
RAPPORT
ANNUEL

2021



SYSTÈMES AÉRONAUTIQUES
D'AVANT-GARDE POUR L'ENVIRONNEMENT
Phase 3

4 OBJECTIFS FONDAMENTAUX

l'innovation technologique, l'environnement,
la mobilisation de l'industrie et les retombées
économiques pour le Québec



4

sous-projets



4

partenaires



5

collaborateurs



10

PME
mobilisées



6

centres de recherche
mobilisés



6

universités
mobilisées



27,2 M\$

fonds privés



25 M\$

fonds publics



52,2 M\$

d'envergure

Table des MATIÈRES

Mot du président	02
Mot de la directrice	03
À propos	04
Présentation des avancées des sous-projets	06
• Propulsion pour des opérations urbaines sécuritaires, silencieuses, écologiques et efficaces (POUSSÉE)	07
• Aile intelligente et légère pour l'environnement (AILE)	11
• Avionique modulaire intégrée pour éconavigation (ÉcoNav-3)	15
• Modules photoniques compacts haute fiabilité pour systèmes de navigation et de communication aéroportés (AéroP Hi-Fi)	19
Dernières nouvelles du comité des gains environnementaux	23
Dernières nouvelles du comité d'audit	24
Présentation du conseil d'administration	25

Mot du PRÉSIDENT

Ghislain LAFRANCE



Ghislain Lafrance

Président du conseil d'administration

REGROUPEMENT POUR LE DÉVELOPPEMENT
DE L'AVION PLUS ÉCOLOGIQUE

Président et chef de la direction, TeraXion

La crise sanitaire pèse lourd sur l'industrie aérospatiale. Pourtant, l'aviation demeure plus essentielle que jamais, que ce soient les avions-cargos transportant les vaccins ou encore les drones qui livrent du sang au Rwanda. La pandémie, bien que dramatique, n'est qu'une vague comparée au tsunami du changement climatique qui exige de la société, dont l'industrie aérospatiale, d'embrasser le virage vert à vitesse grand V.

Le Regroupement pour le développement de l'avion plus écologique est fier de contribuer à l'effort collectif par l'entremise de la phase 3 du projet mobilisateur SA²GE. Ce dernier vise le développement collaboratif de technologies plus respectueuses de l'environnement. Ainsi, comme vous pourrez le constater dans ce rapport annuel, les partenaires ont poursuivi leur progression :

- Le sous-projet AILE a franchi le TRL4 et il est animé d'une nouvelle vision de l'usage des commandes électriques pour alléger les avions ;
- Les nombreuses collaborations dans le cadre du sous-projet POUSSÉE propulsent l'investigation sur une variété de technologies pour rendre plus efficaces les appareils à décollage vertical ;
- Des prototypes d'algorithmes de replanification et d'optimisation de plan de vol « en route » et d'évitement d'obstacles pour le sous-projet ÉcoNav-3 pavent la voie à une optimisation en temps réel des routes aériennes ;
- La maturation des modules photoniques AéroP miniaturisés s'est poursuivie selon le plan établi en vue d'alléger les avions.

Le conseil d'administration du Regroupement pour le développement de l'avion plus écologique croit profondément en sa mission. À cet effet, il a décidé d'adapter sa gouvernance pour devenir le porteur du nouveau projet mobilisateur « Les projets collaboratifs de l'aéronef de demain » annoncé en avril 2021 par le gouvernement du Québec. Airbus a ainsi rejoint le conseil et de nouvelles élections auront lieu à l'occasion de l'assemblée 2021 en septembre prochain. Ce nouveau projet mobilisateur est constitué de quatre projets indépendants où douze partenaires collaborent au développement de technologies porteuses. Le projet totalise des investissements privés et publics de plus de 97 millions de dollars. Les résultats qui en découleront s'intégreront dans le développement de nouveaux aéronefs plus écopereformants.

J'aimerais terminer avec la réflexion sur l'écomobilité qui figure plus loin dans ce rapport et qui nous interpelle tous : l'aérospatiale est à un point d'inflexion. L'écomobilité est un défi qui dépasse le seul secteur de l'aérospatiale et les frontières du Québec. Coordonner et partager des efforts de développement à plus vaste échelle ; saisir des collaborations stratégiques de tout acabit ; unir nos talents, nos ressources technologiques et nos forces économiques s'avèrent essentiels pour l'industrie et pour les gouvernements, afin de répondre aux besoins de demain.

Mot de la DIRECTRICE

Dominique
SAUVÉ



Dominique Sauvé

Directrice

REGROUPEMENT POUR LE DÉVELOPPEMENT
DE L'AVION PLUS ÉCOLOGIQUE

Dans le contexte de la pandémie, les partenaires ont revu leurs priorités, leurs capacités à innover et ils ont étendu leurs moyens de collaboration à distance pour poursuivre les avancées. Au cours de l'année 2020-2021, des activités de près de 12 millions de dollars ont été réalisées. Tous les partenaires ont également renouvelé leur engagement à atteindre les objectifs de développement durable qu'ils s'étaient fixés initialement.

Au cours de la période, le gouvernement du Québec a autorisé le report de la date de fin du projet au 31 mars 2023. Par la même occasion, l'échelonnement des travaux a été mis à jour et quelques objectifs techniques ont été ajustés à la situation de l'aviation vu la pandémie. Je tiens d'ailleurs à profiter de cette tribune pour remercier le gouvernement du Québec pour sa compréhension et son soutien infailible.

Je tiens également à reconnaître l'apport des PME. 2020-2021 s'est révélée leur année. Par leur souplesse et leurs connaissances uniques, elles ont joué un rôle prépondérant dans l'avancement de plusieurs projets alors que les restrictions sanitaires ont handicapé les installations universitaires et quelquefois la marge de manœuvre des grandes entreprises, conférant ainsi plus de résilience à la réalisation des projets. De plus, les nouvelles technologies explorées ont favorisé l'introduction de PME qui n'étaient pas traditionnellement reliées au secteur aérospatial.

Tout comme ses prédécesseurs, SA²GE-3 est en voie de devenir un succès. Le projet mobilisateur de l'avion plus écologique s'est imposé comme pierre d'assise de notre secteur et nous espérons que ce formidable outil d'innovation collaborative sera renouvelé et bonifié à l'occasion de la mise en place de la future zone d'innovation en aérospatiale. La collaboration constitue l'un des atouts de notre industrie. Cependant, nous pouvons toujours faire mieux en nous ouvrant aux autres provinces et à l'international, et en nous unissant encore davantage autour d'une cause qui nous transcende : la crise climatique.

Issue de la volonté du gouvernement du Québec de maintenir la place concurrentielle du Québec en aéronautique et de poursuivre les efforts de réduction de gaz à effet de serre, une phase 3 au projet mobilisateur de l'avion plus écologique a été mise en place à l'automne 2018.

Communément nommé SA²GE pour Systèmes Aéronautiques d'Avant-Garde pour l'Environnement, le projet vise le développement collaboratif de technologies innovantes et plus respectueuses de l'environnement.

