



SYSTÈMES AÉRONAUTIQUES  
D'AVANT-GARDE POUR L'ENVIRONNEMENT

RAPPORT ANNUEL

2014



[www.sa2ge.org](http://www.sa2ge.org)

# FAITS SAILLANTS

- 6** grandes entreprises
- 5** projets démonstrateurs
- 22** PME impliquées à ce jour
- 5** universités
- 4** centres de recherche
- 16** millions de dollars en contrats accordés au Québec à ce jour
- 14** experts réunis par un comité gains environnementaux trimestriel
- 1** première phase aux succès déjà reconnus
- 1** seconde phase annoncée pour avril 2015

## LES PREMIERS RÉSULTATS DU COMITÉ GAINS ENVIRONNEMENTAUX PROMETTENT DE REMARQUABLES RETOMBÉES

Le projet mobilisateur SA<sup>2</sup>GE se distingue notamment par son comité gains environnementaux, inédit au Québec. Formé d'au moins un expert par grande entreprise, ce comité vise le partage et l'élaboration de méthodes et outils d'analyse adaptés aux technologies de démonstration. Le comité peut également compter sur la contribution de M. Gilles Bourgeois, Chef, Protection environnementale et normes, chez Transport Canada, et membre du comité de la protection de l'environnement en aviation (CAEP) de l'OACI.

Sous le leadership de Madame Kahina Oudjehani, Chef de l'éco-conception chez Bombardier, le comité a mis au point des indicateurs de performance afin de mesurer les gains environnementaux des pièces et systèmes développés dans SA<sup>2</sup>GE. En 2013, les calculs ont permis d'estimer les gains au regard des produits ou technologies équivalents. Les experts cherchent bien sûr à évaluer les gains environnementaux générés par l'utilisation de la pièce ou du système au cours de sa vie utile, mais également les bénéfices obtenus au cours de sa fabrication. Des gains exceptionnels se font déjà connaître à plusieurs niveaux : élimination du chrome dur, préservation des ressources, réduction de la consommation de carburant. La fin de ce premier projet mobilisateur promet donc de remarquables retombées.

# TABLE DES MATIÈRES

02

Mot du président

---

03

Mot de la directrice

---

04

À propos du Regroupement

---

05

Les sous-projets

- 06 Structure de fuselage d'aéronefs en matériaux composites
  - 12 Compresseur de prochaine génération
  - 15 Avionique intégrée pour les applications de poste de pilotage
  - 19 Avionique modulaire intégrée pour les systèmes critiques
  - 24 Train d'atterrissage de l'avenir
- 

28

Membres du conseil d'administration

---



## MOT DU PRÉSIDENT



Pionnier de l'industrie aéronautique canadienne depuis les années 1920, le Québec est aujourd'hui reconnu comme un pôle d'excellence mondial et un modèle d'innovation. En effet, plus de la moitié de la recherche canadienne en aéronautique est effectuée au Québec. La situation de notre industrie est toutefois en mutation : la capacité d'innovation des pays émergents croît rapidement et des normes environnementales toujours plus sévères affectent chaque aspect de la chaîne de valeur. Pour les grandes entreprises à la tête des sous-projets formant SA<sup>2</sup>GE, il s'agit de trouver dans cette situation, plus d'opportunités que de menaces.

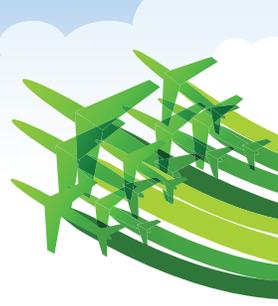
Avec l'aide des PME impliquées dans SA<sup>2</sup>GE, des universités et centres de recherche québécois, elles doivent transformer la proximité géographique des principaux intervenants en avantage concurrentiel effectif. SA<sup>2</sup>GE s'avère être une plateforme de collaboration encore plus porteuse que ce que l'industrie et le gouvernement avaient imaginé, au moment de la création du projet mobilisateur de l'avion plus écologique en 2010.

Outre l'atteinte de gains environnementaux, le projet mobilisateur de l'avion plus écologique vise la démonstration d'innovations technologiques et la mobilisation de l'industrie aéronautique québécoise. Renommé SA<sup>2</sup>GE pour « Systèmes Aéronautiques d'Avant-Garde pour l'Environnement », le projet en est maintenant à sa quatrième année d'exécution sur cinq. Les sous-projets qui le composent sont bien avancés et des résultats tangibles commencent à émerger. Déjà, les membres de SA<sup>2</sup>GE partagent entre eux les résultats atteints à ce jour et préparent leur dévoilement.

Nous sommes heureux que les succès de SA<sup>2</sup>GE aient convaincu le gouvernement provincial de poursuivre le concept pour une seconde phase. En effet, l'appui du gouvernement à l'innovation technologique en collaboration demeure crucial pour franchir le stade des démonstrateurs. Conjointement avec le chantier Innovation d'Aéro Montréal, nous préparons donc déjà la seconde phase du projet qui devrait débuter courant 2015. Cette seconde phase est ouverte à l'ensemble de la communauté et nous invitons la communauté aéronautique Québécoise à se mobiliser pour en faire un succès encore plus grand.

### **Fassi Kafyeke**

Président du conseil d'administration du Regroupement pour le développement de l'avion plus écologique  
Directeur technologies stratégiques chez Bombardier Aéronautique



## MOT DE LA DIRECTRICE



SA<sup>2</sup>GE entame déjà sa dernière année d'exécution, dernière ligne droite pour boucler les projets. Alors que certains sont en avance et dépasseront leurs objectifs initiaux, tous sont déterminés à conclure leur projet avec succès. Signe de cette détermination et de la maturité des projets, les ressources dédiées aux équipes de projet se sont renforcées et diversifiées. Les collaborations gagnent en profondeur.

L'organisme et le ministère ont eu le privilège cette année de visiter plusieurs entreprises à la tête d'un sous-projet, et de constater les avancées technologiques réalisées grâce à SA<sup>2</sup>GE. Rappelons-le, SA<sup>2</sup>GE se distingue par son appui au développement de produits et procédés au stade de la démonstration technologique. Par leur nature et leur caractère confidentiel, les visites ont permis de révéler des avancées supérieures à ce que les rapports semestriels laissaient entrevoir. Les visites ont également permis de prendre connaissance des avantages intangibles de la collaboration, tels que le partage des meilleures pratiques en gestion de l'innovation.

Étant donné l'état d'avancement de la plupart des sous-projets, des améliorations significatives pour l'environnement ont déjà pu être estimées. À titre d'exemple, chez Héroux Devtek, les substituts de revêtements à base de chrome hexavalent permettront d'éliminer à 100 % le chrome dur des composants du train d'atterrissage, quelle que soit la géométrie du composant. Chez Bombardier, le procédé de cuisson écoénergétique entraînera une réduction de 85 % de l'énergie requise par rapport au procédé traditionnel de cuisson. La prochaine année s'annonce donc riche en résultats sur le plan environnemental toutefois, au-delà de ces gains, l'organisme tire sa plus grande fierté de la création même du Comité gains environnementaux, véritable creuset d'innovation.

En ce qui a trait à la mobilisation, objectif tout aussi fondamental de SA<sup>2</sup>GE, nous sommes heureux de constater que plus d'une vingtaine de PME québécoises sont désormais mobilisées par le projet. L'année 2013 a permis de mieux cerner la notion de mobilisation. Ainsi, une PME est mobilisée durablement lorsqu'un partenaire industriel lui octroie un contrat dont la nature se démarque des activités courantes de l'entreprise, dont l'envergure est importante et dont la PME peut espérer un impact stratégique. Du côté des universités et centres de recherche, 2013 a mis en lumière que la collaboration au niveau démonstrateur est bien différente de celle aux niveaux TRL plus bas. Après un démarrage lent chez plusieurs partenaires industriels, les collaborations avec les universités et centres de recherche se multiplient maintenant.

Nous sommes heureux qu'une phase 2 au projet mobilisateur de l'avion plus écologique ait été annoncée, signe que notre vision est partagée : SA<sup>2</sup>GE favorise incontestablement l'innovation et bénéficie à l'industrie et à l'essor du Québec.

**Dominique Sauvé**

Directrice du Regroupement pour le développement de l'avion plus écologique  
Présidente d'IODS



## À PROPOS DU REGROUPEMENT

Le Regroupement pour le développement de l'avion plus écologique est un organisme sans but lucratif qui a pour but l'administration du projet mobilisateur de l'avion plus écologique renommé SA<sup>2</sup>GE pour Systèmes Aéronautiques d'Avant-Garde pour l'Environnement. Comme son nom l'indique, SA<sup>2</sup>GE vise le développement de pièces et systèmes plus respectueux de l'environnement, dans le cadre de la lutte contre les changements climatiques et des nouvelles réglementations environnementales.

