-6		
	Titre massique : 40 %		-16		
	Titre massique : 60 %		-26		
	Titre massique : 80 %		-44		
	Titre massique : 100 %		-60		
17	Ice-melting T = -5 °C	g <sub>glace</sub> / g <sub>produit</sub>		25/06/2012	Méthode SHRP 205-2 <sup>11</sup>
	5 min		0,91		
	10 min		1,26		
	30 min		1,61		
	T = -10 °C				
	5 min		0,77		
	10 min		0,92		
	30 min	1,33			

<sup>11</sup> Méthode SHRP 205-2 « Ice melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals ».

## RAPPORT D'ANALYSES

Ce document présente les résultats d'une série d'analyses réalisées sur le produit de déverglaçage.

### SAFEWAY SF Runway De-Icer

Clariant Produkte (Deutschland) GmbH 65926 Frankfurt am Main  
Produit de déverglaçage : Formiate de sodium  
Date de réception des échantillons : 27 janvier 2010

Il s'inscrit dans une campagne d'essais visant à évaluer les performances de l'ensemble de la gamme des produits de déverglaçage conventionnellement employés sur les plates-formes aéroportuaires françaises.

Destinés principalement aux services aéroportuaires en charge des opérations de déverglaçage, ainsi qu'aux services de l'État intervenant dans ce domaine, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant :

- (1) de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage,
- (2) d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'amélioration des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
- (3) de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits, utile notamment pour l'élaboration des critères de sélection des prestataires dans le cadre de la passation des marchés de fourniture des produits,
- (4) de venir « nourrir » les réflexions en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

L'organisation des tests d'efficacité des produits de déverglaçage a été assurée par l'équipe ressources « viabilité hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)), sous l'égide du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Mises en garde sur l'utilisation des données :

#### Avertissements :

- (1) Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
- (2) Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précaution d'usage, manipulation, stockage et élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
- (3) Le document du STAC s'applique aux produits de déverglaçage liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. Il ne se substitue pas aux normes et spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runways and Taxiways Deicing/anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers). Ces spécifications restent la référence en la matière, chaque fournisseur de produit doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.

#### Utilisation des données :

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans le document principal et dans chacune des fiches. Les protocoles internes peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie du document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

Service Technique de l'Aviation Civile  
SAFEWAY SF (Clariant)

Produit de déverglacement : Formiate de sodium  
Date de réception des échantillons : 27 janvier 2010

### Caractéristiques physico-chimiques du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
1	État (liquide / solide)	-	Solide	10/03/2010	-
2	Couleur/Aspect (visuelle)	-	Granules irréguliers blanc	10/03/2010	-
3	Masse volumique apparente	kg/m <sup>3</sup>	1090	06/09/2010	Méthode interne n° 108 - LRN
4	Granulométrie Fuseau tamis en mm	Passant cumulé en %		05/08/2010	NF P 98-180 <sup>1</sup>
	0,2		0,2		
	0,8		1,2		
	1,25		2,8		
	2		21		
	5		97,1		
	8		100		
5	pH (10 % en solution)	-	11,4	06/09/2010	NF T 90-008 <sup>2</sup>
6	Principe actif [HCOONa]	%	93	20/10/2011	Méthode interne LRN
7	Conductivité (30% en solution)	mS/cm	113,4	17/06/2010	NF EN 27 888 <sup>3</sup>
8	Point d'auto-inflammation	°C	> 500	22/10/2010	ASTM E 659 <sup>4</sup>

### Caractéristiques environnementales et toxicité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
9	DBO <sub>5</sub> (20 °C)	mg/kg	68 162	03/08/2010	NF EN 1899-1 <sup>5</sup>
10	DCO	mg/kg	260 065	03/08/2010	NF T 90-101 <sup>6</sup>
11	DCO/DBO <sub>5</sub>	-	3,8	03/08/2010	-
12	Biodégradabilité (20 °C)	heures		12/11/2010	NF EN ISO 9888 <sup>7</sup>
	10 %		32		
	50 %		111		
	90 %		>150		
13	Toxicité aiguë sur Daphnies	g/L		20/08/2010	NF EN ISO 6341 <sup>8</sup>
	CE 50i - 24 heures		4,18 (3,80-4,60)		
			2,90		
	CE 50i - 48 h		(2,62-3,20)		

<sup>1</sup> Service hivernal - Chlorure de sodium solide utilisé comme fondant routier – Spécifications – Juillet 2003.

