dgac

STAC

Les études au STAC

Quelques exemples

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat
Développement durable
Prévention des risques
Infrastructures, transports et mer

Présent pour l'avenir

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer

AFAQ ISO 9001

service technique de l'Aviation civile

www.stac.aviation-civile.gouv.fr

dgac

STAC

Sommaire

- Développement de modèles dynamiques pour l'auscultation structurelle des chaussées aéronautiques
- Construction d'une chaussée aéronautique expérimentale au STAC
- Adhérence opérationnelle des pistes aéronautiques
- Expertise Communication-Navigation-Surveillance (CNS)
- Expertise énergie-balisage des aérodromes
- Sûreté du transport aérien : nouvelles menaces, caractérisation et détection
- Optimisation environnementale par simulation numérique des mouvements d'avions à Paris-Charles-de-Gaulle
- Prise en compte des enjeux environnementaux et de sécurité aérienne dans les opérations de viabilité hivernale

Mai 2009

service technique de l'Aviation civile

www.stac.aviation-civile.gouv.fr

SERVICE TECHNIQUE DE L'AVIATION CIVILE

Synthèse

Le HWD (Heavy Weight Deflectometer) est l'appareil d'auscultation structurelle des chaussées aéronautiques le plus couramment utilisé à l'échelle internationale. Pourtant les méthodes d'exploitation actuelles basées sur l'utilisation de modèles statiques ont montré leurs limites.

Les modèles dynamiques aux éléments finis en cours de développement permettent de modéliser l'impact de la masse tombante sur la chaussée et de calculer les déformations résultantes.

Donneurs d'ordres

- DSAC

Partenaires

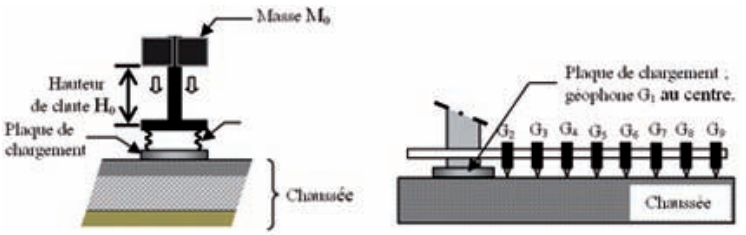
- LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées)

Développement de modèles dynamiques pour l'auscultation structurelle des chaussées aéronautiques

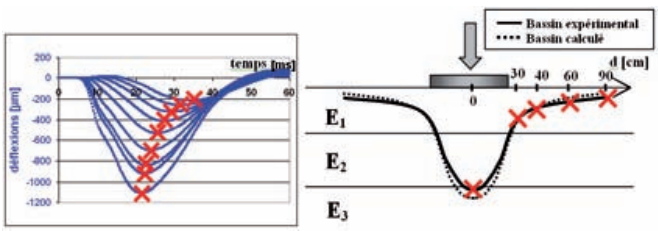
Le HWD*: un appareil d'auscultation non destructive sollicitant la chaussée en mode dynamique

L'essai repose sur un système de **masse tombante** permettant d'engendrer à la surface de la chaussée un **chargement de type impulsionnel** ($\Delta t \approx 30$ ms) simulant le passage d'une roue d'avion.
La réponse de la chaussée à cette sollicitation est mesurée au moyen de **géophones** placés sur une barre de mesure.

*HWD : Heavy Weight Deflectometer



Principe d'essai



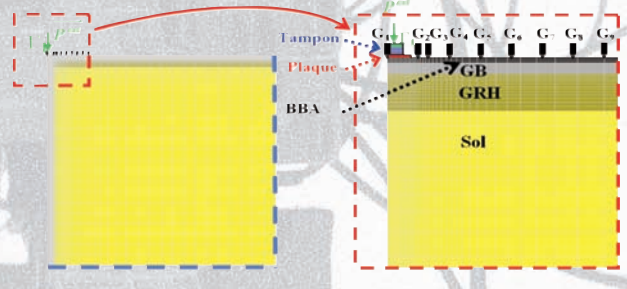
Identification de paramètres (« calcul inverse »)

La méthode d'exploitation statique remise en question

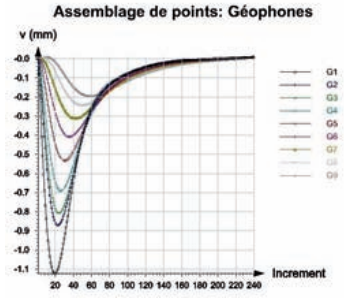
Les méthodes d'exploitation actuelles ont montré leurs limites. Elles sont basées sur l'utilisation de **modèles statiques** ne correspondant pas à la réalité **physique de l'essai.** L'identification des paramètres mécaniques du modèle est effectuée à l'aide d'un bassin de déflexion pseudo-statique, reconstitué à l'aide des maxima mesurés sur chaque géophone de mesure. Ceci conduit à n'exploiter qu'une **infime part de l'information disponible**.

