

FAITS SAILLANTS



TABLE DES MATIÈRES

Mot du Président.....	4
Mot d'Aéro Montréal.....	5
Modalités.....	6-8
Volet 1: Développement virtuel	
CONCEPTION ET ESSAIS VIRTUELS	
Cadre de développement d'avions virtuels - Bombardier.....	9-11
INNOVATION AVIONIQUE ET SYSTÈMES	
Nouvelle grappe d'innovation ouverte en avionique - CMC Électronique.....	12-13
Colibri - Thales Canada.....	14-15
Volet 2: Opérations connectées	
OPÉRATIONS NUMÉRIQUES	
Accélération numérique et optimisation de la chaîne de valeur en aérospatial (ANOVA) - CAE.....	16-17
FABRICATION ADDITIVE	
Application de la fabrication additive pour matériaux composites dans les turbines à gaz aérodérivées - Siemens Énergie Canada.....	18-20
PolyCSAM – Polycontrols.....	20-22
En conclusion.....	23

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

ISBN 978-2-9818953-5-6

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2023



C'est avec beaucoup de fierté que nous vous présentons le rapport final du projet mobilisateur stratégique AÉRO21, les Technologies du 21^e siècle pour le développement aérospatial. L'accélération foudroyante du rythme de l'innovation et de l'introduction de nouvelles technologies a entraîné des répercussions sur la façon dont l'industrie aéronautique se développe et opère. Ses produits, toujours plus performants, se complexifient et deviennent très coûteux à concevoir et à produire, tandis que leur mise en marché doit être accélérée pour garantir la compétitivité du secteur.

AÉRO21 a rassemblé les acteurs de l'aéronautique au Québec pour se positionner face aux deux tendances lourdes de cette transformation : créer et structurer une chaîne de valeur en fabrication additive et opérations connectées, et déployer les outils de productivité basée sur la simulation, lesquels ont un impact profond sur le cycle de conception et de fabrication de produits.

Le gouvernement du Québec avait annoncé, à l'hiver 2019, un appui financier de 16,25 millions de dollars à AÉRO21 qui avait été sélectionné dans le cadre de l'appel de projets stratégiques mobilisateurs. Ce projet, d'une valeur de 65 millions de dollars, grâce à l'investissement privé, avait pour but de soutenir la réalisation de projets au sein d'entreprises du secteur de l'aérospatial, notamment des PME. Au nom du conseil d'administration d'AÉRO21, je tiens à remercier le gouvernement et le ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie pour leur confiance renouvelée et leur vision.

En investissant dans le développement de méthodologies et d'outils permettant de visualiser les étapes de conception d'aéronefs ou de composants et d'opérations connectées, le gouvernement a créé un levier permettant de maintenir notre position parmi les grands de l'aérospatiale au monde. Ce soutien essentiel pour notre industrie lui a permis de continuer d'innover et de se démarquer afin de devenir encore plus compétitive.

Malgré les nombreux défis de la pandémie et les bouleversements engendrés par une conjoncture complexe et ardue, l'effet mobilisateur d'AÉRO21 est à la mesure des enjeux stratégiques considérés : 6 partenaires représentatifs du secteur aéronautique québécois ont collaboré avec 26 PME représentant 5,4% de l'investissement. Quelque 15 centres de recherche et universités ont également contribué. Tous ont joint leurs forces dans cette course mondiale à la productivité et les résultats sont remarquables.

À la lecture de ce rapport final, vous allez découvrir les travaux réalisés en cours de projet. Un travail colossal a été accompli par les partenaires et les nombreux collaborateurs associés à AÉRO21, malgré les difficultés rencontrées. Mes remerciements à tous ceux et celles qui, par l'entremise d'AÉRO21, ont contribué à une aviation innovante et compétitive. La grande qualité des représentants industriels et universitaires a permis d'atteindre avec succès nos objectifs.

Sylvain Larochelle
Président d'AÉRO21



AÉRO21: au-delà du développement à technologique conventionnel

La recherche et le développement sont l'un des principaux moteurs de la compétitivité des entreprises de notre industrie sur la scène mondiale. AÉRO21, en parfait alignement avec la Stratégie québécoise de l'aérospatiale 2016-2026, est allé au-delà du développement technologique tel qu'on le connaissait jusqu'ici.

AÉRO21 s'était fixé l'objectif de soutenir la collaboration entre les entreprises qui composent notre grappe. En misant sur cette synergie, les partenaires du projet ont pu développer des produits innovants qui répondent mieux aux besoins du marché. En s'appuyant sur des années de recherche et développement, AÉRO21 visait à intégrer ce savoir pour développer des méthodes et des outils de productivité qui seront utilisables dès maintenant au profit de l'industrie aéronautique et des industries connexes. Cette stratégie unique avait pour finalité de transformer et renforcer les chaînes de valeur en aérospatiale qui évoluent vers une plus grande intégration.

À l'image des actions que nous menons avec la grappe, le projet stratégique mobilisateur AÉRO21 a permis d'enrichir et de renforcer le maillage entre les acteurs de l'industrie pour mieux soutenir le développement des entreprises. Il a favorisé le développement de chaque entité impliquée : les PME ont notamment travaillé en étroite collaboration tant avec des équipementiers qu'avec des centres de recherche ou des universités.

Cette synergie contribue à faire une différence pour un secteur qui joue un rôle majeur dans le développement de notre économie. À titre d'exemple, en 2022, notre secteur occupait le premier rang en matière d'exportations québécoises avec 10,9% du total des exportations du Québec. Des projets comme AÉRO21 sont des leviers incontournables pour permettre à nos entreprises de maintenir ce haut niveau de compétitivité. Ils les encouragent à maximiser les efforts engagés sur les projets d'innovation, à proposer des solutions plus durables et à demeurer compétitives à l'échelle internationale.

Mélanie Lussier
Présidente-directrice générale d'Aéro Montréal

Fondement

À l'instar des autres projets stratégiques mobilisateurs, AÉRO21 est une initiative du gouvernement du Québec, motivé par la course à l'innovation et l'intérêt d'entreprises de domaines variés à établir des partenariats d'investissements. Ces projets mobilisateurs ont pour but de valoriser des projets prioritaires pour le Québec, conçus en collaboration avec l'industrie et mobilisant des acteurs économiques, privés, publics et institutionnels.

Ce projet a rassemblé de nombreux acteurs de l'aéronautique québécoise dans le but de :

- créer et structurer une chaîne de valeur en fabrication additive et en opérations connectées, et;
- déployer les outils de productivité basés sur la simulation, lesquels ont un impact profond sur le cycle de conception et de fabrication des produits.

Il a réuni six partenaires industriels, dont une PME, et s'est déployé sur deux volets. Le volet 1, *Développement virtuel*, visait à développer des méthodologies et des outils permettant de virtualiser les étapes de la conception d'aéronefs ou de composantes d'aéronefs jusqu'à leur certification. Quant au volet 2, *Opérations connectées*, il mettait à profit les développements du domaine des technologies de l'information et des communications et englobait la gestion des mégadonnées et l'intelligence artificielle, la connectivité et l'internet des objets pour relier les divers maillons de la chaîne de fabrication des produits et optimiser son rendement.

La mobilisation au cœur du projet

Par l'entremise des projets mobilisateurs, le gouvernement du Québec soutient financièrement des entreprises privées à but lucratif 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.

L'aspect stratégique d'AÉRO21 concernait autant les défis technologiques auxquels il s'attaque que son effet mobilisateur. Six entreprises, dont une PME, ont participé à 6 sous-projets de recherche et de développement en collaboration avec 26 PME et 15 centres de recherche et universités.

