

# Rapports annuels



- ▶ CADAQ-100
- ▶ AQUAREL-3
- ▶ SCAF
- ▶ PROPULSION HYBRIDE
- ▶ ÉCO-ENVOL
- ▶ CAFÉ

**2024-2025**  
TDD-1 et TDD-2

# Table des matières

Mot de la présidente .....	<b>3</b>
À propos .....	<b>4</b>
Gouvernance.....	<b>5</b>
Bilan 2024-2025	
Rapport annuel projet CADAQ-100 .....	<b>9</b>
Rapport annuel projet AquArEL-3.....	<b>12</b>
Rapport annuel projet SCAF .....	<b>16</b>
Rapport annuel projet Propulsion Hybride .....	<b>19</b>
Rapport annuel projet Éco-Envol .....	<b>22</b>
Rapport annuel projet CAFÉ .....	<b>26</b>

# MOT DE LA PRÉSIDENTE

Les enjeux mondiaux et les développements technologiques imposent à l'industrie aérospatiale québécoise de se réinventer pour répondre aux défis de ce quart de siècle. La lutte contre la crise climatique, l'atteinte des objectifs de carboneutralité, la transformation de la mobilité et la concurrence mondiale sont autant de défis qui s'ajoutent aux bouleversements sociopolitiques en cours.

Afin de répondre à ces nombreux défis, le ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie soutient le secteur aérospatial dans ses projets d'innovation, car ce secteur représente une part importante de l'économie et des exportations du Québec. Les projets mobilisateurs constituent l'un des outils privilégiés par le MEIE à cette fin et l'organisme SA<sup>2</sup>GE, l'un des principaux organismes assurant la gestion du programme pour le secteur aérospatial.

Grâce à son soutien financier, le gouvernement québécois a permis en 2024-2025 à sept partenaires industriels de collaborer dans l'un ou l'autre des six projets des *Transports de demain (TDD)*. Ces projets visent le développement de produits, de solutions technologiques et de méthodes innovantes dans le domaine de l'aéronautique et facilitent la collaboration des grandes entreprises, des PME, des universités, des centres publics de recherche, des organisations publiques ou privées, ainsi que des organismes sectoriels.

Nous sommes heureux de vous présenter dans ce rapport les progrès remarquables et les perspectives prometteuses des phases 1 et 2 des projets TDD, démarrées respectivement en 2023 et 2024.

Chez SA<sup>2</sup>GE, organisme connu également sous le nom du Regroupement pour le développement de l'avion plus écologique, l'année 2024-2025 a été marquée par le début



d'une révision de la gouvernance et du suivi des projets pour mieux servir un écosystème en évolution rapide. Les sept rencontres du conseil d'administration et neuf rencontres du comité exécutif témoignent de ce travail complexe. L'engagement actif des dirigeants et d'un grand nombre de membres a permis de concrétiser l'Espace Mobilisateur, un espace collaboratif favorisant non seulement l'échange d'informations dans un environnement protégé mais, également les opportunités de maillages entre les différents acteurs de l'écosystème.

Je désire, en mon nom et au nom du conseil d'administration, adresser mes sincères remerciements au gouvernement du Québec pour son appui constant envers notre secteur et notre organisme, le Regroupement pour le développement de l'avion plus écologique (SA<sup>2</sup>GE). Mes remerciements vont également aux membres du conseil d'administration, à nos partenaires et à tous ceux et celles qui contribuent à la réussite des projets des phases 1 et 2 de *Transports de demain*.

**Karen Magharian**  
**Présidente**

Regroupement pour le développement de l'avion plus écologique

# À PROPOS



## ► MISE EN CONTEXTE

Dans le cadre de la Stratégie québécoise de l'aérospatiale — Horizon 2026, le gouvernement du Québec appuie financièrement des initiatives majeures pour améliorer la résilience du secteur aérospatial, assurer sa croissance à long terme et propulser l'ensemble des chaînes de valeur vers des marchés porteurs. C'est dans ce contexte que le gouvernement a lancé des appels à projets collaboratifs et mobilisateurs dans le cadre des phases 1 et 2 de *Transports de demain*, afin d'encourager le développement de nouvelles technologies liées à l'aéronef de demain et à la mobilité durable dans le secteur aérospatial québécois.

### **Qu'est-ce qu'un projet mobilisateur ?**

Par l'entremise des projets mobilisateurs, le gouvernement du Québec soutient financièrement des entreprises privées à but lucratif afin qu'elles unissent leurs efforts pour mener à bien des projets de développement d'un produit, d'un procédé ou d'un service novateur, en faisant appel à des universités, des centres publics de recherche ainsi que des PME. Le ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie, en collaboration avec Investissement Québec, participe au suivi de ces projets.

La phase 1 de *Transport de demain* regroupe les projets AvioniQue pour AÉRonef Électrique (AQUAREL-3), CADAQ-100 et Système de contrôle pour l'avion du futur (SCAF) et s'échelonne de 2023 à 2026. En soutenant financièrement la réalisation de ces trois projets mobilisateurs, qui représentent un montant total d'investissement de plus de 60,11 millions de dollars, le gouvernement du Québec permet à sept entreprises de collaborer pour mener à bien des projets de développement de produits, de solutions technologiques et de procédés innovants. Ces projets mobilisateurs ont été sélectionnés à la suite d'un appel de projets lancé par le gouvernement en juillet 2022 dans le but de développer les technologies de l'aéronef de demain.

Quant à la phase 2, dont la période s'étend de 2024 à 2026, elle réunit les projets CAFÉ, Éco-Envol et Propulsion hybride. Ces trois projets ont été sélectionnés dans le cadre d'un appel à projets du MEIE. Ils regroupent sept partenaires et représentent un montant de 47,4 millions de dollars en investissements privés et publics.

Ces projets, tant pour la phase 1 que la phase 2, contribueront également à la création et au maintien d'emplois hautement qualifiés au Québec, en plus de générer des emplois indirects.

# GOVERNANCE

Les projets mobilisateurs regroupés sous Transports de demain, phases 1 et 2 sont administrés par SA<sup>2</sup>GE, le Regroupement pour le développement de l'avion plus écologique, un organisme à but non lucratif. Cet organisme est supervisé par un conseil d'administration élu tous les deux ans. Cette structure de gouvernance assure une gestion saine et efficace des projets, tout en facilitant les activités de développement pour atteindre l'impact souhaité. Le conseil d'administration, qui se réunit plusieurs fois par année, est composé d'une majorité de partenaires industriels ainsi que d'autres organisations telles qu'Aéro Montréal, Polytechnique Montréal et Air Canada, qui représente la clientèle. L'organisme assure également la gouvernance d'autres projets mobilisateurs.

Le conseil d'administration peut compter sur différents comités pour l'appuyer dans ses travaux.

## **Comité exécutif**

Le comité exécutif, qui relève du conseil d'administration, exerce les pouvoirs et remplit les fonctions et responsabilités que ce dernier lui délègue.

## **Comité d'audit**

Le comité d'audit, formé à l'automne 2016, a pour mandat d'assister le conseil d'administration dans l'exercice de ses fonctions de surveillance en ce qui concerne la présentation des informations financières, des audits externes, ainsi que de la gestion des risques et des contrôles internes au sein de SA<sup>2</sup>GE.