Développement de modèles dynamiques

Les modèles **dynamiques** aux **éléments finis** développés par le STAC en collaboration avec le LCPC permettent de modéliser l'impact de la masse tombante sur la chaussée et de calculer les déformations résultantes. L'identification, réalisée à l'aide de l'ensemble du signal mesuré sur chaque géophone, permet de déterminer les **modules élastiques** des différents matériaux constitutifs, ainsi que l'**amortissement dans la structure**.



Le maillage utilisé pour le calcul aux éléments finis



Exemple de réponses temporelles calculées sur les géophones G1 à G9

contacts : jean-noel.theillout@aviation-civile.gouv.fr
jean-claude.deffieux@aviation-civile.gouv.fr
cecile.caron@aviation-civile.gouv.fr
michael.broutin@aviation-civile.gouv.fr

SERVICE TECHNIQUE DE L'AVIATION CIVILE

Synthèse

Problématique : établir la procédure de calcul de la portance des chaussées aéronautiques à partir des données obtenues par auscultation au HWD (Heavy Weight Deflectometer).

Solution retenue : construction d'une chaussée expérimentale instrumentée (capteurs de déformation enfouis) permettant de caler le modèle mécanique théorique utilisé pour l'exploitation des données du HWD.

Avancement des travaux : chaussée souple construite depuis 07/2008 - chaussée rigide construite à partir de 06/2009.

Donneurs d'ordres

- DSAC

Partenaires

- LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées)
- USIRF (Union des Syndicats et Industriels de la Route Français)

Construction d'une chaussée aéronautique expérimentale au STAC

Le HWD : un outil d'auscultation à développer

Les exploitants d'aérodromes civils ont l'obligation depuis 2003 de communiquer tous les ans à l'autorité compétente la portance de leurs chaussées. Pour déterminer cette valeur, plusieurs pays utilisent l'outil d'auscultation HWD (Heavy Weight Deflectometer). Pourtant, aucune expérimentation sur le terrain n'a permis à ce jour de valider le modèle utilisé pour ce calcul. Le STAC, qui s'est doté en 2005 d'un HWD, a choisi de faire construire sur son site de Bonneuil-sur-Marne une chaussée expérimentale pour effectuer cette validation.

Travaux de terrassement pour la construction de la chaussée souple du STAC

Mise en œuvre au finisseur et compactage de la grave-bitume

Mise en œuvre manuelle de grave-bitume sur le réseau des capteurs d'élongation

Une construction en deux phases

La construction de la chaussée souple (représentative d'une piste aéronautique) s'est achevée en juillet 2008. Elle a permis la mise en place d'un corps de chaussée sur (950 m², 120 capteurs placés jusqu'à 145 cm de profondeur). Ces capteurs enregistrent les élongations et la température des matériaux hydrocarbonés, les déformations verticales des matériaux de la couche de fondation et de la couche de forme, ainsi que les teneurs en eau et pressions interstitielles de ces derniers.
La construction de la chaussée rigide sur 750 m² (représentative d'une aire de stationnement) doit débuter en juin 2009, sur le même principe (capteurs de déformation enfouis).

Phase d'exploitation des chaussées

Le programme expérimental consistera à acquérir les données en surface avec le HWD et en profondeur à partir des capteurs. La comparaison de ces données permettra d'ajuster le modèle mécanique théorique servant de base au calcul de la portance des chaussées aéronautiques.

Capteurs d'élongation placés en base de grave bitume

contacts : jean-noel.theillout@aviation-civile.gouv.fr
jean-claude.deffieux@aviation-civile.gouv.fr
cecile.caron@aviation-civile.gouv.fr
michael.broutin@aviation-civile.gouv.fr

dgac
STAC

SERVICE TECHNIQUE DE L'AVIATION CIVILE

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer

Synthèse

Le terme « adhérence opérationnelle » désigne l'évaluation de l'adhérence des chaussées aéronautiques sous des conditions météorologiques induisant des modifications des caractéristiques de surface des chaussées, notamment en présence de contaminants tels que l'eau, la neige ou la glace.