À la suite d'un appel à projet mené par le ministère de l'Économie et de l'Innovation, les partenaires industriels sélectionnés pour réaliser ce projet sont les entreprises Bell Textron Canada limitée, Bombardier inc., CMC Électronique inc. et TeraXion inc. Ensemble, elles investiront plus de 27 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.



Caractéristiques d'un projet mobilisateur

Par l'entremise des projets mobilisateurs, le gouvernement du Québec soutient financièrement des entreprises privées afin qu'elles combinent leurs efforts pour mener à bien des projets de développement d'un produit, d'un procédé ou d'un service novateur, en mobilisant des universités, des centres publics de recherche ainsi que des PME.



FOCALISER sur les ACTIVITÉS DE DÉVELOPPEMENT

Le projet mobilisateur est administré par un organisme sans but lucratif, le Regroupement pour le développement de l'avion plus écologique, qui a notamment la responsabilité de la reddition de comptes et de l'évolution des travaux dans le respect de la convention de subvention ainsi que des autres ententes régissant le projet mobilisateur. Cet organisme est sous la responsabilité d'un conseil d'administration élu aux deux ans. Cette structure de gouvernance assure une gestion saine et efficace du projet, tout en facilitant les activités de développement afin d'obtenir l'impact recherché.

Siégeant plusieurs fois par année, le conseil d'administration est composé d'une majorité de partenaires industriels ainsi que d'autres organisations telles que Aéro Montréal (la grappe aérospatiale du Québec), le CRIAQ (consortium de recherche et d'innovation en aérospatiale du Québec) et Air Canada (représentant la clientèle cible).



Plusieurs partenaires industriels ont identifié des collaborateurs, localisés au Québec. Comme leur nom l'indique, les collaborateurs travaillent en étroite collaboration avec les partenaires industriels puisqu'ils participent au développement de technologies et au financement d'une partie du projet, 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 bien qu'ils travaillent sous la direction d'un partenaire industriel, 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.



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 (ÉcoNav-3)

TeraXion

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



Une société de Textron

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 sont étudiées sous trois aspects, soient l'efficacité énergétique, la réduction du poids et la réduction du bruit externe généré. L'objectif est de démontrer les bénéfices potentiels de ces technologies selon ces trois aspects à l'aide notamment de tests. Ensuite, les technologies les plus prometteuses seront intégrées dans un démonstrateur de système de propulsion qui servira de validation des différents apprentissages faits durant le sous-projet. L'objectif sous-jacent du projet consiste par ailleurs à développer une méthodologie d'analyse de missions (taxi aérien urbain, livraison de colis, sauvetage, etc.) permettant de déterminer le moyen de propulsion le mieux adapté en fonction des différents aspects environnementaux telle l'énergie consommée ainsi que le bruit généré.

SA²GE-3 permet donc à Bell de bonifier ses produits et de développer de nouveaux systèmes de propulsion optimaux (sécuritaires, silencieux, efficaces et surtout à empreinte écologique réduite) adaptés à des missions précises.

Avancées 2020-2021

Au cours de l'année, Bell a pu poursuivre l'étude des technologies et solutions à évaluer malgré tous les inconvénients causés par la pandémie. Les partenariats de recherche avec les différentes PME, universités et centres de recherche impliqués se sont également poursuivis et certains ont même été bonifiés. Ce sous-projet représente un effort majeur pour l'équipe d'Innovation chez Bell. Ainsi, ce sont plus d'une centaine de personnes qui ont été impliquées à l'interne.

Poursuite des efforts quant à l'amélioration de l'efficacité énergétique et de la réduction du bruit

Le confinement a forcé l'interruption des campagnes de tests portant sur l'influence des paramètres de conception des hélices carénées au niveau des performances aérodynamique et acoustique. Toutefois, les tests ont pu reprendre et le rythme de collecte de données ne laisse aucun doute quant à la possibilité de terminer à temps. D'ailleurs, afin d'approfondir les études sur le niveau de bruit externe généré par une hélice carénée, de nouvelles installations ont été aménagées chez Bell (Figure 1). Ces installations permettront aussi la mise en place d'un nouveau banc d'essai qui servira à la validation des technologies étudiées lors de l'intégration au démonstrateur final du projet.



Figure 1 - Banc d'essai mis en place chez Bell pour les mesures de bruit externe d'une hélice carénée



L'interruption momentanée des campagnes de tests mentionnée ci-dessus a permis le démarrage de l'étude d'autres systèmes de propulsion, études qui devaient initialement commencer plus tard. Ce démarrage rapide a permis de compléter, durant la dernière année, l'analyse conceptuelle ainsi que la conception préliminaire de ces différents systèmes de propulsion alternatifs. Parmi eux se trouvent notamment des systèmes de propulsion coaxiaux.

Avancées majeures sur la réduction globale du poids

Lors de la dernière année, plusieurs itérations de prototypes de pales ont été réalisées et ont permis de grandes avancées, en collaboration avec les partenaires, pour réussir à raffiner et perfectionner de nouveaux procédés de fabrication prometteurs. Les procédés étudiés sont le tressage de composite, le moulage par vessie gonflable ainsi que l'injection de plastique renforcé à haute performance. Ces prototypes ont su prouver le potentiel de ces procédés et il ne reste plus qu'à rendre les conclusions finales.

Il y a aussi eu des avancements au niveau d'études portant sur des solutions de dégivrage et antigivrage pour pales d'hélicoptère. En effet, le développement de plusieurs systèmes a eu lieu en collaboration avec l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC). Un prototype de système de rotor a aussi été conçu et fabriqué expressément pour tester ces différentes solutions. Il restera à effectuer les tests pour quantifier l'efficacité de ces solutions. Si les résultats s'avèrent concluants, Bell envisage d'intégrer ces systèmes aux rotors de ces futurs appareils.



Qu'est-ce que le moulage par vessie gonflable ?

Le moulage par vessie gonflable est un procédé de fabrication de pièces en composite consistant à draper des tissus pré-imprégnés autour d'une vessie gonflable. Pour décrire cette dernière, on peut imaginer une sorte de ballon dont les parois peuvent prendre de l'expansion. Le tout est ensuite placé dans un moule et une pression est appliquée à l'intérieur de la vessie (Figure 2). Cette pression permettra le gonflement de la vessie et donc par le fait même, forcera l'adhésion des fibres aux parois du moule. Le moulage par vessie gonflable permet une fabrication plus efficace de pièces composites à géométrie complexe par rapport aux procédés de fabrication conventionnels.



