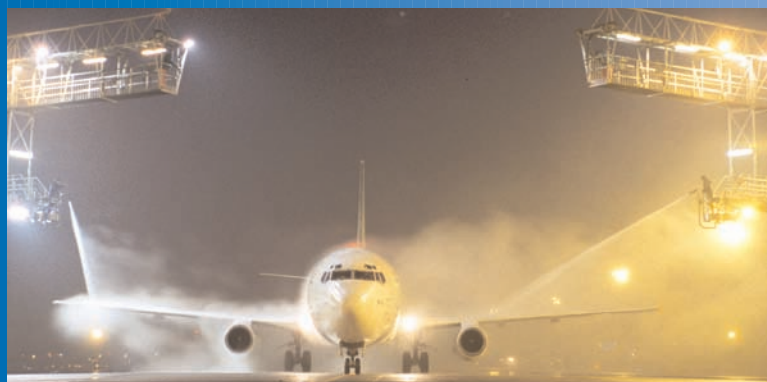




Enquête dégivrage/déverglaçage

RAPPORT

Eau et aéroports : prise en compte des opérations de
viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire

Rapport statistique 2003-2006

Mars 2007

direction générale
de l'Aviation civile

service technique
de l'Aviation civile

ministère
des Transports
de l'Équipement
du Tourisme et
de la Mer



direction générale
de l'Aviation civile

**service technique
de l'Aviation civile**

département
Aménagement, Capacité,
Environnement

division Environnement

Rapport

Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire

Enquête dégivrage/déverglaçage

Rapport statistique 2003-2006

Projet / Opération : Eau et aéroports : prise en compte des opérations
de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire

Référence : ESP Eau dégivrants/déverglaçants enquête
viabilité hivernale-mars 2007-V1R0

Version : V1R0 du 23/03/2007

Rédacteur : Benoît MARS

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

Sommaire

1 PRÉAMBULE	4
2 MÉTHODOLOGIE	6
3 DEGIVRAGE	8
3.1 Note aux lecteurs	8
3.2 Les caractéristiques des produits de dégivrage utilisés sur les aéroports nationaux	8
3.3 Le déclenchement de la procédure de dégivrage	11
3.4 Mise en œuvre de l'opération de dégivrage	13
3.5 Entretien des matériels	14
3.6 Le stockage des produits	15
3.7 La formation des personnels au sol	16
3.8 L'évolution des consommations de dégivrants	17
3.8.1 L'évolution de la consommation par avion	20
3.8.2 Fondants chimiques et données climatiques	26
3.8.3 Fondants chimiques et données de trafic aéroportuaire	30
4 DÉVERGLAÇAGE.....	32
4.1 Note aux lecteurs	32
4.2 Les caractéristiques des produits de déverglaçage utilisés sur les aéroports nationaux	32
4.3 Le déclenchement de la procédure de déverglaçage des aires aéroportuaires	35
4.4 Mise en œuvre de l'opération de déverglaçage	37
4.5 Entretien des matériels	38
4.6 Le stockage des produits et réapprovisionnement	39
4.7 La formation des personnels au sol	41
4.8 L'évolution des consommations de déverglaçants	41
4.8.1 Déverglaçants et données climatiques	45
4.8.2 Fondants chimiques et données de trafic aéroportuaire	47
5 LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES EFFLUENTS.....	50
6 CONCLUSION.....	51
7 TABLE DES FIGURES	53

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

Préambule

Ce document n'a pas valeur de recommandations ou de lignes directrices. Il ne se substitue pas aux diverses normes et recommandations européennes et internationales en la matière. Il est le résultat d'un travail d'enquête mené en 2006 auprès de plusieurs aéroports nationaux et destiné à faire le point sur les pratiques de dégivrage et de déverglaçage en France.

Il constitue un document d'information mis à la disposition des services de l'Etat, gestionnaires d'aéroport et assistants aéroportuaire en charge des opérations de dégivrage des avions et de déverglaçage des pistes ainsi qu'aux bureaux d'études chargés de la réalisation des études d'environnement (dossiers loi sur l'eau, études d'impact environnement...). Sa vocation est d'apporter une aide aux acteurs de l'environnement et de l'aviation civile dans le cadre de leur réflexion sur l'optimisation des procédures de dégivrage des avions et de déverglaçage des pistes et sur l'amélioration de la prise en compte des fondants chimiques dans la gestion environnementale des aéroports.

Les résultats présentés dans ce document sont la synthèse des informations recueillies sur les trois dernières périodes hivernales (2005-2006, 2004-2005, 2003-2004) auprès de 33 aéroports français.

A la date du 01 août 2006, soit quatre mois après le lancement de l'enquête, plus de 55% des aéroports ont répondu au questionnaire du STAC (19 aéroports pour la partie dégivrage et 18 aéroports pour la partie déverglaçage). Les résultats ne reflètent donc pas forcément la situation réelle des pratiques de dégivrage et de déverglaçage en France. Ils présentent néanmoins des tendances qui permettent d'appréhender la problématique du traitement des avions et des pistes

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

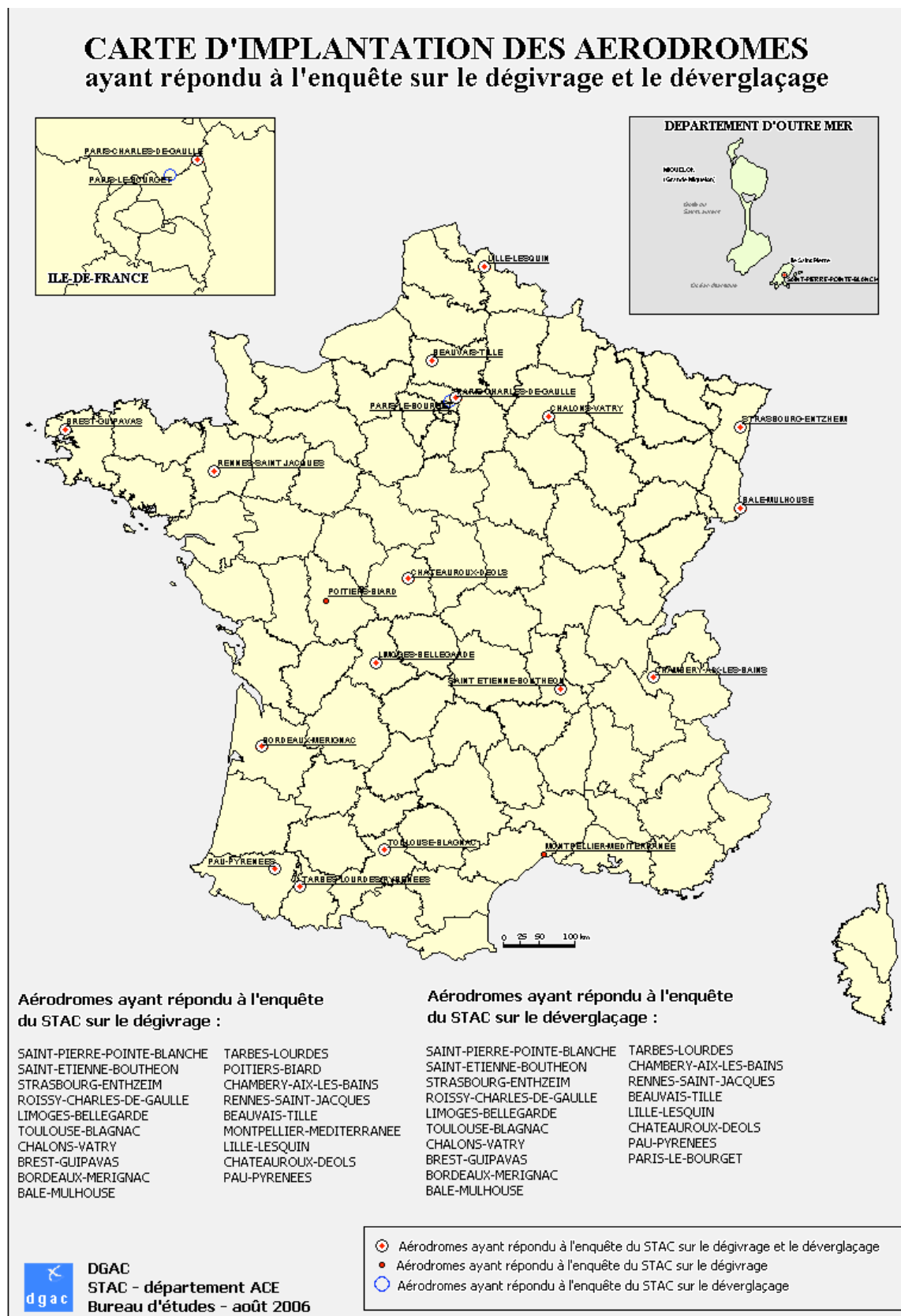


Figure 1 : Carte des aéroports ayant répondu au questionnaire

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

1 METHODOLOGIE

La méthodologie repose sur l'élaboration d'un questionnaire adressé à 33 aéroports nationaux. Ce document regroupe un ensemble de questions relatives aux caractéristiques des produits utilisés, aux procédures de déclenchement et de mise en oeuvre des opérations de dégivrage et de déverglaçage, à la consommation des produits, ainsi qu'aux techniques de traitement et de récupération des produits.

Le choix des aéroports consultés dans le cadre de ce travail a été déterminé principalement à partir de deux critères :

- la catégorie aéroportuaire.

Cette consultation concerne les aéroports de catégories A, B et C¹ qui paraissent être les plus concernés par la mise en œuvre des opérations de viabilité hivernale.

	Catégorie aéroportuaire A	Catégorie aéroportuaire B	Catégorie aéroportuaire C
Enquête dégivrage	6 aéroports	8 aéroports	5 aéroports
Enquête déverglaçage	6 aéroports	8 aéroports	4 aéroports

- les conditions hivernales.

Définies par le calcul de l'indice de viabilité hivernale et représentées sous la forme d'une cartographie du zonage climatique² (établie par lettre-circulaire), les conditions hivernales sont classées de la manière suivante :

- C : hiver clément
- PR : hiver peu rigoureux
- AR : hiver assez rigoureux
- TR : hiver très rigoureux

	Hiver clément	Hiver peu rigoureux	Hiver assez rigoureux	Hiver très rigoureux
Enquête dégivrage	3 aéroports	9 aéroports	4 aéroports	3 aéroports
Enquête déverglaçage	3 aéroports	8 aéroports	4 aéroports	3 aéroports

A l'avenir ces données seront prochainement remplacées par le nouvel indice de viabilité hivernale mis au point par le Centre d'Etudes techniques de l'Equipement de Nancy

¹ Le code de l'aviation civile définit une classification des aéroports destinés à la circulation aérienne publique. Cette classification comporte 5 catégories aéroportuaires, dont les catégories A, B et C.

Catégorie A : aéroports destinés aux services à grande distance assurés normalement en toutes circonstances.

Catégorie B : Aéroports destinés aux services à moyenne distance assurés normalement en toutes circonstances et à certains services à grande distance assurés dans les mêmes conditions.

Catégorie C : Aéroports destinés aux services à courte distance, voire à moyenne et longue distance, et au grand tourisme.

² Ce découpage en zone repose sur les valeurs moyennes annuelles observées de nombre de jours avec chutes de neige (j1), de nombre de jours avec précipitations verglaçantes (j2), et de nombre de jours de verglas sans précipitations (j3).

Suivant cette distribution, le climat est dit :

- Clément si $j1 + j2 + j3 < 10$
- Peu rigoureux si $10 < j1 + j2 + j3 < 30$
- Rigoureux si $30 < j1 + j2 + j3 < 50$
- Très rigoureux si $50 < j1 + j2 + j3$

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

Sur la base de ces « classes climatiques », nous avons cherché à consulter de manière prioritaire les aéroports les plus représentatifs des conditions hivernales rigoureuses sans délaisser pour autant les aéroports bénéficiant d'hivers cléments mais susceptibles d'être soumis de manière éparse à des événements climatiques rigoureux.

La carte ci-dessous donne une représentation de ce zonage incluant les aéroports français ayant répondu à l'enquête.

Les résultats de l'enquête synthétisent l'ensemble de ces questions ; une place importante étant accordée à l'évolution des consommations des produits depuis les trois dernières années.



Figure 1 : Carte des zones climatiques des aéroports français

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

2 DEGIVRAGE

2.1 NOTE AUX LECTEURS

A la date du 01 août 2006, soit quatre mois après le lancement de l'enquête, 19 aéroports ont répondu au questionnaire, soit un taux de réponse de près de 60%. Les résultats ne reflètent donc pas forcément la situation réelle des pratiques de dégivrage en France. Néanmoins, ils présentent des tendances qui permettent une première approche de la problématique du traitement des avions.

Listes des aéroports ayant répondu à l'enquête sur le dégivrage :

Saint Pierre Pointe Blanche, Saint Etienne-Bouthéon, Strasbourg, Pau-Pyrénées, Paris-Charles de Gaulle, Limoges-Bellegarde, Toulouse-Blagnac, Châlons-Vatry, Brest-Guipavas, Bordeaux-Mérignac, Bâle-Mulhouse, Tarbes- Lourdes, Poitiers-Biard, Chambéry-Savoie, Rennes, Beauvais, Montpellier, Lille-Lesquin, Châteauroux-Déols

Le questionnaire adressé aux gestionnaires d'aéroport a été renseigné soit directement par ceux-ci ou soit par les assistants en charge des opérations de dégivrage sur la plate-forme.

Compte-tenu de la présence sur un même aéroport d'un grand nombre d'intervenants, il est à noter que certains résultats peuvent paraître partiels.

En effet, sur l'aéroport de Toulouse, seuls deux assistants en charge du dégivrage sur trois ont répondu à l'enquête. Sur l'aéroport de Bâle-Mulhouse, un assistant sur trois a répondu au questionnaire. Enfin les données fournies par ADP sur Paris-Charles de Gaulle excluent les données d'Air France sur l'antigivrage préventif.

Plusieurs résultats traitent de l'évolution des volumes de dégivrants utilisés par les aéroports depuis 2003. Ces données correspondent aux quantités de produits appliqués sur les avions. Elles ne tiennent pas compte du taux de dilution du produit qui varie selon les opérateurs et du type de traitement. Les quantités avancées constituent donc très probablement une surestimation de la consommation réelle de produits de dégivrage.

2.2 LES CARACTERISTIQUES DES PRODUITS DE DEGIVRAGE UTILISES SUR LES AEROPORTS NATIONAUX

Sur les trois dernières campagnes de viabilité hivernale, l'ensemble des aéroports consultés dans le cadre de cette enquête utilisent du propylène glycol. Leur application permet de diminuer le point de congélation de l'eau (action chimique sur la contamination).

Ces produits se présentent à la fois sous différents noms commerciaux et sous différents types. Pour ces derniers, on distingue les produits de type I contenant au moins 80% en poids de glycol, des produits de type II et IV dits épaissis ayant un comportement d'écoulement non newtonien et contenant au moins 50% en poids de glycol. Entrent également dans la composition de ces produits des additifs (agents tensioactifs : surfactants non ioniques, agents épaississants, solutions tampons pour le pH, inhibiteurs de corrosion, retardants combustion, agents limitant la formation de mousse, colorants alimentaires et polyacrylates) qui représentent de 1 à 5 % en poids du produit.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

Les produits présents sur le marché doivent satisfaire aux exigences aéronautiques suivantes :

- **ISO 11075** (*Aerospace - Aircraft De-icing / Anti-icing Newtonian fluids, ISO Type I*) et **AMS 1424** (*De-icing / Anti-icing Fluids, Aircraft - SAE Type I*) pour les produits de type I.
- **ISO 11078** (*Aerospace – De-icing / Anti-icing non Newtonian fluids, ISO Type II*) et **AMS 1428** (*Fluid, Aircraft De-icing/Anti-icing, Non- Newtonian, Pseudo Plastic, SAE Type II, III, IV*) pour les produits dits épaissis.

Trois sociétés industrielles se partagent le marché français : Abax Industrie, Cryotech et Dow Chemical Compagny. Les noms des différents produits sont présentés dans le tableau ci-dessous.

	<u>Nom du produit</u>		
	<u>Type I</u>	<u>Type II</u>	<u>Type IV</u>
Industriels			
Abax Industrie	DE950 (3)	Ecowing 26 (12)	-
Cryotech	Kilfrosth DF PLUS (2)	Kilfrosth ABC 2000 (2)	Kilfrosth ABC-S (1)
Dow Chemical Company*	UCAR XL 54 (1)	-	UCAR (1)
Non précisé**	-	(2)	-

(.) : nombre d'aéroports utilisant le produit.

* Cette société fournit l'aéroport de Saint Pierre Pointe Blanche.

** Les plates-formes de Lille et St Etienne ont communiqué la nature chimique du produit utilisé sans spécifier le nom commercial de ce dernier.

Figure 3 : Tableau des produits commercialisés en France

Les procédures établies par l'exploitant afin d'assurer le décollage d'avions décontaminés sont définies dans plusieurs documents :

- Manuel pour les opérations de dégivrage et d'antigivrage au sol des avions (OACI : doc 9640AN/940)
- Recommendations for de-icing /anti-icing of aircraft on the ground (AEA) – édition 2006
- Normes ISO 11075, 11078... AMS 1424, 1428 et ARP 4737 et 5149
- Lignes directrices pour les aéronefs lors du givrage au sol – Transport Canada
- Holdover time (HOT) Guidelines – winter 2005-2006. Transport Canada
- OPS 1.345 : JAR et AMC (JAA) – et arrêté du 12 mai 1997 relatif aux conditions techniques d'exploitation d'avions par une entreprise de transport aérien public...

Les résultats de cette enquête permettent de préciser que les opérations suivantes sont mises en œuvre par les exploitants :

Antigivrage :

Cette procédure préventive permet d'assurer une protection de l'avion contre la contamination par la glace ou le givre et l'accumulation de neige

Cette procédure est généralement menée à l'aide de produits de type II ou IV (fluides épaissis à base de 50% de glycol). L'utilisation de produit de type I est également possible mais doit tenir compte de manière précise de la durée d'efficacité du produit.

Ces produits sont pulvérisés purs ou dilués à l'eau et sont en principe non chauffés.

Dégivrage :

Cette procédure curative permet de décontaminer l'avion de toute trace de neige, glace ou givre.

D'une manière générale, il est recommandé qu'un produit de type I contenant 80% de glycol soit utilisé. Celui-ci est alors dilué ou non, chauffé à plus de 60°C et pulvérisé sous pression sur les parties contaminées de l'avion.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

L'OPS 1.345 précise que des produits de type II ou IV peuvent également être appliqués sur l'avion. L'AEA recommande également l'utilisation de ces produits à condition qu'ils soient dilués, ceci afin d'optimiser leur efficacité.

Sous certaines conditions climatiques et en fonction de la contamination de l'avion, une opération de dégivrage peut également être mise en œuvre avec de l'eau chauffée.

Dé/Antigivrage

Il s'agit d'une procédure en une ou deux étapes combinant le dégivrage et l'antigivrage.

L'OPS 1.345 précise qu'un dé/antigivrage en une étape permet à la fois d'assurer la décontamination de l'avion (dégivrage) et sa protection (antigivrage) en utilisant essentiellement un produit antigivrant dilué et chauffé. L'AEA précise également qu'un produit de type I peut également être utilisé pour cette procédure à l'aide d'un mélange chauffé de produit et d'eau. La mise en œuvre de cette procédure reste délicate et demande une connaissance précise des conditions climatiques (température extérieure).

Un dégivrage en deux étapes consiste à décontaminer dans un premier temps l'avion avec un produit de type I dilué et chauffé ou de l'eau chauffée puis de procéder rapidement à un antigivrage avec un produit de type II ou IV mélangé ou non à de l'eau et non chauffé (recommandation de l'OPS 1.345). L'AEA ajoute que cette procédure en deux étapes peut être également réalisée uniquement à partir d'un produit de type I chauffé et dilué ou non.