Financement

Le projet mobilisateur AÉRO21, d'une envergure de 65 M\$, a reçu un financement de 16,5 M\$ du ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie dans le cadre du Plan économique du Québec du 27 mars 2018 pour la réalisation de Projets stratégiques mobilisateurs au Québec. L'industrie a investi un montant de 48,75 M\$ pour la concrétisation de projets d'innovation visant à accélérer le virage numérique du secteur aérospatial québécois.

Par ailleurs, l'organisme sans but lucratif AÉRO21 a reçu une aide financière du gouvernement de 122 371 \$ dans le cadre du Fonds d'initiative et de rayonnement de la métropole (FIRM) pour soutenir les activités de l'organisme.

Gouvernance

AÉRO21 est administré par un organisme sans but lucratif qui avait pour rôle de coordonner la sélection des sous-projets et la reddition de comptes, et de surveiller l'évolution des travaux en veillant au respect de la convention de subvention ainsi que d'autres ententes légales régissant le projet stratégique mobilisateur. Cet organisme est sous la responsabilité d'un conseil d'administration élu tous les deux ans par les membres. Cette structure de gouvernance a assuré une gestion saine et efficace du projet, tout en facilitant la focalisation sur les activités de développement afin d'obtenir l'impact recherché.

Pourquoi avoir créé un organisme sans but lucratif?

La création d'un OSBL pour administrer les projets mobilisateurs est un requis de la Convention de subvention régissant les projets mobilisateurs. En l'occurrence, AÉRO21 a pour principale mission de coordonner la reddition de compte semestrielle et de surveiller l'évolution des travaux tout en veillant au respect des ententes légales

CA au 31 mars 2023



Sylvain Larochelle,
Président du conseil d'administration et membre du comité exécutif

Directeur, Bureau de la collaboration technologique, Pratt & Whitney Canada



Patrick Champagne,
Vice-président et membre du comité exécutif

Conseiller stratégique, CMC Électronique



Fassi Kafyeke,
Secrétaire-trésorier et membre du comité exécutif

Conseiller principal recherche, Innovation et Collaborations, Bombardier Aviation



Houssam Alaouie,
Administrateur

Directeur principal, Programmes de R&D et relations avec les institutions d'enseignement supérieur, CAE



Suzanne Benoit,
Administratrice



Jean-Michel Briere,
Administrateur

Directeur général, Presagis



Sylvain Desaulniers,
Administrateur

Président, Polycontrols



Christian Moreau,
Administrateur

Conseiller principal en aérospatiale à la Vice-rectrice à la recherche et aux études supérieures, Université Concordia



René Pronovost,
Administrateur

Vice-président Services, Maya HTT

Observateurs



Alain Aubertin,
Président-directeur général, Consortium de recherche et d'innovation en aérospatiale au Québec [CRIAQ]



Guillaume Bégin
Adjoint exécutif et conseiller stratégique, Direction générale du développement des industries, ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie



Mouhab Meshreki,

Directeur général, Centre de recherches en aérospatiale, CNRC

Diagramme de gouvernance d'AÉRO21



La fin de quelque chose est toujours le commencement d'autres choses¹

AÉRO21 a été conçu pour se déployer promptement et permettre aux partenaires et à la grappe aéronautique québécoise de récolter les fruits de leurs efforts rapidement. En s'appuyant sur sa capacité de mobilisation, ce projet visait à intégrer tout le savoir développé durant des années de recherche et de développement pour déployer des méthodes et des outils de productivité utilisables dès la fin du projet au profit de l'industrie aéronautique et des industries connexes. Il a permis de structurer les efforts des intervenants pour mettre leurs produits sur le marché et a eu pour effet de stimuler la créativité des partenaires ouvrant ainsi la voie à des modèles d'affaires nouveaux.

¹ Proverbe chinois

Cadre de développement d'avions virtuels

BOMBARDIER

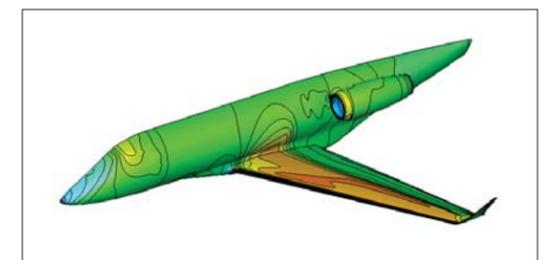
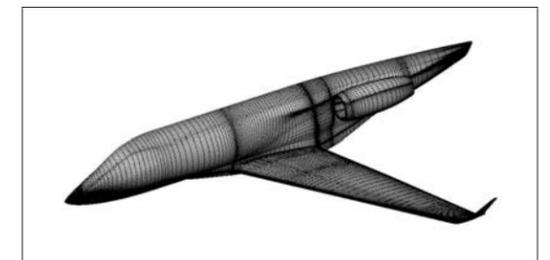
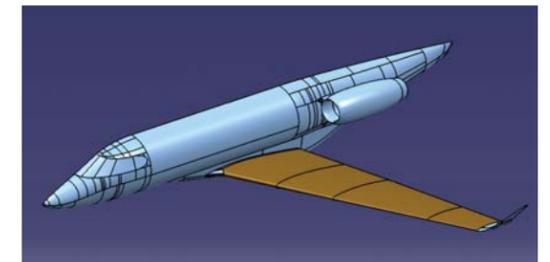
« Un produit plus optimisé se traduit par une diminution de poids de l'avion, une consommation énergétique plus efficace de ses systèmes et un aérodynamisme amélioré. Tous ces aspects contribuent à réduire la consommation de carburant et donc, des émissions de gaz à effet de serre du secteur aéronautique. »

Le sous-projet « Cadre de développement d'avions virtuels » de Bombardier permet le développement de méthodes novatrices et d'outils d'ingénierie de nouvelle génération avec l'objectif principal de virtualiser les étapes de la conception d'avions. Une amélioration des capacités de simulation numérique se traduit directement par des gains en matière de dépenses de temps nécessaire pour développer de nouveaux produits. Ces développements technologiques de pointe permettent de concevoir des produits les plus optimisés qui soient, contribuant à l'essor de l'industrie aérospatiale du Québec.

FAITS SAILLANTS

Le sous-projet a permis la réalisation d'innovations notables, soutenues par plusieurs collaborations universitaires, notamment avec l'université McGill, l'École Polytechnique de Montréal et l'Université Concordia. Le groupe aérodynamique a élaboré des techniques de simulation et d'optimisation qui permettent maintenant l'exploration sans précédent des espaces de conception, contribuant à positionner Bombardier comme meneur de l'industrie en ce qui concerne la capacité d'optimisation des formes aérodynamiques.

Une plateforme numérique pour la gestion des requis a été mise en place et testée avec plusieurs cas d'utilisation, notamment avec un modèle d'avion virtuel incluant l'intérieur de l'avion, décuplant non seulement l'efficacité de gestion multidisciplinaire, mais aussi améliorant la performance des équipes d'ingénierie par un accès à une plateforme intégrant en temps réel les améliorations des concepts virtuels (modèles 3D). De plus, cette plateforme permet de résoudre les problèmes d'intégration à un stade beaucoup plus conceptuel, contribuant à réduire les itérations extrêmement coûteuses qui se produisent dans les phases avancées d'un développement de produit.