Le comité s'est réuni à quatre reprises au cours de l'année pour examiner les vérifications des états financiers de septembre 2024. Lors de ces réunions, les membres du comité ont rencontré l'auditeur du Regroupement pour le

développement de l'avion plus écologique, qui leur a présenté les résultats de sa vérification pour l'exercice 2023-2024. Enfin, le comité d'audit s'est également prononcé sur les mesures à prendre à l'égard d'un partenaire qui s'est placé sous la Loi sur la faillite et l'insolvabilité.

## **Comité de révision de la gouvernance**

Afin de mieux adapter son développement avec celui de l'écosystème dans lequel il évolue, le conseil d'administration du Regroupement a choisi de créer le comité de révision de la gouvernance. Les recommandations permettront de consolider l'agilité, l'efficacité, l'indépendance et la rigueur de l'organisation en adoptant les pratiques de gestions les plus performantes. Son mandat consiste à réviser les règlements internes et les structures de gouvernance de l'organisation. Le comité a été temporairement suspendu en 2024-2025.

**CONSEIL  
D'ADMINISTRATION**

**COMITÉ  
EXÉCUTIF**

**COMITÉ  
D'AUDIT**

**COMITÉ DE  
RÉVISION DE LA  
GOUVERNANCE**



# MEMBRES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

AU 31 MARS 2025



## Karen Magharian

*Présidente du conseil d'administration, membre du comité exécutif et du comité de révision de la gouvernance*  
(Directrice affaires juridiques et contrats, Thales Canada, Avionique)



## Anne Saint-Roch

*Vice-présidente, membre du comité exécutif*  
(Gestionnaire principale, Bureau de Collaboration Technologique, Pratt & Whitney Canada)



## Alexandre Marceau-Gozsy

*Secrétaire, membre du comité exécutif, membre du comité d'audit*  
(Gestionnaire de programme, Aerospace, Ricardo PLC)



## Fassi Kafyeke

*Administrateur et membre du comité exécutif*  
(Conseiller principal recherche, innovation et collaborations, Bombardier Aviation)



## Patrick Champagne

*Administrateur et président du comité de révision de la gouvernance*  
(Conseiller stratégique, CMC Électronique)



## Geneviève Laverdure

*Administratrice*  
(Cheffe Satisfaction Clients et Développement des affaires, Service à la clientèle, Airbus A220)



## Arnaud Thioulouse

*Administrateur*  
(Directeur général, Les dirigeables Flying Whales Québec inc.)



## Jacob Harris

*Administrateur*  
(Vice-président Produits logiciel, Maya HTT)



## Thierry Klopp

*Administrateur*  
(Président, MTLs Aérostructure)

# MEMBRES DU

# CONSEIL D'ADMINISTRATION

AU 31 MARS 2025



**Mélanie Lussier**

*Administratrice*

(Présidente – directrice générale,  
Aéro Montréal)



**Annie Ross**

*Administratrice*

(Directrice adjointe -  
recherche et innovation, Prof  
titulaire - génie mécanique,  
Polytechnique Montréal)



**Gilles Néron**

*Administrateur*

(Vice-président, Approvisionnement  
stratégique et Biens immobiliers,  
Air Canada)

## **OBSERVATEURS**

**Wendy Bailey**

(Chef, Protection de l'environnement et des normes,  
Aviation civile, Transports Canada)

**Mouhad Meshreki**

(Directeur R&D, Fabrication en aérospatiale, CNRC)

**Ghislain Lafrance**

*Membre du comité de révision de la gouvernance*

(Consultant, TeraXion)

**Houssam Alaouie**

*Membre du comité d'audit et du comité de révision  
de la gouvernance*

(Responsable mondial, Programmes gouvernementaux  
et de collaboration, et partenariats avec les  
établissements d'enseignement, CAE)

**Philippe Sabat**

*Membre du comité de révision de la gouvernance*

(Conseiller en développement industriel —  
Direction des transports et de la logistique,  
ministère de l'Économie, l'Innovation et de l'Énergie)

# RAPPORT ANNUEL 2024-2025

## PROJET CADAQ-100



**Pratt & Whitney**  
Une société de RTX

**AIRBUS**



**CADAQ-100**

### FAITS SAILLANTS

Lancement du projet :  
**21 mars**  
2023

Durée du projet :  
**4 années**  
de développement

**17,2 M\$** d'envergure

dont 50 % provenant  
de l'industrie et  
50 % du gouvernement  
du Québec

**1**

PME mobilisée

**4**

universités mobilisées

### ► PRÉSENTATION GÉNÉRALE

L'industrie aéronautique mondiale s'est engagée à réduire les émissions de carbone provenant de l'aviation civile. Ce secteur est le mode de transport qui connaît la croissance la plus rapide, mais il est aussi celui où les émissions sont les plus difficiles à réduire. En bref, pour atteindre cet objectif, l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), considère l'utilisation accrue de carburant d'aviation durable (CAD) comme l'option la plus viable jusqu'à ce que de nouvelles technologies arrivent à maturité.

Le CAD est un type de carburant plus respectueux de l'environnement que le kérosène, un combustible fossile classique. Il s'inscrit donc parfaitement dans les principes de développement de nouvelles technologies aéronautiques de Pratt & Whitney Canada (P&WC). En effet, il est conçu pour réduire la quantité de carbone émise tout au long du cycle de vie d'un produit. Actuellement, les CAD sont élaborés à partir de matières premières, telles que la biomasse, les huiles usées et les résidus agricoles. À ce jour, il existe huit mélanges approuvés composés à 50 % ou moins de carburéacteur (kérosène) et tous les moteurs Pratt & Whitney Canada sont déjà certifiés pour fonctionner au moyen de ces mélanges de CAD.

Aujourd'hui, c'est l'ensemble des produits Airbus, avions commerciaux, avions militaires et hélicoptères, qui sont capables de voler avec un mélange contenant jusqu'à 50 % de CAD. La production de ces carburants n'est pas encore suffisamment développée et le coût trop élevé pour en généraliser l'usage. Cela s'explique principalement par la complexité des procédés de fabrication et de la disponibilité limitée des matières premières. Airbus, en tant que chef de file dans son domaine, se doit de préparer l'avenir et de continuellement améliorer ses produits.

Le projet CADAQ-100 s'inscrit dans cette dynamique. L'objectif est de permettre que l'ensemble des produits Airbus fonctionne avec jusqu'à 100 % de CAD d'ici 2030. Dans le cadre de sa participation au projet CADAQ-100, Pratt & Whitney Canada travaille activement à la mise en place d'un programme de transition au CAD et vise à accélérer l'acquisition des approbations nécessaires pour alimenter tous nos produits de propulsion avec du CAD à 100 % non mélangé.

Le projet consiste à mener des études spécifiques sur l'A220, afin d'élaborer une feuille de route pour la certification de cet avion à l'utilisation exclusive de CAD et ainsi, évaluer l'impact de ces carburants sur les différents systèmes de l'avion et sur les matériaux utilisés dans la conception de l'appareil. Cela permettra, le cas échéant, d'apporter les ajustements nécessaires afin d'obtenir la certification requise d'ici 2030 tout en garantissant la sécurité, qui demeure la priorité absolue d'Airbus. Ainsi, les clients et l'environnement pourront profiter pleinement des avantages de ces carburants lorsque leur production aura atteint un niveau de maturité suffisant.