Outre l'atteinte de gains environnementaux, le projet vise la réalisation d'innovations technologiques au stade démonstrateur et la mobilisation de l'industrie aéronautique québécoise. Il s'agit d'un projet d'une ampleur de 150 millions de dollars sur cinq ans, dont 80 millions proviennent de l'industrie et 70 millions du gouvernement provincial.

Cinq sous-projets sont développés dans SA<sup>2</sup>GE et dirigés par six grandes entreprises appelées « partenaires industriels ». Dans un esprit de mobilisation, les partenaires industriels ont l'obligation contractuelle de faire participer des PME, des universités et des centres de recherche. À ce jour, 22 PME, 5 universités et 4 centres de recherche sont impliqués.

---

### L'INDUSTRIE SE MOBILISE POUR PRÉPARER AU MIEUX LA PHASE 2 DE SA<sup>2</sup>GE

Une seconde phase au projet mobilisateur de l'avion plus écologique a été annoncée dans la Politique industrielle québécoise publiée l'automne dernier. Un budget de 40 millions de dollars a été évoqué pour un projet d'une durée de trois ans.

L'industrie s'est réjouie qu'on reconnaisse le succès déjà avéré de la phase 1, et s'est immédiatement organisée afin de se préparer au mieux pour un éventuel appel à projets en 2014. À ce propos, un colloque stratégique organisé par Aéro Montréal s'est tenu le 5 mai dernier et a réuni 72 organisations parmi lesquelles de grandes entreprises, des PME, des universités et des centres de recherche québécois. L'événement de maillage a permis aux participants de prendre connaissance et de contribuer à l'élaboration des idées de projet des uns et des autres. D'autres événements sont planifiés au cours de la prochaine année.



# LES SOUS-PROJETS

## 1. STRUCTURE DE FUSELAGE D'AÉRONEFS EN MATÉRIAUX COMPOSITES



**BOMBARDIER**

## 2. COMPRESSEUR DE PROCHAINE GÉNÉRATION



## 3. AVIONIQUE INTÉGRÉE POUR LES APPLICATIONS DE POSTE DE PILOTAGE



## 4. AVIONIQUE MODULAIRE INTÉGRÉE POUR LES SYSTÈMES CRITIQUES

**THALES**

**BOMBARDIER**

## 5. TRAIN D'ATERRISSAGE DE L'AVENIR



## STRUCTURE DE FUSELAGE D'AÉRONEFS EN MATÉRIAUX COMPOSITES

Dans le cadre du projet mobilisateur de l'Avion écologique, Bell Helicopter Textron Canada Limitée (BHTC) et Bombardier Aéronautique (BA) travaillent au développement de technologies qui permettront une utilisation plus poussée des matériaux composites dans la fabrication de structures de fuselage d'aéronefs (hélicoptères, avions).

Les objectifs recherchés sont de permettre la réduction du poids de l'appareil et une plus grande efficacité dans la fabrication de ces structures (quantité de déchets rejetés, heures de travail, etc.).

La recherche appliquée de BHTC et de BA porte sur un certain nombre de technologies dont le développement de procédés manufacturiers basés sur l'infusion de résine sous vide, le placement automatisé de fibres, le moulage par compression, ainsi que sur le développement de procédés pour palier au fait que les matériaux composites ne sont pas de bons conducteurs électriques, contrairement aux matériaux métalliques conventionnels. Des techniques d'inspection non destructive, des procédés de collage et des techniques de réparation sont aussi à l'étude. Enfin, des essais structuraux sont menés pour colliger les données qui seront éventuellement nécessaires lors de la conception de pièces réelles basées sur l'utilisation de ces procédés manufacturiers.

« À ce stade du projet, il est maintenant possible de commencer l'évaluation des retombées qu'auront les avancées technologiques sur l'environnement. Entre autres, les méthodes de fabrication envisagées permettront une réduction des rejets de déchets solides.

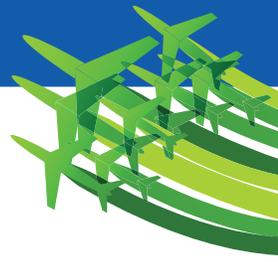
Pierre Rioux, Directeur, technologie et sciences du vol, Bell Helicopter Textron Canada Limitée »



Élément de structure fabriqué avec la méthode de moulage par compression



Panneau d'accès typique fabriqué avec la méthode de placement automatisé de fibres



## BELL HELICOPTER TEXTRON CANADA

Plus spécifiquement, le sous-projet piloté par BHTC vise à étudier différents concepts d'assemblage d'un fuselage d'hélicoptère et comprendra une démonstration manufacturière des procédés de fabrication développés. Il permettra la génération de données manufacturières associées aux technologies développées qui serviront ultérieurement à une prise de décision éclairée lors de la définition de futurs modèles d'hélicoptère.

### LES ÉTAPES PRÉLIMINAIRES COMPLÉTÉES

Les structures de fuselage d'hélicoptère visées ont été identifiées et BHTC a procédé à leur conception détaillée, ce qui a permis d'identifier avec précision les procédés manufacturiers à utiliser, ainsi que de concevoir et fabriquer l'outillage nécessaire à leur fabrication. Parallèlement à ces efforts de conception et de fabrication de l'outillage, BHTC a procédé à des essais de développement des procédés manufacturiers afin de valider les approches manufacturières sélectionnées. L'outillage, fabriqué chez PCM Innovation et d'autres fournisseurs, a été livré et est en cours d'utilisation à BHTC.

### LA MOBILISATION PORTE SES FRUITS

De nombreux partenaires contribuent au projet et sont coresponsables des avancées obtenues à ce jour. PCM Innovation et Aircraft Tool Design (ATD) notamment, ont étroitement participé à la conception et à la fabrication d'une grande partie de l'outillage spécialisé nécessaire à la conduite du projet. Quant au Centre des technologies de fabrication en aérospatiale (CTFA) du Conseil National de recherches Canada (CNRC), il a été mandaté pour la réalisation de certaines composantes structurales en plus de contribuer au développement des procédés de collage et des procédés de moulage par compression.

### LES ESSAIS DE FABRICATION

Au cours de la dernière année, le projet est entré dans la phase des essais de fabrication qui ont permis de mettre à l'essai les concepts manufacturiers envisagés. Ces concepts, de même que les procédures de fabrication s'y rattachant, ont été adaptés selon les résultats observés. Certaines des pièces ainsi fabriquées sont présentement soumises à des essais structuraux destructifs pour valider leur performance structurale. Au cours de la prochaine année, un certain nombre d'autres pièces seront fabriquées et soumises à des essais structuraux destructifs afin de vérifier la constance des résultats obtenus.

## BOMBARDIER

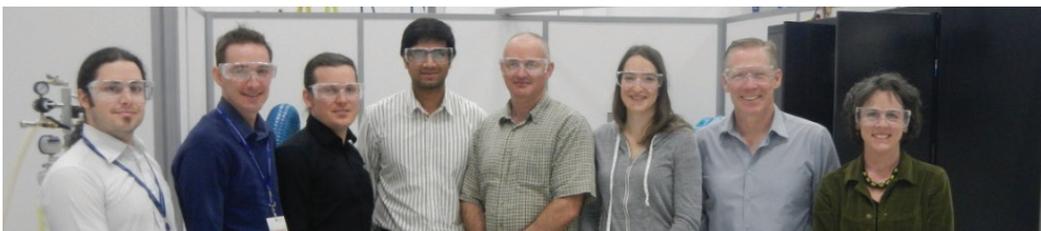
Bombardier quant à elle, cherche à fusionner des concepts novateurs aux procédés actuellement en développement et aux méthodologies d'analyse des contraintes, afin de produire des pièces plus légères, produisant des avions qui consomment moins d'énergie. Les travaux sont exécutés en étroite collaboration avec les partenaires mobilisés.