Automatisation du cycle de simulation aérodynamique
Génération du modèle 3D (haut), création du maillage (milieu) et résolution de la physique (bas)

CONCEPTION ET ESSAIS VIRTUELS

GAINS TECHNOLOGIQUES
CLÉS — AVANCÉES
MAJEURES

Le sous-projet, divisé en cinq grands axes, a été un succès sur toute la ligne. Chaque axe est désormais implanté dans les opérations d'ingénierie, refaçonnées par les réalisations du sous-projet :

1. Une plateforme d'optimisation multidisciplinaire (MDO) a été élaborée pour permettre d'optimiser la conception en considérant les contraintes des différentes disciplines d'ingénierie. Cette étape conceptuelle est maintenant mise à profit dans divers projets d'envergure mettant déjà en lumière les bénéfices générés par une telle plateforme qui continue d'évoluer.
2. Des modèles haute-fidélité de systèmes ont été créés, permettant les premières boucles de conception de systèmes de façon virtuelle. Notamment, des systèmes de contrôles d'avions et de commandes de vol électriques ont été soumis à ce nouveau processus, permettant d'établir et de valider de nombreux requis avant même l'étape de conception détaillée, en plus de tester des cas normaux et de pannes de manière virtuelle.
3. Un environnement de test virtuel de systèmes a été établi et servira dans le futur pour le développement d'architectures de systèmes d'avion de nouvelle génération.
4. Les lois de contrôle d'un avion de configuration aile-fuselage intégré ont été créées et sont maintenant en validation avec des vols de modèles à échelle.
5. Une plateforme numérique pour la gestion des requis a été mise en place et constituera le cœur de la gestion des prochains développements de produit de Bombardier.

Les 5 axes du sous-projet

1 ÉVALUATION DE TECHNOLOGIE AVION

Créer les outils, méthodes, processus nécessaires et évaluer l'impact de diverses nouvelles technologies au niveau de l'avion afin d'accroître la maturité du produit avant son ancrage futur :

- Plateforme d'optimisation multidisciplinaire (MDO)
- Amélioration des outils de simulation aérodynamique

2 OPTIMISATION D'ARCHITECTURE SYSTÈMES

Effectuer une optimisation globale de l'architecture des aéronefs afin de permettre la quantification des sensibilités et des impacts des technologies des systèmes actuellement disponibles et en développement :

- Modèle de systèmes haute fidélité
- Optimisation d'architecture de commandes de vol électriques dans un environnement simulé de système de concentration et de traitement distribué de données

3 VALIDATION MÉTHODES DE TEST VIRTUELLES

Le développement d'une approche multi-fidélité robuste pour les tests d'architecture système avancée et les tests virtuels, permettant la validation et la vérification des exigences des aéronefs, des systèmes et des sous-systèmes :

- Environnement de test virtuel de systèmes

4 RÉDUCTION DE COÛTS ET DÉLAIS DE DÉVELOPPEMENT

Développement de lois de contrôle pour les configurations d'aéronefs non conventionnelles et de méthodes de validation pour réduire les délais et coûts par rapport aux véhicules d'essais en vol à échelle :

- Lois de contrôle d'un aéronef de configuration non-conventionnelles testées en vol sur deux véhicules à échelle
- Simulateur de vol mis à jour
- Test en soufflerie avec un nouveau système hypersustentateur

5 PROCESSUS ET DOCUMENTATION POUR CONCEPTION ET TEST VIRTUELS

Élaboration, documentation et validation d'un processus de développement système basé sur une approche plus virtuelle augmentant l'utilisation de la modélisation architecturale et la simulation :

- Plateforme Teamcenter pour la gestion des requis

MOBILISATION

Plusieurs mandats ont été octroyés à des PME et des universités dans le cadre du sous-projet.

Par exemple, Bombardier et Polytechnique Montréal ont contribué au développement de nouveaux algorithmes et modèles numériques pour la simulation aérodynamique en conditions dites givrantes. Cela a notamment permis à Polytechnique d'introduire la physique des très grandes gouttelettes « Super Large Droplets – SLD » dans leurs modèles de simulation, et d'en débiter leur validation avec les résultats de soufflerie mis disponibles dans le cadre du projet européen ICE GENESIS. Ces capacités de modélisation sont importantes pour réduire le nombre de tests en soufflerie et en conditions réelles, qui représente d'énormes coûts présentement nécessaires pour la certification de nouveaux produits.

Bombardier a aussi été soutenu par MAYA HTT dans l'implémentation du logiciel de gestion PLM — « Product Life Management » Teamcenter® pour la gestion des requis de l'avion ainsi que la mise en place de la plateforme qui succèdera à Enovia pour la gestion de la conception 3D.

Coup de chapeau!

Plus d'une centaine d'étudiants ont aussi contribué aux divers axes du sous-projet.

RETOMBÉES POUR LE SECTEUR AÉRONAUTIQUE ET LE QUÉBEC

L'impact d'AÉRO21 se retrouve non seulement dans la réussite de la mise en œuvre du cadre de développement d'avion virtuel durant le sous-projet ainsi que le gain de performance et de capacité de simulation attribué aux développements d'innombrables outils d'ingénierie, mais aussi par les briques technologiques fondamentales que le sous-projet a développées. Elles constituent la fondation de plusieurs projets de recherche subséquents s'appuyant sur ces réalisations.

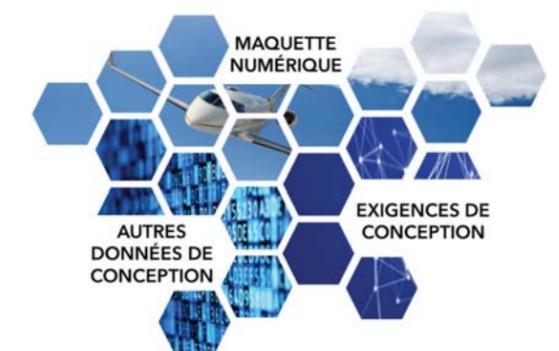
Les prochains développements de produits de Bombardier se feront avec une efficacité accrue grâce à ces outils. Le succès de ces produits bénéficiera aux centaines de fournisseurs traditionnellement impliqués sur ces programmes avec des retombées économiques à grande échelle.

Les améliorations des produits existants et le soutien de l'ingénierie à la flotte existante de Bombardier bénéficient déjà des réalisations du sous-projet.

EN CONCLUSION

Le développement d'un cadre de développement d'avions virtuels tel que soutenu par AÉRO21 est au cœur de la capacité de l'aviation à développer des produits qui répondent à des attentes environnementales élevées, mais à des coûts acceptables. Plus les outils de conception sont efficaces et capables de produire des optimisations performantes, plus l'industrie est en mesure de suivre les attentes du marché et en particulier d'accélérer vers l'objectif commun d'une aviation carbonneutre d'ici 2050.

Les activités conduites dans AÉRO21 ont en particulier permis de collaborer avec le milieu postsecondaire en soutenant la recherche universitaire et en transférant vers l'industrie des technologies de modélisation avancées tout en offrant de nombreuses opportunités de développement par l'entremise des stages en recherche et développement, contribuant ainsi à la formation de personnel hautement qualifié en aéronautique.



Environnement de conception connecté



Nouvelle grappe d'innovation ouverte en avionique

«Le laboratoire donne accès à des capacités importantes pour la conception, la mise au point, l'intégration et les essais, jusqu'à la certification d'applications logicielles ou matériel. Cette accessibilité est unique à notre écosystème.»

CMC a conçu et mis en place un environnement de développement en avionique collaboratif et ouvert unique au Québec et au Canada. Cet environnement permet la mise au point, la démonstration, la certification et la commercialisation d'instruments et d'équipements avioniques.

Ce laboratoire se caractérise par deux éléments de base :

- Une *plateforme informatique ouverte de calibre avionique* qui permettra aux partenaires externes d'héberger et de développer leurs produits logiciels.
- Une *infrastructure physique située chez CMC*, représentant un poste de pilotage complet et reconfigurable. Elle inclue des écrans d'affichage intelligents, la plateforme informatique avionique de CMC, ainsi que d'autres équipements d'avionique physiques ou simulés tels que le système de gestion de vol, des radios de navigation ou des senseurs avioniques, soutenus par un simulateur de vol intégré.