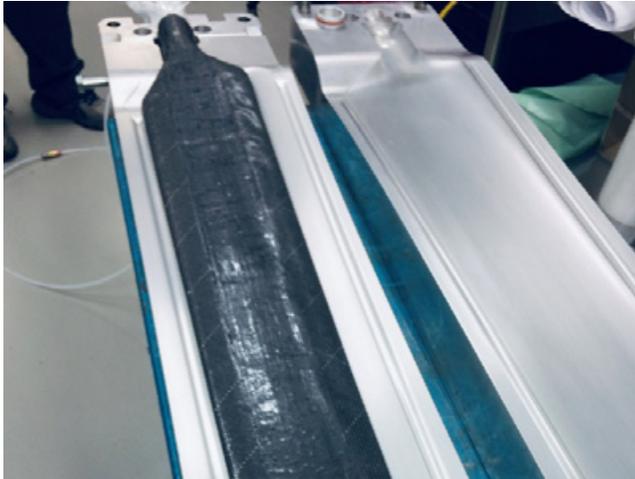


Figure 2 – Fabrication d’une pale en composite par moulage par vessie gonflable

Démarrage de l’étude sur l’analyse de cycle de vie

Bell a débuté une collaboration sans précédent avec l’équipe d’éco-conception de Bombardier dans le but de bénéficier de leur expertise en analyse de cycle de vie. Des études de cas sur différents matériaux sont en cours pour évaluer l’empreinte écologique de ces derniers et par le fait même, raffiner la méthode d’analyse pour la suite du projet.

Mobilisation

Le savoir-faire québécois au cœur du sous-projet POUSSÉE

Les avancées mentionnées ci-dessus n’auraient pu être possibles sans la mobilisation d’organisations québécoises, cheffes de file dans leur domaine. Ainsi, six PME et huit universités ou centres de recherche sont déjà activement impliqués dans le sous-projet :

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

INSTITUTION DE RECHERCHE
Université de 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
COALIA (anciennement 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
Centre de Technologies Avancées (CTA) Optimisation du groupe électrique pour un système de propulsion
Optimoule Inc Fabrication de moules pour injection de plastique haute performance
Ruiz Aerospace Fabrication de pièces composites tressées par injection de résine
Maya HTT Développement et caractérisation du procédé d’injection de plastique haute performance



Priorités de la prochaine année

Lors de la prochaine année, la priorité sera de compléter les tests ainsi que l'analyse des différentes technologies étudiées pour permettre le démarrage des activités de conception du démonstrateur final. À cet effet, les conclusions sur les nouveaux procédés de fabrication et les technologies d'allègement de poids seront tirées afin de permettre de faire un choix éclairé sur ce qui pourra être intégré au démonstrateur final. Ce dernier intégrera les technologies les plus prometteuses parmi toutes celles étudiées dans le cadre du sous-projet afin de démontrer les différents apprentissages réalisés.

De plus, les travaux sur l'analyse de cycle de vie ainsi que les impacts environnementaux de ces technologies suivront leur cours en collaboration avec l'équipe d'écodesign de Bombardier.

Pour arriver à soutenir tous ces efforts, les collaborations mises en place avec les partenaires se poursuivront de plus belle.



Figure 3 – Prototype d'hélice carénée dans la soufflerie du laboratoire Thermaus de l'Université de Sherbrooke

Bilan intermédiaire

Le sous-projet POUSSÉE a su avancer et maintenir le cap malgré les contraintes dues à la COVID-19. Les campagnes de tests sur les hélices carénées avancent rondement et seront bientôt complétées. Aussi, plusieurs prototypes ont été complétés pour permettre le perfectionnement de nouveaux procédés de fabrication. Il ne reste plus qu'à rendre les conclusions finales quant à ces procédés conformément au plan de travail prévu. Pour soutenir la poursuite des activités du sous-projet, les collaborations avec les partenaires ont été intensifiées, voire même carrément bonifiées dans certains cas. Au total, une quinzaine d'organisations québécoises sont impliquées dans le sous-projet et contribuent activement à en faire un succès. Plusieurs collaborations mises en place étaient des premières pour Bell et les noms de plusieurs partenaires circulent déjà au sein de la compagnie pour des collaborations futures. D'ailleurs, l'équipe des programmes commerciaux est ravie de voir les progrès accomplis jusqu'à maintenant et démontre de l'intérêt pour intégrer certaines technologies étudiées aux prochains appareils de Bell.

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 à la synchronisation automatique des mouvements des volets et déporteurs. L'intégration fonctionnelle de ces deux systèmes de commande de vol mène à une configuration hyper sustentatrice de l'aile plus performante ou plus légère et permet aussi d'introduire de nouvelles fonctions, entre autres pour alléger les charges aérodynamiques, ce qui augmentera encore l'efficacité énergétique et réduira le poids de l'avion.

Plus spécifiquement :

- Bombardier se concentre sur le développement d'un système de commande de vol multifonctionnel qui intègre les fonctions des volets et des déporteurs. Ceci exige que les activités de conception de ces surfaces de commande de vol suivent une approche tout aussi intégrée - et ce, dans leurs aspects aérodynamiques, structurels et de conception de systèmes. Après avoir terminé la conception aérodynamique, qui a défini la forme et la cinématique des volets et des déporteurs, la conception structurelle préliminaire de ces surfaces de contrôle de vol, le dimensionnement de leurs systèmes d'actionnement et leur intégration sur la structure de l'aile ont été développés.

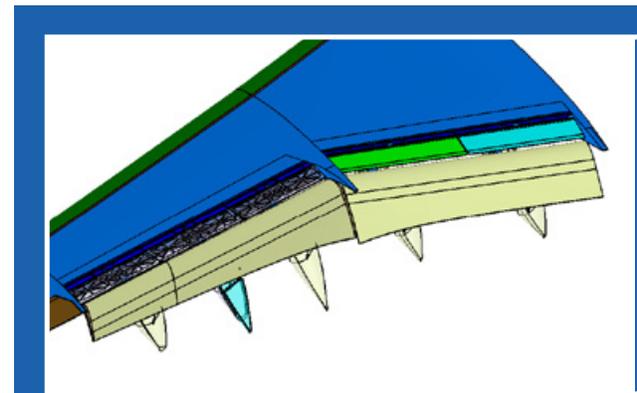


Figure 1 - Vue d'ensemble de l'aile démonstrateur avec les volets (couleur kaki) et déporteurs (bleu nuit, vert pomme et bleu ciel) synchronisés en configuration atterrissage

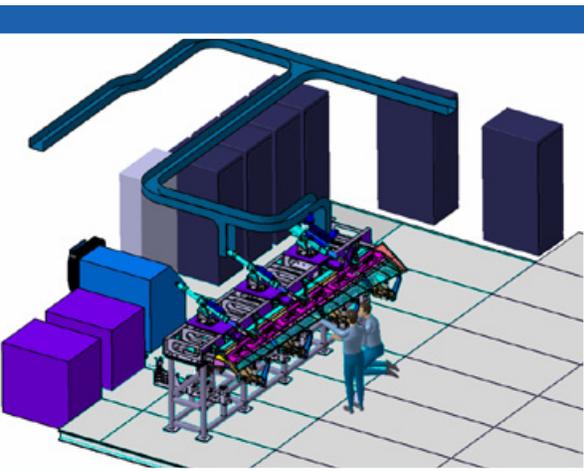


Figure 2 - Vue d'ensemble de la partie électromécanique du banc d'essai, incluant les systèmes hydrauliques de simulation des charges sur les surfaces de contrôle

Une étude détaillée des performances, combinant l'analyse des tolérances structurelles par Bombardier et la simulation de la dynamique du système d'actionnement électrique des volets par Eaton, a permis de confirmer que le système peut répondre aux exigences strictes de précision du contrôle de la position des volets. Une étude comparative sur un démonstrateur virtuel d'avion d'affaires a permis de confirmer que, par rapport à une aile conventionnelle, le nouveau concept de l'aile intelligente avec l'intégration fonctionnelle des volets et des déporteurs permet de réduire de plusieurs centaines de livres le poids de l'avion.