### ► DÉMARRAGE

Depuis 2023, le projet a connu une progression significative chez Airbus Canada. Les équipes d'ingénierie d'Airbus ont mené à terme des études d'impact système sur l'A220 afin de mieux comprendre le comportement des différents composants exposés aux carburants durables, en comparaison avec le carburant conventionnel. Ces études ont porté majoritairement sur les matériaux et procédés spécifiques à l'A220, et ont abouti à la production d'un rapport de compatibilité. Ce document constitue une base solide pour planifier les prochaines étapes du projet. En effet, avoir un bon niveau de compréhension théorique du comportement des systèmes et du potentiel impact sur la performance générale est indispensable avant de mener des tests plus poussés sur les systèmes.

Depuis le début du programme, Pratt & Whitney Canada a mis à l'essai, pendant un total de près de 350 heures, quatre modèles de moteurs ne fonctionnant qu'avec du CAD. Pratt & Whitney Canada constate déjà les avantages d'être à l'avant-garde. Quant aux principaux clients, ils saluent la valeur du plan de préparation des moteurs. À cet effet, un vol 100 % CAD a été effectué en 2023 en collaboration avec ATR<sup>1</sup>.

Uniquement en 2024, l'équipe a également soutenu un total de cinq démonstrateurs d'essais en vol. Parmi ces vols d'essai, notons celui du G600 de Gulfstream, un appareil équipé de deux moteurs PW815GA, qui a eu lieu en novembre au-dessus de l'Atlantique<sup>2</sup>.

### ► MOBILISATION

Harnois Énergies est maintenant approuvé comme fournisseur de Pratt & Whitney Canada. Nous comptons collaborer avec eux sur des projets de logistique, d'entreposage et d'approvisionnement en CAD. De plus, Pratt & Whitney Canada est à la recherche d'expertise de laboratoires d'analyses chimiques pour produits pétroliers.

Les équipes d'Airbus n'ont pour le moment pas sollicité de petites et moyennes entreprises locales pour contribuer au projet. En revanche, plusieurs stagiaires, issus de l'École de technologie supérieure, de Polytechnique Montréal et de l'Université McGill, ont contribué à l'avancement des travaux tout au long de l'année.

<sup>1</sup> <https://www.prattwhitney.com/en/newsroom/news/2023/02/09/pw-canada-and-atr-combine-efforts-to-achieve-100-sustainable-aviation-fuel-readiness>

<sup>2</sup> <https://www.journal-aviation.com/actualites/gulfstream-aerospace-realise-le-1er-vol-transatlantique-avec-100-de-saf-57805.html>

## ► EFFORTS POUR LA PROCHAINE ANNÉE

Airbus Canada et les équipes d'ingénierie sont maintenant prêtes à passer de la phase théorique à la pratique, en étudiant plus concrètement le comportement des systèmes sur l'avion A220, en effectuant des tests. Ceux-ci seront menés dans un premier temps au sol, puis dans un second temps en vol.

En 2025, l'effort portera sur la réduction de risque lorsque la spécification ASTM International (American Society for Testing and Materials) pour le 100 % CAD sera émise, d'ici 2026. De plus, l'impact des différentes filières de CAD sur l'opérabilité sera mis à l'essai sur les extrêmes de l'enveloppe d'opération. L'impact sur les émissions CO<sub>2</sub> et non CO<sub>2</sub> générés par le CAD sera mesuré en banc d'essai, et l'étude de l'interaction chimique entre le CAD et les différents matériaux sera poursuivie. Finalement, un projet d'hybridation du turbopropulseur PW127, jumelé à une opération 100 % CAD sera étudié. Tous ces efforts permettront d'évaluer l'impact, positif ou négatif, de l'utilisation complète de CAD sur l'ensemble des systèmes concernés.

## ► BILAN GLOBAL

Le projet CADAQ-100 vise à tester les moteurs de Pratt & Whitney Canada avec différents types de CAD, et se réalise selon l'échéancier prévu initialement. Pour l'instant, l'effet du CAD est minime, en comparaison au carburant d'aviation traditionnel.

Le projet CADAQ-100 s'inscrit pleinement dans les efforts d'Airbus pour développer une filière de carburants durables pour l'aviation au Québec. L'entreprise entend bien atteindre son objectif de certifier l'ensemble de ces produits pour l'utilisation jusqu'à 100 % des carburants durables d'ici 2030.



Une opération 100 % CAD sera étudié sur un turbopropulseur PW127, montré ci-dessus dans une cellule de test.

# RAPPORT ANNUEL 2024-2025

## PROJET AQUAREL-3

THALES

FLYING  
WHALES  
QUEBEC

AVIONIQUE POUR AÉRONEFS  
ÉLECTRIQUES (AQUAREL 3)

### FAITS SAILLANTS

Lancement du projet :  
**22 mars 2023**

**16,1 M\$** d'envergure

**6**  
PME mobilisées

Durée du projet :  
**3 ans ½**

dont 50 % provenant  
de l'industrie et 50 % du  
gouvernement du Québec

- Le projet AQUAREL 3 s'inscrit dans la continuité des projets Avionique pour Aéronef Électrique lancés en 2021. Son objectif est de faire progresser le développement des technologies avioniques adaptées à une nouvelle génération d'aéronefs électriques de types drone spécialisé, dirigeable cargo et appareil de transport de 19 passagers ou moins, ainsi que leur intégration dans le cadre du programme aéronautique dédié au développement d'un dirigeable de transport de charges lourdes.

Alors qu'AQUAREL 2 avait permis d'atteindre un niveau de maturité correspondant à la revue de conception préliminaire et à la mise en place des bancs d'essai, AQUAREL 3 a pour objectif de finaliser la conception détaillée, les essais d'intégration et d'atteindre finalement une maturité technologique suffisante en vue des derniers préparatifs avant les essais en vol.

Le but principal du projet consiste à développer les commandes de vol électriques et les équipements avioniques nécessaires au pilotage et au contrôle de l'aéronef. Ces systèmes assurent une manœuvrabilité dans un espace tridimensionnel, grâce à l'usage simultané de gouvernes et de poussées différentielles générées par des propulseurs électriques. L'avionique conçue dans le cadre du projet, adaptée à un dirigeable à propulsion électrique distribuée - c'est-à-dire un dirigeable qui utilise un système avec plusieurs propulseurs électriques répartis sur la structure - fournit au pilote des informations de navigation nécessaires pour la prise de décision, des moyens de contrôle, ainsi que l'accès aux informations des autres systèmes embarqués. Elle vise à faciliter une navigation en vol à vue plus écologique et plus sécuritaire.

Ces nouveaux aéronefs se distinguent principalement par leur manœuvrabilité accrue et par des architectures innovantes répondant à de nouvelles opérations aériennes.



Figure 1 Simulateurs  
complets pour les postes de  
pilotage et d'échange de

Le projet AQuArEL 3 est structuré autour de deux grands axes : le contrôle de l'aéronef et la commande de vol. Le volet « contrôle » inclut le transfert de connaissance entre les partenaires et l'adaptation des technologies aux opérations aériennes et aux pilotes de dirigeable. Quant au volet « commande », il vise le développement des briques technologiques d'un système de commandes de vol électriques ultra compact, notamment pour piloter les surfaces mobiles et les moteurs d'un dirigeable.

## ► AVANCEMENTS 2024-2025

En 2024-2025, le projet AQuArEL 3 poursuit la définition, le développement, l'intégration sur banc d'essai et la validation d'un système de commandes de vol électriques ultra compact, ainsi que d'une suite avionique conçue pour des aéronefs plus autonomes dans le futur en améliorant l'assistance au pilotage. Ces systèmes cherchent à répondre à des exigences élevées en matière de fonctionnalité, de sécurité, de normes environnementales, ainsi qu'aux réglementations émergentes de ces nouvelles mobilités.