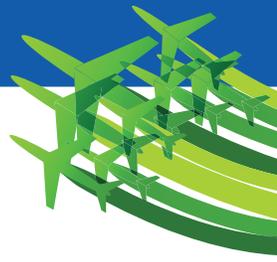
Les axes de développement en cours chez Bombardier sont les suivants :

- La génération des connaissances en conception et technologies manufacturières qui permettront une prise de décision éclairée lors de la définition de futurs modèles d'avions d'affaires.
- Des procédés manufacturiers composites automatisés afin de minimiser les interventions humaines. Les technologies suivantes font partie de la recherche appliquée: AFP (Automated Fiber Placement), moulage par injection, thermoformage des thermoplastiques et méthodes de cuisson et de cocuisson de structures complexes.
- Des technologies associées aux structures composites telles que les techniques d'inspection non destructive et de réparation.
- Le développement de méthodologies d'analyse des contraintes des structures en composites.
- Le développement de systèmes de surveillance (health monitoring) pour les structures d'avion.
- Des initiatives de réduction de l'empreinte environnementale par l'élimination des produits chimiques potentiellement nuisibles à la santé et par la réduction du poids.
- Le développement de solutions de protection électromagnétique et de protection contre la foudre.

### UNE MOBILISATION ACCRUE

Conformément à l'esprit du projet mobilisateur SA<sup>2</sup>GE, Bombardier travaille en collaboration avec des PME, des centres de recherche technologique et des universités québécoises. Les participants suivants sont engagés dans les activités propres au sous-projet dirigé par Bombardier pour une valeur de plus de 1 500 000 \$ en 2014 : Mat-Comp, Hutchinson Aéronautique, FDC Composites, Automation Pike, PCM Innovation, Delastek, CTA (Centre technologique en aérospatiale), CDCQ (Centre de développement des composites du Québec) et Université McGill.





## ÉTAT D'AVANCEMENT DES TRAVAUX

### Cocuisson

Les premiers essais de cuisson à petite échelle ont montré la faisabilité de structures intégrées, ainsi que l'identification de paramètres significatifs. Une réduction de poids de l'ordre de 10 % est envisagée suite à une initiative sur des revêtements cocuits avec raidisseurs. Le développement de méthodologies d'analyse en parallèle, permet de porter cette estimation à 15 %.



Panneaux cocuits de petite échelle

### Moulage par injection

Le premier cadre en moulage par injection développé dans SA<sup>2</sup>GE présente une réduction de poids de 10 % par rapport à une composante similaire en pré imprégné (prepreg) laminé à la main. Il est encore prématuré de projeter cette réduction de poids sur l'ensemble du fuselage, toutefois cette valeur semble réaliste pour l'ensemble des cadres du fuselage. Les niveaux technologiques TRL 5 et 6 viennent d'être franchis pour le procédé d'injection de cadre de fuselage. Des tests de validation géométrique et mécanique ont été effectués afin de valider correctement la réalisation de ces étapes technologiques.



Validation des propriétés mécaniques



Cadre en moulage par injection

### Essais électromagnétiques

Des essais de protection électromagnétique et de protection contre la foudre se poursuivent en laboratoire. Les résultats des essais de comportement électromagnétique permettent une réduction de la pénalité en poids liée aux protections supplémentaires.

**Cuisson éco énergétique**

Le système de cuisson moins énergivore développé dans SA<sup>2</sup>GE est actuellement en voie d'être breveté. Des essais complémentaires sont présentement en cours afin de consolider la robustesse du procédé.

**Système de surveillance (Health Monitoring)**

L'installation du système de surveillance pour les structures a été complétée. Les tests et analyses des résultats auront lieu dans les prochaines périodes.

**Solvant sans chlorure**

La qualification d'un produit alternatif aux solvants, sans chlorure et sans impact pour la couche d'ozone, a atteint un niveau de maturité suffisant pour que son intégration en production soit envisagée. Les gains ainsi obtenus ne sont présentement quantifiables.

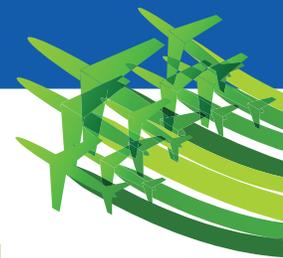
**EFFORTS POUR LA PROCHAINE ANNÉE**

Les activités manufacturières présentement en cours au CTA (Centre technologique en aérospatiale) et au CFPM (Centre de formation professionnelle des Moulins) sont grandement positives. En fonction des besoins du projet, Bombardier envisage déployer ses efforts avec les partenaires suivants : l'université McGill, le CDCQ (Centre de développement des composites du Québec), Mat-Comp, Hutchinson Aéronautique, FDC Composites et Delastek.

Étant donné les résultats prometteurs apparus lors des premiers essais de cocuisson à petite échelle et les premiers cadres par moulage par injection, Bombardier envisage produire un panneau démonstrateur grandeur réelle avec composantes intégrées des technologies développées, comme livrable au projet SA<sup>2</sup>GE Phase 1.



De gauche à droite : Alain Landry (BA), Fassi Kafyeke (BA), Hasan Salek (BA), Jean-Evrard Brunel (BA), Nadia Jean (BA), Normand Raymond (MFEQ), Dominique Sauvé (Organisme), Sophie Juignier (Organisme), Bruno Payette (Hutchinson), Martin Lévesque (Hutchinson), Éric Faucher (Hutchinson), Pascal Désilets (CTA), Richard Caron (BA), Didier Hoste (BA), Robin Dubé (CTA), Jean-François Désilets (FDC Composites), Rémy Langelier (BA)



## LE CFP DES MOULINS, UN ATOUT SUPPLÉMENTAIRE À L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE QUÉBÉCOISE

Parmi les collaborations nées de SA<sup>2</sup>GE, le CFP des Moulins s'est révélé un partenaire de choix, doté d'un large éventail de programmes offerts en aéronautique ainsi que d'équipements professionnels de qualité. À l'occasion d'une visite des lieux à l'hiver 2014, l'organisme a été impressionné par les multiples modes de collaboration instaurés entre le centre et Bombardier. À titre d'exemple, le centre a développé des formations sur mesure pour les équipes d'ingénierie de Bombardier, permettant ainsi aux ingénieurs et analystes du projet SA<sup>2</sup>GE, de réaliser des pièces et ainsi mieux saisir les enjeux de la technologie développée en lien avec leur domaine d'expertise.

Le CFP des Moulins est un centre de formation professionnelle situé sur la Rive-Nord de Montréal et qui a pour mission de former une main-d'œuvre employable et compétente, selon les besoins du marché du travail. Il dispose par ailleurs d'un service spécialement dédié aux entreprises, qui vise à supporter les entreprises en ce qui a trait au développement et à la diffusion d'activités et de formations sur mesure. Il s'agit incontestablement d'un atout supplémentaire à l'industrie aérospatiale québécoise.





## COMPRESSEUR DE PROCHAINE GÉNÉRATION

### PRATT & WHITNEY CANADA

Le projet a pour but d'aider Pratt & Whitney Canada (P&WC) à se positionner sur les marchés de l'aviation turbopropulsée en misant sur l'approche écologique.

Les objectifs fixés dans le cadre de ce projet maintiendront les produits de P&WC à la fine pointe de la technologie en termes de réduction des coûts d'exploitation et de diminution des impacts environnementaux. Pour ce faire, P&WC mise sur l'innovation et la mobilisation des acteurs locaux. L'objectif principal du projet est orienté sur le développement durable et repose sur des compresseurs avancés qui supportent des cycles thermodynamiques de haut rendement énergétique.



**Le compresseur écologique de prochaine génération (NGRT) à haut rendement ainsi que la plateforme prochaine génération d'aviation générale (NEXT GEN GA) sont des éléments clés pour maintenir la consommation de carburant des avions turbopropulsés moins élevée de 20 à 40 % par rapport à celle des jets régionaux de prochaine génération.**

**Yves Rabellino, Directeur principal, gestion des coûts, recherche, technologie et support aux opérations chez Pratt & Whitney Canada**



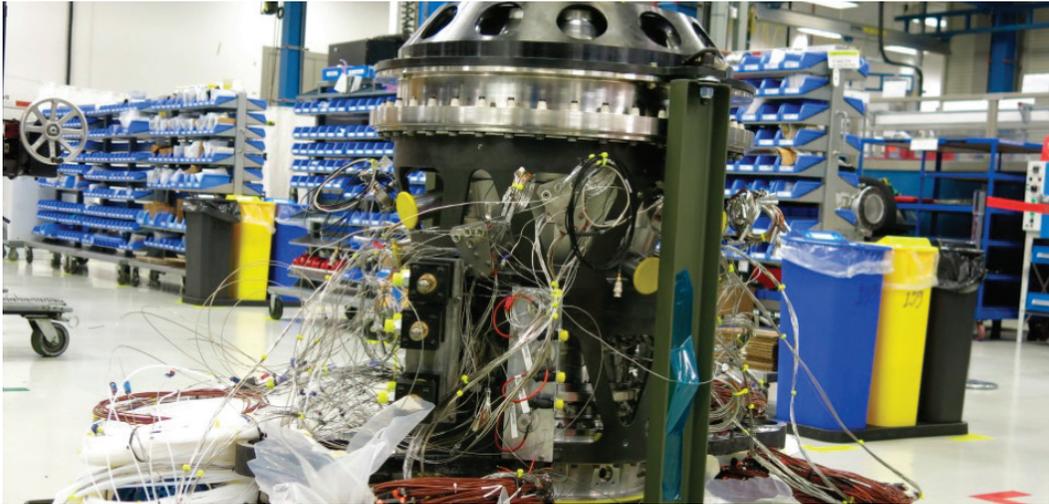
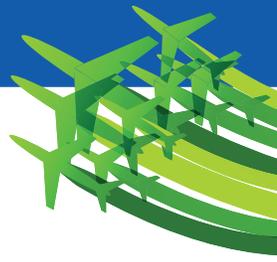
### CE QUI A ÉTÉ FAIT À CE JOUR