Après l'achèvement de l'étude comparative des architectures du système en collaboration avec Eaton Aerospace et la revue de maturité TRL4 en décembre, la collaboration avec Thales Canada s'est également accélérée pour intégrer le système d'actuation et développer le banc d'essai du système intégré. La revue de conception préliminaire (PDR) du banc d'essai a été l'étape majeure qui a conclu l'année écoulée.

Chez Bombardier, pas moins de 77 ingénieurs et technologues ont travaillé sur le projet au cours de l'année écoulée, et 18 autres ingénieurs principaux ont soutenu les revues TRL.

EATON

Eaton Aerospace a terminé l'étude comparative des différentes architectures de système d'actionnement des volets. Les développements de la motorisation électrique ainsi que du logiciel du système de contrôle ont également été lancés. Une architecture du système d'actionnement électrique de volets entièrement distribué a été sélectionnée pour une étude plus approfondie et une conception détaillée pour la prochaine phase du programme.

THALES

Chez Thales Canada, les travaux sur la prochaine génération du calculateur de commandes de vol critique se sont poursuivis. La nouvelle architecture a été définie avec Bombardier, incluant la mise à jour de tous les modèles et des fonctionnalités des calculateurs de commandes de vol. Un banc indépendant de test virtuel (VTB) a été développé, afin de tester la nouvelle architecture en avance de phase. La première version du banc de test virtuel a été livrée à Bombardier, qui l'utilise présentement pour l'écriture de tests.



Exonetik

Exonetik et Bombardier ont développé un concept de manche de contrôle actif. L'objectif principal était de faire la conception et la mise en œuvre d'un prototype permettant l'évaluation du concept dans un environnement représentatif. Le prototype de manche actif a été intégré au banc d'essais de Bombardier et des essais d'évaluation ont été effectués. Les observations capturées serviront à améliorer le concept et guideront la phase de conception détaillée.



Bombardier cherche à approfondir ses connaissances en matière d'optimisation topologique à l'aide des outils Altair et à concevoir une pièce pour la fabrication additive. La pièce métallique, un bras articulé à placer sur l'ensemble du volet extérieur, sera fabriquée chez FusiA Impression 3D métal avec leur collaboration et leurs conseils. La conception est en cours à Bombardier et FusiA continue d'amener son expertise dans l'aide à la conception afin que les pièces soient le plus adaptées à la fabrication additive par fusion sur lit de poudre afin d'employer cette technologie au maximum de son potentiel.

Mobilisation

En complément à ses développements technologiques, Bombardier continue à améliorer ses outils d'ingénierie, notamment en aérodynamique numérique, en collaboration avec Polytechnique Montréal et l'Université McGill. L'équipe de l'Université McGill a fait progresser le développement de la simulation numérique de la transition entre les écoulements laminaires et turbulents. Polytechnique a développé une méthodologie plus robuste et efficace pour prédire la géométrie du givrage sur les bords d'attaque des ailes.

Priorités de la prochaine année

Les activités pour l'année 2021-2022 porteront généralement sur la continuation des développements déjà en cours dans les différentes composantes technologiques et sur le développement et la mise en œuvre du banc d'essai partagé du système intégré.

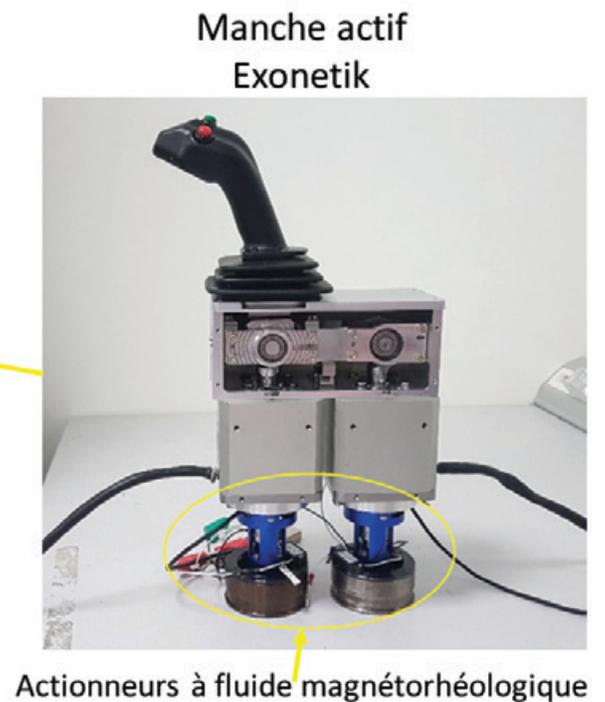
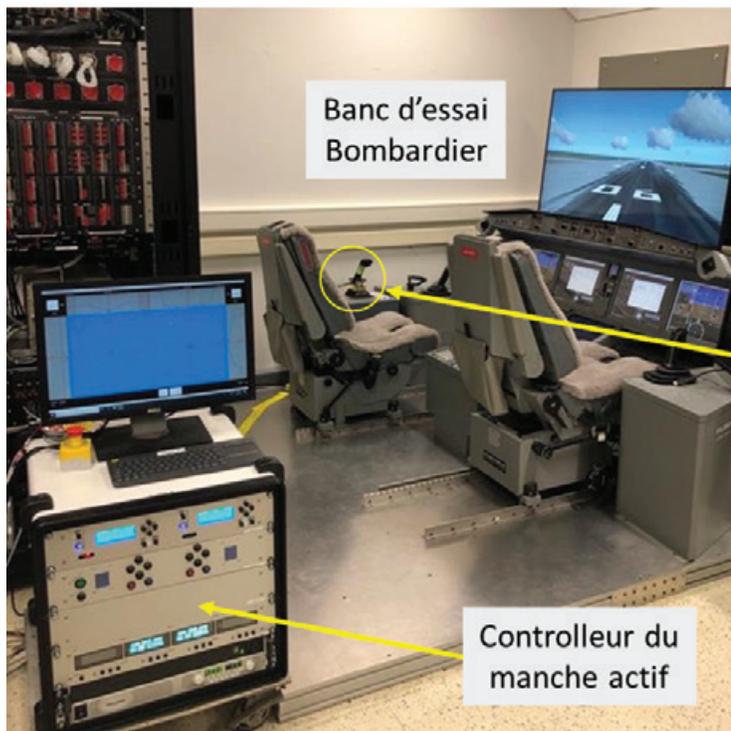
Quant à Bombardier, les activités porteront principalement sur l'intégration du système de contrôle de vol multifonctionnel, la conception détaillée de toutes les composantes structurales des volets et déporteurs, et finalement l'intégration et la construction du banc d'essai. Pour l'intégration du système de contrôle de vol, des activités de modélisation et de développement du logiciel des commandes de vol en étroite collaboration avec Thales et Eaton Aerospace permettront de valider des requis de sûreté par la simulation de vol et de tester le système sur un banc d'essai virtuel bien avant la construction du banc d'essai réel. Pour le développement structural, l'effort principal restant sera sur les carénages des volets et les différents joints d'étanchéités, des éléments qui sont soumis à des nouveaux requis dus à l'utilisation multifonctionnelle de ces surfaces de contrôle. Finalement, la construction du banc d'essai dans les ateliers de Bombardier à Saint-Laurent est prévue de commencer au cours du deuxième trimestre et fera intervenir plusieurs PME locales.

Thales Canada travaillera en étroite collaboration avec Bombardier au développement du banc d'essai du système des commandes de vol. Des évolutions de la plateforme logicielle, de la suite outillée et de l'environnement de test simulé se poursuivront, et l'installation sur le banc d'essai réel est prévue pour l'automne 2021. Thales Canada continuera les travaux sur le calculateur de commande de vol critique de prochaine génération.

Eaton Aerospace travaillera en étroite collaboration avec Bombardier sur la conception détaillée des composants du système d'actionnement électrique de volets entièrement distribué, y compris la conception mécanique et électrique des actionneurs, des moteurs et du logiciel de commandes de synchronisation distribuées. Eaton effectuera la vérification du matériel et du logiciel du système d'actionnement des volets sur des bancs d'essai d'intégration de systèmes et de logiciels situés dans les installations d'Eaton à Grand Rapids, Michigan. Eaton fournira également le matériel du système de volets pour soutenir les essais sur le banc d'essai en développement à Bombardier.

Dans le cadre du développement du manche actif, Exonetik et Bombardier se concentreront sur les activités de développement et validation de l'architecture ainsi que sur la conception détaillée des différents composants du système de manche actif. Plusieurs essais seront effectués à l'aide du prototype existant afin de valider les décisions de conception. De plus, un second prototype représentant l'architecture finale sera mis en œuvre et intégré au simulateur reconfigurable de Bombardier pour évaluation.

Quant au démonstrateur de la fabrication additive métallique, la conception détaillée doit être achevée et l'intégrité structurelle vérifiée pour les conditions de chargement requises par Bombardier. Les dessins de la pièce seront envoyés à FusiA pour être imprimés en 3D. La pièce sera assemblée et testée sur le banc d'essai pour valider les techniques de modélisation et les efforts mis en œuvre sur la conception des pièces.



Bilan intermédiaire

Cette année, le sous-projet AILE a progressé de façon importante, malgré les défis dus à la pandémie. Tous les partenaires industriels sont maintenant pleinement engagés dans le développement collaboratif – sauf Stelia qui, malheureusement, s'est vu contrainte d'arrêter sa participation. Les progrès technologiques réalisés au cours de l'année ont permis d'atteindre un degré de maturité TRL4 pour l'intégration avion du système de commande de vol multifonctionnel et ainsi de confirmer que le concept novateur de l'aile intelligente avec l'intégration fonctionnelle des volets et des déporteurs permettait bel et bien de réduire de plusieurs centaines de livres le poids de l'avion, avec des gains environnementaux importants. Finalement, ces activités ont également permis d'entamer le développement détaillé du banc d'essai qui sera installé dans les ateliers de Bombardier fin 2021.

Avionique modulaire intégré pour éconavigation (ÉcoNav-3)

CMC Électronique, Marinvent, l'École de technologie supérieure (ÉTS) 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 SA²GE-3 est réalisé en continuité du sous-projet mené par CMC dans la phase 2 de SA²GE.

En conséquence de la pandémie et du déclin brutal du transport aérien, le sous-projet a été amendé en 2020-2021 pour permettre à CMC et Marinvent de réorienter leurs efforts vers des marchés dorénavant plus porteurs. CMC se concentre maintenant sur les fonctions suivantes du système de gestion de vol :

- FMS pour avions d'entraînement : mise en place de fonctions évoluées et développement/intégration de nouvelles fonctions spécifiques à ce segment de marché en plein essor ;
- Vol parfait : amené au TRL 5 dans la phase-2 du projet SA²GE, le développement sera poursuivi pour amener la fonction au TRL 6 ;
- Commande tactile : rendre les écrans tactiles. Cette technologie sera particulièrement avantageuse en combinaison avec la carte graphique et permettra ainsi d'améliorer l'efficacité de l'équipe de pilotage ;
- Procédure de vol à faible bruit : optimisation des trajectoires des hélicoptères afin de réduire le bruit nuisible.

Le développement de deux applications sera également poursuivi :

- Système ROPA (Route Optimization and Planning Algorithms) : permettra de fournir de l'information stratégique aux pilotes pour demander une modification de la route aérienne intégrant les données météo et le plan de vol. Ce projet est mené par le collaborateur Marinvent ;
- Application de maintenance intégrée (AMI) de CMC pour la transmission en temps réel de données avioniques.

Le sous-projet maintient sa prévision de réduction de consommation de carburant par vol d'environ 834 kg, soit une réduction équivalente à 2 700 kg en GES pour les avions. Les réductions attendues de l'empreinte de bruit des hélicoptères seront de l'ordre de 20 %. Ces nouvelles fonctions feront évoluer deux produits phares de l'entreprise, soient les logiciels de système de gestion du vol (FMS), et la plateforme multifonctionnelle à écran tactile (TSCU).

Avancées 2020-2021

CMC Électronique

La COVID-19 a eu des impacts importants sur les activités du partenaire. Plusieurs activités de SA²GE-3 ont été mises sur pause durant la période d'avril à octobre 2020 et les efforts de CMC ont alors été consacrés à revoir la planification du projet afin de créer les conditions propices pour faire face aux bouleversements du marché aérospatial.

En novembre 2020, CMC a recommencé le développement du logiciel du système de gestion de vol FMS : des activités de révision et de corrections ont eu lieu afin de s'assurer que le code logiciel développé précédemment dans SA²GE-2 soit homologable. Par la suite, des activités de préparation en vue de tests ont pris place. En février 2021, l'équipe de projet a accueilli de nouveaux membres et la cadence de travail a depuis augmenté. Cette équipe sera bientôt à pleine capacité et travaillera à l'atteinte des objectifs du projet amendé. Il y a eu peu d'avancements en 2020-2021 étant donné les ralentissements dus au COVID-19 et à la révision de l'annexe A qui a été homologuée en mars 2021.

Marinvent

Sous-activité 1 : conclure les premiers algorithmes prototypes menant au planificateur et optimiseur de route ROPA.

En bâtissant sur les travaux de planification effectués l'an dernier, Marinvent a pu terminer les algorithmes prototypes servant d'input à l'optimisateur, soit :

- L'environnement de simulation ontologique NAS (National Airspace System) pour optimiser les autres algorithmes ;
- L'algorithme de planification et d'optimisation d'itinéraire en temps, distance, consommation (ROPA) ;
- L'algorithme de replanification et d'optimisation de plan de vol « en-route » (ROPA) ;
- L'algorithme d'évitement d'obstacles (complément à ROPA).

Pour ce faire, trois équipes distinctes ont travaillé indépendamment les unes des autres en raison du contexte sanitaire, ce qui n'était pas l'idéal, et ce, sans pouvoir bénéficier de l'accès au simulateur de vol de Marinvent situé à l'université Concordia. Au total, un étudiant de premier cycle, trois étudiants de maîtrise en sciences, un doctorant et de nombreux stagiaires ont été engagés dans cette recherche. Quatre membres du personnel expérimentés de Marinvent ont également collaboré ponctuellement.

Des travaux supplémentaires seront nécessaires en 2021 pour combiner ces algorithmes en un seul prototype fonctionnel intégré afin de permettre le début de la phase d'évaluation et de collecte de données.

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 SA²GE-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.

Marinvent n'a pas eu accès à son simulateur de vol situé à l'université Concordia pendant toute la durée de la pandémie et prévoit déplacer l'appareil dans un endroit plus accessible comme le Centre technologique en aérospatiale (CTA) à Saint-Hubert. Il s'agit d'un outil essentiel de l'arsenal de Marinvent en matière d'intégration et d'évaluation des technologies avioniques embarquées. Une fois transférées au CTA (début de l'été 2021), les activités pourront s'accélérer.

Sous-activité 3 : définir la prochaine phase de développement et d'évaluation pour former et améliorer les premiers algorithmes prototypes.

Marinvent a pris la décision au deuxième trimestre 2020 de développer, à partir de zéro, un module d'environnement de simulation pour le National Airspace System (NAS) afin de permettre à l'équipe de recherche de progresser en l'absence d'accès au simulateur de vol pour former les algorithmes selon une méthode d'apprentissage profond (IA). Ce développement n'était pas prévu dans le plan de projet initial, mais s'avérait essentiel afin de continuer les travaux. Un doctorant et un étudiant à la maîtrise à plein temps, travaillant sous la direction d'un professeur de faculté et d'un responsable technique de Marinvent, ont développé un environnement de simulation équivalent fonctionnant sur ordinateur personnel.

Mobilisation

Une collaboration très constructive et positive entre CMC et Marinvent s'est poursuivie sur la spécification des interfaces en prévision de l'intégration.

CMC

Malgré la reprise graduelle des activités en novembre 2020, la mobilisation du CTA et d'autres partenaires s'est avérée ardue. En effet, l'expertise requise est peu disponible sur le marché québécois (universités, centres de recherche, PME). Les coûts de formation de nouvelle main-d'œuvre sont élevés et les résultats disponibles à long terme seulement. La formalisation des collaborations amorcées sera un point prioritaire au cours de la prochaine année.

Marinvent

La collaboration avec l'université Concordia a permis de faire progresser les algorithmes en 20-21 et a

également permis de réaliser un projet de recherche sur l'utilisation de l'intelligence artificielle pour rendre des aéronefs autonomes. La fermeture des universités réduit les chances de poursuivre cette collaboration pour la suite du projet. Parmi les étudiants énumérés ci-dessus, tous provenaient de Concordia. Deux sont maintenant transférés au Collège militaire royal et nous avons embauché un nouveau diplômé de Concordia à la suite de ce projet.

« Entre 2017 et 2019, Marinvent Corporation a soutenu ma thèse de maîtrise en sciences portant sur l'autonomie des aéronefs dans le cadre du développement d'un logiciel de prise de décision autonome. L'expertise et le support fournis par Marinvent pendant cette période ont permis le développement de bases de connaissances et d'ontologies complètes, ainsi que leur implémentation logicielle et leurs tests en vol. Le partenariat a donné des résultats importants, du concept à la mise en œuvre, et a fait progresser la position du Canada dans le développement de technologies de véhicules autonomes matures. » - Paul Vajda, diplômé M. Sc de Concordia et maintenant employé à temps plein de Marinvent.

Priorités de la prochaine année

Au cours de la prochaine année, CMC entend poursuivre la formalisation du logiciel de gestion en vol pour avions d'entraînement, bonifié par la fonction de vol parfait, en prévision de l'intégration et des tests prévus à l'été et à l'automne 2021. Le partenaire prévoit également débiter la mise en place de la procédure de réduction de bruit. Pour ce faire, CMC envisage mobiliser une université ou un centre de recherche pour une portion des travaux. Enfin, CMC complètera le plan d'intégration du logiciel de Marinvent, ROPA.

Du côté de Marinvent, le collaborateur prévoit terminer le plan d'intégration de ROPA avec l'avionique de CMC, commencer les tests d'évaluation du prototype ROPA dans le simulateur d'environnement NAS, optimiser les algorithmes ROPA et d'évitement d'obstacles à l'aide des données de performances initiales issues des simulations, intégrer les algorithmes optimisés ROPA et évitement d'obstacles avec l'avionique CMC soit dans le simulateur de recherche de Marinvent ou dans l'environnement du simulateur de CMC, et enfin, effectuer des tests d'évaluation et rédiger un rapport sur les résultats préliminaires.

Bilan intermédiaire

CMC Électronique

Malgré une pause imposée par la COVID-19, CMC a repris avec enthousiasme et détermination les activités de développement de la nouvelle génération du système de gestion de vol par la formalisation des fonctions implémentées précédemment. L'approbation de l'amendement au projet permet de focaliser et de déployer les énergies sur les activités à venir. En plus, la prolongation de SA²GE permettra aux équipes de travailler plus sereinement dans les prochaines années. Enfin, les progrès accomplis jusqu'ici sur le logiciel FMS permettent à CMC de saisir de nouvelles opportunités d'affaires. Plusieurs discussions avec des clients potentiels se trouvent à un stade très avancé.

Marinvent

Le projet continuera d'être important du point de vue de Marinvent. La contribution financière de SA²GE-3 a permis à Marinvent de développer plus rapidement la technologie ROPA. À l'heure où l'industrie aérospatiale est dévastée par la pandémie, le financement de SA²GE-3 a permis à Marinvent de poursuivre l'investissement en recherche et développement, quoiqu'à un rythme plus lent que prévu. Cela a mené à l'embauche à temps plein d'un autre jeune diplômé de maîtrise et a permis de continuer à financer des recherches de pointe avec des équipes universitaires. Grâce à la technologie développée par Marinvent qui comprend des applications d'intelligence artificielle et de simulation, les véhicules aériens autonomes se rapprochent plus en plus de la réalité. Ces technologies suscitent déjà un intérêt commercial externe.

« L'avenir de l'aérospatiale canadienne est l'éco-mobilité »

Il n'y a pas matière à discussion : l'aérospatiale telle que nous la connaissons est à un point d'inflexion. Tout change alors que l'aérospatiale traditionnelle est en voie de se transformer en mobilité du futur. Cet avenir sera porteur de nouvelles technologies, autant des types de propulsion que des matériaux, des processus innovants, des réglementations adaptées, des systèmes de gestion du trafic avant-gardistes mêlant des véhicules autonomes et non-autonomes ainsi que de nouveaux modèles opérationnels et un changement de paradigmes de tarification.

Il s'agira d'un monde dans lequel les futurs modes de transport se rapprocheront les uns des autres. Nous ne parlerons pas d'avions, de trains, de voitures, de camions et de navires en tant que modes distincts. Nous travaillerons plutôt sur un système de transport complètement différent qui intégrera tous ces modes de manière transparente. Ce système se concentrera sur l'expérience utilisateur. Dans le même temps, il devra être considérablement plus respectueux de l'environnement et plus durable que celui qui existe aujourd'hui afin de protéger notre planète pour nos enfants.

Pour ce faire, les entreprises aérospatiales traditionnelles doivent apprendre et travailler de concert avec d'autres secteurs connexes tels l'automobile, le rail et les véhicules de loisirs et d'autres spécialistes des technologies connexes, comme l'intelligence artificielle, pour créer un tout nouvel écosystème. Tout ce changement peut se résumer en une seule expression : « éco-mobilité ». » Phil Cole, vice-président, Développement des affaires, Marinvent

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

Le sous-projet dirigé par 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.



La photonique sur silicium

La photonique sur silicium comme son nom l'indique, utilise le silicium sur isolant comme milieu optique pour des applications photoniques : le fort écart d'indice de réfraction entre le silicium et la silice assure le confinement de la lumière. La lumière se propage à travers la puce par de très petits guides d'onde et peut être conditionnée de nombreuses façons : elle sera combinée, séparée, modulée, détectée, etc. dans un circuit extrêmement compact, mesurant souvent à peine quelques dizaines de mm^2 . Les circuits photoniques sur silicium peuvent être fabriqués de la même façon que leurs cousins électroniques que nous utilisons chaque jour dans nos petits appareils portables. La photonique sur silicium rend donc possible une fabrication de masse à faible coût.

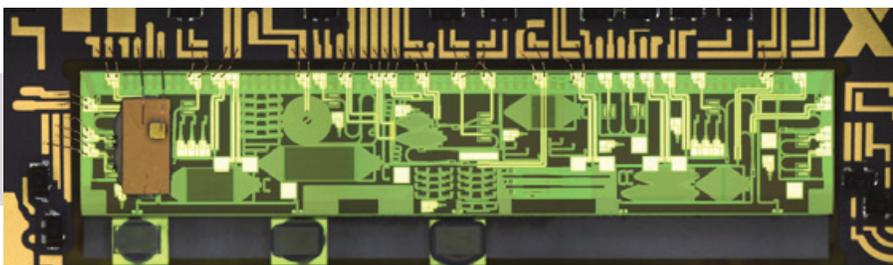


Figure 1 - Circuit photonique sur silicium, dimensions 3 mm x 15 mm

Avancées 2020-2021

Volet RF

Durant la dernière année, TeraXion a débuté la conception des modules photoniques RF TRL-6 transmetteur (Tx) et récepteur (Rx). Le boîtier des modules a été conçu pour être utilisé indifféremment avec l'une ou l'autre des configurations Tx ou Rx, ce qui permet la réutilisation de la majorité des pièces qui le composent, optimisant ainsi l'utilisation des matériaux et composants. La sélection de matériaux plus légers, comme l'aluminium, pour fabriquer le boîtier et les différentes pièces mécaniques réduira potentiellement de 40% le poids du module comparativement au modèle développé au cours de la phase 2 de SA²GE. Cette modification a été faite selon des critères très stricts de stabilité mécanique et de dissipation de chaleur, puisque la performance optique du module doit demeurer stable sur une large plage de température.

Un prototype de qualification du module photonique RF a été assemblé, validé et fourni à l'Université McGill afin de subir une batterie de tests de performance. Les résultats préliminaires obtenus ont ainsi permis à TeraXion d'apporter des améliorations au design du module. Puisque l'atteinte d'une bande passante de 40 GHz est la spécification technique la plus importante du module photonique RF haute fiabilité de TeraXion, l'équipe de l'Université McGill a conçu un nouveau modulateur sur silicium avec une bande passante de plus de 40 GHz et moins de pertes optiques ; ce design innovateur a été soumis pour fabrication et les puces seront reçues à la fin 2021. Les lignes de transport RF du module ont aussi été améliorées, une preuve de concept a été fabriquée et une démonstration à 40 GHz a été effectuée avec succès. TeraXion a également complété la conception et la fabrication d'un filtre optique RF ultra-compact (< 18 mm au lieu de 55 mm) basé sur un réseau de Bragg. Ce filtre présente des côtés très abrupts selon la fréquence et une isolation optique supérieure à 50 dB, deux caractéristiques essentielles pour ce composant.

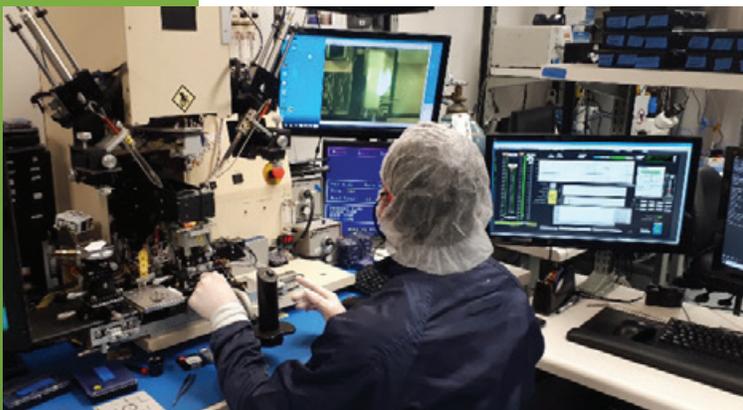


Figure 2 - Technologue utilisant la microsoudure de puces photoniques

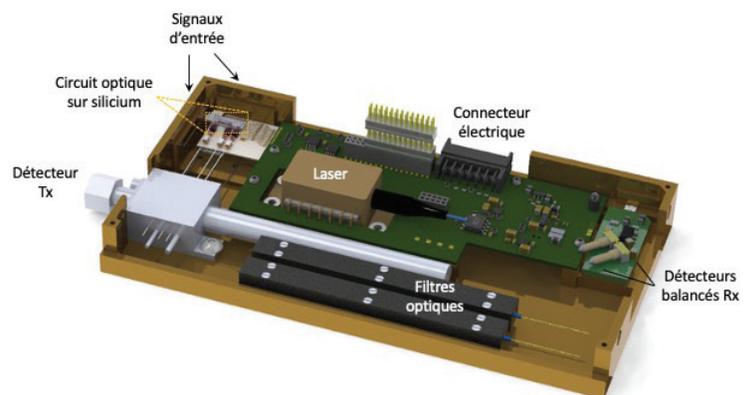


Figure 3 - Représentation schématique du module photonique RF récepteur et transmetteur haute fiabilité

Volet laser multifréquence

Un prototype de qualification de la source laser multifréquence haute fiabilité a aussi été fabriqué et validé durant la dernière année. La caractérisation finale incluait des tests de performance complets, en opération, durant des cycles de température de -15 à 60°C. Le prototype ayant franchi cette première étape avec succès, il a été transféré au client industriel de TeraXion, qui l'a intégré à son prototype de gyroscope. Le système a alors été soumis à des cycles de température couvrant une gamme de 100°C (de -40 à 60°C) et a continué à opérer normalement, atteignant ainsi un jalon très important. À ce jour, ce prototype est toujours utilisé par le client dans son gyroscope, dans lequel il continue à fournir un signal optique stable et de très haute pureté spectrale.