Flying Whales Québec Inc. (FWQ) et Thales Canada, Avionique (TCA) ont choisi d'utiliser de façon innovante des briques technologiques, en s'appuyant sur une coordination étroite entre leurs équipes pour relever les nouveaux défis techniques.



### *Qu'est-ce qu'une brique technologique ?*

Il s'agit de développer de façon successive différents éléments qui s'appuient l'un sur l'autre permettant la réalisation d'un projet complexe, comme un jeu de briques ou de blocs empilables, que l'on utilise pour construire un objet.

Au cours de l'année, des progrès importants ont été réalisés dans le prototypage des commandes de vol et de la suite avionique. Les travaux évoluent désormais vers la phase de conception critique, une étape cruciale pour valider techniquement les équipements, ainsi que le logiciel principal embarqué de commande de vol. Une première version de ce logiciel a été testée en laboratoire, étape essentielle pour démontrer sa robustesse et son bon fonctionnement dans des conditions environnementales simulées (températures extrêmes, vibrations, surtensions, etc.), représentatives d'un vol réel.

Par ailleurs, un troisième lot de logiciel applicatif (incluant un nouvel ensemble de fonctionnalités logicielles) pour les commandes de vol et un premier lot pour la suite avionique ont été développés. Ces logiciels ont été intégrés et validés avec les équipements sur le banc d'essai Iron Whales, en interaction avec d'autres systèmes de l'aéronef.

Des avancées ont également été réalisées sur la conception des pages d'affichage à destination des pilotes, en lien avec la distribution électrique et les commandes de vol, ainsi que sur les tests d'affichage sur les écrans de l'habitacle du pilote.

Enfin, un premier banc d'ergonomie a été assemblé au sein de la filiale Flying Whales Services pour tester et valider l'interface homme-machine. Ceci permet à l'équipe de développement de Flying Whales Québec d'intégrer les données du confort et d'intuitivité pour les pilotes dans la conception et l'intégration des technologies avionique et de commande.



Figure 2 Banc d'essai : « Iron Whale »



Vue conceptuelle de la suite avionique FlytX de Thales intégrée dans le LCA60T

## ► MOBILISATION

Pour accompagner la miniaturisation croissante des systèmes électroniques et l'émergence d'aéronefs de petite taille, Thales a mis en place deux consortiums universitaires réunissant six universités québécoises. Leur objectif : concevoir des solutions technologiques capables de réduire la taille (volume physique) des calculateurs électroniques par un facteur supérieur à dix, entraînant du même coup une réduction significative du poids et de la consommation d'énergie. À ce jour, plus de 40 prototypes de puces électroniques ont été produits et testés avec succès par ces universités. En parallèle, Flying Whales élabore présentement d'autres mandats avec des institutions postsecondaires.

Le soutien financier accordé au fil des différentes phases d'AQuArEL a permis aux partenaires d'accélérer leur recherche, les plaçant en position de répondre aux exigences des nouveaux marchés de l'aviation électrique : les avions régionaux, les dirigeables électriques, les avions et les drones cargo.

Le projet mobilise plusieurs PME de l'écosystème; celles-ci ont reçu des mandats allant de l'ingénierie logicielle avec le développement d'artefacts numériques divers incluant du code du système d'exploitation, des modules d'affichages et de la simulation, ainsi que la réalisation de cartes de tests et d'intégration.

Ces efforts ont permis aux partenaires de renforcer leurs compétences sur les systèmes d'exploitation temps réel multiapplications utilisés dans les calculateurs de commandes de vol électriques, ainsi que sur les processus de certification des logiciels embarqués.

## ► EFFORTS POUR LA PROCHAINE ANNÉE

La finalisation des choix d'architecture et des intrants nécessaires au logiciel de commande de vol permettra de poursuivre les itérations de développement logiciel. Cela inclut une nouvelle version des lois de contrôle (l'ensemble d'algorithmes qui pilotent la dynamique de l'aéronef), avec la mise à jour des logiques associées, ainsi que le développement d'une première version complète de la fonction d'échange de charge (assurant la stabilité du véhicule pendant les opérations de chargement et déchargement), désormais dissociée des commandes de vol. Parallèlement, le développement des pages d'affichage des différents systèmes se poursuivra, en tenant compte de la charge cognitive du pilote afin d'optimiser l'ergonomie de l'interface homme-machine.

Ces avancées permettront de franchir les jalons de revue critique et de lancer les premières activités de vérification formelle.

## ► BILAN GLOBAL

L'industrie aéronautique évolue vers une nouvelle génération d'aéronefs électriques dans le but de réduire son empreinte environnementale.

Dans le domaine du transport de passagers, les avions électriques régionaux offrent des coûts d'exploitation nettement inférieurs à ceux des avions à moteur thermique et bénéficieront aussi d'une avionique conçue pour simplifier la conduite de l'appareil, réduisant ainsi le besoin en formation des pilotes tout en garantissant un haut niveau de sécurité. Cette évolution permettra de diminuer les coûts d'exploitation et de faciliter l'intégration de nouveaux pilotes, rendant le transport régional plus abordable pour les passagers comme pour les marchandises. Pour le transport de fret aérien, le dirigeable de Flying Whales répond aux problématiques de désenclavement des territoires, en proposant un mode de transport aux capacités et de chargement sans infrastructures inédites afin de faciliter la logistique liée à la transition énergétique (transport de pales d'éoliennes, simplification de la chaîne d'approvisionnement des métaux critiques, etc.) et de participer plus largement à la décarbonation du secteur aérien.

Le projet AQuArEL 3 apporte des solutions technologiques adaptées à cette transformation majeure afin de répondre aux besoins de cette rupture de modèle dans l'écosystème aéronautique mondial. Cela permettra l'opération simple et sécuritaire d'aéronefs répondant à des besoins de transport aujourd'hui mal desservis ou desservis de manière non durable.

Ces technologies sont intégrées en premier lieu dans le dirigeable et rendent possible le pilotage d'un aéronef de grande taille doté d'une propulsion distribuée. Elles seront ensuite transférées vers d'autres plateformes, notamment les eVTOL multi-reotors (*electric Vertical Take-Off and Landing* — aéronef électrique à décollage et atterrissage vertical) qui partagent des exigences similaires.

AQuArEL 3 a franchi une étape décisive cette année avec l'intégration des systèmes et logiciels de commande de vol et d'avioniques de nouvelle génération sur les bancs de tests, y compris un simulateur de vol, mettant l'expérience pilote au cœur de la conception des interfaces et affichages.



Vue du dirigeable incluant les moteurs électriques et les gouvernes

# RAPPORT ANNUEL 2024-2025

## PROJET SCAF



**SYSTÈMES DE CONTRÔLE POUR  
L'AVION DU FUTUR (SCAF)**

### FAITS SAILLANTS

Lancement du projet :  
**22 mars**  
2023

**7**  
Centres de recherche et  
universités mobilisés

**26,7 M\$** d'envergure

dont 50 % provenant  
de l'industrie et  
50 % du gouvernement  
du Québec

Durée du projet :  
**3 ans ½**

**7**  
PME mobilisées

En collaborant sur le projet SCAF, Bombardier et Thales Canada se donnent comme objectif de développer les systèmes de contrôle des avions de demain.

