



Technique du jet impactant pour le dégivrage au sol

13/10/2016 PAR SALEH YAKHYA ET FRANÇOIS MORENCY

Résumé

Cet article présente certaines pratiques actuelles du dégivrage au sol, leur réglementation et leur coût. Certaines considérations ont été faites sur l'impact environnemental qu'aurait l'utilisation du glycol et du gaz naturel, sur le futur des techniques de dégivrage et comment ces nouvelles techniques changeraient le système actuel ainsi que ses procédures.

L'installation d'un nouveau système de dégivrage est complexe particulièrement avec l'expansion de nouvelles technologies et de règlements environnementaux.

Mots-clés : jets impactant, dégivrage au sol, propylène glycol, aéronautique

Les conditions givrantes

Les conditions givrantes en aéronautique apparaissent au sol à la suite de précipitations pouvant être de la glace, du givre, ou de la neige. Selon leur forme, ces conditions givrantes peuvent entraîner des accidents aériens. En effet lorsqu'accumulées sur des endroits stratégiques de l'aéronef tels que les ailes, le fuselage et les stabilisateurs, ces précipitations perturbent l'écoulement de l'air et empêchent donc l'avion de voler correctement.

Afin d'éviter des incidents, des mesures sont prises pour remettre l'aéronef en état de voler. Parmi les mesures de décontamination, nous pouvons citer le dégivrage (figure 1) et l'antigivrage. Le dégivrage est une procédure par laquelle le contaminant solide est enlevé d'un aéronef en utilisant un liquide de dégivrage d'aéronef. Ce liquide, l'éthylène glycol, est chauffé pour permettre de nettoyer les surfaces. L'antigivrage est une procédure qui consiste à appliquer un liquide antigivrage d'aéronef sur une surface exempte de contaminants gelés pour la protéger de l'accumulation de tels contaminants pendant une durée limitée (Transport Canada, Lignes directrices pour les aéronefs lors du givrage au sol. Deuxième édition, 2005, 158 p.).



Figure 1 – Dégivrage au sol

Ce rapport vise à examiner certaines pratiques actuelles du dégivrage au sol, leur réglementation et leur coût.

Étude de cas de jets impactants

Les écoulements de jets impactants ont divers objectifs selon le domaine d'étude. Les jets impactants sont aussi utilisés pour décontaminer des surfaces. En fonction de leur efficacité et du champ d'application, deux méthodes sont reconnues à ce jour : le nettoyage humide et le nettoyage à sec. Deux approches principales existent pour modéliser les jets impactants : les dispositifs expérimentaux tels que les bancs d'essai et les simulations numériques utilisant des logiciels de calcul permettant de prédire la mécanique des fluides. Cependant les ressources nécessaires et le temps sont limités pour les deux approches. La CFD (*Computational Fluid Dynamics*) permet en général d'obtenir beaucoup d'informations sur la nature des écoulements à des coûts moindres que l'expérience (Pratt & Whitney Canada, Applications industrielles de la CFD, 2016). Mais selon la complexité du type d'écoulement ou du jet impactant (jet en 3 dimensions), l'utilisation de la CFD afin de simuler entièrement le système peut demander des ressources irréalisables voire indisponibles.

Cette modélisation de jet impactant une surface plane s'inscrit dans le cadre d'une programmation de recherche pour la conception d'un banc de test du dégivrage des aéronefs. Les essais devront simuler plusieurs cas d'épandage d'éthylène glycol sur une surface froide représentant une aile d'avion. Les caractéristiques du jet telles que l'angle de projection, la pression, la température, la distance entre la sortie du jet et le point d'impact du jet seront contrôlées pendant la simulation. Ces caractéristiques permettront de quantifier la qualité du dégivrage au sol. À long terme, après avoir statué sur la formule ayant le meilleur rendement, cette étude servira à améliorer la formation des agents du dégivrage au sol.

Solutions de rechange à l'utilisation de produits à base de glycol

Il pourrait s'agir d'une part d'améliorer l'efficacité d'un modèle de jet de liquide chauffé qui vient impacter une surface. D'autre part, remplacer un jet de liquide par un rayonnement infrarouge peut aussi s'avérer efficace. Le rapport, rédigé par Carroll McCormick en 2008 sur le dégivrage par infrarouge, présente la technologie brevetée InfraTek™. Il s'agit d'une solution permettant d'éviter le dommage causé à l'environnement par les méthodes chimiques de dégivrage. Néanmoins cette technologie utilise quand même de l'énergie provenant des longueurs d'ondes infrarouges générées par les Unités de Traitement d'Énergie brevetées EPU (figure 2).