FAITS SAILLANTS

Le sous-projet a permis de développer une plateforme (calculateur et infrastructure logicielle) de classe mondiale. Cette innovation permet à CMC d'offrir une solution différenciée par rapport aux grands intégrateurs et à ses partenaires d'exercer un meilleur contrôle sur leurs propres solutions et de les adapter selon leurs besoins.

Le laboratoire est au cœur de l'évolution de CMC vers des solutions plus logicielles, plus configurables et dont l'adaptation est moins coûteuse. L'expertise acquise par les équipes de CMC est très précieuse pour le développement futur de fonctions logicielles et l'accompagnement des partenaires.

L'environnement complet, soit les installations physiques, la plateforme, les outils et la documentation représentent un ensemble unique qui va servir de tremplin à la fois pour CMC, mais aussi pour ses partenaires locaux et internationaux.

GAINS TECHNOLOGIQUES CLÉS — AVANCÉES MAJEURES

L'évolution technologique fait en sorte que de nombreux systèmes qui étaient historiquement implantés sous la forme d'unités indépendantes sont maintenant implantés sous la forme d'applications logicielles. Cette évolution présente des avantages indéniables en termes de complexité, tels que le nombre d'unités à bord, la masse des unités, la masse du câblage, la complexité du câblage, etc. Elle demande toutefois des calculateurs capables d'héberger ces différentes fonctions. La plateforme informatique ouverte de calibre avionique a été développée de façon à permettre à la fois la conception, la mise au point et l'intégration de fonctions de ce type sur un calculateur à architecture ouverte. Ceci veut dire que des applications développées par diverses parties comme CMC, un fournisseur et un partenaire peuvent coexister dans le même calculateur et satisfaire toutes les exigences de certification. De plus, cette plateforme peut être utilisée soit chez CMC ou indépendamment pour ces activités. Ceci ouvre également la porte aux innovateurs de l'écosystème québécois pour avoir accès à une technologie de classe mondiale. L'hébergement de fonctions de CMC et de tierces parties a été démontré en laboratoire chez CMC avec Bombardier et le CTA, et à distance, par plusieurs partenaires internationaux. L'hébergement de fonctions se poursuivra chez le partenaire Bombardier dans le cadre d'autres projets.

Pour exploiter cette plateforme à son plein potentiel, une capacité intégrée de test et d'intégration de systèmes a été développée, permettant de tester à la fois des applications logicielles ou des boîtiers traditionnels dans un environnement représentatif. Par exemple, une fonctionnalité de configuration du télépilotage en mode virtuel et en mode « Hardware in the Loop » a été conçue.

À la suite du sous-projet, le laboratoire possède les fonctionnalités et la maturité requises pour son utilisation dans le cadre de développement de solutions logicielles et matérielles, ainsi que pour des intégrations de systèmes complexes. Le laboratoire peut se décliner en différentes versions, de la version 100% logicielle à des versions intégrant plus ou moins de matériel avionique, selon les besoins et les phases de développement.

MOBILISATION ET RETOMBÉES

Étant donné que le sous-projet s'est concentré sur la mise au point et le déploiement de technologies, les objectifs de mobilisation des centres de recherche n'ont pas été atteints. Cependant, l'expertise acquise par les PME mobilisées sera redéployée dans la conception du système d'exploitation de Mannarino en particulier.

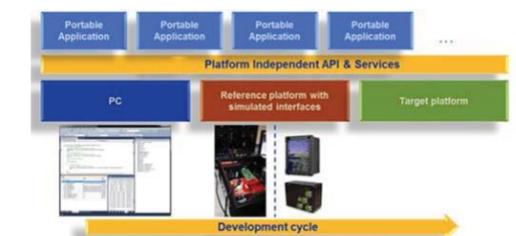
Bon coup!

Ce qui a été accompli dans le cadre du projet AÉRO21 est extrêmement important à la fois pour CMC et pour l'écosystème. Il s'agit du seul environnement vraiment ouvert, s'appuyant sur le premier calculateur multicœurs certifié au monde, et qui n'est pas contrôlé par un avionneur majeur ou un grand intégrateur.

EN CONCLUSION

Le sous-projet a eu un impact important sur CMC sur deux axes principaux :

- Le développement de la plateforme logicielle a permis d'accéder à des projets internationaux majeurs dans les secteurs traditionnels de l'aviation et un accès initial aux marchés émergents de la mobilité aérienne avancée et des drones.
- L'expertise développée par un nombre important d'ingénieurs de CMC et ses partenaires est unique au Québec et permet d'envisager l'expansion de la plateforme en termes de fonctionnalités et d'applications.

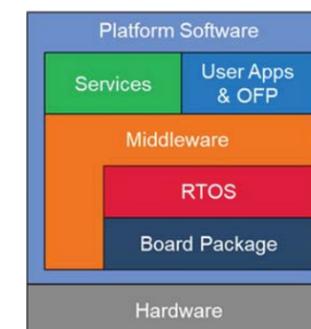


Environnement de test

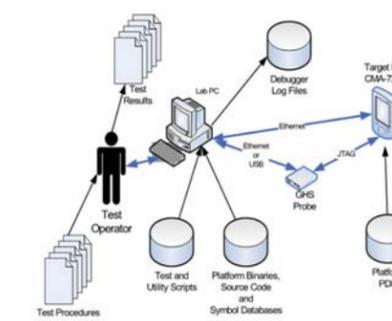
CONTRIBUTION AU DÉVELOPPEMENT DURABLE

La transformation de fonctions historiquement déployées sous la forme d'unités individuelles par des applications logicielles amène une réduction de la masse par l'élimination d'un boîtier électronique et la consolidation du câblage. Ces impacts sont toutefois limités considérant la masse des autres systèmes à bord d'un appareil.

Néanmoins, une réduction de la masse engendre une réduction de la consommation en carburant ce qui réduit à son tour l'émission de gaz à effet de serre.



Infrastructure logicielle



Relations entre les différents éléments de l'infrastructure de développement et de test



Installations de test

Colibri



«Le projet AÉRO21 a permis à Thales et à ses partenaires de progresser dans le domaine des avions électriques et des systèmes et fonctions logicielles nécessaires à leur contrôle. Ce domaine est en pleine ébullition et pourrait devenir significatif dans l'aviation de demain. L'expertise gagnée grâce aux travaux sur ce sous-projet pourrait permettre au Québec de saisir une part de ce marché et sécuriser de nombreux emplois de qualité pour les années à venir.»

Le sous-projet Colibri visait à concevoir un environnement virtuel permettant de développer en toute sécurité les systèmes de contrôle des futurs moyens de mobilité (taxis volants ou petits avions électriques). Ces nouvelles formes de transport ne seront viables que si elles répondent aux attentes de l'ensemble de la population et pas seulement à leurs utilisateurs. Elles doivent permettre de contribuer à la réduction de l'empreinte environnementale, de minimiser les impacts sonores et visuels, de garantir la vie privée, de réglementer l'utilisation des données récoltées et par-dessus tout, d'être extrêmement sûres.

FAITS SAILLANTS

Le sous-projet a permis de développer un environnement de simulation visant à reproduire le fonctionnement d'un taxi volant, pour pouvoir y intégrer un système de contrôle de vol adapté et robuste aux différents scénarios de panne redoutés. L'environnement virtuel a permis de développer les fonctionnalités de base pour le contrôle de nouveaux avions aux architectures très hétérogènes, incluant de multiples surfaces et de multiples sources de propulsion. Il contribuera au développement de futures fonctionnalités, telles que les vols complètement autonomes, sans pilote.

