



# ZERO ENERGY AIRPORT DES SERVICES AÉRONAUTIQUES AU SOL SE VOIENT OPTIMISÉS ET PASSENT AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES

LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET LA RÉDUCTION DE L'EMPREINTE CARBONE PREND UNE PART DE PLUS EN PLUS IMPORTANTE DANS LES PRÉOCCUPATIONS DE NOTRE SOCIÉTÉ.

Conscient de ce problème majeur, le pôle recherche et développement de la société canadienne, Airports Kinesis Consulting a récemment développé avec l'appui des aviations civiles, des ministères et de quelques opérateurs aéroportuaires, un projet pilote nommé Zero Energy Airport (ZEA).

Entièrement réalisé par le pôle R et D au Québec, cet aéroport concept à énergie positive a été conçu sur la base d'une étude de trafic type qui nous a permis de définir un plan de masse typique et un modèle de terminal passager basse consommation entièrement conforme au prérequis des standards IATA pour un niveau de service (B).

Fort d'une bonne relation avec certains ministères de l'énergie au Moyen-Orient, cette zone géographique a été choisie pour cette phase pilote de conception. Dans le cadre de ce projet-pilote, il y avait deux composantes importantes: l'élaboration de la première simulation thermique des systèmes PCA/Avion et l'utilisation de l'énergie solaire au sol pour les besoins des avions.

## UN PAS VERS LE ZEA: UNE PREMIÈRE SIMULATION THERMIQUE DE SYSTÈMES PCA/AVION

Les besoins énergétiques à bord des avions ne cessent de croître avec les nouvelles réglementations aéroportuaires qui obligent les avions au sol à utiliser du *pre-conditioned air* et à utiliser des convertisseurs

400 Hz pour, dans un premier temps, maintenir une température fixe dans la cabine et dans un second, alimenter en continu les équipements de navigation au lieu d'utiliser leurs moteurs auxiliaires. L'utilisation de ces systèmes PCA/400Hz permet à la compagnie aérienne de générer une économie de fioul JETA1 estimée à plus de 400 l/h pour un avion code F (Airbus A380) et à l'aéroport d'éviter plus 1022 kg CO<sub>2</sub>/heure par APU.

Airports Kinesis Consulting a développé ces dernières années une expertise de pointe en dimensionnement aéroportuaire, avec un accent particulier sur le fonctionnement aéroportuaire du côté avion et piste (AIRSIDE).

Dans cet article nous allons mettre l'accent sur les modules fournissant le pre-conditionné air (PCA). Ceux-ci fournissent de l'air aux avions durant la période de préparation et maintiennent les équipements électroniques de l'avion à une certaine température et ainsi évite leur détérioration avant l'emprise au vol.

Notre étude pilote de trafic nous a permis de définir un terminal passager, composé de huit passerelles et pouvant accueillir des avions de Codes C, D (Airbus A320, A310), E (Dreamliner B787) et F (Airbus A 380). Les systèmes PCA (centrale de traitement d'air) seront localisés dans les rotondes, à mi-distance entre le terminal passager et l'avion.

Pour information, il existe plusieurs types de PCA dont le choix du système dépend en premier lieu de la température extérieure, des besoins de l'avion, mais également de son efficacité énergétique. Voici ci-dessous quelques systèmes PCA:

- PCA Eau glacée/Glycolée;
- PCA Air comprimé basse température;
- PCA Détente directe;
- PCA hybride eau glacée et détente directe.

Avec des conditions thermiques très complexes dans les pays du Moyen-Orient, nous avons dû établir un bilan thermique unique et sur mesure qui n'avait jamais été réalisé auparavant. Cela s'est avéré nécessaire pour arrêter notre choix sur le système le moins énergivore et le plus adapté aux conditions extérieures extrêmes du Qatar.

Nous avons établi trois modules de simulation thermique dynamique dont l'objectif était de modéliser le stock thermique, l'inertie thermique au pas après la coupure des moteurs APU, la dissipation thermique durant le débarquement et l'embarquement pour définir la pointe thermique en un temps T. Nous avons ensuite évalué l'impact et la part de passage thermique dans le hublot, les longerons et le rayonnement solaire au travers de la peau du fuselage en aluminium, zinc et cuivre de l'avion.

Les simulations ont été réalisées avec les logiciels Thermoanalytics Radtherm et Human Comfort. Le comportement thermique entre le terminal passager et l'avion en lien avec l'étude de trafic a été simulé avec le logiciel de simulation thermique Ansys.

Les résultats des trois modèles de simulation sur le modèle Airbus A380 ont montré ces quelques résultats:

- Les charges solaires sont en moyenne de 43 W/par hublot grâce à l'angle du fuselage et sa position au contact;
- Les charges de conduction entre la température extérieure et la cabine ne commenceront à faire effet que 7 minutes après l'arrêt de l'APU et l'épuisement de l'inertie;
- La charge durant la phase de débarquement des 300 passagers et des 8 membres de l'équipage à bord n'aura pas d'impact néfaste sur l'inertie thermique dans la cabine et un processus primaire à eau glacée peut largement couvrir les besoins dits de transition et faire en sorte que la température reste acceptable (une oscillation entre 18 °C au début du débarquement et 28,7 °C à la fin du débarquement des passagers et de l'équipage) sur une durée totale de 19 minutes.