#### ► DES SYSTÈMES DE CONTRÔLE OPTIMISÉS

L'architecture révisée de ces systèmes, qui minimise la quantité d'équipement nécessaire, tout en réduisant leur taille, leur poids et leur consommation électrique, permettra de réduire significativement les émissions de carbone des prochaines générations d'avions.

En unissant leurs expertises, les deux entreprises conçoivent des architectures de systèmes plus performantes et plus flexibles, qui atteindront un niveau d'intégration beaucoup plus avancé que les architectures actuelles. Ces nouvelles solutions seront mises à l'épreuve grâce au banc d'essai au sol LISCA (Laboratoire d'intégration de système de contrôle d'avion), qui comprend plusieurs prototypes, un banc physique et une simulation du système de communication et de traitement des données de l'avion (par exemple, des instructions données par un système pour activer un équipement sur l'avion). Le LISCA permet de tester l'ensemble des systèmes de contrôle dans un environnement simulant de manière réaliste les conditions de vol.

L'expertise de Thales Canada est sollicitée à deux niveaux : d'une part, pour les systèmes de commandes de vol qui ont pour rôle d'activer les surfaces mobiles de l'avion, situées sur les ailes et l'empennage; d'autre part, pour le développement du système de communications de données et de traitement distribué, qui établit un réseau et joue un rôle de centre nerveux de l'avion, par lequel les différents équipements de l'appareil peuvent échanger des données et accéder aux informations nécessaires à leur fonctionnement. Ces deux aspects seront intégrés et testés sur le LISCA.

Grâce à sa conception modulaire, le LISCA permet également d'intégrer davantage de systèmes de contrôle. Bombardier prévoit ainsi d'étendre le développement de l'architecture en y intégrant les systèmes de trains d'atterrissage et de conditionnement d'air.

## ► DÉMARRAGE

En 2023-2024, Bombardier et Thales Canada ont lancé le projet SCAF en menant des travaux sur l'architecture des systèmes à travers des ateliers et des analyses. L'année 2024-2025 a permis de passer à une nouvelle étape avec des tests approfondis sur le banc LISCA.

Côté équipements, des prototypes de futures plateformes de commandes de vol et d'avionique modulaire intégrée (IMA), ainsi que leurs outils, ont été développés.



**« L'EXCELLENTE COLLABORATION ENTRE LES PARTENAIRES, BOMBARDIER ET THALES CANADA, A PERMIS DE MONTER EN MATURITÉ SUR UNE NOUVELLE ARCHITECTURE DES SYSTÈMES DE CONTRÔLE. »**

*Xavier Louis, directeur, Recherche et technologies, Thales Canada*

## ► MOBILISATION

Thales Canada et Bombardier ont ensemble mobilisé sept PME québécoises avec l'embauche de sous-traitants pour travailler sur le projet. Dawco Construction est responsable de l'installation du système d'alimentation et de sécurité du banc d'essai LISCA. Mendax fournit, assemble, configure, installe et assure le soutien d'un système de sauvegarde automatique pour les équipements informatiques du banc de simulation. PACE Canada développe un banc d'essai IHM (Interface Homme-Machine), un outil permettant de simuler et de tester le système IMA dans un environnement réaliste.

Maya HTT apporte un soutien technique à Bombardier pour l'intégration de logiciels de simulation numérique au sein d'un environnement de gestion, base du futur avion virtuel et de ses jumeaux numériques. Néosoft a développé un système d'acquisition et de simulation, et a fourni les équipements nécessaires à l'acquisition et la simulation des entrées/sorties. Aléo partage son expertise en avionique modulaire intégrée (IMA) et en protocole A653. Ce dernier est une spécification logicielle utilisée dans les systèmes avioniques pour garantir la sécurité et la fiabilité, en définissant comment différentes applications logicielles peuvent fonctionner sur le même matériel sans interférer les unes avec les autres. La Société pour l'informatique industrielle SII Inc a développé une connaissance dans le domaine émergent des systèmes d'exploitation multiapplications temps critiques, utilisés dans les calculateurs de commandes de vol électriques.

De plus, les universités suivantes ont été mobilisées :

- Polytechnique Montréal a conçu et fabriqué des *System in Package* (SiP) pour les interfaces aéronautiques utilisées;
- L'Université Laval et Polytechnique Montréal ont développé des solutions en intelligence artificielle explicable pour le traitement des informations aéronautiques. Dans ce contexte, les solutions d'intelligence artificielle doivent expliquer leur raisonnement afin que l'utilisateur comprenne l'information fournie.

## ► EFFORTS POUR LA PROCHAINE ANNÉE

Les travaux de démonstration du processus, des outils et d'intégration des choix d'architecture au moyen du LISCA se poursuivront. Une fois les systèmes intégrés au banc d'essai, des vérifications seront progressivement menées pour confirmer la performance de l'architecture de nouvelle génération. Les partenaires approfondiront également l'analyse de certains concepts et intégreront des fonctions tierces dans les calculateurs, telles que le contrôle et la surveillance du train d'atterrissage et du système de freinage de l'avion, dans le but d'évaluer la polyvalence et la capacité modulaire de l'architecture.

## ► BILAN GLOBAL

Le projet SCAF constitue une belle illustration de la puissance des projets mobilisateurs. Il se repose sur les réalisations du projet « Laboratoire volant » des phases 1 et 2 du programme LPCAD. Le projet SCAF profite de l'inertie du projet précédent, qui a permis la réalisation du TSIM. Ce banc d'essai unique, similaire à un simulateur de vol, permet de tester et de valider de façon robuste, efficace et systématique l'intégration d'architectures modulaires qui peuvent croître en complexité, telle que celle proposée dans le projet SCAF.

Le projet SCAF combine l'expertise de Bombardier et de Thales, experts reconnus dans le domaine des systèmes de contrôle, mais aussi de plusieurs PME. La collaboration de tous ces acteurs a permis de concevoir et mettre en service le banc d'essai LISCA, et d'explorer les architectures de contrôle qui rendront l'avion du futur plus autonome.



*Banc d'essai LISCA : un simulateur de vol qui a été mis au point pour mettre à l'essai de nouvelles avioniques, de nouveaux systèmes de contrôle d'aéronefs et de nouveaux logiciels avancés*

# RAPPORT ANNUEL 2024-2025

## PROJET PROPULSION HYBRIDE



**Pratt & Whitney**  
Une société de RTX

### DÉVELOPPEMENT D'UNE PROPULSION HYBRIDE SÉRIE POUR AÉRONEF ÉLECTRIQUE (PHASE 3)

#### FAITS SAILLANTS

Lancement du projet :  
**20 octobre**  
2023

**4**  
Centres de recherche et  
universités mobilisés

**20 M\$** d'envergure

dont 50 % provenant  
de l'industrie et  
50 % du gouvernement  
du Québec

Durée du projet :  
**3 ans**

**5**  
PME mobilisées

Ce projet mobilisateur est une collaboration entre Flying Whales Québec (FWQ) et Pratt & Whitney Canada (P&WC) sur l'intégration et la démonstration d'un système turbogénérateur pour le dirigeable de transport de charges lourdes, le LCA60T (*Large Capacity Airship 60 Tons*). Le dirigeable LCA60T est un dirigeable électrique qui profitera à de nombreux secteurs devant transporter des charges lourdes et volumineuses, tout en ayant une empreinte environnementale très faible.