<sup>2</sup> Qualité de l'eau – Détermination du pH – Février 2001.

<sup>3</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique – Janvier 1994.

<sup>4</sup> Standard Test Method for Auto ignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.

<sup>5</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1 : méthode par dilution et ensemencement avec apport d'alanyl thio-urée – Mai 1998.

<sup>6</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.

<sup>7</sup> Qualité de l'eau - Évaluation, en milieu aqueux, de la biodégradabilité aérobie ultime des composés organiques - Essai statique (méthode Zahn- Wellens). – Septembre 1999.

<sup>8</sup> Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – Mai 1996.

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % des CE50 (Concentration efficace provoquant un effet sur 50 % de la population après 24 heures ou 48 heures).

**Efficacité du produit**

<i>N°</i>	<i>Intitulés</i>	<i>Unités</i>	<i>Valeurs</i>	<i>Date</i>	<i>Références normatives</i>
<b>14</b>	<b>Température de congélation du produit en fonction du titre massique (%)</b>	<b>°C</b>		<b>25/10/2010</b>	<b>Méthode interne LRN</b>
	<i>Titre massique: 5 %</i>		<i>-3,4</i>		
	<i>Titre massique: 10 %</i>		<i>-7,9</i>		
	<i>Titre massique: 15 %</i>		<i>-13,2</i>		
	<i>Titre massique: 20 %</i>		<i>-19,1</i>		
<b>15</b>	<b>Ice-melting</b>	<b><math>\frac{g_{\text{glace}}}{g_{\text{produit}}}</math></b>		<b>25/06/2012</b>	<b>Méthode SHRP 205-2<sup>9</sup></b>
	<i>T = -5 °C</i>				
	<i>5 min</i>		<i>0,68</i>		
	<i>10 min</i>		<i>1,03</i>		
	<i>30 min</i>		<i>2,12</i>		
	<i>T = -10 °C</i>				
	<i>5 min</i>		<i>0,47</i>		
	<i>10 min</i>		<i>0,64</i>		
<i>30 min</i>	<i>0,99</i>				

<sup>9</sup> Méthode SHRP 205-2 « Ice melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals ».

Service Technique de l'Aviation Civile  
CLEARWAY SF3 (Kemira)

Produit de déverglaçage : Formiate de sodium  
Date de réception des échantillons : 11 février 2010

## RAPPORT D'ANALYSES

Ce document présente les résultats d'une série d'analyses réalisées sur le produit de déverglaçage.

### CLEARWAY SF3 Runway De-Icer

Kemira ChemSolutions b.v.- P.O. Box 60 - 4000AB Tiel- NETHERLANDS  
Produit de déverglaçage : Formiate de sodium  
Date de réception des échantillons : 11 février 2010

Il s'inscrit dans une campagne d'essais visant à évaluer les performances de l'ensemble de la gamme des produits de déverglaçage conventionnellement employés sur les plates-formes aéroportuaires françaises.

Destinés principalement aux services aéroportuaires en charge des opérations de déverglaçage, ainsi qu'aux services de l'État intervenant dans ce domaine, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant :

- (1) de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage,
- (2) d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'amélioration des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
- (3) de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits, utile notamment pour l'élaboration des critères de sélection des prestataires dans le cadre de la passation des marchés de fourniture des produits,
- (4) de venir « nourrir » les réflexions en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

L'organisation des tests d'efficacité des produits de déverglaçage a été assurée par l'équipe ressources « viabilité hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)), sous l'égide du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Mises en garde sur l'utilisation des données :

#### Avertissements :

- (1) Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
- (2) Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précaution d'usage, manipulation, stockage et élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
- (3) Le document du STAC s'applique aux produits de déverglaçage liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. Il ne se substitue pas aux normes et spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runways and Taxiways Deicing/anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers). Ces spécifications restent la référence en la matière, chaque fournisseur de produit doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.

