



Perspectives d'avenir

12 et 13 décembre 2007

Centre Mont-Royal
2200, rue Mansfield
Montréal, Québec, Canada

Innovation aérospatiale : les perspectives d'avenir

Compte rendu du Forum Innovation Aérospatiale 2007

Juin 2008



Grappe aérospatiale
du Montréal métropolitain

en collaboration avec



TABLE DES MATIÈRES

1. Avant-propos	1
2. Sommaire exécutif	3
3. Programme.....	5
4. Compte rendu du Forum	8
5. Liste des figures	22
6. Sigles et abréviations	23

Remerciements

Nous désirons remercier MM. Claude Morasse et Philippe Molaret pour leur précieuse collaboration dans la préparation de ce document.

1. AVANT-PROPOS

L'innovation aérospatiale

Le paysage de l'industrie aérospatiale du Grand Montréal est composé de maîtres d'œuvre de premier plan, d'équipementiers de calibre mondial, de sous-traitants et de fournisseurs de renommée internationale, d'établissements d'enseignement prestigieux et uniques qui forment un bassin de main-d'œuvre qualifiée hautement compétitif, de centres de recherche ainsi que de sièges sociaux d'organisations internationales. Une telle concentration d'établissements clés des secteurs industriel, académique, scientifique et associatif de l'industrie aérospatiale donne lieu à une capacité d'innovation exceptionnelle. La croissance fulgurante de l'industrie aérospatiale québécoise ne repose pas seulement sur la synergie entre les entreprises, les établissements d'enseignement, les organisations internationales et les grands centres de recherche, mais aussi sur l'appui des différents paliers gouvernementaux. Une collaboration étroite entre les secteurs privé et public est un gage de réussite pour l'industrie aérospatiale québécoise. Les fonds alloués par les gouvernements provincial et fédéral à cette industrie pour le financement de projets de recherche et développement témoignent de l'importance accordée au secteur. La *Stratégie de développement de l'industrie aéronautique québécoise* de juillet 2006, du gouvernement québécois ainsi que la deuxième stratégie axée sur la recherche et l'innovation qui a suivi, permettent de renforcer la productivité, l'innovation et la qualité de la main-d'œuvre dans ce secteur. L'*Initiative stratégique pour l'aérospatiale et la défense (ISAD)* du gouvernement fédéral qui constitue un fonds de 900 millions de dollars, réparti sur cinq ans, donne au secteur aérospatial québécois les ressources indispensables pour rivaliser avec ses concurrents des pays industrialisés et émergents. En somme, le dynamisme de l'industrie aérospatiale québécoise est caractérisé essentiellement par l'engagement et la participation des différents acteurs issus des divers domaines de l'industrie. Ils travaillent tous vers l'atteinte d'un objectif commun, pérenniser la croissance de l'industrie aérospatiale québécoise.

La grappe aérospatiale du Montréal métropolitain

Afin de faire face aux défis majeurs de l'industrie aérospatiale montréalaise et québécoise, les principaux acteurs du secteur, soutenus par les gouvernements municipal, provincial et fédéral, se sont regroupés pour renforcer le positionnement, assurer la compétitivité et le rayonnement du Grand Montréal face aux autres chefs de file. La grappe aérospatiale du Montréal métropolitain constitue un outil structurant essentiel pour réaliser cette stratégie commune. Aéro Montréal a également pour mission de coordonner la mise en place d'un environnement permettant d'accélérer la productivité et la croissance du secteur afin qu'il devienne une source de création de richesse encore plus importante pour le Grand Montréal, le Québec et le Canada. La création de la grappe atteste de la nécessité de se regrouper pour partager et développer les connaissances multiples des principaux joueurs. C'est en investissant dans le savoir que l'industrie aérospatiale québécoise renforcera sa position de pôle innovant. Aéro Montréal a d'ailleurs fait de l'innovation l'un de ses cinq axes stratégiques de développement. Les quatre autres axes étant : l'image, la visibilité et le rayonnement du secteur; la relève et la main-d'œuvre; la sous-traitance; la productivité, la performance et la veille concurrentielle.

Un forum pour l'innovation aérospatiale

L'industrie aérospatiale québécoise est incontestablement un secteur économique de premier ordre pour le Québec : 12 milliards de dollars en revenus, dont 80 % de la production est exportée, ce qui en fait le premier secteur d'exportation au Québec. De plus, Montréal est le siège d'une des trois plus importantes grappes aérospatiales au monde avec Seattle et Toulouse. Tous ces acquis sont néanmoins fragiles face à la concurrence internationale toujours croissante. Il est ainsi important pour l'industrie d'ici de se renouveler constamment... elle est condamnée à innover.

Avec près de 70 % de toutes les dépenses en R-D aérospatiale au Canada, la grappe aérospatiale du Montréal métropolitain, de concert avec le Consortium de recherche et d'innovation en aérospatiale au Québec (CRIAQ) a organisé le tout premier forum entièrement dédié à l'innovation aérospatiale au Canada. Cet événement unique en son genre s'adresse aux acteurs de l'industrie aérospatiale québécoise, canadienne et internationale, aux représentants des universités, aux centres de recherche, aux étudiants et aux journalistes spécialisés.

Le forum comprenait des conférences et des ateliers sur les enjeux stratégiques actuels et futurs de l'innovation aérospatiale au Québec comme à l'étranger. De plus, un salon d'exposition des technologies québécoises et des rencontres d'affaires B2B offrait aux participants un tour d'horizon complet des avancées technologiques et des occasions d'affaires. Le thème de cette année « **Perspectives d'avenir** » dénotait que notre industrie est résolument tournée vers le futur. Cet important événement a permis à notre secteur de dégager des orientations qui assureront notre compétitivité pour les années à venir.

COPRÉSIDENTS – FORUM INNOVATION AÉROSPATIALE 2007



Suzanne M. Benoit
Directrice générale
Aéro Montréal



Hany Moustapha
Directeur, Programmes de technologie
Pratt & Whitney Canada et président du
Chantier Innovation d'Aéro Montréal

2. SOMMAIRE EXÉCUTIF

Les 12 et 13 décembre 2007 se tenait à Montréal le **Forum aérospatial d'innovation – Perspective d'avenir**. Sous l'égide d'Aéro Montréal et avec la collaboration du Consortium de recherche et d'innovation en aérospatiale au Québec (CRIAQ), ce tout premier forum entièrement dédié à l'innovation aérospatiale au Canada s'est avéré un événement d'envergure qui a attiré plusieurs centaines de personnes provenant de l'industrie, des universités et des différents paliers du gouvernement tant du Canada que de l'étranger.

Les objectifs de ce forum étaient de réunir les principaux acteurs du milieu, de débattre des enjeux de la grappe, de l'innovation, de ses défis inhérents et finalement de proposer des actions concrètes qui contribueront à assurer la pérennité et la compétitivité de la grappe aérospatiale de Montréal.

Les tendances commerciales, technologiques et industrielles qui influenceront la grappe ont été discutées par la présentation de plus de trente-quatre conférences et ateliers portant sur les enjeux stratégiques de l'innovation aérospatiale au Québec comme à l'étranger. De plus, un salon d'exposition des technologies québécoises ainsi que des rencontres d'affaires B2B proposaient aux participants un tour d'horizon complet des avancées technologiques et des occasions d'affaires.

Le **Forum aérospatial d'innovation – Perspective d'avenir** a généré de multiples discussions sur les sujets qui touchent la grappe : les tendances économiques et technologiques, le profil et la capacité d'innovation de la grappe, les partenariats de recherche et développement avec les centres de recherche et les universités, les défis de la relève et les effets de la mondialisation sur les pratiques manufacturières de l'industrie.

FORUM INNOVATION AÉROSPATIALE 2007

Participation

- **330 inscrits au Forum**
 - **entreprises (161), centres de recherche, associations et organismes (109), institutions d'enseignement (68)**
- **36 conférenciers**
- **30 exposants (entreprises et institutions)**
- **Participation de 6 grappes internationales**
- **Près de 75 rencontres B2B technologiques**

Le Forum a aussi permis de déterminer les enjeux auxquels des actions ont été associées. Ces actions représentent, à court et moyen termes les composantes d'un plan d'action qui aideront la grappe aérospatiale du Grand Montréal à choisir les vecteurs décisionnels pour pouvoir moduler adéquatement son avenir.

Les **huit mesures ou actions** qui ont été exprimées lors de la tenue du Forum sont les suivantes :

1. **Développer un système intelligent qui permettra d'améliorer la connaissance de la capacité d'innovation de la grappe et d'élaborer des outils de diagnostic et de pronostic pour prévoir son évolution;**
2. **Élaborer une stratégie de gestion avancée de recyclage des avions ayant atteint leur fin de vie utile;**
3. **Renforcer les collaborations technologiques et commerciales entre les partenaires industriels de la grappe;**
4. **Améliorer la visibilité de la capacité de recherche universitaire pour accentuer la collaboration industrie-université;**
5. **Établir une stratégie d'attraction et de relève du personnel scientifique;**
6. **Encourager les PME dans les activités d'innovation avec les centres de recherche;**
7. **Encourager les PME à implanter les meilleures pratiques de gestion en innovation et en productivité de manière à les rendre plus performantes afin de réussir nationalement et internationalement;**
8. **Améliorer la coordination de la grappe afin d'harmoniser les intérêts et les actions des donneurs d'ordre, de la chaîne d'approvisionnement et des gouvernements.**

La tenue du Forum a aussi mis en évidence le fait que la grappe aérospatiale est dotée de plusieurs atouts qui caractérisent le dynamisme et l'importance de son système d'innovation. La présence de donneurs d'ordre majeurs, d'une infrastructure de fournisseurs et de sous-traitants de qualité, d'universités et d'écoles techniques et de centres de recherche de niveau mondial, positionne la grappe du Montréal métropolitain comme un pôle canadien en aérospatiale d'envergure internationale, tant au point de vue économique qu'au niveau de sa capacité d'innovation et de R-D.

La mise sur pied du CRIAQ au Québec pour le développement de technologies en mode collaboratif entre les universités et les entreprises pour les plateformes technologiques TRL 1 à 4 (recherche précompétitive) a permis de constituer une approche unique de partenariat qui rayonne aujourd'hui comme étant le modèle de référence à suivre.

Plusieurs tendances économiques, technologiques et réglementaires ont été désignées durant ce Forum comme étant des facteurs déterminants qui auront une influence capitale sur le futur de la grappe de Montréal. Ces principales tendances sont : le renouvellement des flottes mondiales, la croissance du marché des jets régionaux, l'évolution des systèmes avioniques, l'amélioration des systèmes de navigation et de la gestion aéroportuaire, les exigences environnementales sur la réduction des émissions de CO₂, de NOx et de bruit qui créeront un vecteur de développement sur l'économie d'énergie, les matériaux composites et finalement la gestion avancée de la fin de vie des avions.

Ces tendances soulèvent des défis organisationnels, technologiques et commerciaux et s'inscrivent dans les huit enjeux déterminés lors de ce Forum comme des facteurs-clés pouvant influencer la grappe.

Afin de pouvoir relever ces nombreux défis, la grappe se doit d'adapter son offre sectorielle actuelle afin de préparer son rôle pour le futur. Elle doit, de façon prioritaire, compléter sa capacité en ajoutant à son infrastructure d'innovation un élément structurant qui lui permettra de maîtriser le développement de plateformes de démonstration technologique de niveau TRL 4 à TRL 7. Ce rôle qui s'inscrit dans une évolution naturelle, progressive et complémentaire au rôle assumé par le CRIAQ pour les niveaux TRL 1 à TRL 4 permettra à la grappe aérospatiale du Montréal métropolitain de se doter d'une offre sectorielle plus complète et plus compétitive.