Ces résultats nous ont donc permis d'arrêter notre choix sur les systèmes hybrides, car il nous permettait de fonctionner en séquence avec un premier processus en mode eau glacée sur les 19 premières minutes en moyenne. L'avantage étant l'économie de l'expansion directe durant cette période de débarquement des passagers.

Cette simulation nous a également permis d'identifier sur l'opération journalière et sur les huit avions aux contacts, une économie potentielle de 1,5 MW électrique par jour.

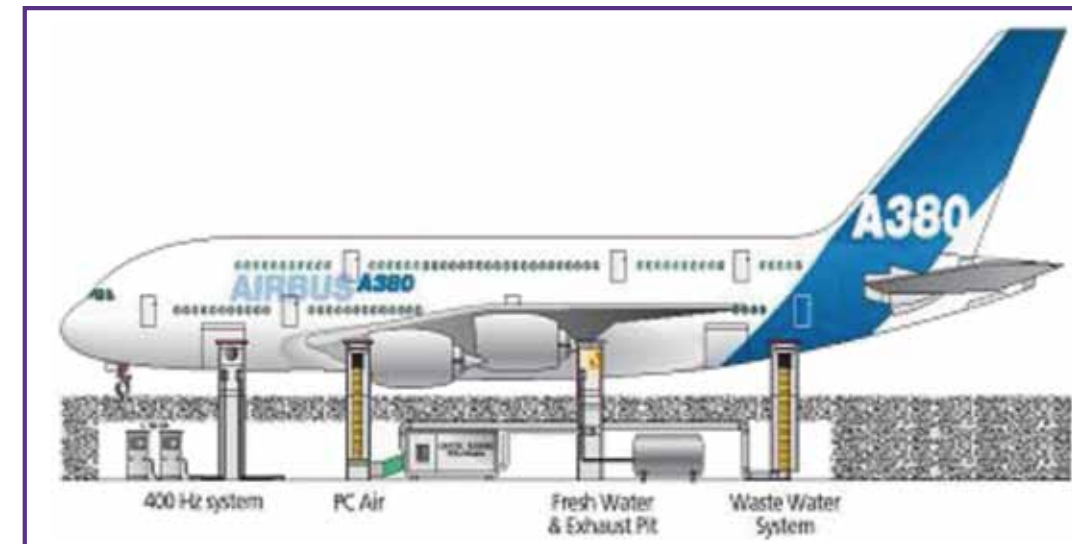


PHOTO 1: SEULE IMAGE AUTORISÉE PAR AIRBUS.

Entre le PCA et l'avion, nous avons également pu limiter le nombre de gaines au départ du système PCA à deux tubes enterrés de 18 po au lieu de quatre initiaux. Ceux-ci fourniront, en simultané, à l'A380 un débit d'air total de 390 kg/min soit 195 kg/min par connecteur et une pression de 86 Mbar, débit et pression qui seront évidemment divisés par quatre connecteurs à l'entrée de l'avion soit 97.5 kg d'air/min.

Au vu des résultats de la simulation, nous avons aussi été capables de dimensionner le processus de refroidissement primaire avec un régime d'eau glacée pour atteindre 6 °C/14 °C dans la batterie froide. Ainsi avec une température extérieure en entrée de 42 °C nous sommes capables d'assurer une alimentation à 5 °C au collecteur d'entrée de l'avion.

Par la suite, nous avons également dimensionné le processus de refroidissement secondaire qui dans notre cas, démarre 19 minutes après le stationnement de l'avion et dès que l'inertie thermique sera rompue (une sonde interne dans la cabine de l'avion reportera la température au système PCA, cette sonde permettra à ce même système de démarrer en cascade, dès que la température dans la cabine aura atteint le point de rupture équivalent dans notre cas à 28,7 °C), ce processus sera assuré par une expansion directe avec un régime de 6 °C/-5 °C pour délivrer une température, en décharge au connecteur avion à -3 °C, après l'épuisement de l'inertie et le point de rupture du processus primaire à eau glacée.

## UNE PREMIÈRE DANS LE MONDE, UNE PRODUCTION EN TRIGÉNÉRATION SOLAIRE THERMIQUE POUR LES BESOINS DES AVIONS AU SOL.

Le bilan total du système frigorifique a été évalué à 3,3 MW froids en pointe sur les huit passerelles avec un besoin de 2,1 MW électriques pour les motos ventilateurs, l'expansion directe, les convertisseurs 400 Hz, l'alimentation de la passerelle d'embarquement, les ventilos convecteurs dans la passerelle et les systèmes annexes. Notre objectif primaire était d'éviter d'utiliser des groupes frigorifiques centrifuges et l'électricité produite par les hydrocarbures.