#### Utilisation des données :

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans le document principal et dans chacune des fiches. Les protocoles internes peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie du document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Caractéristiques physico-chimiques du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
1	État (liquide / solide)	-	Solide	10/03/2010	-
2	Couleur/Aspect (visuelle)	-	Granules irréguliers blanc	10/03/2010	-
3	Masse volumique apparente	kg/m <sup>3</sup>	1010	06/09/2010	Méthode interne n° 108 - LRN
4	Granulométrie Fuseau tamis en mm	Passant cumulé en %		05/08/2010	NF P 98-180 <sup>1</sup>
	0,2		0,1		
	0,8		0,7		
	1,25		1,9		
	2		5		
	5		99,3		
	8		100,0		
5	pH (10 % en solution)	-	10	06/09/2010	NF T 90-008 <sup>2</sup>
6	Principe actif [HCOONa]	%	83	20/10/2011	Méthode interne LRN
7	Conductivité (30% en solution)	mS/cm	115,9	17/06/2010	NF EN 27 888 <sup>3</sup>
8	Point d'auto-inflammation	°C	> 500	22/10/2010	ASTM E 659 <sup>4</sup>

### Caractéristiques environnementales et toxicité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
9	DBO <sub>5</sub> (20 °C)	mg/kg	91 360	03/08/2010	NF EN 1899-1 <sup>5</sup>
10	DCO	mg/kg	250 972	03/08/2010	NF T 90-101 <sup>6</sup>
11	DCO/DBO <sub>5</sub>	-	2,7	03/08/2010	-
12	Biodégradabilité (20 °C)	heures		12/11/2010	NF EN ISO 9888 <sup>7</sup>
	10 %		22		
	50 %		108		
	90 %		148		
13	Toxicité aiguë sur Daphnies	g/L		20/08/2010	NF EN ISO 6341 <sup>8</sup>
	CE 50i - 24 heures		4,99 (4,67-5,34)		
			3,44		
	CE 50i - 48 h		(3,10-3,81)		

<sup>1</sup> Service hivernal - Chlorure de sodium solide utilisé comme fondant routier – Spécifications – Juillet 2003.

<sup>2</sup> Qualité de l'eau – Détermination du pH – Février 2001.

<sup>3</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique – Janvier 1994.

<sup>4</sup> Standard Test Method for Auto ignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.

<sup>5</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1 : méthode par dilution et ensemencement avec apport d'alanyl thio-urée – Mai 1998.

<sup>6</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.

<sup>7</sup> Qualité de l'eau - Évaluation, en milieu aqueux, de la biodégradabilité aérobie ultime des composés organiques - Essai statique (méthode Zahn- Wellens). – Septembre 1999.

<sup>8</sup> Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – Mai 1996.

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % des CE50 (Concentration efficace provoquant un effet sur 50 % de la population après 24 heures ou 48 heures).

Service Technique de l'Aviation Civile  
 CLEARWAY SF3 (Kemira)

Produit de déverglacement : Formiate de sodium  
 Date de réception des échantillons : 11 février 2010

### Efficacité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
14	Température de congélation du produit en fonction du titre massique (%)	°C		25/10/2010	Méthode interne LRN
	Titre massique: 5 %		-3,3		
	Titre massique: 10 %		-6,5		
	Titre massique: 15 %		-10,2		
	Titre massique: 20 %		-15,7		
15	Ice-melting	$\frac{g_{\text{glace}}}{g_{\text{produit}}}$		25/06/2012	Méthode SHRP 205-2 <sup>9</sup>
	T = -5 °C				
	5 min		1,07		
	10 min		1,37		
	30 min		2,50		
	T = -10 °C				
	5 min		0,61		
	10 min		0,69		
30 min		0,92			

<sup>9</sup> Méthode SHRP 205-2 « Ice melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals ».

## RAPPORT D'ANALYSES

Ce document présente les résultats d'une série d'analyses réalisées sur le produit de déverglaçage.