Moins de trois minutes doivent s'écouler entre chaque étape.

Compte tenu de cette multiplicité de possibilités, il n'est pas possible de tirer des enseignements pertinents sur ce sujet. Chaque aéroport, compte tenu des conditions climatiques locales et du type de produit utilisé, est un cas particulier. On constate néanmoins que l'utilisation d'un produit de type II théoriquement destiné aux opérations d'antigivrage est employé également lors des opérations de dégivrage, et que dans une moindre mesure un produit de type I destiné au dégivrage des avions peut être utilisé comme un antigivrant. L'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) précise cependant que les activités de dégivrage et d'antigivrage peuvent être exécutées en une seule étape à l'aide de liquides de type I ou II chauffés (le type II étant privilégié) ou encore en deux étapes en effectuant le dégivrage avec un produit de type I ou de l'eau chaude suivi immédiatement de l'antigivrage à l'aide de liquide de type I ou II. Le dégivrage à l'eau chaude n'est cependant pas recommandé par Air France (cf manuel d'exploitation : PGK).

Pour davantage de précisions sur les procédures à mettre en œuvre les ouvrages cités plus haut font références dans ce domaine.

En principe l'utilisation de produit de type I est réservée au lavage de l'avion (opération de dégivrage) tandis que les produits épaissis de types II et IV qui assurent une meilleure protection en formant une pellicule protectrice à la surface de l'avion permettent l'antigivrage de ce dernier. Malgré des propriétés physico-chimiques différentes, il est souvent fait le choix d'utiliser un produit de type II ou IV destiné à l'antigivrage des avions, qui dilué et chauffé semble offrir les mêmes effets qu'un produit de type I destiné au dégivrage des avions. (répercussion sur les coûts, le stockage, l'entretien des matériels....). Mais de récents incidents ont montré que l'utilisation de produits épaissis pouvait avoir de graves conséquences. En effet des résidus de ces produits ont entraîné des blocages de gouverne (se reporter au rapport hb-r990129 du BEA concernant l'incident survenu le 29 janvier 1999 à Bâle Mulhouse sur un DC9-82 exploité par la Crossair). Certaines compagnies telles que Brit Air refusent que des produits de ce type soient utilisés sur leurs avions. Le problème d'abord appréhendé sur les produits de type IV se pose sur tous les produits épaissis.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

Aéroport	Type de produit	opération
Saint-Pierre-Pointe-Blanche	Types I et IV	Dégivrage et antigivrage
Saint-Etienne-Bouthéon	Type II	Dégivrage
Strasbourg-Entzheim	Types I et II	Dégivrage et antigivrage
Paris – Charles de Gaulle	Types I et II	Dégivrage et antigivrage
Limoges-Bellegarde	Type II	Dégivrage
Toulouse Blagnac	Type II	Dégivrage
Châlons-Vatry	Type II	Dé-antigivrage
Brest-Guipavas	Type II	Dégivrage
Bordeaux-Mérignac	Type I	Dégivrage et antigivrage
Bâle-Mulhouse	Type II	Dégivrage et antigivrage
Tarbes-Lourdes	Type II	Dégivrage
Poitiers-Biard	Type II	Dégivrage
Chambéry	Type II	Dégivrage
Rennes-Saint Jacques	Type II	Dégivrage
Beauvais-Tillé	Type II	Dégivrage
Montpellier-Méditerranée	Type I et IV	Dégivrage et antigivrage
Lille-Lesquin	Type II	Dégivrage et antigivrage
Châteauroux-Déols	Type I	Dégivrage
Pau-Pyrénées	Type II	Dé-antigivrage

Figure 4 : Modes d'utilisation des produits de dégivrage et d'antigivrage (période hivernale 2005-2006)

Le taux de dilution maximal du produit est de manière générale de 75/25 (donnée recueillie auprès de 13 aéroports). Il est de 50/50, voire 45/55 ou 40/60 sur Paris – Charles de Gaulle. Le taux de dilution est à la fois fonction du type de traitement, des conditions climatiques et du matériel dont dispose l'opérateur.

Il est important de préciser que les recommandations pour obtenir un avion propre sont basées sur la différence de température entre la température extérieure et le point de congélation du mélange, ce que l'on désigne par « buffer ». D'une manière générale une différence de 10 °C est tolérée. Pour chaque type de liquide (I, II ou IV) il existe un guide des durées d'efficacité des liquides en fonction de leur dilution. Ce guide révisé annuellement est basé sur des essais réalisés en laboratoire et sur le terrain (Guide Transport Canada sur les durées d'efficacité Hiver 2005-2006).

Devant la diversité des cas possibles, il est par conséquent recommandé de suivre les lignes directrices fixées par l'OACI, les JAA ou l'AEA mais également par l'Organisation internationale de normalisation (ISO 11076 : *Aerospace – Aircraft De-icing/ Anti-icing methods with fluids*) et par la SAE (Society of Automotive Engineers) (ARP 4737 : *Aerospace – Aircraft De-icing/ Anti-icing Methods with Fluids, for Large Transport Aircraft*).

2.3 LE DECLenchement DE LA PROCEDURE DE DEGIVRAGE

La procédure de déclenchement de l'opération de dégivrage d'un avion doit prendre en compte trois critères :

- les conditions météorologiques locales communiquées par les services météo,
- l'état des surfaces de l'avion,
- le délai avant le décollage.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

Il revient au commandant de bord de l'appareil de s'assurer que les conditions climatiques locales soient favorables au décollage de l'appareil. La consultation du METAR, bulletin des conditions climatiques, disponible sur chaque aéroport et aérodrome, renseigne l'équipage sur un ensemble de paramètres (provenance et vitesse des vents, visibilité, température ambiante, point de rosée, humidité relative, pression atmosphérique...) nécessaires à la prise de décision.

La consultation du METAR doit être couplée à un contrôle des surfaces sensibles de l'avion et notamment de ses parties mobiles (empennage, ailes, train d'atterrissage...). Il s'agit d'un contrôle visuel et tactile de la contamination de l'appareil assuré soit par le commandant de bord ou un membre de l'équipage ou soit par le personnel au sol. Ce contrôle doit permettre de décider de la pertinence du déclenchement d'une opération de dégivrage.

Dès lors que les conditions sont réunies (conditions climatiques défavorables, avion contaminé...), le déclenchement de l'opération de dégivrage et/ou d'antigivrage est décidé par le personnel au sol et/ou le commandant de bord. La mise en oeuvre de l'opération est du ressort du gestionnaire d'aéroport. Celui-ci peut assurer lui-même le traitement des appareils ou sous-traiter l'opération à un assistant aéroportuaire.

Dans le cadre de l'enquête, il apparaît que le service « ramp³ » des assistants aéroportuaires tels que Air France, Avia Partner, Map Handling, Swissport, Sapser ou GIMS, est principalement sollicité par les gestionnaires sur les grosses infrastructures.

Aéroport	Opérateur de dégivrage
Saint Pierre Pointe Blanche	Gestionnaire
Saint-Etienne-Bouthéon	Gestionnaire
Strasbourg-Entzheim	Assistant aéroportuaire
Paris – Charles de Gaulle	Assistant aéroportuaire (coopérative dégivrage supervision gestionnaire)
Limoges-Bellegarde	Gestionnaire
Toulouse Blagnac	Assistant aéroportuaire
Châlons-Vatry	Gestionnaire
Brest-Guipavas	Gestionnaire
Bordeaux-Mérignac	Assistant aéroportuaire
Bâle-Mulhouse	Assistant aéroportuaire
Tarbes-Lourdes	Gestionnaire
Poitiers-Biard	Gestionnaire
Chambéry	Gestionnaire
Rennes-Saint Jacques	Assistant aéroportuaire
Beauvais-Tillé	Gestionnaire
Montpellier-Méditerranée	Assistant aéroportuaire
Lille-Lesquin	Assistant aéroportuaire
Châteauroux-Déols	Gestionnaire
Pau-Pyrénées	Gestionnaire

Figure 5 : Organisation des opérations de dégivrage

³ « Service Ramp » : assistance aux appareils (chargement et déchargement des bagages, chargement et déchargement du fret, marshalling, nettoyage cabine, services toilettes et eau potable, tractage et repoussage, de-icing, communication piste/poste de pilotage...)

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

2.4 MISE EN ŒUVRE DE L'OPERATION DE DEGIVRAGE

La mise en œuvre de l'opération de dégivrage suit un certain nombre de règles, recommandations et normes décrites par les instances internationales, européennes ainsi que par les compagnies aériennes et les constructeurs.

L'enquête montre néanmoins que les gestionnaires et les assistants aéroportuaires utilisent principalement sur les plate-formes les plus importantes le Manex (Manuel d'exploitation) de la compagnie (notamment lorsque Air France assure les opérations dégivrage), les recommandations édictées annuellement par l'AEA (*Recommendation for De-icing / Anti-icing of Aircraft on the Ground 20th Edition*), le MANEX (Manuel d'Exploitation) de l'aéroport et les AMS (Aerospace Material Specification).

La référence aux normes ISO et à OPS1-345 (JAR et AMC) n'est faite que secondairement par quelques aéroports.

Le PG-K-43.08.02 *Dégivrage et antigivrage des avions opérations pistes*, manuel d'exploitation d'Air France, semble faire référence. Il est révisé tous les ans et validé par la Direction Générale de l'Aviation Civile. Il intègre les différentes réglementations et procédures à suivre afin d'assurer la bonne mise en œuvre des opérations de dégivrage.

Excepté l'aéroport de Paris – Charles de Gaulle où les opérations de dégivrage peuvent être mises en œuvre sur des aires spécifiques où les effluents sont récupérés, l'ensemble des aéroports met en œuvre les opérations de dégivrage sur les parkings avions.

Les produits sont pulvérisés sur l'ensemble des surfaces sensibles de l'avion à des températures variant de 60°C à 85°C maximum conformément à l'ARP 4737 : *Aerospace – Aircraft De-icing/ Anti-icing Methods with Fluids, for Large Transport Aircraft*. En effet le dégivrage et certaines opérations de dé/antigivrage doivent être effectuées à une température supérieure à 60°C pour être efficace sans pour autant trop augmenter la température du produit et risquer de le dégrader.

Les matériels utilisés dans le cadre de ces opérations dépendent à la fois de l'importance du trafic aéroportuaire, et des conditions climatiques.

Ainsi, de simples camions équipés d'une nacelle sont utilisés sur les petites plates-formes où les conditions climatiques et le nombre de mouvements d'avions ne nécessitent pas d'investissements dans des matériels performants. Tel est le cas notamment des aéroports de Rennes, de Poitiers ou de Tarbes.

Au contraire, les résultats de l'enquête montrent que les aéroports accueillant un trafic important et soumis à des conditions hivernales plus ou moins rigoureuses utilisent principalement les matériels de dégivrage spécifiques suivants :

- dégivreuses FMC, modèles Modular, Tempest, Quantum ou SMD
(aéroports de Chambéry, Bordeaux, Bâle, Strasbourg, Limoges, Toulouse, Châlons-Vatry...)
- dégivreuses VESTERGAARD, modèle Elephant Beta
(aéroports de Roissy, Beauvais...)

Il s'agit de véhicules équipés de cuves de stockage de plusieurs milliers de litres de différents types de produits (Types I, II ou IV et eau) et de dispositifs spécifiques permettant la préparation des produits (préchauffage, système de mélange proportionnel, réfractomètre intégré...). Un bras articulé dépliable d'une dizaine de mètres équipé d'une nacelle rotative, fermée ou ouverte, permet à l'opérateur d'assurer la pulvérisation à haute pression et à haute température des produits sur les parties sensibles de l'avion.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

Afin d'éviter les effets occasionnés par le souffle des réacteurs d'avions⁴ – les opérations étant réalisées fréquemment moteur de l'avion tournant - certains matériels sont équipés de lances de pulvérisation montées sur des bras télescopiques plaçant ainsi le véhicule hors de portée du souffle des réacteurs et des APU (Auxiliary Power Unit) de certains types d'avions tout en assurant une pulvérisation plus précise et par conséquent une consommation plus faible de produit. En effet bien qu'éloigné de la surface à traiter, l'opérateur a une bonne vision de la situation grâce au système de caméra dont le bras télescopique peut être équipé.

Les caractéristiques des matériels d'application sont définies par les normes ISO 11077 *Aerospace – Aircraft De-icing/ Anti-icing self propelled vehicles-Functional requirements* et ARP 1971 *Aircraft De-icing/ Anti-icing Vehicle-Self propelled, large capacity*. Elles concernent notamment les pompes et systèmes de pulvérisation, la pression d'application du produit ayant une action mécanique nécessaire au traitement de la surface contaminée. Néanmoins cette pression ne doit pas être trop importante afin d'éviter de « casser » les produits épaissis.

2.5 ENTRETIEN DES MATERIELS

Afin d'assurer le fonctionnement durable et optimum des dégivreuses, des plannings d'entretien et de contrôle des équipements sont élaborés annuellement par les services de maintenance des compagnies aériennes, des assistants ou des gestionnaires.

Compte tenu de la disparité des réponses obtenues sur l'entretien des appareils et le contrôle des produits, il n'est pas possible de dresser une synthèse pertinente des pratiques. Les données exploitables précisent néanmoins que les dégivreuses font l'objet d'un entretien général au minimum une fois par an avant le début de la saison hivernale. Certains opérateurs assurent deux voire trois entretiens approfondis par saison (début, milieu et fin de saison), tel est le cas par exemple de Strasbourg ou de Beauvais. Cet entretien général permet de contrôler et de réparer, l'ensemble des dégivreuses (moteur, pneumatiques, trains, échappement, nacelles et bras élévateur, circuits hydrauliques, éclairage, commandes de bord, systèmes de pulvérisation des produits : pompes, lances et buses...). En parallèle, les opérateurs procèdent à de petits entretiens ponctuels en fonction du type d'avarie rencontré. Ainsi sur l'aéroport de Toulouse, Map Handling assure par exemple toutes les 7 heures de fonctionnement du matériel le graissage des pompes.

Certains équipements, et notamment les harnais de sécurité des nacelles ouvertes, sont vérifiés annuellement par des organismes agréés tels que le bureau Veritas, et l'Apave.

En parallèle, la qualité des fondants chimiques est analysée au minimum une fois par an, par le fournisseur de produit ou un laboratoire privé. L'analyse porte notamment sur l'aspect du produit, son pH, sa viscosité et son indice de réfraction. Cet indice peut être par ailleurs calculé régulièrement par les opérateurs en charge du dégivrage lors du remplissage de la dégivreuse, lors d'un changement de concentration du mélange ou quotidiennement en période de viabilité hivernale. Les fréquences d'intervention sont définies par chaque opérateur.

L'analyse de la réfraction se fait alors à l'aide d'un réfractomètre⁵ (lui-même étalonné annuellement par un laboratoire agréé) à partir d'échantillons de produits purs ou dilués prélevés soit en sortie de lance de pulvérisation soit dans la cuve de stockage.

L'indice obtenu est à comparer à une table de corrélation disponible en fonction du type de produit et de sa dilution.

⁴ : Air velocity distribution behind wing-mounted aircraft engines. APS. Transport Canada. 1999 – Etude sur la distribution spatiale des vitesses de l'air issu des réacteurs, afin de mieux comprendre leur effet immédiat sur la stabilité des camions de dégivrage, le risque principal étant le renversement des camions.

⁵ Réfractomètre : appareil de mesures permettant le calcul de la réfraction d'un milieu ; la réfraction étant le changement de direction que subit un rayon lumineux en passant d'un milieu optique donné à un autre. Cette détermination d'indice de réfraction peut permettre d'identifier une espèce chimique et de contrôler sa pureté, et de déterminer la composition d'un mélange.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

Ces mesures peuvent être réalisées à partir d'un appareil portatif ou gérées, pour certaines dégivreuses, par un dispositif de contrôle de réfraction intégré.

Certains opérateurs contrôlent également la température du produit en sortie de lance à l'aide de thermomètre infra-rouge.

Au regard des résultats d'enquête, les situations paraissent donc relativement variées. Il est cependant important de préciser que les procédures d'entretien et de contrôle sont définies par les constructeurs de matériel et les industries chimiques. Elles doivent donc être reprises par les services techniques des compagnies aériennes, des assistants et des gestionnaires d'aéroport.

Le PG-K-43.08.02 de la compagnie Air France recommande par exemple d'assurer le contrôle de la dilution des produits chaque jour où un traitement est prévu, après chaque remplissage de dégivreuse, et après chaque changement de concentration du mélange.

2.6 LE STOCKAGE DES PRODUITS

D'une saison sur l'autre, la plupart des aéroports stockent les produits (dilués ou non) en fûts et dans une moindre mesure en container ou en cuve⁶

En fonction du nombre d'avions à traiter et des conditions climatiques, les capacités de stockage varient d'un aéroport à un autre. Ainsi, les résultats de l'enquête permettent de préciser que quelques 800 litres de produits à plus de 600 000 litres peuvent être stockés sur un aérodrome.

	2005-2006		2004-2005		2003-2004	
	Stockage	Réap.	Stockage	Réap.	Stockage	Réap.
Saint Pierre Pointe Blanche	2 100	1	2 100	1	2 940	1
Saint-Etienne-Bouthéon	1 000	6	1 000	10	1 000	4
Pau-Pyrénées	5 000	5	5 000	5	5 000	3
Paris – Charles de Gaulle*	600 000	-	575 000	-	-	-
Limoges-Bellegarde	5 000	3	5 000	-	5 000	3
Toulouse-Blagnac	5 000	> 4	5 000	> 4	-	> 4
Châlons-Vatry	4 500	2	4 000	1	1 500	0
Brest-Guipavas	16 800	3	12 600	-	-	-
Bordeaux-Mérignac	26 000	13	26 000	9	26 000	8
Bâle-Mulhouse	76 000	17	76 000	14	76 000	13
Tarbes-Lourdes**	10 000	2	10 000	2	-	-
Poitiers-Biard	800	1	800	1	800	1
Chambéry	7 000	2	4 000	0	4 000	0
Rennes-Saint Jacques	10 000	8	10 000	4	10 000	6
Beauvais-Tillé	20 000	4	20 000	4	20 000	4
Montpellier-Méditerranée	14 000	3	14 000	2	14 000	2
Lille-Lesquin	>5 000	-	>5 000	-	>5 000	-
Châteauroux-Déols	1 000	1	1 000	1	-	-

(données 2006) - *les capacités de stockage de Paris-Charles de Gaulle concernent les volumes utilisés par les assistants aéroportuaires SAPSER, GIMS et Air France (hors antigivrage préventif) – Il s'agit de données estimées.

**Seul l'aéroport de Tarbes-lourdes stocke un produit prémixé.

Figure 6 : Capacités moyennes des stockages de fondants chimiques (en litres) et nombre de réapprovisionnements (Réap)

⁶ contenance d'un fût : environ 200 litres

contenance d'un container IBC : environ 600-1000 litres

contenance d'une cuve ou citerne : variable >1000 litres

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

Les capacités de stockage de fondants chimiques ne permettent cependant pas d'assurer la totalité des opérations de dégivrage sur la saison hivernale, notamment lors d'événements climatiques rigoureux. Comme le montre le tableau précédent, des réapprovisionnements sont par conséquent très souvent nécessaires. Ceux-ci concernent principalement les infrastructures aéroportuaires gérant un trafic important d'avions et soumises à des conditions hivernales relativement rigoureuses. Tel est le cas notamment des aéroports de Bâle-Mulhouse, Bordeaux-Mérignac, Paris - Charles de Gaulle...

2.7 LA FORMATION DES PERSONNELS AU SOL

La réglementation française (Arrêté du 12 mai 1997 relatif aux conditions techniques d'exploitation d'avions par une entreprise de transport aérien public : transposition en droit français de l'OPS 1.345 des JAA) impose que le personnel en charge des opérations soit formé tous les 2 ans. L'AEA recommande un recyclage annuel de la formation. En pratique sur les aéroports français le personnel suit à chaque début de saison une formation dégivrage.