Le sous-projet a également permis de développer des équipements physiques, en parallèle de l'environnement de simulation, puis de vérifier que la simulation était bien représentative du comportement attendu sur les équipements physiques.

GAINS TECHNOLOGIQUES CLÉS — AVANCÉES MAJEURES

Coup de cœur!

Un des objectifs de Thales est de développer un produit de commandes de vol adapté au marché des avions électriques. Étant donné les contraintes dans ce domaine, telles que la puissance et l'autonomie limitée des batteries, il faut proposer une solution innovante, en rupture avec les solutions classiques. En effet, Thales vise un système 75% plus petit et plus léger que les solutions les plus compactes à ce jour sur le marché ainsi que 40 fois plus puissant capable d'intégrer de multiples applications sur le même processeur, le tout en conservant le plus haut niveau de sécurité.



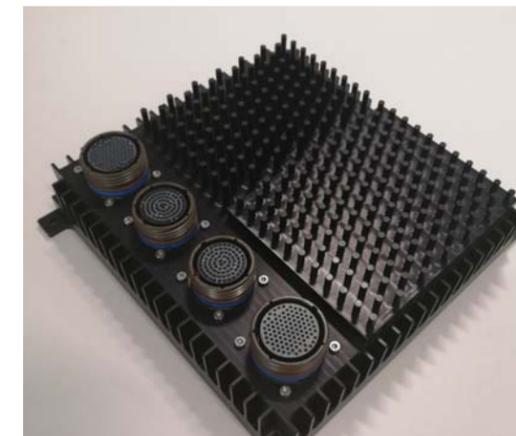
Banc de démonstration d'un avion électrique (taxi volant ou petit avion électrique)

Pour faciliter le développement de cette solution, Thales devait développer un environnement virtuel permettant de reproduire le comportement du produit visé et de tester des fonctions innovantes, dans un environnement sécuritaire.

Le sous-projet a permis de développer un environnement de simulation représentatif et fiable. Cet outil permet à Thales de valider les nouvelles fonctionnalités en parallèle du développement du produit physique et d'intégrer beaucoup plus facilement ces fonctionnalités à mesure de la disponibilité des pièces physiques. Cet outil servira également aux partenaires actuels et futurs de Thales à développer et valider les concepts spécifiques à leurs avions, dans un environnement temps réel qui reproduit bien la performance attendue des calculateurs physiques.

Ce sous-projet a également favorisé des avancées considérables au niveau du développement du produit physique envisagé pour ce marché.

Ce produit inclut des innovations diverses qui réduisent son poids et sa puissance. L'objectif de réduction n'est pas encore atteint, mais Thales progresse dans la bonne direction. Au niveau de la performance en temps de calcul, Thales a réussi à mettre en œuvre un microprocesseur multicœur et à définir une architecture permettant l'implémentation d'applications multiples. Le sous-projet a également contribué à définir les méthodologies requises pour certifier cette solution dans un domaine aussi critique que les commandes de vol. La solution développée améliore beaucoup la performance en temps réel, par rapport aux solutions précédentes. Le travail sur les démonstrations requises pour la certification est toujours en cours.



Maquette d'un calculateur de commandes de vol pour contrôler un avion électrique

MOBILISATION ET RETOMBÉES

Thales a travaillé avec deux universités, ÉTS et Polytechnique, sur un projet de miniaturisation de composants électroniques, qui pourront éventuellement être utilisés dans les calculateurs de commande de vol et ainsi contribuer à la réduction de la taille des circuits, de la puissance et du poids du calculateur. Une première phase a été complétée dans le cadre du projet AÉRO21. Cette collaboration a été très bénéfique et se poursuivra au-delà de ce sous-projet, pour continuer d'améliorer le niveau de maturité des solutions développées.

De nombreuses PME ont également contribué au développement des moyens d'essais et au développement du logiciel de bas niveau intégré dans le calculateur. Cette collaboration a permis de développer une expertise très spécifique dans le domaine du logiciel embarqué sur des microprocesseurs complexes, qui sera disponible pour Thales et d'autres industriels québécois œuvrant dans ce domaine. Les relations d'affaires solides entre Thales et les PME impliquées qui se sont développées au cours du sous-projet seront primordiales pour les années à venir, surtout dans un contexte de manque de main-d'œuvre qualifiée.

Ce sous-projet se concentre sur des solutions adaptées pour des avions électriques, contribuant à la réduction de l'empreinte environnementale. Le développement de ces avions vise également à apporter une réponse aux problèmes de mobilité qui vont de pair avec l'accroissement de la population dans le monde.

Ces solutions sont beaucoup plus petites et légères, nécessitant moins de matières premières, de matières dangereuses et d'énergie pour leur fabrication tout en intégrant en un seul système de multiples fonctions auparavant hébergées sur un grand nombre de calculateurs.

EN CONCLUSION

Thales a développé un pôle de compétences en commandes de vol au Québec depuis une vingtaine d'années. L'entreprise ne cesse d'innover et tente constamment d'améliorer ses solutions en les adaptant aux besoins du marché et aux contraintes environnementales de plus en plus importantes. Le projet AÉRO21 a permis de pousser cette innovation dans un domaine du futur relié aux avions électriques et aux nouvelles formes de transport urbain. L'expertise développée dans le cadre du projet permettra au Québec de rayonner dans un domaine prometteur pour le futur.

Projet ANOVA: Accélération numérique et optimisation de la chaîne de valeur en aérospatiale



«L'évolution numérique de l'expérience client a permis la création d'un nouveau portail d'échanges interentreprises [web Business-to-Business (B2B)] centralisant un large éventail de besoins clients en services après-ventes tels que le commerce électronique et la gestion des billets, les communications, et les services techniques et de maintenance.»

Le sous-projet ANOVA — Accélération numérique et optimisation de la chaîne de valeur en aérospatiale — se veut le catalyseur d'une vaste réingénierie des procédés et des méthodes de CAE. Ce sous-projet vise à établir les fondations d'un écosystème manufacturier et technologique capable de soutenir sa croissance et d'augmenter sa compétitivité sur les marchés. Ce vaste chantier est axé sur quatre grands thèmes :

- Amélioration logistique;
- Transformation de la chaîne d'approvisionnement;
- Les données en tant que service (*Data as a Service*);
- Évolution numérique de l'expérience client.

FAITS SAILLANTS

Le volet amélioration logistique a permis des gains de productivité au niveau de la gestion physique d'inventaire tel que la réception de marchandise, la manutention, l'entreposage, les sous-assemblages et la traçabilité de l'approvisionnement dans l'usine. De plus, des gains d'efficacité grâce à l'informatique décisionnelle (BI) ont été réalisés en ce qui concerne la gestion des niveaux des stocks (quantité, fréquence, renégociation de l'approvisionnement) et sur la gestion des pièces critiques en ces temps d'incertitude (pénurie de pièces, retards et complexité logistique d'approvisionnement).

La plateforme S2P (SAP Ariba — volet Transformation de la chaîne d'approvisionnement) a engendré des gains opérationnels considérables découlant entre autres du fait que les clients internes (ingénierie, production et autres fonctions) peuvent maintenant commander plusieurs produits directement dans la plateforme S2P par l'entremise d'un catalogue d'articles standardisé. De plus, les fournisseurs peuvent téléverser leur facturation sur la plateforme et les paiements se font automatiquement lorsque les différents mécanismes de validation (*3 way PO match*) le permettent. Le processus est ainsi simplifié et raccourci pour le consommateur interne et le volume de transactions est réduit pour les groupes d'approvisionnement et des comptes à payer.

L'architecture infonuagique du lac de données intègre la vaste majorité des données nécessaires à l'intelligence d'affaires ainsi que les différents algorithmes d'IA. On retrouve par exemple les informations clients et fournisseurs, les signaux de production, les signaux d'achats, le niveau de stocks, ou encore l'historique des fournisseurs (délais de livraison, prix antérieurs, quantités commandées).

GAINS TECHNOLOGIQUES CLÉS — AVANCÉES MAJEURES

L'amélioration logistique consiste à implémenter des processus de gestion 4.0 dans le but stratégique d'avoir la bonne pièce au bon moment et au bon endroit. Ceci inclut l'optimisation des processus logistiques afin de générer des réductions de coûts, de permettre une réduction de l'inventaire et des délais d'approvisionnement. Sommairement, les principales avancées et gains technologiques sont les suivants :

- Un processus et système de gestion d'inventaires de pointe en soutien à nos opérations globales;
- Une optimisation des activités de réception, de sous-assemblage, de manutention et d'installation des pièces et équipements, incluant la mise en place d'une tour de contrôle, la robotisation du système de manutention dans les entrepôts, la consolidation électronique des lots de pièces, l'introduction d'un système d'étiquettes RFID pour la localisation et le suivi de pièces critiques, et l'implantation d'un système de gestion quotidienne [*daily management system (DMS)*] numérique;
- Un système de comparaison des pièces (*3D part finder*) permettant l'identification des composants physiquement identiques malgré la variation des nomenclatures et numéros de pièces.

La transformation de la chaîne d'approvisionnement S2P (*Source-to-pay*) vise la réingénierie de l'ensemble des processus d'approvisionnement allant des achats jusqu'aux comptes fournisseurs. Ceci inclut entre autres l'introduction d'outils intégrés permettant d'accroître la visibilité et le contrôle des achats, d'automatiser et d'optimiser les processus, et de gérer le risque de la chaîne d'approvisionnement. Sommairement, les principales avancées et gains technologiques sont les suivants :

- Plateforme logicielle S2P et son déploiement à l'ensemble des fournisseurs;
- Intégration de la plateforme avec notre système ERP et des systèmes connexes;
- Des outils prédictifs des délais fournisseurs et des besoins en pièces de remplacement pour les simulateurs en service.

Les données en tant que service visent à créer l'architecture et l'infrastructure technologique (lac de données) nécessaires à la création d'une culture d'entreprise axée sur les données et tirant parti de l'informatique décisionnelle, l'apprentissage machine (*machine learning*) et l'apprentissage profond (*deep learning*). Ce volet consiste à entamer la migration vers l'infonuagique et représente un grand avancement dans notre transformation liée à l'industrie 4.0.

L'évolution numérique de l'expérience client consiste en l'implantation d'un écosystème numérique transformant les interactions entre CAE et ses clients. Les solutions développées favorisent l'utilisation de l'intelligence artificielle, l'optimisation de l'utilisation du stock et améliorent l'expérience client tout en répondant aux besoins en cybersécurité. Les extraits générés enrichissent l'environnement de données du lac de données. Pour y arriver, différents outils ont été développés :

- Services techniques et de maintenance pour les produits en service;
- Systèmes de gestion des billets des clients;
- Commerce électronique (commande des pièces provenant des clients);
- Gestion des profils et communications des clients;
- Gestion des communications des bulletins de services;
- Moteur de recherche.

MOBILISATION ET RETOMBÉES

L'ampleur des mandats accordés aux différentes PME a fortement contribué aux revenus de celles-ci. Mais au-delà de l'envergure financière, la complexité de l'environnement de CAE, de ses processus et de ses procédés a permis d'élever le savoir-faire des PME mobilisées. Qui plus est, cette expertise sera transférable à l'industrie manufacturière québécoise ainsi qu'à sa filiale aérospatiale dans le cadre de futurs mandats. L'exercice d'optimisation, de numérisation et d'intégration des procédés manufacturiers de CAE accentuera le rayonnement et la crédibilité des PME mobilisées et sera porteur de débouchés auprès des grands industriels du Québec.

EN CONCLUSION

Le soutien du projet mobilisateur stratégique AÉRO21 a permis d'appuyer la croissance et d'augmenter la compétitivité et la présence de CAE sur les marchés, ce qui se traduit par la création de valeur pérenne pour l'ensemble de l'écosystème québécois dont fait partie CAE.

Coup de cœur!

Il a également facilité l'amélioration de la productivité à l'interne chez CAE et a favorisé la croissance de l'entreprise tout en nous outillant face à la pénurie de main-d'œuvre. De plus, le projet mobilisateur a favorisé le maintien et la création d'emplois directs et indirects, la création d'opportunités d'apprentissage en milieu de travail pour les étudiants, et a contribué à renforcer nos systèmes d'information en appui à notre carboneutralité.

Application de la fabrication additive pour matériaux composites dans les turbines à gaz aérodérivées

«Le secteur de l'aéronautique a intégré diverses formes de fabrication additive (FA) à l'ensemble de ses processus et de ses fonctions, de la création jusqu'aux réparations précédant la fin de vie des composants. Au futur, l'utilisation d'une matrice thermodurcissable en FA va ouvrir de nouvelles voies dans le secteur aéronautique au Québec.»

Le sous-projet s'intègre dans le volet des opérations connectées et vise à explorer la possibilité de développer des composants dans les turbines à gaz mis en forme grâce à la fabrication additive par matériaux composites.

Ce sous-projet s'inscrit dans une collaboration de recherche sur la FA en composites entre Siemens Énergie Canada, le Centre des technologies de fabrication en aérospatiale (CTFA) à Montréal du NRC-CNRC, ainsi que la PME SolidXperts. Il vise à prouver si la FA en composites est viable pour des pièces de production dans le domaine aérospatial, dans le but de réduire le temps et coût de production.

FAITS SAILLANTS

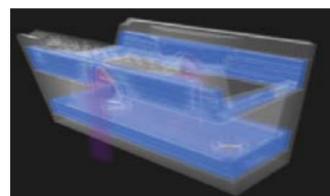
Siemens Énergie a décidé d'explorer le domaine des matériaux composites en fabrication additive dans le cadre du projet mobilisateur AÉRO21. Toutes les étapes de fabrication d'une pièce (conception, production, inspection, test, et réparation) sont revues afin d'optimiser les qualités recherchées en FA. Cela nous amène à évaluer les caractéristiques (mécanique, chimique et tenue à la fatigue) des matériaux que l'on peut utiliser, à trouver les applications possibles et ainsi passer et réussir les tests des composants.

Bon coup!

Ce sous-projet a permis à Siemens Énergie de développer ses relations en matière de collaboration avec ses partenaires, en échangeant du savoir-faire et en partageant de nouvelles découvertes.

D'un point de vue technologique, ce sous-projet a permis à Siemens Énergie de :

- Mettre au point et tester une plate-forme et des matériaux spécifiques pour la FA en composites en considérant tous les aspects industriels incluant l'environnement ;
- Développer un processus et une série de tests sur des échantillons afin de répondre aux exigences de la FA, ce qui nous a permis de mieux comprendre l'ensemble des paramètres de l'impression en composites et d'élaborer un protocole d'impression adapté à notre activité ;
- Développer des processus et des protocoles de santé et sécurité strictes dans notre site à Montréal pour les plates-formes en FA.



Vu des couches Composant en FA, renforcé avec la fibre de carbone continue

Néanmoins, plusieurs obstacles ont été rencontrés tout au long du sous-projet : la plate-forme et le matériau testés ont présenté certains inconvénients qui ne permettent pas d'utiliser pleinement cette technologie dans des pièces de production (limites des choix de matériaux, limites sur la précision de placement de la fibre, difficulté de renforcer les irrégularités telles que les attaches locales, etc.).