Le STAC a lancé une étude fin 2008 afin d'identifier clairement l'ensemble de la problématique et permettre de jeter les bases d'un travail plus fondamental sur l'impact de la contamination sur les performances avions.

Donneurs d'ordres

DSAC

Adhérence opérationnelle des pistes aéronautiques

Les pratiques actuelles

La première phase de l'étude consiste à établir un bilan des pratiques nationales et internationales en se rapprochant des gestionnaires de plate-forme et des services de contrôle aérien mais aussi d'autres acteurs du secteur tels que les compagnies aériennes et les constructeurs. À cet effet, des questionnaires ont été diffusés en décembre 2008 en direction des services de la navigation aérienne et des exploitants de plus de 250 aéroports français et internationaux.

Appareil de mesure continue de frottement (IMAG-IRV)

Salle de contrôle aérien

Réflexions sur l'information diffusée

Au regard des outils actuellement à disposition des pilotes et des compagnies aériennes, des réflexions sont en cours afin de définir le type d'information qu'il est nécessaire de transmettre. Il apparaît que les équipages ne reçoivent pas toujours toutes les données pertinentes permettant de paramétrer de façon optimale les aéronefs. Il convient aussi de s'interroger sur la fiabilité de ces mesures et de leur validité dans le temps notamment en fonction de l'importance de la plate-forme et des moyens à disposition.

Corrélation entre contaminants et performances aéronefs

L'objectif est de réaliser une étude approfondie relative à l'impact des contaminants des chaussées aéronautiques sur les capacités de freinage ou d'accélération des aéronefs donc sur les performances opérationnelles en conditions de piste dégradées. Cette étude scientifique pourra éventuellement être associée à des validations expérimentales menées au moyen de matériels existants ou après adaptations spécifiques.

Aéronef équipé de turbopropulseurs en phase de test

Aéronef en phase de test sur piste contaminée

Contacts : benjamin.smagghe@aviation-civile.gouv.fr

SERVICE TECHNIQUE DE L'AVIATION CIVILE

Synthèse

La subdivision CNS du STAC veille à la sécurité, à l'interopérabilité et aux performances des systèmes CNS. Ses activités concernent l'étude des nouveaux concepts CNS (SESAR, EGNOS…), l'expertise et la qualification des moyens existants au profit de prestataires ou d'industriels, mais aussi le soutien à la DTA ou à la DSAC pour l'élaboration réglementaire. Pour cela, deux compétences sont en cours de développement :

- une compétence laboratoire pour la qualification de matériels,
- une compétence modélisation des signaux pour vérifier le bon fonctionnement des équipements ILS, VOR sur les aéroports.

Donneurs d'ordres

- DSAC
- DTA

Partenaires

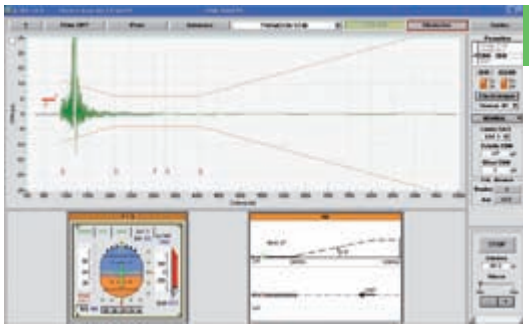
- prestataires de navigation aérienne

Expertise Communication-Navigation-Surveillance (CNS)

Modélisation

La modélisation des signaux consiste à vérifier la compatibilité entre les aides radioélectriques à la navigation aérienne et les projets aéroportuaires (bâtiments, stationnement et roulage des avions…). Le STAC dispose, pour cela, de 2 outils informatiques :
- ATOLL, développé par l'ENAC, qui permet de simuler les effets d'obstacles sur le rayonnement du localizer
- OUNPPM, développé par l'université de l'Ohio, qui en plus du localizer, prend en compte le Glide et le VOR.

Les résultats obtenus, corrélés à l'expérience des experts CNS, permettront au STAC d'émettre des avis techniques cohérents et indépendants, qui pourront intéresser les prestataires, mais aussi l'ANS.