Les assistants aéroportuaires en charge des opérations de dégivrage peuvent assurer eux-mêmes la formation de leurs personnels en interne. Le contenu des formations suit alors les recommandations de l'ARP 5149 : *Training Program Guidelines for De-icing/ Anti-icing of Aircraft on the Ground (SAE)*

Air France établit tous les ans un cahier des charges conforme au contenu de l'ARP 5149 et aux nouvelles recommandations de l'AEA. La formation est l'occasion d'un retour d'expérience de la saison précédente et d'une présentation des nouvelles directives.

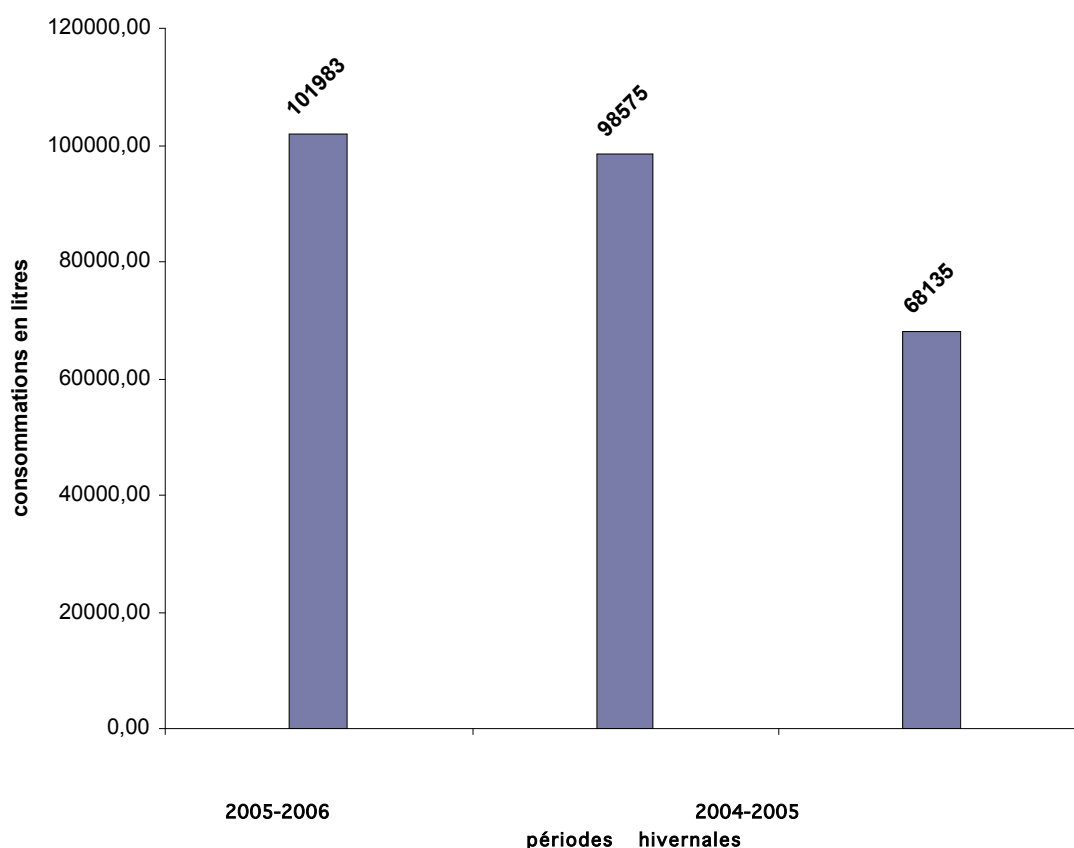
Lorsque la procédure de dégivrage est gérée par le gestionnaire d'aéroport lui-même, la formation est assurée soit par un organisme de formation externe (Air formation, SIM...) soit par Air France. Tel est le cas par exemple des aéroports de Chambéry, Poitiers-Biard, Limoges-Bellegarde, Pau-Pyrénées, ou Beauvais-Tillé...

La formation comprend une partie théorique et une partie pratique. Il a été constaté que l'efficacité des traitements augmentait avec l'expérience des opérateurs. Pour cette raison les Aéroports de Paris pensent restreindre le nombre de personnes habilitées à réaliser des opérations de dégivrage afin qu'ils pratiquent plus souvent.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	23/03/2007

2.8 L'EVOLUTION DES CONSOMMATIONS DE DEGIVRANTS

L'enquête menée auprès des aéroports nationaux sur les trois dernières campagnes de viabilité hivernale (2005-2006, 2004-2005, 2003-2004) révèle que les quantités de fondants chimiques utilisés pour mener à bien les opérations de dégivrage et d'antigivrage des aéronefs sont en constante augmentation.



Nombre d'aéroports ayant transmis les données de consommation des fondants chimiques (antigivrage et/ou dégivrage) –
2005-2006 : 19 aéroports, 2004-2005 : 18 aéroports, 2003-2004 : 17 aéroports.

Figure 7 : Evolution des quantités moyennes de dégivrants utilisés depuis la période hivernale 2003-2004 par aéroport

Quelque soit la campagne de viabilité hivernale, cette augmentation se fait davantage au profit des produits dégivrants (le dégivrage regroupe également le dé/antigivrage) que des produits antigivants.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	23/03/2007

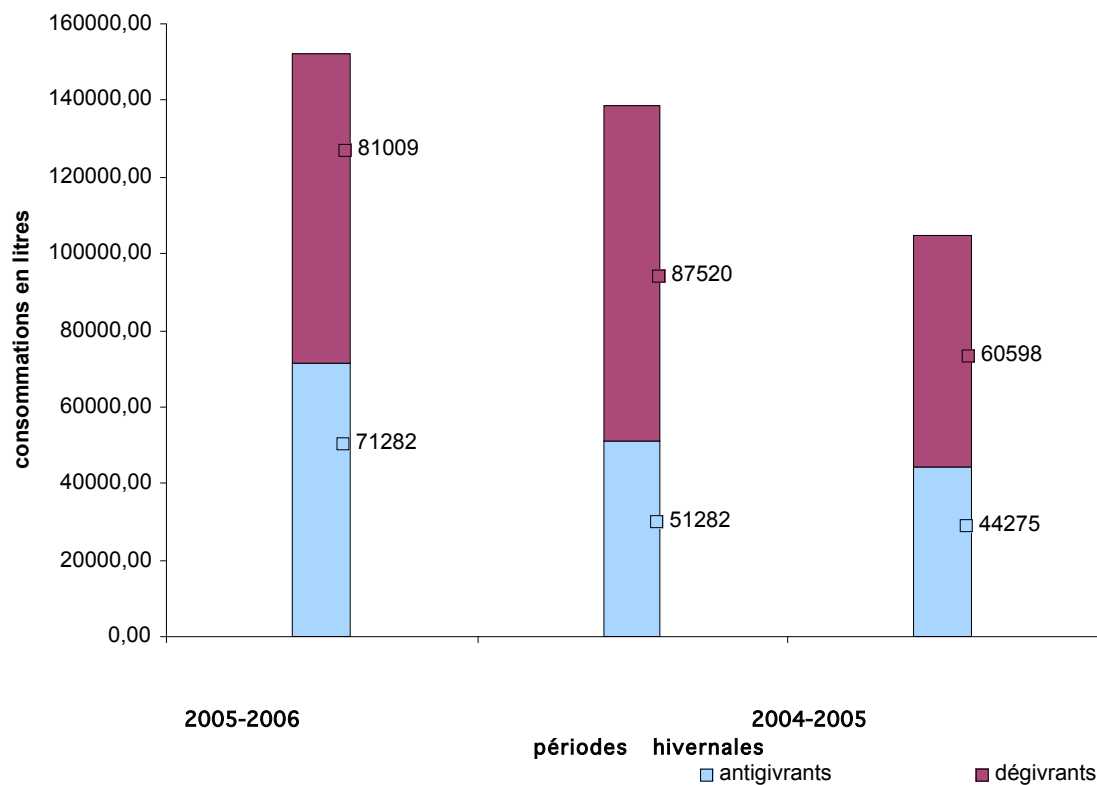


Figure 8 : Evolution des quantités moyennes de fondants chimiques utilisés par les aéroports en fonction de la période hivernale

Sur l'ensemble des aéroports consultés dans le cadre de cette enquête, cinq aéroports (Paris – Charles de Gaulle, Bâle-Mulhouse, Strasbourg, Bordeaux-Mérignac, Toulouse-Blagnac) consomment près de 90% du volume de fondants chimiques, et cela quelque soit la période hivernale.

La consommation de fondants chimiques de l'aéroport de Paris – Charles de Gaulle représente entre 50 et 65 % du volume total des produits de dégivrage utilisés par les aéroports nationaux ayant répondu à l'enquête (hiver 2005-2006 : 50%, hiver 2004-2005 : 64%, hiver 2003-2004 : 60%).

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	23/03/2007

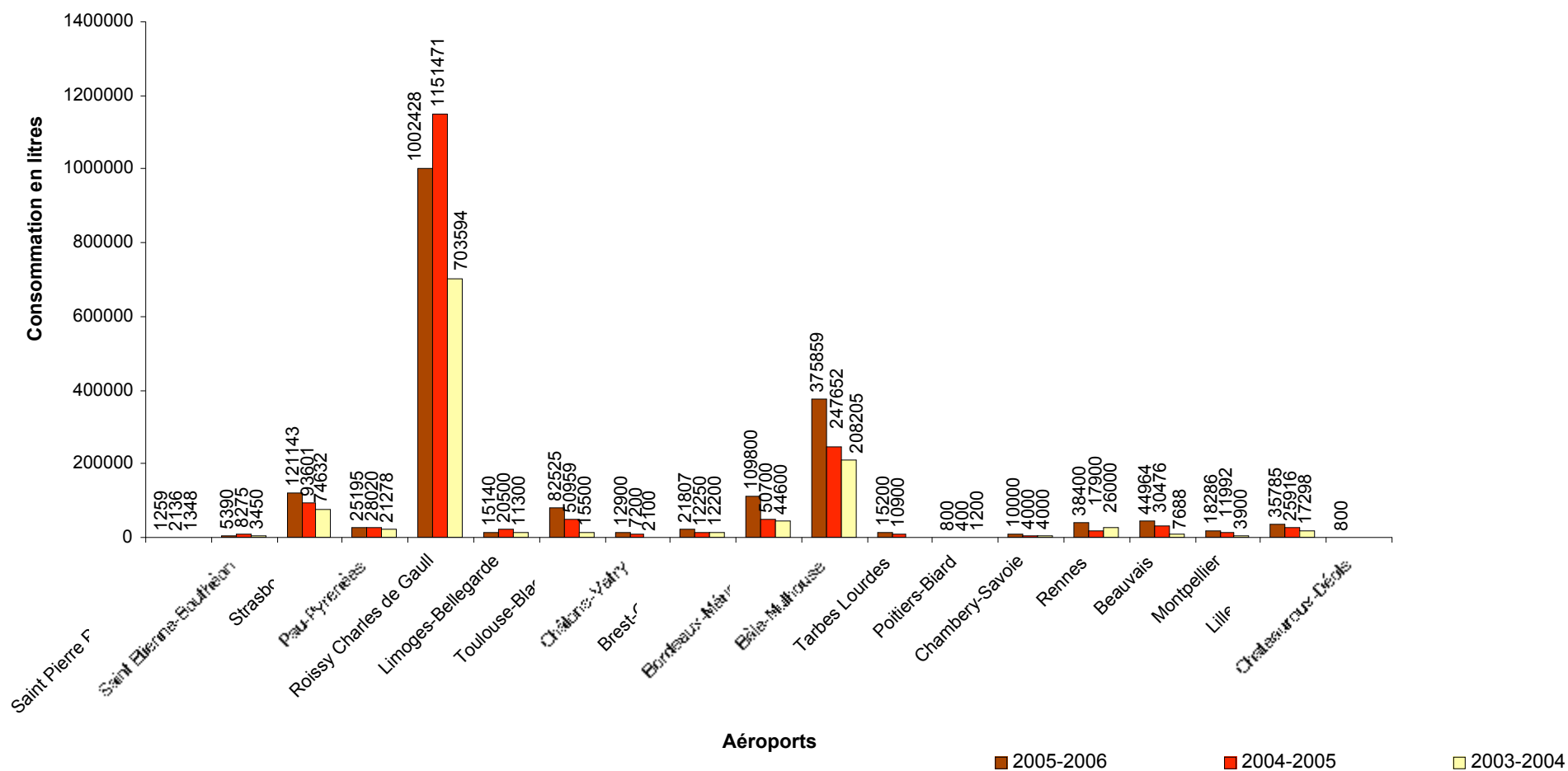


Figure 9 : Evolution des consommations de fondants chimiques utilisés par aéroport

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

2.8.1 L'évolution de la consommation par avion

Compte tenu de son caractère curatif, l'opération de dégivrage des avions, requiert à la fois davantage de produits et de temps que l'opération d'antigivrage. Les données présentées dans le tableau ci-dessous et classées en fonction de la masse des avions précise cela. L'extrême variabilité de données est à mettre en relation avec les moyens techniques et humains mis à disposition par les gestionnaires ou leurs assistants, ainsi que les conditions météorologiques et le type d'avion à traiter.

A titre d'exemple, la présence d'un personnel formé régulièrement et disposant d'un matériel performant et notamment d'aires dédiées aux opérations de dégivrage permettra à la fois de limiter l'emploi de quantités importantes de fondants chimiques par avion (et ce quelque soit le type d'appareil) et la durée de l'opération, nécessaire notamment au maintien de la continuité du trafic aéroportuaire.

Masse de l'avion	Consommation moyenne par avion en litres		Durée moyenne de l'opération de décontamination de l'appareil en minutes	
	Antigivrage	Dégivrage	Antigivrage	Dégivrage
< 20 tonnes*	50-150 l.	60-500 l.	1-10 min	4-30 min
20 à 50 tonnes**	75-250 l.	90-350 l.	1,5-20 min	4,5-45 min
> 50 tonnes***	120-300 l.	160-650 l.	3,5-30 min	6,5-60 min

Données fournies par les gestionnaires d'aéroports et les assistants dans le cadre de l'enquête 2006 sur le dégivrage et le déverglaçage

* avions de type Embraer 120 , DC3, Beach 1900...

** avions de type BAE146, Fokker 1000...

*** avions de type A319, A320, A330..., B747, B707, B767, DC10, DC8 , MD 80, MD 82...

Figure 10 : tableau des consommations moyennes de fondants chimiques par avion et durée de réalisation de l'opération

La consommation moyenne de produits par avion (dégivrants et antigivrants) suit malgré tout une augmentation constante depuis la saison hivernale 2003-2004 d'environ 10%.

La consommation moyenne par avion est ainsi passée de 184 litres en 2003-2004 à 266 litres en 2005-2006 avec des variations moyennes de 50 à 650 litres par avion.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	23/03/2007

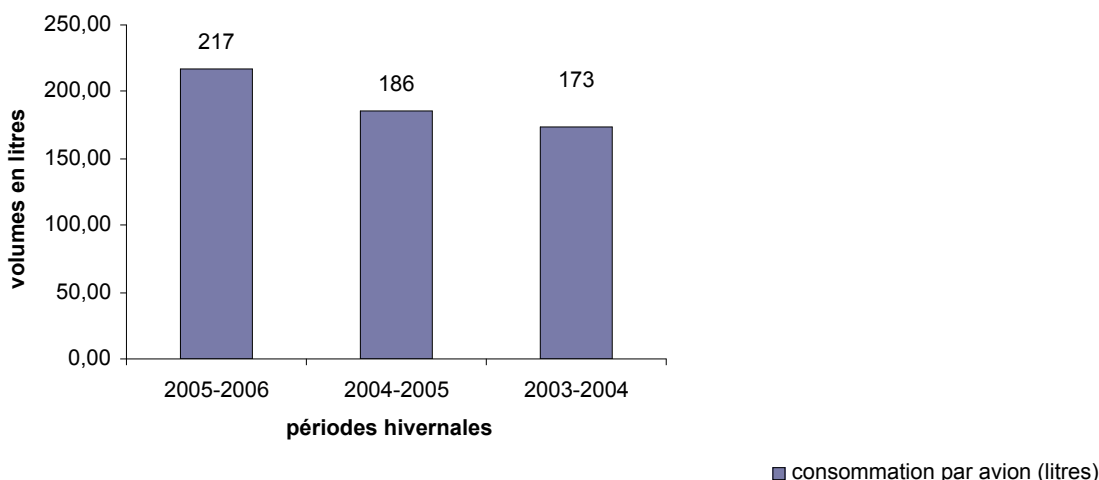


Figure 11 : Evolution de la consommation moyenne des produits de dégivrage par avion depuis 2003

Au regard du graphique suivant, l'augmentation concerne l'ensemble des aéroports affichant un trafic inférieur à 100 000 avions/an. Cette augmentation des volumes utilisés chaque année varie de 15 % (aéroports accueillant entre 5 000 et 25 000 avions/an) et plus de 30 % (aéroports dont le trafic est compris entre 25 000 et 100 000 avions/an). Outre le fait que ces aéroports accueillent chaque hiver un grand nombre d'avions à décontaminer, cette hausse peut également être mise en relation avec la taille des avions à traiter. Cette augmentation générale qui exprime l'évolution des consommations moyennes de fondants chimiques par avion en fonction du trafic aéroportuaire se fait cependant au détriment de quelques aéroports qui font usage de quantités plus faibles de fondants chimiques. Tel est le cas notamment des aéroports de Saint-Etienne-Bouthéon, Pau-Pyrénées, Limoges-Bellegarde, Toulouse-Blagnac et Brest-Guipavas. Ces baisses notables, ne se font d'ailleurs pas au détriment de conditions climatiques plus favorables ou d'une diminution du trafic aéroportuaire. Elles sont davantage le fait d'une meilleure prise en compte des spécificités physico-chimiques des produits dans le cadre de l'opération de dégivrage.