La technologie de FA employée et le matériau seront donc utilisés pour les pièces de banc d'essai et les applications à durée de vie limitée telles que les tests ponctuels sur le moteur et les outils pour la chaîne

de montage. Le sous-projet a pu tester deux composants redessinés sur la turbine à gaz. Les concepteurs peuvent maintenant concevoir des pièces en FA en composites avec des règles en conception et en propriétés mécaniques.

GAINS TECHNOLOGIQUES CLÉS — AVANCÉES MAJEURES

- Plate-forme sur site pouvant fournir des pièces avec une durée de vie limitée ;
- Compréhension des limites mécaniques ;
- Applications potentielles ;
- Outillage personnalisé pour les applications de réparation et de révision ;
- Liens avec les fabricants d'équipements de FA sur la future technologie et les matériaux d'intérêts.

MOBILISATION ET RETOMBÉES

Le CTFA à Montréal a des années d'expérience dans le domaine de recherche en composites pour l'aérospatiale et souhaitait explorer les matériaux composites dans un environnement industriel où l'expérience est limitée.

Ce nouveau modèle de matériau a présenté des défis pour leurs méthodes de tests : l'expérience acquise a été intégrée et les méthodes ont été améliorées. Ce matériau et cette technologie peuvent également être utilisés par les fabricants locaux de machines

et d'outils pour leurs propres applications. Cela aidera d'autres PME à faire des choix éclairés sur l'utilisation de la FA en composites. Grâce au sous-projet, Siemens Énergie a pu ouvrir une porte sur le monde de l'application des composites dans les turbines à gaz ce qui a permis au CTFA d'explorer une nouvelle piste dans leurs recherches et, par la même occasion, de profiter de notre expertise en matière de FA. D'un autre côté, les conclusions vont permettre au NRC-CNRC d'avoir une vision plus claire sur l'avenir de la FA en composites dans le milieu industriel et plus précisément dans le secteur aérospatial.

Du côté de SolidXperts, ils pourront bénéficier de l'accès à de nouvelles applications pour leurs imprimantes 3D et démontrer l'utilisation du composite en FA sur une turbine Siemens Énergie. Ceci simplifiera le processus de ventes et facilitera la mise en œuvre pour d'autres PME.

Le Québec et plus précisément Montréal affichent un marché croissant d'applications soutenant les technologies de la FA, surtout dans le domaine aéronautique. Actuellement, la FA des pièces métalliques a atteint un point où le processus est bien compris dans le monde entier. Il y a de plus en plus d'efforts pour certifier plus de composants par l'entremise d'organismes de réglementation tels que le *Federal Aviation Administration (FAA)*. La compréhension de la technologie de la FA ainsi que ses limites par le NRC-CNRC vont permettre à celle-ci de transmettre les nouvelles connaissances des applications industrielles à l'aérospatiale en créant une équipe de spécialistes qui, à son tour, guidera et soutiendra d'autres compagnies aérospatiales dans leur intégration de la FA.

Il y a une pénurie de personnel qualifié dans la conception et l'utilisation de la FA en termes de technologie et de production : ainsi, les stagiaires et les participants du sous-projet vont aider à élargir l'impact du Québec dans le domaine de la FA. Aucun nouveau poste n'a été créé de façon permanente, mais ces compétences liées à la FA vont aider à maintenir les postes actuels face au déclin progressif de l'utilisation du pétrole et du gaz comme sources d'énergie.

De nouveaux partenariats avec des universités intéressées dans cette technologie nous ont aussi permis d'échanger sur les résultats obtenus favorisant ainsi le progrès de la FA.

S'assurer d'avoir une empreinte écologique minimale est essentiel pour toute fabrication dans le secteur aéronautique et ses produits aérodérivés. Dans une étude italienne comparant les effets écologiques de la fabrication additive (FA) et le moulage de précision (MP) d'un carénage métallique de turbine de gaz, la FA pourrait réduire les émissions de gaz à effet de serre par plus de 30 % ainsi qu'une réduction de 90 % de matériel perdu.¹

Un autre article, qui s'intéressait plus spécifiquement aux composites fait par FA relativement aux méthodes traditionnelles, a démontré des résultats similaires à celui de l'étude sur le carénage, indiquant une forte contribution possible de la FA en composite au développement durable.²

Siemens Énergie bénéficiera de réductions similaires dans les pièces fabriquées avec cette technologie. Ce bénéfice s'ajoutera aux efforts de Siemens Énergie pour fournir des produits facilitant la transition énergétique et la réduction des émissions avec, par exemple, nos turbines « Dry Low Emissions » fonctionnant à l'hydrogène et autres produits pouvant générer de l'électricité. Bien que marginale à l'égard des émissions totales de la turbine aérodérivée et de sa fabrication, la fabrication de pièces en FA est un premier pas en avant.

¹Serra, A. et Al. Comparing Environmental Impacts of Additive Manufacturing vs. Investment Casting for the Production of a Shroud for Gas Turbine, *ASME Turbo Expo 2021, 2021*, (July 7, 2021)

²Kafara, M. et Al. Comparative Life Cycle Assessment of Conventional and Additive Manufacturing in Mold Core Making for CFRP Production, *14th Global Conference on Sustainable Manufacturing, 2016*, (July 7, 2021)

Siemens Energy (Suite)

EN CONCLUSION

La fabrication additive est une technologie qui va non seulement avancer le développement du secteur aérospatial, mais a le potentiel d'être utilisée dans tous les objets du quotidien. En particulier, l'avancement des composites peut avoir des impacts monumentaux sur la science des matériaux en offrant une manière rapide, légère, durable et efficace de créer des pièces qui historiquement doivent être reconçues plusieurs fois ce qui est coûteux.

Ce sous-projet permet non seulement à Siemens Énergie d'intégrer les leçons du sous-projet aux outils en composite que l'on développe déjà, mais permet aussi l'avancement de la technologie en composites ainsi que de la FA dans toute l'industrie aérospatiale en échangeant sur nos résultats et expériences.

AÉRO21 a permis d'accumuler des résultats quantitatifs par rapport aux propriétés matérielles des composites utilisant une matrice thermoplastique. Cela nous a menés à concevoir des composants du banc d'essai qui ont été utilisés lors de tests réels sur une turbine pendant un mois. Ces résultats nous ont aussi donné une nouvelle perception sur la conception d'autres projets de fabrication additive.



Vu d'une couche renforcée.

PolyCSAM: la fabrication additive par projection à froid à sa pleine échelle industrielle.



«Les équipements ainsi que les nouvelles approches pour la préparation des surfaces développées grâce au soutien d'AÉRO21 ont permis de repousser certaines limites technologiques.»

Grâce au soutien d'AÉRO21, le sous-projet nommé PolyCSAM (*Polycontrols — Cold Spray Additive Manufacturing*) est né du rêve de créer une plateforme unique de classe mondiale pour la fabrication additive par projection à froid. Conçu et opéré dans un contexte Industrie 4.0 et doté d'une cellule robotisée pour l'usinage et la finition de surface *in situ* (sur place), PolyCSAM offre à ses clients un environnement industriel totalement numérique qui permet la réalisation de composants d'intérêt pour l'industrie ainsi que la réparation, la remise en service ou l'ajout de valeur à des composants existants de dimensions allant de quelques cm à plusieurs mètres et d'un poids allant de quelques kilogrammes à des centaines de kilogrammes, le tout par l'entremise de l'utilisation de plusieurs technologies vertes.