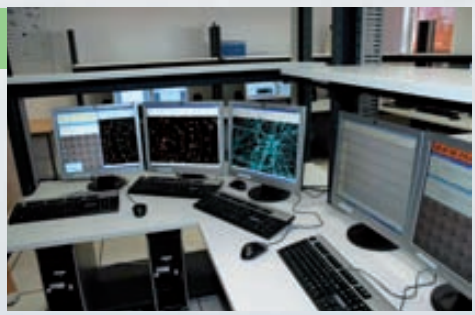


Guides

Afin de disposer d'un référentiel sur lequel s'appuyer pour qualifier certains matériels, la subdivision CNS élabore des guides d'application de la réglementation. La seconde étape, menée par le laboratoire CNS, est la qualification de ces équipements, pour permettre, d'une part aux fournisseurs d'attester de leur conformité à la réglementation, et d'autre part aux prestataires de services de disposer d'un AMC aux exigences techniques de la réglementation.

Laboratoires

Afin de pouvoir réaliser ses tests, le laboratoire CNS s'est engagé dans la voie de l'instrumentation virtuelle qui permet une grande automatisation des tests en minimisant l'intervention humaine. L'ensemble des procédures du laboratoire est développé selon les recommandations de la norme ISO 17020 relatives aux organismes d'inspection. L'ensemble des moyens déployés devrait permettre d'établir les premières attestations de qualification pour les enregistreurs de données relative à la gestion du trafic aérien en 2010. Le laboratoire s'oriente également vers la qualification de STAP et PCL.



Contacts : xavier.briol@aviation-civile.gouv.fr

SERVICE TECHNIQUE DE L'AVIATION CIVILE

dgac
STAC

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer

Synthèse

Le STAC vérifie la conformité des infrastructures de balisage lumineux et des systèmes mis en œuvre pour l'alimentation secourue des plates-formes aéroportuaires.

Il est chargé de valider ou d'exécuter, en coopération avec les DSAC, les contrôles relatifs aux pistes utilisées pour l'exécution d'approches de précision de catégories II et III au sens du CHEA.

Il apporte également son soutien et son expertise pour tout autre type de pistes.

Donneurs d'ordres

- DSAC
- DSAC - DSAC/IR
- DCSID

Partenaires

- Aérodromes civils
  Aérodromes catégorie III
  Aérodromes certifiables
  (France & Outre-Mer)
- Aérodromes militaires
  Bases aériennes
  Bases aéronavales

Expertise énergie-balisage des aérodromes

Balisage

Vérification de conformité des installations

Enchevêtrements, nombres et disposition des feux.

Contrôle des feux de balisage

Photométrie, calage.

Contrôle de la maintenance préventive des systèmes

Mesures d'isolement, relamping…

Calage papi, nettoyage, réglages régulateurs…

Approche Cat III de Metz

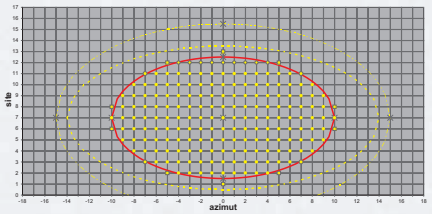


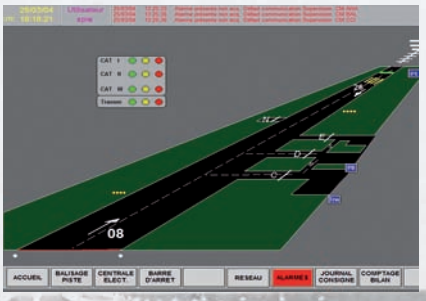
Diagramme de feu de balisage

Panneau d'obligation

Spécification OACI de balisage de voies de circulation

Contrôle commande

Vérification en vigie des platines et panneaux d'état



Platine de synthèse à Brest

Contrôles énergie

Contrôle des temps de commutation des alimentations de secours

Approche catégorie I < 15"

Low visibility procedure (LVP) < 1"

Analyse de la fiabilité des chaînes

Contrôle des redondances en énergie des divers systèmes balisage et MTO

Chaînes de télécommande

Visibilimètres

Centrale électrique de Cayenne

Contacts : paul.leparoux@aviation-civile.gouv.fr

dgac
STAC

SERVICE TECHNIQUE DE L'AVIATION CIVILE

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer

Synthèse

Les attentats déjoués en août 2006 à Londres ont été suivis d'une interdiction de l'emport de liquides par les passagers en cabine d'avions.

Le STAC a participé dès août 2006 aux travaux visant à caractériser les effets des explosifs liquides découverts puis aux travaux pour actualiser les données disponibles sur les explosifs liquides dans le but de favoriser l'apparition d'équipements de détection qui permettraient de revenir sur la mesure d'interdiction.

Ces travaux sont conduits en coopération avec les partenaires européens et nord-américains du STAC.