Depuis le début du projet, P&WC a complété la conception des deux types de compresseurs (NGRT et NEXT GEN GA). Basé sur les évaluations de conception de 2011, le NEXT GEN GA a progressé comme suit :

- L'assemblage et essais ont continué au banc de chambre à combustion ;
- La combustion a été raffinée à un taux d'efficacité de plus de 98 % ;
- La consommation de carburant s'est avérée conforme aux prévisions ;
- L'étude sur la durabilité a continué ;
- L'équipe a performé une étude d'installation.

En ce qui concerne le NGRT, la fabrication et l'assemblage des trois bancs d'essai ont eu lieu en 2012 et 2013. Les résultats à ce jour sont les suivants :

- Le compresseur atteint les objectifs en termes d'efficacité, et les paramètres d'opération sont fixés ;
- Le banc d'essai complet a été installé dans la cellule d'essai et le test a démarré en juin 2013 ;
- Des résultats partiels de performance du compresseur sont conformes avec les prédictions d'efficacité ;
- La deuxième visite au banc d'essai a eu lieu au premier trimestre de 2014 ;
- L'achat de matières brutes et la fabrication des composantes de tous les bancs d'essai initiaux sont complétés.



Compresseur écologique de prochaine génération (NGRT)



Salle de contrôle du banc d'essai

### AVANCÉES ENVIRONNEMENTALES

En 2013, il a été possible d'évaluer des améliorations potentielles notables, se traduisant par des réductions à plusieurs niveaux: émissions de CO<sub>2</sub> et de NO<sub>x</sub>, matériaux à risque (Hazardous Materials), consommation de ressources non renouvelables, bruit, impact de la méthode manufacturière (consommation d'eau, d'énergie et génération de déchets solides) et impact des méthodes d'entretien. Le potentiel de recyclabilité s'est trouvé augmenté.



Ces évaluations sont réalisées dans le cadre de l'initiative menée par Bombardier visant à mesurer l'impact potentiel d'un avion plus écologique, avion virtuel qui comprendrait les plus récentes innovations de l'appareil, ainsi que de tous les systèmes de support (incluant les moteurs). Le Comité gains environnementaux a permis de mettre sur pied une méthodologie pour documenter ces innovations à caractère environnemental, de manière à estimer l'impact global au niveau de l'avion.

En ce qui concerne les améliorations potentielles de la turbomachinerie d'un turbopropulseur de nouvelle génération, et en se basant sur une mission Montréal - Sept-Îles, où le poids de l'appareil aurait été préalablement optimisé pour ces nouveaux moteurs (appareil de type CRJ100/700), il a été estimé que les gains environnementaux suivants seraient obtenus :

- émissions de CO<sub>2</sub> : réduction de 50 % à 60 %
- émissions de NO<sub>x</sub> (CAEP6) : réduction de 20 %
- emploi de matériaux à risque (Hazardous Materials) : réduction de 25 %
- potentiel de récupérabilité : augmentation de 5 %
- impact de la méthode manufacturière : 30 % de réduction de la consommation d'eau, 20 % de réduction de la consommation d'énergie et génération de déchets solides réduite de 10 %
- impact des méthodes d'entretien : réduction de 25 %

## MOBILISATION

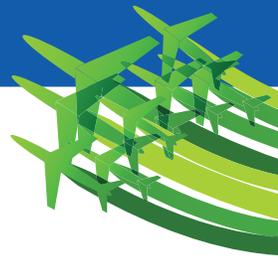
L'innovation touchant le développement des technologies des compresseurs est un élément critique pour assurer la compétitivité de P&WC. Ces technologies sont développées principalement à l'interne, et environ 50 % des travaux de conception et de développement sont réalisés au Québec. L'assemblage des trois bancs d'essai ainsi que les essais au banc des deux premières phases ont été réalisés au Québec.

Dans le cadre des nouvelles technologies manufacturières (NTM), plusieurs projets d'automatisation d'inspection visuelle sont en cours. Ils permettront de porter à maturité la technologie et de l'introduire par la suite dans l'environnement de production des programmes moteurs tels que le NGRT et le NEXT GEN GA.

Étant donné la complexité des inspections visuelles, plusieurs évaluations sont en cours afin d'anticiper et de résoudre les divers défis à l'implantation éventuelle de ces cellules. D'autre part, plusieurs pièces fabriquées par technologie de moulage par injection de poudre métallique (MIM) ont franchi avec succès les tests d'endurance moteur. P&WC continue de travailler en partenariat avec une entreprise locale québécoise afin d'augmenter la maturité technologique du procédé de fabrication.

## PROCHAINES ÉTAPES

Pour le «NEXT GEN GA», l'approvisionnement, l'assemblage et l'essai d'un deuxième prototype seront complétés, et les études de durabilité se poursuivront aussi afin d'améliorer les composantes.



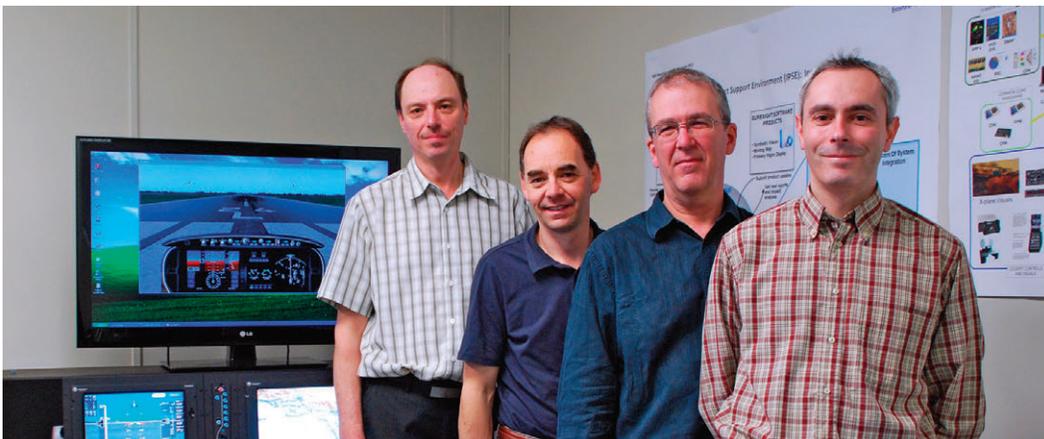
## AVIONIQUE INTÉGRÉE POUR LES APPLICATIONS DE POSTE DE PILOTAGE

### ESTERLINE CMC ÉLECTRONIQUE

Esterline CMC Électronique (CMC) travaille à la conception d'un démonstrateur technologique de poste de pilotage incorporant de l'avionique modulaire intégrée (« IMA »). Le projet fait appel à des techniques de pointe en conception d'avionique et processus pour intégrer les technologies de plusieurs fournisseurs à une architecture système commune de calculateurs, de réseaux et d'interfaces. Le projet permettra également à terme d'identifier les avantages au niveau aéronef d'une architecture d'avionique de pointe (réduction du poids, maximisation de la puissance, etc.), le tout en améliorant les coûts de cycle de vie pour les exploitants et en minimisant les impacts environnementaux.

#### CE QUI A ÉTÉ FAIT JUSQU'À MAINTENANT

CMC a achevé l'élaboration de l'architecture de la plateforme et procède actuellement au prototypage des divers éléments. La plateforme a été conçue selon des principes de **modularité** et consiste en un assemblage de blocs génériques. Ces blocs sont réalisés soit en matériel ou en logiciel. Cette modularité permettra de **réutiliser** les composants génériques, d'**adapter** aisément la plateforme pour des besoins spécifiques et de **réduire** les cycles de développement. La plateforme a également été conçue de manière à permettre un **découplage** entre les fonctions logicielles et le support matériel. Ceci permet de **porter** une fonction logicielle d'un calculateur à un autre, sans se soucier de l'implémentation matérielle.