L'aéroport de Paris – Charles de Gaulle présente quant à lui une diminution constante de la consommation des produits de dégivrage par avion de l'ordre de 5% en moyenne depuis 2004-2005.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglçage	Du	23/03/2007

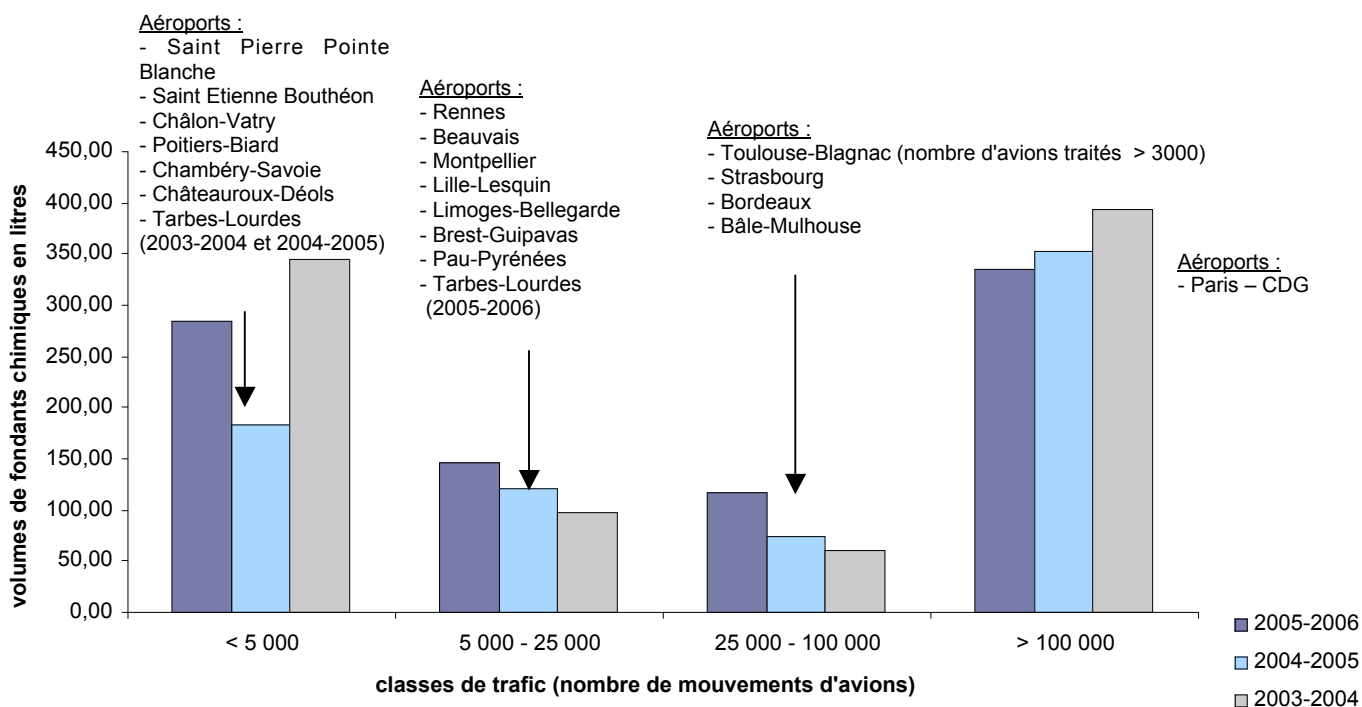


Figure 12 : Répartition de la consommation moyenne de produits de dégivrage par avion en fonction du trafic aéroportuaire

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	23/03/2007

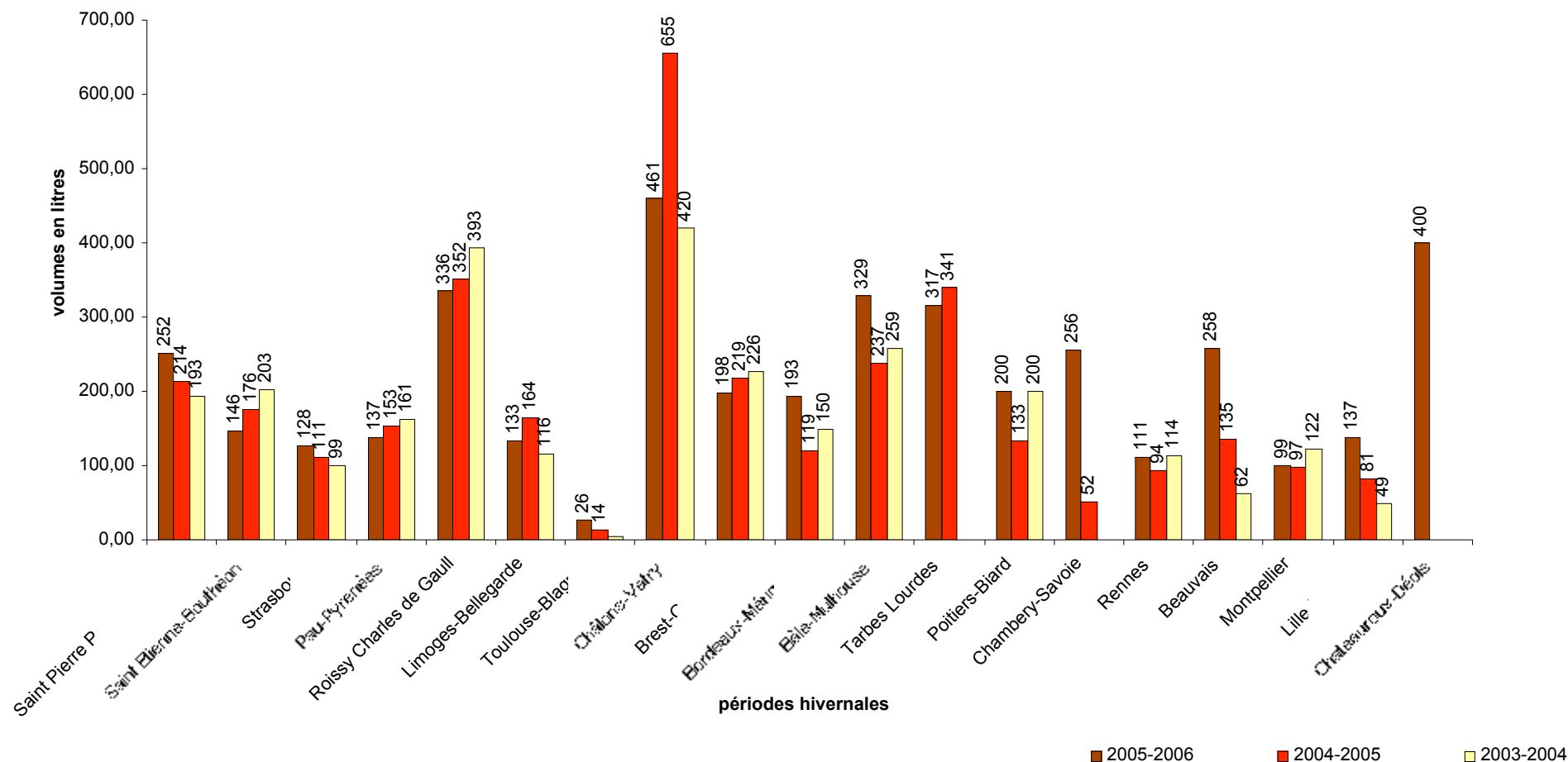


Figure 13 : Evolution des consommations moyennes de produits de dégivrage par avion et par aéroport

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	23/03/2007

Nombre d'avions traités par les fondants chimiques par aéroport (2003-2004, 2004-2005, 2005

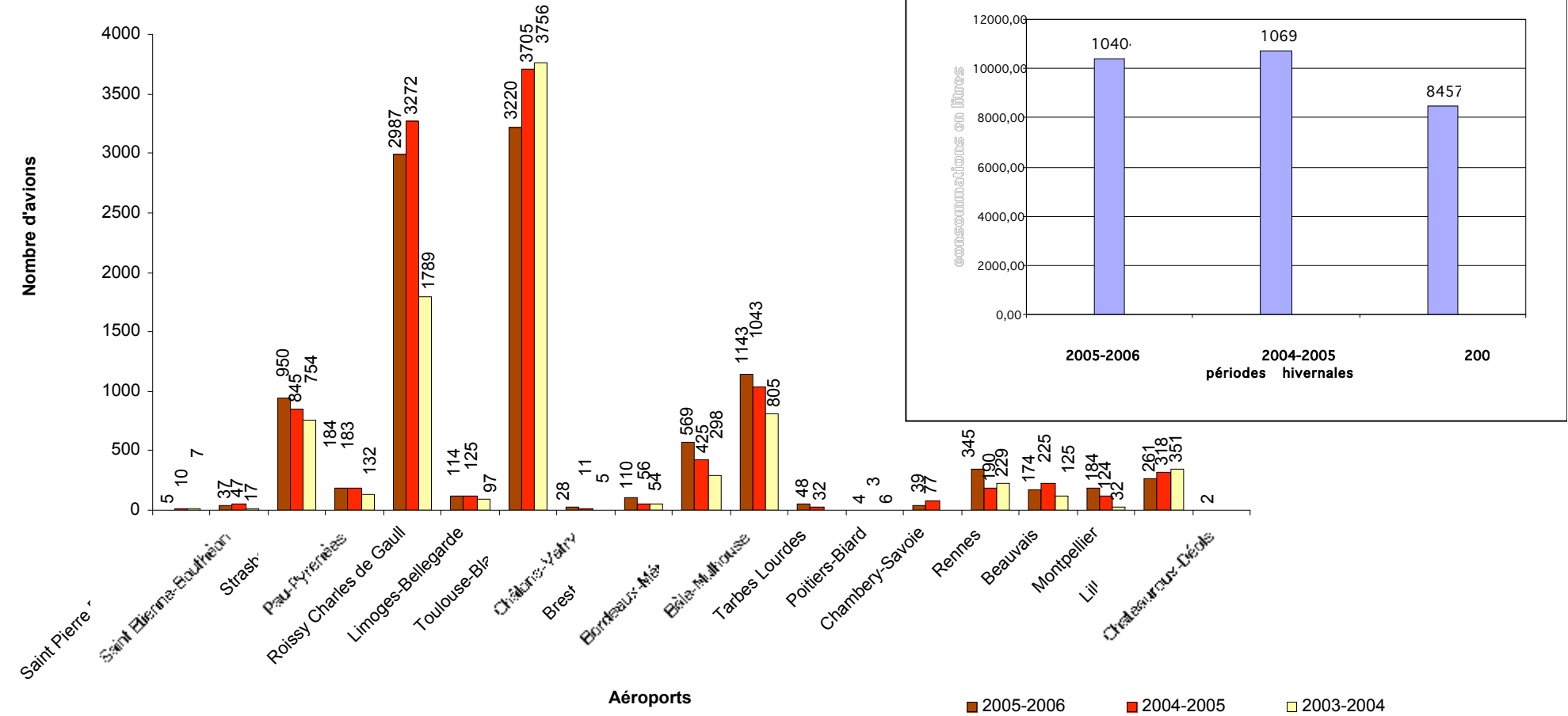


Figure 14 : Evolution du nombre d'avions décontaminés par aéroport

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

Les aéroports de catégorie A et B décontaminent logiquement davantage d'avions, notamment pour ceux présentant des appareils en « night-stop », que les aéroports de plus petite taille, ces derniers bénéficiant d'un plus faible trafic et accueillant des avions de masse plus modeste que les grandes infrastructures aéroportuaires.

Les aéroports de catégorie A consomment en moyenne et quelque soit la période hivernale environ 300 litres de fondants chimiques par appareil.

Les aéroports de catégorie B, si l'on exclut l'aéroport de Toulouse-Blagnac, consomment en moyenne entre 110 et 140 litres par avion

Enfin les aéroports de catégorie C, consomment quant à eux entre 100 et 200 litres de dégivrant par avion.

2.8.2 Fondants chimiques et données climatiques

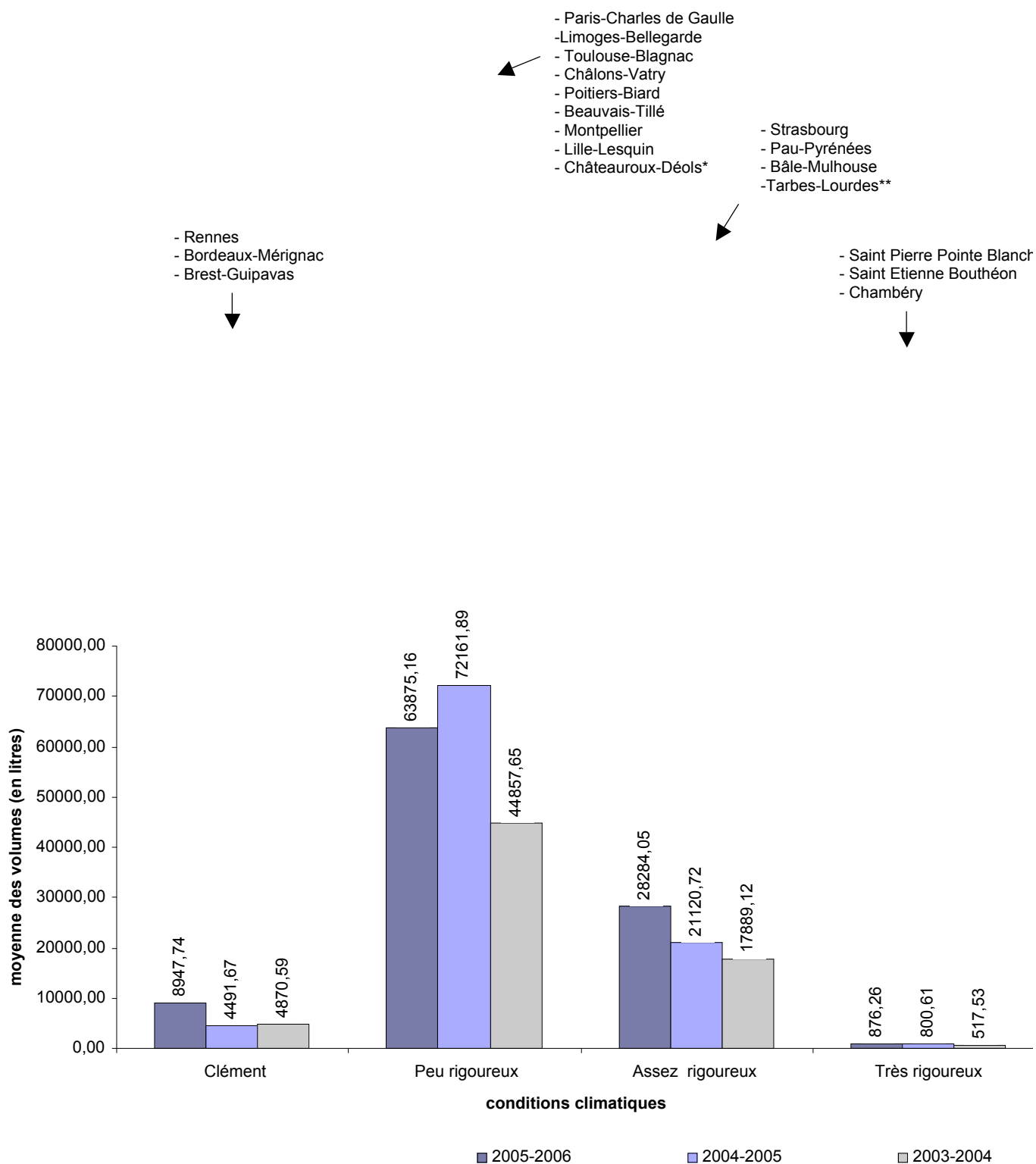
Les aéroports soumis aux conditions hivernales les plus rigoureuses ne sont pas obligatoirement les plus gros consommateurs de fondants chimiques. A titre d'exemple, la consommation moyenne de fondants chimiques des aéroports soumis à des conditions hivernales très rigoureuses⁷ (aéroports de Saint-Pierre-Pointe-Blanche, Saint-Etienne Bouthéon ou Chambéry) et assez rigoureuses (Strasbourg, Pau, Bâle-Mulhouse, Tarbes) représente respectivement entre 0,80% et 20-27% du volume total de fondants chimiques ; la part restante étant utilisée par les aéroports bénéficiant de conditions hivernales plus clémentes.

Ce constat peut être, d'une part, le fait d'un problème d'échantillonnage. La majorité des aéroports sollicités dans le cadre de cette enquête sont localisés dans des zones climatiques peu rigoureuses, voire clémentes, rendant ainsi les aéroports soumis à des conditions très rigoureuses peu représentés.

D'autre part, il apparaît que les aéroports soumis aux hivers les plus rigoureux bénéficient d'un trafic aéroportuaire plus faible que les aéroports situés en zones climatiques plus clémentes. Les quantités utilisées de fondants chimiques paraissent par conséquent également plus faibles.

⁷ La dureté de l'hiver est définie par le Ministère des transports (circulaire de 1978). Celle-ci propose une classification et une cartographie nationale de la viabilité hivernale en considérant le nombre de jours de neige, le nombre de verglas liés à des précipitations, et le nombre de jours de neige ou de verglas sans précipitations. Cette circulaire définit ainsi 5 classes de dureté de l'hiver : hiver clément – hiver peu rigoureux - hiver assez rigoureux - hiver rigoureux - hiver très rigoureux . Dans le cadre de cette enquête, la circulaire de 1978 a été reprise afin de mettre en évidence une éventuelle corrélation entre la classification hivernale et les volumes de fondants chimiques utilisés par chaque aéroport. Cette classification est actuellement en cours de modification et de remplacement par de nouveaux indices hivernaux.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	23/03/2007



* : données 2003-2004 et 2004-2005 non disponibles

** : données 2003-2004 non disponibles

Note : les calculs des moyennes sont basés sur le nombre de réponses des aéroports, soit 19 aéroports (hiver 2005-2006), 18 aéroports (hiver 2004-2005) et 17 aéroports (2003-2004)

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

Figure 15 : Volumes moyens de fondants chimiques utilisés par aéroport en fonction des conditions hivernales

La classification hivernale telle que définie par la circulaire du Ministère des transports de 1978 ne peut par conséquent expliquer à elle seule l'importance et la variation des consommations de dégivrants une année sur l'autre sur les aéroports.

Comme le montre la série de graphiques ci-après, Il faut par conséquent se rapprocher des données climatiques locales fournies par les services de Météo France sur l'ensemble des aéroports étudiés (nombre de jours de neige et de températures inférieures à 0°C) pour rechercher une corrélation entre consommation de fondants chimiques et conditions climatiques.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

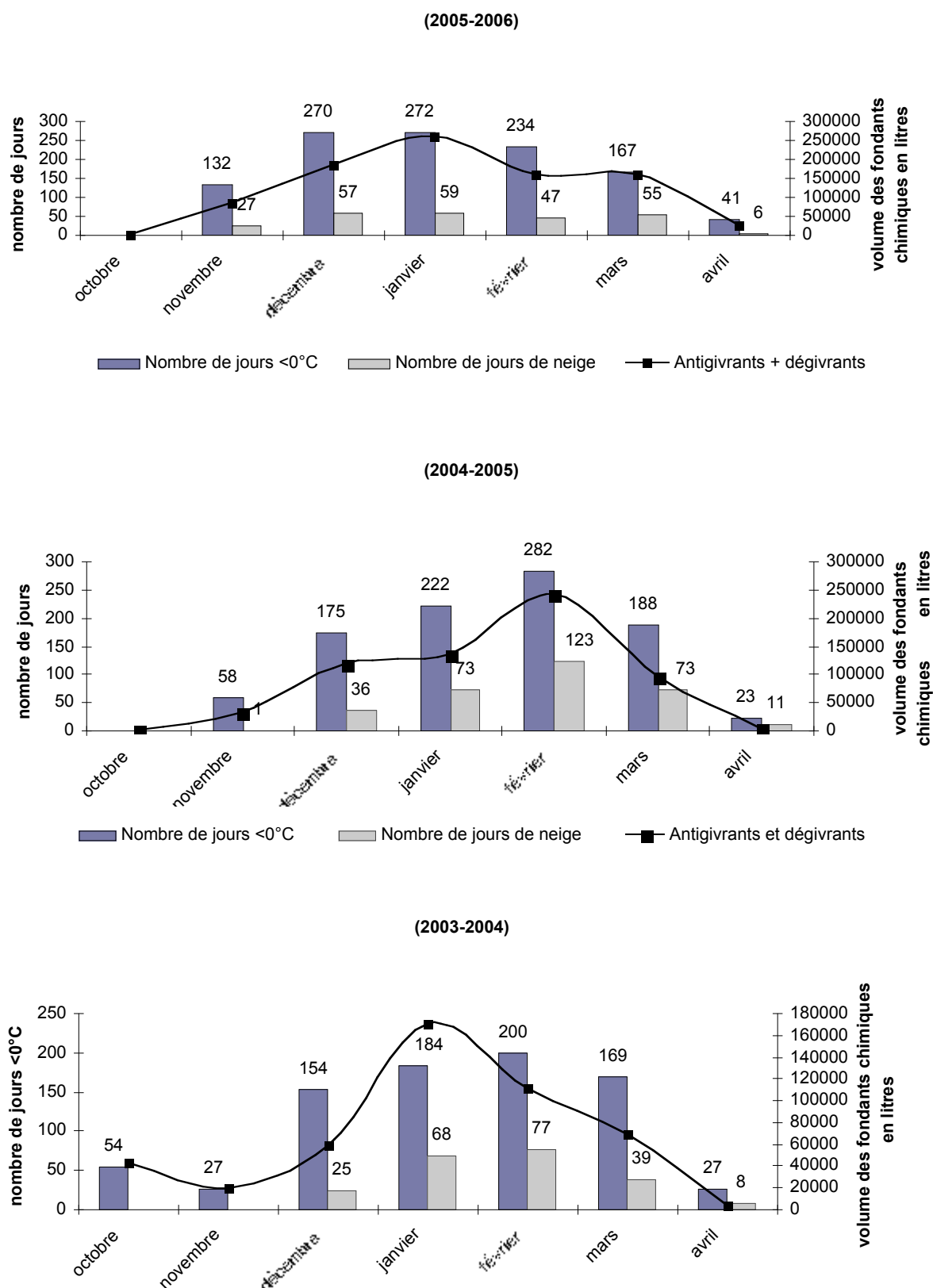


Figure 16 : corrélation entre données climatiques et volumes de fondants chimiques en fonction de la période hivernale

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

Ces trois graphiques montrent ainsi que l'évolution des consommations de produits de dégivrage et d'antigivrage suit une courbe globalement calée sur le nombre de jours de neige et de températures négatives pour les hivers 2005-2006 et 2004-2005. Les pics de consommation de produits sont atteints pour les mois de décembre, janvier et février, mois qui affichent d'importants jours de neige et de températures négatives. La gestion des opérations de dégivrage sur les deux derniers hivers paraît donc fortement dépendante des conditions climatiques. La corrélation paraît moins nette pour la saison hivernale 2003-2004, principalement du fait d'un pic de consommation en janvier 2004.