### AVIFORM S-Solid Runway De-Icer

ADDCON Nordic AS-Tormod Gjestlands veg 16-Postboks 1138,-3936 Porsgrunn-Norvège  
Produit de déverglaçage : Formiate de sodium  
Date de réception des échantillons : 11 février 2013

Il s'inscrit dans une campagne d'essais visant à évaluer les performances de l'ensemble de la gamme des produits de déverglaçage conventionnellement employés sur les plates-formes aéroportuaires françaises.

Destinés principalement aux services aéroportuaires en charge des opérations de déverglaçage, ainsi qu'aux services de l'État intervenant dans ce domaine, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant :

- (1) de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage,
- (2) d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'amélioration des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
- (3) de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits, utile notamment pour l'élaboration des critères de sélection des prestataires dans le cadre de la passation des marchés de fourniture des produits,
- (4) de venir « nourrir » les réflexions en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

L'organisation des tests d'efficacité des produits de déverglaçage a été assurée par l'équipe ressources « viabilité hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)), sous l'égide du Service Technique de l'Aviation Civile.

#### Mises en garde sur l'utilisation des données :

##### Avertissements :

- (1) Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
- (2) Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précaution d'usage, manipulation, stockage et élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
- (3) Le document du STAC s'applique aux produits de déverglaçage liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. Il ne se substitue pas aux normes et spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runways and Taxiways Deicing/anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers). Ces spécifications restent la référence en la matière, chaque fournisseur de produit doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.

##### Utilisation des données :

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans le document principal et dans chacune des fiches. Les protocoles internes peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie du document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

Service Technique de l'Aviation Civile  
 AVIFORM S-Solid (Addcon)

Produit de déverglacement : Formiate de sodium  
 Date de réception des échantillons : 11 février 2013

### Caractéristiques physico-chimiques du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
1	État (liquide / solide)	-	Solide	11/02/2013	-
2	Couleur/Aspect (visuelle)	-	Granules irréguliers blanc	11/02/2013	-
3	Masse volumique apparente	kg/m <sup>3</sup>	807	10/10/2013	Méthode interne n° 108 - LRN
4	Granulométrie Fuseau tamis en mm	Passant cumulé en %		07/05/2013	NF P 98-180 <sup>1</sup>
	0,2		0,4		
	0,8		0,5		
	1,25		0,8		
	2		7,4		
	5		99,7		
	8		100		
5	pH (10 % en solution)	-	11,8	25/02/2013	NF T 90-008 <sup>2</sup>
6	Principe actif [HCOONa]	%	En cours		Méthode interne LRN
7	Conductivité (30% en solution)	mS/cm	113	25/02/2013	NF EN 27 888 <sup>3</sup>
8	Point d'auto-inflammation	°C	> 500	27/05/2013	ASTM E 659 <sup>4</sup>

### Caractéristiques environnementales et toxicité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
9	DBO <sub>5</sub> (20 °C)	mg/kg	Valeur non significative	05/07/2013	NF EN 1899-1 <sup>5</sup>
10	DCO	mg/kg	240 000	05/07/2013	NF T 90-101 <sup>6</sup>
11	DCO/DBO <sub>5</sub>	-	-	05/07/2013	-
12	Biodégradabilité (20 °C)	heures		05/07/2013	NF EN ISO 9888 <sup>7</sup>
	10 %		54		
	50 %		87		
	90 %		114		
13	Toxicité aiguë sur Daphnies	g/L		03/06/2013	NF EN ISO 6341 <sup>8</sup>
	CE 50i - 24 heures		4,7 (3,8-6,0)		
	CE 50i - 48 h		3,9 (3,0-5,0)		

<sup>1</sup> Service hivernal - Chlorure de sodium solide utilisé comme fondant routier – Spécifications – Juillet 2003.

<sup>2</sup> Qualité de l'eau – Détermination du pH – Février 2001.

<sup>3</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique – Janvier 1994.

<sup>4</sup> Standard Test Method for Auto ignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.

<sup>5</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1 : méthode par dilution et ensemencement avec apport d'alanyl thio-urée – Mai 1998.

<sup>6</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.

<sup>7</sup> Qualité de l'eau - Évaluation, en milieu aqueux, de la biodégradabilité aérobie ultime des composés organiques - Essai statique (méthode Zahn- Wellens). – Septembre 1999.

<sup>8</sup> Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – Mai 1996.

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % des CE50 (Concentration efficace provoquant un effet sur 50 % de la population après 24 heures ou 48 heures).

**Efficacité du produit**

<i>N°</i>	<i>Intitulés</i>	<i>Unités</i>	<i>Valeurs</i>	<i>Date</i>	<i>Références normatives</i>
<b>14</b>	<b>Température de congélation du produit en fonction du titre massique (%)</b>	<b>°C</b>		<b>01/07/2013</b>	<b>Méthode interne LRN</b>
	<i>Titre massique: 5 %</i>		<b>-4,8</b>		
	<i>Titre massique: 10 %</i>		<b>-8,8</b>		
	<i>Titre massique: 15 %</i>		<b>-11,8</b>		
	<i>Titre massique: 20 %</i>		<b>-15,2</b>		
<b>15</b>	<b>Ice-melting</b>	<b><math>\frac{g_{\text{glace}}}{g_{\text{produit}}}</math></b>		<b>20/11/2013</b>	<b>Méthode SHRP 205-2<sup>9</sup></b>
	<b>T = -5 °C</b>				
	<i>5 min</i>		<b>0,61</b>		
	<i>10 min</i>		<b>0,97</b>		
	<i>30 min</i>		<b>2,25</b>		
	<b>T = -10 °C</b>				
	<i>5 min</i>		<b>0,39</b>		
	<i>10 min</i>		<b>0,59</b>		
<i>30 min</i>	<b>1,31</b>				

<sup>9</sup> Méthode SHRP 205-2 « Ice melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals ».

Service Technique de l'Aviation Civile  
CRYOTECH NAAC (Proviron Industrie N.V.)

Produit de déverglacement : Acétate de sodium  
Date de réception des échantillons : 10 mars 2010

## RAPPORT D'ANALYSES

Ce document présente les résultats d'une série d'analyses réalisées sur le produit de déverglacement.

### CRYOTECH NAAC Runway De-Icer

Proviron Industries N.V. -Zone 2 – G. Gilliotstraat 60-B-2620 Hemiksem –Belgium  
Produit de déverglacement : Acétate de sodium  
Date de réception des échantillons : 10 mars 2010

Il s'inscrit dans une campagne d'essais visant à évaluer les performances de l'ensemble de la gamme des produits de déverglacement conventionnellement employés sur les plates-formes aéroportuaires françaises.

Destinés principalement aux services aéroportuaires en charge des opérations de déverglacement, ainsi qu'aux services de l'État intervenant dans ce domaine, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant :

- (1) de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglacement,
- (2) d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'amélioration des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
- (3) de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits, utile notamment pour l'élaboration des critères de sélection des prestataires dans le cadre de la passation des marchés de fourniture des produits,
- (4) de venir « nourrir » les réflexions en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglacement, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglacement, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

L'organisation des tests d'efficacité des produits de déverglacement a été assurée par l'équipe ressources « viabilité hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)), sous l'égide du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Mises en garde sur l'utilisation des données :

#### Avertissements :

- (1) Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglacement sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
- (2) Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précaution d'usage, manipulation, stockage et élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
- (3) Le document du STAC s'applique aux produits de déverglacement liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. Il ne se substitue pas aux normes et spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runways and Taxiways Deicing/anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers). Ces spécifications restent la référence en la matière, chaque fournisseur de produit doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.

#### Utilisation des données :

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans le document principal et dans chacune des fiches. Les protocoles internes peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie du document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Caractéristiques physico-chimiques du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
1	État (liquide / solide)	-	Solide	10/03/2010	-
2	Couleur/Aspect (visuelle)	-	Billes blanches	10/03/2010	-
3	Masse volumique apparente	kg/m <sup>3</sup>	890	06/09/2010	Méthode interne n° 108 - LRN
4	Granulométrie Fuseau tamis en mm	Passant cumulé en %		05/08/2010	NF P 98-180 <sup>1</sup>
	0,2		0,3		
	0,8		0,4		
	1,25		0,8		
	2		7,3		
	5		100		
	8		100		
5	pH (10 % en solution)	-	8,3	06/09/2010	NF T 90-008 <sup>2</sup>
6	Principe actif [CH <sub>3</sub> COONa]	%	79	03/12/2010	Méthode interne LRN
7	Conductivité (30% en solution)	mS/cm	68,9	06/09/2010	NF EN 27 888 <sup>3</sup>
8	Point d'auto-inflammation	°C	> 500	22/10/2010	ASTM E 659 <sup>4</sup>

### Caractéristiques environnementales et toxicité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
9	DBO <sub>5</sub> (20 °C)	mg/kg	468 888	03/08/2010	NF EN 1899-1 <sup>5</sup>
10	DCO	mg/kg	719 826	03/08/2010	NF T 90-101 <sup>6</sup>
11	DCO/DBO <sub>5</sub>	-	1,5	03/08/2010	-
12	Biodégradabilité (20 °C)	heures		12/11/2010	NF EN ISO 9888 <sup>7</sup>
	10 %		5		
	50 %		20		
	90 %		44		
13	Toxicité aiguë sur Daphnies	g/L		20/08/2010	NF EN ISO 6341 <sup>8</sup>
	CE 50i - 24 heures		6,54 (5,04-8,39)		
			5,15		
	CE 50i - 48 h		(4,65-5,70)		

<sup>1</sup> Service hivernal - Chlorure de sodium solide utilisé comme fondant routier – Spécifications – Juillet 2003.

<sup>2</sup> Qualité de l'eau – Détermination du pH – Février 2001.

<sup>3</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique – Janvier 1994.

<sup>4</sup> Standard Test Method for Auto ignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.

<sup>5</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1 : méthode par dilution et ensemencement avec apport d'alanyl thio-urée – Mai 1998.

<sup>6</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.

<sup>7</sup> Qualité de l'eau - Évaluation, en milieu aqueux, de la biodégradabilité aérobie ultime des composés organiques - Essai statique (méthode Zahn- Wellens). – Septembre 1999.

<sup>8</sup> Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – Mai 1996.

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % des CE50 (Concentration efficace provoquant un effet sur 50 % de la population après 24 heures ou 48 heures).

Service Technique de l'Aviation Civile  
 CRYOTECH NAAC (Proviron Industrie N.V.)

Produit de déverglacement : Acétate de sodium  
 Date de réception des échantillons : 10 mars 2010

**Efficacité du produit**

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
14	Température de congélation du produit en fonction du titre massique (%)	°C		25/10/2010	Méthode interne LRN
	Titre massique: 5 %		-3,2		
	Titre massique: 10 %		-6,8		
	Titre massique: 15 %		-11,2		
	Titre massique: 20 %		-17		
15	Ice-melting	g <sub>glace</sub> / g <sub>produit</sub>		25/06/2012	Méthode SHRP 205-2 <sup>9</sup>
	T = -5 °C				
	5 min		0,96		
	10 min		1,38		
	30 min		2,44		
	T = -10 °C				
	5 min		0,67		
	10 min		0,91		
30 min	1,38				

<sup>9</sup> Méthode SHRP 205-2 « Ice melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals ».

## RAPPORT D'ANALYSES

Ce document présente les résultats d'une série d'analyses réalisées sur le produit de déverglaçage.

### CLEARWAY 6S Runway De-Icer

Kemira ChemSolutions b.v.- P.O. Box 60 - 4000AB Tiel- NETHERLANDS  
Produit de déverglaçage : Acétate de sodium  
Date de réception des échantillons : 11 février 2010

Il s'inscrit dans une campagne d'essais visant à évaluer les performances de l'ensemble de la gamme des produits de déverglaçage conventionnellement employés sur les plates-formes aéroportuaires françaises.