L'intégration du turbogénérateur soulève des enjeux techniques nécessitant des modélisations et des essais innovants, avec la création d'un banc spécifique et d'une étude d'installation répondant à des exigences mécaniques, thermiques et sécuritaires élevées.

L'objectif du projet vise à démontrer, sur banc, le système embarqué qui permettra de générer à bord du dirigeable une puissance électrique de l'ordre du mégawatt par turbogénérateur. Au nombre de quatre, ces turbogénérateurs serviront à alimenter différents consommateurs de forte puissance, dont la propulsion électrique distribuée. D'une puissance électrique d'un mégawatt, le système de puissance développé dans le cadre du projet sera, une fois homologué, le premier du genre à offrir de tels niveaux de puissance pour le secteur aéronautique.

## ► DÉMARRAGE

La phase précédente du projet s'est officiellement terminée avec la revue d'architecture du banc d'essai au sol. Cela a permis aux partenaires d'incorporer aux détails techniques, dès le début de la phase actuelle, les retours de la revue d'architecture et de finaliser la documentation technique, dont celle relative à la transmission.

Pour les éléments d'intégration du groupe turbogénérateur, les travaux comprennent des analyses plus poussées pour prévoir les efforts que le système de contrôle du turbomoteur devra gérer, la validation des interfaces mécaniques et électriques, ainsi que celle du code logiciel et des méthodes de calcul de durée de vie. La dynamique globale du système a été finalisée et des études sont en cours pour évaluer les risques de défaillances des différents systèmes.

Les approvisionnements des équipements critiques du banc ont été sécurisés :

- la conception détaillée de la transmission est désormais terminée et la boîte de vitesse devrait être reçue sous peu ;
- une maquette de câblage pour l'instrumentation de la génératrice a été réalisée et des essais préparatoires à l'instrumentation de la génératrice sont en cours. Les efforts se concentrent maintenant sur la finalisation du banc pour le lancement des tests.

## ► MOBILISATION

Le projet mobilise un large éventail d'acteurs de l'écosystème québécois, tant universitaire qu'industriel. Il inclut la participation active d'étudiants, grâce à des stages offerts par Pratt & Whitney Canada et Flying Whales Québec, tandis que plusieurs institutions de recherche mènent des études ciblées. Flying Whales Québec a déjà lancé des collaborations concrètes. Par exemple, l'intégration de pièces de grande dimension, comme la nacelle du turbogénérateur, sur la ligne d'assemblage avec l'Université Laval, le développement de l'inspection robotisée en zones difficiles d'accès avec le Centre technologique en aérospatiale (CTA), et la poursuite des travaux sur les hélices avec l'Université de Sherbrooke en vue des futurs essais de moteurs.

Parallèlement, le nombre de PME impliquées ne cesse d'augmenter. Elles sont initialement centrées sur l'expertise en ingénierie, en analyses techniques et en calculs, mais la mobilisation s'élargit désormais à des PME conceptrices de logiciels et à des fabricants d'équipement de pointe, au gré des besoins.

## ► EFFORTS POUR LA PROCHAINE ANNÉE

La revue finale du banc marquera le point de départ des campagnes d'essais, visant à valider les technologies développées en amont et leur intégration. Grâce à une approche itérative combinant études et validations expérimentales, ces tests permettront de valider les modèles de simulation et d'affiner la compréhension des spécificités du moteur pour le dirigeable.

Atteindre ce jalon clé nécessitera un effort soutenu en gestion de projet et en approvisionnement, afin d'assurer une coordination optimale. Cette phase s'appuie sur une collaboration étroite entre les partenaires et leurs fournisseurs, gage de cohérence et d'efficacité pour la suite du programme.



Figure 1 : Tests en soufflerie à échelle réduite, Createk, Université de Sherbrooke

## ► BILAN GLOBAL

L'industrie aéronautique est en pleine transformation pour réduire son empreinte environnementale et l'hybridation des systèmes de propulsion émerge comme une réponse stratégique aux enjeux énergétiques actuels. Dans cette dynamique, le dirigeable LCA60T constitue une plateforme idéale pour l'intégration d'une propulsion hybride en série. Contrairement à l'aviation classique, ses besoins énergétiques se concentrent principalement en vol de croisière et en vol stationnaire, ouvrant la voie à une architecture électrique optimisée.



Figure 2 : Turbine adaptée pour le banc



### **Une approche multisectorielle**

Cette approche ne se limite pas à l'aéronautique, de nombreux autres secteurs de transport pourraient tirer parti de la génération électrique hybride en série.

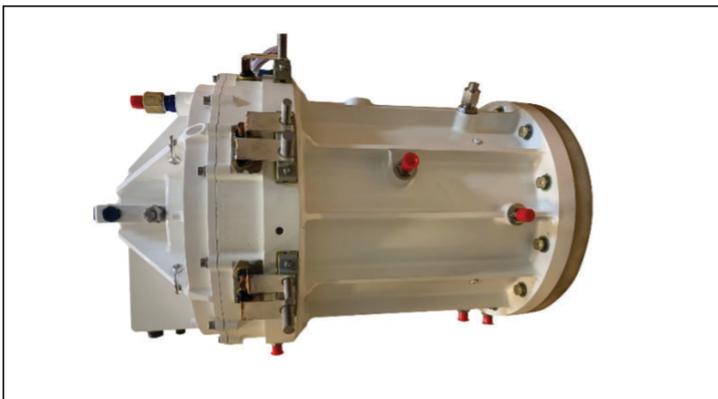


Figure 3 : 1<sup>er</sup> modèle Génératrice MegaWatt Honeywell

Porté par les avancées technologiques majeures, le projet se distingue par son caractère profondément innovant. La démonstration de cette technologie sur banc marquera une avancée déterminante, en transposant avec succès des solutions hybrides déjà éprouvées dans le transport terrestre lourd vers l'univers aéronautique.

# RAPPORT ANNUEL 2024-2025

## PROJET ÉCO-ENVOL

**AIRBUS**

**CAE**

**ÉCO-ENVOL**

### FAITS SAILLANTS

Lancement du projet :  
**20 octobre**  
2023

**2**  
Centres de recherche et  
universités mobilisés

**7,4 M\$** d'envergure

dont 50 % provenant  
de l'industrie et  
50 % du gouvernement  
du Québec

Durée du projet :  
**3 ans**

**1**  
PME mobilisée

Le projet Éco-Envol est conduit en partenariat avec la Société en commandite Airbus Canada, Airbus Atlantique Canada et CAE inc. Ces entreprises travaillent sur des technologies innovantes et des solutions alternatives plus durables dans les procédés de fabrication pour l'industrie aéronautique.

Airbus Canada et Airbus Atlantique Canada, chefs de file dans la conception et la fabrication d'avions et de composants, mettent à profit leur expertise pour adapter leurs produits et procédés aux exigences environnementales, notamment sur le Règlement sur l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques (REACH). Plus précisément, les deux entreprises effectuent le suivi des mises à jour des spécifications des matériaux et procédés, la qualification technique des produits de remplacement aux substances préoccupantes, comme les chromates, dans les traitements de surface, les scellants et les peintures et soutiennent les efforts de qualification des nouvelles solutions.

Quant à CAE, chef de file mondial des solutions de formation pour l'aviation, l'entreprise se concentre sur la conformité environnementale de ses simulateurs de vol, la collecte de données sur les substances préoccupantes et soutient les PME de sa chaîne d'approvisionnement dans cette transition.