2.8.3 Fondants chimiques et données de trafic aéroportuaire

Il existe une forte corrélation entre la catégorie aéroportuaire, telle que définie par le Code de l'aviation civile⁸, et les quantités de produits de dégivrage et d'antigivrage utilisées par les aéroports. Ainsi quelque soit la période hivernale, les aéroports de catégorie A, qui gèrent un trafic important, consomment annuellement entre 80 et 85 % du volume de fondants chimiques, tandis que les aéroports de catégorie B et C consomment respectivement environ entre 15 et 20% et 1 et 2% du volume total consommé chaque année par les aéroports.

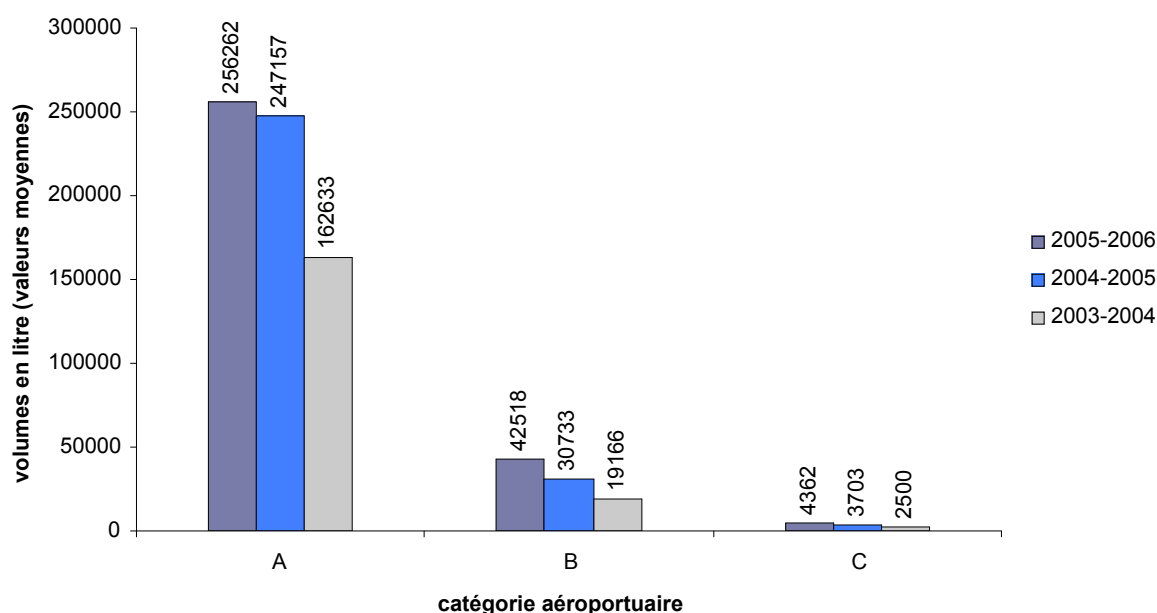


Figure 17 : Répartition de la moyenne des volumes de fondants chimiques utilisés en fonction de la catégorie aéroportuaire

⁸ Le code de l'aviation civile définit une classification des aéroports destinés à la circulation aérienne publique. Cette classification comporte 5 catégories aéroportuaires, dont les catégories A, B et C.

Catégorie A : aéroports destinés aux services à grande distance assurés normalement en toutes circonstances.

Catégorie B : Aéroports destinés aux services à moyenne distance assurés normalement en toutes circonstances et à certains services à grande distance assurés dans les mêmes conditions.

Catégorie C : Aéroports destinés aux services à courte distance, voire à moyenne et longue distance, et au grand tourisme.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglçage	Du	23/03/2007

Ces informations sont également à mettre en lien avec les données plus précises du trafic aéroportuaire de chacun des aéroports ayant participé à cette enquête. Ainsi, il apparaît logiquement que les aéroports affichant un nombre supérieur à 25 000 mouvements d'avions par an utilisent davantage de produits de dégivrage et cela quelque soit la période hivernale. Ainsi, Paris-Charles de Gaulle, qui accueille plus de 500 000 avions/an, consomme entre 50 et 65 % des volumes de fondants chimiques. Les aéroports affichant un trafic compris entre 25 000 et 100 000 appareils/an consomment entre 25 et 35 % des volumes de fondant chimiques sur l'ensemble de trois périodes hivernales et les aéroports annonçant un trafic compris entre 5000 et 25 000 mouvements d'avions/an utilisent entre 8 et 10 % des volumes de fondants chimiques. Enfin les aéroports accueillant moins de 5000 appareils/an consomment entre 1 et 2 % des volumes de fondants chimiques

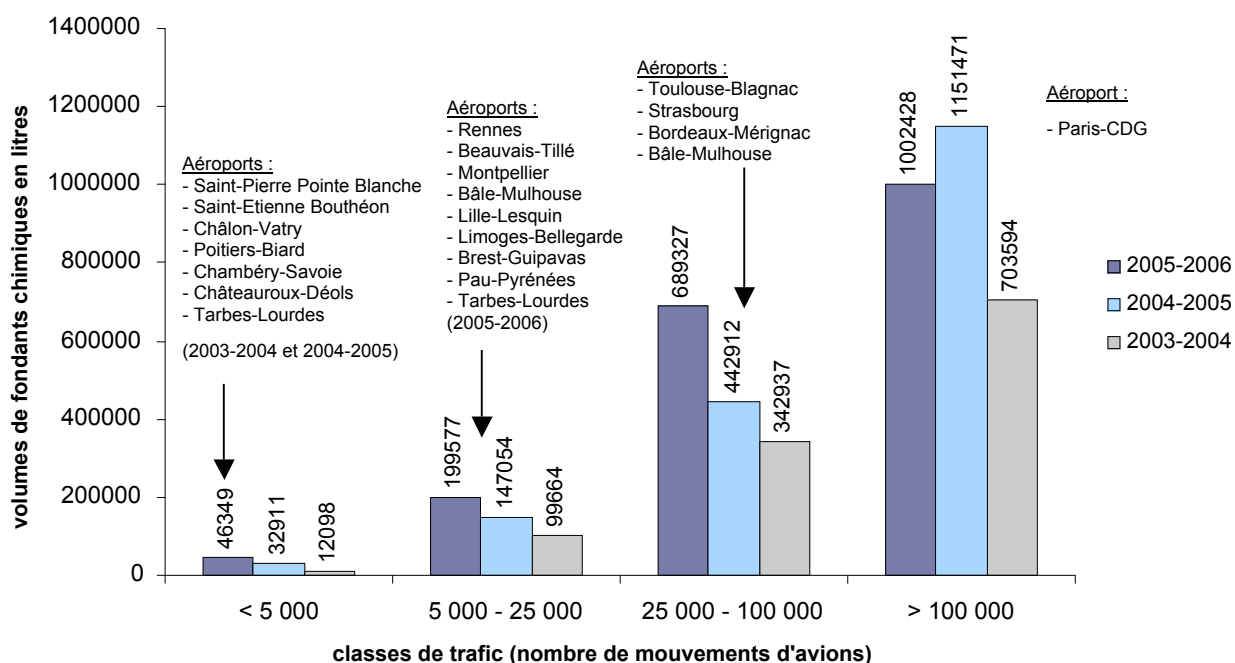


Figure 18 : Répartition de la consommation des produits de dégivrage en fonction du trafic aéroportuaire

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

3 DEVERGLAÇAGE

3.1 NOTE AUX LECTEURS

A la date du 01 août 2006, sur les 33 aéroports sollicités dans le cadre de cette enquête, 18 aéroports ont répondu au questionnaire sur le déverglaçage. A l'image de l'enquête sur les dégivrants, certains résultats, compte tenu de leur caractère partiel, ne constituent donc pas forcément des références. Ils présentent des tendances qui permettent néanmoins de définir la problématique du traitement des pistes.

Listes des aéroports ayant répondu à l'enquête sur le dégivrage :

Saint-Pierre Pointe Blanche, Saint-Etienne-Bouthéon, Strasbourg-Enthheim, Paris-Charles de Gaulle, Limoges-Bellegarde, Toulouse-Blagnac, Châlons-Vatry, Brest-Guipavas, Bordeaux-Mérignac, Bâle-Mulhouse, Tarbes-Lourdes, Chambéry-Savoie, Rennes-Saint Jacques, Beauvais-Tillé, Lille-Lesquin, Châteauroux-Déols, Paris-le Bourget, Pau-Pyrénées

Le questionnaire a été adressé aux gestionnaires d'aéroport et renseigné soit directement par ceux-ci ou soit par le sous-traitant en charge des opérations de déverglaçage.

Ces opérations sont à la charge du gestionnaire. Les opérations sont réalisées :

- directement par le gestionnaire sur 13 plates-formes,
- par les services de la Direction départementale de l'Équipement ou un sous traitant sur 5 plates-formes.

3.2 LES CARACTERISTIQUES DES PRODUITS DE DEVERGLAÇAGE UTILISES SUR LES AEROPORTS NATIONAUX

Les produits utilisés en France pour traiter la contamination des pistes lors des trois dernières campagnes de viabilité hivernale se présentent soit sous forme liquide ou solide.

Les produits liquides contiennent 50% de composé actif (formiate ou acétate de potassium), de l'eau et des additifs 1 à 5%. Ils agissent dès leur application mais leur efficacité diminue rapidement du fait d'une dilution importante lors de la fonte de la glace ou de la neige. L'ensemble des aéroports consultés dans le cadre de cette enquête utilise un fondant chimique sous forme liquide.

Les produits solides quant à eux sont constitués d'acétate ou de formiate de sodium (quasiment pur) et d'additifs 1 à 5%. Leur action immédiate est faible et limitée aux points de contact granule-contaminant. Leur action est alors plus durable que celle des produits liquides. Selon les fournisseurs ils seraient particulièrement adaptés au traitement d'aires verglacées (décollement de la couche de glace).

L'urée n'est utilisée que sur les parkings avions de l'aéroport de Saint-Pierre Pointe Blanche (0,8 tonne en 2005-2006).

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglage	Du	23/03/2007

Durant la période hivernale 2005-2006, 4 aéroports utilisaient des déverglants solides mis en œuvre essentiellement en cas de conditions climatiques rigoureuses s'exprimant notamment par la formation de glace. L'utilisation de ces sels peut être à la fois menée à titre curatif et préventif. Elle est parfois combinée à l'utilisation de fondants chimiques liquides afin d'optimiser l'efficacité du traitement. Elle est d'ailleurs conseillée par les fournisseurs Cryotech et Kemira. L'aéroport de Brest-Guipavas y a recours par fort gel (application de produit solide suivie d'une application de produits liquides). En revanche l'aéroport de Bâle-Mulhouse considère que l'intérêt de la combinaison est mineur, les conditions suivantes étant rarement réunies : températures de l'air très froides, sol très froid et neige lourde.

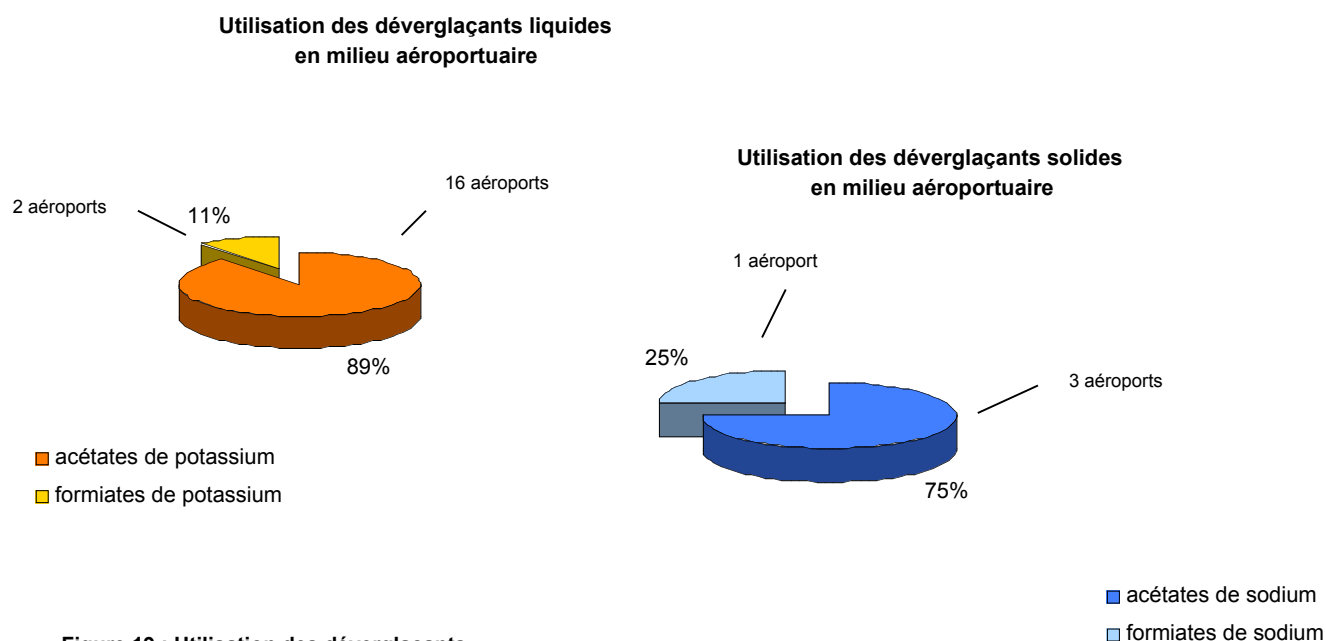


Figure 19 : Utilisation des déverglants liquides et solides en milieu aéroportuaire

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglage	Du	23/03/2007

Aéroports	Produits liquides	Produits solides
Saint Pierre Pointe Blanche	Acétate de potassium	-
Saint-Etienne-Bouthéon	Acétate de potassium	-
Strasbourg-Entzheim	Acétate de potassium	-
Paris-Charles de Gaulle	Formiate de potassium	Formiate de sodium
Limoges-Bellegarde	Acétate de potassium	Acétate de sodium
Toulouse Blagnac	Acétate de potassium	-
Châlons-Vatry	Acétate de potassium	-
Brest-Guipavas	Acétate de potassium	Acétate de sodium
Bordeaux-Mérignac	Acétate de potassium	-
Bâle-Mulhouse	Acétate de potassium	Acétate de sodium
Tarbes-Lourdes	Acétate de potassium	-
Chambéry	Acétate de potassium	-
Rennes-Saint Jacques	Formiate de potassium	-
Beauvais-Tillé	Acétate de potassium	-
Lille-Lesquin	Acétate de potassium	-
Châteauroux-Déols	Acétate de potassium	-
Paris le Bourget	Acétate de potassium	-
Pau-Pyrénées	Acétate de potassium	-

Figure 20 : Les différents produits de déverglage utilisés par les aéroports (hiver 2005-2006)

Quatre sociétés industrielles se partagent actuellement le marché français des déverglants sur les aéroports :

- Abax Industrie - SPCA,
- Clariant,
- Cryotech,
- et Kemira.

Ils proposent un ensemble de produits présentés sous différents noms commerciaux.

Fournisseurs	Déverglants liquides		Déverglants solides	
	Acétate de potassium	Formiate de potassium	Acétate de sodium	Formiate de sodium
Abax Industrie-SPCA	Safegrip (7), Ecoway A-48 (1)	Safegrip FR (1)	-	-
Clariant	Safeway KA (1)	Safeway KF	-	-
Cryotech	Cryotech E36 (4)	-	Cryotech NAAC (1)	-
Kemira	Clearway 1 (3)	Clearway F1 (1)	Clearway 6S (2)	Clearway SF3 (1)

(.) : nombre d'aéroports utilisant le produit

Figure 21 : Tableau des produits commercialisés en France

45 % des aéroports sollicités dans le cadre de cette enquête indiquent avoir changé de produit ou de fournisseur au cours des trois dernières campagnes de viabilité hivernale. Les motifs invoqués sont généralement la recherche d'un meilleur rapport qualité/coût et de meilleures performances environnementales.

A titre d'exemple, l'aéroport de Rennes-Saint Jacques a fait le choix en 2005 de remplacer l'acétate de potassium par du formiate de potassium réputé moins préjudiciable pour l'environnement. La demande biologique en oxygène nécessaire à la dégradation du formiate de potassium est en effet inférieure à celle de l'acétate.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

L'aéroport de Pau-Pyrénées a également abandonné l'utilisation de l'urée au profit de produits homologués de type acétates.

Compte tenu de la particularité du contexte aéroportuaire, la mise sur le marché de ces déverglaçants doit répondre notamment à deux exigences aéronautiques édictées par la Society of automotive engineers (SAE) :

- déverglaçants liquides : AMS 1435 *Fluid, Generic, De-icing / Anti-icing Runways and Taxiways*
- déverglaçants solides : AMS 1431 : *Compound, Solid Runway and taxiway De-icing/ Anti-icing*

Ces deux standards américains constituent la référence sur laquelle les fournisseurs de produits se basent afin de réaliser les tests destinés à la commercialisation des fondants chimiques.

Cependant il n'existe actuellement aucune recommandation ou ligne directrice au niveau international ou européen sur les conditions d'utilisation des déverglaçants en milieu aéroportuaire tel que cela est proposé pour le dégivrage des avions à travers notamment des grilles d'efficacité des produits ou d'informations sur les grammages à utiliser. Seules les données transmises par les fournisseurs et l'expérience acquise par les services de déverglaçage semblent prévaloir.

3.3 LE DECLENCHEMENT DE LA PROCEDURE DE DEVERGLAÇAGE DES AIRES AEROPORTUAIRES

La procédure de déclenchement de l'opération de déverglaçage des aires de manœuvre prend en compte les critères suivants :

- les données météorologiques (conditions et prévisions météorologiques),
- les mesures de glissance,
- l'inspection visuelle des aires de manœuvre.

A l'issue de l'analyse de ces deux critères, l'opération de déverglaçage peut être déclenchée. Notons que pour 1/3 des aéroports, l'expérience de terrain est l'un des critères supplémentaires pris en compte dans le lancement d'une procédure de déverglaçage.

La consultation du METAR, (rapport d'observation météorologique) ou des MAA (messages d'avertissement aéronautique) disponibles sur chaque aéroport et aérodrome, renseigne les responsables en charge de la navigation aérienne et du déverglaçage sur un ensemble de paramètres (provenance et vitesse des vents, visibilité, température ambiante, point de rosée, humidité relative, pression atmosphérique...) nécessaires à la prise de décision. Les prévisions météorologiques ont une importance capitale car elles peuvent permettre une anticipation et une organisation optimale des équipes.