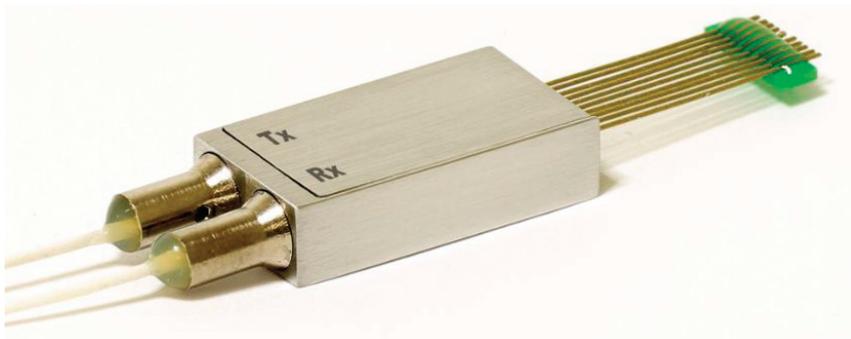
Membres de l'équipe CMC œuvrant à la conception du démonstrateur technologique.  
De gauche à droite : Richard Pontbriand, Éric Bacon, Daniel Roy, Olivier Bluteau

Les décisions de conception sont toujours prises en prenant compte des normes de certification les plus élevées. En effet, il s'agit de développer un démonstrateur qui aura le potentiel d'être homologué comme poste de pilotage sur d'actuels avions. À cet effet, CMC élabore des solutions novatrices pour s'assurer de l'**intégrité** des calculs, des signaux ainsi que de l'information affichée aux pilotes, tout ceci dans le but d'assurer la sécurité des opérations en vol.

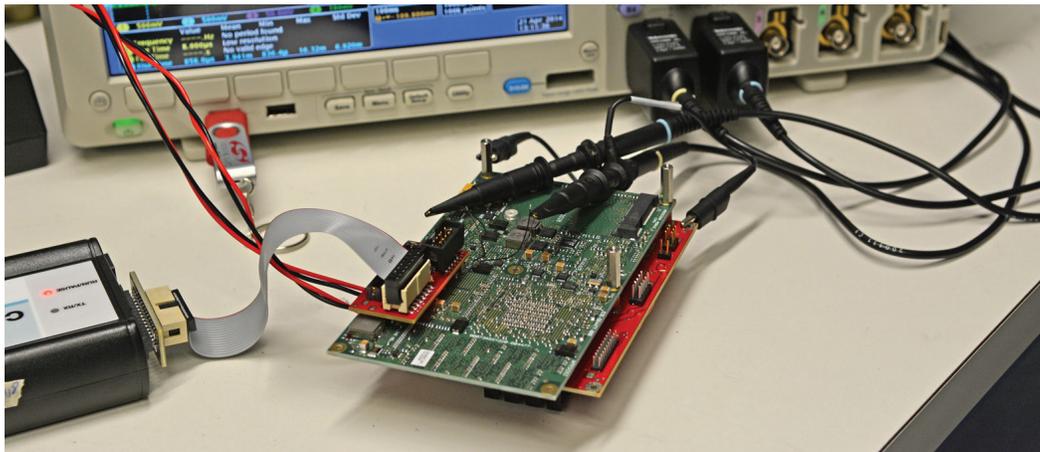
CMC procède actuellement à la conception et au prototypage de certains éléments-clés de la plateforme, soit un **afficheur intelligent** et un **concentrateur de données**. Ceux-ci sont basés sur un assemblage des blocs génériques mentionnés précédemment.

CMC a établi les fondements d'un système de gestion de vol entièrement logiciel qui à terme, pourra opérer en tant qu'application portable sur la plateforme avionique.

CMC a de plus, débuté le prototypage d'un **transcepteur optique** qui permettra la transmission de données à plus haut débit sur la plateforme.

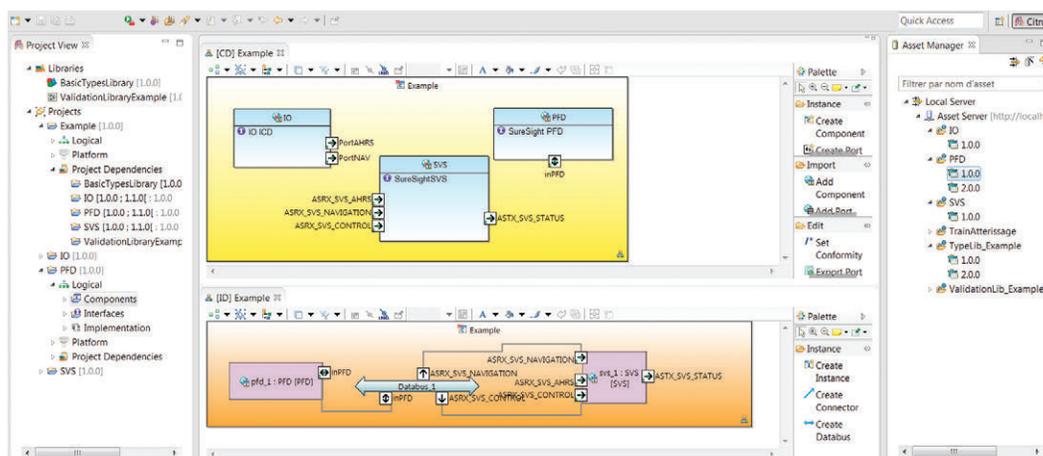


Prototype du transcepteur à fibre optique à 2.5 Gbps



Prototype du module de calcul à processeur multi-cœurs

Par ailleurs, la conception et la validation de systèmes et de logiciels pour de l'avionique intégrée (IMA) exigent des outils spécialisés qui peuvent soutenir ces projets de grande envergure. Pour aider à gérer la complexité des postes de pilotage intégrés, CMC s'est orientée vers le développement basé sur des modèles. Une analyse approfondie des outils, des notations et des processus existants sur le marché ou en incubation a donc été réalisée, tant dans les centres de recherche que dans les projets à code ouvert (Open Source). Après avoir ciblé les éléments les plus pertinents, l'équipe de travail dédiée au projet SA<sup>2</sup>GE a commencé à évaluer certains outils. Travaillant en étroite collaboration avec la PME québécoise Solutions Isonéo, filiale de la société Artal, CMC participe au développement d'un outil générique comportant du sur mesure (l'atelier CITRUS). L'infrastructure a été définie afin de gérer les composantes réutilisables ainsi que la gestion des interfaces aux composantes et systèmes. De plus, les notations et éditeurs à utiliser pour effectuer du développement basé sur des modèles ont été évalués et sélectionnés. CMC a défini un méta modèle pour l'atelier CITRUS et des formats d'échange de données pour la capture et la validation des spécifications des interfaces. Certaines applications logicielles du projet ont maintenant des interfaces formalisées à l'aide de cet éditeur.



## LES AVANCÉES ENVIRONNEMENTALES

Deux aspects sont à l'étude pour déterminer la réduction potentielle de l'impact de ces nouvelles technologies sur l'environnement. Tout d'abord, sachant qu'une plateforme de type IMA occasionne une réduction du câblage requis pour l'avionique, CMC établit la diminution correspondante en poids, donc en consommation de carburant. À cette fin, et de concert avec Bombardier, CMC étudie le réseau de câblage d'un avion de référence, le Global 6000, et identifie les optimisations possibles.

De plus, CMC effectue des études visant à déterminer l'économie potentielle en carburant découlant des technologies supportant l'optimisation des routes de vol

## ÉTAT DE LA MOBILISATION

Chez CMC, une équipe d'ingénieurs en électronique, en logiciels et en systèmes est à l'œuvre pour développer les technologies du nouveau démonstrateur. Un objectif de départ que CMC s'était fixé était de s'allier à des collaborateurs qui développeraient certains aspects de ce programme ambitieux. Par exemple, une équipe de Solutions Isonéo travaille avec les ingénieurs de CMC pour développer une suite d'outils permettant la modélisation, la simulation et la vérification de systèmes complexes. De la même façon, CMC collabore avec la firme TeraXion pour co-développer des transmetteurs optiques, permettant de gérer des données à plus haut débit sur le réseau d'avionique.

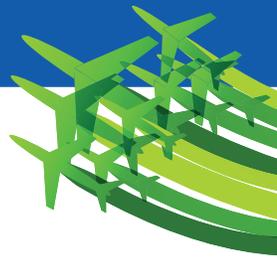
## LES EFFORTS À VENIR

Pour l'année à venir, CMC mènera à terme le développement des modules génériques, de leur assemblage en afficheur intelligent et concentrateur de données, des fonctions logicielles portables et finalement de l'intégration de tout ceci sur la plateforme finale.

La mise en place de solutions pour optimiser les plans de vol sera élaborée et opérationnalisée dans le système de gestion de vol de la compagnie.



CMC et l'équipe de la PME québécoise Solutions Isonéo, filiale d'Artal. De gauche à droite : Florence Sérié (Artal), Pierre Labrèche (CMC), Pierre Duverneuil (Artal), Erik Masella (CMC), Erwan Deschamps (Solutions Isonéo).



## AVIONIQUE MODULAIRE INTÉGRÉE POUR LES SYSTÈMES CRITIQUES

Le projet IMACS pour « Integrated Modular Architecture for Critical Systems » dirigé par Thales Canada, Avionics (TCA) et Bombardier Aéronautique (BA) a pour but d'intégrer sur des plateformes de calcul en réseau, tous les boîtiers électroniques d'un appareil traitant des fonctions critiques telles que celles des commandes de vol, du freinage, du contrôle moteur ou encore de la gestion du centre de gravité par gestion des réservoirs de carburants.

Le principal avantage de cette architecture est de réduire le poids de l'électronique nécessaire pour exécuter ces fonctions par la mutualisation des ressources ainsi que de réduire la quantité de câblage nécessaire pour relier ces fonctions. Cette solution d'architecture a déjà démontré une plus grande flexibilité dans l'adaptation aux différents aéronefs. Par extension, l'IMA critique s'inscrit dans l'avion plus électrique et plus intelligent de demain. Il constitue un facteur important de développement durable par une gestion à long terme du cycle de vie du produit avion.

### THALES CANADA

Thales Canada se concentre sur « l'électronique de contrôle critique modulaire » ainsi que sur les « systèmes d'exploitation temps critique modulaire ». Plus spécifiquement, Thales Canada poursuit différents objectifs tels que développer un prototype d'électronique de contrôleur critique modulaire ainsi qu'un système d'exploitation temps critique modulaire et réaliser la démonstration de ces prototypes.

### CE QUI A ÉTÉ ACCOMPLI JUSQU'À MAINTENANT

Début 2013, Thales a assuré la livraison et l'intégration des moyens chez Bombardier. L'ensemble de démonstration comprend deux modules IMA pouvant s'intégrer à un réseau ARINC664 et la suite d'outils permettant le développement des applications devant être accueillies sur les modules, la configuration des modules en fonction des applications hébergées, le chargement des logiciels dans les modules et la vérification du bon fonctionnement des applicatifs. Une fois le système de démonstration intégré et validé, Thales a assuré la formation des équipes de Bombardier à l'utilisation des moyens de démonstration, permettant le développement, la configuration, le chargement et la vérification des applicatifs.

Thales Canada assure maintenant le support auprès de Bombardier Aéronautique dans le cadre des développements d'applications pour les fonctions non-cœur avioniques.



Contrôleur critique modulaire

Thales a par ailleurs développé les exigences de niveau système devant être rencontrées par un contrôleur critique modulaire pouvant accueillir différentes fonctions critiques. Cette spécification a été utilisée pour sélectionner une PME participante, Air Data inc., devant fournir l'ensemble des composants électroniques à Thales qui assurera la définition système ainsi que le développement des logiciels applicatifs.

Cette année, les exigences détaillées ont été préparées en coopération avec Air Data inc. en assurant diverses simulations de conception électronique, de mécanique ainsi que de dissipation thermique. En parallèle, la spécification de bancs réutilisables a été finalisée.

La coopération avec Air Data a permis à chaque partenaire d'approfondir ses compétences dans le domaine de la conception et du développement matériel de contrôleurs critiques modulaires.

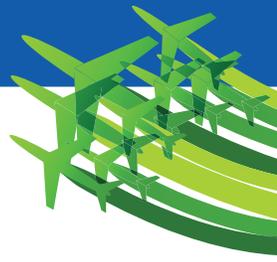
« **La collaboration avec Thales Canada dans le cadre du programme SA<sup>2</sup>GE, a galvanisé l'équipe d'ingénierie d'Air Data. Grâce au transfert des compétences et du savoir-faire de Thales Canada, ce projet mobilisateur et formateur a permis à Air Data de participer à la conception d'un calculateur critique de niveau DAL-A, apportant avec lui beaucoup plus de rigueur dans les processus de développement. Pour notre société, cela représente un saut de géant!**

Jean-Pierre Lepage, Président, Air Data inc. »

Par ailleurs, trois preuves de concept ont été lancées avec l'Université Concordia pour rendre les interfaces plus versatiles et pour réduire la surface nécessaire sur la carte électronique pour chaque interface analogique étudiée.



Thales Canada et l'équipe Air Data. De gauche à droite : Marc-André Talbot (Thales), Carmine Tarcitano (Air Data), Yvon Nazon (Thales), Mark Sdao (Air Data), Vincent Jalbert (Thales), Jean-Pierre Lepage (Air Data), Sondes Benhalima (Thales).



## FUTUR PROCHE

Thales supportera Bombardier dans la démonstration des modules IMA. Thales développera par ailleurs, une application critique de protection au décrochage en vue de son intégration sur l'un des modules en démonstration chez Bombardier.

Les travaux d'optimisation des interfaces analogiques se poursuivront avec Concordia jusqu'à la fin de l'année 2014.

La prochaine étape de développement du contrôleur critique modulaire passe par la finalisation des schémas électriques, permettant le lancement du développement du prototype. Le prototype, développé par Air Data, devra être prêt d'ici la fin de l'année 2014 pour l'intégration du logiciel, développé par Thales, sur un banc réutilisable. Héroux Devtek prêtera à Thales un panneau permettant de tester les différents actionneurs d'un train d'atterrissage afin de compléter les tests systèmes.

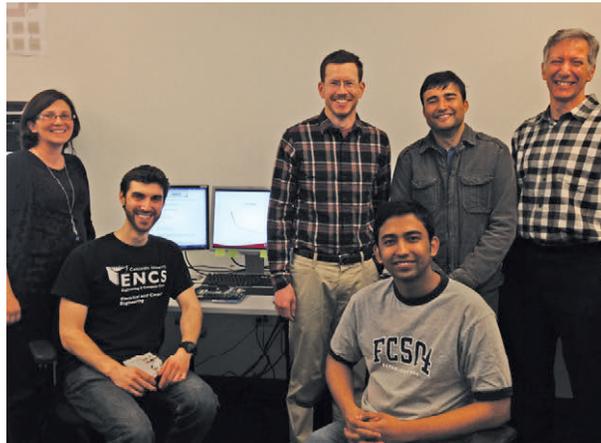
## ENVIRONNEMENT

Rappelons que les objectifs de développement durable du projet IMACS visent avant tout à réduire le poids de l'électronique et du cuivre de câblage à bord des avions et à rendre l'aéronef plus électrique. Ces objectifs visent aussi à améliorer la performance de l'avion.

Le nouveau contrôleur critique modulaire pourra accueillir plusieurs fonctions dans un même boîtier. Ce haut niveau d'intégration permettra de réduire significativement le poids total d'un système composé de plusieurs boîtiers et du câblage requis.

La réduction du nombre de contrôleurs permettra une réduction de la matière première utilisée, en particulier une réduction des quantités de matières premières dangereuses comme le plomb, le nickel, les plastiques et la colle.

On estime une réduction du poids au niveau des boîtiers de contrôle et du câblage allant jusqu'à 25 %, une réduction de volume au niveau des boîtiers dédiés à l'avionique jusqu'à 25 %, une réduction du nombre de modules de calcul dans la liste des pièces jusqu'à 50 %, une amélioration au niveau de l'avionique et des autres systèmes de la fiabilité jusqu'à 15 %.



Une partie de l'équipe Concordia œuvrant chez Thales. De gauche à droite : Jelena Trajkovic, Chris Williams, Glenn Cowan, Paul Leons (assis), Samar Abdi, Luiz Lopes.

Ces estimations sont bien sûr préliminaires, et les bénéfices réalisés ne pourront être quantifiés que dans un programme d'avion réel.

## BOMBARDIER AÉRONAUTIQUE

L'objectif de Bombardier vise l'intégration d'un grand nombre de fonctions avion sur une plateforme de calculateurs distribués supportant des applications de criticités mixtes.

Les activités de Bombardier comprennent la définition des exigences et des architectures des systèmes intégrés ainsi que de la plateforme de calculateurs partagés. Ces activités incluent aussi la définition des processus de développement nécessaires pour atteindre la certification et l'optimisation de la plateforme ainsi que les outils nécessaires pour réaliser ces processus. Ces activités s'appuient sur le développement d'applications cibles de fonctions de contrôle, et leur intégration sur une plateforme de démonstration. L'analyse et l'exploitation des résultats serviront à fournir des recommandations pour le développement de nouveaux avions plus écologiques.

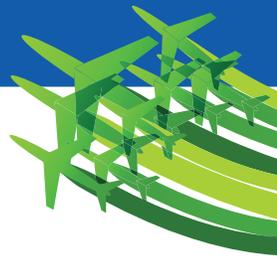
### RÉSUMÉ DES FAITS SAILLANTS POUR L'ANNÉE 2013

La période écoulée a permis le démarrage du développement sur la plateforme du démonstrateur d'un sous-ensemble de fonctions des applications cibles. Ces applications cibles incluent le contrôle du train d'atterrissage et du système de carburant.

La définition des exigences et l'architecture de la plateforme HIS-IMA générique sont bien avancées. Cette définition couvre une décomposition fonctionnelle ainsi que les exigences au niveau des ressources partagées. Ces dernières continueront d'être raffinées grâce à l'expérience pratique de développement du démonstrateur.

La plateforme de démonstration est basée sur une architecture Time-Triggered/AFDX et ARINC653. Cette plateforme comprend en particulier des calculateurs fournis par Thales. Des étudiants de l'École Polytechnique de Montréal participent au développement d'un sous-ensemble de fonctions des applications cibles. Des formations additionnelles sont prévues avec le renouvellement de l'équipe d'étudiants qui doit avoir lieu courant 2014.

Une approche générique pour l'outillage des processus est en cours de définition. Cette approche s'appuie sur une ingénierie des systèmes basée sur la modélisation (« Model Based System Engineering »). Une série d'ateliers a été organisée à cet effet rassemblant des experts de plusieurs disciplines susceptibles d'être impliqués dans le développement d'un avion futur basé sur la technologie HIS-IMA. Les exigences concernant un atelier et les outils associés sont en cours de définition. Les outils proposés par Thales seront évalués en 2014.



L'équipe du sous-projet a participé aux rencontres du Comité gains environnementaux afin de définir la contribution du sous-projet. Il a été déterminé que l'optimisation des équipements électroniques et du câblage qui découle de l'exercice d'intégration étudié dans le sous-projet aura pour effet de diminuer de façon significative le nombre d'équipements requis pour assurer les fonctions et donc de réduire le poids de l'avionique des avions futurs. Cette économie de poids aura pour effet direct de diminuer la consommation de carburant, qui à son tour aura pour effet de diminuer les émissions en CO<sub>2</sub>. La diminution du nombre d'équipements aura aussi pour effet d'améliorer l'impact sur les matières premières.

À ce stade du projet, il n'est pas encore possible de quantifier ces gains. L'équipe de projet travaille à des scénarios d'architectures intégrées qui seront proposés au Comité gains environnementaux dans les prochains mois. Ces scénarios d'architectures seront utilisés comme base d'estimation par les outils de métrique en cours de développement au sein du comité.

### ACTIVITÉS POUR LA PÉRIODE 2014-2015

La prochaine période permettra de progresser de façon significative dans le développement des applications cibles proprement dites ainsi que dans l'expérimentation des solutions envisagées. Les outils de Thales basés sur la modélisation seront aussi évalués ce qui permettra de confirmer la définition des exigences en matière d'outils. Ces outils incluent des outils de définition d'architectures fonctionnelles et physiques, d'analyse de sûreté de fonctionnement ainsi que d'analyse de l'allocation des ressources partagées.

### BOMBARDIER, LE PIONNIER DE L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE EN ÉCO-CONCEPTION

Pionnier en éco-conception au Québec, Bombardier s'est doté en 2008 d'une équipe d'ingénieurs spécialisés en éco-conception et dirigée par Kahina Oudjehani afin de relever le défi de l'avion vert de demain.

Cette ingénieure, chimiste de formation, coordonne cette équipe de six personnes, dont la mission est d'évaluer l'impact sur l'environnement des avions Bombardier à chaque étape du cycle de vie, et aussi d'intégrer des nouvelles pratiques de conception. Ces pratiques visent à rendre les avions plus facilement recyclables et récupérables, éliminer les matières dangereuses, investir dans de nouvelles technologies pour améliorer l'efficacité énergétique et réduire les émissions atmosphériques, réduire la consommation de ressources et de déchets.

L'éco-conception est aussi l'affaire de tous les ingénieurs chez Bombardier et l'équipe en éco-conception les forme pour qu'ils intègrent ces nouveaux principes dans leur travail quotidien.

SA<sup>2</sup>GE se réjouit de bénéficier de l'expertise et du leadership de Madame Oudjehani pour faire fructifier la R&D à porter environnementale.

## TRAIN D'ATERRISSAGE DE L'AVENIR HÉROUX DEVTEK

### VOLET 1 : TRAIN D'ATERRISSAGE VERT ET PLUS SILENCIEUX

#### A- PLACAGE VERT : IMPLANTATION DU PLACAGE ZINC-NICKEL ALCALIN POUR LE REMPLACEMENT DU PLACAGE AU CADMIUM

L'étape de validation de l'impact du procédé Zn-Ni sur la vie en fatigue des aciers à haute résistance utilisés pour les pièces de train d'atterrissage a été complétée. Cette étape a permis de passer à l'étape d'implantation du procédé en milieu industriel, ce qui a été réalisé par l'installation d'une ligne de placage à l'usine de Longueuil.

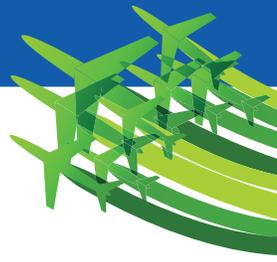
La simulation du placage et modélisation des anodes de forme ont été appliquées et validées pour des pièces de train d'atterrissage de géométrie complexe. Cette méthodologie a permis d'optimiser la conception de l'outillage de placage et de ce fait, plaquer les pièces avec le moins de réparation, voire « bonnes du premier coup ».

Ces travaux ont été menés par une équipe mixte composée de membres de l'ingénierie et de membres de l'usine de placage de Héroux Devtek, ainsi qu'avec une PME québécoise, Régent Précision, spécialiste dans la conception d'outillage de placage.



Implantation de la ligne de placage Zn-Ni à  
l'usine Héroux Devtek de Longueuil

L'étape suivante se concentrera sur la validation d'une méthode de réparation du revêtement Zn-Ni, étape qui est déjà avancée. Il en est de même des tests de compatibilité avec les fluides utilisés dans le cycle de production, ainsi que le test sur banc d'essai de pièces plaquées au Zn-Ni qui marqueront l'étape finale de validation et qualification de ce revêtement pour passer en production.

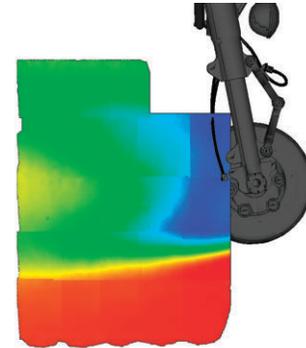


## B- AÉROACOUSTIQUE : DÉVELOPPEMENT D'UN OUTIL NUMÉRIQUE POUR L'ÉVALUATION DU BRUIT GÉNÉRÉ PAR LES TRAINS D'ATERRISSAGE

Les résultats des tests en soufflerie sont en cours d'analyse. Ils ont permis de déterminer l'impact de différentes configurations sur le bruit émis par le train d'atterrissage. La modélisation de l'écoulement de l'air pour ces différentes configurations pour réduction du bruit est en cours.

Ce travail se fait en partenariat avec Bombardier Aéronautique et l'Université McGill et a donné lieu à un sujet de maîtrise en Génie mécanique.

La phase suivante de développement de l'outil aéroacoustique va consister à corriger les imprécisions du modèle, puis le valider à l'aide des résultats des tests de soufflerie. Il sera également question de simplifier le modèle afin de le rendre accessible pour les concepteurs de train d'atterrissage. Cette phase débutera quand la validation de l'outil aéroacoustique sera à une phase plus évoluée.