Le projet vise à assurer la pérennité et la compétitivité internationale de l'industrie aéronautique québécoise face aux enjeux environnementaux et réglementaires. Pour atteindre cet objectif, les activités du projet se concentrent sur :

- le remplacement des substances chimiques préoccupantes par des produits de remplacement plus sûrs;
- le soutien à la chaîne d'approvisionnement, notamment les PME locales, pour faciliter leur conformité à REACH ;
- la promotion de l'innovation et du développement de nouveaux procédés et technologies plus respectueuse de l'environnement.

### **REACH et le retrait des chromates**

Un des axes majeurs de la réglementation REACH est le retrait des chromates hexavalents, un métal lourd et toxique. Or, dans le processus de fabrication de composantes aéronautiques, l'anodisation acide au chromate est le traitement de protection contre l'oxydation le plus utilisé. Un des plus grands défis du projet est de trouver et qualifier un processus alternatif et adapter la définition des produits en conséquence.

#### **► AVANCEMENTS 2024-2025**

Airbus Canada a avancé sur le projet selon le calendrier qui avait été mis en place. En effet, les équipes d'Airbus Canada ont complété les identifications des pièces élémentaires de l'A220 qui sont assujetties à la réglementation REACH. Démarche indispensable avant d'entreprendre de potentielles modifications de conception de certaines pièces de l'avion. Trouver des solutions viables pour certains procédés qui sont identifiés comme étant de bons produits de remplacement s'avère un défi pour les équipes d'Airbus Canada, tout comme pour le reste de l'industrie. Plusieurs produits de substitution aux substances identifiées ont été lancés et sont en cours de déploiement.

Airbus Atlantique Canada a identifié les composantes des tronçons de l'A220 touchées par les produits sous réglementation et a établi une feuille de route de projet afin de se concentrer sur les sujets prioritaires. Par l'entremise de la chaîne d'approvisionnement et des fournisseurs, Airbus Atlantique Canada a entamé des discussions pour que ces derniers proposent des alternatives de remplacement aux procédés conformes. Finalement, pour le bouclier anti-oiseaux de la pointe avant de l'avion, une pièce cruciale, une modification de la définition a été entreprise afin d'assurer la sécurité du processus de substitution de procédé au sein des différentes équipes.

CAE a également progressé sur le projet conformément à la planification établie. Dans un premier temps, la première phase d'un recensement des substances préoccupantes par l'entremise d'une collecte de données a été initiée. Par la suite, suivant une analyse approfondie des outils sur le marché, CAE a sélectionné un logiciel conçu par une PME québécoise, qui permettra de centraliser les données.

## ► MOBILISATION

Le projet a permis à CAE de mobiliser une PME québécoise, qui adaptera son outil logiciel pour intégrer des données relatives aux pièces de ses simulateurs, afin de répondre aux exigences réglementaires en matière de conformité environnementale des produits. Cette collaboration permettra à la PME de développer ses compétences et d'accroître son expertise dans le domaine de la conformité environnementale. Cette synergie renforcera non seulement les capacités techniques de la PME, mais contribuera également à la capacité d'innovation et à la compétitivité de CAE sur le marché. De plus, un étudiant québécois contribuera au projet en optimisant la collecte des données qui seront intégrées dans l'outil.

Pour sa part, Airbus Canada a mobilisé des universités locales, intégrant des stagiaires universitaires dans ses activités d'innovation d'Airbus Canada sur l'avion A220.

## ► EFFORTS POUR LA PROCHAINE ANNÉE

Les équipes d'Airbus Canada continueront d'exécuter le plan afin de maintenir la conformité environnementale de l'A220 et étudieront les avenues de collaboration avec CAE pour mettre en commun les efforts des entreprises à travailler avec les chaînes d'approvisionnement locales et le maintien de leur compétitivité. L'étape cruciale consiste à recenser l'impact des réglementations environnementales sur la situation actuelle. Airbus Atlantique Canada a réalisé un inventaire détaillé des formulaires de déclaration de matières et de leurs quantités pour les composantes de l'A220, ainsi que pour les fournisseurs concernés. Cet inventaire servira de base à ses actions futures.

Quant à CAE, l'entreprise poursuivra les activités qu'elle a planifiées, y compris l'élargissement de la campagne de collecte de données visant à recenser des substances REACH intervenant dans les composants achetés de ses fournisseurs. Cette initiative mobilisera et sensibilisera l'ensemble de la chaîne de valeur, permettant de recueillir des données additionnelles qui seront ensuite intégrées dans l'outil développé en collaboration avec la PME sélectionnée. Cette avancée permettra de couvrir la grande majorité des produits de CAE, assurant ainsi une conformité plus robuste aux exigences de la réglementation REACH. Cette coopération est cruciale pour faire avancer le projet, en permettant de centraliser les données nécessaires et en posant les bases pour les prochaines phases de développement et de conformité environnementale.

De plus, CAE lancera une évaluation des risques liés aux substances, soutenant les activités de remplacement de ces substances. Une fois les données collectées et intégrées dans l'outil, l'entreprise évaluera certains risques identifiés et mettra en place un plan d'atténuation des risques de remplacement et d'obsolescence.

En collaboration avec Airbus Canada, la recherche et la qualification de procédés alternatifs se poursuivront. L'analyse des retours des différents fournisseurs d'Airbus Atlantique Canada permettra d'assurer la conformité des produits de remplacement. Airbus Canada procédera également à l'évolution de ses procédés maîtres. Par conséquent, grâce aux avancées réalisées au cours des derniers mois et qui se poursuivront en 2025, les solutions acceptables seront intégrées à la définition des sous-composantes, la configuration des sous-ensembles sera révisée et les cahiers de montage associés seront mis à jour.

## ► BILAN GLOBAL

En intégrant de nouvelles technologies et des alternatives plus durables, les trois partenaires visent à répondre aux exigences gouvernementales, à protéger la santé des travailleuses et travailleurs tout en réduisant l'impact environnemental de leurs activités.

Au cœur de ce projet réside un objectif majeur pour CAE : accompagner les PME dans l'atteinte de la conformité environnementale requise pour garder l'accès aux marchés internationaux. Cette conformité leur confèrera une compétitivité internationale, renforçant ainsi leurs pratiques en matière de durabilité. En tant qu'entreprise québécoise jouant un rôle de chef de file, il est essentiel pour CAE de contribuer et de participer à ce projet, car les simulateurs de vol incorporent une multitude de composants et de modules provenant de fournisseurs divers, incluant plusieurs PME du Québec.



*Jonction de la pointe au tronçon avant de l'A220 au moyen de robots, Airbus Atlantique Canada*

# RAPPORT ANNUEL 2024-2025

## PROJET CAFÉ



CONTRÔLE AUTONOME ET  
AUGMENTÉ DE L'AVION DU FUTUR  
ÉCORESPONSABLE (CAFÉ)

### FAITS SAILLANTS

Lancement du projet :  
**8 octobre**  
2023

**3**  
Centres de recherche et  
universités mobilisés

**20 M\$** d'envergure

dont 50 % provenant  
de l'industrie et  
50 % du gouvernement  
du Québec

Durée du projet :  
**3 ans** et 2 mois

**5**  
PME mobilisées

Le projet CAFÉ réunit Bombardier et Thales Canada afin de développer des commandes de vol pour l'avion du futur plus autonome.

Il consiste, pour Thales, à concevoir et à réaliser une architecture de contrôle de nouvelle génération, tout en soutenant le développement de la configuration d'avion avancée connue sous le nom aile-fuselage intégrés (AFI) développée par Bombardier.

CAFÉ s'inscrit dans la feuille de route du projet de recherche EcoJet de Bombardier, qui vise à développer les technologies qui permettront de réduire les émissions de carbone au niveau avion jusqu'à 50 %, notamment en utilisant des modèles réduits comme moyen de validation. L'expertise de Thales servira à la conception et le développement de l'architecture pour le contrôle, les commandes, la navigation et la surveillance. Cette architecture de contrôle, hautement innovante - quatre fois plus légère et six fois plus performante que les solutions embarquées dans les aéronefs les plus modernes - permettra d'accueillir sur la même plateforme différentes fonctions. On y retrouve les fonctions de contrôle traditionnelles, comme les lois de contrôle augmentées permanentes; les nouvelles fonctions d'automatisation de l'appareil, comme le pilote automatique permanent et la gestion des trajectoires, sur une architecture à très haute disponibilité, dite imperdable. Il s'agit de technologies clés pour Thales, qui réalisera les développements en suivant l'ensemble des règles permettant de garantir la performance et la sûreté de fonctionnement essentielle pour les essais en vol.

## ► DÉMARRAGE

Depuis le démarrage du projet en octobre 2023, Bombardier et Thales Canada ont essentiellement travaillé sur la mise en place des plans du projet et des plans de développement, l'établissement des spécifications techniques incluant la définition de l'architecture de contrôle, ainsi que sur la sélection et l'achat des calculateurs de commandes de vol.

De premiers tests sur banc d'essai ont été entrepris afin de valider les performances des calculateurs critiques de commandes de vol et des essais en soufflerie ont également été réalisés dans le but de définir les exigences préliminaires pour la fonctionnalité et la performance du contrôle de la nouvelle configuration d'avion.

## ► MOBILISATION

Thales Canada a mobilisé deux PME québécoises sur le projet. Néosoft a développé un système d'acquisition et de simulation et a fourni des équipements pour l'acquisition et la simulation des entrées/sorties pour le banc d'essai des calculateurs. Explora Technologies, quant à elle, a développé un équipement de tests pour les nouveaux bus digitaux X485 du nouveau calculateur de commandes de vol conçu par Thales.

De son côté, Bombardier a mobilisé quatre PME québécoises. Dawco Electric a fourni des services et conseils pour l'installation de l'alimentation électrique et des systèmes de sécurité du banc d'essai. PACE Canada Aérospatiale & TI, Inc. a développé des pages avioniques facilitant les interactions humain-machine permettant d'assembler, de programmer, de configurer et d'intégrer un système d'acquisition de données. Néosoft a assemblé, programmé et configuré un système d'acquisition de données « DAS », puis a intégré les nouveaux liens de communications ainsi que le transfert de paramètres au serveur DAS IADS pour visualisation et archivage de données. Quant à Systemex Automation, elle a fourni une programmation spécialisée pour les nouvelles liaisons de communication ainsi qu'un programme de conversion pour structurer correctement les éléments de données.

## ► EFFORTS POUR LA PROCHAINE ANNÉE

Au cours de la prochaine année, Bombardier et Thales travailleront conjointement sur la définition des lois de pilotage et sur la spécification détaillée des exigences fonctionnelles de commande de vol. Ces travaux s'effectueront en vue du développement des modèles logiciels des calculateurs de commande de vol. Les spécifications des fonctions d'autonomie des calculateurs critiques reliées à l'automatisation de l'aéronef seront également définies. Par ailleurs, Thales collaborera avec son sous-traitant responsable de la fourniture des calculateurs de commandes des actionneurs dans le but de générer les logiciels d'application de ces calculateurs. Ces différentes étapes permettront de préparer les tests de validation des calculateurs selon les requis fonctionnels spécifiques au véhicule.

► BILAN GLOBAL

La collaboration entre Bombardier et Thales au sein du projet CAFÉ permettra de faire progresser la technologie des systèmes de contrôle à des niveaux de maturité technologique (NMT), de 3 à 6. Cette avancée technologique majeure nous rapproche plus que jamais d'un futur produit d'avion d'affaires de configuration aile-fuselage intégré (AFI) ou encore d'un concept de drone AFI aux fonctions de recherche et sauvetage, deux produits qui pourraient être envisagés à la suite du projet.

Le schéma suivant montre l'architecture préliminaire de la plateforme de test.

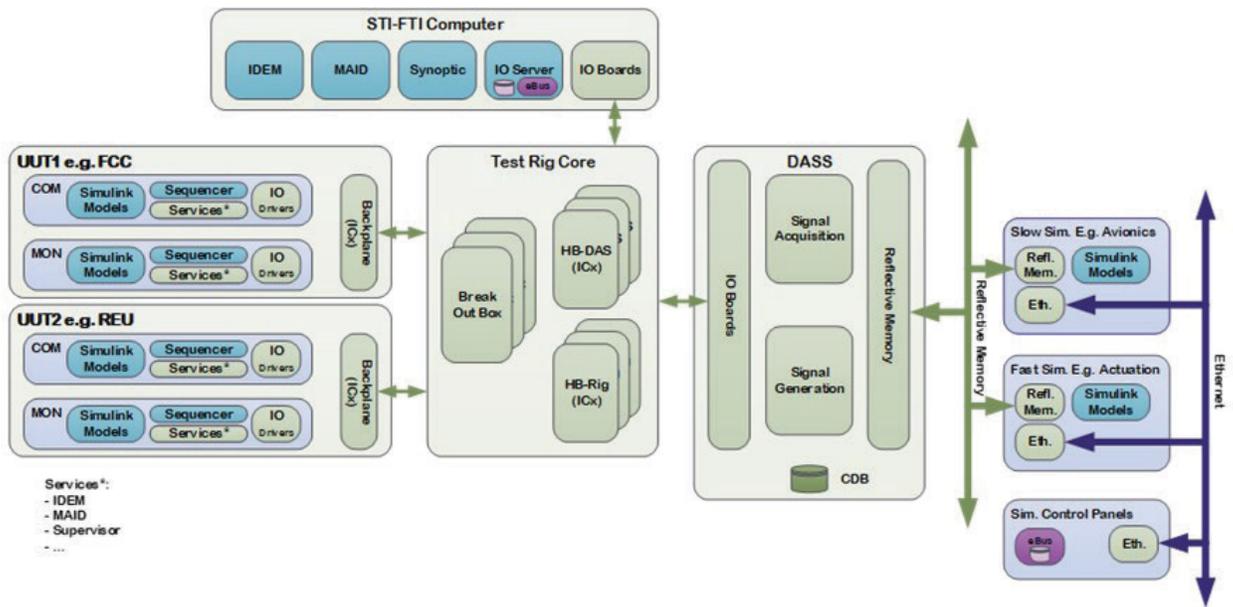


Figure 1: Architecture de la plateforme de test



673, rue Saint-Germain  
Saint-Laurent (Québec) H4L 3R6  
Tél. : 514 418-0123  
info@sa2ge.org  
www.sa2ge.org

ISBN 978-2-925499-06-0  
Dépôt légal — Bibliothèque et Archives  
nationales du Québec, 2025

Avec la participation financière de

Québec 

The logo for the Government of Québec, consisting of four blue squares arranged in a 2x2 grid, each containing a white fleur-de-lis.