La consultation du METAR ou des MAA peut être couplée à des mesures de glissance et à des observations de terrain. Certains gestionnaires d'aéroports émettent cependant des doutes quant aux résultats des mesures de glissance. Ceux-ci amèneraient à intervenir plus que de raison. L'expérience de terrain semble trouver alors sa légitimité afin d'apprécier au mieux l'état de contamination des aires.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglage	Du	23/03/2007

A l'issue de la consultation et de l'analyse des bulletins météorologiques et éventuellement des résultats des mesures de glissance et d'observations de terrain, il revient au gestionnaire de l'aéroport (via le responsable de permanence opérationnelle...) ou à son représentant (SLBA, ou sous-traitant privé) en lien direct avec les services de la navigation aérienne de prendre la décision de mettre en œuvre des opérations préventives ou curatives. A chaque intervention, un NOTAM⁹, diffusé sous la forme d'un SNOWTAM¹⁰, est établi par l'aérodrome et émis par le Service de l'information Aéronautique (via le RSFTA) aux navigateurs aériens.

Aéroport	Opérateur de déverglage
Saint Pierre Pointe Blanche	Gestionnaire (SAC)
Saint-Etienne-Bouthéon	Gestionnaire (CCI)
Strasbourg-Entzheim	Direction départementale de l'Equipeement – subdivision des bases aériennes
Paris-Charles de Gaulle	Gestionnaire (Adp)
Limoges-Bellegarde	Gestionnaire (CCI)
Toulouse Blagnac	Gestionnaire (CCI)
Châlons-Vatry	Gestionnaire (Société d'exploitation de Vatry Airport)
Brest-Guipavas	Gestionnaire (CCI)- sous traitant
Bordeaux-Mérignac	Gestionnaire (CCI)
Bâle-Mulhouse	Gestionnaire (Aéroport)
Tarbes-Lourdes	Gestionnaire (CCI)
Chambéry	Gestionnaire (SEACA)
Rennes-Saint Jacques	Sous-traitant privé
Beauvais-Tillé	Gestionnaire (CCI)
Lille-Lesquin	Gestionnaire (CCI)
Châteauroux-Déols	Gestionnaire (Syndicat mixte)
Pau-Pyrénées	Gestionnaire (CCI)/Direction départementale de l'Equipeement
Paris le Bourget	Gestionnaire (Adp)

Figure 22 : Organisation des opérations de déverglage

Les procédures de déverglage sont précisées dans un certain nombre de textes et d'ouvrages sur lesquels plusieurs aéroports se basent pour assurer le bon déroulement des opérations de déverglage :

- la deuxième et neuvième partie du manuel des services d'aéroport édité par l'OACI. Ces ouvrages précisent les procédures à mettre en œuvre afin d'assurer la maintenance des aires. Il est possible de se rapprocher également des chapitres 2 et 9 de l'annexe 14 de la convention de Chicago relatifs aux aérodromes.
- le guide technique du STAC sur les services hivernaux sur chaussées aéronautiques (novembre 2002). Il aborde la problématique du déverglage des pistes par le biais de la thématique du déneigement des aires de mouvement.
- le plan neige, mis en œuvre chaque année sur certains aérodromes par le comité neige, consigne l'ensemble des moyens et des procédures nécessaires à la mise en œuvre des opérations de viabilité hivernale¹¹.

⁹ NOTAM : Notice to Airmen - il fournit notamment des informations sur l'établissement, l'état ou la modification d'une installation, d'une procédure aéronautique, d'un service, et sur l'organisation de l'espace aérien.

¹⁰ SNOWTAM : Snow notice to airmen – Cet avis aux navigateurs aériens en cas de neige fournit des informations sur l'état de contamination de la piste (type de contaminations et caractéristiques, résultats des mesures de glissance, accessibilité de l'installation...).

¹¹ Le guide technique du STAC « Services hivernaux sur chaussées aéronautiques » (novembre 2002) précise les procédures de mise en œuvre des opérations de viabilité hivernale – document en téléchargement sur le site Internet du STAC.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

3.4 MISE EN ŒUVRE DE L'OPERATION DE DEVERGLAÇAGE

La mise en œuvre de l'opération de déverglaçage suit un certain nombre de règles et de recommandations. Comme cela est précisé plus haut, ces indications sont notamment consignées dans le plan neige qui est révisable annuellement. D'après les résultats de l'enquête, les personnes en charge des opérations s'appuient également sur les fiches techniques des produits et les prescriptions du fournisseur et les recommandations du Service Technique de l'Aviation Civile.

Les surfaces déverglacées sur les plate-formes correspondent aux aires de manœuvre¹² (pistes et taxiways) ainsi qu'aux aires de trafic¹³. Ne sont pas comptabilisées les surfaces traitées avec des fondants chimiques routiers : accès à l'aéroport, parking voitures...

En fonction de la taille des aéroports, de leur trafic aéroportuaire et des conditions climatiques, les surfaces traitées varient de moins de 1 hectare (cas des aéroports de Bordeaux-Mérignac et Toulouse-Blagnac) à plus de 50 hectares (cas des aéroports de Bâle-Mulhouse, de Paris-le Bourget ou de Rennes-Saint Jacques...). La moyenne des surfaces traitées avoisine les 40 hectares si l'on exclut l'aéroport de Roissy qui intervient à lui seul sur près de 550 hectares.

En conditions neigeuses, le déverglaçage des pistes est dans 8 cas sur 10 combiné aux opérations de déneigement. Cette intervention reste toutefois dépendante des caractéristiques du contaminant et notamment de l'épaisseur de neige. Le déverglaçage succède alors au passage des matériels de déneigement (lame/balai/soufflerie...- thermosoufflante pour l'aéroport de Vatry).

Le traitement des aires aéroportuaires requiert l'utilisation d'épanduses.

Les principales caractéristiques de ces matériels sont notamment :

- la capacité de stockage,
- la largeur de traitement,
- les moyens de contrôle du grammage (contrôle automatique depuis le poste du conducteur pour les machines les plus modernes/ régulation de la vitesse pour les tracteurs agricoles).

17 des aéroports interrogés dans le cadre de cette enquête utilisent des systèmes d'épandage par rampe et 5 d'entre eux utilisent des systèmes d'épandage par disque, ces derniers pouvant être à la fois utilisés avec des produits solides ou liquides.

L'aéroport de Roissy, outre ces deux types de matériels, est doté d'un équipement mixte liquide/solide supplémentaire. L'aéroport de Châlons-Vatry utilise en complément d'un système d'épandage par rampe une thermo-soufflante notamment en condition neigeuse.

Ces matériels sont tous équipés de cuves de stockage d'une contenance variant de 1000 à 10 000 litres. Les systèmes d'épandage par disque assurent une pulvérisation des produits sur une largeur de 2 à 12 mètres (voire 30 mètres) tandis que les systèmes par rampe assurent un épandage sur une largeur pouvant atteindre les 20 mètres. Il s'agit généralement de systèmes de distribution assistés par ordinateur.

Il apparaît néanmoins, dans de rares cas, que de simples tracteurs agricoles équipés d'une citerne de fondants chimiques soient utilisés pour assurer le déverglaçage des pistes des plates-formes de petite taille et soumises à un faible trafic hivernale.

¹² *Aire de manœuvre* : partie d'un aérodrome devant servir au décollage et à l'atterrissage des aéronefs et aux manœuvres au sol, à l'exclusion des aires de trafic.

¹³ *Aire de trafic* : partie d'un aérodrome destinée à l'embarquement et au débarquement des passagers, au chargement et au déchargement du fret, au ravitaillement en carburant, à l'entretien courant, à la maintenance et au stationnement des aéronefs ainsi qu'à tout mouvement d'aéronefs, de véhicules et de personnes affectés de telles opérations.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

Le choix d'un matériel plus performant représente un investissement certain mais permet de faire des économies sur les quantités de produits consommés, réduisant ainsi la pollution induite par le traitement des pistes.

D'une manière générale les matériels de marque Boshung, Epoke, Kupper-Weisser, Schmidt... sont majoritairement utilisés sur les aérodromes. Il existe cependant d'autres fournisseurs de matériels dont la liste peut-être consultée sur le site Internet suivant : <http://www.viabilite-hivernale.equipement.gouv.fr> (site dédié à la viabilité hivernale en milieu routier). Les caractéristiques des matériels d'application sont définies notamment par les normes ISO 11077 et ARP 1971. Elles concernent notamment les pompes et systèmes de pulvérisation.

Les services en charge des opérations de déverglaçage, comme cela est précisé dans la partie précédente, se basent sur les données fournisseurs pour définir le grammage d'épandage. Le tableau suivant synthétise les informations recueillies auprès des aéroports sur ce sujet.

Dosage en g/m_ pour des températures au sol variant de 0°C à -15°C*				
Etat du revêtement	Piste humide	Piste mouillée	Piste enneigée	Piste verglacée
Traitement préventif	15-30	15-30	15-50	15-80
Traitement curatif	5-50	15-50	15-80 (150)**	15-100 (150)**

* : certains aéroports ne dissocient pas les différents type de contamination et procèdent à des opérations de déverglaçage en maintenant un dosage identique. Il est possible néanmoins que les informations transmises à ce sujet ne reflètent pas une réalité de terrain.

** : valeurs extrêmes.

Figure 23 : Grammage appliqué pour le déverglaçage des aires aéroportuaires

Les données de grammage transmises à titre indicatif par les fournisseurs de produits tiennent compte de la température au sol, du type de contamination, du type de traitement (préventif, curatif) et de la forme du produit épandu (solide ou liquide).

Compte tenu de l'absence de règles communes notamment en terme de terminologie ou de grille d'efficacité des produits, il n'est pas possible pour l'instant de proposer une première synthèse des dosages à utiliser en fonction des températures au sol, du type de contamination ou des conditions climatiques.

Dans un souci de lisibilité et d'optimisation des procédures de déverglaçage, il doit être envisagé d'inciter les fournisseurs de produits à proposer une grille commune de grammage des produits en fonction des températures au sol, du type de traitement (curatif/préventif), des conditions climatiques, du type de contamination des aires et de la caractéristique du revêtement des pistes.

3.5 ENTRETIEN DES MATERIELS

Les matériels sont révisés et étalonnés au minimum une fois par an en début de saison. Certains services réalisent un entretien de l'ensemble des appareils également en fin de saison.

En période hivernale, plusieurs aéroports assurent un contrôle quotidien des équipements (contrôle du système d'épandage, des appareils de radio communication, des systèmes de signalisation : gyrophare...).

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

Ces interventions figurent dans des plannings d'entretien et de contrôle élaborés annuellement par les services en charge des opérations de déverglaçage. Celles-ci sont établies sur les bases des données fournies par les constructeurs de matériels.

L'entretien est souvent effectué en interne, mais certaines plates-formes indiquent faire appel à un prestataire si nécessaire. Les aéroports de Rennes-Saint Jacques et de Paris-le Bourget passent par un organisme agréé. L'aéroport de Chalons-Vatry fait appel à une société sous traitante pour l'entretien de la thermo-soufflante. En parallèle, les opérateurs procèdent à des petits entretiens ponctuels en fonction du type d'avarie rencontré.

3.6 LE STOCKAGE DES PRODUITS ET REAPPROVISIONNEMENT

D'une saison sur l'autre, les véhicules sont vidangés et les produits stockés dans leur emballage d'origine soit en fût, en bidon, en container IBC, ou en cuve ¹⁴ pour les liquides et sous abris, en big-bags de 500 kg, en sac de 25 kg ou en vrac, pour les solides. Le stockage se fait généralement dans un hangar prévu à cet effet.

En fonction des superficies à traiter et des conditions climatiques, les capacités de stockage varient d'un aéroport à un autre. Pour les produits liquides, les résultats de l'enquête permettent de préciser que quelques 4000 litres de produits (Toulouse-Blagnac, Châteauroux-Déols) à plus de 400 000 (Paris-Charles de Gaulle) litres peuvent être stockés sur un aérodrome. La moyenne pouvant être estimée à environ 45 000 litres.

En ce qui concerne le stockage des produits solides, qui n'intéresse que 5 des aéroports consultés pour cette enquête, celui-ci varie de 0,5 (Bâle-Mulhouse) à 40 tonnes (Saint-Pierre Pointe Blanche)

Les capacités de stockage, même celles considérées comme importantes, ne permettent cependant pas d'assurer la totalité des opérations de déverglaçage sur la saison hivernale, notamment lors d'événements climatiques rigoureux. Certaines plates-formes augmentent par conséquent leur capacité de stockage mais comme le montre le tableau ci-dessous, des réapprovisionnements sont très souvent nécessaires. Ceux-ci concernent principalement les infrastructures aéroportuaires gérant un trafic hivernal important et soumises à des conditions hivernales relativement rigoureuses. Tel est le cas notamment des aéroports de Strasbourg- Entzheim, Paris-Charles de Gaulle et Bâle-Mulhouse...

Certaines infrastructures (Paris-Charles de Gaulle, Strasbourg-Entzheim ...) assurent obligatoirement un réapprovisionnement dès que 80% du stock est consommé. Le stockage peut être cependant limité compte tenu d'un manque de disponibilité de surface de stockage.

Le tableau proposé en page suivante précise les volumes et tonnages de produits stockés par les aéroports durant les deux dernières saisons hivernales.

¹⁴ contenance d'un fût : environ 200 litres
contenance d'un bidon : environ 30 litres
contenance d'une cuve ou d'une citerne : variable >1000 litres
contenance d'un container IBC : 600-1000 litres

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

Aéroports	2005-2006			2004-2005		
	<i>Fondants liquides</i>	<i>Fondants solides</i>		<i>Fondants liquides</i>	<i>Fondants solides</i>	
	Stockage en litres	Stockage en tonnes	<i>Réapprovisionnement</i>	Stockage en litres	Stockage en tonnes	<i>Réapprovisionnement</i>
Saint Pierre Pointe Blanche	33500	40	1	33500	41,7	1
Saint Etienne-Bouthéon	5000	-	2	5000	0	5
Strasbourg- Entzheim	75000	-	14	50000	-	-
Pau-Pyrénées	10000	-	1	-	1	-
Pairs-Charles de Gaulle	440000	25	Stock <80%	400000	25	Stock <80%
Limoges-Bellegarde	14000	6	4	14000	6	10
Toulouse-Blagnac	4000	-	1 (500 L)	4000	-	2 (2500 L)
Châlons-Vatry	18000	-	3	12000	-	2
Brest-Guipavas	6300	8	4	6300	8	-
Bordeaux-Mérignac	15000	-	-	18000	-	-
Bâle-Mulhouse	50000	0,5	10	50000	0,5	6 à 7
Tarbes Lourdes	10000	-	1	5000	-	1
Chambéry	8000	-	-	4000	-	-
Rennes-Saint Jacques	15000	-	1	15000	-	3
Beauvais-Tillé	40000	-	3 à 4	40000	-	3 à 4
Lille-Lesquin	53500	-	2	53500	-	5
Châteauroux-Déols	4000	-	-	-	-	-
Paris-le Bourget	56000	-	2	35000	0	1

Figure 24 : Capacités moyennes des stockages de fondants chimiques et nombre de réapprovisionnement

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

3.7 LA FORMATION DES PERSONNELS AU SOL

Les personnes en charge des opérations de déverglaçage, gestionnaire ou sous traitant assurent eux-même la formation de leurs personnels en interne à l'exception de la plate-forme de Châteauroux Déols qui passe par un organisme agréé. La formation inclut une partie pratique sur le terrain qui permet d'adapter la formation au matériel et aux produits utilisés sur la plate-forme. Sur certaines plate-formes le fournisseur intervient lors de la formation. Les personnels doivent être en possession du CACES (Certificat d'aptitude de conduite en sécurité). Ils suivent également une formation DGAC pour l'habilitation radio.

Un recyclage annuel est mis en œuvre par la majorité des aérodromes.

3.8 L'EVOLUTION DES CONSOMMATIONS DE DEVERGLAÇANTS

L'enquête menée auprès des aéroports nationaux sur les trois dernières campagnes de viabilité hivernale (2005-2006, 2004-2005, 2003-2004) révèle que les quantités moyennes de fondants chimiques liquides utilisés par aéroport pour mener à bien les opérations de déverglaçage varient de 64 362 litres en 2003-2004 à quelques 78701 litres en 2004-2005.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	23/03/2007

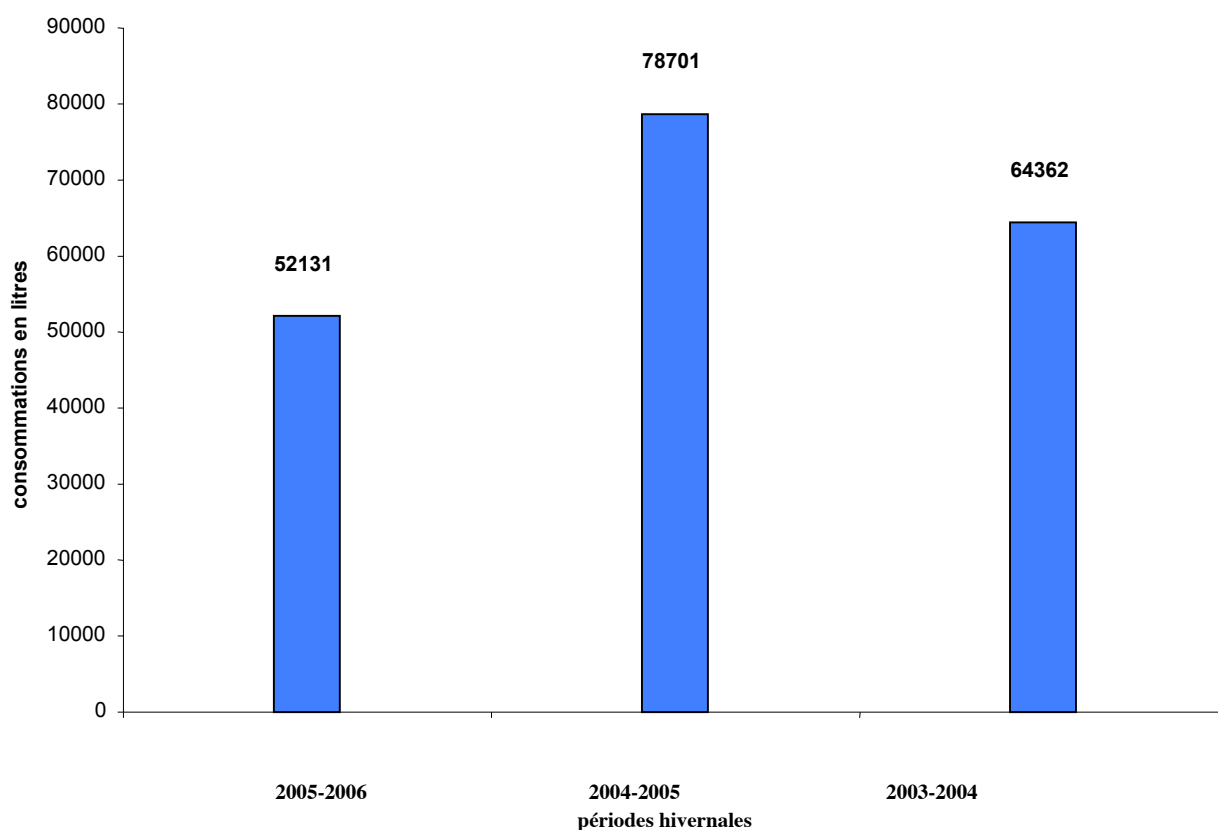
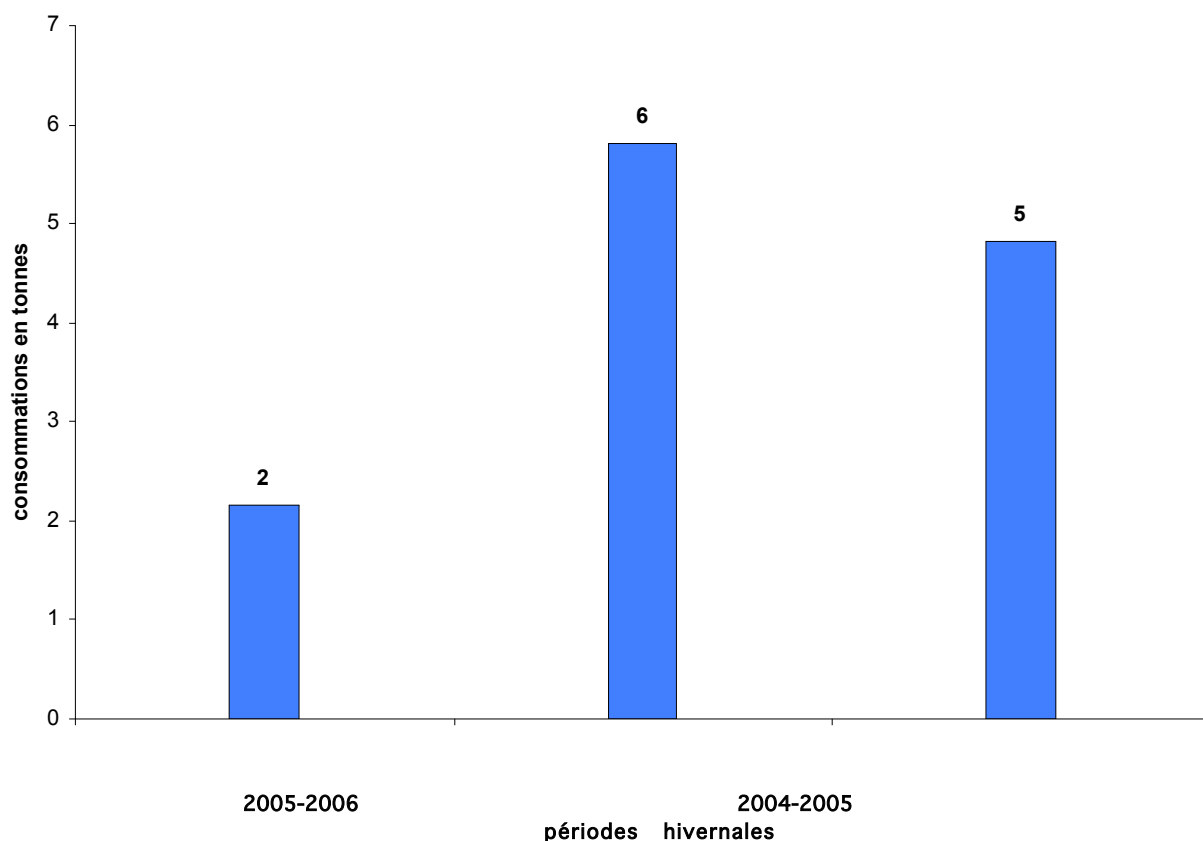


Figure 25 : Evolution de la moyenne des volumes de déverglaçant liquides utilisés par aéroport

Concernant l'utilisation de produits solides, les quantités paraissent anecdotiques au regard des consommations de produits liquides. Leur utilisation est conditionnée à l'apparition, généralement non prévues par les services météorologiques, de conditions climatiques particulièrement rigoureuses s'exprimant par la formation de glace. Il s'agit davantage d'une intervention curative qui peut être combinée à l'emploi de fondants chimiques liquides (cas de l'aéroport de Brest-Guipavas).