Profil expérimental de vitesse mesurée en soufflerie

La première phase qui consiste à modéliser l'écoulement de l'air autour d'un train d'atterrissage touche à sa fin. Elle a été accompagnée par des tests en soufflerie anéchoïque qui ont permis d'enregistrer la signature acoustique de différentes configurations d'un train d'atterrissage. Ce travail se fait en partenariat avec l'université McGill et Bombardier, et implique un étudiant de maîtrise en Génie Mécanique.

Les résultats de soufflerie vont être analysés pour pouvoir déterminer l'impact de certaines caractéristiques du design sur la signature acoustique. La deuxième phase de développement de l'outil aéroacoustique va consister à corriger les imprécisions du modèle, puis le valider à l'aide des résultats de tests de soufflerie.

## VOLET 2 : TRAIN D'ATERRISSAGE MOINS LOURD

### A- COMPOSITE : CONCEPTION, FABRICATION ET ÉVALUATION D'UNE CONTRE-FICHE DE TRAIN D'ATERRISSAGE EN COMPOSITE POUR LA RÉDUCTION DU POIDS

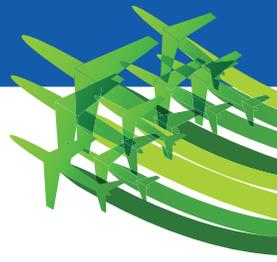
L'utilisation de pièces composites pour les trains d'atterrissage pour petits et moyens porteurs a toujours été abordée d'une manière prudente, compte tenu des doutes émis sur le bénéfice réel en termes de poids, ainsi que la difficulté à produire et inspecter des sections épaisses présentes sur les pièces de trains d'atterrissage. Le partenariat mis en place dans ce projet entre Héroux Devtek, une université, une PME et un centre de technologie a permis la mise en commun de connaissances de pointe en modélisation de procédés, en conception et fabrication de pièces composites à l'expertise en conception de pièces de train d'atterrissage. Cela amènera à la fabrication du premier prototype québécois d'une pièce de train d'atterrissage en composite plus légère et plus performante que les pièces en alliages d'aluminium.

La conception préliminaire de la contre-fiche en composites a été complétée, ainsi que la méthode de fabrication de parois à épaisseurs différentes dans le matériau composite choisi. Les tests mécaniques permettant de finaliser la conception de la pièce sont terminés. La méthode d'inspection non destructive des parois épaisses a été validée sur des panneaux. La conception finale de la pièce est en cours ainsi que la validation des procédés de fabrication (usinage, conception de moules, température de cuisson, etc.).

Ces travaux sont menés par une équipe composée d'ingénieurs et chercheurs de Héroux Devtek, du CTA, de Delastek et de l'Université McGill.

La prochaine étape consiste à la fabrication de la contre-fiche en composites et aux tests de résistance, tout en la comparant avec une pièce équivalente en alliage d'aluminium.



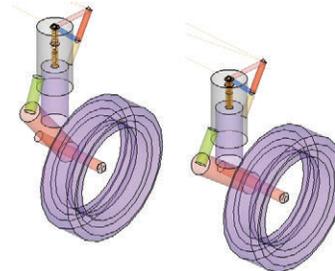


## B- OPTIMISATION DE LA CONCEPTION : OPTIMISATION DE LA CONCEPTION PAR INTÉGRATION DE DONNÉES SUR LES MATÉRIAUX ET PROCÉDÉS

Les travaux liés à la modélisation des procédés de fabrication d'un cylindre d'amortisseur se poursuivent par la caractérisation du comportement du matériau pendant le procédé de départ, à savoir le procédé de forgeage, ainsi que sa modélisation.

Ce projet se fait en partenariat avec l'Université Laval. L'équipe est ainsi constituée de deux ingénieurs/chercheurs d'HD et trois professionnels de recherche de l'Université de Laval ainsi que d'un groupe d'étudiants en maîtrise et en doctorat.

L'étape qui va suivre consistera à compléter la modélisation du procédé de forgeage et sa validation, ainsi que celle du traitement thermique. En parallèle, la simulation de l'usinage et du grenailage devrait commencer.



Simulation d'un atterrissage

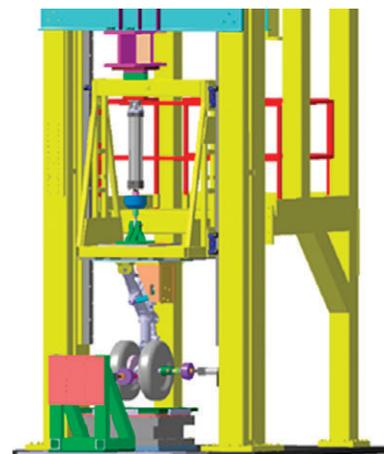
## VOLET 3 : TRAIN D'ATTERRISSAGE PLUS INTELLIGENT

### A- CONCEPTION D'UN SYSTÈME DE MESURE DE POIDS ET DE CENTRE DE GRAVITÉ DE L'AVION À PARTIR DU TRAIN D'ATTERRISSAGE

Le banc d'essai nécessaire pour simuler les charges sur un train d'atterrissage et tester les systèmes de capteurs sélectionnés a été conçu et fabriqué. Cette étape est nécessaire pour la conception d'un système de mesure de poids et du centre de gravité de l'avion installé sur le train d'atterrissage.

Ce projet se fait en partenariat entre un concepteur de capteurs (Opsens) et un concepteur de train d'atterrissage (Héroux Devtek) avec la collaboration de Thales Canada en tant qu'intégrateur de systèmes.

La prochaine étape sera de tester les capteurs sur un train d'atterrissage qui a été sélectionné et qui est en cours d'assemblage. Le but est d'évaluer les possibilités de mesure de paramètres connus appliqués au train d'atterrissage, et leur influence pour la mesure du poids.



Banc d'essai pour la mise au point d'un système de mesure de poids et centre de gravité

# CONSEIL D'ADMINISTRATION

<b>Fassi Kafyeke</b>	Directeur, Technologies stratégiques, Bombardier Aéronautique <i>Président du conseil d'administration et du comité exécutif</i>
<b>Pierre Rioux</b>	Directeur, Technologie et sciences du vol, Bell Helicopter Textron Canada <i>Vice-président du conseil d'administration et du comité exécutif</i>
<b>Suzanne Benoît</b>	Présidente – Directrice générale, Aéro Montréal <i>Trésorière et membre du comité exécutif</i>
<b>Robert Guertin</b>	Vice-président, Affaires juridiques et contractuelles, Thales Canada <i>Secrétaire et membre du comité exécutif</i>
<b>Yves Rabellino</b>	Directeur principal, Gestion stratégique des coûts, recherche & technologie et support aux opérations, Pratt&Whitney Canada <i>Membre du comité exécutif</i>
<b>Patrick Champagne</b>	Vice-président, Postes de pilotage et intégration de systèmes, Esterline CMC Électronique
<b>Rémy Langelier</b>	Directeur, Développement des affaires, Héroux Devtek
<b>Denis Faubert</b>	Président-Directeur général, Consortium de recherche et d'innovation en aérospatiale au Québec (CRIAQ)
<b>Sylvie Béland</b>	Directrice R&D, Structures, matériaux et fabrications, Centre national de recherche Canada (CNRC)
<b>Gilles Néron</b>	Directeur senior, Chaîne d'approvisionnement et gestion stratégie, Air Canada
<b>Normand Raymond</b>	Conseiller, Mission économie, Ministère des Finances et de l'Économie (MFE)
<b>Gilles Bourgeois</b>	Chef, Protection environnementale et normes, Transport Canada

## ORGANISME

<b>Dominique Sauvé</b>	Directrice <i>dsauve@sa2ge.org</i>
<b>Sophie Juignier</b>	Responsable des communications <i>sjuignier@sa2ge.org</i>



De gauche à droite [assis] : Pierre Rioux (BHTC), Dominique Sauvé (Organisme), Fassi Kafyeke (BA), Normand Raymond (MFEQ), Sophie Juignier (Organisme), [debouts] Erik Masella (CMC), Rémy Langelier (HD), Xavier Louis (TH), Sylvie Béland (CNRC), Robert Guertin (TH), Suzanne Benoît (Aéro Montréal), Gilles Néron (Air Canada), Yves Rabellino (PWC), Nadia Jean (BA). Absents sur la photo : Patrick Champagne (CMC), Gilles Bourgeois (Transports Canada), Jerzy Komorowski (CNRC), Clément Fortin (CRIAQ)



Les photographies sont une courtoisie de nos membres. Reproduction interdite.



673, Saint-Germain, Saint-Laurent (QC) H4L 3R6  
T (514) 418-0123 • F (514) 418-0122  
[www.sa2ge.org](http://www.sa2ge.org) • [info@sa2ge.org](mailto:info@sa2ge.org)