

FORUM AEROSPACE INNOVATION TOULOUSE, 30 NOVEMBRE 2010

Décembre 2010

Le 30 novembre 2010, le Forum Aerospace Innovation a réuni une centaine de personnes en marge de la convention d'affaires Aeromart de Toulouse. Les intervenants ont dressé les grandes lignes des évolutions technologiques dans le secteur aéronautique et spatial.

Une dizaine de conférences ont été présentées tout au long de cette journée dédiée à l'innovation. Toutes ont souligné l'importance du secteur aéronautique dans l'industrie française, et plus particulièrement dans le bassin d'emploi toulousain.

Certaines présentations sont accessibles sur le site de l'évènement :

<http://www.bciaerospace.com/toulouse/>

INTRODUCTION

Le pôle de compétitivité Aerospace Valley rassemble des compétences issues de d'entreprises donneurs d'ordres et PME, organismes de recherche publics et privés, universités et grandes écoles aéronautiques. Il représente plus de 124 000 emplois dans les régions Aquitaine et Midi-Pyrénées, soit environ un tiers du secteur aéronautique en France. À ce jour, le pôle est constitué de plus de 550 membres, et a contribué à l'élaboration de plus de 370 projets collaboratifs.

Selon l'Insee, le secteur aéronautique a contribué pour près de 70% au développement économique de la région Midi-Pyrénées et a hauteur de 40% en Aquitaine. L'aéronautique affiche une croissance supérieure à celle des autres secteurs industriels, en particulier dans les domaines de l'ingénierie et de la R&D. Ceci génère des difficultés dans le recrutement d'ingénieurs.

À l'échelle mondiale, le secteur aéronautique est générateur de 33 millions

d'emplois et d'une activité économique de 1,5 milliards de dollars.

L'environnement, l'augmentation du trafic, l'évolution de la supply-chain, l'apparition de nouveaux arrivants sur le marché et le renouvellement du milieu de gamme sont les nouveaux défis lancés au secteur aéronautique.

TECHNOLOGIES CLEFS DANS L'AÉRONAUTIQUE

Le secteur aéronautique représente 8% de la production de gros produits domestiques, mais ne génère que 2% des émissions globales de CO₂ issues de l'activité humaine. Les avions d'affaire ne représentent que 2% des émissions de CO₂ du secteur aéronautique dans son ensemble (soit 0,04% des émissions totales). Les constructeurs poursuivent néanmoins leurs efforts pour améliorer l'éco-efficacité des avions, sachant que l'on prévoit un doublement du trafic dans les 15 prochaines années.

Airbus : la R&D pour atteindre l'éco-efficacité

M. Vincent Cassigneul, vice-président du programme de management technologique, a présenté les grandes tendances de R&D chez Airbus.

Entre 1960 et 2010, la consommation de carburant par siège a été réduite de 70%. L'environnement est l'une des priorités de la R&T, même si la sécurité est le critère numéro un. Selon Airbus, environ 85% des

technologies employées sur un avion ont un impact positif sur l'environnement.

L'amélioration continue de l'éco-efficacité est orientée selon plusieurs axes.

- **Matériaux avancés** : alliages légers et résistants, nouveaux procédés d'assemblage, matériaux composites et procédés de fabrication associés, optimisation structurale, structures intelligentes (pour la maintenance prédictive), nanotechnologies.
- **Aérodynamique** : minimalisation de la traînée, simulations plus précises, gains de poids à travers une meilleure gestion des charges, contrôle des flux et des charges.
- **Motorisations** : turbines contra-rotatives, turboréacteurs à engrenages, etc., pour une réduction de consommation jusqu'à 25%.