Destinés principalement aux services aéroportuaires en charge des opérations de déverglaçage, ainsi qu'aux services de l'État intervenant dans ce domaine, ce document constitue un référentiel de connaissances techniques permettant :

- (1) de compléter et de préciser les données existantes sur le sujet, et notamment celles mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage,
- (2) d'améliorer l'usage des produits, et par conséquent de contribuer à l'amélioration des procédures opérationnelles et à l'atténuation des risques environnementaux et de sécurité aérienne,
- (3) de comparer les spécificités physico-chimiques, environnementales, toxicologiques et fonctionnelles des produits, utile notamment pour l'élaboration des critères de sélection des prestataires dans le cadre de la passation des marchés de fourniture des produits,
- (4) de venir « nourrir » les réflexions en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

Les informations présentées dans ce document contribuent également à parfaire les réflexions actuellement en cours au niveau national et international sur les problématiques environnementales et de sécurité aérienne gravitant autour de l'utilisation des produits de déverglaçage, ainsi que sur l'évolution du corpus normatif en vigueur sur le sujet.

L'organisation des tests d'efficacité des produits de déverglaçage a été assurée par l'équipe ressources « viabilité hivernale » du groupe ICE (Infrastructure Climat Environnement du Laboratoire Régional de Nancy (CEREMA)), sous l'égide du Service Technique de l'Aviation Civile.

### Mises en garde sur l'utilisation des données :

#### Avertissements :

- (1) Le document du STAC vient compléter les données mises à la disposition des exploitants aéroportuaires par les fournisseurs de produits de déverglaçage sur la base d'une série de tests standardisés et harmonisés.
- (2) Le document du STAC n'aborde pas les aspects « risques sanitaires, précaution d'usage, manipulation, stockage et élimination » des produits. Il appartient au fournisseur du produit d'indiquer ces informations dans une fiche de données sécurité (FDS) établie conformément au règlement européen REACH n° 1907/2006 et au règlement (CE) n° 1272/2008.
- (3) Le document du STAC s'applique aux produits de déverglaçage liquides et solides utilisés pour le traitement préventif et curatif des chaussées aéronautiques. Il ne se substitue pas aux normes et spécifications en vigueur dans ce domaine et en particulier les AMS 1435 « Fluid, Generic, Deicing/anti-Icing Runways and Taxiways » et 1431 « Compound, Solid Runways and Taxiways Deicing/anti-Icing » établie par la SAE (Society of Automotive Engineers). Ces spécifications restent la référence en la matière, chaque fournisseur de produit doit se conformer aux exigences décrites par ces dernières.

#### Utilisation des données :

Les données présentées dans ce rapport sont issues d'une série de tests diligentés par le Service Technique de l'Aviation Civile auprès de plusieurs laboratoires d'analyses publics et privés. Les références normatives ou protocolaires, inhérentes à chacun des tests réalisés dans le cadre de cette étude, sont rappelées dans le document principal et dans chacune des fiches. Les protocoles internes peuvent être mis à la disposition de tout utilisateur sur simple demande auprès du STAC.

Il est précisé que l'utilisation et l'interprétation des données présentées dans ce document ne sauraient engager la responsabilité du STAC.

La mise à jour, la révision ou l'annulation de tout ou partie du document fera l'objet d'une information de la part du Service Technique de l'Aviation Civile.

Service Technique de l'Aviation Civile  
CLEARWAY 6S (Kemira)

Produit de déverglage : Acétate de sodium  
Date de réception des échantillons : 11 février 2010

### Caractéristiques physico-chimiques du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
1	État (liquide / solide)	-	Solide	10/03/2010	-
2	Couleur/Aspect (visuelle)	-	Granules irréguliers blanc	10/03/2010	-
3	Masse volumique apparente	kg/m <sup>3</sup>	770	06/09/2010	Méthode interne n° 108 - LRN
4	Granulométrie Fuseau tamis en mm	Passant cumulé en %		05/08/2010	NF P 98-180 <sup>1</sup>
	0,2		0,1		
	0,8		0,3		
	1,25		0,6		
	2		6,5		
	5		99,6		
	8		100		
5	pH (10 % en solution)	-	8,5	06/09/2010	NF T 90-008 <sup>2</sup>
6	Principe actif [CH <sub>3</sub> COONa]	%	96	03/12/2010	Méthode interne LRN
7	Conductivité (30% en solution)	mS/cm	58,4	06/09/2010	NF EN 27 888 <sup>3</sup>
8	Point d'auto-inflammation	°C	> 500	22/10/2010	ASTM E 659 <sup>4</sup>