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire Enquête dégivrage/déverglaçage	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	23/03/2007



2005-2006 et 2004-2005 : moyenne calculée sur les données de 04 aéroports
2003-2004 : moyenne calculée sur les données de 03 aéroports

Figure 26 : Evolution de la moyenne des volumes de déverglaçant solide utilisés par aéroport

Sur l'ensemble des aéroports consultés, trois aéroports (Paris-Charles de Gaulle, Strasbourg-Entzheim et Bâle-Mulhouse) ont consommé, entre les périodes hivernales 2005-2006 et 2003-2004, entre 75 et 90 % du volume de fondants chimiques liquides. Sur les mêmes périodes, la consommation de Paris-Charles de Gaulle a représenté entre 30 et 75% du volume de fondants chimiques liquides.

Il est à noter que lors de la dernière période hivernale 2005-2006, cette tendance a fléchi quelque peu sur les grosses infrastructures « au profit » d'une hausse des consommations observée sur les autres aéroports.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	23/03/2007

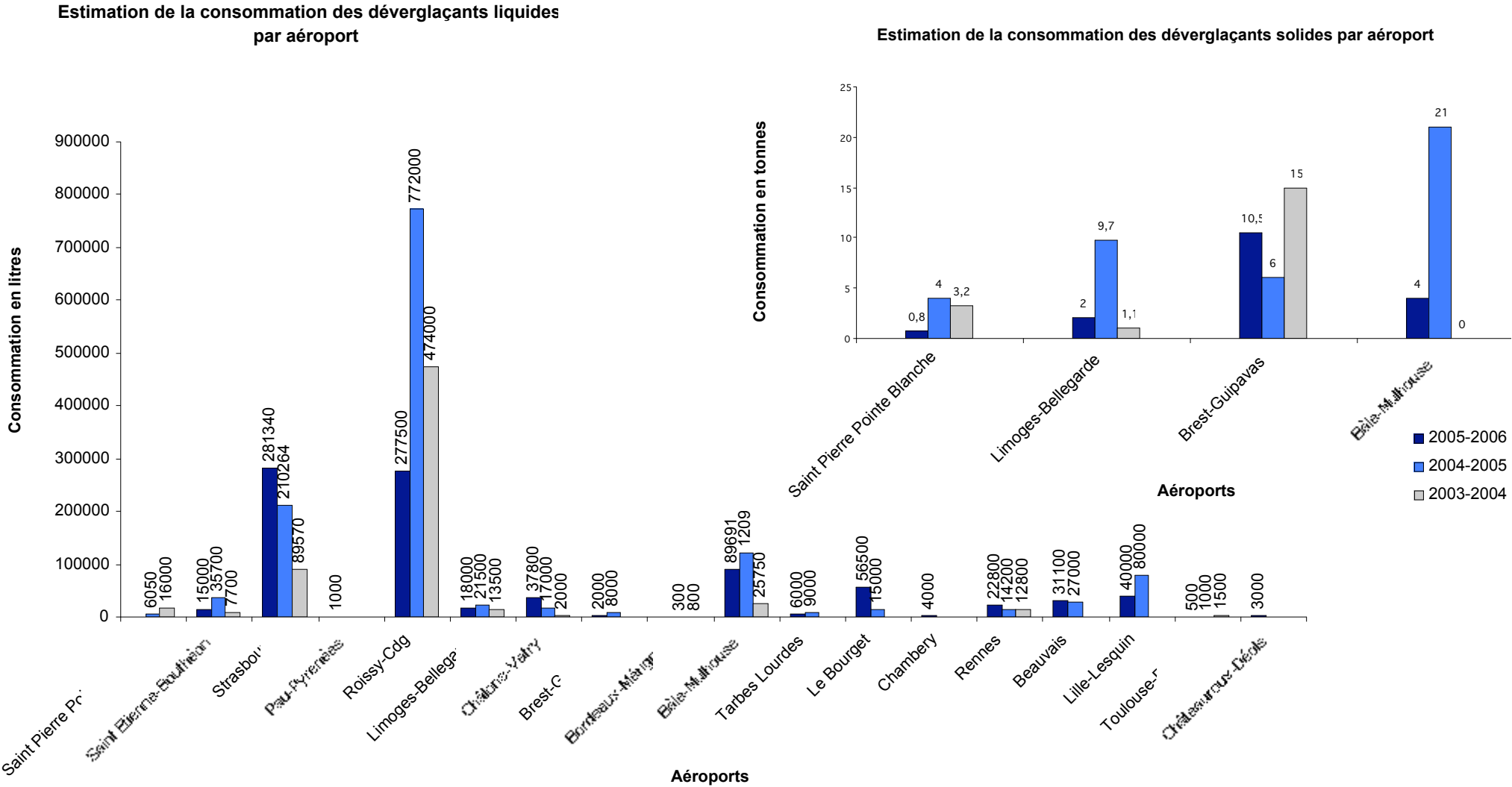


Figure 27 : Evolution des consommations moyennes de produits de dégivrage par avion et par aéroport

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

3.8.1 Déverglaçants et données climatiques

Les données transmises par les aéroports et les services de Météo-France, laissent apparaître que la corrélation entre les données climatiques, et notamment le nombre de jours de neige, et les volumes utilisés pour le déverglaçage des pistes est assez nette. Il est possible que, outre les mesures de glissance et l'analyse des prévisions climatiques, l'impact visuel lié aux chutes de neige soit davantage un paramètre déterminant pour le déclenchement des opérations de déneigement ; ce qui n'est pas le cas lorsque l'on met en relation le nombre de jours inférieurs à 0°C et les volumes utilisés.

La classification hivernale telle que définie par la circulaire du Ministère des transports de 1978 ne permet pas de corréler la consommation de fondants chimiques (solides et liquides) en fonction des régions climatiques au sein desquelles se situent les aéroports.

Il serait par intéressant de compléter à l'avenir ces résultats en prenant en compte d'une part davantage de critères météorologiques et d'autre part les résultats des mesures de glissance.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglçage	Du	23/03/2007

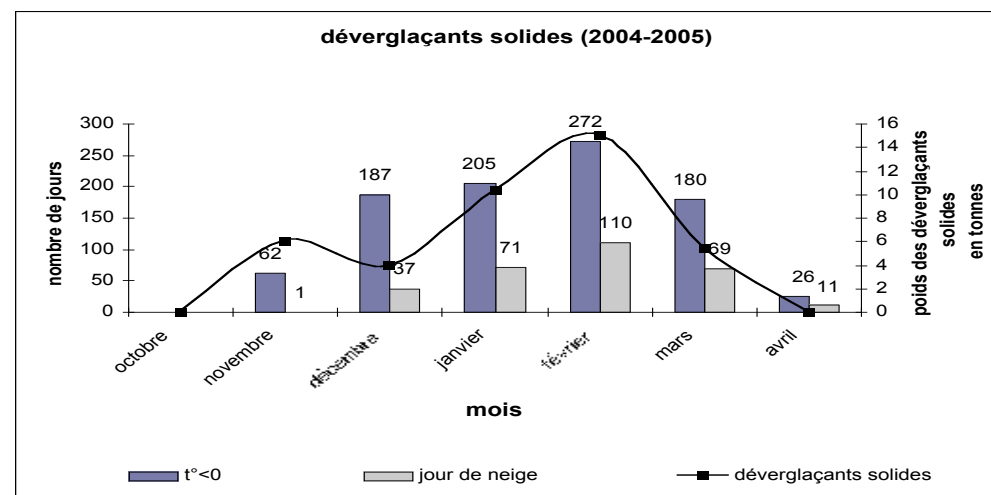
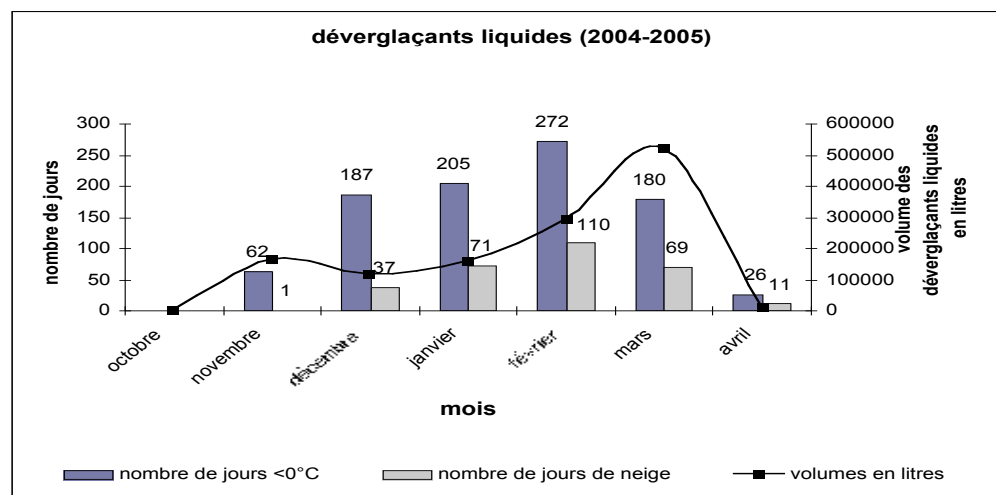
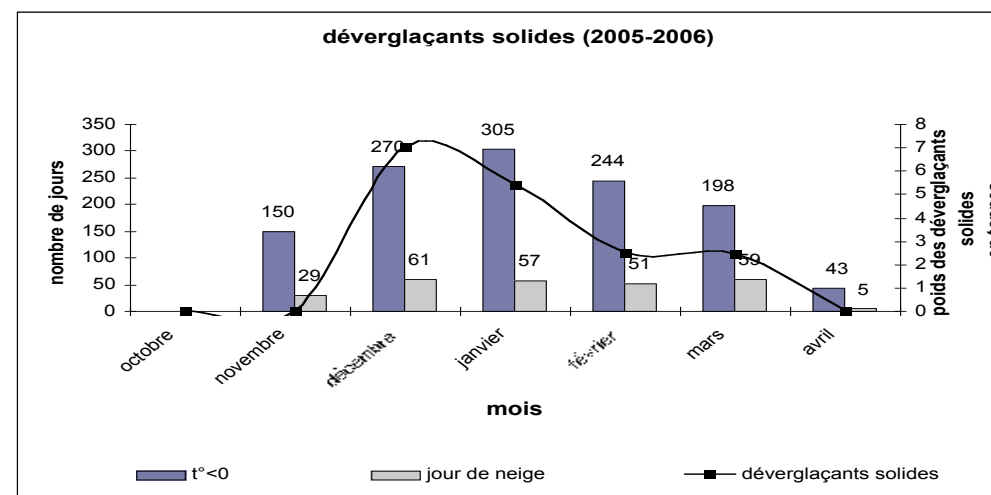
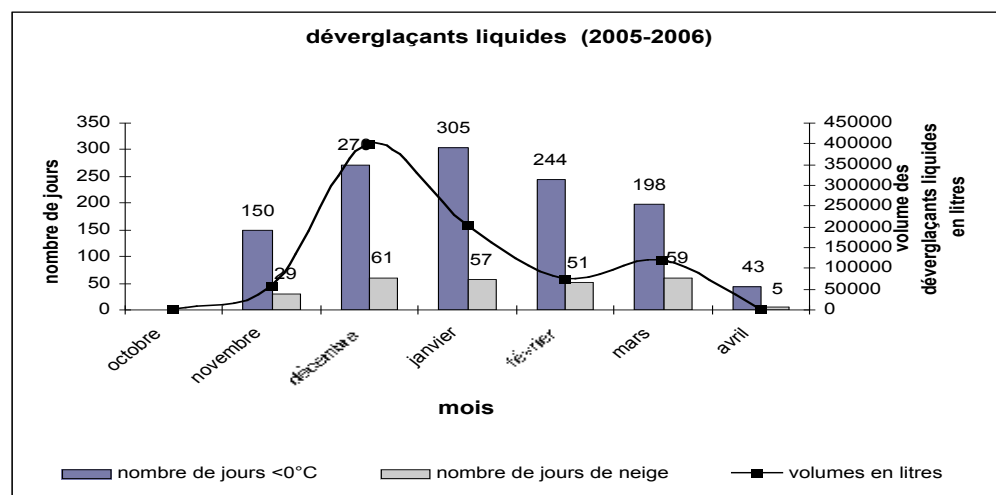


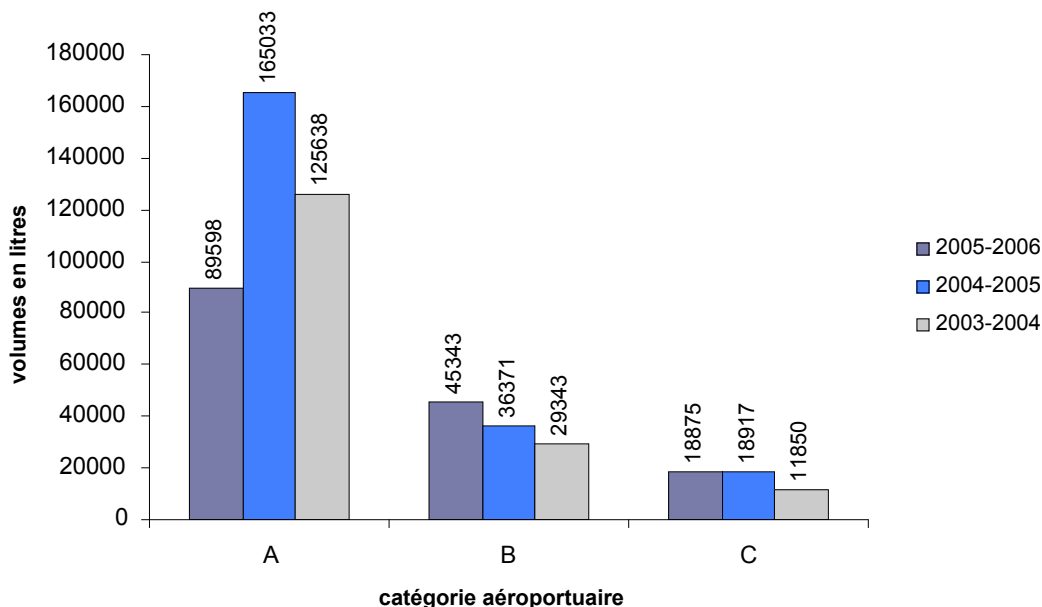
Figure 28 : Corrélation entre les données climatiques et les quantités de déverglçants utilisés par les aéroports en fonction de la période hivernale

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

3.8.2 Fondants chimiques et données de trafic aéroportuaire

Il existe une forte corrélation entre la catégorie aéroportuaire, telle que définie par le code de l'aviation civile¹⁵, et les quantités de produits de déverglaçage notamment sous forme liquide utilisés sur les aéroports.

Ainsi quelque soit la période hivernale, les aéroports de catégorie A, qui gèrent un trafic important, consomment annuellement 60 et 75 % des volumes de déverglaçants liquides, tandis que les aéroports de catégorie B et C consomment respectivement environ entre 15 et 30% et 7 et 12% du volume total consommé chaque année par les aéroports..



Aéroports de catégorie A : Roissy-Cdg, Châlons-Vatry, Bordeaux-Mérignac, Bâle-Mulhouse, Lille-Lesquin, Châteauroux-Déols

Aéroports de catégorie B : Strasbourg, Pau-Pyrénées, Limoges-Bellegarde, Brest-Guipavas, Tarbes-Lourdes, Rennes, Beauvais-Tillé, Toulouse-Blagnac

Aéroports de catégorie C : Saint-Pierre-Pointe-Blanche, Saint-Etienne-Bouthéon, Le Bourget, Chambéry

Figure 29 : Volumes moyens de déverglaçants liquides utilisés par aéroport en fonction de la catégorie aéroportuaire

Il n'est pas possible de rendre compte objectivement des quantités de produits solides utilisés dans le cadre des opérations de déverglaçage compte tenu d'un échantillonnage limité.

¹⁵ Le code de l'aviation civile définit une classification des aéroports destinés à la circulation aérienne publique. Cette classification comporte 5 catégories aéroportuaires, dont les catégories A, B et C.