Figure 4 - Unités de qualification de la source laser multifréquence haute fiabilité en préparation pour être installées dans l'enceinte de cyclage en température

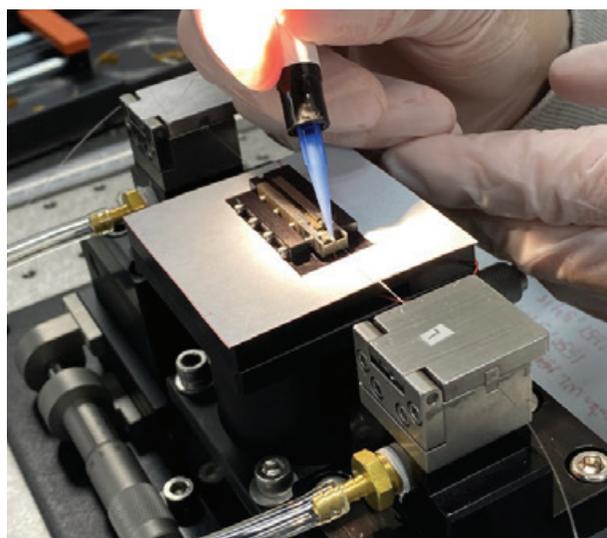


Figure 5 - Assemblage du prototype de filtre optique sur élément piézo-électrique

Parallèlement à ces activités, TeraXion a exploré plusieurs stratégies permettant d'augmenter la performance optique de la source, développant et utilisant des outils de simulation avancés. Certains de ces concepts font présentement l'objet d'expériences en laboratoire et, si les résultats sont probants, ils seront industrialisés et implantés dans la version finale de la source. Par exemple, l'Institut national d'optique (INO) a conçu et fabriqué un prototype de filtre optique monté sur élément piézo-électrique, dispositif qui pourrait servir à réduire le bruit de la source laser multifréquence.

L'INO et TeraXion ont également travaillé de concert à la conception d'une nouvelle version plus robuste du module optique, qui contient les trois puces laser et les puces photoniques sur silicium sur lesquelles se retrouve le circuit optique complet de la source. Ce nouveau module accueillera des versions améliorées de la puce laser et de la puce SiP, qui ont été développées par TeraXion durant la dernière année et qui sont présentement en fabrication.

TeraXion a aussi poursuivi ses efforts de réduction du poids de la source laser multifréquence. Une segmentation de l'électronique de contrôle de la source est présentement envisagée, ce qui permettrait de transférer des circuits et fonctions au microcontrôleur du gyroscope, sans ajouter de poids à celui-ci.

Mobilisation

Durant la dernière année, TeraXion a pu compter sur la contribution de quatre collaborateurs mobilisés qui ont mis leur savoir-faire et leur talent au service du sous-projet. L'Université McGill appuie TeraXion dans le développement du module photonique RF, travaillant à la conception de certains sous-systèmes du module ainsi qu'à sa caractérisation. Deux étudiants à la maîtrise et un stagiaire postdoctoral sont impliqués dans ces activités.

TeraXion a fait appel aux spécialistes de l'Institut national d'optique (INO) pour la conception du module optique haute fiabilité de la source laser multifréquence, de même que pour le développement et la fabrication d'assemblages basés sur des filtres optiques fabriqués par TeraXion. La PME Six Métriques a développé une application FPGA qui sera utilisée dans la source laser multifréquence et contribuera à réduire le niveau de bruit du signal, tandis que EHVA, une autre PME, a analysé et caractérisé les puces photoniques sur silicium de TeraXion.

Priorités de la prochaine année

Les activités de conception des versions haute fiabilité du module photonique RF et de la source laser multifréquence se poursuivront au cours de la prochaine année. La fabrication de prototypes intermédiaires permettra à TeraXion de franchir une étape supplémentaire vers l'atteinte du niveau de maturité technologique TRL-6.

Bilan intermédiaire

L'équipe de TeraXion poursuit ses avancées dans la conception et la fabrication de modules photoniques innovateurs, ultra-compacts et à très haute valeur ajoutée. Bien que des jalons significatifs aient été franchis durant la dernière année, la pandémie a ralenti les activités du sous-projet. L'équipe est donc heureuse de pouvoir compter sur la prolongation de deux ans de la phase 3 accordée par le gouvernement du Québec, qui lui permettra d'amener ses technologies au niveau de maturité souhaité et à mener à bien le développement de ses deux modules haute fiabilité. Par ailleurs, les technologies développées par TeraXion dans SA²GE-3 ouvrent de nouvelles perspectives très intéressantes pour l'entreprise et ses collaborateurs dans d'autres marchés d'avenir, comme la détection acoustique et les véhicules autonomes.

Aperçu du comité des GAINS ENVIRONNEMENTAUX

Le comité s'est réuni quatre fois cette année dans le but de partager les avancées technologiques de chaque partenaire afin de mieux saisir la nature des sous-projets et aussi, définir la meilleure approche à adopter pour la quantification des gains environnementaux en fin de projet.

Par ailleurs, des ententes ont été signées entre certains partenaires et l'équipe d'éco-conception de Bombardier pour que cette dernière les soutienne dans la mesure de leurs gains environnementaux. En effet, l'éco-conception est une expertise que peu d'entreprises maîtrisent si bien qu'elles sollicitent l'aide de Bombardier, pionnier dans le domaine en aéronautique, pour se former et répondre aux attentes contractuelles en fin de projet.

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 SA²GE
-

Aperçu du COMITÉ AUDIT

Comme chaque année, le comité d'audit a travaillé avec un grand souci de rigueur. Cinq rencontres ont eu lieu dans le but notamment, d'étudier les états financiers trimestriels avant 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 2020. 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 2019-2020. 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 l'ajout sous l'égide du Regroupement, du projet mobilisateur « Les projets collaboratifs de l'aéronef de demain ».

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 et membre 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
Président sortant et membre du comité exécutif



Michel Dion,
directeur principal, Innovation, Bell Textron
Canada
*Administrateur, membre du comité exécutif et du
comité d'audit*



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



Geneviève Laverdure,
chef de Service, Satisfaction de la
clientèle et du développement commercial,
Démonstration en vol clients A220 et
projets spéciaux, Airbus Canada
Administratrice



Gilles Néron,
directeur général, Approvisionnement
stratégique et Biens immobiliers,
Air Canada
Administrateur



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



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



Wendy Bailey,
chef, Protection de l'environnement et des
normes, Aviation civile, Transports Canada
Observatrice



Stephan Fogaing,
conseiller en développement industriel
- secteur aérospatial, ministère de
l'Économie et de l'Innovation (MEI)
Observateur



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



Dominique Sauvé,
directrice, Regroupement pour le
développement de l'avion plus écologique
Observatrice



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

ISSN 2562-5721

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2021

Avec le soutien financier de





Regroupement pour le développement
de l'avion plus écologique

673, rue Saint-Germain
Saint-Laurent (Québec) H4L 3R6

Tél. : 514 418-0123
info@sa2ge.org
www.sa2ge.org

Avec le soutien financier de

Québec 