### Caractéristiques environnementales et toxicité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
9	DBO <sub>5</sub> (20 °C)	mg/kg	304 373	03/08/2010	NF EN 1899-1 <sup>5</sup>
10	DCO	mg/kg	500 573	03/08/2010	NF T 90-101 <sup>6</sup>
11	DCO/DBO <sub>5</sub>	-	1,6	03/08/2010	-
12	Biodégradabilité (20 °C)	heures		12/11/2010	NF EN ISO 9888 <sup>7</sup>
	10 %		5		
	50 %		19		
	90 %		43		
13	Toxicité aiguë sur Daphnies	g/L		20/08/2010	NF EN ISO 6341 <sup>8</sup>
	CE 50i - 24 heures		12,1 (11,4-12,9)		
			10,2		
	CE 50i - 48 h		(9,42-11,0)		

<sup>1</sup> Service hivernal - Chlorure de sodium solide utilisé comme fondant routier – Spécifications – Juillet 2003.

<sup>2</sup> Qualité de l'eau – Détermination du pH – Février 2001.

<sup>3</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique – Janvier 1994.

<sup>4</sup> Standard Test Method for Auto ignition Temperature of Liquid Chemicals – 2005.

<sup>5</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours – Partie 1 : méthode par dilution et ensemencement avec apport d'alanyl thio-urée – Mai 1998.

<sup>6</sup> Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) – Février 2001.

<sup>7</sup> Qualité de l'eau - Évaluation, en milieu aqueux, de la biodégradabilité aérobie ultime des composés organiques - Essai statique (méthode Zahn- Wellens). – Septembre 1999.

<sup>8</sup> Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë – Mai 1996.

- Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'intervalle de confiance à 95 % des CE50 (Concentration efficace provoquant un effet sur 50 % de la population après 24 heures ou 48 heures).

Service Technique de l'Aviation Civile  
 CLEARWAY 6S (Kemira)

Produit de déverglacement : Acétate de sodium  
 Date de réception des échantillons : 11 février 2010

### Efficacité du produit

N°	Intitulés	Unités	Valeurs	Date	Références normatives
14	Température de congélation du produit en fonction du titre massique (%)	°C		25/10/2010	Méthode interne LRN
	Titre massique: 5 %		-2,8		
	Titre massique: 10 %		-6		
	Titre massique: 15 %		-9,7		
	Titre massique: 20 %		-14,4		
15	Ice-melting	g <sub>glace</sub> / g <sub>produit</sub>		25/06/2012	Méthode SHRP 205-2 <sup>9</sup>
	T = -5 °C				
	5 min		0,86		
	10 min		1,23		
	30 min		1,99		
	T = -10 °C				
	5 min		0,41		
	10 min		0,73		
30 min	1,29				

<sup>9</sup> Méthode SHRP 205-2 « Ice melting Test Method for Runways and Taxiways Deicing/Anti-icing Chemicals ».

**Conception:** STAC/SINA groupe Documentation et diffusion des connaissances (DDC)

**Couverture** © Photothèque CEREMA EST

**Illustration/Dessin:** © STAC

**Novembre 2015**



service technique de l'Aviation civile  
CS 30012  
31, avenue du Maréchal Leclerc  
94 385 BONNEUIL-SUR-MARNE CEDEX  
Tél. 33 (0) 1 49 56 80 00  
Fax 33 (0) 1 49 56 82 19

Site de Toulouse  
9, avenue du Docteur Maurice Grynfogel - BP  
53 735  
31 037 TOULOUSE CEDEX  
Tél. 33 (0) 1 49 56 83 00  
Fax 33 (0) 1 49 56 83 02

Centre de test de détection d'explosifs  
DGA EM site Landes - BP 38  
40 602 BISCARROSSE CEDEX  
Tél. 33 (0) 5 58 83 01 73  
Fax 33 (0) 5 58 78 02 02