



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

ISSN 2562-5721

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2020

Avec le soutien financier de



## Table des matières

Mot du président	2
Mot de la directrice	3
À propos	4
aits saillants	5
Présentation des avancées des sous-projets	6
Propulsion pour des opérations urbaines sécuritaires, silencieuses, écologiques et efficaces (POUSSÉE)	7
Aile intelligente et légère pour l'environnement (AILE) .	10
Avionique modulaire intégrée oour éconavigation (ÉcoNav-3)	/14
Modules photoniques compacts naute fiabilité pour systèmes de navigation et de communication aéroportés (AéroP Hi-Fi)	18
Dernières nouvelles du comité des gains environnementaux	21
Dernières nouvelles du comité d'audit	22
Présentation du conseil d'administration	23
Quel est l'impact de la pandémie à la COVID-19 sur la phase 3 de SA <sup>2</sup> GE?	25



## Mot du président

On dit que derrière chaque crise ou tempête se cachent plusieurs opportunités qui seront capturées par les plus innovants. Avec la pandémie qui sévit actuellement, il est impératif pour les entreprises d'utiliser tous les moyens à leur disposition pour innover et ainsi se positionner à l'avant-scène lors de la reprise.

Dans ce contexte, l'appui du gouvernement du Québec par le biais des projets mobilisateurs est d'autant plus important, car il contribue au soutien de l'économie. Poursuivant sur la lancée des phases 1 et 2, qui ont vu naître de nombreuses innovations, la phase 3 du projet mobilisateur de l'avion plus écologique SA<sup>2</sup>GE a vu en 2019-2020 la poursuite du développement collaboratif de technologies novatrices visant une réduction significative de l'empreinte écologique de l'industrie aéronautique.

La situation actuelle pourrait faire croire que la réduction des émissions de gaz à effet de serre prendra moins d'importance au cours des prochaines années et que l'aviation ne sera plus jamais la même. Le Fonds monétaire international prévoit cependant un rebond économique important en 2021 et le président de l'Organisation de l'aviation civile internationale invite les états à maintenir une aviation forte, puisque bientôt, la connectivité mondiale du transport aérien va se remettre à stimuler l'économie grâce à l'emploi, au commerce et au tourisme. En plus de servir les besoins de l'industrie de l'aéronautique, plusieurs innovations créées dans SA<sup>2</sup>GE ont un potentiel d'utilisation fort intéressant dans de nombreux autres secteurs d'activité.

Dans le cadre de la phase 3 de SA<sup>2</sup>GE, Bell Textron Canada conçoit un système de propulsion adapté aux opérations urbaines. TeraXion développe l'aspect haute fiabilité de ses technologies opto-électroniques intégrées pour composants de communication et de navigation, CMC Électronique poursuit son programme ÉCONAV d'avionique modulaire intégrée et, finalement, Bombardier travaille à la démonstration de son aile intelligente.

Pour une seconde année consécutive, j'ai eu le privilège de présider le conseil d'administration du Regroupement pour le développement de l'avion plus écologique. Le secteur aéronautique est connu pour être tissé serré au Québec et je suis heureux d'être un témoin privilégié de la collaboration exceptionnelle entre tous les joueurs de l'industrie. Je suis convaincu qu'à travers la phase 3 de SA²GE, les partenaires et le gouvernement du Québec vont faire preuve de créativité et sauront matérialiser les opportunités d'innovation qui se présentent, afin que le secteur aéronautique québécois maintienne sa position de leader mondial de l'industrie lors de la reprise. La résultante en sera un tissu d'entreprises innovantes qui permettra de stimuler l'économie du Québec tout en contribuant à combattre le réchauffement climatique.

Ghislain Lafrance

Président du conseil d'administration et membre du comité exécutif

Président et chef de la direction, TeraXion



### Mot de la directrice

Depuis son lancement en février 2019, la troisième phase du projet mobilisateur de l'avion plus écologique a bien progressé. Au 31 mars 2020, les dépenses totalisaient près de 10 millions sur un budget total de 52,2 millions de dollars. Les activités sont menées par quatre partenaires industriels qui développent des technologies aussi variées que des modules photoniques compacts, de l'avionique modulaire intégrée, une aile intelligente et légère ainsi qu'une propulsion pour taxis volants.

Cette première année d'activités a déjà permis de mobiliser cinq centres de recherche et cinq universités, y compris plusieurs stagiaires universitaires. De plus, six PME québécoises ont été mobilisées à ce jour. La mobilisation est l'un des objectifs fondamentaux des projets SA<sup>2</sup>GE, en plus de l'innovation technologique, des gains environnementaux découlant de la technologie et bien entendu, des retombées économiques générées pour le Québec.

À l'aube de la nouvelle année, la pandémie amène les partenaires industriels à revoir la planification de leurs activités pour tenir compte des inévitables retards causés par la situation, lesquels s'ajoutent aux délais initiaux de démarrage. Il ne fait aucun doute que les objectifs ne seront pas atteints à la date de fin de projet initialement fixée au 31 mars 2021. Pour cette raison, un report de la date de fin des activités a été sollicité auprès du ministère de l'Économie et de l'Innovation.

Fort heureusement, les partenaires demeurent convaincus qu'en période de crise, il est plus important que jamais d'innover afin de se positionner stratégiquement pour la relance. Leur motivation à faire de ce projet un succès est donc toujours aussi élevée, et la prochaine année s'annonce déterminante.

Dominique Sauvé

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

## À propos

Le Regroupement pour le développement de l'avion plus écologique est un organisme sans but lucratif qui a pour but d'administrer le projet mobilisateur de l'avion plus écologique communément nommé SA<sup>2</sup>GE pour Systèmes Aéronautiques d'Avant-Garde pour l'Environnement.

SA<sup>2</sup>GE est composé de plusieurs sous-projets de recherche et développement visant tous le développement collaboratif de technologies innovantes et plus respectueuses de l'environnement.

Fort du succès des phases 1 et 2 de SA<sup>2</sup>GE, le gouvernement du Québec a annoncé la mise en œuvre d'une troisième phase à l'automne 2018. Ce nouveau projet mobilisateur est formé de quatre partenaires industriels qui, ensemble, investiront pas moins de 27,2 millions de dollars venant ainsi porter la valeur totale du projet à plus de 50 millions de dollars en dépenses admissibles. L'aide annoncée du gouvernement s'élève quant à elle à 25 millions de dollars sur trois ans.

À la suite de l'appel à projets mené par le gouvernement du Québec au printemps 2018, les partenaires industriels sélectionnés pour réaliser SA<sup>2</sup>GE-3 sont les entreprises Bell Textron Canada limitée, Bombardier inc., CMC Électronique inc. et TeraXion inc.

La description de leurs sous-projets et des avancées réalisées au cours de la dernière année est présentée dans les prochaines pages du rapport.

Bonne lecture!



Plusieurs partenaires industriels ont identifié des collaborateurs, c'est-à-dire des entreprises localisées au Québec qui réaliseront une partie des travaux et bénéficieront ainsi directement d'une partie de la subvention. Comme leur nom l'indique, les collaborateurs travaillent en étroite collaboration avec les partenaires industriels et négocient entre eux la gestion de la propriété intellectuelle qu'ils développent dans le cadre du projet. Les collaborateurs se distinguent des entreprises mobilisées dans la mesure où ils investissent directement dans le projet, bénéficient en retour de la subvention et par conséquent, sont tenus de rendre des comptes au même titre que les partenaires industriels.



PME, Universités

et Centres de recherche mobilisés



## Présentation des avancées des sous-projets



Propulsion pour des opérations urbaines sécuritaires, silencieuses, écologiques et efficaces (POUSSÉE)

## **BOMBARDIER**

Aile intelligente et légère pour l'environnement (AILE)



Avionique modulaire intégrée pour éconavigation (ecoNav-3)

## **TeraXion**

Modules photoniques compacts haute fiabilité pour systèmes de navigation et de communication aéroportés (AéroP Hi-Fi)



## Propulsion pour des opérations urbaines sécuritaires, silencieuses, écologiques et efficaces (POUSSÉE)

Le sous-projet POUSSÉE vise le développement de technologies qui permettront la conception de nouveaux systèmes de propulsion pour les appareils à décollage vertical.

Ces technologies seront étudiées, testées afin de démontrer leurs bénéfices potentiels sur le plan de la performance et de l'efficacité énergétique, la réduction du poids et la réduction du bruit externe généré. Ces trois thèmes sont traités sur une base individuelle avant leur intégration ultérieure dans des prototypes plus représentatifs.



Au cours de l'année 2019-2020, Bell a débuté l'étude des technologies et solutions à évaluer. À cet effet, des partenariats de recherche avec des PME, universités et centres de recherche ont été mis en place.

## Amélioration des capacités de simulation et de mise à l'échelle sur les trois thèmes

Un outil majeur de caractérisation des systèmes a d'abord été mis au point afin de pouvoir rapidement quantifier à sous-échelle, dans des environnements de laboratoire, les gains en performances ainsi que l'empreinte acoustique des concepts et technologies à l'étude.



Figure 1 — Banc d'essai mis en place dans les laboratoires de Bell



Figure 2 — Banc d'essai acoustique mis en place dans les laboratoires du GAUS de l'Université de Sherbrooke



Figure 3 — Banc d'essai dans la grande soufflerie du laboratoire Thermaus de l'Université de Sherbrooke

Un modèle réduit (1:4) de l'hélice carénée du Bell Nexus a ainsi été fabriqué. Cette première maquette, entièrement fonctionnelle, intègre entre autres un ensemble de capteurs de force et de pression permettant de collecter l'information nécessaire à l'analyse aérodynamique pour faire le lien avec la version pleine grandeur.

Le modèle réduit a été testé sur trois nouveaux bancs d'essai. La validation des fonctionnalités de systèmes a d'abord été effectuée sur un premier banc d'essai de 15 kW (Figure 1). Ce banc d'essai permet de mettre en évidence les caractéristiques dynamiques et acoustiques du système et de bien comprendre son comportement dans une condition de vol représentative d'un vol stationnaire. Les tests acoustiques ont par la suite été réalisés dans les laboratoires du Groupe d'Acoustique de l'Université de Sherbrooke, dans une chambre anéchoïque (Figure 2). Des essais de souffleries sont aussi en cours (Figure 3) pour simuler les forces aérodynamiques et reproduire

## **POUSSÉE**



l'écoulement de l'air à travers des conditions de vol représentatives d'un concept de véhicule à décollage vertical (VTOL) de type rotor.

Afin d'explorer l'impact des différents paramètres de conception sur les performances générales des hélices carénées, deux plans d'expériences (DoE) distincts ont été établis afin d'étudier indépendamment les éléments aérodynamiques et les éléments acoustiques. Ces plans d'expériences serviront ainsi à générer une colossale base de données qui servira lors de l'optimisation selon la mission du VTOL.

#### Efforts majeurs sur la réduction globale du poids

Plusieurs initiatives ont été mises en place chez les partenaires dans la dernière année, telles que décrites sous la section mobilisation, afin de permettre une maturation rapide. Mentionnons chez Bell les avancées suivantes :

Les capacités analytiques chez Bell ont été bonifiées par les projets d'analyse de matériaux composites. Ces projets ont permis une plus grande utilisation de joints de type collés pour l'assemblage en plus d'améliorer l'exactitude des prédictions mécaniques et ainsi réduire le poids des excédents sur les structures. Ces projets ont aussi permis de prédire adéquatement les retraits et déformations lors de la fabrication de composites et ainsi réduire le matériel jeté et les pièces non conformes.

Avec les partenaires, des exercices de fabrication de pale ont été réalisés à l'aide de composites tressés, moulés par vessie, et d'injection de plastiques renforcés haute performance. Bell envisage migrer ces résultats vers des appareils conventionnels et des véhicules autonomes sans pilote.

L'équipe a aussi travaillé sur la fabrication d'une hélice carénée adaptée pour le Bell Nexus. Cet exercice a permis de développer un concept d'outillage permettant des tolérancements serrés.

Une caractérisation mécanique de la fibre de lin est en cours en vue d'une utilisation comme renfort stratégique pour atténuer certains modes vibratoires. La fibre de lin se compare avantageusement à la fibre de carbone traditionnellement utilisée en ce qui a trait à son empreinte écologique.

Tableau 1 : Liste des institutions de recherche et PME mobilisées par le projet POUSSÉE

#### INSTITUTION DE RECHERCHE

Université Sherbrooke - Étude des moteurs à haute vitesse tangentielle

Polytechnique Montréal - Revêtement de protection contre la foudre

Université McGill - Optimisation topologique multidisciplinaire

Université Laval - Étude des moteurs à haute vitesse tangentielle

Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) - Solutions de dégivrage et d'antigivrage

Centre Multiservices pour l'industrie textile du Cégep Saint-Hyacinthe (GCTT) - Tressage de préforme sèche en fibre de carbone

Centre de Développement des Composites du Québec du Cégep Saint-Jérôme (CDCQ) - Moulage de pièces en composite par vessie

Centre de Technologie Minérale et de Plasturgie du Cégep de Thetford-Mines (CTMP) — Matériaux haute performance par impression 3D & injection de plastique haute performance

Université de Sherbrooke (GAUS) - Réduction du bruit d'hélice carénée

#### **PME**

Optis Engineering + Mecanum - Réduction du bruit d'hélice carénée

A7 Integration - Fabrication de maquettes pour test en soufflerie

Centre de Technologies Avancées (CTA) — Optimisation du groupe électrique pour un système de propulsion

Optimoule - Fabrication de moules pour injection de plastique haute performance

Ruiz Aerospace - Fabrication de pièces composites tressées par injection de résine

## **POUSSÉE**





### Mobilisation

La mobilisation et l'intégration de l'expertise québécoise sont au cœur du projet POUSSÉE. Au total, 6 PME et 8 universités ou centres de recherche sont activement impliqués (voir tableau à la page précédente). Ces collaborations ont permis l'apport d'expertises complémentaires à notre équipe à l'interne et aussi de dynamiser les échanges relativement aux différents défis rencontrés durant le projet.

Pour l'année 2019-2020, c'est donc une équipe multidisciplinaire de 124 personnes, bonifiée par l'apport de plusieurs partenaires québécois, qui a été amenée à relever les différents défis et contribuer à l'avancement de ce projet.



Fabrication d'une tresse au GCTT St-Hyacinthe



# Efforts pour la prochaine année

Au cours de la prochaine année, la priorité sera d'abord de compléter la phase de tests acoustiques et aérodynamiques sur les hélices carénées afin de rassembler les données nécessaires à l'optimisation des paramètres qui seront utilisés pour la conception du démonstrateur final. Par la suite, d'autres technologies de propulsion (par exemple des systèmes coaxiaux) pourront être évaluées afin d'en analyser les avantages pour permettre de bien faire le choix d'un système en fonction d'un véhicule et de sa mission.

En parallèle, l'équipe poursuivra les activités de développement des diverses technologies de fabrication et d'allègement du poids des systèmes à travers des démonstrateurs non intégrés. Cet exercice permettra d'identifier les technologies qui seront utilisées dans le démonstrateur final.

Bell poursuivra et intensifiera la collaboration avec ses partenaires. Une analyse de cycle de vie et évaluation sur les impacts environnementaux liés aux retombées technologiques du projet sera d'ailleurs réalisée en collaboration avec l'équipe d'écoconception de Bombardier.



#### Pourquoi une hélice carénée ?

Comparativement à un rotor standard (hélice ouverte), une hélice carénée de même diamètre permet de générer près de 30 % de plus de poussée pour une puissance donnée, ce qui en fait un système de propulsion de choix pour un concept de véhicule à décollage vertical électrique, où la puissance disponible est limitée. Ce type de système peut aussi permettre de réduire considérablement l'empreinte acoustique générée. Le design des hélices carénées est cependant beaucoup plus complexe qu'un rotor standard et sa conception doit être bien maîtrisée afin de pouvoir profiter de l'ensemble de ses avantages.



# Bilan global

Le projet POUSSÉE mené par Bell avance rapidement. Malgré les nombreux défis rencontrés, la mise en place des bancs d'essai expérimentaux et le design des hélices carénées modulaires sont complétés. La collaboration avec les partenaires identifiés a donné davantage d'élan dans le travail relié aux technologies d'allègement des systèmes et a aussi permis un regard externe bénéfique pour les prochaines étapes du projet. Le projet et son financement ont permis des partenariats inusités qui profitent autant à chacune des parties. Les progrès technologiques réalisés dans le cadre du projet suscitent déjà l'intérêt de certains programmes commerciaux à l'interne chez Bell. Le plan de travail prévu se poursuivra sans changement majeur au cours de la prochaine année.

## **BOMBARDIER**

# Aile intelligente et légère pour l'environnement (AILE)

Le sous-projet AILE vise à développer le concept d'aile à commandes de vol multifonctionnelles pour les avions d'affaires. L'introduction récente de la technologie des commandes de vol électriques, sur le Global 7500 en 2018, a ouvert la voie pour gérer indépendamment les surfaces de contrôle sur l'aile, permettant ainsi d'introduire de nouvelles fonctions. Une des fonctions vise à alléger les charges aérodynamiques, ce qui augmentera l'efficacité énergétique et réduira le poids de l'avion.

Le système de commandes de vol comprend : les volets, les mécanismes d'actionnement avec moteurs électriques et leurs contrôleurs individuels, un contrôleur critique les fédérant et répondant aux commandes des pilotes via les mini-manches.

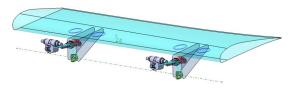


Figure 1 - Vue de l'enveloppe géométrique du volet et des bras métalliques

Une démonstration sur un banc d'essai du système intégré dans un environnement représentatif sera effectuée pour valider la technologie à un niveau de maturité TRL 6 pour un avion d'affaires. À cet effet, et dans son rôle d'intégrateur technologique, Bombardier collabore avec plusieurs entreprises de premier rang œuvrant sur les éléments majeurs de cette nouvelle technologie d'aile à commandes de vol multifonctionnelles.

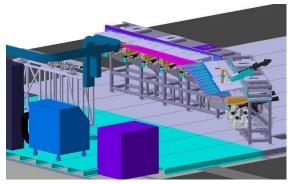


Figure 2 - Vue d'ensemble du banc d'essai à l'état de sa conception mécanique préliminaire



### **Mobilisation**

Basés sur les études réalisées par Bombardier en 2018-2019, les cahiers des charges ont été affinés au cours de l'année 2019-2020 afin de déployer les équipes des collaborateurs :

#### Intégration du système de l'aile – Bombardier Aviation

Bombardier développe l'architecture du système de commandes de vol multifonctionnelles, plus spécifiquement l'architecture des nouvelles fonctions de l'aile, des lois de commande, des mécanismes des surfaces de contrôle, notamment de nouveaux volets hypersustentateurs, du calcula-





nécessite des actionneurs à haute bande passante, tout en étant légers et fiables. Ces actionneurs utilisent un fluide magnétorhéologique qui change de viscosité, passant de l'état liquide à l'état solide en quelques millisecondes, et ce, en fonction de l'intensité du flux magnétique qui le traverse. Cette particularité permet un contrôle extrêmement précis des forces transmises au pilote et la réalisation d'un mini-manche actif fiable et léger offrira des performances jamais

vues sur le marché.

Le concept du mini-manche actif



### **BOMBARDIER**

teur critique et de l'intégration. Ce développement comprend la conception aérodynamique et structurale des surfaces de contrôle.

#### Actuation électrique - Eaton Aerospace

Eaton Aerospace développe le mécanisme d'actionnement des volets, incluant les actionneurs, leur motorisation électrique et les contrôleurs individuels. Eaton Aerospace fournira des modèles de simulation de l'actuation, les composantes prototypes ainsi que le soutien requis pour intégrer et tester le système sur le banc d'essai partagé.

#### Commandes de vol électriques – Thales Canada

Thales Canada fournit les contrôleurs critiques, les outils ainsi que le soutien requis pour intégrer et tester les lois de contrôle des nouvelles fonctions de commande développées par Bombardier sur le banc d'essai partagé.

Thales Canada développe un calculateur de vol critique de future génération plus compact et

moins énergivore. Ce nouveau calculateur de vol critique est complémentaire au calculateur multi-applicatif développé par Thales Canada dans SA<sup>2</sup>GE-2. Il bonifiera les gains environnementaux.

#### Mini-manche actif - Exonetik

Également visant la prochaine génération des avions à commandes de vol électriques, Exonetik développe un mini-manche (sidestick) actif fournissant au pilote des signaux tactiles grâce à sa technologie brevetée d'actionneurs à fluide magnétorhéologique. Les informations tactiles de ce mini-manche réduisent la charge de travail mentale du pilote.

#### Technologies de fabrication - Stelia Aéronautique Canada et FusiA Impression 3D métal

Les mécanismes d'actuation des surfaces de contrôle et leur intégration structurelle sont développés en collaboration avec Stelia Aéronautique Canada et FusiA Impression 3D métal.



### Eaton

Multinationale spécialisée dans la gestion de l'énergie, c'est sa division aéronautique et plus particulièrement, carburant et systèmes de contrôle, qui investit au Québec dans le sous-projet AILE de Bombardier. Eaton collaborera au développement du système d'actionnement de l'aile innovante.



### Thales Canada

Bien connue de l'écosystème de SA<sup>2</sup>GE pour avoir été partenaire industriel dans les phases 1 et 2, Thales Canada est aussi un collaborateur de Bombardier dans SA<sup>2</sup>GE-3. Faisant partie d'un groupe multinational d'origine française œuvrant dans de nombreux secteurs industriels, Thales Canada conçoit des systèmes de contrôle pour les avions et travaillera avec Bombardier à définir une nouvelle architecture du système de contrôle de vol pour permettre d'optimiser l'aérodynamique de l'aile.



### Exonetik

PME québécoise établie à Sherbrooke, Exonetik conçoit et fabrique des actionneurs à fluide magnétorhéologique, ainsi que des turbines de céramique en compression. Dans le cadre de SA<sup>2</sup>GE-3, Exonetik collabore avec Bombardier sur le développement d'un prototype de manche à contrôle actif.



### Stelia Aéronautique Canada

Multinationale d'origine française, Stelia Aéronautique Canada possède des installations à Mirabel. L'entreprise conçoit et fabrique des structures d'avion, des sièges de pilote et des fauteuils passagers. Collaborateur de Bombardier dans SA<sup>2</sup>GE-3, Stelia Aéronautique Canada abordera la conception innovante de volets, afin de contribuer à la réduction de masse de l'aile, de concert avec Fusia impression 3D métal.

AILE BOMBARDIER

Stelia développera aussi son savoir-faire dans la mise en œuvre des matériaux composites thermoplastiques, appliqués à de la structure primaire (critique à la sécurité), et sa capacité à concevoir des pièces métalliques destinées à l'impression 3D, en collaboration avec FusiA. Ceci tout en développant son approche éco-conception, en collaboration avec les équipes de Bombardier.

Appliquée aux attaches pour le volet, la contribution de FusiA concerne la fabrication additive, pour réduire significativement le poids des assemblages. Par ailleurs, les spécificités de cette technologie permettent d'envisager des procédés d'assemblages innovants, et donc d'en réduire les coûts et délais. FusiA a aussi pour objectif de développer son savoir-faire en assemblage multi-matériaux.

#### Modélisation avancée – Université Concordia

L'université Concorda rejoindra l'équipe AILE pour mener des recherches dans le domaine de l'ingénierie dirigée par les modèles, ou Model Based System Engineering (MBSE).



# **Avancées** 2019-2020

Après avoir établi des cahiers des charges détaillés durant l'année, tous les éléments du projet AILE ont enfin pu démarrer vers septembre 2019 jusqu'à ce que la pandémie de la COVID-19 n'interrompe une bonne partie des activités du projet. Pour Bombardier, les activités ont été interrompues pendant deux mois et ont repris fin mai 2020. À la date de la rédaction de ce rapport, les activités de l'équipe R&T de Stelia sont encore en arrêt. Le cumul des réalisations est moindre que celui visé à la signature de l'entente, mais les objectifs globaux du sous-projet AILE restent néanmoins inchangés.

#### Plus spécifiquement :

→ Bombardier a amorcé le développement avec une étude de conception préliminaire sur la fonction d'allégement des charges, qui a confirmé le potentiel de réduire le poids d'un avion-démonstrateur de plusieurs centaines de livres. Une première version de cette fonction a été implémentée dans les lois de commandes et analysée en simulation de vol, ce qui a permis de valider certains requis. La conception aérodynamique a progressé permettant de figer la forme et la cinématique des volets et d'amorcer la conception structurale des surfaces mobiles et de soutenir le développement du côté de Stelia sur le volet thermoplastique. En étroite collaboration avec Eaton Aerospace, une première boucle de l'étude comparative sur les différentes architectures a été conclue en fin février 2020, permettant la sélection des deux architectures les plus prometteuses du mécanisme d'actionnement des volets. La conception préliminaire de la partie mécanique du banc d'essai, à être installé dans les ateliers de Bombardier à Saint-Laurent en 2021, a été complétée en mars 2020.

- → Eaton Aerospace, qui a rejoint le sous-projet en début 2020, a amorcé le développement du mécanisme d'actionnement des volets, effectuant la première boucle de l'étude comparative susmentionnée sur les différentes architectures. Les développements de la motorisation électrique ainsi que des logiciels du système de contrôle ont été commencés également.
- → Chez Thales Canada les travaux sur la prochaine génération du calculateur de commande de vol critique sont en cours. Pour l'instant, ces travaux ont consisté à comparer de nouvelles approches technologiques architecturales qui ont mené à l'élaboration préliminaire de la spécification du calculateur. Les travaux de préparation du banc d'essai partagé avec Bombardier ont été amorcés. D'un point de vue logiciel, les travaux sur les outils de génération ont débuté et plusieurs versions logicielles du banc d'essai ont été livrées à Bombardier. Par ailleurs, Thales Canada a poursuivi avec Polytechnique Montréal les travaux de miniaturisation des circuits d'entrée et de sortie requis dans un calculateur de vol, travaux entamés lors de SA2GE-2.
- → Avec Exonetik, des études d'architecture ont défini plusieurs options de mini-manche actif satisfaisant les requis de fonctionnalité permettant entre autres de superposer des informations tactiles pertinentes.

  Deux prototypes de mini-manches actifs avec des actionneurs magnétorhéologiques différents ont été conçus, développés, fabriqués et testés. Ils sont prêts pour l'étape suivante qui consiste à les



### Fusia impression 3D métal

Fusia est une PME située à Saint-Eustache spécialisée dans la fabrication additive (impression 3D) de pièces métalliques. Elle collabore avec Bombardier et Stelia sur des pièces de volets qui contribueront à une réduction du poids de l'aile.

AILE BOMBARDIER

- faire essayer par des pilotes afin de faire la sélection de la meilleure solution à mettre en œuvre.
- → Stelia a mené des études comparatives préliminaires sur plusieurs concepts de fabrication, incluant le volet composite et les bras métalliques pour le montage sur l'aile. Pour chacun d'eux, différents aspects liés à la fabrication de leurs composants ont été évalués, dans le but d'identifier le candidat offrant le meilleur compromis entre la masse anticipée, la complexité de conception et d'assemblage, les coûts de fabrication et l'impact environnemental. Le CNRC (Conseil National de Recherches Canada) a été mis à contribution relativement à son savoir-faire dans la mise en œuvre des matériaux composites thermoplastiques. Les résultats de ces études préliminaires ont permis en mars 2020 l'atteinte du jalon de maturité TRL2, qui consistait à choisir les concepts de fabrication qui seront retenus pour développement.
- → FusiA poursuit une veille technologique des innovations en fabrication et en assemblage multi-matériaux qui a permis de collecter les informations nécessaires aux études préliminaires. Celles-ci ont été complétées par Stelia afin d'identifier la stratégie dans le cadre de ce sous-projet.
- → En complément à ses développements technologiques, Bombardier continue à améliorer ses outils d'ingénierie en aérodynamique. Polytechnique Montréal et l'Université McGill soutiennent Bombardier dans le développement de ses outils de simulations numériques, notamment dans la modélisation de la turbulence.



Les activités pour l'année 2020-2021 porteront généralement sur la continuation des développements entamés dans les différentes composantes technologiques et sur le développement du banc d'essai partagé du système intégré.

- → Pour Bombardier, les activités porteront principalement sur l'achèvement des études comparatives, la conception préliminaire de toutes les composantes structurales, la spécification du système de contrôle multifonctionnel et finalement le développement détaillé et le début de la construction du banc d'essai. Un jalon important sera la conclusion de la revue de niveau de maturité TRL 4 en fin d'année 2020, qui inclura l'évaluation au niveau avion de la performance énergétique et environnementale de la technologie développée.
- → Eaton Aerospace travaillera en étroite collaboration avec Bombardier sur le développement du mécanisme d'actionnement des volets, incluant la conception mécanique et électrique des actionneurs, ainsi que le développement et la vérification par simulation des logiciels de contrôle.
- → Thales Canada travaillera en étroite collaboration avec Bombardier au développement du banc d'essai du système des commandes de vol. Les travaux incluront la plateforme logicielle, la suite outillée et l'environnement de test simulé. Thales Canada continuera les travaux sur le calculateur de commande de vol critique de prochaine génération.
- → Pour Exonetik, la prochaine année de développement couvrira la phase de conception mécanique et électronique de la solution retenue, ainsi que le développement des lois de commande et autres fonctions associées. Elle couvrira aussi leur miseen-œuvre logicielle. Une évaluation de la performance du système sera aussi conduite avec des ingénieurs d'essais ou des pilotes d'essai.
- → Quant à Stelia, les activités porteront sur la définition détaillée du démonstrateur de volet composite équipé de ses bras métalliques, le processus de fabrication (outillages et matériaux) et la définition détaillée de la pyramide d'essais structuraux.
- → Les activités de FusiA seront menées en parallèle sur l'accompagnement de l'ingénierie de conception de Stelia, afin d'exploiter les nombreux avantages de l'impression 3D métallique, et l'ingénierie nécessaire à la fabrication et à l'assemblage des prototypes.



# Bilan global

Le sous-projet AILE a démarré au deuxième trimestre de 2019 et les cahiers de charges détaillés portant sur les activités de Bombardier et de ses collaborateurs ont été établis depuis septembre 2019. Des équipes de recherche de l'Université McGill, l'Université Concordia et de Polytechnique Montréal ont également été mobilisées avec des ententes de recherches collaboratives.

Depuis son démarrage, le sous-projet AILE a déjà établi à travers plusieurs études comparatives préliminaires de nouvelles architectures et solutions de référence pour les différents axes de développement. Ces activités ont permis d'assurer également le réalisme de ces développements dans un objectif de gain de masse et de réduction des émissions des avions futurs. La conception du banc d'essai partagé, dont la fabrication fera intervenir des PME locales, a été amorcée.



# Avionique modulaire intégrée pour éconavigation (ÉcoNav-3)

CMC Électronique, Marinvent, l'École de technologie supérieure et l'université Concordia collaborent sur un projet d'éconavigation. Ce projet vise la création de nouvelles fonctions de navigation réduisant ainsi l'empreinte écologique du transport aérien et améliorant la fluidité du trafic. Ce sous-projet de SA<sup>2</sup>GE-3 est réalisé en continuité du sous-projet mené par CMC dans la phase 2 de SA<sup>2</sup>GE.

Dans le cadre du sous-projet, CMC cible les fonctions suivantes :

- → L'affichage de l'information de la circulation aérienne en adoptant une vue graphique du plan de vol traditionnellement affiché en format texte;
- → Le vol parfait de base en lien avec les services de navigation fondés sur la performance (NextGen, SESAR)¹;
- → Le vol parfait bonifié par un guidage plus précis à l'approche (LPV) selon la norme d'espacement RNP (Required Navigation Performance) ainsi que plus précis en hauteur dans un couloir en vol (VNAV);
- → L'information stratégique aux pilotes pour demander une modification de la route aérienne par l'entremise du système ROPA (Route Optimization and Planning Algorithms);
- → La commande tactile multitouches sur l'écran de l'unité de contrôle (TSCU);
- → L'intégration de la fonction APM (moniteur de performance du profil d'aile) qui donne une indication réelle de la marge d'altitude et de vitesse de l'avion avant décrochage;
- → La procédure de réduction de bruit des hélicoptères, en collaboration avec le programme européen NAFTI – Noise Abatement FMS with Tactile Interface – impliquant Airbus Hélicoptère;
- → L'intégration d'une application de maintenance intégrée d'une tierce partie pour la transmission en temps réel de données avioniques.

Ces nouvelles fonctions feront évoluer trois produits phares de l'entreprise, soient les logiciels de système de gestion du vol (FMS), le système de gestion de l'information (AIS-OEPP²) et la plateforme multifonctionnelle à écran tactile (TSCU), ainsi qu'un nouveau produit breveté de Marinvent, le moniteur de performance du profil d'aile (APM).



# Qu'est-ce que la norme d'espacement (RNP) de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI)?

La norme d'espacement de l'OACI met à profit les avantages inhérents aux technologies de navigation RNP (qualité de navigation requise). Cette technologie combine le positionnement par satellite avec le système de gestion de vol moderne d'un aéronef. Ce faisant, elle permet les arrivées simultanées d'aéronefs sur des pistes parallèles, l'amélioration de l'intégration du trafic et elle contribue à diminuer le bruit lors des opérations en descente continue. En 2018, l'aéroport international de Calgary fut le premier au monde à appliquer cette nouvelle norme.

Pour en savoir plus : consultez l'article de blogue de NAV CAN et visionnez la vidéo explicative.

<sup>1</sup> NextGen et SESAR sont des programmes continentaux qui font évoluer la réglementation à travers l' Organisation de l'aviation civile internationale (OACI). Pour plus d'informations au sujet de la navigation fondée sur la performance de l'OACI (niveau Basic-RNP), se référer au Doc 9613, Performance-based Navigation Manual (PBN), OACI-ICAO, 2009.

<sup>2</sup> Serveur de données de l'aéronef (AIS) et une interface pour le consulter, l'organisateur électronique de poste de pilotage (OÉPP)

## ÉcoNav-3



Marinvent facilitera l'intégration du ROPA connecté à la météo et au plan de vol et l'intégration de l'APM. Dans le cas de l'APM, composé de capteur sur l'aile et d'un logiciel, Marinvent créera une page de synoptiques avioniques pour fournir aux pilotes des informations critiques pour la sécurité du vol.

Tant dans le cas du ROPA que celui de l'APM, les logiciels prototypes seront intégrés sur la plateforme avionique de CMC et intégrés dans le simulateur de recherche de Marinvent pour tests et finalisation. Une fois complétée, une démonstration complète de la plateforme, qui combine à la fois le matériel de CMC et les logiciels développés par Marinvent, sera réalisée.

Ces fonctions et produits réduiront les émissions de gaz à effet de serre des avions, ainsi que l'empreinte sonore des hélicoptères. Le sous-projet permettra une réduction de consommation de carburant par vol d'environ 834 kg, soit une réduction équivalente de gaz à effet de serre de 2 700 kg. Les réductions attendues de l'empreinte de bruit des hélicoptères seront de l'ordre de 20 %.



L'année 2019-2020 a principalement été consacrée à appuyer Marinvent dans l'avancement de ses activités détaillées ci-dessous :

Marinvent avait initialement prévu d'intégrer dans un package avionique fourni par CMC, son application TASAR existante (en partie développée pour la NASA) avec les données météorologiques et de plan de vol de CMC. Ce système aurait ensuite été intégré au simulateur de recherche de Marinvent pour évaluation et test, avec le système Marinvent APM.

Au cours de la première année du projet, il est devenu évident que la composante TASAR de ce projet n'était pas viable. En conséquence, Marinvent a développé une nouvelle application à partir de zéro nommée ROPA (Route Optimization and Planning Algorithms) qui présente l'avantage de pouvoir être certifiable, contrairement à l'application TASAR initialement envisagée. ROPA intègre la principale fonctionnalité TASAR souhaitée, ainsi qu'un certain nombre d'autres fonctions avancées applicables au secteur de la mobilité

aérienne urbaine. ROPA sera entièrement intégrée au système à la place de TASAR.

Marinvent a déjà constaté un vif intérêt en provenance de diverses parties du globe pour le travail effectué et envisage que l'exploitation future de cette technologie, engendrera la création de revenus dans le marché en constante évolution de la mobilité aérienne et de l'autonomie des véhicules.

Plus précisément, les travaux de l'année écoulée ont consisté en :

- → la définition des exigences et le prototypage des algorithmes ROPA requis;
- → l'intégration des informations de givrage et des informations sur le trafic aérien;
- → le développement d'un environnement de simulation ontologique qui simule l'ensemble du National Airspace System (NAS).

Cet environnement de simulation permettra d'automatiser les tests et l'évaluation des algorithmes prototypes dans le simulateur de recherche de Marinvent. En ce moment, les travaux sur le logiciel APM consistent à définir, avec CMC, la meilleure architecture avionique à utiliser pour les activités d'intégration en 2020-2021.

Marinvent a produit un premier document d'architecture décrivant le logiciel ROPA (de type TASAR). De plus, Marinvent a développé les trois premières applications prototypes utilisant des algorithmes d'intelligence artificielle ainsi qu'un environnement de simulation :

- Environnement de simulation ontologique NAS (National Airspace System)
   Cet environnement permettra l'évaluation automatique des algorithmes ci-dessus et les «former»<sup>3</sup> davantage en générant les ensembles de données requis.
- 2. Algorithme de planification et d'optimisation d'itinéraire Paramètres pouvant être optimisés entre deux points : un minimum de carburant, une distance minimale ou un temps minimum.
- 3. Algorithme d'évitement d'obstacles Types d'obstacles pouvant être évités : des bâtiments, le trafic aérien, les conditions météorologiques et l'espace aérien restreint, sur la trajectoire de vol prévue en 2D.

Note : l'évitement en 3D est prévu pour la prochaine année.

<sup>3</sup> Un processus de développement IA débute par un modèle approximatif d'un système. Par la suite, il utilise de grandes quantités de données pour améliorer la précision du modèle. Ce processus est appelé «formation».

## ÉcoNav-3



4. Algorithme de replanification et d'optimisation de plan de vol « en-route »

Ce calcul est requis en raison des écarts d'évitement nécessaires et des conditions d'environnement en temps réel.

En ce qui a trait aux activités de développement chez CMC, elles ont été grandement retardées en raison de l'aboutissement tardif de certaines activités dans SA<sup>2</sup>GE-2. Les requis et les demandes du marché ont aussi eu un impact ayant entrainé le réalignement de certaines activités ce qui a causé des délais notamment au niveau de l'intégration du FMS à l'écran tactile.

Par ailleurs, la pandémie actuelle de la COVID-19 nuit à la replanification des activités de sorte à rattraper le retard accumulé. Plusieurs activités, dont l'optimisation des trajectoires des hélicoptères, ont été repoussées. Les impacts considérables de la pandémie sur le transport aérien contraignent CMC à revoir ses activités.

« Le réalignement du projet SAºGE-3 fait partie intégrante du plan de relance post-COVID-19 de CMC. Suite au déclin brutal du marché du transport aérien, CMC devra réorienter ses efforts de développements technologiques vers des marchés plus porteurs. Des options techniques qui sont cohérentes avec les objectifs environnementaux du projet ont déjà été identifiées. Le travail



Essai sur une aile d'une sonde APM afin de mesurer la marge de manœuvre avant décrochage en vol, complété par des fils pour visualiser le décollement de l'air sur toute la largeur de l'aile

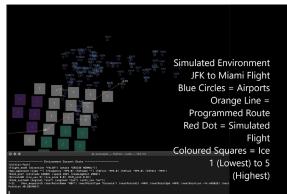
de planification et d'estimation des efforts et des calendriers a débuté et devrait être complété d'ici la fin de mai 2020. » - Patrick Champagne, vice-président, stratégie corporative et relations gouvernementales



### **Mobilisation**

Les sphères de collaboration se situent au niveau des simulations et des environnements d'essais requis pour la validation des concepts. Une collaboration avec le Centre de technologie en aérospatiale (CTA) et d'autres partenaires est amorcée. Par ailleurs, la collaboration avec Marinvent se poursuit sur la base d'échanges ouverts et constructifs.

Étant donné la nécessité de créer l'application ROPA en remplacement de TASAR, Marinvent a dû faire preuve de flexibilité et d'adaptabilité en développant ce tout nouveau progiciel basé sur de nouvelles techniques d'intelligence artificielle (IA). Ceci n'aurait pas été possible sans la contribution directe des chercheurs et des professeurs de l'université Concordia. En effet, ces derniers ont recherché et développé les algorithmes prototypes et l'environnement de simulation ce qui a permis à Marinvent d'acquérir de l'expertise en IA.



Capture d'écran d'un démo de ROPA



Marinvent est une PME québécoise offrant des services de conseils, de formation, d'outils et de propriété intellectuelle aux entreprises du secteur aérospatial dans le but de faciliter leur capacité d'innovation. Dans le cadre de SA<sup>2</sup>GE-3, Marinvent collabore avec CMC Électronique sur deux de ses activités de développement, en connectant l'application ROPA (Route Optimization and Planning Algorithms) et le moniteur de performance de profil d'aile APM.

## ÉcoNav-3



Marinvent a déjà procédé à l'embauche d'un des chercheurs et devrait procéder avec une seconde embauche en septembre 2020, contribuant ainsi à maintenir les connaissances et compétences en sol québécois.

« Ce projet nous a permis de développer une expertise significative dans l'apprentissage automatique et les réseaux de neurones et comment leur utilisation permet de résoudre des problèmes complexes en aérospatial. Cela nous a mis sur la voie de la création d'une propriété intellectuelle extrêmement précieuse qui nous sera utile, ainsi qu'au Canada, alors que nous cherchons à permettre l'intégration sûre de systèmes d'aéronefs autonomes dans notre espace aérien. Nous n'aurions pas pu y parvenir sans ce projet SA²GE-3 et la bonne collaboration avec CMC et Concordia » - Phil Cole, vice-président, Développement des affaires, Marinvent



La COVID-19 a, et aura, des impacts importants sur les activités de CMC. À cet égard, en ces temps incertains et changeants, CMC entend faire preuve de créativité afin de créer les conditions propices à l'atteinte des objectifs visés dans SA²GE-3. De plus, les bouleversements à divers degrés affectant le marché de l'aérospatial et les partenaires de CMC portent à réfléchir sur la planification des activités pour 2020-2021 et les suivantes. Les relations d'affaires collaboratives de CMC avec les PME locales, les universités et les centres de recherche, créées et solidifiées entre autres par l'entremise de SA²GE, seront d'autant plus précieuses dans les mois à venir.

De son côté, Marinvent prévoit conclure les premiers algorithmes prototypes énumérés ci-dessus afin de commencer l'évaluation et la collecte de données. Il prévoit également achever la définition de l'architecture avionique du simulateur de recherche, y compris l'avionique fournie par CMC avec laquelle le ROPA et l'APM de Marinvent seront intégrés. Enfin, Marinvent prévoit pour la prochaine année, définir la prochaine phase de développement et d'évaluation pour former et améliorer les premiers algorithmes prototypes.

Malgré les impacts de la COVID-19 à la fin de cette période, Marinvent demeure confiant quant à la réalisation des travaux pour le début de 2020-2021 puisqu'ils continuent de progresser selon le rythme anticipé.



# Bilan global

Cette année, CMC a continué de façon modeste l'intégration du FMS dans l'écran tactile tout en poursuivant ses discussions avec Mannarino et le centre de recherche LACARSE de l'ÉTS afin de clarifier leur participation au projet.

Marinvent de son côté a fait d'importants progrès dans le développement initial du prototype de l'application ROPA qui sera utilisée à la place de l'application TASAR initialement envisagée.

De plus, Marinvent a développé en collaboration avec l'université Concordia, une expertise dans le développement et l'application d'applications d'intelligence artificielle, une compétence que très peu possèdent en aérospatiale et qui sera de plus en plus commercialisable au fur et à mesure que les applications d'IA deviendront plus courantes à bord des aéronefs.

# **TeraXion**

## Modules photoniques compacts haute fiabilité pour systèmes de navigation et de communication aéroportés (AéroP Hi-Fi)

Le sous-projet de TeraXion vise à franchir une étape supplémentaire dans le développement de modules photoniques pour deux applications aérospatiales, soit les communications radiofréquence (RF) photoniques et les gyroscopes à fibre optique. Ces applications requièrent des modules compacts, légers et à faible consommation de puissance dans des conditions environnementales exigeantes. Le projet vise une démonstration de modules haute fiabilité atteignant un degré de maturité TRL-6, démonstration qui inclura des tests environnementaux complets.

Le module photonique radiofréquence (RF) haute fiabilité est destiné aux liens de communications analogiques à haut débit. Ce module pourra transmettre, recevoir ou convertir des signaux RF par voie optique. En plus de repousser les limites de bande passante des systèmes RF au-delà de 40 GHz, le module permettra de remplacer les câbles coaxiaux en cuivre dans les avions par des fibres optiques beaucoup plus légères.

La source laser multifréquence haute fiabilité sera utilisée dans un gyroscope de nouvelle génération et permettra de réduire le poids du système de navigation, tout en améliorant sa performance.



Les activités effectuées durant la dernière année ont principalement servi à approfondir les connaissances de TeraXion sur le comportement de ses modules photoniques intégrés : la performance optique des modules a été analysée en détail afin d'identifier des opportunités d'amélioration et certaines sections des modules ont été soumises à des tests sous conditions environnementales exigeantes afin d'en valider la robustesse.

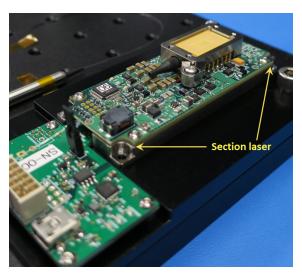


Figure 1 – Prototype de la section laser améliorée du module photonique RF

#### Module photonique RF haute fiabilité – en route vers 40 GHz

L'un des objectifs principaux de TeraXion est d'augmenter la bande passante du module photonique RF à 40 GHz. L'émergence d'applications nécessitant des bandes passantes très larges, comme des applications d'imagerie radar qui pourraient remplacer le radar classique, ou encore de communications analogiques à très haut débit, rend nécessaire l'augmentation de la bande passante, qui est habituellement limitée à

### AéroP Hi-Fi

20 GHz pour les systèmes RF de référence. La bande passante du module étant dictée par la performance des modulateurs, TeraXion a effectué une caractérisation détaillée des modulateurs sur silicium développés durant la phase précédente du projet. Ces tests ont permis de mieux identifier certaines limites du module et des pistes d'amélioration sont présentement à l'étude.

La conservation d'une longueur d'onde stable sur une large plage de température est un autre aspect très important pour assurer la performance optique du module photonique RF haute fiabilité. TeraXion a donc modifié la section laser du module afin d'augmenter sa stabilité en longueur d'onde et fabriqué un prototype de cette section, présenté à la figure 1. Alors que le laser original présentait une stabilité en longueur d'onde de +/- 0.06 nm sur une plage de -40 à 70°C, la section laser améliorée atteint une stabilité de +/- 0,003 nm sur cette même plage. Il est à noter que la nouvelle approche laser développée par TeraXion fait appel à des pièces intrinsèquement hermétiques, ce qui assurera la fiabilité et la robustesse du laser même s'il est soumis à des conditions d'humidité élevées.

## Source laser multifréquence haute fiabilité – préparation des essais environnementaux

Durant la dernière année, TeraXion a conçu et fabriqué un prototype de qualification préliminaire de la source laser multifréquence. Ce prototype sera utilisé pour valider certaines modifications apportées à l'architecture de la source, ainsi qu'à effectuer des tests environnementaux sur une plage de température de -35 à 65°C. Ces essais seront suivis d'une analyse des défaillances. La fabrication de ce prototype était pratiquement complétée à la fin de la période couverte par le présent rapport.

Parallèlement à ces activités, TeraXion a amélioré le circuit optique sur silicium de la source laser multifréquence et soumis ces nouveaux designs de puce pour fabrication. TeraXion a également travaillé à l'amélioration de la puce laser utilisée dans la source, analysant de nombreux échantillons de lasers provenant de cycles de fabrication précédents et corrélant les résultats expérimentaux aux résultats obtenus par simulation. Les résultats de ces analyses ont fourni de précieux intrants pour un nouveau cycle de fabrication qui a débuté en février 2020.

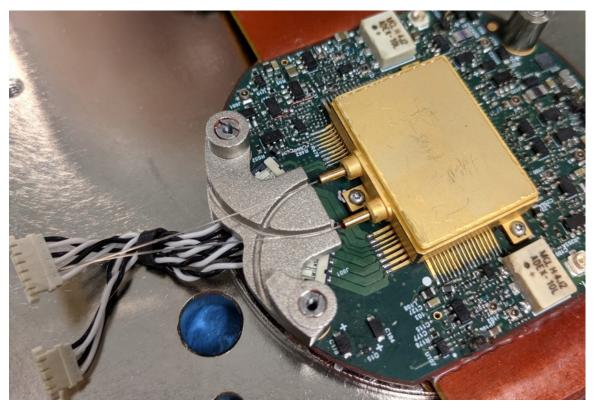


Figure 2 — Source laser multifréquence en cours d'assemblage. Le circuit optique, incluant les lasers, la puce photonique sur silicium, les éléments de micro-optique et les deux sorties fibrées, se retrouve à l'intérieur du petit boîtier doré

### AéroP Hi-Fi



### **Mobilisation**

TeraXion envisage des ententes de mobilisation avec un groupe de recherche universitaire et une PME pour l'aider dans les travaux de conception et de caractérisation des puces de silicium pour le module RF.

#### Du projet SA<sup>2</sup>GE vers de nouveaux horizons!

La contribution de tous les membres de l'équipe est essentielle au succès d'un projet complexe comme celui de TeraXion. Pour surmonter les nombreux défis de ce projet, TeraXion peut compter sur une équipe hautement qualifiée composée d'une quinzaine de chercheurs, d'ingénieurs, de technologues et d'assistants techniques, spécialisés dans des domaines aussi variés que l'optique, l'opto-mécanique, l'électronique, la conception logicielle et l'assemblage photonique.



Durant la prochaine année, TeraXion complétera la fabrication de ses prototypes de qualification et effectuera des essais environnementaux sur ces unités, validant la performance des modules en environnement se rapprochant de la réalité vécue en aéronautique. Les résultats de cette validation permettront d'améliorer le design des modules photoniques, afin que les versions finales atteignent les requis de performance des applications, tout en étant fiables et robustes.

TeraXion poursuivra également ses efforts de design de puces laser et de puces de silicium, dans le but d'accéder aux meilleures performances possibles avec ses modules photoniques finaux. Enfin, des efforts additionnels de réduction de poids et le développement de stratégies permettant de réduire la consommation énergétique des modules sont aussi au programme pour la prochaine année.



# Bilan global

Le projet SA<sup>2</sup>GE de TeraXion permet de faire rayonner l'entreprise au-delà des frontières du Québec et lui donne accès à de nouvelles opportunités. La source laser multifréquence a fait l'objet de présentations techniques au symposium Inertial Sensors and Systems tenu à Braunschweig en Allemagne en septembre 2019, ainsi qu'à la conférence Photonics West qui s'est tenue à San Francisco en février dernier.

De plus, deux brevets portant sur la puce laser développée pour la source laser multifréquence sont présentement en cours de préparation. Ce laser aux propriétés exceptionnelles suscite un très grand intérêt dans le domaine de la détection optique et fait présentement l'objet d'un projet de développement indépendant chez TeraXion. Ce projet, réalisé en collaboration avec le Centre canadien de fabrication de dispositifs photoniques, est soutenu financièrement par le Programme d'aide à la recherche industrielle du Conseil national de recherches Canada.

## Dernières nouvelles du comité des gains environnementaux



M. Faubert, PhD, professeur-chercheur sous octroi, Chaire en éco-conseil et Centre de recherche sur la boréalie de l'UQAC, offrant une conférence sur le défi de la carboneutralité des industries au Québec



M. Mosser, spécialiste matériaux et procédés chez Héroux Devtek offrant une conférence sur le procédé d'électrodéposition de zinc-nickel développé dans SA2GE-1 pour remplacer l'utilisation du cadmium, plus nocive



Aperçu du panel. De gauche à droite : Mme V. Gagnon, vice-présidente, Affaires publiques et communications mondiales (CAE), Mme Rondou-Pontbriand, chef de service — Émissions atmosphériques et bruit des appareils (Air Canada), Mme Provost-Aubin, étudiante en génie mécanique (McGill), M. Faubert, professeur chercheur sous octroi (UQAC) et enfin, M. Kacem, gestionnaire de projet (GARDN)



#### Un événement carboneutre

Quelque 28 arbres seront plantés pour compenser les 2,06 tonnes de CO<sub>2</sub> générées par le déplacement des participants jusqu'à l'événement au centre-ville de Montréal. Le mandat a été confié à la firme Carbone boréal qui relève de la chaire en éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC).

# Une année riche en calculs et apprentissages

Le comité a été très occupé cette année par l'intégration des gains découlant des technologies développées dans SA<sup>2</sup>GE-2, ainsi que par la préparation de l'audit environnemental de SA<sup>2</sup>GE-2. Ces activités ont permis aux partenaires de la phase 3 de bien cerner la nature et la pertinence du comité, tout en bénéficiant d'un exemple concret des livrables environnementaux attendus en fin de projet.

Par ailleurs, un représentant du collaborateur de Bombardier dans SA<sup>2</sup>GE-3, l'entreprise Stelia, a rejoint le comité venant ainsi renforcer la mission du comité dont l'un des objectifs est de contribuer à l'émergence d'une vision environnementale pour le secteur aéronautique.

# Un nouvel événement rassembleur couronné de succès

Pour la troisième année consécutive, le comité, en collaboration avec Aéro Montréal, a organisé le 21 février dernier un événement intitulé « Lutte contre les changements climatiques : quelles solutions pour l'aéronautique? »

Le thème, inspiré par les nombreuses actions pour l'action climatique qui ont ponctué l'année, a eu lieu à guichet fermé et a rassemblé des individus aux profils divers et variés (professionnels, gestionnaires, chercheurs et étudiants).

La matinée était constituée de deux conférences, d'une période réseautage et d'un panel. De plus, la richesse des présentations offertes a permis de délivrer des attestations de formation aux participants à l'issue de l'événement.

# Rappel du mandat du comité des gains environnementaux

- Établir une base de référence selon la norme ISO 14064
- → Partager au sein de ses membres les méthodes d'analyse employées et contribuer à leur évolution
- → Soutenir les travaux individuels des partenaires dirigeant un sous-projet et contribuer à la qualité des livrables
- → Soutenir l'organisme dans la production de ses propres livrables
- → Contribuer à l'émergence d'une vision environnementale pour le secteur aéronautique
- → Contribuer au rayonnement du projet SA<sup>2</sup>GE

# Dernières nouvelles du comité d'audit

Comme chaque année, le comité d'audit a travaillé avec un grand souci de rigueur. Quatre rencontres ont eu lieu dans le but notamment, d'étudier les états financiers trimestriels avant leur recommandation au conseil d'administration. Comme prévu à son mandat, le comité a également procédé à l'examen des états financiers vérifiés au courant de l'été 2019. À cette occasion, les membres du comité ont rencontré l'auditeur du Regroupement pour le développement de l'avion plus écologique qui leur a présenté le résultat de sa vérification 2018-2019. Enfin, le comité d'audit a élaboré le budget pour la prochaine année, exercice qui s'est révélé plus complexe qu'à l'ordinaire en raison de la fin de SA²GE-2 et de l'ajout de nombreux collaborateurs en lien avec la phase 3 de SA²GE.

## Composition du comité d'audit

Les membres du comité ont vu leur mandat renouvelé pour une nouvelle année, si bien que la composition du comité n'a pas changé depuis l'année dernière :



Mme Suzanne Benoit, présidente-directrice générale d'Aéro-Montréal, qui agit en tant que présidente du comité d'audit depuis novembre 2016



M. Houssam Alaouie, directeur, Programmes de recherche et développement et Relations avec les institutions d'enseignement supérieur, CAE



M. Michel Dion, directeur principal, Innovation, Bell

### Rappel du mandat du comité

Le Regroupement pour le développement de l'avion plus écologique a formé un comité d'audit à l'automne 2016 dans le but d'aider le conseil d'administration à remplir ses fonctions de surveillance à l'égard de la présentation de l'information financière, des vérifications par un auditeur externe, ainsi que de la gestion des risques et des contrôles internes de l'organisme.

# Présentation du conseil d'administration



Ghislain Lafrance, président et chef de la direction, TeraXion Président du conseil d'administration et membre du comité exécutif



Houssam Alaouie, directeur, Programmes de recherche et développement et Relations avec les institutions d'enseignement supérieur, CAE Vice-président, membre du comité exécutif et du comité d'audit



Suzanne Benoit, présidente – directrice générale, Aéro Montréal Trésorière, membre du comité exécutif et Présidente du comité d'audit



Karen Magharian, directrice, Affaires juridiques & Contrats, Thales Canada Secrétaire et membre du comité exécutif



Fassi Kafyeke, conseiller principal recherche, innovation et collaborations, Bombardier Aviation Membre du comité exécutif



Michel Dion, directeur principal, Innovation, Bell Textron Canada Membre du comité d'audit



Patrick Champagne, vice-président, Stratégie corporative et relations gouvernementales, CMC Électronique



Gilles Néron, directeur général, Approvisionnement stratégique, Air Canada



Alain Aubertin, président – directeur général, Consortium de recherche et d'innovation en aérospatiale au Québec (CRIAQ)



Priti Wanjara, chercheur scientifique principal, Centre national de recherche Canada (CNRC)



Gilles Bourgeois, chef, Protection environnementale et Normes, Transports Canada Observateur



Stephan Fogaing, conseiller en développement industriel - secteur aérospatial, Ministère de l'Économie et de l'Innovation Observateur



Sylvain Larochelle, directeur, Bureau de la collaboration technologique, Pratt & Whitney Canada Observateur

## Quel est l'impact de la pandémie à la COVID-19 sur la phase 3 de SA<sup>2</sup>GE?

L'économie planétaire vit actuellement une crise hors du commun à cause de la pandémie. Au moment d'écrire ces lignes, le déconfinement est en cours et l'inconnu demeure. Cela dit, l'avenir du projet mobilisateur ne semble pas compromis. En effet, les sous-projets qui forment la phase 3 de SA<sup>2</sup>GE demeurent une priorité chez l'ensemble des partenaires industriels et même si les travaux ont été ralentis, voire momentanément interrompus, la volonté générale est de les redémarrer au plus vite.

En raison de la pandémie qui sévit actuellement, on pourrait penser que l'aviation mettra des années à retrouver son niveau d'activité pré pandémie. Le Fonds monétaire international table pourtant sur un rebond important en 2021 et le président de l'OACI invite les états à maintenir une aviation forte puisque « la connectivité mondiale du transport aérien stimule les économies grâce à l'emploi, au commerce et au tourisme (...) ». Lors d'une tempête, il convient de garder le cap sur les éléments fondamentaux. D'ailleurs, l'OACI poursuit le déploiement du Régime de compensation et de réduction de carbone pour l'aviation internationale CORSIA. Dans ce contexte, la pérennité de SA<sup>2</sup>GE prend tout son sens.

Bien que les prévisions de l'OACI soient optimistes, on ne sait pas à quoi ressemblera l'industrie aéronautique au lendemain de la COVID-19. Les avionneurs enregistrent des pertes importantes et on ignore quand et comment se fera la reprise du trafic aérien. En avril 2020, les lignes aériennes offraient seulement 10 % des sièges et les dommages économiques aux lignes aériennes se chiffreront à des centaines de milliards de dollars d'ici septembre, selon l'OACI. La réduction d'environ 50 % du prix du pétrole réduira aussi les intentions d'achats de nouveaux aéronefs moins énergivores.

Par effet de cascade, on pourrait craindre que la capacité des partenaires de SA<sup>2</sup>GE d'investir en recherche et en développement soit affectée au point où ils devraient se retirer du projet mobilisateur, mais ce n'est un scénario envisagé par aucun des partenaires. Au contraire, les membres de SA<sup>2</sup>GE joignent leur voix à celle des membres d'Aéro Montréal pour réitérer l'importance qu'ils accordent aux investissements en innovation afin de se positionner stratégiquement pour la relance.

Grâce à la flexibilité et à la souplesse offerte par le modèle des projets mobilisateurs, le projet saura s'adapter aux besoins évolutifs du marché dans le respect des objectifs fondamentaux de SA<sup>2</sup>GE qui sont, rappelons-le, la réalisation d'innovations technologiques, la mobilisation de l'industrie québécoise, l'atteinte de gains environnementaux et l'obtention de retombées économiques pour le Québec.

En conclusion, la phase 3 de SA<sup>2</sup>GE continue, et tous ses membres espèrent qu'une nouvelle phase viendra bientôt assurer un soutien continu aux efforts d'innovation de l'industrie aéronautique québécoise.