Possédant l'infrastructure industrielle compétente pour concevoir, développer et construire toutes les composantes essentielles d'un avion et un consortium de collaboration tel le CRIAQ, **la grappe aérospatiale du Montréal métropolitain propose la recommandation suivante :**

Mettre de l'avant le développement collectif d'une plateforme de démonstration technologique d'un avion intelligent vert.

Ce projet collectif permettra de contribuer substantiellement à plusieurs des actions qui ont été suggérées lors du Forum pour aider la grappe à :

- > Améliorer sa coordination et aligner la recherche et l'innovation des industries, des universités et des centres de recherche sur des thèmes de développement technologique commun;
- > Renforcer les collaborations technologiques et commerciales entre les partenaires industriels de la grappe;
- > Encourager les PME à implanter les meilleures pratiques de gestion en innovation et à augmenter leurs activités de recherche avec les centres de recherche et les universités;
- > et finalement, appuyer la stratégie d'attraction et de relève du personnel scientifique nécessaire pour répondre aux développements technologiques.

Cette plateforme de démonstration technologique d'un avion intelligent vert orientera le positionnement stratégique de la grappe résolument vers le futur et mettra en valeur, entre 2008 et 2013, le savoir-faire canadien en matière de développement de technologies innovantes dans le secteur aérospatial.

Les tendances commerciales, technologiques et réglementaires qui influenceront le développement des nouveaux avions, affecteront directement les besoins futurs en personnel scientifique et technique qui seront nécessaires dans les prochaines années afin de répondre à la demande croissante des technologies dans le domaine de l'environnement, des matériaux, de l'avionique et des systèmes de génération électrique. Le maintien et l'accentuation du niveau d'expertise technologique actuel de la grappe nécessitent l'existence d'une relève qualifiée et suffisante en ingénieurs et techniciens.

Afin de se préparer à cette perspective, le Forum propose la tenue d'un sommet portant sur la problématique de la relève qualifiée en aérospatiale.

3. PROGRAMME

Portrait économique du secteur aérospatial

Le secteur aérospatial est une industrie fortement internationalisée, très réglementée et hautement compétitive. La demande pour le développement de nouveaux produits et de nouveaux procédés plus performants, plus économiques, plus sécuritaires et plus « verts » que jamais est un facteur avec lequel les constructeurs et les équipementiers doivent composer dans leur planification. L'innovation est ainsi devenue un élément central des stratégies commerciales de toute entreprise aérospatiale et l'un de ses principaux outils de compétitivité.

Walter DiBartolomeo vice-président Ingénierie, Pratt & Whitney Canada

Mairead Lavery vice-présidente, Stratégie et développement d'affaires, Aéronautique, Bombardier Inc.

Jean-Pierre Mortreux président, CMC Électronique Inc.

Portrait de la grappe – capacité d'innovation

L'évolution de la grappe aérospatiale de la région du Grand Montréal dépendra, dans un premier temps, de l'influence qu'exerceront les tendances technologiques et commerciales mondiales sur la filière industrielle qui la compose et, dans un deuxième temps, de la mobilisation et de la concertation des membres qui en sont les acteurs. Dans ce contexte, il est primordial au bénéfice de la grappe de pouvoir élaborer une planification stratégique qui s'inscrira dans un positionnement à moyen et long terme, permettant de circonscrire les axes prioritaires d'action et d'identifier les enjeux qui constitueront des défis à relever. La capacité d'innovation est un paramètre important qui permet de camper un portrait de la recherche et développement dans les domaines publics et privés, de l'infrastructure de soutien à l'innovation et de la gestion des connaissances à l'intérieur de la grappe.

Claude Morasse conseiller en technologie industrielle, PARI, CNRC

Mehran Ebrahimi professeur de la gestion de l'innovation et de la technologie, ESG UQAM

Des modèles d'avenir

André Bazergui président-directeur général, Consortium de recherche et d'innovation en aérospatiale au Québec (CRIAQ)

Jean-Pierre Mortreux président, CMC Électronique Inc.

Défis et technologies d'avenir

L'évolution du transport aérien futur force le secteur aérospatial à hausser ses critères de performance. Des objectifs de haut niveau tels que ceux établis en Europe par l'ACARE imposent un plan stratégique en matière de recherche et technologie, dans un contexte de recherche de solutions environnementales.

Philippe Molaret directeur technique et vice-président, Ingénierie et avionique, Thales Canada

Pierre Fossier directeur technique délégué, Thales, division aéronautique

Olivier Malavallon directeur de projet, projet PAMELA, Airbus France

Dave Behrens directeur Sécurité, exploitation et infrastructures, Association internationale du transport aérien

Atelier 1 : La collaboration entre Industries et universités

La recherche (développement de la technologie) et l'innovation (application de la technologie) ont une importance vitale pour l'industrie aéronautique. La collaboration est la façon la plus efficace de faire des projets de recherche. Comment peut-on profiter des chercheurs et des laboratoires existants dans les universités et les centres de recherche pour se doter d'une valeur ajoutée pour son entreprise? Quels sont les modes de collaboration et comment en optimiser les résultats? Quel est le rôle du gouvernement dans ce processus? Telles sont les questions qui seront abordées dans cet atelier. En filigrane, le modèle CRIAQ de recherche collaborative qui assure la relève en aérospatiale en supportant des projets de recherche innovatrice de grande et de moyenne envergure.

Carlos Trindade	directeur, Projets spéciaux, CRIAQ
Jean Nicolas	professeur, Faculté de génie et titulaire de la chaire en acoustique
Fassi Kafyeke	chef du Service de l'aérodynamique avancée, Bombardier Aéronautique
Farzan Jamarani	chef d'équipe, Direction générale de l'aérospatiale de la défense et de la marine, Industrie Canada

Atelier 2 : Développer la prochaine génération d'ingénieurs aérospatiaux du Grand Montréal

Les nouvelles exigences de l'industrie requièrent des qualités techniques et personnelles recherchées chez l'ingénieur de la prochaine génération ainsi que les meilleures pratiques didactiques. Quelles sont les mesures à court terme pour attirer les étudiants vers le génie aéronautique, parfaire les programmes d'études supérieures et implanter de la formation continue en entreprise?

Marius Paraschivoiu	professeur agrégé, Département de génie mécanique et industriel, Université Concordia
Robert Fews	directeur principal, Recherche et développement, ingénierie, Bell Helicopter Textron Canada
Clément Fortin	professeur titulaire et directeur, Département de génie mécanique, École Polytechnique de Montréal
Éric Laurendeau	chef de groupe, Méthodes CFD, Aérodynamique avancée et coordonnateur, Relations avec les universités, Bombardier Aéronautique

Atelier 3 : L'avenir des centres d'excellence

L'avenir des centres d'excellence passe par de nouveaux modèles d'affaires qui permettront la valorisation de la recherche qui y est pratiquée, par un meilleur partenariat entre l'industrie et le monde de la recherche.

Pierre Dicaire	directeur, Centre des technologies de fabrication en aérospatiale, CNRC
Daniel Ménard	directeur, Core engineering pour essais de structures, conception, matériaux et procédés, Bombardier Aéronautique
Claude Baril	vice-président, Ingénierie, EADS Composites Atlantic
Serge Francoeur	directeur général, Placeteco
Fabrice Renaudeau	conseiller principal en gestion du cycle de vie des produits IBM

Atelier 4 : Les meilleures pratiques en innovation

Comment des PME arrivent-elles à réaliser des innovations majeures : Air Data, Maetta, Marquez et Quéloz. Ces entreprises comparent leur propre démarche innovante avec l'approche systématique en sept étapes simples proposée par le ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation. De plus, comment le succès commercial du projet du Dreamliner repose sur le déploiement du PLM et de son usage au sein de Boeing.

Normand Raymond	conseiller en développement industriel, MDEIE
Ysabelle Poulin	conseiller en développement industriel, Programme Défi Innovation, MDEIE
Jean-Pierre Lepage	président, Air Data
Mathieu Boisclair	vice-président ventes et développement, Maetta
Éric Faucher	président, Marquez Transtech
Richard Légaré	vice-président et directeur Assurance qualité, Quéloz & Ass.
Jean-Pierre Nogué	directeur du déploiement des solutions d'industrie, Dassault Systèmes

Atelier 5 : Impacts de la mondialisation

S'inscrivant dans une stratégie globale, l'innovation et l'efficacité doivent évoluer au rythme de la mondialisation. Des ressources internationales permettent de tirer parti des nombreuses occasions de succès qui se présentent. Cependant, certains défis requièrent une attention particulière. Les entreprises du XXI^e siècle se doivent d'intégrer l'innovation dans leur modèle d'affaires, l'accès aux marchés et l'acquisition de talents.

Marc Villeneuve	directeur, Développement des produits avancés et techniques, Bombardier Aéronautique
Sami Girgis	directeur, Ingénierie mondiale, Pratt & Whitney Canada
Didier Lang	directeur scientifique, EADS Innovation Works, Composite technologies
Thilo Schoenfeld	chargé de mission, Affaires européennes – PNC Aéronautique 7 ^e PCRDT Aerospace Valley (France)
Timothy Swords	General Manager, Strategic & Regional Marketing, GE Aviation

Préparer la grappe pour l'avenir

Compte tenu de toutes les présentations faites lors de ce Forum, quelles leçons doivent être retenues et quelles sont les pistes d'action à suivre pour solidifier notre secteur?

Hany Moustapha	directeur, Programmes de technologie, Pratt & Whitney Canada et président du chantier Innovation d'Aéro Montréal
Claude Morasse	conseiller en technologie industrielle, PARI, CNRC

4. COMPTE RENDU DU FORUM

Introduction

Les 12 et 13 décembre 2007 se tenait à Montréal le *Forum aérospatial d'innovation – Perspective d'avenir*. Aéro Montréal, en collaboration avec le CRIAQ, a organisé ce tout premier Forum aérospatial entièrement dédié à l'innovation. Pendant deux jours, des représentants du monde industriel, universitaire et des institutions publiques se sont réunis à Montréal afin de discuter de l'état de l'industrie, des opportunités, des défis et des questions stratégiques de l'avenir. L'innovation était le sujet principal du Forum, puisqu'elle est considérée comme un facteur primordial au développement futur de la grappe aérospatiale du Montréal métropolitain.

Les invités locaux et internationaux ont tous souligné le fait que l'industrie aérospatiale subissait en ce moment plusieurs changements critiques. Plusieurs de ces changements ont déjà été intégrés dans les actions stratégiques mises de l'avant par les acteurs principaux. Les preneurs de décision du monde gouvernemental et des affaires, aussi bien que le grand public, prennent actuellement conscience de l'importance grandissante des produits et des processus environnementaux dans toutes les sphères d'activité économique.

L'industrie manufacturière aérospatiale ainsi que les compagnies aériennes ont aussi des préoccupations environnementales similaires. Présentement, le secteur du transport aérien génère environ 2 % de toutes les émissions de gaz produites par l'activité humaine. D'ici 2050, si aucune mesure restrictive n'est prise, le taux d'émission de gaz du secteur du transport aérien pourrait représenter de 3 à 5 %. Les émissions de bruit et de gaz provenant de véhicules aériens sont directement reliées à l'âge des avions. Ces deux types d'émissions sont actuellement amplifiés par le fait que le transport aérien connaîtra une croissance soutenue dans les décennies à venir (OACI, 2007). La demande croissante pour les jets d'affaires et régionaux crée une pression supplémentaire sur le nombre d'étudiants actuellement en formation en génie et en sciences qui sera insuffisant pour répondre à la demande.

La grappe aérospatiale du Montréal métropolitain est considérée comme la plus complète des industries aérospatiales au monde. Plusieurs acteurs sont donc concernés par ces tendances. Présentement, les avions régionaux sont présents sur 45 % des vols, et il est prévu qu'en 2010 ce taux augmentera à 50 %. L'opinion publique en matière d'environnement pousse donc l'industrie aérospatiale à innover pour développer des avions plus verts et à intégrer, dans leur modèle opérationnel, une gestion du cycle de vie et de fin de vie des aéronefs. La production de nouveaux jets régionaux n'échappera pas à ces tendances. Comme le cycle de développement d'un avion s'étale sur plusieurs années, il est essentiel d'intégrer les éléments technologiques qui découlent des tendances pour la nouvelle génération d'avions qui sera produite à Montréal.

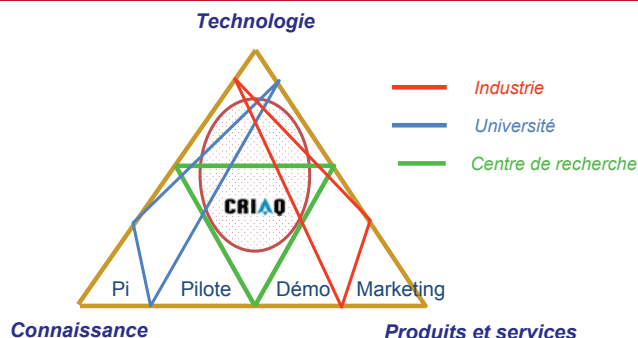
Afin de maintenir la technologie à valeur ajoutée à Montréal, il est indispensable de former des scientifiques et des ingénieurs hautement qualifiés dans les établissements locaux d'enseignement pour que l'impact sur la grappe soit durable. La recherche industrielle et universitaire dans la région de Montréal, tout comme la formation des étudiants, exige de grands investissements soutenus par des fonds adéquats.

Dans la première partie du discours d'ouverture du Forum, l'organisme Aéro Montréal a été présenté. Son rôle est de rassembler toutes les compagnies de l'industrie aérospatiale provinciale et leurs associations, les établissements éducatifs et de recherche ainsi que les membres d'Aéro Montréal et son Comité d'innovation. Ses priorités stratégiques touchent l'innovation, la promotion de la grappe, le développement de la chaîne des approvisionnements, le développement des ressources humaines, ainsi que la productivité et l'intelligence concurrentielle.

La deuxième partie du discours d'ouverture portait sur l'innovation aérospatiale du Canada. Quatre des principales composantes de l'innovation aérospatiale du Canada, y compris Aéro Montréal, ont été présentées; le « Chantier Innovation », le Consortium de recherches aérospatiales du Québec (CRIAQ), le « Comité de recherche » et les « futures plateformes principales » d'Industrie Canada/AIAC. Ces quatre composantes sont décrites ci-dessous :

- > Le « Chantier Innovation » d'Aéro Montréal a trois mandats principaux : (a) établir la stratégie aérospatiale d'innovation de la grande région de Montréal; (b) déterminer et coordonner les projets majeurs en appui de la stratégie d'innovation; et (c) travailler avec les autres organismes innovants et maximiser l'apport des fonds de tiers. Le Chantier d'Innovation est composé de membres qui représentent les grands donneurs d'ordre, les fournisseurs d'équipement, les PME, les universités, les centres de recherche, le CRIAQ, Industrie Canada et le ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation du Québec (MDEIE).

Fig. 1 LE TRIANGLE DE L'INNOVATION



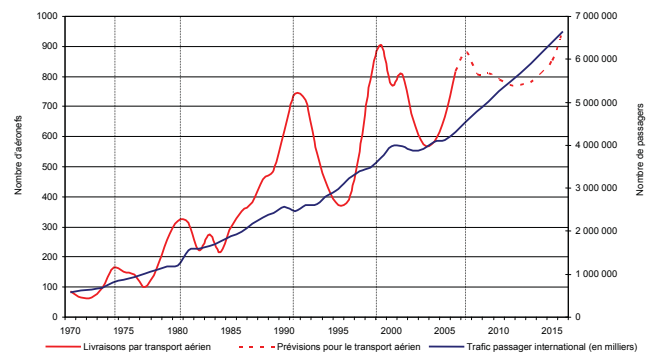
Source : CRIAQ

- > Les instituts aérospatiaux de Montréal sont situés dans différentes universités, c.-à-d. CIADI à l'Université Concordia, ICIA à l'École de technologie supérieure (ETS), et l'École Polytechnique de Montréal (IICAP). Ces instituts, et d'autres en dehors de la grappe, sont soutenus par les associations industrielles de Montréal ainsi que par le MDEIE. Des associés internationaux sont également impliqués.
- > La recherche au CRIAQ regroupe plus de 50 partenaires, y compris toutes les plus grandes compagnies industrielles, quelques PME principalement dans la région de Montréal, aussi bien que des universités et des laboratoires gouvernementaux. Ces partenaires mènent environ 40 projets de recherche (Figures 1 et 2).
- > Les « Futures plateformes principales » ou « Future Major Platforms » (FMP) d'Industrie Canada et de l'AIAC visent à soutenir l'industrie canadienne dans des programmes de développement de nouveaux avions en contribuant à la désignation des cibles stratégiques, la détermination et le développement de technologies clés, et l'utilisation stratégique et coordonnée des appuis existants et des mécanismes financiers, le développement de capacités visant à soutenir le positionnement canadien, et la maximisation des mécanismes de soutien à la vente. L'initiative de FMP, y compris le Groupe de travail de définition de technologie, a également été présentée. Les thèmes technologiques du projet de FMP comprennent la qualité et l'accessibilité, l'environnement, la sécurité, l'aptitude au vol, l'intégration de systèmes, le poids, les conditions de normalisation, le confort des passagers, la compression des horaires, et l'efficacité des systèmes de transport aérien.

1. Portrait économique de la grappe

La grappe aérospatiale du Montréal métropolitain se compose de quelque 30 grandes entreprises, de 220 PME, de quatre universités et de plusieurs laboratoires publics. Les rapports entre ces organismes sont complexes et caractérisés par différents types de relation. Les quatre plus grandes entreprises jouent un rôle prédominant dans la grappe : Bombardier Aéronautique, Bell Helicopter Textron Canada, Pratt & Whitney Canada (P&WC) et CAE. Toutes ces compagnies exportent la majorité de leurs produits sur les marchés mondiaux.

Fig. 3 ÉVOLUTION DE 1970 À 2016 DU NOMBRE DE PASSAGERS ET DES LIVRAISONS D'AÉRONEFS



Malgré sa nature cyclique, le marché de l'aviation commerciale connaît depuis 35 ans une croissance qui devrait se poursuivre

Source : CMC Électronique

Fig. 2 LES PARTENAIRES DU CRIAQ



Source : CRIAQ

La flotte commerciale mondiale se compose actuellement de 18 000 avions; leur nombre devrait atteindre plus de 30 000 en 2025 (Figure 3). En outre, depuis 2000, l'industrie du transport aérien est revenue à un niveau de rentabilité et l'aviation générale profite du marché croissant des micro-jets, aussi bien que des vols de location partagés et sur demande. La demande globale se distingue par six segments d'affaires sur des marchés d'avions : les jets d'affaires, les transports militaires, les jets régionaux, l'aviation générale, les hélicoptères et le marché d'après-vente. Les livraisons des jets d'affaires (un des produits de Montréal) se développent rapidement. Mais la croissance du marché a lieu en dehors des marchés traditionnels (Amérique du Nord, Europe de l'Ouest ou Australie); elle est maintenant présente sur des marchés tels que la Chine, l'Inde, et la Russie. La montée des marchés asiatiques va contre le cycle traditionnel de la demande et des livraisons. Pour les producteurs canadiens, de tels changements dans le marché représentent un défi d'importance, qui s'ajoute à ceux reliés à la hausse du dollar canadien et du prix du pétrole, aux considérations environnementales, aux prix des matériaux, et au besoin d'incorporation de nouvelles technologies (en termes de matières composites, de carburants et d'avionique).

De plus, pour compléter le portrait, les différents segments de marché ne se développent pas à la même vitesse. Le segment des avions de 20 à 149 places (les jets d'affaires et régionaux) connaît la croissance la plus rapide. En attendant, plusieurs pays essaient de développer une industrie aéronautique, notamment la Chine, l'Inde, le Japon et la Russie. Le Brésil développe aussi sa propre industrie très rapidement.

Afin d'être compétitif dans le marché mondial, le Canada a besoin d'augmenter le nombre de scientifiques et d'ingénieurs afin d'assurer la relève en personnel qualifié et de soutenir l'innovation des défis technologiques qui se dessinent dans un futur rapproché. Il doit aussi disposer de budgets de recherche appropriés pour les grands investissements requis par l'industrie aérospatiale.

Fig. 4 TENDANCES ET AVENIR

Vers un nouvel indicateur de la capacité d'innover pour la grappe aérospatiale du Montréal métropolitain



Source : Industrie Canada

Plusieurs tendances apparaissent dans l'évolution économique de l'aviation (Figure 4). Les premières sont d'ordre technologique. Par exemple, les habitacles qui sont composés d'équipements de navigation spécialisés évoluent maintenant vers des habitacles numériques intégrés qui permettent la réduction du poids, du volume et de la charge de travail. Dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement, les donneurs d'ordre principaux essaient d'évoluer vers un nombre beaucoup plus petit de fournisseurs. En 1985, Airbus possédait 3 000 fournisseurs, mais n'en possédait plus que 500 en 2000. Le marché mondial pour la production et les services d'aéronefs se développe à un rythme régulier. Le nombre d'avions livrés est passé d'environ 100 par an au milieu des années 1970 à plus de 600 l'année dernière; il atteindra probablement 900 par an d'ici 2015, alors que le nombre de passagers transportés sera passé de 1 milliard par an en 1975 à plus de 6 milliards d'ici 2015. En attendant, le nombre d'avions en circulation a triplé entre 1970 et 2007. La congestion des aéroports qui en découle se traduit par un risque plus élevé d'incidents et d'accidents. La gestion de ce risque nécessite entre autres l'amélioration des systèmes de navigation et de la gestion aéroportuaire, dont voici quelques éléments :

- A) Le perfectionnement des récepteurs de GPS WAAS qui donnent un meilleur positionnement, améliorant l'approche aux pistes avec des systèmes d'instruments d'atterrissage limités, et réduisant la distance minimale entre les avions dans les corridors de vol.
- B) Le développement de systèmes avancés de vision qui augmentent en général la connaissance et la compréhension de l'environnement de vol (*situation awareness*) et rendent possible une visualisation précise des informations pour tous les types d'atterrissages.
- C) L'amélioration de la connectivité entre les centres terrestres de contrôle aérien et le cockpit et entre des fournisseurs de services et la cabine passagers. Cela permet, en outre, de fournir aux passagers, pendant leur vol, des systèmes de divertissement et des systèmes de bureaux dans le ciel.

Entre-temps, d'autres exigences environnementales s'ajoutent, telles que la réduction des émissions de CO₂, de NOx et de bruit. Pour répondre à ces nouvelles exigences, l'industrie aérospatiale devra investir dans le développement de nouveaux moteurs, dans la conception de nouveaux avions, dans l'optimisation de plans de vol capables de fournir des itinéraires plus courts, dans un meilleur contrôle du positionnement et dans la gestion de corridors de vol plus étroits. Plusieurs projets en cours dans le monde démontrent que l'utilisation de technologies innovantes peut réduire significativement la consommation de carburant ainsi que le niveau de bruit, tout en augmentant la sécurité du vol et le confort des passagers.

2. Profil de la grappe : la capacité d'innovation

La deuxième séance plénière portait sur la grappe de Montréal et sur sa capacité d'innovation. Les objectifs d'Aéro Montréal et les traits principaux de la grappe tels que sa définition, sa portée et son rôle ont été évoqués. On a également discuté des menaces auxquelles la grappe est exposée; particulièrement le degré de maturité des produits actuels, la faible capacité d'intégration et la baisse d'intensité de la R-D aérospatiale.

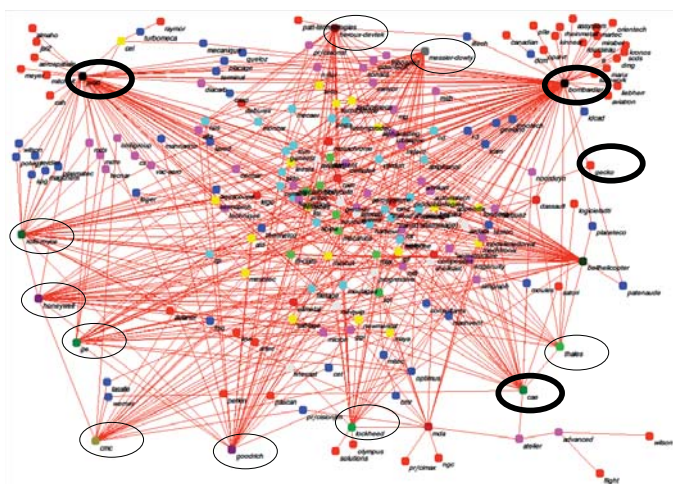
Il a été fait mention de l'apparition d'une série d'occasions commerciales en Chine, au Japon, en Inde et en Russie, de la préoccupation environnementale du public et des gouvernements, du renouvellement à venir de la flotte, et de la congestion des aéroports et des couloirs aériens.

Les tendances comme la concurrence croissante des pays émergents, la réduction du poids des avions, l'amélioration de l'efficacité des moteurs, la réduction des coûts d'entretien, la création de rapports plus étroits entre les clients et les fournisseurs, et la nécessité de développer l'expertise de ces derniers, sont des facteurs qui auront une influence marquée sur l'avenir de la grappe. Afin de se

préparer à l'émergence de ces tendances, la grappe devra donc renforcer son agilité de concertation et sa capacité de planification opérationnelle. Elle devra être aussi en mesure de proposer et de coordonner des stratégies d'innovation afin d'assurer son orientation.

Pour comprendre l'impact des tendances sur le secteur aérospatial de Montréal, il est primordial d'analyser le positionnement actuel des principaux acteurs dans la grappe et d'étudier les relations de réseautage entre ces acteurs, l'innovation et les connaissances stratégiques (Figure 5). La théorie des graphes et la carte des connaissances sont utilisées comme méthodes d'intelligence pour élaborer une cartographie du réseau des acteurs, ce qui permettra d'établir les liens de R-D entre eux.

Fig. 5 CARTOGRAPHIE DES ACTEURS DE LA GRAPPE AÉROSPATIALE DU MONTRÉAL MÉTROPOLITAIN
Réseau des acteurs



Source : GEME Aero, UQAM

Pour faire avancer ce concept, il sera nécessaire de recueillir plus de données. Entre-temps, une carte préliminaire de la connaissance de la grappe aérospatiale montréalaise a été proposée et interprétée. De cette carte, un premier enjeu a été cerné, soit celui de la gestion et de la planification à court terme. Cette façon de faire développe une propension à la réduction des coûts, ce qui favorise l'innovation graduelle plutôt que radicale. Cet enjeu entraîne une pénalisation de l'innovation à long terme. En outre, dans le contexte de l'industrie aérospatiale canadienne, le manque de stratégies globales et les enjeux reliés à la formation de main-d'œuvre qualifiée requièrent un renforcement du rôle et de l'appui gouvernemental. Par ailleurs, la carte des connaissances met l'accent sur l'affaiblissement du savoir-faire stratégique dans la grappe et suggère le besoin du développement de stratégies de recherche plus actives et coopératives.

Ces résultats préliminaires dévoilent un regard neuf sur la structure et sur la dynamique de la grappe et mettent en lumière l'importance de l'information stratégique dans le processus de planification à long terme. Afin d'appuyer cet enjeu, Aéro Montréal propose l'action suivante :

ACTION 1 : Développer un système intelligent qui permettra d'améliorer la connaissance de la capacité d'innovation de la grappe et d'élaborer des outils de diagnostic et de pronostic pour prévoir son évolution.

Un tel système d'intelligence permettrait aux dirigeants de l'industrie, aux politiciens et aux administrateurs d'université de mieux comprendre les enjeux et de prendre des décisions basées sur des faits pour préparer le futur de la grappe.

3. Défis et technologies de l'avenir

Cette séance plénière a relevé plusieurs défis qui auront une incidence sur le secteur aérospatial. Par exemple, la croissance annuelle de 10 % du trafic de passagers et de marchandises dans les années à venir va à l'encontre des efforts pour réduire l'émission des gaz à effet de serre. En outre, la flotte mondiale atteindra 30 000 avions d'ici 2025, et quelque 22 000 parmi eux seront de nouveaux avions. Un marché en forte croissance favorise l'introduction de nouvelles technologies. Des occasions technologiques se présentent actuellement dans la conception des avions et des moteurs, la réduction des émissions de gaz et de bruit, l'optimisation des plans de vol en-route par les ressources ATM, l'approche en descente continue (*Continuous Descent Arrival*) et la capacité d'exécuter une navigation de précision (*Required Navigation Performance*) qualité de navigation requise).

L'ordre du jour stratégique de recherches d'ACARE établit 5 défis pour 2020 : l'accessibilité et la qualité, l'environnement, la sûreté, l'efficacité et la sécurité. Pour chacun de ces défis, un ensemble d'objectifs a été déterminé sur la réduction de NOx, de CO₂ et de bruit, en plus des objectifs de performances et de viabilité économique. Les efforts actuels des programmes de R-D de l'Union européenne ciblent la conception des avions et des moteurs par une approche plus électrique des avions, des systèmes de bord fournissant une performance améliorée de l'avion ou exigeant moins de puissance de fonctionnement, des structures ATM d'aéroport et une gestion de cycle de vie d'avion comprenant la gestion de fin de vie. Des enjeux spécifiques pour l'aviation ont également été énoncés, dont l'anticipation des besoins opérationnels des clients, l'amélioration de la maturité des systèmes complexes et la réduction des coûts et du délai de mise en marché. À cette fin, la compréhension des exigences du client et l'assurance d'avoir une technologie de pointe par la coopération en recherche sont essentielles. L'environnement de simulation Airlab est un bon exemple de collaboration appliquée.

Le processus d'innovation passe par un cycle de création d'une nouvelle vision, de production de nouveaux concepts et connaissances, d'évaluation de ces concepts, de choix du meilleur candidat et de son transfert au développement. Un tel cycle peut prendre jusqu'à dix ans avant que les produits deviennent opérationnels. Pendant ce cycle de vie, des universités, des instituts publics, des autorités aérospatiales nationales et des entreprises

de toutes les tailles peuvent adhérer à ce processus de création par l'intermédiaire de partenariats et de collaboration.

La gestion avancée de la fin de vie des avions constitue également un défi, surtout dans le contexte actuel de renouvellement de la flotte. La gestion actuelle du démantèlement des avions est déficiente. Entre 2005 et 2025, environ 4 000 avions atteindront la fin de leur vie, à un rythme de 200 par an.

Le projet PAMELA (*Process for Advanced Management of End-of-Life of Aircraft*) regroupe des OEM aussi bien que des fournisseurs de niveau 2 et 3, afin de permettre le désarmement, le démontage et le démantèlement ordonnés des avions rendus à la fin de leur vie. Cela permet de récupérer quelques sections, d'en réutiliser d'autres, d'entreposer sans risque des composants dangereux et des matières polluantes et d'envoyer le reste à la ferraille. Un site a été aménagé en France méridionale afin d'élaborer les meilleures pratiques dans le domaine du recyclage de l'avion. Lorsque l'avion est retiré du service, la pratique courante consiste à envoyer celui-ci aux négociants de ferraille ou à l'entreposer sur les terrains inoccupés des aéroports. Ces solutions impliquent des risques de pollution par les carburants, graisses et autres contaminants, et par les matériaux dangereux non rassemblés comme les batteries, l'amiante et parfois même l'uranium. De plus, ces pratiques peuvent donner lieu à un démontage furtif de composants qui pourraient être réintroduits frauduleusement sur le marché des pièces de rechange et être la cause d'accidents. Le projet PAMELA vise à démontrer qu'entre 85 et 95 % de l'avion peut être réutilisé, recyclé ou récupéré.

La séance a permis d'exposer les initiatives de l'AITA qui développe des solutions pour empêcher les accidents d'avion, tout en augmentant la sécurité et la capacité croissantes des aéroports. Les programmes associés à la prévention spécifique d'accidents qui ont été présentés sont les suivants :

Collision : La solution a été développée par Honeywell et mise en œuvre en 1974. Elle consiste à empêcher la collision d'avions en vol avec un relief (montagne) dans leur trajectoire de vol grâce à un système d'avertissement de proximité du sol (GPWS). Une nouvelle génération de GPWS, mise en service en 2005, inclut un système d'anticollision en vol des avions.

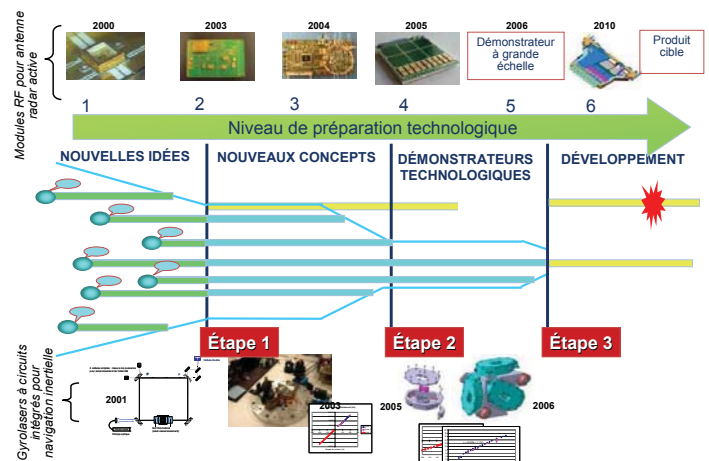
Sûreté des atterrissages : aménager les espaces insuffisants en fin de piste à l'aide du système EMAS (*Engineered Materials Arresting System*) qui permet d'arrêter l'avion à l'extrémité de la piste sans l'endommager ni blesser les passagers.

Capacité des aéroports : augmenter la capacité des aéroports par la réduction de la séparation verticale minimum (RVSM) entre les avions. Le concept de RVSM a été lancé dans les années 1970 et mis en application en 1997. Le programme FANS (*Future Air Navigation System*) vise à développer un système d'avionique pour la communication entre l'avion et les contrôles au sol, pour une navigation de précision et pour la réduction de la séparation longitudinale et latérale entre les avions. Le concept de FANS a été lancé en 1983 et sa mise en service a commencé en 1995.

Plusieurs autres exemples ont été présentés, y compris l'initiative de RVSM (*Reduced Vertical Separation Minimum*) au-dessus du Pacifique et du RNP10 du nord (précision exigée de la navigation à 10 milles), conduisant à l'ouverture des itinéraires polaires du nord. Cette initiative prend en considération les vents saisonniers pour une meilleure planification des itinéraires. En outre, l'étude du vent permet de réduire la consommation de carburant en tirant profit des fluctuations du temps – et en particulier du vent – (le projet s'appelle DARP ou Planification dynamique d'itinéraire d'avion). L'exécution réussie de ces initiatives exige la coopération internationale. C'est un objectif difficile à atteindre en aviation commerciale, car beaucoup d'agences et d'organismes différents sont impliqués. Il faut qu'il y ait une volonté politique pour donner suite à ces initiatives.

Les enjeux et les défis de la recherche et de la technologie aérospatiales incluent une coordination logique et efficace de la gestion des aéronefs, des aéroports et du trafic aérien. Pour atteindre ces buts, il faut prévoir les besoins opérationnels des clients, améliorer la maturité de la complexité avionique des systèmes, et réduire le coût et le délai de livraison. La stratégie globale de la compagnie Thales pour l'ingénierie des systèmes est basée sur une approche architecturale soutenue par des modèles et des outils (Figure 6). ARCADIA (*Architecture Analysis and Design Integrated Approach*) est un de ces outils. Une autre initiative est l'environnement Airlab de simulation, un outil dans un espace consacré au travail d'équipe intégré avec des associés, des utilisateurs, des clients et toutes les parties prenantes. En conclusion, la nouvelle connaissance scientifique est incorporée au début du cycle de technologie. Dans le domaine TRL 1 de développement de technologie, on explore des idées scientifiques à partir desquelles un petit ensemble de nouveaux concepts émergeront à TRL 2 et à TRL 3; un plus petit ensemble de démonstrateurs de technologie aboutira (TRL 4 et 5) à un ou deux développements de produit (TRL 6) (cf. schéma 2).

Fig. 6 ACQUISITION ET INTÉGRATION DE LA MATURITÉ DES TECHNOLOGIES



Source : Thales

Cette séance plénière a permis d'observer que la gestion avancée des avions en fin de vie pouvait être plus efficace et respectueuse de l'environnement et que l'AITA est un joueur clé dans la promotion et le développement de technologies pouvant réduire le nombre d'accidents d'avion. Afin d'appuyer ces enjeux, Aéro Montréal propose les actions suivantes :

ACTION 2 : Élaborer une stratégie de gestion avancée de recyclage des avions ayant atteint leur fin de vie utile.

ACTION 3 : Renforcer les collaborations technologiques et d'affaires entre les partenaires industriels de la grappe.

4. La collaboration entre les industries et les universités

Les universités jouent un rôle important dans le développement de l'industrie. Elles collaborent avec l'industrie dans la recherche fondamentale et appliquée, transfèrent leurs résultats aux milieux d'affaires et forment les ingénieurs, les scientifiques et les dirigeants qui travailleront dans les entreprises industrielles.

L'industrie aérospatiale est la seule industrie de technologie de pointe où le Canada présente une balance commerciale positive. Mais tandis que la recherche universitaire dans l'aérospatiale s'est amplifiée au cours de la dernière décennie, la R-D industrielle n'a toutefois pas augmenté. Les intervenants ont souligné la nécessité d'augmenter la collaboration industrie-université par différents mécanismes, dont les suivants : l'échange de professeurs, de chercheurs et d'étudiants; le partenariat entre les centres de recherche et les Chaires de recherche du Canada; l'utilisation industrielle des recherches universitaires qui restent souvent insuffisamment utilisées par les universités elles-mêmes; l'utilisation des politiques fédérales et provinciales de financement qui encouragent la collaboration entre l'industrie et l'université. Beaucoup de modalités de collaboration industrie-université ont été décrites, aussi bien que les risques liés à de telles associations du point de vue de l'industrie et de celui du milieu universitaire.

Les cartes routières technologiques et les cartes routières d'insertion technologique (*Technology Insertion Roadmaps – TIRM*) ont également été présentées (Figure 7). Ces dernières constituent une approche qui présente des occasions d'insertion par la collaboration en recherche sur la base des forces du secteur. Industrie Canada possède plusieurs TIRM pour l'aérospatiale, dont une qui porte sur les composés avancés à bas coûts et d'autres sur les revêtements protecteurs.

Le secteur aérospatial est en train de se modifier. Par exemple, l'OEM, qui dans le passé concevait et développait de nouveaux avions, tend maintenant à devenir un intégrateur de système, un innovateur et le directeur de l'innovation du système. D'autres entreprises industrielles, qui étaient des fournisseurs dans le passé, sont devenues des partenaires. Les objectifs de l'innovation ont déjà été précisés : la sécurité, le confort et la réduction des coûts ainsi que la réduction des émissions de gaz et de bruit. Ces buts seront atteints par l'innovation en matière de technologie, de production et de modèles d'affaires. Si l'innovation est tirée par les besoins du marché, les programmes de recherche sont organisés par des entreprises en coopération avec les chercheurs universitaires, en particulier dans les premières phases du développement d'un concept, jusqu'à ce que celui-ci ait fait ses preuves. La collaboration externe se fait avec les chercheurs universitaires (des centres et des chaires de recherche), les consortiums de recherche industrielle et les instituts de recherche canadiens ou étrangers. Afin d'appuyer ces enjeux, Aéro Montréal propose l'action suivante :

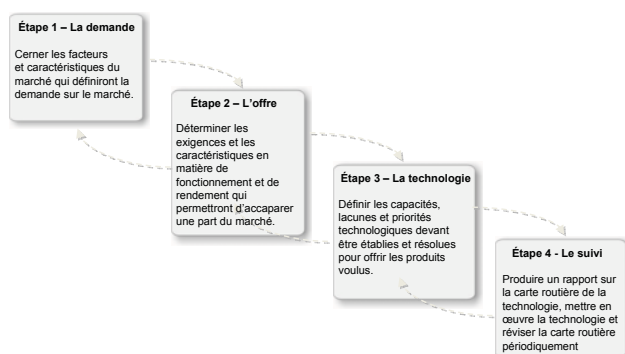
ACTION 4 : Améliorer la visibilité de la capacité de recherche universitaire pour accentuer la collaboration industrie-université.

5. Développer la prochaine génération d'ingénieurs aérospatiaux à Montréal

La séance plénière a permis la discussion sur les besoins actuels et futurs en ingénieurs aérospatiaux et scientifiques au Québec. La grappe a besoin d'un minimum de 500 nouveaux diplômés chaque année. Les systèmes aéronautiques sont complexes et beaucoup de disciplines reliées sont impliquées. Ces systèmes comprennent des éléments comme les structures, la conception de technologie de vol, l'avionique, les matériaux, les techniques de systèmes, ainsi que bon nombre de disciplines universitaires comme la dynamique, la mécanique des fluides, la métallurgie, les composites et la théorie des contrôles.

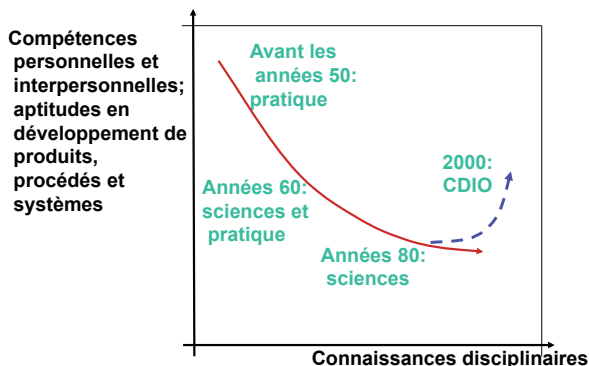
Des échanges ont eu lieu sur le fait que les futurs ingénieurs doivent recevoir une formation aérospatiale spécifique et non une formation purement technique. La connaissance de l'économie globale, de la gestion de projet et des possibilités de travail d'équipe sont également des compétences clés. Ces « compétences douces » sont nécessaires dans le profil de formation de l'ingénieur aérospatial. Qui plus est, l'environnement, toujours en cours d'évolution, exige des changements continus des programmes d'études.

Fig. 7 PROCESSUS DE LA CARTE ROUTIÈRE TECHNOLOGIQUE



Source : Industrie Canada

Fig. 8 DÉVELOPPEMENT DE LA FORMATION EN INGÉNIEURIE



Les ingénieurs doivent maîtriser les deux dimensions; il faut offrir une formation qui couvre l'une et l'autre

Source : CDIO

Par ailleurs, l'initiative CDIO (concevez, mettez en application, gérez) a été présentée comme un modèle pour remplacer l'éducation en génie (Figure 8). Une telle initiative exige la transformation de la culture d'éducation qui est actuellement basée sur les sciences du génie, les contextes de recherche, l'analyse et l'individu, en une méthode axée davantage sur la technologie, les contextes de produit, l'intégration et le travail d'équipe, ainsi que sur une compréhension de l'impact de la recherche et la technologie sur la société. Les meilleures pratiques de la méthode CDIO sont liées à une série de normes, dont les suivantes :

1. La formation technologique doit se produire dans le contexte du développement et du déploiement du cycle de vie du produit. Pour atteindre ce but, il est nécessaire d'avoir le soutien et les idées des parties prenantes;
2. Il faut détailler et préciser les résultats de l'apprentissage, et les parties prenantes doivent les valider;
3. Un programme d'études intégré est nécessaire pour réaliser de tels objectifs;
4. Un cours d'initiation à l'ingénierie est essentiel;
5. Il faut inclure des expériences de conception et d'implantation dans le programme d'études;
6. Des espaces doivent être créés afin d'effectuer des travaux d'ingénierie dans les universités.

L'École polytechnique de Montréal compte parmi les 30 universités dans le monde qui ont appliqué l'initiative de CDIO.

Afin de pouvoir assurer l'enjeu de l'avenir d'une main-d'œuvre qualifiée dans la grappe, Aéro Montréal propose l'action suivante :

ACTION 5 : Établir une stratégie d'attraction et de relève du personnel scientifique.

6. Le futur de nos centres d'excellence

Dans cette séance plénière, les caractéristiques et les défis principaux des centres d'excellence en recherche aérospatiale du Québec ont été présentés. Ces centres de recherche sont situés à Montréal et ailleurs dans la région (par exemple, IAR, CTFA, IMI, CTA, CDCQ, Marinvent) et dans des universités (Concordia, McGill, École de technologie supérieure, École polytechnique de Montréal, Université de Sherbrooke, UQAM et UQAC).

Plusieurs aspects structuraux et d'organisation de ces centres d'excellence doivent être analysés soigneusement. Plusieurs questions se posent : quelles sont leurs expertises et capacités; sont-elles suffisantes, de niveau mondial, accessibles et utilisées? Deuxièmement, quels seront les obstacles et les solutions menant à la collaboration accrue et plus efficace entre des OEM et de petites et moyennes entreprises locales? Troisièmement, quelle est la voie menant vers la compétitivité, le développement de produits innovateurs et de nouveaux procédés de fabrication? Quatrièmement, dans le contexte d'augmentation des coûts de la recherche et d'une capacité industrielle limitée d'investissement en R-D, quel est le rôle des gouvernements?

Les initiatives européennes les plus récentes indiquent que les gouvernements se positionnent et soutiennent la R-D dans un cadre intégré de développement économique. Ces initiatives orientent systématiquement le secteur vers la conception, l'intégration et l'innovation des produits complexes et de haute valeur ajoutée. Un autre facteur majeur de réussite est le développement de collaborations continues entre les OEM, les PME, les centres de recherche et les universités, que ce soit à l'échelle locale ou internationale.

Les défis majeurs pour le futur des Centres d'excellence en recherche aérospatiale de la grande région de Montréal sont :

1. de réagir par rapport aux défis et aux occasions liés à la globalisation croissante de la production et de la R-D;
2. d'adopter et de développer des initiatives conformes au développement durable, comme l'avion vert et intelligent ou Clean Sky; et
3. d'améliorer la synergie entre les acteurs privés, publics, locaux et globaux.

Les avantages et les inconvénients associés à la collaboration avec les Centres de l'excellence sont d'abord présentés du point de vue des grandes entreprises telles que Bombardier Aéronautique. Dans ce contexte, on a proposé un nouveau modèle de collaboration ainsi que des pistes d'amélioration des méthodes de collaboration actuelles. L'industrie canadienne occupe des parts importantes du marché mondial dans les produits suivants : les avions régionaux de 20 à 90 places (47 %); les petits moteurs turbomoteurs (34 %); les simulateurs de vol commerciaux (80 %); le secteur de la simulation visuelle (70 %); les hélicoptères civils (14 %); les trains d'atterrissage (31 %); les nouveaux trains d'atterrissage des

gros-porteurs (60 %); les systèmes de contrôle de l'environnement pour les avions de transport (60 %). Afin de favoriser l'innovation des procédés de fabrication ainsi que l'innovation de produit, Bombardier Aéronautique a développé un réseau externe de collaboration de recherche. Ce réseau soutient la stratégie du développement technologique de Bombardier à plusieurs niveaux, ces derniers étant définis selon le degré de maturité de la technologie. Aux niveaux inférieurs, la collaboration porte sur la recherche fondamentale qui est associée au risque le plus important et à des coûts pas très élevés. Aux niveaux supérieurs de l'échelle de la maturation de la technologie, le risque technologique diminue tandis que le coût de développement augmente. Les initiatives vertes, comme la recherche sur les carburants alternatifs ou les structures en composites, constituent une partie importante de la recherche fondamentale qui implique les laboratoires, les universités, les consortiums (CRIAQ), les établissements du gouvernement et les associations privées et publiques de l'industrie. Alors qu'elle offre l'accès rapide à des nouvelles technologies et à des services, cette coopération externe de R-D est également accompagnée du risque de perdre le contrôle sur la façon dont les nouvelles technologies seront utilisées. La mise au point d'un meilleur modèle de collaboration de recherche aidera à maintenir des centres d'excellence à la fine pointe de la technologie. Ce modèle devrait viser la prolongation des partenariats public-privé (PPP), la possibilité de tirer profit de l'expertise individuelle des partenaires et une augmentation des financements externes.

De son côté, l'entreprise Composites Atlantic a souligné les avantages des projets effectués en collaboration avec les centres d'excellence, du point de vue des PME. Ces avantages comprennent le partage des ressources et des compétences, le développement de projets coûteux et risqués, trop complexes et chers pour les entreprises isolées, le développement des réseaux entre les groupes ainsi qu'une meilleure compréhension des capacités et des besoins du groupe. Le projet de collaboration de Mirabel a été cité en exemple. Il a rassemblé Bell Helicopter Textron Canada, Bombardier Aéronautique, Composites Atlantic et le CNRC dans un projet de recherche de placement de fibres. Une nouvelle installation a été créée et équipée avec tout l'équipement nécessaire pour mener à bien plusieurs activités de recherche complexes et coûteuses.

Les avantages, les inconvénients et les possibilités d'amélioration de la collaboration en recherche entre les centres d'excellence aérospatiaux et les petites et moyennes entreprises (PME) ont également été présentés. Trop souvent, les PME ont une compréhension inadéquate des établissements et des centres existants d'excellence, aussi bien que de leurs mandats. Elles possèdent également des ressources (humaines et financières) insuffisantes et manquent de disponibilité et de présence dans les réseaux existants de la R-D. Les PME innovatrices participent activement aux activités de développement de produit de leurs clients. Les activités de R-D des PME se concentrent sur des occasions de collaboration à court terme, caractérisées par un faible niveau de risque, centrées sur des procédés déjà en service au sein de

l'entreprise et sur des projets qui sont complémentaires avec ses activités existantes. Dans la majorité des cas, ce n'est que par un engagement dans des projets innovateurs de la grande entreprise que les PME contribuent aux initiatives menant à la prochaine génération d'avions, comme la conception et le développement des composants internes en composites. Cependant, la participation des PME dans le développement durable devrait augmenter.

Le centre d'excellence de Montréal PLM (gestion de cycle de vie du produit) d'IBM (centre d'excellence) a été présenté. PLM est une approche stratégique visant à créer et à contrôler le capital intellectuel d'une compagnie, de la conception à la retraite. Le centre d'excellence PLM aérospatiale de Montréal, par exemple, peut aider le secteur à se transformer, passant d'une structure traditionnelle de chaîne d'approvisionnement (composée d'un donneur d'ordres au sommet, soutenu par des fournisseurs de niveau 1, 2 et 3) à un nouveau modèle. Dans ce modèle, les usagers et les gouvernements, tout comme les clients, infusent la connaissance dans une nouvelle pyramide en tant que partenaires à des niveaux différents de co-développement des produits sur la base du partage du risque et en tant que cocontractants. Le centre d'excellence PLM peut procurer des avantages à tous les composants de cette « entreprise étendue » en facilitant l'accès à la technologie, en améliorant le cycle de développement, en améliorant la collaboration entre tous les niveaux et en accélérant l'exécution.

Afin de pouvoir relever l'enjeu d'augmenter la connaissance des centres de recherche et le niveau de collaboration, Aéro Montréal propose l'action suivante :

ACTION 6 : Encourager les PME dans les activités d'innovation avec les centres de recherche.

7. Les meilleures pratiques de gestion des PME

Quatre PME innovatrices ont présenté leur expérience des facteurs principaux qui ont contribué au succès de leurs activités d'innovation, ainsi que les meilleures pratiques telles que cernées et promues par le Programme « Défi Innovation » du MDEIE (Figure 9), notamment :

1. La collaboration avec les instituts locaux de recherche et les chercheurs internationaux pour résoudre les défis techniques et réduire les délais de mise en marché;
2. L'amélioration de la gestion de la technologie par les entreprises au moyen d'une meilleure définition des cibles stratégiques, et du changement de l'approche de développement du marché; le réalignement de la stratégie d'affaire sur les objectifs de l'innovation, la gestion des flux de la chaîne de valeur et l'adoption d'outils avancés pour assurer l'amélioration continue;
3. Le leadership ciblé dans le marché mondial. Les quatre expériences des PME étudiées suggèrent que pour augmenter leur niveau d'innovation et pour obtenir un meilleur rendement des investissements, les PME devraient d'abord définir

leurs menaces, leurs chances et leurs objectifs et ensuite formaliser des principes de gestion pour consolider une culture d'innovation dans leur propre entreprise.

Afin de soutenir l'enjeu de rehausser la capacité d'innovation des PME, Aéro Montréal propose l'action suivante :

ACTION 7 : Encourager les PME à implanter les meilleu-

Fig. 9 PROGRAMME DÉFI INNOVATION



Source : MDEIE

res pratiques de gestion en innovation et en productivité de manière à les rendre plus performantes afin de réussir nationalement et internationalement.

8. La mondialisation et ses impacts

Les intervenants se sont concentrés sur les occasions et les défis que la mondialisation représente pour l'industrie aéronautique du Québec. Il y a plusieurs avantages pour les entreprises canadiennes à internationaliser leurs activités. D'abord, elles peuvent tirer profit du bassin mondial croissant de travailleurs aéronautiques hautement qualifiés. Par exemple, l'Asie produit 500 000 ingénieurs chaque année par opposition à 50 000 aux États-Unis. Entre 1986 et 1999, le taux de croissance des doctorats en science et en génie en Chine a augmenté annuellement en moyenne de 36,5 % contre 2,2 % aux États-Unis. En outre, la mondialisation peut aider les entreprises canadiennes à réduire leurs coûts de main-d'œuvre (coût horaire inférieur de 50 % à 75 % en Asie comparée à celui des États-Unis). Elles peuvent obtenir un accès plus facile aux investissements et subventions qu'offrent les gouvernements étrangers afin de développer leurs infrastructures de transport, d'énergie,

de construction et de télécommunication; et finalement, elles obtiennent un accès plus facile aux marchés.

La mondialisation a des impacts majeurs sur l'innovation. Les marchés sont mondiaux, et les ressources (humaines, financières, technologiques) le sont également. Il est de plus en plus courant que les entreprises aient besoin de financement (étranger) international en plus du financement local. Il est important, dans le nouveau marché mondial, de protéger la propriété intellectuelle, de développer l'entreprise étendue (internationale), de rendre mobiles les personnes et la technologie, d'organiser des activités croisées et d'apprendre à travailler avec les partenaires d'outre-mer.

Un portrait global du 7^e Programme-cadre européen sur la R-D (FP7) et ses soucis concernant le futur de l'aéronautique de l'UE et des programmes de transports aériens a été présenté. De plus, on a fait état de nombreuses occasions pour les acteurs canadiens de l'industrie aéronautique de participer aux initiatives européennes de R-D aéronautique. En outre, l'initiative *Clean Sky (Joint Technology Initiative, JTI)* et quelques autres partenariats de recherche publics-privés ont été présentés. Le 7^e Programme-cadre européen sur la R-D (PCRD) couvre la période de 2007 à 2013 et dispose d'un budget total de 52,9 milliards d'euros. Le FP7 est mis en application par quatre programmes spécifiques :

1. **Coopération** qui vise le développement de la recherche en collaboration;
2. **Idées** – Visant à pousser plus loin les frontières de la recherche;
3. **Les gens** – Visant à stimuler le développement des recherches et la mobilité des ressources humaines;
4. **Capacités** – Se concentrant sur l'augmentation des infrastructures de recherches et de la capacité potentielle.

Les fonds de FP7 visent des activités de recherche et de développement de technologie en amont (la recherche fondamentale) et en aval (des niveaux plus élevés de maturité de la technologie). Actuellement, le Programme aéronautique (*Aeronautics Work Program*) de l'UE représente 30 % de tous les fonds publics européens en R-D du secteur aéronautique civil. Ses cibles principales sont, en premier lieu, de satisfaire les besoins des entreprises en matière de transports aériens plus efficaces, plus sécuritaires et plus verts, et en second lieu, d'assurer une position de suprématie mondiale à l'aéronautique européenne avec une chaîne d'approvisionnement concurrentielle, y compris les petites et moyennes entreprises. Le groupe de gestion de l'industrie (IMG4) représente l'industrie européenne aéronautique et coordonne la position de l'industrie en ce qui concerne les Programmes-cadres civils d'aéronautique de l'UE. Les entreprises et les institutions aéronautiques des pays extracommunautaires peuvent également participer aux programmes FP7 de l'UE. Par exemple, quatre candidats canadiens ont déjà fait des demandes et le projet sur le développement des biocarburants préparés par l'Université de Toronto a été retenu.

Le programme de travail de l'aéronautique et des transports aériens de l'UE a défini les sept priorités de recherche suivantes :

1. Le passage au vert des transports aériens, y compris des recherches sur l'avion vert (physique de vol, aérostructures, propulsion, systèmes et équipement, avionique); sur la production et l'entretien écologiques des avions (la production, l'entretien et le recyclage); sur les opérations de transports aériens (le vol et la gestion du trafic aérien et des aéroports). Les objectifs globaux sont une réduction de 50 % de CO₂; une réduction de 80 % de NO_x; une réduction de 50 % du bruit (= diminution par DB 10); le recyclage et l'entretien de l'avion plus respectueux de l'environnement.
2. L'efficacité croissante en termes de temps.
3. La satisfaction et la sécurité des passagers.
4. L'amélioration de l'efficacité en termes de coûts de développement et d'opération des avions et des coûts du système d'exploitation du transport aérien.
5. La protection des avions et des passagers.
6. Devenir les premiers dans les transports aériens du futur en explorant les technologies plus radicales, plus efficaces pour l'environnement, plus accessibles et innovatrices. Les orientations principales de recherche doivent cerner et développer les technologies naissantes (de décollage, de propulsion, d'espace intérieur, de cycle de vie); les changements radicaux du transport aérien (les véhicules de transports aériens nouveaux, les instruments de navigation et de contrôle, les aéroports); des concepts prometteurs dans les transports aériens (le concept « cruiser/feeder », le décollage et l'atterrissage avec la puissance en provenance du sol, les systèmes de transport aérien personnels, les nouvelles sources de propulsion de l'avion).
7. Les activités croisées entre les systèmes de transport, l'énergie, l'environnement et la société. Les JTI sont un nouvel outil proposé par le FP7 pour établir des partenariats publics-privés viables. Leur objectif est de mener la recherche à grande échelle et de soutenir la R-D industrielle coordonnée à un niveau européen. Le projet Clean Sky de JTI est un partenariat public-privé qui vise à améliorer radicalement l'impact des transports aériens sur l'environnement. Clean Sky a un budget de 1,6 milliard d'euros réparti sur sept ans dont le financement par l'UE s'élève à 50 %. Clean Sky a six axes principaux de recherche (les voilures fixes intelligentes; les avions régionaux verts; les hélicoptères verts; les systèmes de moteurs durables et verts; les systèmes pour des opérations respectueuses de l'environnement; et l'écoconception).

La survie et le développement de la grappe de Montréal requièrent une coordination et une intégration des différentes perspectives qui ne convergent pas toujours. Il est nécessaire de faire une étude sur les risques et les occasions de la

mondialisation par rapport aux perspectives de développement futur de la grappe montréalaise. Ceci permettra de trouver le moyen d'harmoniser les intérêts et les actions des donneurs d'ordre, de la chaîne d'approvisionnement et des gouvernements.

Pour faire suite à ces enjeux, Aéro Montréal propose l'action suivante :

ACTION 8 : Améliorer la coordination de la grappe afin d'harmoniser les intérêts et les actions des donneurs d'ordre, de la chaîne d'approvisionnement et des gouvernements.

9. Préparer la grappe pour le futur

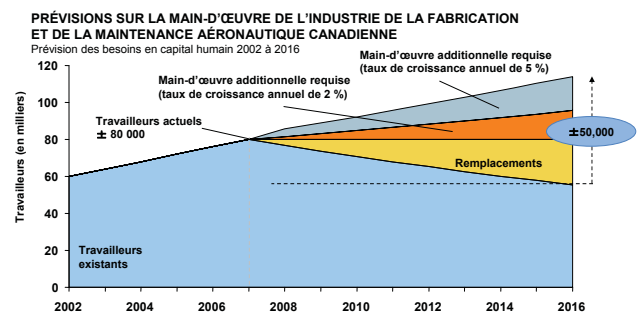
Une synthèse des messages et des enjeux les plus importants qui ont émergé lors de la tenue du Forum a été présentée lors de cette séance.

PROFIL ÉCONOMIQUE DU SECTEUR AÉROSPATIAL DE MONTRÉAL :

- (a) En dépit de sa nature cyclique, le marché de l'aviation commerciale s'est développé au cours des 35 dernières années, et la tendance indique qu'il continuera à se développer;
- (b) Il y a une pénurie de pilotes commerciaux qualifiés;
- (c) Près de 50 000 nouveaux travailleurs qualifiés seront requis au cours des dix prochaines années afin de soutenir un taux de croissance de 5 % annuel du secteur (Figure 10);
- (d) Les prévisions financières de l'industrie sont calculées à partir d'un taux de change stable du dollar canadien.

Fig. 10 PRÉVISION DES BESOINS EN CAPITAL HUMAIN 2002-2016

Il faudra résoudre le problème de la main-d'œuvre afin de soutenir la croissance de ce secteur



Quelque 50 000 nouveaux travailleurs qualifiés seront nécessaires au cours des dix prochaines années pour satisfaire à un taux de croissance annuel de 5 %

Source : Analyse de Bombardier Aéronautique d'après le nombre de travailleurs actuels selon l'AIAC (2007) et selon les hypothèses et le modèle tirés de l'étude Human Resource Study of Canadian Aviation Manufacturing and Maintenance Industry (2002) réalisée par le Conseil canadien de l'entretien des aéronefs.

CAPACITÉ D'INNOVATION DE LA GRAPPE :

- (a) Il est essentiel de mieux connaître la capacité d'innovation de la grappe et de proposer des moyens et des stratégies pour maintenir et développer la croissance de l'activité innovante de la grappe;
- (b) Le développement d'une approche pouvant intégrer les différents types de données permettrait d'obtenir une meilleure évaluation de la capacité d'innovation de la grappe;
- (c) La carte des acteurs et des connaissances est une approche scientifique qui vient contribuer de manière significative au processus d'évaluation de la capacité d'innovation de la grappe;
- (d) La nécessité d'acquérir une capacité d'analyse diagnostique afin de comprendre et de prévoir les comportements de la grappe en termes de technologie de R-D et d'implantation des stratégies;
- (e) Les résultats préliminaires des études entreprises sur la capacité d'innovation de la grappe par Aéro Montréal démontrent l'utilité d'améliorer la connaissance de la grappe.

DÉFIS ET TECHNOLOGIES DE FUTUR :

- (a) Aspects architecturaux : Les approches architecturales et collaboratives seront privilégiées dans le développement futur des technologies;
- (b) Aspects technologiques : La chaîne d'approvisionnement devra faire partie intégrante de l'effort de R-D de la grappe;
- (c) Aspects scientifiques : On devra mettre sur pied un écosystème structuré pour une collaboration plus optimisée en R-D (Figure 11);
- (d) Les enjeux grandissants en environnement, en sécurité et en sûreté influenceront la conception des nouveaux avions.

COLLABORATION INDUSTRIE-UNIVERSITÉ :

- (a) Il faut stimuler et soutenir la recherche en collaboration;
- (b) Il est essentiel de faire la promotion des capacités actuelles de recherche des universités;
- (c) La formation des étudiants et des chercheurs est un facteur important de la recherche en collaboration parce qu'elle joue un rôle dans la mise en place de la nouvelle génération de personnel très qualifié;
- (d) Les résultats obtenus par le CRIAQ démontrent que la R-D en mode collaboratif est la méthode la plus efficace et la moins chère pour acquérir et mettre en application la technologie;
- (e) Il faut accentuer le développement des compétences non techniques de la prochaine génération des ingénieurs aérospatiaux;
- (f) Il est nécessaire de former plus d'ingénieurs de système;
- (g) Une révision des programmes d'études des écoles de technologie permettrait une meilleure adéquation avec les besoins futurs de l'industrie en personnel qualifié.

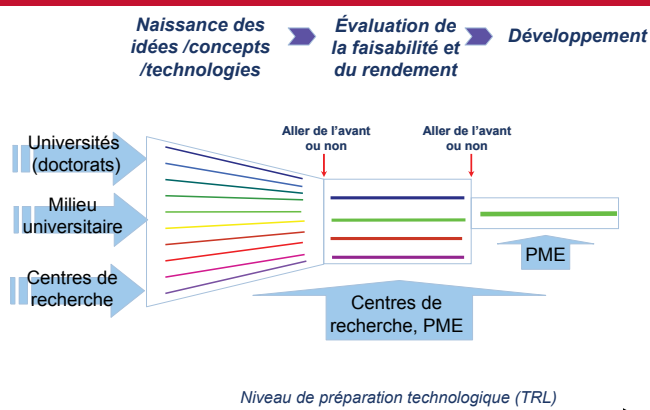
LE FUTUR DES CENTRES D'EXCELLENCE :

- (a) Il faut encourager les collaborations entre les donneurs d'ordre, les PME et les centres d'excellence, particulièrement afin d'augmenter le volume des activités de R-D collaborative et le nombre de projets de démonstration;
- (b) Il faudrait mettre en place un cadre intégré pour le développement du secteur aérospatial en insistant sur la R-D stratégique;
- (c) Il faut promouvoir le concept et l'utilisation des centres d'excellence.

LES MEILLEURES PRATIQUES DANS L'INNOVATION :

- (a) Il faut stimuler les processus d'innovation dans la chaîne d'approvisionnement par le biais d'une formation spécifique sur la chaîne des fournisseurs basés sur le modèle : « Le défi d'innovation » préparé par le MDEIE;
- (b) Il faut faciliter la participation des PME innovatrices dans de nouveaux programmes d'innovation des OEM;
- (c) Il faut augmenter la désignation et la communication des besoins technologiques fondamentaux des OEM;
- (d) Il faut diffuser la connaissance et l'application des normes et des standards internationaux sur les entreprises aérospatiales.

Fig. 11 NOUVEAU MODÈLE DE COOPÉRATION EN R-D :
VERS LES « ÉCO-SYSTÈMES »

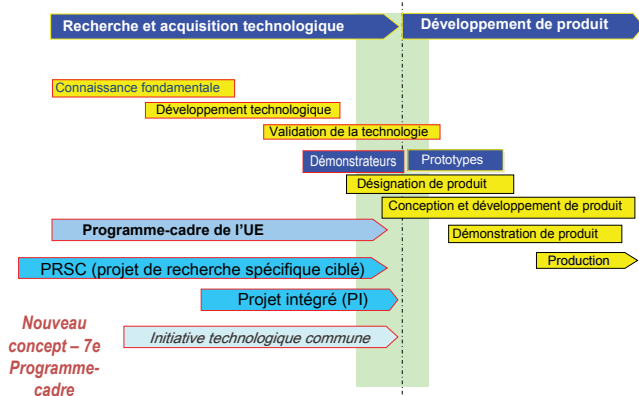


Source : Thales

IMPACTS DE LA MONDIALISATION :

- (a) La mondialisation est une occasion; elle est même devenue nécessaire pour les entreprises. Les compagnies doivent percer le plus possible les marchés étrangers : F/X, main-d'œuvre spécialisée, transfert technologique, réduction des coûts;
- (b) L'innovation doit faire partie de l'ADN des entreprises et être adoptée par leur CEO et leur équipe de gestionnaires;
- (c) Une meilleure gestion de la propriété intellectuelle, une utilisation plus judicieuse des systèmes d'information, un meilleur contrôle des exportations ainsi qu'un appui gouvernemental stratégique sont des paramètres essentiels pour augmenter la compétitivité des entreprises;
- (d) Il faut favoriser la collaboration et les partenariats, car les modèles d'affaires changent rapidement; par exemple l'occasion des entreprises et des institutions aérospatiales canadiennes de participer au 7^e Programme européen de PCRDT (Figure 12).

Fig. 12 PROGRAMMES EUROPÉENS DE RECHERCHE, TECHNOLOGIE ET DÉVELOPPEMENT DE PRODUIT EN AÉRONAUTIQUE



Source : Programme - Cadre européen, CORDIS

Les dépenses en R-D pour l'Union européenne pour l'année 2003 se chiffraient à 10,8 milliards d'euros (plus de 16 milliards de dollars canadiens), soit 14,5 % du chiffre d'affaires de l'industrie. Pour la même année, au Canada, les dépenses en R-D n'ont été que de 1,1 milliard de dollars canadiens, ce qui représente 5,1 % du chiffre d'affaires de l'industrie. Ces chiffres soulignent la situation désavantageuse de l'industrie aéronautique canadienne par rapport aux concurrents internationaux. Au Canada, de nombreuses agences de financement sont disponibles pour le financement d'activités de R-D (malgré le fait qu'elles disposent de fonds limités) ainsi que de centres de recherche (les universités, les laboratoires publics et privés et les autres institutions reliés à la technologie). Malgré tout, l'offre canadienne en soutien gouvernemental est inférieure aux offres internationales.

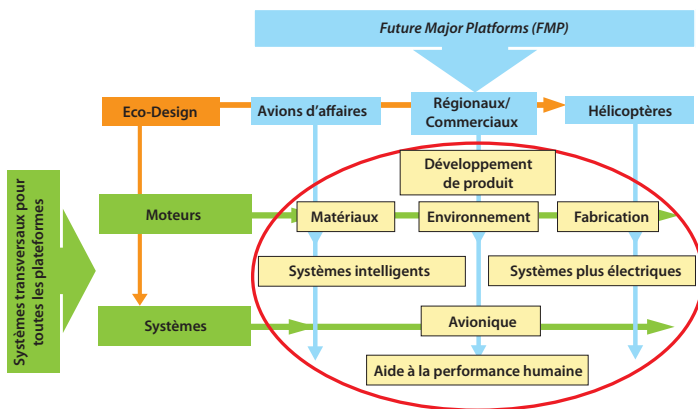
Fig. 13 SOLIDARITÉ ENTRE LES ACTEURS NATIONAUX DE L'AÉROSPATIALE



Les entreprises aérospatiales canadiennes sont innovatrices, concurrentielles et comptent parmi celles qui ont connu la croissance la plus rapide au monde. Leurs coûts de production sont au-dessous de ceux des États-Unis. Montréal concentre environ 70 % de R-D aérospatiale canadienne. Les capacités aérospatiales canadiennes sont substantielles en termes d'entreprises industrielles, d'institutions publiques et d'universités de recherche. Plusieurs initiatives d'innovation sont en cours, y compris Aéro Montréal, le « Chantier Innovation », les instituts aérospatiaux de Montréal, les comités des recherches de CRIAQ/C et le comité « Future Major Platforms » d'Industrie Canada/AIAC. Les nouveaux projets comprennent également les Centres d'excellence, le groupe de travail sur la défense, l'appui aux PME innovatrices, le CRIAQ (recherche fondamentale), les études d'AIAC et d'autres (Figures 13 et 14).

Un exemple probant de cette capacité aérospatiale de la grappe est la mise en œuvre du modèle CRIAQ. Celui-ci œuvre dans les premières étapes de l'innovation, dans la recherche et l'acquisition de technologies basées sur des collaborations qui incluent le TRL 1 à 4 (recherche précompétitive). Avec plus de 50 partenaires et 40 projets en route, le modèle de développement de technologies en mode collaboratif du CRIAQ est un grand succès opérationnel dans la grappe. Ses futures orientations en termes de technologie comprennent la fabrication flexible, les systèmes verts, les composites, la simulation et la conception virtuelle MDO, l'avionique, des systèmes plus intelligents, une augmentation des systèmes électriques et la gestion du cycle de vie du produit.

Fig. 14 PROGRAMME DE DÉMONSTRATION
AÉROSPATIAL CANADIEN



Source : AIAC/Comité FMP Industrie Canada

Pour consolider son avenir, la grappe a besoin d'innovation et de financement, d'un bassin de travailleurs bien formés, et de politiques solides de RIR et d'ITAR, et d'un renforcement de la solidarité de la grappe. L'industrie a besoin de technologies agiles, d'innovation dans les processus, d'entreprises « flexibles », d'une meilleure gestion du risque, de l'intégration et de compétences globales.

Conclusion

Le Forum a aussi permis de déterminer des enjeux auxquels des actions ont été associées. Ces actions représentent, à court et moyen termes, les composantes d'un plan d'action qui aideront la grappe aérospatiale de Montréal à choisir les vecteurs décisionnels pour pouvoir moduler adéquatement son avenir.

Les **huit actions** qui ont été exprimées lors de la tenue du Forum sont les suivantes :

1. Développer un système intelligent qui permettra d'améliorer la connaissance de la capacité d'innovation de la grappe et d'élaborer des outils de diagnostic et de pronostic pour prévoir son évolution;
2. Élaborer une stratégie de gestion avancée de recyclage des avions ayant atteint leur fin de vie utile;
3. Renforcer les collaborations technologiques et d'affaires entre les partenaires industriels de la grappe;
4. Améliorer la visibilité de la capacité de recherche universitaire pour accentuer la collaboration industrie-université;
5. Établir une stratégie d'attraction et de relève du personnel scientifique;
6. Encourager les PME dans les activités d'innovation avec les centres de recherche;
7. Encourager les PME à implanter les meilleures pratiques de gestion en innovation;

8. Améliorer la coordination de la grappe afin d'harmoniser les intérêts et les actions des donneurs d'ordre, de la chaîne d'approvisionnement et des gouvernements.

La tenue du Forum a aussi mis en évidence le fait que la grappe aérospatiale est dotée de plusieurs atouts qui caractérisent le dynamisme et l'importance de son système d'innovation. La présence de donneurs d'ordre majeurs, d'une infrastructure de fournisseurs et de sous-traitants de qualité, d'universités et d'écoles techniques et de centres de recherche de niveau mondial, positionne la grappe du Montréal métropolitain comme un pôle canadien en aérospatiale d'envergure internationale, tant au point de vue économique qu'au niveau de sa capacité d'innovation et de R-D.

La mise sur pied du CRIAQ au Québec, visant le développement de technologies en mode collaboratif entre les universités et les entreprises pour les plateformes technologiques TRL 1 à 4 (recherche collaborative précompétitive), a permis de constituer une approche unique de partenariat qui rayonne aujourd'hui comme étant le modèle de référence.

Plusieurs tendances économiques, technologiques et réglementaires ont été soulignées durant ce Forum comme étant des facteurs déterminants qui auront une influence capitale sur le futur de la grappe de Montréal. Ces principales tendances sont : le renouvellement des flottes mondiales, la croissance du marché des jets régionaux, l'évolution des systèmes avioniques, l'amélioration des systèmes de navigation et de la gestion aéroportuaire, les exigences environnementales sur la réduction des émissions de CO₂, de NOx et de bruit qui créeront un vecteur de développement sur l'économie d'énergie et les matériaux composites et finalement la gestion avancée de la fin de vie des avions.

Ces tendances soulèvent des défis organisationnels, technologiques et commerciaux et s'inscrivent avec les huit enjeux qui ont été déterminés lors de ce Forum comme des facteurs-clés pouvant influencer la grappe.

Afin de pouvoir relever ces nombreux défis, la grappe se doit d'adapter son offre sectorielle actuelle afin de préparer son rôle pour le futur. Elle doit, de façon prioritaire, compléter sa capacité en ajoutant à son infrastructure d'innovation un élément structurant qui lui permettra de maîtriser le développement de plateformes technologiques de niveau TRL 4 à TRL 7. Ce rôle qui s'inscrit de façon complémentaire au rôle assumé par le CRIAQ pour les niveaux TRL 1 à TRL 4 permettra à la grappe aérospatiale du Montréal métropolitain de se doter d'une offre sectorielle plus complète et plus compétitive.

Possédant l'infrastructure industrielle compétente pour construire toutes les composantes essentielles d'un avion et un consortium de collaboration tel le CRIAQ, la grappe aérospatiale de Montréal propose la recommandation suivante :

Mettre de l'avant le développement collectif d'une plateforme de démonstration technologique d'un avion intelligent vert.

Ce projet collectif permettra de contribuer substantiellement à plusieurs des actions qui ont été suggérées lors du Forum pour aider la grappe à :

- > Améliorer sa coordination et aligner la recherche et l'innovation des industries, des universités et des centres de recherche sur des thèmes de développement technologique communs;
- > Renforcer les collaborations technologiques et commerciales entre les partenaires industriels de la grappe;
- > Encourager les PME à implanter les meilleures pratiques de gestion en innovation et à augmenter leurs activités de recherche avec les centres de recherche et les universités;
- > Et finalement, appuyer la stratégie d'attraction et de relève du personnel scientifique nécessaire pour répondre aux développements technologiques.

Cette plateforme de démonstration technologique d'un avion intelligent vert orientera le positionnement stratégique de la grappe résolument vers le futur et mettra en valeur, entre 2008 et 2013, le savoir-faire canadien en matière de développement de technologies innovantes dans le secteur aérospatial.

Les tendances commerciales, technologiques et réglementaires, qui influenceront le développement des nouveaux avions, affecteront directement les besoins futurs en personnel scientifique et technique qui seront nécessaires dans les prochaines années afin de répondre à la demande croissante des technologies dans le domaine de l'environnement, des matériaux, de l'avionique et des systèmes de génération électrique. Le maintien et l'accentuation du niveau d'expertise technologique actuel de la grappe nécessitent l'existence d'une relève qualifiée et suffisante en ingénieurs et techniciens.


Afin de se préparer à cette perspective, le Forum propose une action à court terme : la tenue d'un sommet portant sur la problématique de la relève qualifiée en aérospatiale.

5. LISTE DES FIGURES

- Figure 1** Le triangle de l'innovation
- Figure 2** Les partenaires du CRIAQ
- Figure 3** L'environnement du marché de la sécurité
- Figure 4** Tendances et avenir
- Figure 5** Cartographie des acteurs de la grappe aérospatiale du Montréal métropolitain
- Figure 6** Acquisition et intégration de la maturité des technologies
- Figure 7** Processus de la carte routière technologique
- Figure 8** Développement de l'éducation en ingénierie
- Figure 9** Programme Défi Innovation
- Figure 10** Prévission des besoins en capital humain 2002-2016
- Figure 11** Nouveau modèle de coopération en R-D : vers les « éco-systèmes »
- Figure 12** Programmes européens de recherche/technologie et de développement de produit en aéronautique
- Figure 13** La solidarité est à la base de notre force
- Figure 14** Programme de démonstration aérospatial canadien

6. SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ACARE	Advisory Council for Aeronautics Research in Europe
AIAC	Association des industries aérospatiales du Canada
ARCADIA	Architecture Analysis and Design Integrated Approach
ATM	Air Traffic Management
CDCQ	Centre de développement des composites du Québec
CDIO	Conceive Design Implement Operate
CIADI	Concordia's Institute for Aerospace Design and Innovation
CNRC	Conseil national de recherches du Canada
CRIAQ	Centre de Recherche et d'Innovation en Aérospatiale au Québec
CRT	Carte routière technologique
CTFA	Centre des technologies de fabrication en aérospatiale
DARP	Defense Airborne Reconnaissance Program
EMAS	Engineered Materials Arresting System
FANS	Future Air Navigation System
FMP	Future Major Platforms
FP7 (PCRD)	7th Framework Program (7 ^e Programme-cadre européen de recherche et de développement technologique)
F/X	Foreign exchange (Taux de change)
GPWS	Ground Proximity Warning System (dispositif avertisseur de proximité sol)
IATA	Association internationale du transport aérien international
IMI	Institut des Matériaux Industriels (NRC)
IRA	Institut de recherche aérospatiale (CNRC)
ITAR	International Traffic in Arms Regulations
JTI	Joint Technology Initiative
MDO	Multidisciplinary Design Optimization
OEM	Original Equipment Manufacturer
PAMELA	Process for Advanced Management of End-of-Life of Aircraft
PI	Propriété intellectuelle
PLM	Product Lifecycle Management (gestion de cycle de vie de produit)
PPP	Partenariat public-privé
RIR	Retombées industrielles et régionales (Canada)



RVSM	Reduced Vertical Separation Minimum (minimum réduit d'espacement vertical)
TRIM	Technology Insertion Roadmaps (Carte routière d'insertion technologique)
TRL	Technology Readiness Level
UE	Union européenne
UQAC	Université du Québec à Chicoutimi
UQAM	Université du Québec à Montréal