GAINS TECHNOLOGIQUES CLÉS — AVANCÉES MAJEURES

PolyCSAM est un facteur de différenciation important pour Polycontrols. Il permet de mettre à profit une combinaison unique d'expertises pour offrir à nos clients des solutions innovantes qui maximisent leur productivité. PolyCSAM a renforcé le leadership technologique de l'entreprise ainsi que notre positionnement en tant qu'intégrateur clé en ingénierie des surfaces en permettant l'impression 3D de composants métalliques :

- Sans véritable restriction quant à la taille des pièces ;
- Sans aucune zone affectée thermiquement, donc aucun dommage au substrat (aucune altération de la pièce originale, les pièces peuvent donc être réparées indéfiniment) ;
- En permettant de déposer successivement des matériaux et alliages divers (capacité multimatériaux) ;
- En permettant autant la production de masse que le prototypage rapide ;
- En offrant un taux de dépôt de matière très élevé, jusqu'à 10 fois plus élevé que pour les techniques d'impression 3D concurrentes ;
- En offrant une capacité de déposer ou de bâtir sur des pièces existantes un choix de matériaux très diversifiés (ex. : aluminium, titane, cuivre, nickel, acier et leurs alliages respectifs) ;
- En ayant la capacité d'ajouter de la valeur à des composants fabriqués par des procédés conventionnels de production de masse, par exemple l'usinage, le moulage et le forgeage.

MOBILISATION ET RETOMBÉES

Contribuant à une économie circulaire et durable, PolyCSAM a permis de qualifier de nouvelles réparations de composants aéronautiques ainsi que de réaliser des projets de recherche collaborative de grande envergure visant le développement de structures plus légères, de moteurs électriques plus performants et de réparations plus respectueuses de l'environnement.

Les développements applicatifs accomplis avec la projection de matériaux avancés ont permis de répondre à des besoins immédiats et continus pour des pièces de rechange difficilement disponibles tout en offrant, à plus long terme, des options plus résistantes à l'usure ainsi que le remplacement de certains procédés nocifs pour la santé et l'environnement. À titre d'exemple, on peut penser au remplacement de bains de placage par des solutions CSAM.

Les équipements ainsi que les nouvelles approches pour la préparation des surfaces développées grâce au soutien d'AÉRO21 ont permis de repousser certaines limites technologiques, ce qui s'avérait essentiel au développement de revêtements et de dépôts tels que ceux requis pour les turbines à gaz de nouvelle génération, la protection contre l'usure et la corrosion des trains d'atterrissage, du fuselage ou des ailes.

EN CONCLUSION

Coup de chapeau!

Notre participation à plus de dix projets et consortiums de recherche collaborative et chaires de recherche universitaire a procuré à Polycontrols un accès privilégié aux connaissances pertinentes sur des sujets pointus tels que la projection thermique et à froid, l'ingénierie des matériaux, la simulation et modélisation numérique, la robotique, l'analyse de données, l'IA, le IoT et les technologies des capteurs. Ceci a renforcé de façon significative notre capacité d'innovation ainsi que notre position et celle de nos partenaires, au sein de la chaîne de valeur et d'approvisionnement du secteur aérospatial québécois et international.

La participation d'AÉRO21 a concrètement permis la formation de jeunes professionnels ainsi que la création d'une vingtaine d'emplois permanents de qualité, et ce tant au niveau de la fabrication (*manufacturing*) qu'en métallurgie, en matériaux avancés, en optimisation de procédés et robotique.

EN CONCLUSION

Les objectifs du projet mobilisateur stratégique AÉRO21 ont été atteints et ce malgré la pandémie qui a durement frappé le secteur aéronautique ainsi que la conjoncture mondiale qui a bouleversé les chaînes d'approvisionnement et à laquelle s'est ajoutée la pénurie de main-d'œuvre. Ces éléments ont modifié profondément les plans initiaux des partenaires et en ont forcé plusieurs à se retirer. Ceux qui ont été en mesure de poursuivre leurs activités ont su en tirer le meilleur et sont parvenus à livrer des résultats prometteurs. AÉRO21 s'avère une réussite malgré les nombreuses embûches rencontrées.

Le projet stratégique mobilisateur AÉRO21 visait à déployer un programme, créateur de richesse pour le Québec, afin d'accélérer les innovations technologiques, la commercialisation de nouveaux produits et de services aérospatiaux (pièces, assemblages, procédés, etc.) ainsi que des solutions numériques liées aux applications aérospatiales.

Cette stratégie unique avait pour finalité de transformer et de renforcer les chaînes de valeur en aérospatiale, lesquelles évoluent vers une plus grande intégration, tout en intégrant des développeurs de solutions numériques à élaborer de nouveaux environnements de développement de produits et services. AÉRO21 aspirait à enrichir et à renforcer les collaborations entre les parties prenantes pour mieux soutenir le développement des entreprises partenaires en favorisant une coordination optimale profitable à chacun.

Les sous-projets des partenaires se sont déployés selon deux volets principaux soit le développement virtuel et les opérations connectées. Cette structure de projet flexible et efficace a permis d'attirer plusieurs projets stimulants d'innovation. AÉRO21 a été au cœur de la capacité de l'industrie à développer des produits qui répondent à des attentes élevées, mais à des coûts acceptables. Plus les outils de conception sont efficaces et capables de produire des optimisations performantes, plus l'industrie est en mesure de suivre les besoins du marché.

Ainsi, pour CMC, le développement d'une plateforme logicielle a permis d'accéder à des projets internationaux majeurs dans les secteurs traditionnels de l'aviation et a servi de porte d'entrée pour les marchés émergents de la mobilité aérienne avancée et des drones. Pour Thales, l'expertise développée dans le cadre d'AÉRO21 permettra au Québec de rayonner dans un domaine prometteur pour le futur soit ceux des aéronefs électriques et des nouvelles formes de transport urbain.

En intégrant les leçons apprises dans le cadre du projet AÉRO21 pour le développement d'outils en composites, Siemens a fait valoir que c'est toute l'industrie aérospatiale qui profitera de l'avancement de la technologie en composites ainsi que de la fabrication additive grâce aux échanges sur les résultats obtenus.

Le soutien du projet mobilisateur stratégique AÉRO21 a permis à CAE d'appuyer sa croissance et d'augmenter sa compétitivité et sa présence sur les marchés, ce qui se traduit par la création de valeur pérenne pour l'ensemble de l'écosystème québécois dont il fait partie.

L'impact d'AÉRO21 se retrouve non seulement dans la réussite de la mise en œuvre du cadre de développement d'un avion virtuel par Bombardier, mais également par les gains de performance et de capacité de simulation obtenus. De plus, des briques technologiques fondamentales ont été développées. Elles constituent, pour l'entreprise, la fondation de plusieurs projets de recherche subséquents s'appuyant sur ces réalisations.

Par ailleurs, dans le cadre d'AÉRO21, Polycontrols a conçu une plateforme unique de classe mondiale pour la fabrication additive par projection à froid. Cette plateforme offre un environnement industriel totalement numérique qui permet la réalisation de composantes ainsi que la réparation, la remise en service ou l'ajout de valeur à des composantes existantes de dimensions multiples, le tout par l'entremise de l'utilisation de plusieurs technologies vertes.

AÉRO21 a également favorisé la formation de la relève et de jeunes professionnels. Ainsi, 195 étudiants ont participé d'une façon ou d'une autre aux travaux des sous-projets des partenaires. Notons que Polycontrôles a formé plus d'une quarantaine de nouveaux étudiants diplômés et boursiers postdoctoraux. Pour l'ensemble des partenaires, près de 700 employés ont contribué, dont l'équivalent de 76 personnes à temps plein.

Le succès d'AÉRO21 bénéficiera tant aux partenaires impliqués que leurs collaborateurs ainsi qu'à la grappe aéronautique en elle-même. Il favorisera des retombées économiques profitables pour le Québec entier.

AÉRO21

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

Tél.: 514 552-9869

info@aero21.org

www.aero21.org