Notre choix s'est donc directement porté sur un turbogénérateur à cycle "Rankine" organique avec une alimentation thermo solaire, car ces systèmes sont les seuls à pouvoir opérer à très basse température, démarrant à 170 °C et ayant un maximum dépassant les 300 °C. La production

frigorifique étant assurée pour l'ensemble des besoins en eau glacée par des groupes froids à absorption.

Sur l'ensemble de la production thermique solaire, un ratio de 30% de collecteurs thermiques a été connecté à des modules de stockage thermiques pour assurer les opérations de nuit.

Les capteurs sous vide à haut rendement, fournissent, toute l'énergie primaire nécessaire pour alimenter le turbogénérateur.

Avec une capacité solaire de 2140 KWh/M<sup>2</sup>/an dans le pays d'installation, nous avons pu dimensionner un cycle Rankine fonctionnant avec un fluide organique efficace avec une température primaire en entrée dans le turbogénérateur de 300 °C.

Ainsi, grâce à ce cycle complexe, nous assurerons une production de 3.5 MW électriques avec une efficacité de 20,5%, nous profiterons aussi de la coproduction frigorifique pour générer environ 14 MW froids et évidemment du chaud pour les périodes nocturnes et les besoins en humidification de la passerelle d'embarquement.

### UN EMPLACEMENT JUDICIEUX, UNE CONCEPTION UNIQUE ET UN RETOUR SUR INVESTISSEMENT INESTIMABLE.

L'espace disponible dans le terminal et de la partie haute fixe de tout l'espace d'embarquement complet, nous a donc donnée la possibilité d'installer, virtuellement, les 9000 M<sup>2</sup> de capteurs solaires thermiques à tube sous vide pour produire les 3,3 MW frigorifiques.

Avec une opération estimée à 6500 heures/an et une puissance moyenne de 70% de la puissance installée, nos simulations basées sur l'étude de trafic et la solution choisie nous ont permis de calculer un très bas retour sur investissement, étalé sur une période de 4 ans en comparaison aux systèmes PCA Hybrides traditionnels.

Nous avons également identifié pour chaque avion, une économie d'émission de gaz à effet de serre substantielle de 5845 tonnes/an de CO<sub>2</sub> comparativement à un système de PCA hybride typique.

Le CAPEX de 38,9% supérieur à un système hybride conventionnel sera largement remboursé pendant la période d'opération par le fait que l'aéroport facture le kg d'air/min fourni à l'avion durant cette période.

La réduction du budget OPEX nous a également permis de réduire la période de retour sur investissement.

Pour plus d'informations visuelles, ces simulations seront mises en ligne dès le mois de janvier 2013 prochain sur notre site web, [www.zeroenergyairport.com](http://www.zeroenergyairport.com), elles seront accompagnées d'un rapport sous le nom de "Green Airside Systems". ■

# LE PRÊT ÉCOÉNERGÉTIQUE DESJARDINS

COMMENT TRANSFORMER UNE DÉPENSE EN INVESTISSEMENT :

« CHANGER LE MONDE UN GESTE À LA FOIS »  
C'EST AUSSI LA RESPONSABILITÉ  
DES ENTREPRISES CITOYENNES.

C'EST DANS CETTE PERSPECTIVE QUE DESJARDINS A DÉVELOPPÉ LE PRÊT ÉCONERGÉTIQUE À L'INTENTION DES ENTREPRISES DÉSIRANT MODERNISER LEURS ÉQUIPEMENTS ET BÂTIMENTS AFIN DE RÉDUIRE LEUR FACTURE D'ÉNERGIE ET CONTRIBUER À LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DES GAZ À EFFET DE SERRE.

De plus en plus d'entreprises estiment que leur empreinte environnementale fait partie intégrante de leurs responsabilités entrepreneuriales. Plusieurs raisons les motivent à agir ainsi :

- pour une question de gestion des risques.
- pour la recherche d'un avantage concurrentiel en terme d'image corporative.
- pour la réduction des coûts de production.

L'efficacité énergétique des équipements et bâtiments constitue l'un des moyens les plus efficaces pour réduire son empreinte environnementale. En développant le Prêt éconergétique et en l'adossant aux principaux programmes existants dont ceux du **Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques**, d'Hydro-Québec et du MAPAQ, des conditions exceptionnelles ont été élaborées pour vous faciliter la vie.



## 23<sup>e</sup> Soirée énergia 2012

23 ans de reconnaissance du génie d'ici en matière de maîtrise de l'énergie et d'efficacité énergétique

### Venez découvrir les lauréats

Inscrivez-vous à la soirée Énergia :  
**Mercredi 6 février 2013 à 17h**  
**au Hyatt Regency à Montréal**

Formulaire et modalités au  
[www.aqme.org/evenements/5-soiree-energia.html?a=2012](http://www.aqme.org/evenements/5-soiree-energia.html?a=2012)

Partenaires



Partenaires Médias



Organisé par :



ASSOCIATION QUÉBÉCOISE POUR LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE