



FORUM INNOVATION
AÉROSPATIALE

MONTREAL
2013
QC - CANADA

MAI
2014

LIVRE BLANC

L'INNOVATION MOTEUR DU DÉVELOPPEMENT DURABLE POUR L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE

EN CONCEPTION, EN FABRICATION, EN EXPLOITATION ET EN FIN DE VIE.



ORGANISÉ PAR

AÉRO 
MONTREAL

EN COLLABORATION AVEC

 **CRIAQ**

TOUT DROITS RÉSERVÉS

Partenaire stratégique:  **Industrie Canada** **Industry Canada**

Aéro Montréal remercie Industrie Canada pour son soutien financier qui a permis la réalisation de ce Livre blanc du Forum Innovation Aérospatiale 2013.

Document produit par Isabelle Deschamps, ing., MBA, DBA, professeure associée en gestion de l'innovation, École Polytechnique de Montréal, Christian Eve-Levesque, B.ing., M.ing. et Maria Macedo, Ph. D., MBA, sous la direction des membres du Chantier Innovation d'Aéro Montréal.

Chantier Innovation d'Aéro Montréal

Le Chantier Innovation a pour mandat d'établir la stratégie d'innovation aérospatiale pour le Québec, d'identifier et de coordonner des projets en soutien à la stratégie d'innovation en collaboration avec les autres organisations impliquées dans l'innovation afin d'assurer l'optimisation des efforts de tous les acteurs.

Membres du Chantier Aéro Montréal

- **Patrick Champagne**, président du Chantier Innovation, vice-président, Postes de pilotage et intégration de systèmes, Esterline CMC Électronique
- **Alain Aubertin**, vice-président du Développement des affaires, CRIAQ
- **Nihad Ben Salah**, R&D Group Leader – Engineering, Héroux-Devtek
- **Nadia Bhuiyan**, professeure associée et directrice associée, Concordia Institute for Aerospace and Design Innovation
- **Stéphane Blais**, directeur de projets, opérations aériennes, Marinvent
- **Mathieu Boisclair**, Section chief, Strategic Technology, Bombardier Aéronautique
- **MarieChantal Chassé**, présidente-directrice générale, JMJ Aéronautique
- **Sylvain Cofsky**, président, GARDN
- **Jean Colpin**, Industrial advisor, McGill Institute for Aerospace Engineering
- **Mathieu Demers**, directeur Ingénierie, Avianor
- **Pascal Désilets**, directeur général, Centre de technologie en aérospatiale
- **Marie-Christine Désilets**, directrice, Solution d'ingénierie, L-3 MAS
- **Clément Fortin**, président-directeur général, CRIAQ
- **Pierre-Alexis Joumel**, Canada R&T Manager, Airbus Group
- **Fassi Kafyeke**, directeur, Technologies stratégiques, Bombardier Aéronautique
- **Denis Lacroix**, conseiller en technologie industrielle (PARI), CNRC
- **Éric Laurendeau**, professeur associé, École Polytechnique
- **Dominique Leroy**, conseillère sectorielle, Aérospatiale, Défense et Marine, Industrie Canada
- **Hany Moustapha**, professeur, directeur AERO-ETS et conseiller Pratt & Whitney Canada
- **Yves Rabellino**, directeur principal, recherche et technologie, Pratt & Whitney Canada
- **Normand Raymond**, conseiller - Ministère des Finances et de l'Économie du Québec
- **Pierre Rioux**, directeur de la recherche et développement, Bell Helicopter Textron Canada
- **Marc St-Hilaire**, vice-président, Technologies et innovation, CAE inc.
- **Marc-André Talbot**, directeur Ingénierie, Thales Canada, Aéronautique
- **Priti Wanjara**, chef de groupe, produits métalliques, CNRC

Dans ce document, la forme masculine désigne aussi bien les femmes que les hommes. Elle est utilisée pour alléger le texte et en faciliter la compréhension.

table des matières

AVANT-PROPOS	4
SOMMAIRE EXÉCUTIF	5
PROGRAMME	9
COMPTE RENDU DU FORUM	11
NOS PARTENAIRES	38

avant-propos



Suzanne M. Benoît
Présidente-directrice générale
Aéro Montréal



Patrick Champagne
Président, Chantier Innovation
Aéro Montréal
Vice-président, Postes de pilotage et
intégration de systèmes
Esterline CMC Électronique

Dans une industrie de plus en plus compétitive, où la lutte aux changements climatiques dicte les nouvelles règles, chaque entreprise se doit d'accélérer son rythme d'innovation afin de réduire l'empreinte environnementale globale des aéronefs du futur, et ce, tout au long de leur cycle de vie.

À ce titre, Aéro Montréal, la grappe aérospatiale du Québec, en collaboration avec le CRIAQ, Consortium de recherche et d'innovation en aérospatiale au Québec, est fière d'avoir organisé la quatrième édition du Forum Innovation Aérospatiale. Sous le thème **«L'innovation, moteur du développement durable pour l'industrie aérospatiale»**, ce forum visait à présenter les plus récentes tendances technologiques de l'industrie ainsi que les meilleures pratiques internationales en conception, en fabrication, en exploitation et en gestion de la fin de vie des produits de l'aérospatiale.

Par la tenue de cet événement international, l'industrie aérospatiale québécoise a réaffirmé sa position de chef de file en matière d'innovation ainsi que son engagement à réduire les impacts environnementaux de l'industrie et de l'aviation mondiale. Par conséquent, elle a grandement renforcé son système d'innovation au cours de la dernière décennie. En tablant sur le rapprochement entre ses acteurs clés et le monde de la recherche, les membres de la grappe mettent en place des actions structurantes en innovation, créant ainsi un effet d'entraînement à travers toute sa chaîne d'approvisionnement. Le Québec aspire ainsi à développer de nouvelles technologies de pointe et à assurer sa compétitivité à l'échelle internationale.

En matière de projets d'importance découlant des travaux de la grappe, Aéro Montréal est fière d'appuyer le projet mobilisateur de l'avion plus écologique (SA²GE), financé en partie par le gouvernement du Québec, ainsi que le Programme de démonstration de technologies, financé en partie par le gouvernement du Canada. Ces deux programmes de démonstration de technologies favorisent la collaboration entre les centres de recherches, les universités, les PME, les équipementiers et les grands fabricants, québécois et canadiens, dans le développement de nouveaux produits. Cette approche, basée sur les meilleures pratiques internationales, favorise la croissance des entreprises et leur intégration sur les futures plateformes d'aéronefs.

Depuis la première édition en 2007, le Forum Innovation Aérospatiale se veut un événement rassembleur qui permet de découvrir la vision des leaders mondiaux en matière d'innovation. Nous espérons que les débats et rencontres d'affaires qui s'y sont déroulés ont permis aux participants de dégager des pistes de solutions pour faire de notre industrie un modèle de développement durable.

Afin d'aider les acteurs de l'industrie dans cette tâche, le présent Livre blanc vise à offrir un compte rendu complet des principaux thèmes qui ont été abordés durant le Forum. Il propose, par ailleurs, différentes recommandations et pistes de réflexion qui permettront à l'industrie aérospatiale de relever les défis auxquels elle fait face.

Bonne lecture!

sommaire exécutif

MONTRÉAL, PILIER DE L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE CANADIENNE ET QUÉBÉCOISE

L'industrie aérospatiale canadienne est la cinquième en importance au monde, et la deuxième plus grande par rapport à la taille de son économie; elle génère des revenus de 22,8 milliards de dollars par an, compte 66 000 employés, exporte 80 % de sa production. Cette industrie inclut un grand constructeur d'avions commerciaux et un large éventail de chefs de file mondiaux dans différents segments – hélicoptères, trains d'atterrissage, simulateurs, moteurs, aérostructures ou services d'entretien et de réparation.

Le Québec a contribué largement au succès aérospatial canadien puisque, de 1990 à 2013, l'industrie de l'aérospatiale du Québec a enregistré une croissance annuelle moyenne de ses ventes d'environ 5,3 %, et ce, malgré les récessions et la récente hausse du dollar canadien par rapport à la devise américaine. En 2013, les ventes ont progressé par rapport à 2011, pour atteindre 12,05 G \$.

Aéro Montréal, la grappe aérospatiale du Québec, joue un rôle-clé de catalyseur de cette industrie. Sur l'ensemble canadien, l'industrie aérospatiale du Québec représente environ 70 % de la R-D, 60 % du PIB, 60 % des exportations, 55 % des ventes et 50 % des effectifs. La grappe aérospatiale du Québec se démarque par une forte spécialisation et une réputation comme l'un des principaux centres de développement en aérospatiale au monde grâce à la présence de chefs de file chez les maîtres d'œuvre, les intégrateurs, les équipementiers et les spécialistes de services d'entretien et de réparation (MRO – *Maintenance, Repair, and Overhaul*) ainsi que les sous-traitants et fournisseurs de produits et services spécialisés. L'industrie aérospatiale québécoise a développé une expertise internationale dans des domaines aussi variés que la fabrication d'avions régionaux et d'affaires, de turbopropulseurs, l'avionique, l'ingénierie et le développement, la conception de trains d'atterrissage et d'intérieurs d'avions d'affaires, la qualification et la certification d'aéronefs ainsi que les services d'essai en vol.

IMPRESSIONS GÉNÉRALES ET THÉMATIQUES DU FORUM

Quatre grandes tendances ressortent des présentations et discussions qui ont eu lieu au Forum.

Thématique 1: Changement et mondialisation sont le lot quotidien des avionneurs et de leurs partenaires.

Les changements se bousculent et s'entrecroisent dans l'industrie aérospatiale. Les tendances lourdes des dernières années se confirment, l'industrie est bel et bien mondialisée, les marchés et sites de production sont répartis dans le monde. Gérer et réussir dans un tel contexte constitue un véritable tour de force. L'offre et la demande sont dispersées sur la planète, et ces données changent rapidement.

Thématique 2: Incertitude et risques. Le contexte mondial de changement complexifie le calcul des coûts et bénéfiques de tout projet aérospatial, puisque ceux-ci durent des décennies et impliquent de multiples partenaires, fournisseurs et clients internationaux qui évoluent dans un contexte de plus en plus instable et changeant.

Thématique 3: Complexité et intégration. Tous les leaders de l'industrie présents au Forum s'entendent pour dire que les modèles d'analyse stratégique, commerciale et financière sont complexes: ils doivent intégrer harmonieusement non seulement des données techniques et économiques, mais aussi s'adapter et se renouveler vis-à-vis des données changeantes, en tenant compte des considérations propres au développement durable.

Thématique 4: Innovation technologique et systémique. Les divers spécialistes se sont relayés durant le Forum pour faire état des technologies et méthodes de travail utilisées à toutes les étapes, de la conception à la fabrication. La recherche est collaborative et prend place au sein d'infrastructures de recherche partagées. Les ressources tant humaines que matérielles sont partagées, les technologies sont intelligentes, les équipes sont multifonctionnelles. Des défis se posent en matière d'intégration des designs et l'interopérabilité des systèmes et plateformes.

RÉSUMÉ DES PRÉSENTATIONS ET CONTENU DU LIVRE BLANC

L'effet « domino » des changements systémiques dans l'industrie aérospatiale

Les grands enjeux et thèmes soulevés durant le Forum sont reliés les uns aux autres, puisque les changements préconisés sont systémiques. Ceci est d'autant plus vrai quand on intègre les notions de développement durable à celles de développement socioéconomique et technologique. Tel qu'illustré dans la Figure 1, qui servira de trame de fond pour présenter tour à tour les divers exposés et conclusions du Forum, tous ces changements dans l'industrie aérospatiale sont interreliés et ont un impact à tour de rôle les uns sur les autres, tel un effet domino.

Figure 1 : Schéma intégrateur des thématiques et conclusions du forum

CONCLUSIONS DU FORUM

Il ressort du Forum une conviction que les changements affectant l'industrie aérospatiale sont profonds et continus. Quatre (4) grandes vagues de changement se dessinent, et suscitent les huit (8) recommandations suivantes pour faciliter l'adaptation, la résilience et la performance de l'industrie aérospatiale québécoise au cours des prochaines années.

Changement n° 1 : Mutations profondes et soutenues dans l'offre et la demande, stimulant le développement de nouveaux produits. Les avions doivent intégrer de multiples paramètres, répondant aux exigences économiques et réglementaires, mais aussi aux préceptes du développement durable en matière de pollution, de bruit, de recyclage et de gestion de la fin de vie.

CHANGEMENTS DANS LES FACTEURS EXTERNES GLOBAUX DANS LE MONDE (SECTION 1)

Technologies systémiques, intelligentes, multidisciplinaires, design et fabrication intégrée, nouvelles architectures et nouveaux matériaux.

Économie mondialisée, pays émergents en croissance, incertitude économique et mouvance sociale.

CHANGEMENTS DANS LES STRATÉGIES, SYSTÈMES DE GESTION ET MODES D'ORGANISATION (SECTION 2)

Chaînes d'innovation décentralisée vers les Tier 1, modes d'innovation en collaboration, rôle accru des PME.

Chaînes d'approvisionnement locales et mondiales relocalisées et reconfigurées en fonction de l'offre et de la demande.

CHANGEMENTS DANS LES CIBLES COMMERCIALES, FINANCIÈRES ET DANS LA PRISE DE RISQUE (SECTION 3)

Produits répondant aux exigences environnementales en matière de pollution, de bruit, de recyclage, de déchets.

Modèle d'affaires et de revenu basés sur l'efficacité, la fiabilité, la vitesse de développement à coûts raisonnables et partagés.

CHANGEMENTS DANS LE RÔLE DES ACTEURS DE L'INDUSTRIE : INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE, GRAPPES AÉROSPATIALES, GOUVERNEMENTS (SECTION 4)

Infrastructures de recherche
Rôle des grappes dans l'innovation
Financement et programmes gouvernementaux
Outils au service de la gestion du partage de la connaissance
Innovations commerciales et nouveaux marchés

Changement n° 2 : Innovation technologique accélérée, mais plus intégrée. L'ingénierie de système devient centrale, les technologies sont systémiques et plus intelligentes, donc connectées entre elles; les équipes sont multidisciplinaires, le design et la fabrication sont intégrés grâce à plus de simulation; de nouvelles architectures d'avions sont requises et exigent de nouveaux matériaux et procédés de fabrication et d'assemblage.

Changement n° 3 : Les acteurs de l'industrie sont plutôt internationaux et dispersés géographiquement, mais plus que jamais intégrés entre eux, et doivent se coordonner davantage en amont (innovation) et en aval (fabrication). L'innovation est décentralisée vers les intégrateurs/Tier 1, et par conséquent, en cascade vers les autres sous-traitants; les modes d'innovation sont davantage collaboratifs.

Changement n° 4 : Les stratégies et modèles d'affaires évoluent localement et mondialement. Les chaînes d'approvisionnement locales et mondiales sont relocalisées et/ou reconfigurées en fonction de l'offre et de la demande, ainsi que des facteurs socioéconomiques, en termes d'efficacité, de fiabilité et de vitesse de développement à coûts raisonnables et partagés.

RÉSUMÉ DES RECOMMANDATIONS

Huit recommandations ont été élaborées suite au Forum. Elles ont trait aux divers mécanismes de financement de l'innovation, mais aussi aux meilleures pratiques de gestion, aux outils plus efficaces de coordination et collaboration, aux technologies plus avancées, aux liens commerciaux et internationaux renforcés, et à la main-d'œuvre qualifiée.

Recommandation 1 : Poursuivre l'application des recommandations du rapport Emerson pour renforcer l'appui stratégique et financier du gouvernement à l'industrie aérospatiale.

Les intervenants durant le Forum ont tous plaidé en faveur du rôle central du gouvernement pour soutenir l'industrie aérospatiale, à la fois pour prioriser, cibler, coordonner, diminuer les risques et accélérer le développement et la commercialisation des innovations de produits et procédés. Entre autres, les membres de l'industrie aérospatiale saluent le rapport Emerson qui recommande que le rôle central du gouvernement en matière de priorisation et de soutien à l'industrie aérospatiale soit maintenu et renforcé.

Recommandation 2 : Augmenter la capacité et la compétitivité de la chaîne d'approvisionnement industrielle et renforcer les liens dynamiques entre ses acteurs (maîtres d'œuvre, intégrateurs et sous-traitants).

Il faut soutenir davantage les PME performantes, qualifiées comme fournisseurs des grands donneurs d'ordres locaux, et souvent en forte croissance, afin qu'elles puissent s'internationaliser et être plus compétitives sur le plan mondial en termes d'innovation et de coûts. Cela exigera l'implantation de meilleures pratiques de gestion, ainsi que des réseaux d'affaires de classe mondiale et des investissements dans des technologies de pointe.

Recommandation 3 : Accroître la capacité d'innovation et d'absorption technologique de tous les acteurs industriels (incluant les PME) et développer des liens plus fluides et interactifs entre les acteurs de l'innovation.

Il faut augmenter la capacité d'innovation des PME en « amont », soit aux phases de la recherche et développement et de la conception, ainsi que leur capacité de commercialisation internationale. Tout ceci dans le but d'accroître leur compétitivité mondiale dans une industrie mondialisée qui nécessite, en parallèle, des améliorations en matière de coûts, de nouveaux produits et d'adaptation à de nouveaux clients.

Recommandation 4 : Réduire les risques des délais de l'innovation par l'innovation collaborative à tous les niveaux dans la chaîne d'approvisionnement aérospatiale.

L'ère de l'innovation ouverte et collaborative est bien amorcée, et elle est là pour rester. Il faut encourager et soutenir davantage la collaboration, ainsi que le partage des ressources et des infrastructures de R-D, démonstration et fabrication, tant au sein des chaînes verticales d'approvisionnement qu'en matière de collaboration horizontale entre les acteurs qui ont des compétences complémentaires au sein de l'industrie.

Recommandation 5 : Maximiser l'utilisation et l'échange des ressources et bonifier les huit infrastructures partagées.

Les collaborations verticales (dans la chaîne d'approvisionnement) et horizontales (entre acteurs complémentaires) favorisent les rapprochements et militent en faveur de grands projets mobilisateurs. Pour les faciliter, il faut soutenir la mise en place de divers mécanismes, infrastructures et ressources partagées qui encouragent et soutiennent financièrement la mise en commun, le partage et la mobilité des équipements, outils et machines entre les acteurs de l'industrie aérospatiale, soient les centres de recherche, les universités et les entreprises.

Recommandation 6: Assurer l'arrivée d'un flot continu de main-d'œuvre qualifiée et de la mise à jour des compétences techniques, opérationnelles et managériales des acteurs de l'industrie devant constamment s'ajuster à de nouvelles façons de faire et de gérer.

Il faut soutenir le transfert des connaissances, la formation technique et managériale, ainsi que l'amélioration continue de l'expertise de tous les employés qui sont, plus que jamais, des piliers du succès des entreprises aérospatiales.

Recommandation 7: Soutenir par des partenariats public-privé, ainsi que par des programmes locaux et des initiatives internationales, l'atteinte des divers objectifs de développement durable de l'industrie.

En vue de satisfaire les impératifs commerciaux et environnementaux de l'industrie et de leurs clients, tout en réduisant les risques financiers et techniques des efforts requis, les entreprises aérospatiales doivent intégrer tous les aspects de développement durable et d'empreinte écologique dès le lancement de tout projet d'innovation. Pour les appuyer et partager les risques financiers, diverses avenues de soutien indirect des divers paliers de gouvernements sont proposées.

Recommandation 8: Poursuivre l'arrimage de la recherche universitaire à haut niveau de maturité technologique (NMT) avec les initiatives issues du rapport Emerson.

Les progrès accomplis depuis 20 ans dans le dialogue entre les universités et les industries dans le domaine aérospatial ont été importants. Il faut cependant poursuivre et encourager de nouvelles initiatives conjointes, par des programmes conjoints de formation, des stages industriels, des programmes de démonstration technologique et des projets subventionnés à plus haut *niveau de maturité technologique* (NMT 5-6).

programme

MOTS DE BIENVENUE

Suzanne M. Benoît, Présidente-directrice générale, *Aéro Montréal*

Patrick Champagne, Président du Chantier Innovation, Aéro Montréal et Vice-président, Postes de pilotage et intégration de systèmes, *Esterline CMC Électronique*

Clément Fortin, Président-directeur général, *CRIAQ*

Maria Della Posta, Présidente du conseil d'administration, *Aéro Montréal* et Vice-présidente principale, Ventas et marketing, *Pratt & Whitney Canada*

MOT D'OUVERTURE DU FORUM

Nicolas Marceau, Ministre des Finances et de l'Économie du Québec

LES ÉTATS-UNIS : UNE NATION AÉROSPATIALE

Ambassadeur Duane e. Woerth, Représentant spécial des États-Unis au conseil de l'OACI

VISION DU CYCLE DE VIE DE PLATEFORMES AÉROSPATIALES MAJEURES

Modérateur:

Hany Moustapha, Professeur et directeur, *AEROETS, École de technologie supérieure*

Panélistes:

Robert Dewar, Vice-président et directeur général, *CSeries, Bombardier Aéronautique*

David Hills, Directeur, Recherche et Technologie, *Airbus S.A.S.*

Bruno Stoufflet, Directeur de la prospective et de la stratégiesscientifique, *Dassault Aviation*

L'EXAMEN DES PROGRAMMES ET DES POLITIQUES DE L'AÉROSPATIALE ET DE L'ESPACE : BILAN D'UNE ANNÉE D'ACTION

L'honorable James Moore, Ministre de l'Industrie du Canada

VISION DU CYCLE DE VIE CHEZ LES MOTORISTES

Modératrice:

Hélène V. Gagnon, Vice-présidente, Affaires publiques, Communications et RSE, *Bombardier Aéronautique*

Panélistes:

Alan Epstein, Vice President - Engineering Technology and Environment, *Pratt & Whitney, a division of United Technologies Corporation*

Pierre Guillaume, Directeur technologie, *SNECMA*

David Thibes, Directeur général, *Turbomeca Canada*

DÉJEUNER-CAUSERIE - L'INNOVATION, LE COEUR DE LA STRATÉGIE DE BOMBARDIER AÉRONAUTIQUE

Guy Hachey, Président et chef de l'exploitation, *Bombardier Aéronautique*

Présenté par Joseph C. Anselmo, Rédacteur en chef, *Aviation Week & Space Technology*

ATELIER CONCEPTION : « LA SIMULATION VIRTUELLE ET SES IMPLICATIONS POUR L'INDUSTRIE »

Modérateur:

Clément Fortin, Président-directeur général, *CRIAQ*

Panélistes:

Jacques Duysens, Directeur général délégué, *Silkan*

Emilio Di Zazzo, Directeur de Comptes Stratégiques Aerospace & Defence Canada, *PTC*

Michel Tellier, Vice President Aerospace & Defence Industry, *Dassault Systèmes*

Cameron Mackey, Directeur, ingénierie d'affaires, *Helix Enterprise Collaboration Systems*

ATELIER MANUFACTURIER : « LES DÉFIS ET OPPORTUNITÉS DE L'AUTOMATISATION AVANCÉE

Modérateur:

Éric Beaugard, Président, *AV&R Aérospatial*

Panélistes:

Alain Ouellette, Manager - Global Automation and Instrumentation R&D Center, *GE Aviation*

Chris Blanchette, National Account Manager, Distribution - Assembly and Aerospace Automation, *FANUC America Corporation*

Miguel A. Castillo Acero, Vice President Technology Development, *Aernnova*

COMMENT FAIRE AFFAIRE AVEC EADS ?

Dave Williams, Vice-président, approvisionnement, *Airbus Americas*

CLEAN SKY 2 : VERS UN BOND DE L'INNOVATION EN EUROPE

Giuseppe Pagnano, Coordinating Project Officer, *Clean Sky Joint Undertaking*

TENDANCES POUR LES SYSTÈMES AÉRONAUTIQUES

Dave Carter, Vice-président, Engineering & Technology, *UTC Aerospace Systems*

L'AVION PLUS ÉLECTRIQUE EST UNE MUTATION PROFONDE DE NOTRE INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE : LA VISION DE SAFRAN

Serge Bérenger, Directeur Stratégie et R&T, Hispano-Suiza, *Groupe SAFRAN*

LES INNOVATIONS DES PROCHAINES GÉNÉRATIONS D'AVIONS DE CHASSE

Billie Flynn, ancien pilote de l'Aviation royale canadienne et pilote d'essai chez *Lockheed Martin*

ATELIER FABRICATION : « LA FABRICATION AVANCÉE - QUELLES OPPORTUNITÉS POUR L'AVENIR ? »

Modérateur:

Eric J. Amis, Directeur, Sciences physiques,
United Technology Research Center

Panélistes:

Thomas Chiang, Manufacturing R&D Engineer,
Bell Helicopter, Textron

Julien Chaussée, Ingénieur Spécialiste, Structures Avancées
et Ingénierie Centrale, *Bombardier Aéronautique*

Scott Martin, Senior Manager, Next generation composites
fabrication processes, *The Boeing Company*

ATELIERS CONCEPTION : « ÉVOLUTION DE LA RELATION ENTRE LES PME ET LES OEM - QUELS DÉFIS POUR LES PME DE PASSER PAR LES INTÉGRATEURS DE RANG 1 ? »

Modérateur:

Raphaël Duflos, Directeur des Achats, *AEROLIA*

Panélistes:

José Luiz Rodriguez Ramos,
Directeur général, *Chihuahua Aerospace Cluster*

Jean Blondin, Président, *Abipa*

COMMENT FAIRE AFFAIRE AVEC FINMECCANICA GLOBAL SERVICES ?

Marco Bona, VP International Programs, *Finmeccanica Global Services*

COMMENT LES MRO INNOVENT-ILS POUR PROLONGER LA DURÉE DE VIE DES AÉRONEFS ?

Modérateur:

Marc-André Duranceau, Vice-président, Aérostructures et services aéronef, *L-3 Communications MAS*

Panélistes:

Amy L. Gowder, Vice-présidente,
Kelly Aviation Center

Gavin Simmonds, General Manager, *AJW Technique*

GESTION DE LA FIN DE VIE : ÉTAT DES LIEUX DANS L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE

Modérateur:

Bruce Parry, Chef, Responsabilité sociale d'entreprise,
Bombardier Aéronautique

Panélistes:

Robert Cadieux, Directeur, Environnement et développement durable, *Pratt & Whitney Canada*

Kahina Oudjehani, Leader en écoconception,
Bombardier Aéronautique

DÉJEUNER-CAUSERIE - CGI CONTRIBUE À L'INNOVATION AU SERVICE DE L'EFFICACITÉ INDUSTRIELLE DES ACTEURS DE LA FILIÈRE AÉRONAUTIQUE « LA THÉORIE DES CHÂÎNS MANQUANTS »

Vincent Berthelon, Vice-Président, *CGI Business Consulting France*

Présenté par **Yves Robins**, Premier Vice-président,
Union européenne et OTAN

ATELIER EXPLOITATION : « DIAGNOSTICS, PRONOSTICS AND HEALTH MONITORING (DPHM) ET L'INNOVATION : QUELS DÉFIS POUR L'AVENIR ? »

Modérateur:

Dr Prakash Patnaik, Chef de programme, systèmes de défense aérienne, *Conseil national de recherches Canada*

Panélistes:

Thibaud Lebreton, Gestionnaire de projets, Recherche et technologie, *Safran Engineering*

Vincent Raymond, Spécialiste R&D génie mécanique,
Héroux-Devtek

ATELIER INTER-INDUSTRIES : « GESTION DU CYCLE DE VIE D'AUTRES INDUSTRIES D'ENVERGURE - QUELLES LEÇONS POUR L'AÉROSPATIALE ? »

Modérateur:

Jean Simard, Président-directeur général, *Association de l'aluminium du Canada*

Panélistes:

Edouard Clément, Directeur général, *Quantis*

Sebastien Zinck, Directeur, Eco-design et LCA, *Steelcase*

Gilbert Delabrousse, Consultant PLM Sénior, *PCO Innovation*

COMMENT FAIRE AFFAIRE AVEC BOEING DEFENSE, SPACE AND SECURITY ?

Ian Smith, Gestionnaire de projets Canada, Partenariats stratégiques internationaux, *The Boeing Company, Defense, Space and Security*

ATELIER CERTIFICATION : « L'AVENIR DE LA CERTIFICATION - DÉFIS ET OPPORTUNITÉS »

Modérateur:

John Maris, Président, *Marinvent Corporation*

Panélistes:

Martin Eley, Directeur général de l'Aviation civile,
Transports Canada

Sergey Zheltov, General Director, *GosNIIAS*

Malcom Imray, Ingénieur de navigabilité aérienne,
Conseil national de recherches Canada

ATELIER EXPLOITATION : « INNOVATION ET DÉFIS DANS LES NOUVELLES TECHNOLOGIES DE NAVIGATION ET DE SURVEILLANCE »

Modérateur:

Stéphane Blais, Directeur de projet,
Opérations aériennes, *Marinvent Corporation*

Panélistes:

Steve Bradford, Chief Scientist for
Architecture, *NextGen Development*

John Studenny, Directeur des systèmes d'ingénierie,
Esterline CMC Électronique

COMMENT FAIRE AFFAIRE AVEC BOMBARDIER AÉRONAUTIQUE ?

Louis Bouchard, Supply Chain Manager - Strategy,
Communication and CSR, *Bombardier Aéronautique*

compte rendu du forum

INTRODUCTION : LES RÉALISATIONS ET SUCCÈS PASSÉS SONT-ILS GARANTS DU FUTUR ?

RÉALISATIONS ET POSITIONNEMENT DE L'INDUSTRIE CANADIENNE ET QUÉBÉCOISE

Comme confirmé par la présence au Forum de l'Honorable James Moore, ministre de l'Industrie, le Canada est l'une des puissances mondiales dans le secteur de l'aérospatiale. Son industrie aérospatiale est la cinquième en importance au monde, et la deuxième plus grande par rapport à la taille de son économie. L'industrie aérospatiale canadienne génère des revenus de 22 milliards de dollars par an, compte 66 000 employés, exporte 80 % de sa production et se classe au deuxième rang au pays pour l'intensité de la recherche et développement. Cette industrie comprend le troisième plus grand constructeur d'avions commerciaux au monde, Bombardier Aéronautique, et un large éventail de chefs de file mondiaux dans différents segments : hélicoptères civils, trains d'atterrissage, simulateurs, turbopropulseurs et turboréacteurs de petite taille, aérostructures et MRO. Pour l'économie canadienne, il s'agit d'un secteur stratégique de premier ordre.

Le Québec a contribué largement au succès aérospatial canadien, et il continuera d'obtenir le soutien du gouvernement provincial en place qui mise sur cette industrie pour renforcer la compétitivité et prospérité québécoise. De 1990 à 2013, l'industrie aérospatiale du Québec a enregistré une croissance annuelle moyenne de 5,3 % de ses ventes, et ce, malgré les récessions et la récente hausse du dollar canadien par rapport à la devise américaine. En 2013, le total des ventes s'est élevé à 12,05 G \$. Aéro Montréal joue un rôle-clé de catalyseur de cette industrie pour l'ensemble du Québec. Cependant, avec une concentration de 98 % de l'activité aérospatiale québécoise, le Grand Montréal s'est établi comme l'un des principaux centres de développement en aérospatiale au monde grâce à la présence de quatre maîtres d'œuvre de calibre mondial, d'une quinzaine d'équipementiers et d'intégrateurs, et d'un réseau de plus de 200 PME spécialisées, auxquels s'ajoutent plusieurs centres de recherche et organismes de formation d'envergure.

À ce titre, le Grand Montréal concentre 70 % de la R-D canadienne en aérospatiale, 60 % des exportations, 55 % des ventes, et 50 % des effectifs. Enfin, 80 % de la production aérospatiale québécoise est exportée.

IMPRESSIONS GÉNÉRALES ET THÉMATIQUES DU FORUM

Changements et mondialisation sont le lot quotidien des avionneurs et de leurs partenaires.

Les changements se bousculent et s'entrecroisent dans l'industrie aérospatiale. Les tendances lourdes des dernières années se confirment alors que les chaînes d'approvisionnement et les relations entre clients et fournisseurs s'internationalisent de plus en plus. Gérer et réussir dans un tel contexte constitue un véritable tour de force. L'offre et la demande sont dispersées sur la planète et ces données changent rapidement.

Incertitude et risques. Le contexte mondial de changement complexifie le calcul des coûts et bénéfices, étant donné que les projets dans le secteur aérospatial durent des décennies et impliquent de multiples partenaires, fournisseurs et clients internationaux sujets à des changements géopolitiques. Cela remet en question les façons traditionnelles de décider, d'investir, de concevoir et de fabriquer des avions. Il devient plus incertain de bien évaluer tous les aspects d'un projet, et en particulier les risques de tous ordres.

Complexité et intégration. Tous les leaders de l'industrie présents au Forum s'entendent pour dire que les modèles d'analyse stratégique, commerciale et financière sont complexes : ils doivent prendre en compte et intégrer harmonieusement non seulement une multitude de données sociales, techniques et économiques, mais aussi s'adapter et se renouveler vis-à-vis des données qui changent dans un environnement dynamique. Ceci est d'autant plus nécessaire dans un contexte de développement durable, rendu essentiel par des facteurs économiques, écologiques et sociaux qui deviennent des impératifs et des sources d'inspiration pour les produits futurs de l'industrie aérospatiale.

Innovation technologique et systémique. De nombreux spécialistes se sont relayés durant le Forum pour faire état des technologies et méthodes de travail qui continuent de progresser à un rythme accéléré : des technologies nouvelles sont utilisées à toutes les étapes du cycle de vie des produits de l'aérospatiale, les technologies intelligentes sont intégrées, les équipes deviennent multifonctionnelles, et la recherche devient collaborative au sein d'infrastructures de recherche partagées. Des défis se posent en matière d'intégration des designs et de l'interopérabilité des systèmes et plateformes. Au-delà de l'innovation, on pense efficacité, efficience, durabilité et sécurité.

L'EFFET « DOMINO » DES CHANGEMENTS SYSTÉMIQUES DANS L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE

Le Forum a permis de jeter un vent d'optimisme et de renouveau sur une industrie aérospatiale en constante transformation. Les diverses présentations et discussions durant le Forum ont démontré le dynamisme des membres de l'industrie et les nombreux témoignages recueillis ont exemplifié les nombreux succès techniques et commerciaux de plusieurs joueurs d'envergure. Cependant, il ressort de cela que la bataille n'est pas gagnée et que des changements majeurs restent à venir. Les grands enjeux de ces changements profonds et les nombreux thèmes soulevés durant le Forum sont reliés les uns aux autres, puisque les changements préconisés sont systémiques. Ceci est d'autant plus vrai quand on intègre les notions de gestion durable du cycle de vie à celles du développement technologique. Une vision globale est donc requise.

Les entreprises doivent apprendre non seulement à gérer l'innovation technologique, mais aussi l'innovation organisationnelle et relationnelle, ainsi que l'innovation commerciale, afin de faire face aux défis actuels et futurs causés par les mutations de l'industrie, tant à l'échelle locale qu'à l'échelle mondiale.

Comme illustré précédemment (Figure 1), tous ces changements dans l'industrie aérospatiale sont reliés entre eux et ont un impact à tour de rôle les uns sur les autres, dans un effet domino.

SECTION 1. TENDANCES LOURDES DANS L'INDUSTRIE AEROSPATIALE

1.1 TENDANCES SUR LE PLAN ÉCONOMIQUE

Même si l'industrie aérospatiale est encore fortement concentrée en Europe et en Amérique du Nord, le dynamisme élevé de l'offre et la demande étrangère entraînent une décroissance dans certaines régions, au profit d'une croissance prononcée dans de nombreux pays émergents. Tel que souligné par Guy Hachey, président et chef de l'exploitation de Bombardier Aéronautique, si 80 % de la demande provenait d'Amérique du Nord et de l'Europe durant deux décennies (entre 1993 et 2012), ce chiffre sera plutôt de 50 % pour la période de 2013 à 2033.

Une tendance géopolitique lourde se confirme, soit la création de nouveaux pôles de développement, avec le soutien des gouvernements locaux, comme en Chine, en Inde, au Maroc ou au Mexique. En particulier, dans les pays émergents, les gouvernements augmentent leur soutien : *«L'industrie aérospatiale se voit transformée par des pays en pleine ascension prêts à utiliser les ressources et l'influence de l'État pour développer leur propre industrie aérospatiale. Les actions de ces pays créent de nombreux nouveaux défis pour les entreprises aérospatiales canadiennes.»* - Guy Hachey, Bombardier Aéronautique

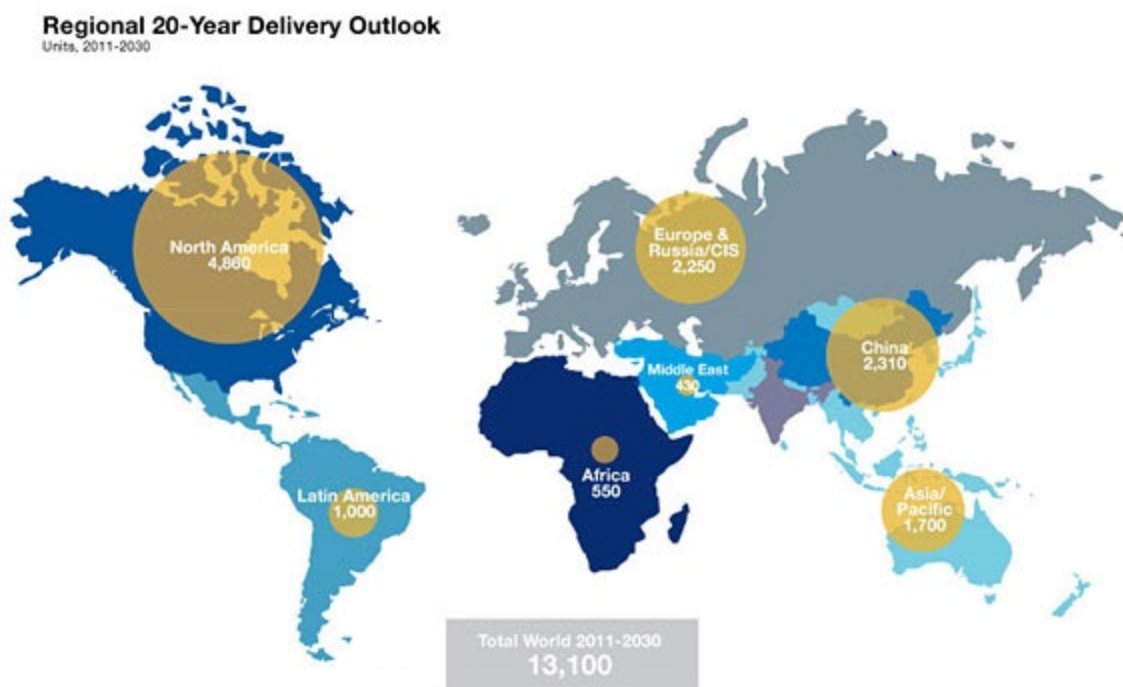
La délocalisation internationale et la décentralisation de la fabrication et de l'innovation s'accroissent. Pour profiter des opportunités de marchés émergents et s'assurer de demeurer compétitives, les grands groupes européens et nord-américains se mondialisent davantage et délocalisent leurs activités : *«Parallèlement, la chaîne d'approvisionnement*

en aérospatiale se mondialise à mesure que des constructeurs comme Boeing, Airbus et Lockheed Martin parcourent le monde à la recherche de systèmes et de composants, réduisent le nombre de fournisseurs avec lesquels ils sont disposés à faire affaire, et obligent ces derniers à investir dans la recherche et la conception de systèmes qui sont conformes à leurs exigences sur le plan de la performance.» - Guy Hachey, Bombardier Aéronautique

Les grands groupes québécois sont des chefs de file dans cette mouvance. Bombardier Aéronautique a ainsi établi de solides unités de fabrication et d'assemblage au Mexique et au Maroc (entre autres), tout en étant pionnière dans l'implantation d'un modèle «*Design & Build*», octroyant ainsi plus de responsabilités à ses fournisseurs que dans l'approche traditionnelle «*Build to print*».

Les entreprises canadiennes et québécoises, même les PME, doivent songer à s'internationaliser davantage pour s'insérer dans ces nouveaux modèles de production et trouver une place de choix dans les chaînes d'approvisionnement délocalisées : *«Il faut compter des années pour développer et mettre en marché un nouvel aéronef, qui pourra demeurer en service pendant des dizaines d'années. Une entreprise exclue aujourd'hui de la chaîne d'approvisionnement risque de perdre des ventes et de rater des occasions d'affaires durant des décennies.»* - Guy Hachey, Bombardier Aéronautique

Figure 2 : Prédiction des ventes d'aéronefs par région pour la période 2011-2020



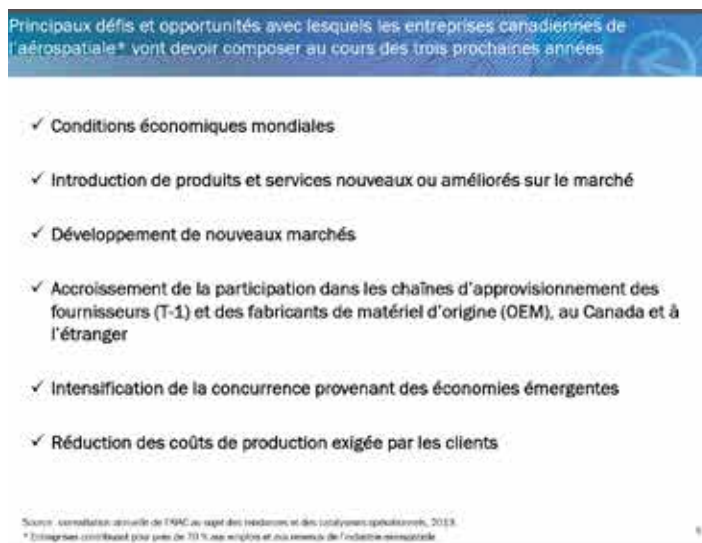
1.2 TENDANCES LOURDES SUR LES PLANS TECHNOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENTAL

Cycles de développement

Les principaux défis et opportunités avec lesquels les entreprises canadiennes de l'aérospatiale devront composer au cours des trois prochaines années sont illustrés dans la Figure 3 ci-bas.

Ces changements majeurs dans l'industrie mettent une pression pour réduire considérablement et continuellement les coûts de développement. Les cycles de développement de nouveaux produits doivent donc être de plus en plus courts afin d'offrir des produits de plus en plus performants en ce qui concerne l'avionique, le poids, le rendement énergétique des moteurs et l'aérodynamique. Selon Dave Carter, vice-président, Ingénierie et technologie chez United Technologies Aerospace Systems, une approche plus systémique sera nécessaire, soit au niveau de l'ingénierie des systèmes, des outils de simulation des systèmes ainsi que des systèmes de validation.

Figure 3: Défis et opportunités pour l'industrie aérospatiale mondiale



Source: AIAA, 2013

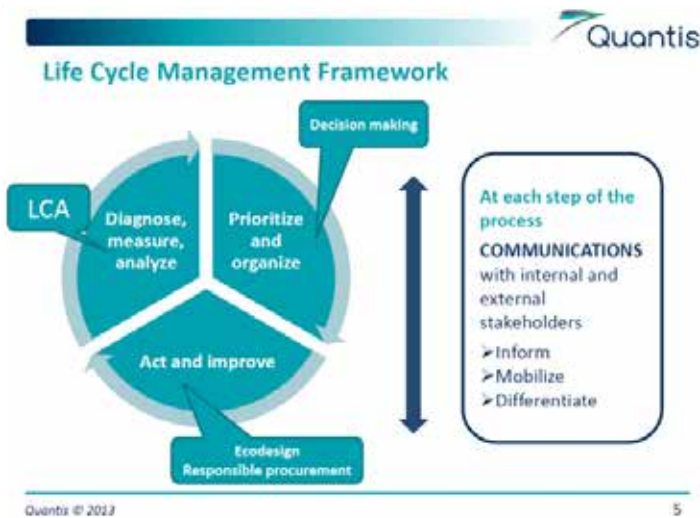
Cycle de vie des produits : les meilleures pratiques dans le monde

Le Forum a servi de lieu d'échanges sur le développement durable, en particulier sur la gestion du cycle de vie, puisque des spécialistes de diverses industries sont venus partager leurs pratiques et leurs succès avec les industriels en aérospatiale. L'analyse du cycle de vie d'un produit n'est pas une approche unique au secteur de l'aérospatial. En effet, il est possible d'accélérer l'apprentissage en la matière dans le secteur aérospatial québécois en s'inspirant des meilleures pratiques provenant d'autres industries et en les transférant par la suite à l'aérospatiale. La gestion du cycle de vie est une pratique générique, dont la plupart des concepts sont directement utiles et applicables à toutes les industries. En effet, selon Jean Simard, président de l'Association de l'Aluminium du Canada: «*Life cycle management is a flexible integrated framework of concepts, techniques and procedures to address environmental, economic and social aspects of products and organizations to achieve continuous improvement from a Life Cycle perspective.*»

Une approche intéressante, sous forme de processus, a été proposée par Édouard Clément, directeur général de Quantis, où le tout débute par une description claire de la situation: diagnostic, mesure et analyse. Cette description permet ensuite les prises de décisions organisées en fonction des priorités, de façon à agir globalement et à améliorer de manière efficace (voir Figure 4).

La gestion du cycle de vie des produits est une bonne manière de standardiser les échanges dans un réseau industriel. D'après Gilbert Delabrousse, consultant PLM senior chez PCO Innovation, la gestion du cycle de vie des produits permet à l'industrie automobile de gérer la sous-traitance de manière plus efficace et d'obtenir des données plus robustes pour atteindre les réglementations environnementales. Dans des secteurs à saveurs moins technologiques, comme Steelcase dans la fabrication de mobiliers de bureau, la gestion du cycle de vie des produits permet le développement de produits sains pour les usagers et pour l'environnement, tout en créant les conditions idéales pour leur deuxième vie, soit la réutilisation et le recyclage. La prise en compte de la gestion du cycle de vie des produits devient un aspect incontournable de la responsabilité sociale des organisations, tout en étant de plus en plus un puissant avantage concurrentiel.

Figure 4 : Gestion du cycle de vie selon Quantis



Source : Édouard Clément, Quantis

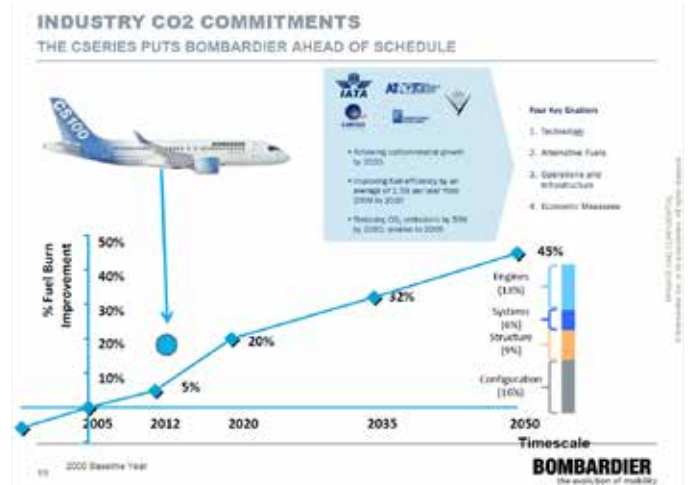
De manière générale, les tendances en termes de pratiques d'affaires et de réglementation gouvernementale exigent que le développement et l'utilisation de nouveaux produits se fassent en intégrant la gestion du cycle de vie des produits, incluant la phase de la fin de vie et les considérations de démantèlement et de recyclage qui en découlent. À ce titre, Bruno Stoufflet, directeur de la prospective et de la stratégie scientifique de Dassault Aviation, a présenté plusieurs enjeux et tendances en ce sens, entre autres sur le vieillissement des aéronefs, lequel pose un défi devant la perspective de l'élimination graduelle de tous les produits d'entretien à base de chromates.

Gestion du cycle de vie – Vision des fabricants d'équipement d'origine (OEM)

L'industrie aérosapatale s'est engagée à réduire considérablement les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) au cours des prochaines décennies. En effet, d'ici 2020, l'augmentation des émissions de CO₂ doit avoir cessé et on vise, en 2050, une réduction significative de 50 % par rapport au niveau des émissions de 2005. Cette direction que prend l'industrie force donc les donneurs d'ordres à suivre cette tendance en développant des aéronefs plus économiques. Ainsi, tel que soulevé par Robert Dewar, vice-président et directeur général CSeries, ce nouvel avion, avec ses 20 % de réduction de consommation de carburant, positionne avantageusement Bombardier Aéronautique. En effet, ce nouvel avion a presque une décennie d'avance sur les objectifs de l'industrie (voir Figure 5).

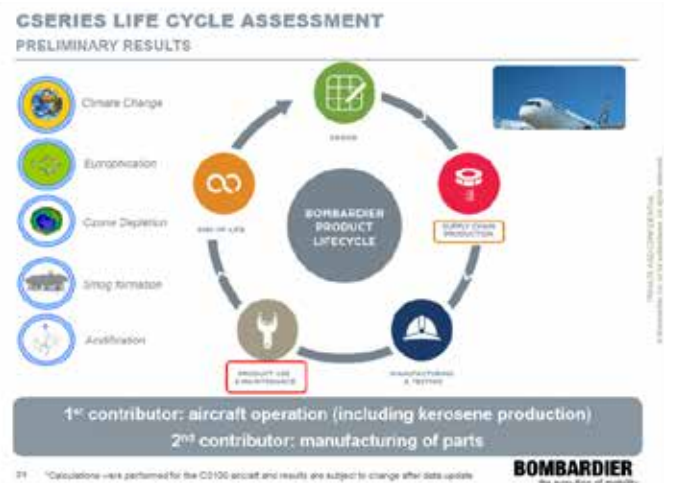
En ce sens, une approche intégrée de gestion du cycle de vie est nécessaire afin d'atteindre des objectifs aussi importants que ceux projetés par l'industrie aérosapatale. L'analyse du cycle de vie des produits doit être présente à toutes les phases du développement du produit. D'après les analyses effectuées par Bombardier Aéronautique, les deux phases ayant le plus de conséquences en ce qui a trait à l'impact environnemental global sont: 1) l'utilisation – en incluant la production de kérosène et 2) la fabrication des pièces (voir Figure 6). En outre, au-delà d'une approche intégrée, il est également important de segmenter les différentes phases du développement en processus de manière à en analyser les intrants, les extrants nuisibles et les liens de causes à effet entre eux. C'est par cette approche d'amélioration continue qu'on arrive, par exemple, à éliminer l'utilisation des chromates pour les trains d'atterrissage ou à implanter des procédés d'usinage à sec beaucoup moins polluants.

Figure 5 : Objectifs d'amélioration du rendement des moteurs



Source : Robert Dewar, Bombardier Aéronautique

Figure 6 : Vision du cycle de vie chez Bombardier



Source : Robert Dewar, Bombardier Aéronautique

Gestion du cycle de vie et réduction des impacts environnementaux – Vision des motoristes

Bien que l'amélioration des performances des moteurs ne soit pas l'unique source d'amélioration de l'impact environnemental global des aéronefs, il n'en demeure pas moins que ce composant a un impact significatif en termes d'émissions de CO₂, d'oxyde d'azote (NOX) et de pollution sonore. Par exemple, tel qu'expliqué par Robert Cadieux, directeur Environnement et développement durable chez Pratt & Whitney Canada, le nouveau moteur Pure Power génère 16 % des 20 % de réduction des émissions du nouvel avion CSeries.

De plus, les différentes innovations introduites par les motoristes peuvent bénéficier à plusieurs plateformes à la fois. À ce titre, ce nouveau moteur pourrait aussi être bénéfique pour d'autres plateformes comme le MRJ de Mitsubishi, seconde génération E-Jet d'Embraer, le MS-21 d'Irkut, ou encore l'A320neo d'Airbus.

Selon l'ensemble des panélistes de la plénière portant sur la vision du cycle de vie chez les motoristes, la clé du succès est de travailler de manière plus étroite tout au long de la chaîne d'innovation afin de développer des systèmes mieux intégrés et plus efficaces. Une collaboration active est nécessaire pour atteindre les objectifs de l'industrie selon les quatre axes suivants :

- avancement technologique;
- efficacité opérationnelle;
- amélioration des infrastructures;
- incitatifs économiques.

Aussi, tel qu'expliqué par le Dr Alan Epstein, vice-président Technologie et environnement chez Pratt & Whitney, une approche quelque peu différente est utilisée judicieusement au sein de cette organisation, où l'on cherche à réutiliser les pièces encore utiles alors que le moteur en soi ne l'est plus. Effectivement, ce n'est pas parce qu'un moteur a atteint sa fin de vie utile que l'ensemble des composantes sont automatiquement désuètes. En effet, environ 78 % de la matière première achetée pour la fabrication d'un moteur est présentement recyclée. Cependant, la complexité des matériaux nécessaires justifie une approche de réutilisation plutôt qu'une approche de recyclage.

David Thibes, directeur général chez Turbomeca Canada, confirme ces tendances. Fondée en 1956, Turbomeca a aujourd'hui livré près de 100 000 moteurs. Les quatre valeurs centrales de Turbomeca sont : sécurité, fiabilité, proximité avec les clients et innovation. Elle travaille présentement sur des projets de design modulaire de moteurs avec double compresseur, plus compacts et performants en matière de consommation,

ainsi que sur un moteur hybride fonctionnant au biocarburant. Les cibles visées de réduction des impacts sont les suivantes :

- 2015 : - 15 % CO₂, - 15 % NOX, - 5db pour le bruit
- 2020 : - 22 % CO₂, - 60 % NOX, - 10db pour le bruit
- 2030 : - 35 % CO₂, - 80 % NOX

Gestion de la fin de vie et vision globale des avionneurs

Il est ressorti des présentations au Forum que la gestion de fin de vie devra s'intégrer dans les préoccupations des acheteurs et des utilisateurs d'aéronefs. Les prérogatives du développement durable rendront nécessaire l'émergence de solutions efficaces pour la gestion de la fin de vie des aéronefs, et ce, dans un avenir rapproché.

En effet, selon la *Aircraft Fleet Recycling Association* (AFRA), plus de 12 000 aéronefs auront complété leur vie utile d'ici 20 ans. En considérant que l'Union européenne a déjà ordonné à l'industrie automobile de prendre en charge la gestion de la fin de vie de ses produits, il ne fait aucun doute qu'à terme, le législateur légifèrera aussi en ce qui a trait à l'industrie aérospatiale.

En ce sens, Bombardier a mis sur pied un projet de gestion de la fin de vie des aéronefs où l'on cherche à améliorer la « recyclabilité » d'un CRJ200 qui a atteint sa fin de vie utile. On cherche principalement à créer de nouvelles utilités à partir des pièces de l'aéronef. Par exemple, on réutilise des portions d'ailerons pour en faire des meubles, on réutilise le profile arqué des murs pour en faire des lampes stylisées, on réutilise le cuir des sièges pour en faire des manteaux, entre autres.

David Hellis, directeur, Recherche et technologie chez Airbus Americas, affirme, quant à lui, que la gestion du cycle de vie « fait partie de l'ADN » de l'entreprise qui s'affaire à de multiples projets impliquant tous les stades du cycle de vie : design, approvisionnement, fabrication, opérations aériennes, gestion de la fin de vie. Par exemple :

- 53 % des efforts d'amélioration de l'efficacité énergétique sont investis dans les matériaux;
- un effort particulier est mis sur la santé des passagers, avec des appareils pour éliminer les VOC et l'ozone;
- l'usine d'assemblage de Toulouse est éclairée par des panneaux solaires;
- on a éliminé les substances dangereuses, les remplaçant par des produits biodégradables; pour l'entretien, on utilise moins de décapants nocifs et des quantités moindres de peintures et de solvants.

Technologie de simulation, design, automation

La simulation virtuelle a de nombreuses implications pour l'industrie aérospatiale, et ce, pour tous les acteurs. On assiste à un changement de paradigme, selon Jacques Duysens, chef des opérations et directeur de l'activité simulation chez Silkan (voir texte encadré).

La simulation virtuelle est une discipline qui touche maintenant toutes les phases de développement d'un produit. Une simulation numérique optimisée réduit les coûts généraux de développement et son cycle de mise en marché. En effet, la simulation joue un rôle critique dans le développement de produit. On y valorise les analyses par éléments finis pour améliorer la fiabilité et la qualité des produits, mais on ajoute maintenant la gestion des données de simulation pour maximiser l'utilisation des informations générées par différentes analyses, que ce soit pour valider les modèles ou pour inférer des tendances.

Malgré que les tendances visent à réduire, voire à éliminer les prototypes physiques, plusieurs enjeux et défis sont encore présents, notamment en ce qui concerne les analyses multi-échelles, les analyses multidisciplinaires et l'interopérabilité des différents systèmes disponibles. Ainsi, il reste encore beaucoup d'efforts à investir pour faire bénéficier l'industrie aérospatiale du levier maximal que peuvent apporter les technologies de simulation à travers tout l'écosystème global de l'aérospatiale. En effet, selon Michel Tellier, vice-président Aérospatiale et défense chez Dassault Systèmes, il existe encore un *gap* majeur entre les développements effectués par les universités et ce qui est concrètement utilisé par l'industrie.

Old Paradigm : *Experiments are the qualification tests; proof that something does or does not "break". Simulations are used to understand the behavior observed and, generally, after the fact.*

New Paradigm : *Experiments explore the physics or mechanics and provide data to validate predictions. Simulations are asked to predict with quantifiable confidence and across the operational space.*

Decision-making *is therefore increasingly based on Modeling and Simulation to obtain validated, science-based predictions. Validation needs to assess the uncertainty, including lack-of-knowledge, and its effect on the predictions and the decisions they support.*

Source : Jacques Duysens, Silkan

Automatisation des procédés de fabrication

Les tendances de l'industrie aérospatiale veulent que les nouvelles conceptions de pièces soient de meilleure qualité, à des coûts plus faibles, disponibles pour plus longtemps et le tout dans un cycle de mise en marché de plus en plus court. L'ensemble de ces contraintes rend l'automatisation des procédés de fabrication indispensables. Selon deux conférenciers du Forum, Chris Blanchette, *National Account Manager, Distribution – Assembly and Aerospace Automation* chez Fanuc America, et Pédro Pomar, *Industrial Engineer* chez AERnova, les solutions de fabrication automatisée améliorent plusieurs aspects manufacturiers, soit en ce qui a trait à la répétabilité, la rigidité, la flexibilité et la réduction des coûts de production.

Afin d'implanter efficacement un procédé automatisé de fabrication, il est essentiel de conduire une analyse rigoureuse et transparente de ses propres procédés manufacturiers. Une bonne planification et l'implication de l'ensemble des intervenants sont une recette pour le succès de ce type de projet systémique et multifonctionnel. La vision du futur en lien avec l'utilisation de systèmes robotisés manufacturiers dans le secteur aérospatial tend vers une utilisation croissante. Comparativement au secteur automobile où les critères d'importance sont les volumes et les faibles coûts, une croissance similaire devrait être observée dans le secteur aérospatial, mais en suivant les critères propres à ce secteur industriel, soit la flexibilité et la répétabilité.

«L'automatisation n'est pas une baguette magique : si vous automatisez un procédé de fabrication qui donne des pièces de mauvaise qualité, vous n'obtiendrez qu'une plus grande quantité de pièces de mauvaise qualité à bas prix.»

Alain Ouellette, GE Aviation Bromont

Fabrication avancée (ou additive)

Une des tendances présentées lors du Forum concerne la fabrication avancée (ou additive). Le développement constant de nouvelles technologies et les objectifs continus de spécifications de plus en plus performantes tendent à exercer une pression au niveau des technologies manufacturières. En effet, il y a plusieurs besoins grandissants au niveau des technologies manufacturières en général, comme la diminution du cycle de mise en marché des produits, la réduction de l'impact environnemental et l'optimisation du poids, auxquels s'ajoutent des défis supplémentaires propres à la fabrication additive, comme la complexité supplémentaire des géométries ou l'augmentation des possibilités de choix de matériaux.

Malgré ces contraintes, les procédés de fabrication additive permettent d'apporter plusieurs avantages tels que la fabrication rapide de prototypes, la fabrication à faible coût de certains outillages dans des délais courts, la fabrication de certaines pièces pour les tests en vol, ou encore certaines pièces directement pour la production. Selon Scott Martin, *Senior Manager, Next Generation Composites Fabrication Processes* chez Boeing, l'entreprise utilise déjà la fabrication additive pour plus de deux cent pièces dans dix de ses plateformes.

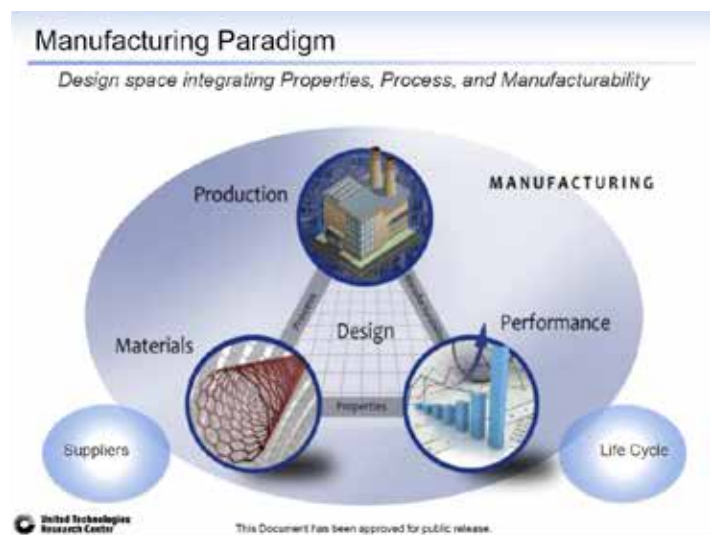
Afin de maximiser le potentiel des technologies de fabrication avancée, il est nécessaire de l'intégrer dès les premières phases de la conception. Les procédés de fabrication avancée requièrent une approche de « conception pour la fonctionnalité » (*Design-for-functionality*). Selon Julien Chaussée, ingénieur spécialiste, Structures avancées chez Bombardier Aéronautique: « *Additive layer manufacturing brings all sorts of freedom: They need to introduce that mind-set within the beginning phase of the design; reproducing same parts with that new manufacturing process won't reach its full potential.* » Selon ce spécialiste, afin de faciliter cette intégration, certaines actions précises peuvent être déterminées: (1) partager la connaissance des faisabilités grandissantes de ce type de procédé auprès des concepteurs; (2) ajouter cette méthode de conception pour la fonctionnalité dans les outils logiciels d'optimisation; (3) renforcer la robustesse des équipements; (4) assurer une reproductibilité des matières premières d'un fournisseur à l'autre; (5) établir des standards quant aux spécifications et aux compositions des matières premières; et (6) réduire les coûts d'opération des équipements.

Navigation : innovation et défis

Les principes de base de la navigation aérienne incluent les processus de planification, d'enregistrement et de contrôle des déplacements d'un aéronef. Les systèmes de navigation ont évolué dans le temps. Plusieurs technologies très performantes sont maintenant disponibles, en priorisant un trafic à la fois sécuritaire et efficace. Comme dans tout secteur technologique, l'acquisition de nouveaux systèmes d'avioniques doit être justifiée par des bénéfices d'affaires. C'est ce que confirme le conférencier John Studenny, *Director of Systems Engineering* chez Esterline CMC Electronics: « *NextGen Air Transport system is intended to reduce aviation fuel consumption, reduce emissions and airspace congestion. The airspace will become a "NextGen" Airspace.* »

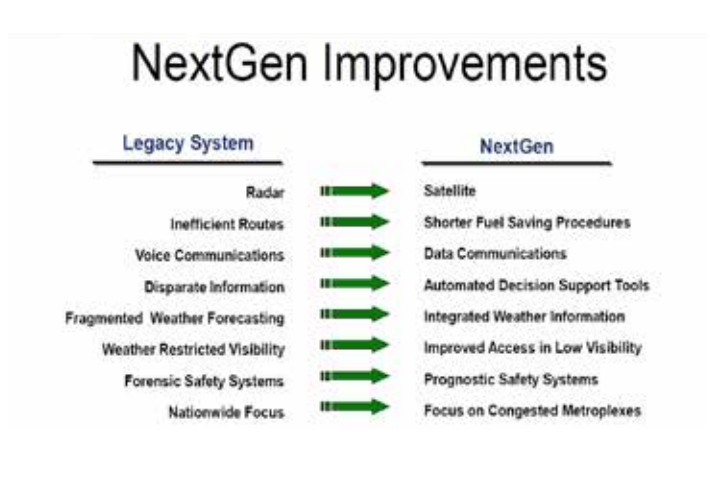
À l'instar de plusieurs initiatives actuelles en aérospatiale, une approche intégrée et systémique permettra d'atteindre les bénéfices les plus importants, et cette approche, par le programme NextGen, requiert des changements à plusieurs niveaux illustrés à la Figure 8. On peut également observer cette approche intégratrice chez NAV Canada, afin d'améliorer sa couverture de surveillance ainsi que ses systèmes de communications par le biais du système Aireon. En utilisant la constellation de satellites Iridium. Composée de plus de 66 satellites, elle permet une couverture de 100 % du territoire avec des cônes de silence significativement réduits. Cette réduction des séparations de communication permet une utilisation plus efficace de l'espace aérien, une réduction des coûts pour le client, ainsi qu'une diminution de l'impact environnemental.

Figure 7: Manufacturing paradigm



Source: Eric J. Amis, United Technology Research Center

Figure 8: Les améliorations de NextGen



Source: Steve Bradford, NextGen, FAA

Detector Prognostics and Health Monitoring (DPHM)

Bien que le Forum ait permis de se familiariser avec ce domaine en émergence, il ressort que plusieurs des technologies dans les domaines tels que le DPHM risquent de ne pas être commercialisées à court terme, faute d'avancées technologiques et commerciales probantes. D'une part, il manque encore des connaissances scientifiques de base. D'autre part, les diverses innovations liées au DPHM ne sont pas encore indispensables à la commercialisation des produits de l'aérospatiale puisque la réglementation actuelle ne les rend pas encore obligatoires.

Cependant, plusieurs initiatives visant l'amélioration de la santé des systèmes des aéronefs témoignent de l'activité dans ce domaine au sein de l'industrie aérospatiale. Par exemple, les recherches du Dr Prakash Patnaik, directeur de programme, Systèmes de défense aérienne (SDA), au CNRC, visent la gestion intégrée de l'état des aéronefs. Ces recherches ont un fort potentiel puisqu'elles permettent, entre autres, une réduction des coûts du cycle de vie total des produits et une augmentation de l'efficacité de la stratégie de maintenance et de la durée de vie des structures. Aussi, EWIS Health Monitoring, une division du groupe Safran, investigate activement des solutions concrètes pour améliorer le DPHM des aéronefs. Par exemple, des technologies de réflectométrie, des capteurs intelligents, ou l'intégration de réseaux de capteurs. Notons enfin que le développement visant l'amélioration du DPHM ne se limite pas qu'au fuselage et à l'avionique de l'aéronef.

En effet, Héroux-Devtek, qui se spécialise dans la conception et la fabrication de trains d'atterrissage, possède également plusieurs projets de recherche et développement qui visent à améliorer le DPHM. Par exemple, des détecteurs de proximité, des capteurs de vitesse de roue, ou des capteurs de température des freins et de pression des pneus. Ces projets ont pour but de mieux détecter la présence de corrosion et des fissures dues à la fatigue afin d'améliorer la sécurité, de diminuer le nombre d'inspections, d'augmenter la durée de vie de l'appareil et de réutiliser ces données pour la conception future d'autres produits.

Le DPHM constitue un investissement rentable à long terme. L'intégration de systèmes intelligents ajoutera toujours un niveau additionnel de complexité, un plus haut coût et un poids supplémentaire à l'aéronef, mais indirectement, ces systèmes peuvent apporter de nombreuses économies en terme de maintenance et de durée de vie. Cependant, ces systèmes sont encore présentement considérés comme des options intéressantes plutôt que des obligations. Cette approche sera cependant amenée à changer éventuellement, lorsque la complexité des systèmes sera maîtrisée pour obtenir une valeur ajoutée maximale ou lorsque le contexte réglementaire l'exigera.

SECTION 2. CHANGEMENTS DANS LES STRATÉGIES, SYSTÈMES DE GESTION ET MODES D'ORGANISATION DANS L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE

2.1 STRUCTURE HIÉRARCHIQUE ACTUELLE DE L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE : MUTATIONS EN VUE

Certaines responsabilités opérationnelles et initiatives en innovation aérospatiale sont de plus en plus décentralisées ou font l'objet de collaboration, demandant ainsi des liens davantage interactifs que hiérarchiques entre les acteurs de cette industrie.

Il n'en demeure pas moins que la situation qui a prévalu jusqu'à présent en est une de structure hiérarchique multiniveaux, où la maîtrise entière de toutes les phases, de la conception à la commercialisation, est concentrée au haut de la pyramide. L'industrie aérospatiale québécoise n'échappe pas à cette tendance, étant dominée en termes de nombre d'employés par de grands donneurs d'ordres qui embauchent plus de 60 % du personnel de l'industrie.

La complexité exige d'intensifier et de mieux coordonner les interrelations entre entreprises aérospatiales

Les divers exposés et ateliers de discussion tenus lors du Forum ont tous confirmé la tendance généralisée vers une augmentation de la complexité, et qui nécessite une réorganisation dans les relations entre les intégrateurs (Tier 1) et les divers sous-traitants (Tier 2 et plus), incluant les PME situées en bas de la hiérarchie de la chaîne d'approvisionnement. Selon Dave Carter, vice-président, Ingénierie et technologie chez United Technologies Aerospace Systems: « *Airplane economics drive new platform launches with more electric and more intelligence prevalent in new aircrafts. System complexity is increasing and requires greater emphasis on system engineering, system tools and systems validation.* »

Les Tier 1 se sont vu accorder davantage de responsabilités au cours des dernières années en termes d'innovation. À leur tour, les Tier 1 veulent partager certaines responsabilités, incluant le risque financier, avec leurs fournisseurs, dont les PME. En effet, la combinaison de pressions économiques (coûts à la baisse provenant d'une chaîne d'approvisionnement de plus en plus mondialisée) avec de nouvelles technologies de plus en plus complexes à maîtriser et un contexte environnemental de plus en plus contraignant, rendent l'innovation de plus en plus indispensable. En outre, étant donné que ces innovations sont systémiques, tous les acteurs dans la chaîne doivent s'impliquer. Cette tendance a été confirmée durant le Forum, entre autres par Bruce Parry, du département de responsabilité sociale des entreprises de Bombardier Aéronautique: « *There are many mechanisms across the world tackling this increase [of environmental regulations] promoting innovation through collaboration and partnership.* »

Ces changements de vision à long terme du développement de produit, soutenus par une vision mondiale des marchés et un réseau de fournisseurs mondial, sont exemplifiés par le témoignage d'Airbus lors du Forum (voir encadré ci-dessous). Tous les chefs de file de l'industrie affichent cette vision globale et des pratiques d'affaires incitant à de nouvelles approches de coordination plus étroite, de collaboration continue, et provoquant le développement de partenariats à plus long terme. Citons, entre autres, Scott King du Northern Irland Advanced Composites and Engineering Center (NIACE): « *All our participants have a desire to perform and increase R&D, work collaboratively, build new networks, share capabilities and knowledge.* »

Vision d'un grand groupe EADS – Airbus Americas

Pour un grand groupe comme Airbus, tel qu'exposé par le vice-président approvisionnement d'Airbus Americas, Dave Williams, une vision de leadership mondial est requise, par la mise en place de plateformes et systèmes intégrés. L'objectif final est de pouvoir atteindre la rentabilité dans un contexte de globalisation en équilibrant les revenus et les activités du groupe. Pour y arriver, il faudra se concentrer sur le cœur des activités d'Airbus Group et optimiser les moyens financiers, le tout en offrant aux consommateurs des services de haute qualité. Selon les prévisions, l'augmentation de la demande pour les avions offre de nouvelles opportunités en termes d'approvisionnement.

Au cours des vingt prochaines années, il y aura une augmentation de près de 19 % de la flotte d'avions, c'est-à-dire que 29 000 avions seront vendus. La vision mondiale d'Airbus Group pour 2050 est développée dans le programme « Smarter Skies » qui vise à développer un décollage plus rapide, à diminuer le bruit, à améliorer le vol des avions en termes d'altitude, etc. Airbus Group a aussi cerné des enjeux majeurs tels que la gestion de l'espace, l'utilisation de la robotique, etc. Pour y arriver, Airbus Group veut mettre en place un réseau de fournisseur de référence mondial afin d'offrir le meilleur avion au monde.

Gérer la coordination exige d'améliorer la gestion de l'expertise et de l'innovation technologique en général

Les tendances dans la chaîne de fournisseurs affectent les processus d'innovation technologique, puisque les innovations viennent alors potentiellement de partout, autant des divisions internes que des partenaires externes. À titre d'exemple,

Bombardier Aéronautique est affairée à bâtir et à documenter son portfolio des technologies et de talents internes, afin d'offrir plus rapidement des nouveaux produits (et de rafraîchir ceux existants), selon les besoins des consommateurs. Bombardier Aéronautique a également une stratégie d'utiliser plus de technologies provenant de l'extérieur afin de trouver des solutions pour se différencier de ses concurrents. Elle est à la recherche de talents pour innover sur le plan managérial et améliorer ses processus de gestion, car l'innovation dans les produits nécessite aussi de réinventer le leadership, surtout au niveau des opérations. En effet, elles sont de plus en plus délocalisées, plus près de la demande dans les pays émergents, et elles exigent la mise en place d'unités d'affaires gérées de façon autonome, tant sur le plan du développement des affaires que sur ceux de l'intelligence de marché, de la compréhension des besoins des clients, de la planification des opérations et de l'atteinte de hauts niveaux de qualité.

2.2 RÉORGANISATION ET RELOCALISATION DES CHÂÎNES DE PRODUCTION

Réorganisation locale de la grappe québécoise

Durant le Forum, certains équipementiers, PME ou sous-traitants, sont venus exposer leurs enjeux, ainsi que leurs visions des facteurs de succès qui leur permettent de demeurer compétitifs. Plusieurs de ces entreprises ont même réussi à prospérer et à se diversifier en profitant des nouvelles occasions d'affaires dans l'industrie aérospatiale mondiale.

Pour arriver à cette fin, des investissements importants sont requis afin de renforcer et d'élargir les capacités opérationnelles, technologiques et humaines. Trois tendances sont notables :

- Des investissements ont lieu à l'étranger pour profiter du déplacement de la demande. Cela occasionne des changements organisationnels et de gestion importants, puisque les entreprises sont maintenant appelées à développer et à gérer des réseaux à l'international.
- Il ressort néanmoins que des investissements majeurs ont aussi cours pour renforcer la chaîne d'approvisionnement locale de l'industrie aéronautique québécoise.
- Montréal attire déjà une grande part d'investisseurs étrangers. Cependant, plusieurs joueurs locaux, en contrepartie, établissent des lieux de fabrication et d'innovation à l'étranger.

Tendances générales à la délocalisation des grands donneurs d'ordres

Durant son exposé, le vice-président de l'approvisionnement chez Airbus Americas, Dave Williams, a explicité les objectifs de localisation de leurs activités. Airbus Group veut augmenter sa présence à l'international, afin d'arriver à un ratio de 50 % en Europe et de 50 % dans le reste du monde.

Actuellement Airbus Group a une présence en Inde, en Chine, au Brésil, aux États-Unis et au Canada, et il compte augmenter sa présence dans d'autres pays, tel le Mexique. Le but ultime est de développer des partenariats à long terme avec les fournisseurs de ces pays. Les critères d'Airbus Group considère lors de son implantation dans un pays sont l'accès au marché et aux ressources, la gestion des coûts et les risques.

Compétitivité du Canada et du Québec sur l'échiquier mondial

Les avantages compétitifs du Québec font en sorte que la grappe aérospatiale québécoise est concurrentielle à l'échelle mondiale. Cependant, les joueurs locaux doivent améliorer leur compétitivité individuelle pour que les grands donneurs d'ordres étrangers y prennent racine et développent des relations d'affaires avec eux.

Par exemple, la présence d'Airbus Group au Canada a été bénéfique : les revenus ont augmenté de 72 M \$, en 2000, à 450 M \$ en 2012, avec une augmentation des employés locaux de 1700 personnes en 2012. Selon M. Williams, « *Le Canada est un pays très bien coté qui compte sur plusieurs avantages tels que l'accès aux ressources, le partage du risque, l'accès à des infrastructures de recherche et à des connaissances d'autres acteurs clés de l'industrie et des coûts de production acceptables. Toutefois, ces avantages sont minces par rapport à ceux d'autres pays tels que la France, la Chine, l'Italie et le Brésil qui le suivent de près. Afin que le Canada garde son avantage compétitif par rapport à d'autres pays, il va falloir qu'il demeure parmi le top du premier tiers et atteigne le « first in class ».* »

Impacts sur la gestion interne et les relations inter-entreprises

Certains ateliers et discussions ont porté sur la transformation des relations entre les donneurs d'ordres et les Tier 1, situés au premier et deuxième rangs dans la chaîne d'approvisionnement de l'industrie, et les PME.

Il ressort nettement que des ajustements dans les relations clients-fournisseurs ont cours de part et d'autre, et que les PME doivent se préparer à affronter de nombreux changements, par exemple se spécialiser davantage, en vue de profiter des opportunités mondiales. Pour deux panélistes du Forum, Michel Thiffault de chez Messier-Bugatti-Dowty et Marc André Duranceau, vice-président, Aérostructures et services aéronaves chez L-3 MAS, il est clair que les changements structurels de l'industrie sont des catalyseurs de changements. Il s'agit d'une opportunité pour travailler ensemble, et les PME doivent être prêtes à évoluer.

La communication entre les donneurs d'ordres et les PME est primordiale, car elle permettra aux deux parties de générer de la valeur ensemble. Dans une relation entre les Tier 1 et les PME, ce qui s'avère important est de maximiser la valeur ajoutée du partenariat et de bien écouter le marché. Les facteurs clés de succès pour les PME recommandées sont les suivants : structurer un plan réaliste, savoir où l'on veut se diriger et suivre ce plan tracé, sans improvisations.

Un cas intéressant a été présenté par Raphaël Duflos, vice-président approvisionnement chez Aerolia, un Tier 1 spécialisé en aérostructures de fuselage équipées, dont la mission vise à offrir à ses clients le meilleur du métallique et du composite. 77 % des activités d'Aerolia sont sous-traitées à l'extérieur de l'entreprise, et compte tenu du contexte de mondialisation, la chaîne d'approvisionnement est en train de changer de manière significative. Ces changements font en sorte que les relations d'affaires d'Aerolia avec ses clients (les avionneurs) et ses sous-traitants (les PME) sont en train de changer. Aerolia offre aux PME sous-traitantes de grandes opportunités d'affaires, mais celles-ci peuvent être une menace à leur survie si les PME ne peuvent gérer les risques inhérents à une croissance et une diversification, ainsi qu'à une expansion internationale.

Du point de vue des PME sous-traitantes, étant donné que les marchés sont devenus internationaux, elles doivent développer des partenariats avec de plus grandes entreprises, soit de Tier 1 ou des donneurs d'ordres. Ces partenariats réduisent les risques commerciaux et financiers, mais conduisent également à une acquisition de connaissances en gestion, et les force à élargir leurs capacités techniques et opérationnelles de façon à être davantage intégrées afin d'occuper une place de choix dans les chaînes de valeur.

Par exemple, en 2010, Aerolia et six PME partenaires ont créé en Tunisie un parc aérospatial. Ce projet a vu le jour parce que l'ensemble des entreprises était complémentaire. Elles ont pu partager une vision, le risque, les responsabilités et le développement de connaissances. Basés sur cette expérience réussie, les dirigeants d'Aerolia considèrent que le succès d'une relation de partenariat entre une grande entreprise et une PME repose dans la bonne communication, la relation de confiance, et surtout dans la capacité de la PME à démontrer qu'elle est

une entreprise innovante, performante, et qu'elle pourra, en tout temps, répondre aux exigences et besoins d'une grande entreprise.

Jean Blondin, président d'ABIPA, a offert un témoignage confirmant ces opportunités nouvelles pour les PME, et les défis qu'elles comportent. ABIPA est une PME québécoise fondée il y a 30 ans, spécialisée dans l'usinage et de la soudure de composants utilisés dans le domaine de l'aéronautique. Elle affronte une compétition très intense, de ce fait la différenciation devient capitale, et elle doit être ancrée dans un rapprochement avec les besoins des consommateurs. Il est important de devenir le meilleur dans le marché et être en mesure de livrer selon les besoins des clients. Selon Jean Blondin, il est crucial pour les PME de bien écouter les besoins de leurs consommateurs. En effet, les clients des PME aérospatiales s'attendent à travailler avec des spécialistes. En conséquence, les PME doivent bien définir leur « core business » en lien avec les besoins de leurs clients potentiels, s'adapter au nouvel environnement mondial et travailler d'arrache-pied pour offrir le meilleur prix possible.

ABIPA vise une plus grande intégration dans la chaîne d'approvisionnement mondiale, afin de pouvoir diminuer les coûts et partager le risque. L'industrie est en train d'évoluer. Elle est maintenant internationale avec la création des parcs ou de clusters dans des pays comme la Chine, le Maroc, ou le Mexique. L'industrie est devenue encore plus compétitive avec l'arrivée de nouveaux grands joueurs comme Mitsubishi et d'autres donneurs d'ordres en provenance de pays émergents. Enfin, les fournisseurs de matières premières sont de plus en plus exigeants lors de la négociation, notamment en ce qui concerne le volume.

Dans ce contexte, les pratiques dans la chaîne d'approvisionnement sont en train d'évoluer. En effet, les Tier 1 souhaitent partager le risque avec leurs fournisseurs, ce qui se traduit dans le développement d'une relation de partenariat.

L'internationalisation devient obligatoire. Il faut avoir une place à l'international, les marchés locaux ne suffisent plus. Les PME doivent donc travailler sur la réduction de coûts et être de plus en plus innovantes. Pour atteindre ces objectifs, il faut améliorer sa structure de coûts, investir dans la technologie et l'innovation, développer les relations avec les Tier 1, demeurer proche des donneurs d'ordres et se tenir à l'affût des besoins du marché.

Pour les PME, tous ces changements structurels dans l'industrie aérospatiale signifient qu'elles doivent développer une stratégie de différenciation à l'international et donc le « benchmark ». Ces exigences sont de véritables enjeux, car un grand nombre de PME n'ont pas les moyens de se déployer à l'international et les programmes pour les soutenir ne sont pas toujours adaptés à leurs besoins.

SECTION 3. CHANGEMENTS DANS LES CIBLES COMMERCIALES, FINANCIÈRES ET DANS LA PRISE DE RISQUE

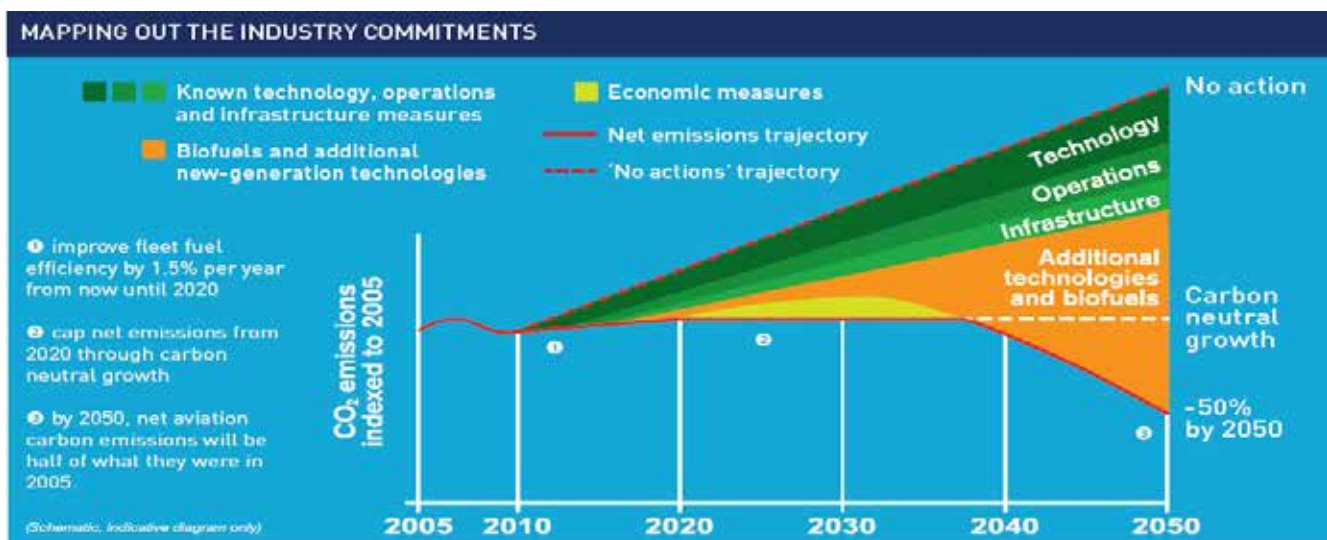
3.1 CHANGEMENTS DANS LES BESOINS DU MARCHÉ ET DES PRODUITS: VISION À LONG TERME DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

L'industrie aérospatiale est le témoin de vagues de changement profondes et soutenues dans l'offre et la demande, stimulant le développement de nouveaux produits, tout cela dans un contexte où l'incertitude économique perdure et dans lequel la responsabilité sociale des entreprises est de plus en plus contraignante. L'innovation doit donc être efficace et durable.

La planification du développement et du lancement de nouveaux produits doit intégrer de multiples paramètres, répondant aux exigences économiques et réglementaires, mais aussi aux préceptes du développement durable en matière de pollution, de bruit et de gestion de la fin de vie. Les tendances en recherche et développement de produits sont davantage inspirées des besoins des clients opérateurs de lignes aériennes (approche « market pull »), mais également fortement affectées par les tendances environnementales issues d'un contexte de réglementaire de plus en plus strict. Il ressort nettement que les pressions commerciales et environnementales convergent vers des avions plus verts dans toutes leurs composantes, et dans la prise en compte de l'ensemble de la gestion du cycle de vie, incluant la fin de vie.

Les nouvelles cibles commerciales orientent le développement de produits et de composants aérospatiales vers le respect de l'environnement et le développement durable de façon globale et progressive dans le temps : des moteurs moins polluants, des avions dont l'architecture et le système de propulsion les rendent moins bruyants, l'utilisation de nouveaux matériaux pour faire des équipements plus légers, la diminution des rejets et du gaspillage durant les activités de production (voir Figure 9).

Figure 9 : Engagements de l'industrie en termes d'émissions de CO₂



Source : Hélène V. Gagnon, Bombardier Aéronautique

Tous droits réservés

3.2 MODÈLE D'AFFAIRES, MODÈLE DE FINANCEMENT ET MODÈLE DE REVENUS

Le marché mondial dicte de nombreux changements dans l'industrie aérospatiale. Les stratégies et modèles d'affaires évoluent localement et mondialement : les chaînes d'approvisionnement locales et mondiales sont relocalisées ou reconfigurées en fonction de l'offre et de la demande, ou des facteurs socioéconomiques. Les stratégies de déploiement ainsi que les modèles d'affaires et de revenus sont basés sur l'efficacité, la fiabilité, la vitesse de développement à coûts raisonnables et partagés.

Évolution des marchés, nouveaux modèles de commercialisation et modèles de revenus

Les exposés en plénière du Forum ont confirmé que la vision des avionneurs est, plus que jamais, à long terme. La durée de vie des avions, qui est de 20 à 30 ans, implique un long amortissement des investissements, autant pour les concepteurs et fabricants des avions que pour les utilisateurs et ceux qui en feront l'entretien.

La mondialisation entraîne de nombreux changements dans les façons de faire des affaires :

- Premièrement, de nouvelles lignes aériennes voient le jour. L'offre et la demande se déplacent, la demande augmente plus vite dans les pays émergents, et les exigences de ces clients étrangers peuvent différer.
- Deuxièmement, il devient plus facile et moins coûteux d'acheter du neuf que d'entretenir des vieux appareils, également jugés trop polluants. Il s'agit là d'une opportunité pour une augmentation plus rapide que par le passé de la demande pour un renouvellement des flottes d'avions.
- Troisièmement, les compagnies aériennes, clientes principales de l'industrie aérospatiale, désirent maintenant abaisser leurs investissements initiaux et ainsi réduire leur risque financier. Elles ont adopté un autre modèle d'affaires. Elles paient pour acheter des heures de vol. Les avionneurs doivent donc vendre et garantir un service, et non pas un avion. Cette approche est similaire à celle adoptée depuis longtemps dans l'industrie automobile.

SECTION 4 CHANGEMENTS DANS LES RÔLES DES ACTEURS DE L'INDUSTRIE: INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE, GRAPPES ET ACTEURS GOUVERNEMENTAUX

Le grand défi pour l'industrie canadienne, dans son ensemble, sera de déterminer le rôle et les responsabilités des diverses parties prenantes, et de les faire avancer en concertation. Tous les acteurs, privés et publics, doivent s'engager ensemble, pleinement et à long terme.

4.1 LES INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE

Un contexte favorable

La force du secteur aérospatial québécois réside dans son écosystème d'infrastructures. L'industrie aérospatiale québécoise s'est dotée d'infrastructures de recherche uniques au monde avec des institutions d'enseignement, des centres de recherche et des associations qui assurent un dialogue et une coopération constante entre tous les acteurs de l'industrie. De plus, un climat favorable et une dynamique de collaboration en innovation ouverte ont été créés et favorisés au sein du secteur aérospatial québécois. Cet écosystème est unique au monde et la dynamique de collaboration qui s'y est implantée est en voie de devenir un terreau fertile pour la mise en œuvre de nouvelles techniques de travail et pratiques de pointe à travers l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement aérospatiale.

De nombreuses infrastructures existantes

L'écosystème d'innovation repose sur un tissu d'institutions d'enseignement, quatre instituts aérospatiaux universitaires, deux écoles aérotechniques, des centres de recherche privé et public de renom (CDCQ : Centre de composites du Québec, CTA : Centre technologique en aérospatiale, CNRC : Centre nationale de recherches du Canada, CIFA : Centre international de formation aérospatiale, par exemple). À cela, il faut rajouter le rôle stratégique d'agents de liaison et de concertation que sont le CRIAQ, Aéro Montréal, le réseau GARDN et l'initiative SA²GE.

De nouvelles pratiques de gestion des ressources

Ce réseau a permis, depuis plus de vingt ans, d'atteindre un niveau supérieur d'excellence par le développement de la recherche collaborative. Aujourd'hui, cet écosystème se positionne pour une seconde vague de projets collaboratifs visant à intensifier la collaboration et l'interaction des équipes de recherche par le biais de nouvelles pratiques et techniques de travail (innovations sociales). Des projets pilotes comme l'inventaire des infrastructures de *Partage automatisé des ressources dans les communautés* (PARC) ou le projet de *Collaboration pour des ressources, équipements, et expertise de recherche* (CRÉER) permettent d'établir des nouvelles techniques de gestion pour faire un meilleur usage des capacités de la grappe (capital humain, infrastructures, équipements). Il s'agit de maximiser l'intégration de ces ressources, ce qui est de plus en plus envisagé comme étant le nouveau système d'innovation du 21^e siècle.

Projet PARC

Le projet mobilisateur PARC est une initiative multi-sectorielle menée par JMJ Aéronautique, en partenariat avec Momentum Technologies, soutenue par Aéro Montréal et le CRIAQ et à laquelle collabore Aluminerie Alouette. Le projet mobilisateur PARC (Partage automatisé des ressources dans des communautés), s'inscrit dans le cadre de la PNRI et vise à expérimenter de nouveaux modes de travail et de collaborations industrielles, systématisant des pratiques innovantes de partage et les opérationnalisant sur une plateforme technologique transactionnelle. PARC vise à pallier les effets cycliques subis par les secteurs industriels en invitant les organisations à partager leurs ressources, assurant ainsi la sécurité d'emploi des travailleurs et ainsi de mieux retenir et d'accroître leur savoir.

Projet CRÉER

S'inscrivant au sein du projet mobilisateur PARC, le projet CRÉER (Collaboration pour des ressources, équipements et expertises de recherche) cible la systématisation du partage des équipements de pointe et des infrastructures de recherche afin d'en faciliter l'accès et d'en optimiser l'utilisation. Ce sous-projet permettra de relever les défis de caractérisation de ressources, de gestion de propriété intellectuelle et d'équilibrage collectif. CRÉER est un projet exploratoire du CRIAQ qui regroupe une équipe de recherche universitaire dirigée par l'École Polytechnique, avec la collaboration de l'Université McGill, des HEC (Mosaic) et de l'ÉTS. Aéro Montréal appuie ce projet important dont la coordination est assurée par JMJ Aéronautique en étroite collaboration avec Bombardier Aéronautique, Pratt & Whitney Canada et Bell Hélicoptère Textron.

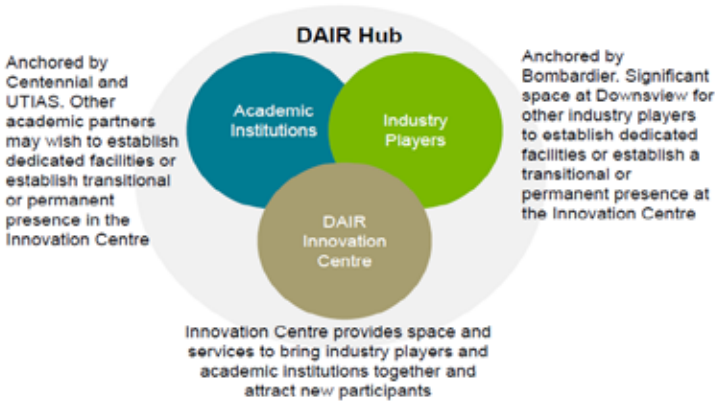
Des modèles canadiens et étrangers d'infrastructures novatrices

Pour que le Canada obtienne sa part de l'industrie aérospatiale mondiale et grandissante, il sera nécessaire d'avoir accès à un nombre suffisant de personnes qualifiées ainsi qu'à une intensification des efforts en R-D par l'innovation et la collaboration. Cette vision est d'ailleurs celle du projet *Downsview Aerospace – Innovation & Research* (DAIR), qui vise à construire un hub centralisé et collaboratif en aérospatial basé sur les forces présentes en Ontario et complémentaires aux grappes du Québec et de Winnipeg (voir Figure 10). Aussi, le CNRC est actif dans les discussions à propos des mécanismes recommandés dans le rapport Emerson, en lien avec les hubs stratégiques en aérospatial. Ces centres, situés à proximité des équipements, des expertises et des organisations, contribuent à améliorer l'efficacité du développement de la chaîne de valeur,

ce qui amène des opportunités supplémentaires aux PME, dont les projets se retrouvent souvent à l'écart des différents programmes de financement traditionnels.

Figure 10 : The DAIR Hub

The Innovation Centre acts as the bridge and catalyst to the Hub's evolution



Source : Andrew Petrou, DAIR

Cette tendance d'investissement collaboratif dans les infrastructures d'innovation n'est pas uniquement présente au Canada. En effet, on peut observer le *Northern Irland Advanced Composites and Engineering Center* (NIACE) qui agit comme agent de liaison entre les gouvernements, les industriels et les organisations académiques en concentrant ses activités aux niveaux 4 à 6 des NMT (voir Figure 11).

Le Forum a également fait état d'initiatives qui cherchent à rassembler les acteurs de l'innovation dans une forme d'incubateurs d'entreprises technologiques. C'est le cas en Russie avec Skolkovo, où on cherche à réduire l'écart généralement constaté entre le développement technologique et les besoins du marché. Ainsi, on cherche à mélanger les ingrédients clés d'un écosystème d'innovation performant : incitatifs financiers, projets entrepreneuriaux, universités technologiques, infrastructures de recherche, partenaires industriels, soutien des gouvernements, services et mentorat pour PME. Skolkovo vise donc à dépasser le simple cadre de l'infrastructure de recherche en s'inscrivant plus largement dans le concept d'innovation ouverte et de « ville innovante ».

Figure 11 : NIACE



Source : Scott King, NIACE

Facteurs clés de succès pour des infrastructures de recherche efficaces

On remarque que l'efficacité des infrastructures de recherche repose sur de nombreux facteurs énoncés ci-dessous :

- tous les modèles d'infrastructures doivent être axés sur l'industrie et avoir son soutien;
- leur action ne porte pas sur le développement de produits mais plutôt sur la démonstration de technologies;
- elles se situent principalement sur des sites ou des parcs industriels;
- elles se dédient entièrement à un secteur ou repose sur un secteur fort;
- elles bénéficient d'une forte implication des maîtres d'œuvre;
- elles sont financées fortement par les gouvernements (allant jusqu'à 100 % dans certains cas);
- elles peuvent être implantées directement au sein même des maîtres d'œuvre.

On remarque par ailleurs les facteurs clés de succès suivant en ce qui concerne le fonctionnement d'un écosystème d'infrastructures :

- démarrer les projets sur des bases de connaissances plus solides : travailler plus intelligemment (*making it right the first time*), effectuer plus d'analyses et de simulation en amont de la conception;
- gérer et transférer les connaissances : au cours des projets de développement, mieux transférer les connaissances d'une étape à l'autre à l'interne, et mieux transférer les connaissances d'une organisation à l'autre, à l'externe;

- partager les ressources rares telles que la main-d'œuvre, les expertises et les savoirs. Il s'agit de promouvoir des équipes multidisciplinaires.

Étant donné l'importance et la complexité des enjeux entourant les infrastructures de recherche et d'innovation, l'ensemble des points susmentionnés est approfondi dans le cadre d'un mémoire distinct.

4.2 INNOVATIONS STRUCTURELLES : LE RÔLE DES GRAPPES DANS L'INNOVATION

Évolution de la structure de la grappe Aéro Montréal

Les acteurs de l'industrie aérospatiale mondiale sont dispersés géographiquement, mais plus que jamais intégrés entre eux, puisqu'ils doivent se coordonner davantage en amont (innovation) et en aval (fabrication). La tendance est à la décentralisation d'une portion de l'innovation vers les Tier 1, et par conséquent, en cascades vers les autres sous-traitants; les modes d'innovation sont davantage en collaboration (avec le développement de la recherche collaborative), avec un rôle accru des PME innovantes pour revitaliser et fortifier la compétitivité de la chaîne d'approvisionnement. On assiste donc à une réorganisation de l'industrie et à une reconfiguration des rôles dans l'innovation : nouvelles chaînes d'acteurs, nouvelles chaînes d'innovation, donc nouvelles chaînes d'investissement dans l'innovation. La présentation de Louis Bouchard, analyste d'affaires principal - Chaîne d'approvisionnement, chez Bombardier Aéronautique, en résumait les enjeux :

BOMBARDIER AÉRONAUTIQUE – Chaîne d'approvisionnement

Bombardier Aéronautique est une entreprise axée sur l'innovation. Elle doit maîtriser de nombreuses technologies de base, puisqu'elle est l'intégrateur qui fait la conception et la fabrication des avions. Elle innove constamment, avec, par exemple, de nombreux projets sur l'utilisation de biocarburants. Pour un grand groupe, le rôle des fournisseurs est très important. C'est pourquoi Bombardier Aéronautique s'est engagé à créer une relation de proximité avec eux en partageant l'ensemble des informations concernant les besoins de ses clients. Ainsi, toute la chaîne d'approvisionnement de Bombardier Aéronautique peut œuvrer de concert à l'atteinte de ses objectifs de ses clients. Cette approche demeure on ne peut plus pertinente lorsque l'on sait que 82 % des activités de Bombardier Aéronautique étaient sous la responsabilité de ses fournisseurs.

Le consensus suivant ressort de plusieurs exposés de dirigeants de grands groupes et de PME : l'approche traditionnelle qui « opposait » les grands donneurs d'ordres d'une part, et leurs sous-traitants d'autre part, doit changer : les communications et les échanges de nouvelles idées doivent être davantage interactifs et bilatéraux. Les sous-traitants passeront alors d'un rôle de *Build to Print* (approche d'innovation *Top-Down*) à un rôle prépondérant en innovation (approche *Bottom-Up*). Ainsi, en plus de grands donneurs d'ordres, les Tier 1, 2 et 3 deviennent des catalyseurs de changement. Cependant, compte tenu de leurs ressources limitées, l'ensemble des fournisseurs devra bénéficier d'un soutien gouvernemental pour pouvoir relever les défis de ces transformations de la chaîne d'approvisionnement de l'industrie, particulièrement en ce qui touche à l'innovation, afin de réussir à se positionner correctement sur l'échiquier mondial.

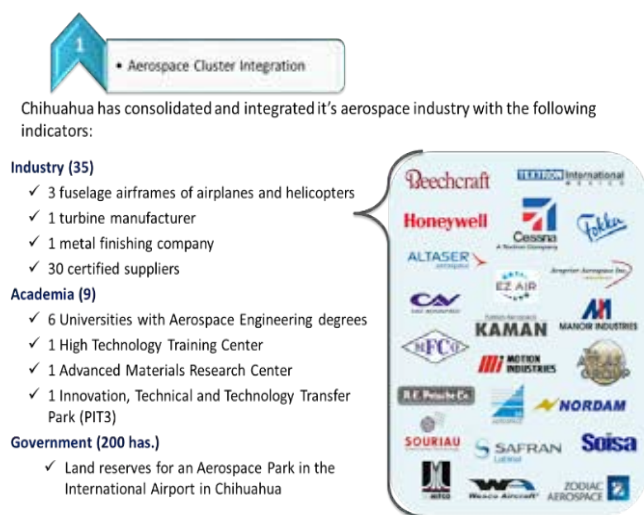
BOMBARDIER AÉRONAUTIQUE – Chaîne d'innovation

Tel que présenté par Mathieu Boisclair, du Bureau des technologies stratégiques de Bombardier Aéronautique, l'entreprise cherche aussi à développer des partenariats via des projets en recherche collaborative. Les universités ont été reconnues comme étant de très bonnes partenaires pour le développement de nouvelles technologies demandant de la recherche et développement à une étape très en amont du processus d'innovation. Actuellement, Bombardier Aéronautique compte plus de dix projets en collaboration dans le cadre de la plateforme de démonstration de technologies, tels que les projets SA²GE et GARDN. Ces programmes permettent à Bombardier Aéronautique de comprendre comment toutes les nouvelles technologies développées fonctionnent concrètement avant de les intégrer dans ses avions. Notons aussi l'implication de Bombardier au sein du CRIAQ et de CANNAPÉ.

Exemples de grappes dans les pays émergents

Les cas de la grappe industrielle aérospatiale de Chihuahua, au Mexique, exposé par son directeur général José Luiz Rodriguez, constitue une excellente illustration des diverses implications des secteurs privé et public pour bâtir une chaîne d'approvisionnement forte et rendre une industrie aérospatiale compétitive et prospère (voir Figure 12 et encadré ci-dessous).

Figure 12 : La grappe aérospatiale de Chihuahua



Source : José Luiz Rodriguez, Chihuahua Aerospace Cluster

La grappe aérospatiale de Chihuahua, Mexique

La grappe aérospatiale de Chihuahua existe depuis 2009. Sa mission est d'offrir de services de MRO et de combler les gaps existants afin que les Tier 2 et Tier 3 soient mieux intégrés tout au long de la chaîne d'approvisionnement et qu'ils puissent mieux desservir les besoins des Tier 1.

Pour l'instant, quatre grands équipementiers se sont joints à la grappe, ainsi qu'une entreprise d'envergure qui est la résultante d'une collaboration entre Bell Hélicoptère, Zodiac et Safran.

La grappe de Chihuahua compte aussi sur un réseau de 31 autres fournisseurs certifiés, dont principalement des PME spécialisées. M. José Luiz Rodriguez considère que les changements dans la chaîne d'approvisionnement s'avèrent une opportunité pour les Tier 2 et Tier 3. Toutefois, pour assurer une bonne intégration de ces fournisseurs, il est nécessaire de considérer les Tier 2 et Tier 3 comme des partenaires plutôt que de simples fournisseurs. Il recommande donc que les Tier 1 et les donneurs d'ordres s'impliquent dans la supervision et le transfert de connaissances et d'expertise vers les Tier 2 et Tier 3, car ils ont une responsabilité pour soutenir les plus petits fournisseurs et le développement d'une chaîne d'approvisionnement compétitive.

Basé sur l'expérience réussie à ce jour dans la grappe, il ressort que si la relation entre les Tier 2 et 3 d'un côté, et les Tier 1 et donneurs d'ordres de l'autre, se développe dans un contexte de partenariat, alors les Tier 2 et 3 verront leur productivité augmenter, amenant une augmentation de la compétitivité de la chaîne d'approvisionnement dans son ensemble.

Ces relations doivent être équilibrées et bilatérales. Aussi, les contraintes et prérogatives de chacune des parties doivent être respectées, dans un esprit « gagnant-gagnant ».

Enfin, en prévision de l'entrée de nouveaux joueurs dans l'industrie, d'autres changements dans la chaîne d'approvisionnement risquent de se produire. Il est important de se préparer à évoluer dans un environnement incertain et en constant changement.

4.3 FINANCEMENT ET PROGRAMMES GOUVERNEMENTAUX

Rôle des gouvernements en soutien à l'industrie

Le rôle du gouvernement en appui à l'industrie aérospatiale canadienne est primordial et à de multiples niveaux. Il doit se concentrer dans les domaines clés suivants, tel que mentionné dans le rapport Emerson :

- appuyer la recherche-développement (R-D) qui est susceptible de ne pas donner de résultats commercialisables avant plusieurs années, mais qui pourrait servir grandement l'intérêt public, en partie grâce au partage du risque;
- améliorer le fonctionnement des marchés et le rendement des entreprises en facilitant la communication entre les entreprises dont les besoins et les capacités peuvent être complémentaires – au Canada et à l'étranger ainsi qu'entre l'industrie et les établissements d'enseignement supérieur et de recherche;
- prendre des décisions en matière d'approvisionnement qui renforcent les industries nationales et, par le fait même, l'économie du pays tout en respectant les règles du commerce international et en faisant l'acquisition du meilleur produit à un coût raisonnable;
- protéger la population – et l'industrie – en veillant à ce que les produits canadiens soient sûrs et à ce que les technologies stratégiques ne tombent pas entre les mains d'États ou d'intérêts hostiles;

- améliorer l'efficacité du marché du travail en appuyant des établissements d'enseignement supérieur dynamiques qui comprennent les besoins de l'industrie et en facilitant le recrutement de personnes compétentes de l'étranger dans les domaines où le pays est aux prises avec une grave pénurie de compétences;
- permettre aux entreprises canadiennes de rivaliser à armes égales avec leurs concurrentes sur la scène mondiale en négociant des règles du jeu équitables, en veillant à ce que ces règles soient respectées dans la pratique et en communiquant aux entreprises de l'information sur les marchés étrangers;
- fournir du financement à l'appui de l'achat de produits canadiens, pourvu que les modalités de financement soient avantageuses pour les contribuables et pour l'économie, et qu'elles s'inscrivent dans le cadre d'accords internationaux.

Les vagues de changements notables dans l'industrie aérospatiale affectent le rôle des gouvernements. Le contexte mondial, les exigences environnementales du développement durable ainsi que la concurrence accrue font en sorte que l'industrie aérospatiale québécoise est consciente des défis et des investissements requis. Elle a par ailleurs également développé des attentes précises au regard du soutien des gouvernements en ce qui concerne plusieurs projets majeurs et mobilisateurs, à long terme et collaboratifs.

Le rapport Emerson, de son côté, a reconnu ces besoins :

« Mais des politiques et des programmes publics judicieux, ciblés et mis en œuvre de façon appropriée, peuvent jouer un rôle crucial pour faciliter le succès, en encourageant les innovations aérospatiales qui comportent un énorme risque financier et un long délai d'exécution,

- en améliorant l'accès de l'industrie aux chaînes d'approvisionnement et aux marchés mondiaux,
- en tirant parti des marchés publics pour appuyer le développement industriel
- et en aidant à assurer la présence d'une main-d'œuvre qualifiée et souple. »

Programmes de soutien gouvernemental

Lors du Forum, divers programmes existants, dont certains ont été modifiés, ont été présentés.

Ainsi, le Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie (CRSNG) a élargi sa palette de programmes de soutien pour mieux soutenir non seulement les chercheurs universitaires, mais également les entreprises qui collaborent avec les universités et accueillent leurs étudiants. Le CRSNG offre maintenant une vaste gamme de programmes de partenariats orientés vers le développement technologique en milieu industriel, mais investit également dans le développement des compétences. On retrouve plusieurs de ces programmes sous forme de bourses pour étudiants au premier cycle ou aux cycles supérieurs. Que ce soit avec l'une ou l'autre des approches, le but demeure de fournir un levier financier supplémentaire et des compétences complémentaires afin d'accélérer le développement technologique, et éventuellement de générer des succès commerciaux et financiers.

Le programme *Strategic Aerospace and Defence Initiative* (SADI) d'Industrie Canada offre un financement remboursable qui équivaut à 40 % des coûts admissibles d'un projet. L'objectif de ce programme est de soutenir la recherche et le développement au Canada reliée à l'aérospatiale, la défense, l'espace et la sécurité. Ce programme couvre tous les NMT (1 à 9). Le bénéficiaire doit être apte à démontrer que ce soutien financier sera investi en recherche et développement et qu'il en génèrera des bénéfices économiques pour le Canada.

Pour sa part, la fondation TDDC (Technologie et développement durable Canada) cherche davantage à agir comme catalyseur du développement technologique durable. Son financement diminue le risque des projets de démonstration de technologies vertes de manière à accélérer leur adoption et la commercialisation. Le TDDC finance des projets qui visent à diminuer l'impact environnemental de l'industrie aérospatiale, comme par exemple l'élimination du chrome comme placage durcissant, le déglacage des ailes avec la vapeur tempérée, ou les carburants biologiques.

En ce qui concerne le soutien aux PME en particulier, les gouvernements ont déjà mis en place divers programmes tels que le PARI-CNRC ou les crédits d'impôt à la recherche et au développement. Cependant, ces programmes ont peine à suffire. Il faudra, en effet, en augmenter à terme les enveloppes budgétaires, et en élargir les critères d'attribution. Les gouvernements comprennent maintenant les enjeux industriels, qui vont bien au-delà de la simple recherche et

développement au sein d'une entreprise. Dorénavant, l'action gouvernementale doit toucher tous les aspects de l'innovation, en mettant l'accent sur la recherche et l'innovation collaboratives.

Par ailleurs, les nouveaux programmes de soutien aux PME qui seront présentés dans les années à venir seront, entre autres, davantage orientés vers les phases en aval du processus d'innovation et vers des investissements dans des projets en partenariat public-privé pour permettre à l'industrie aérospatiale nationale de prendre une place dans l'échiquier international.

Financement des bas NMT vers les haut NMT et vers la commercialisation

Pour soutenir pleinement l'industrie, et en particulier pour réduire les risques entourant les nouveaux défis auxquels font face les PME, le gouvernement doit poursuivre son appui aux PME de financement du développement des capacités des PME qui vont au-delà du financement de la simple recherche et développement, et qui s'étendent aux haut NMT proche de la commercialisation. Le tout en étant adaptés aux besoins spécifiques de chaque PME.

Selon les présentations faites par les représentants gouvernementaux, il ressort que les gouvernements sont à l'écoute de ces besoins. En effet, que ce soit le programme SADI, l'organisation des Technologies du développement durable Canada (SDTC), le programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) du CNRC ou les programmes de partenariat du Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie (CRSNG), tous ont des critères d'admissibilité relativement larges afin d'inclure un maximum d'organisations et de projets admissibles, tout en étant orientés vers les succès commerciaux des différentes technologies.

Par exemple, le PARI offre une approche flexible et personnalisée, où l'on peut bénéficier d'un accompagnement adapté par un conseiller en technologie industrielle. Le conseiller du PARI apporte un soutien technocommercial large qui cherche à compléter les capacités de l'entreprise partenaire.

Figure 13 : Modèle IRAP-NRC



Source : Claude Attendu, IRAP-CNRC

4.4 CHANGEMENT DE PARADIGME ET OUTILS AU SERVICE DE LA GESTION ET DU PARTAGE DE LA CONNAISSANCE DANS UN PROCESSUS D'INNOVATION PLUS OUVERT

Projets mobilisateurs davantage tournés vers le développement durable

Le projet mobilisateur SA²GE s'avère un accomplissement exemplaire de l'industrie aéronautique locale. Il consiste en un regroupement pour le développement d'un avion plus écologique qui vise à maintenir la position concurrentielle du Québec dans un marché aéronautique mondial en pleine mutation, dans un contexte de lutte contre les changements climatiques et de nouvelles réglementations environnementales.

Ce projet mobilisateur d'une durée de quatre ans possède un budget total de 150 M \$, dont 70 M \$ proviennent du gouvernement provincial et 80 M \$ de l'industrie.

Les cinq sous-projets de recherche et développement de ce projet sont les suivants : les structures de fuselage d'aéronefs en matériaux composites, l'avionique intégrée pour les applications de poste de pilotage, le train d'atterrissage du futur, le moteur de prochaine génération et l'avionique modulaire intégrée pour les systèmes critiques.

Les PME y sont actives avec l'utilisation de 7,2 % du budget, alors qu'un minimum de 5 % devait leur être initialement attribué.

Cas de succès de la recherche collaborative au Québec

Des initiatives telles que SA²GE sont facilitées par le climat de collaboration renforcé au fil des ans au Québec. En effet, le Québec a été un précurseur dans l'instauration d'une culture de collaboration en recherche et développement au sein de l'industrie aérospatiale, avec la mise sur pied et la croissance du CRIAQ.

Le CRIAQ, fondé en 2002, réunit 56 entreprises membres, 26 universités, 16 membres associés. Il anime 19 projets internationaux et gère 127 millions \$ investis dans 125 projets, regroupant 60 universités et 660 étudiants.

Pour les dirigeants du CRIAQ, tel son président directeur général, Clément Fortin, les pressions pour la recherche collaborative et le développement durable doivent être intégrées, ce qui nécessite une compréhension profonde de tous les enjeux et ramifications entre ces objectifs, ainsi que des arbitrages à faire. Il y a un équilibre fragile à instaurer entre performance économique et développement durable. Sous l'égide du CRIAQ, de nombreux projets sont en cours en vue de réconcilier ces objectifs. Par exemple, sur les biocarburants et le recyclage d'aéronefs, quatorze projets sont démarrés et six sont en préparation, représentant un total de 22 millions \$ d'investissements en technologies vertes.

De plus, en vue de faire progresser les entreprises innovantes (dont les PME) vers la commercialisation des nouvelles technologies issues de projets de recherche et développement, le CRIAQ a développé des outils d'analyse pour bien évaluer et encadrer le travail de projets situés en aval du NMT 4. Enfin, pour favoriser la collaboration et la recherche collaborative, le CRIAQ organise des forums de chercheurs et anime une plateforme d'innovation ouverte en ligne.

Projets collectifs et financement de la démonstration technologique

Même si l'industrie aérospatiale canadienne est plus que jamais concurrentielle, il est important que ses dirigeants demeurent aux aguets et redoublent de vigilance, car le contexte dans lequel évolue l'industrie aérospatiale est de plus en plus incertain et changeant. Le dynamisme collectif des grappes industrielles doit donc lutter contre l'inertie et pousser vers plus d'innovation : «*Dans un contexte économique international où le changement s'opère à un rythme vertigineux, les plus grands risques proviennent d'une attitude de suffisance et de l'incapacité à s'adapter (...) L'inertie mettrait en péril l'un des secteurs industriels les plus importants du pays et, par ricochet, les avantages cruciaux sur le plan de l'économie, de la technologie et de la sécurité découlant d'une industrie aérospatiale vigoureuse et concurrentielle.*» (Source : rapport Emerson)

Le contexte actuel exige comme prérequis un changement de vision et de perception. Il faut que l'industrie développe une

vision globale et systémique de toutes les composantes d'un avion, ainsi qu'une intégration de toutes les phases de son cycle de vie, soit de la conception jusqu'au démantèlement.

Le financement de la démonstration technologique correspond à un moyen idéal pour soutenir ce besoin d'une vision systémique de toutes les composantes d'un avion tout en augmentant les chances de commercialisation rapide et réussie de nouvelles technologies innovantes.

Les divers programmes en place visent généralement à financer des initiatives situées entre les phases de recherche et développement et de commercialisation, soit aux NMT médians (NMT 4-5-6). Ces phases de développement sont très coûteuses et ardues, mais essentielles pour mener une invention technologique à terme, c'est-à-dire à sa mise en marché. Parmi les programmes disponibles pour soutenir les organisations qui traversent ces phases (qu'on appelle souvent la «vallée de la mort»), mentionnons les deux suivants :

Programme de démonstration technologique d'Industrie Canada

Ce programme financera des projets de démonstration de technologies à grande échelle qui, de façon générale, nécessitent l'intégration de plusieurs technologies différentes et la coordination des activités de nombreux partenaires. Les activités de démonstration se traduisent par le transfert des nouvelles technologies des laboratoires aux bancs d'essai dans des conditions d'utilisation réelle pour s'assurer qu'elles fonctionnent comme prévu, d'une façon sûre et efficace. Les entreprises éprouvent souvent des difficultés à financer cette étape du processus de développement technologique, ce qui limite la rapidité et la portée des progrès en matière d'innovation. Bien que les critères des projets recherchés soient ceux qui créeront des emplois en recherche et développement, l'emphase sera principalement mise sur ceux qui généreront une valeur économique durable pour le Canada. Les projets couverts sont ceux qui portent sur des NMT allant jusqu'au NMT 6. Ce programme vise à soutenir entre un et trois projets pour une valeur totale de 108 M \$ en assumant une participation de 50 % de la part du bénéficiaire.

Conseil pour la recherche aéronautique civile (CORAC)

Le CORAC en France s'inscrit dans la volonté de mise en cohérence des efforts de recherche et d'innovation dans le domaine aéronautique, notamment pour la préservation de l'environnement et le développement durable. Le CORAC possède six plateformes de démonstration technologique : l'avion composite, l'avionique modulaire étendue, le cockpit du futur, les systèmes de propulsion, la gestion optimisée de l'énergie et l'hélicoptère du futur. Ce conseil pour la recherche comprend des installations de recherche ainsi que des organisations industrielles, dont plusieurs PME. Les membres sont responsables du développement en collaboration. La première phase de financement (sur cinq ans) s'élève à 500 M \$ en argent public, ainsi que 500 M \$ en provenance du secteur privé.

Programmes internationaux

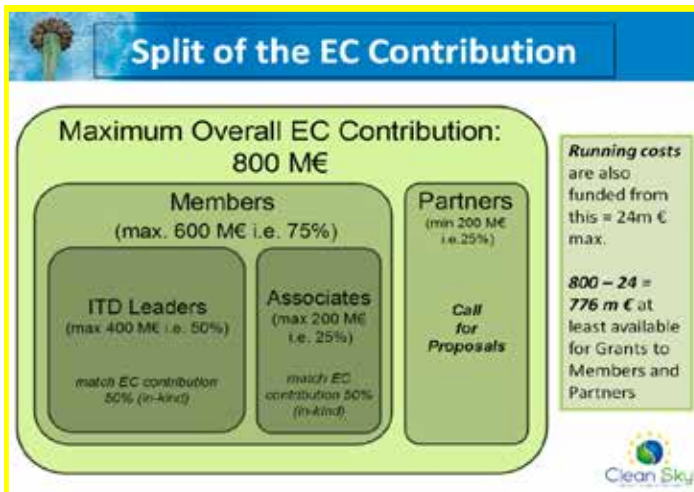
Le projet européen *Clean Sky* s'avère un parfait exemple d'une initiative systémique et mobilisatrice. Cet ambitieux programme de recherche vise à développer des ruptures technologiques pour améliorer significativement l'impact environnemental des aéronefs et du transport aérien. Le programme possède six grands axes de recherche disposés de manière matricielle comme le montre la figure suivante. L'objectif du programme est d'atteindre le NMT 6 pour différentes technologies développées avant la fin du programme de sept ans. Ce programme a un budget total de 800 M€ qui provient à la fois du secteur public et du secteur privé.

Figure 14: Matrice Clean Sky



Source : Giuseppe Pagnano, Clean Sky

Figure 15: Financement Clean Sky



Source : Giuseppe Pagnano, Clean Sky

Le Programme CANNAPE (*Canadian Networking Aeronautics Project for Europe*)

Plus que jamais, compte tenu du contexte de mondialisation, les grands joueurs doivent se regrouper pour partager leurs ressources, et ainsi réduire leurs risques respectifs, afin d'entreprendre des travaux d'envergure en recherche-développement. Ces travaux sont nécessaires pour mettre au point les innovations qui répondront aux besoins du marché. Le programme CANNAPE vise à soutenir les entreprises canadiennes et à leur permettre de participer aux grands programmes européens. Il y a présentement une démarche conjointe Canada-Europe d'identification des thèmes de recherche et des priorités, afin de planifier les efforts futurs et qu'ils soient concertés.

L'encart ci-dessous fournit les renseignements sur les objectifs et l'approche utilisée lors du dernier atelier de travail en décembre 2013, ainsi que les résultats en matière de priorités de l'industrie et du milieu de la recherche. Il ressort clairement dans le tableau ci-dessous que les priorités sont orientées vers les aspects environnementaux, ainsi que sur les besoins d'intégration des composants, technologies et systèmes.

The CANNAPE (*Canadian Networking Aeronautics Program for Europe*) program was a two year FP7-funded Coordinated and Support Action (CSA). It aims to improve and increase engagement between the The CANNAPE (*Canadian Networking Aeronautics Program for Europe*) program was a two year FP7-funded Coordinated and Support Action (CSA). It aims to improve and increase engagement between the aeronautics R&D communities and networks within the EU and Canada. The strategic aims of the CANNAPE program are:

1. To increase contact between the Canadian and European research community.
2. Raise awareness of opportunities for aeronautics and air transport research collaboration between Europe and Canada.
3. Involve Canadian companies, organizations and universities in FP7 and Horizon 2020 projects.
4. Develop a technology road map outlining capabilities and technology priorities for Canada-EU collaboration.

These targets have been hit through operational activities, which included four workshops aimed to identify strategic technology themes ready for collaborative programs between the EU and Canada and project ideas rising –called “CANNAPE Babies”.

The 4th CANNAPE Workshop held in London in April 2013 was officially the last under the FP7 funded action, but the Canadian and European CANNAPE stakeholders confirmed their commitment to build on the very successful work achieved through the first phase of CANNAPE.

During this meeting, the Government of Canada officially announced its support of a coordinated call to be managed through the soon to be formed national aerospace research collaboration network. This workshop thus laid the foundation for Canada's participation in such a call between EU and Canada under Horizon2020 research program.

The EU-Canada preparation process requires the key themes under the 2015 call for Horizon 2020 projects to be confirmed in March 2014. The objective of the December 4th workshop was to gain consensus on key themes for discussions with the EU for a Coordinated Call Horizon 2020 in order to be in a position to anticipate potential projects in the spring 2014 timeframe.

CANNAPE Round table sessions – December 2014

As a way forward, the results of previous road mapping exercises done under CANNAPE between Canada and Europe through which an initial 10 potential areas for consideration, were used, as well as the 10 priority themes developed by the AIAC Technology and Innovation Committee.

The participants in the workshop (including 10 Europeans) participated in the identification of topics for an (EU-Canada coordinated call.) To achieve this, the workshop attendees participated in concurrent round tables on three broad themes: 1. Structures, materials and manufacturing, 2. Aircraft systems, 3. Aircraft configurations (Aerodynamics, MDO, Advanced design) The results of this exercise will provide guidance in determining the priority areas to be proposed for a coordinated call between Europe and Canada. As anticipated in CANNAPE support action, the final formulation of areas may need to be rather open, in line with common challenges in EU and Canada, but inclusive of topics expressed as preferential on both sides.

4.6 INNOVATIONS COMMERCIALES: OPPORTUNITÉS MULTIPLES ET MARCHÉS PARALLÈLES: MILITAIRE ET ESPACE.

Nouvelles opportunités

L'industrie aérospatiale évolue et de nouveaux horizons s'ouvrent. En effet, certaines des technologies aérospatiales peuvent dorénavant être utilisées dans des applications liées au spatial et à la défense, sans compter les nombreuses occasions de développement des marchés des pays émergents.

Selon Emerson :

« 1. Alors que le Nord s'ouvre à un accroissement du transport et de l'extraction des ressources, on a besoin d'aéronefs permettant de parcourir de longues distances dans des conditions difficiles et glaciales pour aider à repérer et à mettre en valeur les ressources naturelles, à protéger l'environnement, à approvisionner les collectivités et les installations éloignées des centres de population du Sud, et à intervenir en cas d'urgence.

2. Et comme les préoccupations concernant la sécurité évoluent actuellement pour se centrer sur les menaces non conventionnelles, on observe une demande pour les technologies aériennes permettant d'exercer une surveillance toujours plus complexe et assurant une capacité de frappe extrêmement précise. »

Différenciation et valeur ajoutée

Pour ce qui est des donneurs d'ordres ainsi que les Tier 1, la gestion de la marque est devenue un facteur clé lors de la gestion de l'innovation. Il devient indispensable pour les entreprises qui veulent devenir des partenaires de ces donneurs d'ordres de bien comprendre les besoins de ces entreprises et de pouvoir présenter une offre qui démontre hors de tout doute la valeur ajoutée que cette collaboration peut représenter.

Certification

Il est important que les certifications évoluent au même titre que la technologie afin de préserver la sécurité civile et la qualité de l'environnement. Il faut surtout éviter qu'un retard dans l'obtention de certifications ralentisse le développement technologique et commercial. En effet, rien ne garantit mieux les ventes futures qu'un produit certifié livré dans les temps et aux performances demandées.

Selon Malcolm D. Imray, ingénieur en navigabilité aérienne au CNRC, il existe certains enjeux pour les industriels face au processus de certification :

- les nouvelles technologies peu connues des autorités représentent un obstacle à la certification, étant donné le manque de référence et de connaissance sur le sujet;
- les autorités ont des budgets limités, ce qui limite les ressources attirées aux processus de certification;
- la connaissance des processus de certification est limitée, particulièrement dans le milieu des petites entreprises;
- les discussions avec les autorités de certification surviennent souvent trop tard dans le processus de développement, ce qui force souvent des développements supplémentaires et dispendieux.

Soutien gouvernemental en aval du processus d'innovation

Le CNRC est un partenaire de recherche au niveau des bas NMT et est engagé avec Transports Canada à assurer que les nouvelles technologies, carburants et procédés manufacturiers offrent des opportunités viables pour l'industrie aérospatiale canadienne. Un partenariat avec les autorités réglementaires plus tôt dans le cycle de développement est la clé pour assurer un futur sain pour l'industrie aérospatiale en général.

Une alternative à un partenariat avec les autorités peut être un partenariat avec une organisation expérimentée afin d'apprendre de celle-ci. Il demeure qu'il y a une énorme exposition au risque de la part des industriels, même si l'entreprise est forte financièrement. L'approche de Transports Canada, en plus d'établir le cadre réglementaire et d'en assurer le respect, est de soutenir et d'accompagner les entreprises en matière de capacités techniques et réglementaires.

Soutien vers la commercialisation et l'expansion internationale

Le Forum a servi à mettre à jour les programmes d'aide en matière de commercialisation internationale, devenus essentiels dans un contexte de mondialisation. Certains mécanismes de soutien financier sont disponibles aux étapes de commercialisation et d'expansion. En effet, des organisations comme la Corporation commerciale canadienne (CCC) et l'Organisme de crédit à l'exportation du Canada (EDC) sont des agents de liaison entre les firmes canadiennes et les organisations étrangères.

L'industrie aérospatiale devenant de plus en plus globale, il devient nécessaire d'avoir des organisations pour soutenir et faciliter les efforts commerciaux à l'extérieur du Canada. Avec son programme d'exportation garanti (EGP), EDC couvre une partie du risque financier amené par les affaires internationales. Aussi, EDC peut directement financer, en tant que coprêteur avec la banque du client, un projet de commercialisation, ce qui peut inclure l'expansion d'une nouvelle usine hors-pays ou une acquisition étrangère. Une fois l'entente entre les gouvernements (*G-2-G agreement*) complétée, le CCC devient un partenaire gouvernemental de choix pour faciliter et renforcer une entente bilatérale commerciale à long terme avec un pays étranger. L'ajout d'un partenaire gouvernemental qui accompagne l'exécution de l'entente, donc au-delà de la signature initiale, permet de rassurer les acheteurs étrangers et permet également de diminuer les risques de paiement avec ces mêmes acheteurs étrangers. De plus, les organisations financières conventionnelles offrent également des services de financement de plusieurs sortes, dont les prêts pour l'acquisition d'actifs pour aider les compagnies à investir dans des équipements spécialisés. C'est ce que propose Ghassan Deko, vice-président Services financiers commerciaux chez RBC, dont le programme de prêts basés sur l'acquisition d'actifs donne accès à environ 23 % davantage de capital puisqu'un plus grand pourcentage de l'acquisition et de l'inventaire est admissible au financement.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

En conclusion, nous pouvons résumer les grandes vagues de changements et d'innovation qui poussent l'industrie aérospatiale à repenser ses activités et à innover dans toutes ses sphères. Il ressort du Forum une conviction que les changements affectant l'industrie aérospatiale sont profonds et continus. Quatre grandes vagues de changements se dessinent. Elles suscitent les huit recommandations suivantes pour mettre en place les facteurs de succès durables et faciliter l'adaptation, la résilience et la performance de l'industrie aérospatiale canadienne au cours des prochaines années.

Changement n° 1 : Mutations profondes et soutenues dans l'offre et la demande, stimulant le développement de nouveaux produits. En effet, l'industrie aérospatiale est mondialisée, les pays émergents ayant maintenant une influence marquée, autant sur l'offre que sur la demande. L'incertitude économique perdure et la tendance vers une industrie plus respectueuse du développement durable se confirme. La planification du développement et le lancement de nouveaux produits doivent intégrer de multiples paramètres, répondant aux exigences économiques et réglementaires, mais aussi aux préceptes du développement durable en matière de pollution, de bruit, de recyclage et de réduction des déchets.

Changement n° 2 : Innovation technologique accélérée, mais davantage intégrée. L'ingénierie de système devient centrale, les technologies sont systémiques et davantage intelligentes, donc connectées entre elles. Les équipes sont multidisciplinaires, le design et la fabrication sont intégrés grâce à plus de simulation. De nouvelles architectures d'avions sont requises et exigent de nouveaux matériaux et procédés de fabrication et d'assemblage.

Changement n° 3 : Les acteurs de l'industrie sont davantage internationaux et dispersés géographiquement, mais plus que jamais intégrés entre eux et doivent se coordonner davantage en amont (innovation) et en aval (fabrication). L'innovation est décentralisée vers les Tier 1, et par conséquent, en cascades vers les autres sous-traitants. Les modes d'innovation sont davantage collaboratifs, octroyant un rôle accru aux PME innovantes pour revitaliser la compétitivité de l'industrie.

Changement n° 4 : Les stratégies et modèles d'affaires évoluent localement et mondialement. Les chaînes d'approvisionnement locales et mondiales sont relocalisées ou reconfigurées en fonction de l'offre et de la demande, ainsi que des facteurs socioéconomiques. Les stratégies de déploiement des usines, ainsi que les modèles d'affaires et de revenu, sont basés sur des analyses complexes et multicritères, en termes d'efficacité, de fiabilité et de vitesse de développement à coûts raisonnables et partagés.

FACTEURS CLÉS DE SUCCÈS

Plan d'ensemble: Il faut une vision systémique de toutes les phases de conception, de fabrication, d'opération et de gestion de la fin de vie, ainsi qu'une approche inclusive qui intègre tous les acteurs de la chaîne d'approvisionnement et les oriente vers des objectifs clairs et communs.

Mondialisation et gestion des risques: L'industrie nord-américaine fait face à des coûts élevés comparativement aux pays émergents, ainsi qu'à de longs délais avant de percevoir les revenus escomptés des nouveaux produits. Il faut diminuer les coûts opérationnels et les risques financiers reliés aux investissements requis, via des subventions, leviers, crédits d'impôt, achats gouvernementaux, etc.

Mobilisation des acteurs: La concertation et la coordination des acteurs sont requises en amont et en aval, au moyen de projets mobilisateurs, d'initiatives de démonstration technologiques, etc. On doit encourager la collaboration et le partenariat sous toutes ses formes, localement et à l'international (telle l'initiative CANNAPE).

Se doter de ressources de classe mondiale: La différenciation et la spécialisation essentielles à la compétitivité requièrent de l'expertise de qualité, en bonne quantité, au bon moment et au bon prix. Les ressources humaines et la gestion des connaissances doivent être davantage optimisées.

Augmenter les chances de succès des PME: Il faut capitaliser sur leurs capacités opérationnelles et innovatrices, leur donner un accès facilité aux programmes financiers et aux marchés (locaux et étrangers), ainsi que les soutenir dans la recherche d'une main-d'œuvre qualifiée, la protection de la propriété intellectuelle, l'amélioration des pratiques de gestion et l'expansion internationale.

Soutenir les exportations: il faut permettre aux entreprises canadiennes de mieux tirer parti des possibilités sur le marché mondial, en accélérant et étendant la portée des divers mécanismes tels que les ententes de libre échange, subventions et crédits d'impôt, programmes cadres internationaux, et missions et diplomatie avec les pays émergents.

Recommandation 1 : Poursuivre l'application des recommandations du rapport Emerson pour renforcer l'appui stratégique et financier du gouvernement à l'industrie aérospatiale

Le gouvernement peut jouer un rôle central pour prioriser, cibler, coordonner, diminuer les risques et accélérer le développement et la commercialisation des innovations de produits et procédés qui augmenteront la compétitivité mondiale de l'industrie aérospatiale canadienne. Entre autres, le rapport

Emerson recommande que :

- la liste des secteurs stratégiques dans la Stratégie des sciences et de la technologie du gouvernement soit allongée pour inclure l'aérospatiale et l'espace;
- le gouvernement établisse une liste de technologies prioritaires pour orienter les politiques et les programmes liés à l'aérospatiale;
- le gouvernement crée un programme pour appuyer la démonstration de technologies aérospatiales à grande échelle;
- le gouvernement maintienne à son niveau actuel le financement de l'Initiative stratégique pour l'aérospatiale et la défense (ISAD) – déduction faite des réaffectations recommandées dans ce volume – et qu'il modifie les modalités de l'ISAD afin d'en faire un programme plus efficace pour stimuler le développement des technologies aérospatiales et spatiales de l'avenir;
- le gouvernement participe au financement d'une initiative pancanadienne pour faciliter la communication et la collaboration entre les entreprises aérospatiales, les chercheurs et les établissements d'enseignement supérieur;
- le gouvernement participe au financement d'une initiative pancanadienne pour faciliter la communication et la collaboration entre les entreprises aérospatiales, les chercheurs et les établissements d'enseignement supérieur.

La mondialisation est instigatrice de changements. Elle « force » les regroupements internationaux et les rapprochements entre le milieu de la recherche et l'industrie. À cet égard, deux recommandations spécifiques sont énoncées, afin que le Gouvernement bonifie les programmes actuels ou en crée de nouveaux :

1. Collaboration Canada-Europe en vue du développement des innovations prioritaires par l'industrie: il est primordial de renforcer le soutien à des programmes tels que CANNAPE qui vise à soutenir les entreprises canadiennes et leur permettre de participer aux grands programmes européens.

Dans le cadre de la démarche actuelle conjointe Canada-Europe, des thèmes de recherche et des priorités sont identifiés, afin de planifier les efforts futurs concertés. Il serait important que le financement gouvernemental suive ces priorités, orientées vers les aspects environnementaux, ainsi

que sur les besoin d'intégration des composantes, technologies et systèmes.

2. Rapprochement des activités de recherche-développement effectuées en collaboration entre les universités et les industriels en aérospatial :

Afin de combler les besoins de l'industrie en main-d'œuvre qualifiée et adaptée aux besoins de l'industrie, et afin de combler le « gap » entre l'amont et l'aval du processus d'innovation, le gouvernement doit viser à instaurer des programmes et mécanismes qui soutiendront et encourageront davantage une collaboration étroite et un transfert de connaissances plus fluide entre la recherche et l'industrie. Par exemple, cette approche peut comporter des mesures telles que :

- chercheurs post-doctorat en entreprise;
- chercheurs universitaires en sabbatique envoyés dans les entreprises;
- fonds de recherche subventionnant des chercheurs professionnels après le post-doctorat.

Tous les éléments de l'industrie, toutes ses ressources, et tous ses acteurs doivent augmenter leur capacité de croître, de se spécialiser, de s'ouvrir aux alliances et s'adapter aux changements. Tel que souligné dans le rapport Emerson : *« Faute de réagir et de s'adapter à l'évolution de la conjoncture mondiale, ce n'est pas le statu quo qui attend le pays, mais bien un déclin constant, des occasions importantes ratées, une diminution de sa capacité industrielle et d'innovation, une perte d'emplois de qualité dans la fabrication de pointe et la disparition graduelle d'une industrie qui contribue grandement à son bien-être. »*

Au-delà du financement, plusieurs améliorations et bonifications s'imposent pour doter l'industrie aérospatiale de meilleures pratiques de gestion, d'outils plus efficaces de coordination et collaboration, de technologies plus avancées, de liens commerciaux et internationaux renforcés, et de main-d'œuvre davantage qualifiée, dirigée par des gestionnaires encore plus aguerris.

En reprenant divers éléments de ces constats confirmés durant le Forum, et en nous inspirant des recommandations du rapport Emerson, nous proposons les recommandations additionnelles suivantes.

Recommandation 2 : Augmenter la capacité et la compétitivité de la chaîne d'approvisionnement industrielle et renforcer les liens dynamiques entre ses acteurs (maîtres d'œuvre, Tier 1 et sous-traitants)

Il faut soutenir davantage les PME performantes, qualifiées comme fournisseurs des grands donneurs d'ordres locaux, et souvent en forte croissance, afin qu'elles puissent s'internationaliser et être davantage compétitives sur le plan mondial en termes d'innovation et de coûts. Cela exigera l'implantation de meilleures pratiques de gestion, autant dans la gestion stratégique, la gestion des opérations, la gestion des ressources humaines, et la gestion de l'innovation, mais également des pratiques et des réseaux d'affaires de classe mondiale, ainsi que des investissements dans des technologies de pointe :

- poursuivre l'Initiative MACH et l'étendre à un plus grand nombre de PME;
- implanter des pratiques d'innovation plus efficaces en favorisant les collaborations et le partage des ressources entre PME (voir recommandations 4 et 5);
- soutenir les programmes d'aide à l'amélioration de la productivité;
- soutenir les investissements en technologie.

Recommandation 3 : Accroître la capacité d'innovation et d'absorption technologique de tous les acteurs industriels (incluant les PME) et développer des liens davantage fluides et interactifs entre les acteurs de l'innovation

Au-delà de l'amélioration de leur capacité opérationnelle, nécessaire pour être concurrentielles avec les pays émergents, il faut augmenter les capacités d'innovation des PME en « amont », soit aux phases de recherche et développement et de conception, ainsi que leur capacité de commercialisation internationale. Tout ceci dans le but d'accroître leur compétitivité mondiale dans une industrie mondialisée qui nécessite en parallèle des améliorations en matière de coûts, de nouveaux produits et d'adaptation à des nouveaux clients. Par exemple :

- il faut encourager et accélérer l'introduction des technologies de l'information et de design-fabrication plus intelligentes et connectées;
- il faut soutenir financièrement le développement (formation continue) ou l'embauche du personnel davantage qualifié et polyvalent;

- les PME doivent continuer d'être soutenues financièrement et par des organismes conseils tels que le PAR-CNRC afin de capitaliser sur les technologies numériques afin de maximiser leur productivité globale;
- des aides financières et d'expertise seront nécessaires pour améliorer leurs processus de recherche et développement et de production, et pour systématiser et intégrer leur chaîne d'approvisionnement et la logistique de leurs réseaux de distribution. Des soutiens financiers et techniques seront requis pour augmenter leur présence et leur visibilité à l'échelle mondiale, via les réseaux numériques et sociaux, comme les systèmes de traçabilité de type RFID, les systèmes de veille automatisée ou les systèmes de traduction multilingue.

Recommandation 4 : Réduire les risques et les délais de l'innovation par l'innovation collaborative à tous les niveaux dans la chaîne d'innovation aérospatiale

L'ère de l'innovation ouverte et collaborative est bien amorcée, et elle est là pour rester. Il faut encourager et soutenir davantage la collaboration, ainsi que le partage des ressources et des infrastructures de recherche, de démonstration et de fabrication.

- Collaboration au sein des chaînes verticales d'approvisionnement: l'évolution de la relation entre les grands donneurs d'ordres, les Tier 1, et les PME, qui est notable au sein de la chaîne d'approvisionnement aérospatiale, entraîne nécessairement une décentralisation des activités d'innovation au sein de multiples organisations, lesquelles doivent collaborer pour s'assurer d'intégrer ensemble tous les éléments d'innovation. Il faut donc soutenir ces projets de collaboration et d'intégration d'une façon plus systématique que par le passé.
- Collaboration horizontale entre les acteurs au sein de l'industrie qui ont des compétences complémentaires: les exigences du marché mondialisé font en sorte qu'il faut développer des produits plus performants, à partir de la fusion de plusieurs compétences et spécialités technologiques, souvent détenues par plusieurs entreprises fournisseurs, qui sont souvent des PME. Il faut donc soutenir ce maillage entre entreprises complémentaires en facilitant leur rapprochement, en les aidant à bien gérer leurs expertises et leur propriété intellectuelle, à mieux coordonner les équipes multidisciplinaires composées d'experts internes et externes.

Recommandation 5 : Maximiser l'utilisation et l'échange des ressources et bonifier les infrastructures partagées

Les collaborations verticales (dans la chaîne d'approvisionnement) et horizontales (entre acteurs complémentaires) favorisent les rapprochements, et militent en faveur de grands projets mobilisateurs. Pour les faciliter, il faut soutenir la mise en place de divers mécanismes et installations qui encouragent et soutiennent financièrement la mise en commun, le partage et la mobilité des équipements, outils et machines entre acteurs : centres de recherche, universités et entreprises. Plus particulièrement, il faut que les agences gouvernementales, actives dans l'aide aux entreprises et aux organismes de recherche, encouragent et financent la dotation en ressources spécialisées qui seraient dorénavant partagées :

- Partage des ressources humaines : il faut pour suivre les projets tels que PARC et CRÉER, et en encourager d'autres pour le partage de divers types de ressources entre entreprises.
- Partage et échange de personnel hautement qualifié entre entreprises et universités : par exemple, au-delà des programmes de bourses en milieu de pratique pour étudiants des cycles supérieurs, il faudrait des programmes de subvention pour permettre à un chercheur universitaire établi d'être « prêté » (partagé) par une université à une entreprise lorsque l'entreprise en a besoin pour un projet spécifique. À l'inverse, on pourrait aussi imaginer la mobilité des ingénieurs ou spécialistes en entreprise qui seraient financés par de l'aide gouvernementale pour faire des stages dans les milieux de recherche.
- Partage des équipements de recherche : installations de recherche, conception, simulation, qui seraient partagés par plusieurs universités et qui seraient accessibles à l'industrie.
- Partage d'outils de recherche spécialisés : superordinateurs partagés, accélérant la recherche, facilitant la simulation de systèmes complexes, etc.

Recommandation 6 : Assurer l'arrivée d'un flot continu de main-d'œuvre qualifiée et de la mise à jour des compétences techniques, opérationnelles et managériales des acteurs de l'industrie devant constamment s'ajuster à de nouvelles façons de faire et de gérer

Le soutien du transfert des connaissances, la formation technique et managériale, ainsi que l'amélioration continue de l'expertise de tous les employés sont, plus que jamais, des piliers du succès des entreprises aérospatiales. On parlera alors :

- du soutien au développement de programmes de formation universitaire prenant la forme de formation continue pour l'industrie;
- du soutien et de l'encouragement au développement conjoint de nouveaux programmes de formation universitaire arrimés aux besoins de l'industrie, et qui seraient offerts conjointement dans plusieurs institutions universitaires.

Recommandation 7 : Soutenir par des partenariats public-privé, ainsi que par des programmes locaux et des initiatives internationales visant l'atteinte des divers objectifs de développement durable de l'industrie

En vue de satisfaire aux impératifs commerciaux, sociaux et écologiques de l'industrie et de leurs clients, tout en réduisant les risques financiers et techniques des efforts requis, les entreprises aérospatiales doivent intégrer tous les aspects de développement durable et d'empreinte écologique dès la création de tout projet d'innovation.

Pour les appuyer et partager les risques et leviers financiers, diverses avenues sont possibles. Elles nécessitent soit une intervention directe, soit un soutien indirect des divers paliers de gouvernement : achats gouvernementaux, subventions, crédits d'impôt, relations internationales.

Recommandation 8 : Poursuivre les efforts permettant d'arrimer la recherche universitaire à haut NMT avec les initiatives issues du rapport Emerson

Les progrès depuis 20 ans dans le dialogue entre les universités et les entreprises dans l'aérospatiale sont si importants qu'ils peuvent servir de modèle.

Il faut encourager de nouvelles initiatives conjointes, telles que la maîtrise conjointe en génie aérospatial ou le récent baccalauréat en génie aérospatial de l'École Polytechnique de Montréal, qui ont augmenté la qualité de la formation au niveau des cours offerts.

Notamment, il faut encourager la participation des industriels comme chargés de cours.

Afin de soutenir les étudiants et les industriels impliqués dans ce genre de programme de formation orientés vers l'industrie, il faut poursuivre les avancées parallèles accomplies au niveau de la recherche universitaire par le biais des programmes de Bourses en milieu pratique (BMP) ainsi que les stages MITACS, qui permettent un contact direct et facilitent le transfert et l'introduction des meilleures technologies et connaissances issues de la recherche en milieu industriel.

Les besoins sans cesse grandissants des industriels pour le développement de technologies innovantes ne peuvent qu'être comblés par une main-d'œuvre de plus en plus qualifiée, prête à l'emploi. La mise sur pied de projets d'envergure nationale issues du rapport Emerson, tels que ceux de démonstration technologique, visent des retombées à moyen terme en ce sens, puisque le personnel qualifié du futur serait formé sur des équipements et systèmes se rapprochant des systèmes industriels.

En soutien aux infrastructures physiques permettant la démonstration d'innovations technologiques à des niveaux de NMT plus en aval, le rôle d'étudiants post-doctorants et des chercheurs universitaires et institutionnels doit être arrimé dans le contexte de projets à plus haut NMT (5-6).

Il s'ensuit que des efforts doivent être entrepris pour bâtir sur l'excellente offre de programmes de formation actuellement disponibles afin d'inclure non seulement la formation de chercheurs, mais également la formation de personnes hautement spécialisées qui travailleront, en continuité et complémentarité à la recherche en amont, aux étapes en aval du processus d'innovation.

nos partenaires

GRAND PARTENAIRE



PARTENAIRE PLATINE



PARTENAIRES DIAMANT



McGill

NORTON ROSE FULBRIGHT



PARTENAIRES OR



PARTENAIRES ARGENT



THALES

PARTENAIRES BRONZE



Québec



les affaires



Canada