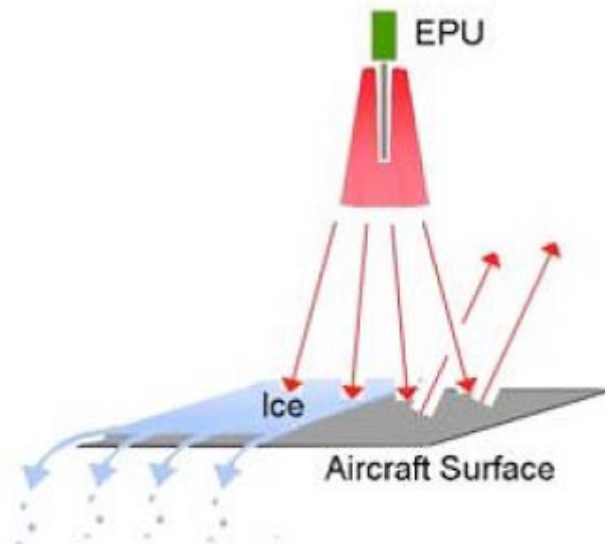


Figure 2 – Diagramme de fonctionnement du système de dégivrage par infrarouge, InfraTek™

Analyse des résultats

Les avantages relevés du système Radiant InfraTek™ par rapport à l'éthylène glycol sont la réduction des frais de traitement de 10 à 50 % par traitement dépendamment de la taille de l'avion et des conditions de givrage.

Le système réduit considérablement l'utilisation du glycol entraînant une baisse des capitaux investis pour son stockage (10 \$ US par mm en 2008, à mettre à jour en tenant compte de l'inflation), sa manutention et son recyclage (FirstPrincipals, 2009). Aussi, ce système, exploité pour la première fois en 2006-2007, a été conçu pour traiter des tailles d'aéronefs jusqu'à celle d'un 747-300. Les performances recueillies sont (Vasilyeva, 2009) :

- Réduction du glycol par aéronef de 90 % sous des conditions givrantes
- Pas de glycol utilisé pour le dégivrage.

En effet lorsqu'un aéronef arrive au centre de dégivrage, les rayons infrarouges proviennent des panneaux simultanément et se dirigent vers tous les points de l'aéronef à dégivrer. Le gaz naturel ou le propane sont utilisés afin de fournir l'énergie nécessaire à la production des rayons infrarouges et aucun gaspillage d'énergie n'est noté sachant que le système tourne au ralenti une fois la surface décontaminée. Il n'y a aucun impact négatif sur l'environnement car le système programmé et manipulé à distance ne réchauffe pas l'air mais pénètre le contaminant sur une profondeur d'environ deux microns, causant la vibration des molécules et donc la fusion des particules.

Les rayons infrarouges, en chauffant la surface de l'aéronef, ne dépassent pas la température des rayons solaires au sol ou la température à laquelle les jets d'éthylène glycol impactent généralement. Les rayons opèrent sur une surface sèche et sans utilisation de glycol : il y a moins de contamination des eaux souterraines.

Conclusion

Les simulations numériques vont permettre d'améliorer l'épandage d'éthylène glycol en identifiant les paramètres critiques comme l'épaisseur de film de liquide. Certaines considérations ont été faites sur l'impact environnemental qu'aurait l'utilisation du glycol et du gaz naturel sur le futur des techniques de dégivrage et comment ces nouvelles techniques changeraient le système actuel ainsi que ses procédures.

Auteurs



Saleh Yakhya

Ingénieur diplômé de l'École Supérieure Polytechnique de Dakar (Sénégal) en conception en électromécanique, Saleh Yakhya poursuit depuis l'Automne 2015 une maîtrise en recherche avec mémoire en génie mécanique à l'École de technologie supérieure. Ses travaux de recherche portent sur l'étude CFD de l'interaction jet-surface pour le dégivrage au sol des avions. Saleh est également coprésident du club étudiant **Énergie-ÉTS** qui s'intéresse de près au secteur énergétique.



François Morency est professeur au département de génie mécanique de l'École de technologie supérieure (ÉTS) depuis 2004. Il est expert en modélisation et en stimulation de problèmes industriels en mécanique des fluides liés aux particules aéroportées et aux activités de dégivrage. Il a contribué au développement d'un outil de modélisation permettant la prédiction des accumulations de glace dans le domaine aéronautique. Il s'intéresse à l'intégration des facteurs humains dans la conception des systèmes de dégivrage et à la prévention des effets nocifs associés à la dispersion dans l'air des polluants solides ou gazeux.

RÉFÉRENCES

Transport Canada. Lignes directrices pour les aéronefs lors du givrage au sol. Deuxième édition, 2005, 158 p.

Pratt & Whitney Canada, Applications Industrielles de la CFD, 2016.

McCormick, Carroll. 2008. « Infrared Deicing: Giving glycol a run for its money ». <<http://www.wingsmagazine.com/content/view/1325/38/>>. Consulté le 29 juillet 2016.

Vasilyeva, A. (2009). Aircraft Deicing Operations. <http://ardent.mit.edu/airports/ASP_exercises/2009%20reports/Aircraft%20Deicing%20Vasilyeva.pdf>. Consulté le 29 juillet 2016.

RÉFÉRENCES DES IMAGES

Photo en-tête : [Source](#). Sans restriction d'usage connue.

Figure 1 : achetée sur iStock. Crédit [Thomas Hottner](#)

Figure 2 : [Hessing, H., Knoesel, E., & Sharkey, I. Infrared Aircraft Deicing Facility at John F.Kennedy International Airport](#). Sans restriction d'usage connue.