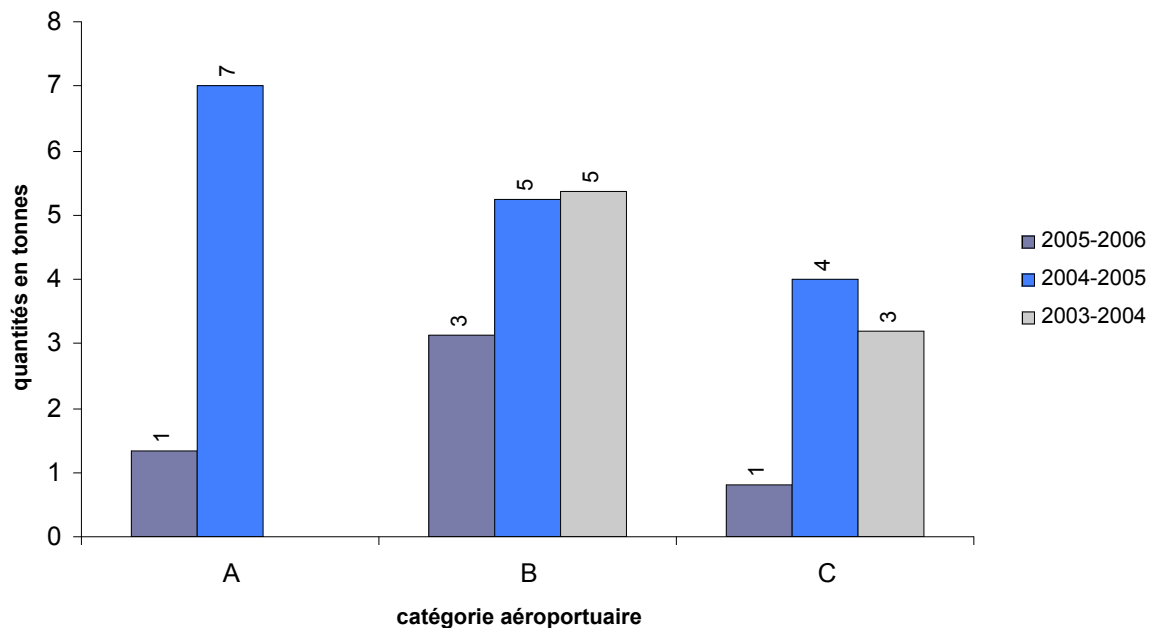
Catégorie A : aéroports destinés aux services à grande distance assurés normalement en toutes circonstances.

Catégorie B : Aéroports destinés aux services à moyenne distance assurés normalement en toutes circonstances et à certains services à grande distance assurés dans les mêmes conditions.

Catégorie C : Aéroports destinés aux services à courte distance, voire à moyenne et longue distance, et au grand tourisme.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	23/03/2007

Cependant le graphique ci-dessous précise que la consommation moyenne des aéroports de catégorie B représente entre 30 et 60 % des déverglaçants solides, tandis que les aéroports de catégories A et C consomment respectivement de 25 à 40 % et de 15 à 35 % des quantités de déverglaçants solides.

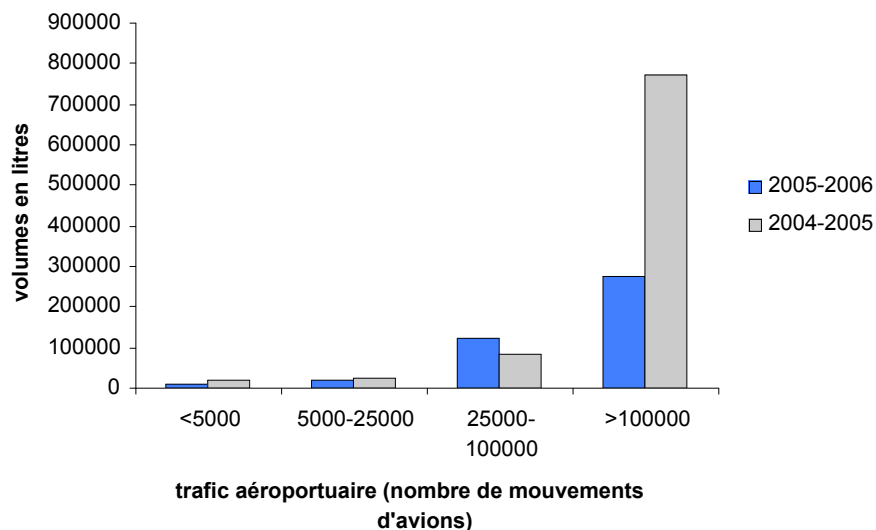


Aéroport de catégorie A : Bâle-Mulhouse
Aéroports de catégorie B : Limoges-Bellegarde, Brest-Guipavas
Aéroport de catégorie C : Saint-Pierre-Pointe-Blanche

Figure 30 : Quantités moyennes de déverglaçants solides utilisés par aéroport en fonction de la catégorie aéroportuaire

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

D'une manière générale, les informations remises par les gestionnaires d'aéroports permettent de préciser que les aéroports de catégorie A et B, c'est à dire ceux qui bénéficient d'un trafic supérieur à 25 000 mouvements d'avions commerciaux par an (exceptés les aéroports de Vatry et de Châteauroux) interviennent plus souvent et utilisent en moyenne davantage de produits que les aéroports de catégorie B et C.



< 5 000 mouvements d'avions : Saint-Pierre-Pointe-Blanche, Saint-Etienne Bouthéon, Châlons-Vatry, Chambéry, Châteauroux-Déols
de 5 000 à 25 000 mouvements d'avions : Pau-Pyrénées, Limoges-Bellegarde, Brest-Guipavas, Tarbes-Lourdes, Rennes, Beauvais-tillé, Lille-Lesquin
de 25 000 à 100 000 mouvements d'avions : Strasbourg, Bordeaux-Mérignac, Bâle-Mulhouse, Toulouse-Blagnac
> 100 000 mouvements d'avions : Paris-Charles de Gaulle

Figure 31 : Consommation moyenne de déverglaçants liquides utilisés par les aéroports en fonction du trafic aéroportuaire

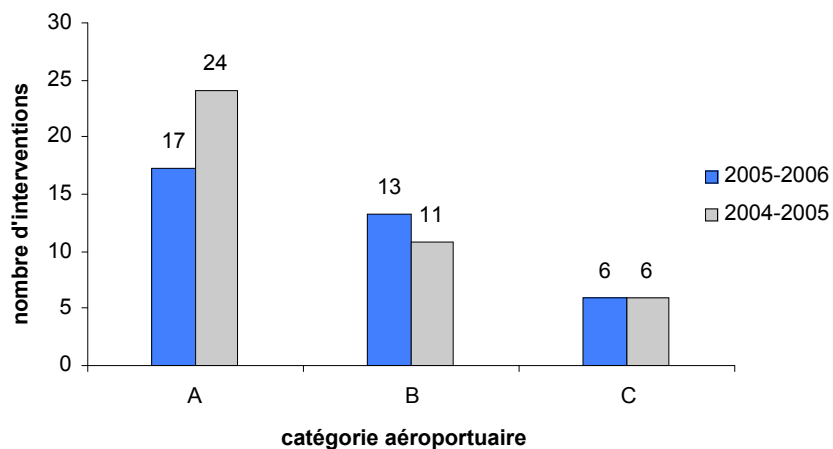


Figure 32 : Moyenne du nombre d'interventions de déverglaçage par aéroport en fonction de la catégorie aéroportuaire

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

4 LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES EFFLUENTS.

Hormis quelques aéroports, souvent de grosses infrastructures aéroportuaires, (Paris-Charles de Gaulle, Strasbourg-Entzheim, Bâle-Mulhouse, Rennes-Saint Jacques, Lille-Lesquin...) qui ont su se mettre en conformité avec la réglementation en matière de protection de la ressource en eau, près de la moitié des gestionnaires consultés dans le cadre de cette enquête indique qu'aucun dispositif n'est mis en place afin d'assurer la gestion des produits de dégivrage et de déverglaçage.

D'une manière générale, les fondants chimiques utilisés en période hivernale rejoignent par conséquent directement les milieux naturels sans qu'aucune récupération préalable ni aucun traitement ne soit mis en œuvre par le gestionnaire. Il en résulte des risques probables sur la qualité des eaux et des sols au niveau des exutoires.

Certains projets de récupération et de traitement des eaux sont néanmoins en cours sur certaines plates-formes telles que Toulouse-Blagnac, Poitiers-Biard, Beauvais-Tillé, Limoges-Bellegarde ou Pau-Pyrénées. L'aéroport de Paris-Charles de Gaulle s'est par exemple doté d'aires dédiées au dégivrage des avions situées aux extrémités des seuils des pistes principales. Ces baies de dégivrage permettent ainsi de récupérer dans des bassins de rétention imperméables et couverts la quasi totalité des fondants chimiques. Ces produits sont par la suite détruits.

Ces projets rentrent dans la plupart des cas dans une logique de mise en conformité des infrastructures au titre de la loi sur l'eau, s'inscrivant elle-même parfois dans le cadre plus général d'un projet d'aménagement aéroportuaire (allongement de piste, construction d'aérogare...).

Rappelons que la protection de la ressource en eau est un enjeu national encadré par un corpus réglementaire relativement riche et complexe qui n'échappe pas aux infrastructures aéroportuaires, toutes concernées par au moins l'une des rubriques de la nomenclature des installations, ouvrages, travaux et activités introduite par le décret n°93-743 du 29 mars 1993 modifié.

Un effort de mise en conformité des aéroports au titre de la loi sur l'eau doit par conséquent être mené par les gestionnaires d'aéroport privilégiant l'installation de dispositifs de récupération et de traitement des produits de viabilité hivernale (bassin de rétention, rhizosphère, station d'épuration des eaux pluviales...) et la mise en œuvre de techniques et de procédures moins consommatrices en fondants chimiques (renouvellement des parcs de dégivreuses et d'épanduses, aires de dégivrage, récupération des produits après épandage : balayeuse aspirante..., gestion des dilutions et des grammages..., formation des personnels...).

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	23/03/2007

5 CONCLUSION

Les opérations de dégivrage des avions et de déverglage des pistes mises en œuvre par les aéroports nationaux sont encadrées par un ensemble de recommandations et de textes nationaux, européens et internationaux dont l'objectif principal est d'assurer le maintien de la sécurité de l'ensemble des vols en tout temps et notamment en période hivernale.

Cet impératif sécuritaire induit la mise des procédures spécifiques de décontamination des avions et des pistes globalement bien identifiées par les responsables d'opérations (notamment pour les opérations de dégivrage) relayant cependant quelque peu les préoccupations environnementales au second plan.

Les résultats de l'enquête menée par la division environnement du STAC révèlent que l'évolution des volumes de fondants chimiques utilisés dans le domaine aéroportuaire pour mener à bien les opérations de viabilité hivernale sont évidemment variables d'une année à une autre et fonction du type d'opération.

En considérant les données fournies par les aéroports sollicités dans le cadre de cette enquête, les volumes de propylène glycol utilisés pour les opérations de dégivrage des avions sont en constante augmentation depuis l'hiver 2003-2004 ; cinq des plus gros aéroports nationaux consommant près de 90% des volumes de fondants chimiques.

Concernant les opérations de déverglage des aires de trafic et de manœuvre, les acétates de potassium sont, dans plus de 8 cas sur 10, préférés aux formiates de potassium et autres sels solides. Contrairement aux produits de dégivrage, les volumes consommés sont en relative baisse depuis la période hivernale 2003-2004. Cette diminution pluriannuelle concerne notamment les trois infrastructures aéroportuaires suivantes : Roissy, Strasbourg, Bâle-Mulhouse, qui restent cependant encore les plus gros consommateurs de fondants chimiques.

L'utilisation de fondants chimiques en milieu aéroportuaire n'est cependant pas sans conséquences sur l'environnement et semble t-il sur la sécurité même des vols.

Du point de vue environnementale, l'enquête précise que peu d'aéroports n'assurent la collecte et le traitement des produits de viabilité hivernale. Les impacts de ces molécules chimiques sur l'environnement sont cependant multiples : risques d'eutrophisation du milieu récepteur, augmentation des concentrations en carbone et azote, risques de désoxygénation des milieux aquatiques, risques toxiques liés aux additifs contenus dans les fondants chimiques [Hébrard et al, 2006]. Ces risques environnementaux doivent être pris en compte à la fois par les services de l'Etat et les gestionnaires d'aéroport afin d'améliorer la prise en compte des produits dans la gestion environnementale des plates-formes.

Le STAC a dans ce cadre initié un programme d'action en 2006 sur cette thématique visant à améliorer les connaissances en la matière et à proposer des pistes d'amélioration des techniques et des procédures de dégivrage et de déverglage. Cette première année se concrétisera prochainement par la remise d'une étude sur les impacts sanitaires et environnementaux liés à l'utilisation des fondants chimiques et sur la mise en œuvre d'une étude sur l'optimisation des processus de dégradation des fondants chimiques sur les aéroports de Bâle-Mulhouse et de Strasbourg.

Ces deux études compléteront ainsi un premier travail mené par le STAC sur les techniques alternatives de déverglage et de dégivrage et l'enquête sur le dégivrage et de déverglage, objet de ce document.

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007

Du point de vue de la sécurité, plusieurs problèmes sont apparus dernièrement suite à l'utilisation des déverglaçants (observation de phénomènes de dégradation prématurée des pistes et de dysfonctionnement du balisage et des prises statiques 400hz). Airbus et Boeing ont par ailleurs communément alerté en 2006 les gestionnaires d'aéroports et services de l'aviation civile de l'apparition de problèmes de corrosion des freins carbone liés à la contamination des trains d'atterrissage par des déverglaçants à la suite de procédures d'atterrissage et de décollage.

Plusieurs autres problèmes sont également survenus suite à l'utilisation de fluides épaissis destinés au dégivrage des avions qui, pulvérisés au niveau de l'empennage, et suite à la réhydratation successive de résidus de produits de dégivrage, peuvent conduire au blocage de la gouverne de profondeur (plusieurs incidents ont pu être relevés depuis 1998).

Ces divers dysfonctionnements et incidents doivent dès maintenant être pris en compte aussi bien par les services de l'Etat, les gestionnaires d'aéroports, les compagnies aériennes et les fournisseurs de produits et de matériels afin d'assurer la continuité d'un trafic aérien sûr en condition hivernale ainsi que la prise en compte de l'environnement.

La contribution du STAC sur ces diverses thématiques est récente mais compte-tenu des enjeux et des problématiques qu'elles suscitent, il doit être envisagé dès maintenant d'asseoir son action en lien avec l'ensemble des acteurs de l'aviation civile.

Cette première enquête en est l'un des premiers résultats, constituant ainsi un moyen de diffusion des connaissances sur le sujet.

Ces résultats restent néanmoins à relativiser compte-tenu :

- d'un échantillonnage probablement limité et réduit. En effet, sur les 33 aéroports sollicités dans le cadre de notre enquête, plus de la moitié des gestionnaires ont complété le questionnaire dans son intégralité ou partiellement, rajoutant ainsi dans ce dernier cas un problème supplémentaire dans le traitement des données,
- d'un manque probable de lisibilité du questionnaire lié à l'absence d'un guide de lecture et du caractère évasif de certaines questions qui nécessitaient une connaissance précise de la problématique du dégivrage et du déverglaçage,
- du manque de recul de certains services sur le sujet occasionnant par conséquent des réponses difficiles à analyser...

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglage	Du	23/03/2007

6 TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 : CARTE DES ZONES CLIMATIQUES DES AÉROPORTS FRANÇAIS	7
FIGURE 3 : TABLEAU DES PRODUITS COMMERCIALISÉS EN FRANCE	9
FIGURE 4 : MODES D'UTILISATION DES PRODUITS DE DÉGIVRAGE ET D'ANTIGIVRAGE (PÉRIODE HIVERNALE 2005-2006)	11
FIGURE 5 : ORGANISATION DES OPÉRATIONS DE DÉGIVRAGE	12
FIGURE 6 : CAPACITÉS MOYENNES DES STOCKAGES DE FONDANTS CHIMIQUES (EN LITRES) ET NOMBRE DE RÉAPPROVISIONNEMENTS (RÉAP)	15
FIGURE 7 : ÉVOLUTION DES QUANTITÉS MOYENNES DE DÉGIVRANTS UTILISÉS DEPUIS LA PÉRIODE HIVERNALE 2003-2004 PAR AÉROPORT	17
FIGURE 8 : ÉVOLUTION DES QUANTITÉS MOYENNES DE FONDANTS CHIMIQUES UTILISÉS PAR LES AÉROPORTS EN FONCTION DE LA PÉRIODE HIVERNALE	18
FIGURE 10 : TABLEAU DES CONSOMMATIONS MOYENNES DE FONDANTS CHIMIQUES PAR AVION ET DURÉE DE RÉALISATION DE L'OPÉRATION	20
FIGURE 11 : ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION MOYENNE DES PRODUITS DE DÉGIVRAGE PAR AVION DEPUIS 2003	21
FIGURE 13 : ÉVOLUTION DES CONSOMMATIONS MOYENNES DE PRODUITS DE DÉGIVRAGE PAR AVION ET PAR AÉROPORT	23
FIGURE 14 : ÉVOLUTION DU NOMBRE D'AVIONS DÉCONTAMINÉS PAR AÉROPORT	25
FIGURE 15 : VOLUMES MOYENS DE FONDANTS CHIMIQUES UTILISÉS PAR AÉROPORT EN FONCTION DES CONDITIONS HIVERNALES	28
FIGURE 16 : CORRÉLATION ENTRE DONNÉES CLIMATIQUES ET VOLUMES DE FONDANTS CHIMIQUES EN FONCTION DE LA PÉRIODE HIVERNALE	29
FIGURE 18 : RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION DES PRODUITS DE DÉGIVRAGE EN FONCTION DU TRAFIC AÉROPORTUAIRE	31
FIGURE 19 : UTILISATION DES DÉVERGLAÇANTS LIQUIDES ET SOLIDES EN MILIEU AÉROPORTUAIRE	33
FIGURE 20 : LES DIFFÉRENTS PRODUITS DE DÉVERGLAÇAGE UTILISÉS PAR LES AÉROPORTS (HIVER 2005-2006)	34
FIGURE 21 : TABLEAU DES PRODUITS COMMERCIALISÉS EN FRANCE	34
FIGURE 22 : ORGANISATION DES OPÉRATIONS DE DÉVERGLAÇAGE	36
FIGURE 23 : GRAMMAGE APPLIQUÉ POUR LE DÉVERGLAÇAGE DES AIRES AÉROPORTUAIRES	38
FIGURE 24 : CAPACITÉS MOYENNES DES STOCKAGES DE FONDANTS CHIMIQUES ET NOMBRE DE RÉAPPROVISIONNEMENT	40
FIGURE 25 : ÉVOLUTION DE LA MOYENNE DES VOLUMES DE DÉVERGLAÇANT LIQUIDES UTILISÉS PAR AÉROPORT	42
FIGURE 26 : ÉVOLUTION DE LA MOYENNE DES VOLUMES DE DÉVERGLAÇANT SOLIDE UTILISÉS PAR AÉROPORT	43
FIGURE 28 : CORRÉLATION ENTRE LES DONNÉES CLIMATIQUES ET LES QUANTITÉS DE DÉVERGLAÇANTS UTILISÉS PAR LES AÉROPORTS EN FONCTION DE LA PÉRIODE HIVERNALE	46
FIGURE 29 : VOLUMES MOYENS DE DÉVERGLAÇANTS LIQUIDES UTILISÉS PAR AÉROPORT EN FONCTION DE LA CATÉGORIE AÉROPORTUAIRE	47
FIGURE 30 : QUANTITÉS MOYENNES DE DÉVERGLAÇANTS SOLIDES UTILISÉS PAR AÉROPORT EN FONCTION DE LA CATÉGORIE AÉROPORTUAIRE	48
FIGURE 31 : CONSOMMATION MOYENNE DE DÉVERGLAÇANTS LIQUIDES UTILISÉS PAR LES AÉROPORTS EN FONCTION DU TRAFIC AÉROPORTUAIRE	49
FIGURE 32 : MOYENNE DU NOMBRE D'INTERVENTIONS DE DÉVERGLAÇAGE PAR AÉROPORT EN FONCTION DE LA CATÉGORIE AÉROPORTUAIRE	49

STAC/ACE/E	Projet	Eau et aéroports : prise en compte des opérations de viabilité hivernale dans la gestion aéroportuaire	Version	V1R0
NOTE	Titre	Enquête dégivrage/déverglaçage	Du	23/03/2007



direction générale
de l'Aviation civile

**service technique
de l'Aviation civile**

31, avenue du Maréchal Leclerc
94381 Bonneuil-sur-Marne cedex
téléphone : 01 49 56 80 00
télécopie : 01 49 56 82 19
www.stac.aviation-civile.gouv.fr