Donneurs d'ordres

- DTA
- SGDN

Partenaires

- DGA/ETBS (Direction Générale de l'Armement / Établissement Technique de Bourges)
- ISL (Institut Saint-Louis)
- CTSI (Centre des Techniques de Sécurité Intérieure)
- INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des risques)
- CEA (Commissariat à L'Énergie Atomique)
- LCPP (Laboratoire Central de la Préfecture de Police)
- DFT (GB) (*Department for Transport*)
- TNO (NL) (*Netherlands Organisation for Applied Scientific Research*)
- BMI (D) (*Bundes ministerium des Innern*)
- CEAC (Conférence de l'Aviation Civile)

Sûreté du transport aérien : nouvelles menaces, caractérisation et détection

Essais de détonabilité et mesure des effets

Plusieurs campagnes d'essais ont permis d'identifier parmi les mélanges explosifs : les mélanges détonants, les conditions de détonation, les effets provoqués.
Ces mesures permettent d'actualiser les connaissances sur les explosifs liquides et contribuent à l'élaboration des spécifications techniques des équipements de détection.

Résultats de tirs d'explosifs liquides (bouteille posée sur plaque métallique)

Caractérisation d'explosifs à l'aide d'un appareil tomographique (rayons X)

Caractérisation des explosifs liquides

Le STAC a organisé plusieurs campagnes visant à mesurer différents paramètres physico-chimiques d'explosifs liquides improvisés afin de favoriser le paramétrage des équipements de détection. En effet, une difficulté majeure pour les fabricants d'équipements réside dans l'accès aux données nécessaires du fait de la dangerosité des mélanges.

Équipement de détection

Exemple d'un équipement de détection évalué par le STAC en 2008 : équipement de détection de liquides explosifs dans une bouteille fermée.
Technologie : champs électromagnétiques analyse infrarouge.
Délai de réponse après placement de la bouteille à inspecter : 5 à 8 secondes.

Équipement de détection de liquides explosifs EMA3+ (sté CEIA – Italie)

Études de sécurité

Une difficulté pour tester les équipements de détection d'explosifs liquides réside dans la dangerosité des mélanges. Plusieurs études ont visé à définir les « fiches de données de sécurité » d'une grande variété de mélanges improvisés afin de déterminer ceux qui peuvent être manipulés dans des conditions de risques acceptables en laboratoire.

contacts : thierry.madika@aviation-civile.gouv.fr
jean-claude.guilpin@aviation-civile.gouv.fr

dgac
STAC

SERVICE TECHNIQUE DE L'AVIATION CIVILE

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer

Synthèse

- Aéroport de Paris-Charles-de-Gaulle : 2e aéroport européen.
- Problématique environnementale du roulage des avions au sol : jusqu'à 10 % de la consommation de carburant.
- Solutions envisagées d'optimisation environnementale du roulage : utilisation d'un seul réacteur, moteur électrique embarqué, un tracteur électrique,…
- Utilisation d'un logiciel de simulation des mouvements d'avion sur la plate-forme.

Donneurs d'ordres

- STAC

Partenaires

- Aéroports de Paris
- Safran
- Air France

Optimisation environnementale par simulation numérique des mouvements d'avions à Paris-Charles-de-Gaulle

Roulage et émissions atmosphériques

- Roulage au sol des avions : Une des principales causes d'émissions polluantes (NOx, HC, CO, particules, métaux lourds) et de contribution à l'effet de serre (CO_2) sur les plates-formes aéroportuaires.
- Temps de roulage moyens à CDG : 20 minutes au départ et 10 minutes à l'arrivée – phénomène sensiblement amplifié en cas de congestion.
- Surconsommation énergétique lors du roulage (rendement très faible de réacteurs).

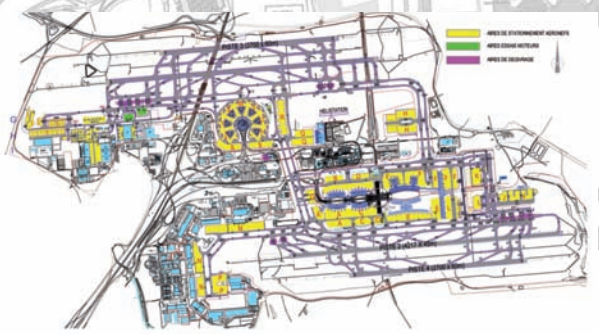
Tractage d'un avion

La plate-forme de Paris-Charles-de-Gaulle

- 2e aéroport européen
- 4 pistes
- 488 postes de stationnement
- 200 km de chaussées aéronautiques
- 550 000 mouvements d'avions en 2007
- 60 millions de passagers en 2007

Évaluation de faisabilité par simulation numérique de flux aéroportuaire

- évaluation des performances opérationnelles de la solution de moteurs électriques embarqués par simulation numérique de flux aéroportuaire à Paris-Charles-de- Gaulle :
- Gains environnementaux (émissions polluantes et effet de serre),
- Capacité d'écoulement des flux, maîtrise des risques de congestion,
- Maintien des niveaux de sécurité actuels, malgré la moindre accélération des avions.



Perspectives futures

Le STAC participe au développement d'un nouveau logiciel de simulation aéroportuaire, plus élaboré, permettant d'évaluer le tractage systématique des avions jusqu'aux voies d'accès aux pistes (solution « off-board ») :

- Performances en termes environnementaux, de capacité et de sécurité,
- Nécessité d'adaptation des infrastructures.

Contacts : vanessa.minard@aviation-civile.gouv.fr
khaled.guellati@aviation-civile.gouv.fr

SERVICE TECHNIQUE DE L'AVIATION CIVILE

Synthèse

Ce projet s'inscrit dans une logique de développement durable des activités de viabilité hivernale et repose sur trois objectifs fondateurs :

-1 améliorer l'efficacité des services en charge des opérations de viabilité hivernale,

-2 limiter l'usage des produits de déverglaçage au juste nécessaire,

-3 optimiser la gestion environnementale des effluents hivernaux.

Donneurs d'ordres

- STAC

Partenaires

- Aéroports de Bâle-Mulhouse et de Strasbourg
- Aéroports de Paris
- Laboratoire régional de l'Ouest parisien/DREIF
- Laboratoires régionaux des ponts et chaussées de Lille et Nancy

Prise en compte des enjeux environnementaux et de sécurité aérienne dans les opérations de viabilité hivernale

Problématiques environnementales et de sécurité aérienne

Les exigences de maintien du trafic aérien en période hivernale nécessitent la mise en œuvre de moyens de dégivrage des avions et de déverglaçage des chaussées.

Risques liés aux opérations partielles de dégivrage/déverglaçage

Contamination de l'avion (neige, givre…) et des chaussées (problème de glissance)…

Risques liés aux produits de dégivrage et de déverglaçage

Dégradation des freins carbone, blocage des éléments mobiles, dégradation des chaussées…

Conséquences d'événements redoutés

Accident suite à une perte de contrôle au décollage, à l'atterrissage ou en vol, sortie de piste…

Dégivrage d'un avion

L'intervention du STAC

L'intervention du STAC s'inscrit dans une logique de maintien durable des activités de viabilité hivernale axée sur la prise en compte des problématiques environnementales et de sécurité aérienne.

Processus de prise de décision ⇨ Procédures opérationnelles ⇨ Gestion environnementale des produits

Sur chacune de ces étapes, le STAC a initié plusieurs études contribuant à la réduction des risques sur l'environnement et la sécurité aérienne.

Exemple d'études en cours :

- Connaissance de l'impact environnemental des fondants chimiques et sur leur processus de biodégradation,
- Expérimentation des filtres plantés (rhizosphères),
- Propriétés fonctionnelles et environnementales des produits de déverglaçage.

Perspectives

- Interventions complémentaires sur les problématiques d'exposition des personnels aux produits chimiques ;
- réactualisation du guide technique sur les services hivernaux sur chaussées aéroportuaires ;
- veille technique et réglementaire ;
- mise en œuvre d'un programme de formation.

Rhizosphères à Bâle-Mulhouse

Contacts : benoit.mars@aviation-civile.gouv.fr

Présent pour l'avenir

service technique de l'Aviation civile
31, avenue du Maréchal Leclerc
94381 BONNEUIL-SUR-MARNE CEDEX
Tél. 33 (0) 1 49 56 80 00
Fax 33 (0) 1 49 56 82 19

Site de Toulouse
9, avenue du Docteur Maurice Grynfogel - BP 53735
31037 TOULOUSE CEDEX 1
Tél. 33 (0) 1 49 56 83 00
Fax 33 (0) 1 49 56 83 02

Centre de test de Biscarrosse
Centre d'essais de lancement de missiles - BP 38
40602 BISCARROSSE CEDEX
Tél. 33 (0) 5 58 83 01 73
Fax 33 (0) 5 58 78 02 02