- **Carburants alternatifs** : éthanol, FAME (fatty acid methyl ester), CTL (Coal-to-liquid), GTL (Gas-to-liquid) et BTL (Biomass-to-liquid). La biomasse hydrogénée (huiles et fibres cellulosiques issues de la biomasse) est considérée comme une solution d'avenir.
- **Piles à combustible** : utilisation comme source d'énergie électrique, pour la production d'eau à travers un condensateur (alimentation en eau potable, injection d'eau dans le moteur principal, toilettes) et pour réduire l'inflammabilité (protection au feu, inertage des réservoirs de carburant, ...).
- **Aérodynamisme** : meilleure compréhension des traînées de condensation et des formations nuageuses en altitude (choix des trajectoires pour optimiser la consommation de carburant).
- **Configurations** : 2 ou 4 turbines situées sur les ailes ou le fuselage, aile delta,

avion biplan, ailes ultra-fines, empennage en U, nouvelles courbures de fuselage, etc. La conception multidisciplinaire permet de revoir entièrement le design de l'avion.



Airbus est membre de nombreux partenariats et programmes de recherche à l'échelle mondiale, tels que par exemple :

- Aeroportal -soutien de l'accès des PME à la recherche aéronautique ; www.aeroportal.eu
- Cleansky - programme de recherche européen courant de 2008 à 2013, doté d'un budget de 1,6 milliards d'euros porté à parts égales par la Commission européenne et l'industrie. Les recherches sont concentrées sur l'éco-conception et le développement d'avions et hélicoptères plus écologiques ; www.cleansky.eu
- Airbus fyi (Fly your ideas) - concours international ouvert aux étudiants pour le développement de l'aviation verte ; www.airbus-fyi.com
- ACARE (Advisory Council for Aeronautics Research in Europe), Vision 2020 - 50% de réduction du bruit perçu (réduction à la source, procédures opérationnelles), 50% de réduction des émissions de CO₂, 80% de réduction des NOx ; www.acare4europe.com
- Initiative industrielle - Association d'information sur les technologies de réduction de l'impact environnemental. ; www.enviro.aero
- AIRE (Atlantic Interoperability Initiative to Reduce Emissions) - ce protocole coordonne les deux programmes majeurs de modernisation des infrastructures de contrôle du trafic aérien, Sesar en Europe et Nextgen aux États-Unis. http://ec.europa.eu/transport/air/aviation/nextgen/aire_en.htm

- SESAR (Single European Sky Air Traffic Management Research) - Systèmes performants de gestion du trafic aérien ;
www.eurocontrol.int/sesar/public
- NEXTGEN (Next Generation Air Transportation System).
www.faa.gov/nextgen/

ATR : Cycle de vie et environnement

M. Carmine ORSI, vice-président

ATR développe des avions de transport régional. Depuis 2007, la société a mis en place une stratégie de réduction de l'impact environnemental qui s'appuie sur six axes :

1. Conception : émissions de gaz, niveau de bruit
2. Fournisseurs
3. Fabrication et transport (par exemple, lorsqu'un avion doit être transféré sur un autre site pour la peinture, le vol est exploité pour des tests).
4. Exploitation
5. Fin de vie : allongement de la durée d'exploitation, système de surveillance en fatigue.
6. L'avion de demain (2015) : il consommera 15% de carburant en moins et émettra 60% de NOx en moins avec un niveau de bruit réduit.

Les séries ATR-500 et -600 sont très en-dessous des seuils réglementaires en ce qui concerne l'émission de gaz déterminée selon l'ICAO (International Civil Aviation Organisation).

La réduction du bruit et de la consommation s'appuie sur la technologie des turbopropulseurs. Le niveau de bruit intérieur est aujourd'hui de 79 dB, et le niveau de bruit perçu à l'extérieur de 250 EPNdB (effective perceived noise). Par ailleurs, les turbopropulseurs d'ATR permettent une réduction de consommation de 50%.

Pour réduire la consommation de carburant, ATR travaille sur :

- les planchers de cabine (sandwich carbone / aramide) ;
- les aubes de turbine (mousse de polyuréthane à fibres de verre / renforts carbone) ;

- un meilleur compromis entre la consommation et la vitesse ;
- l'aérodynamique.

Le confort et la sécurité restent les premières priorités. Les interfaces homme-machine ne concernent pas seulement la cabine de pilotage, mais également les passagers.

Safran : de nouvelles ruptures en préparation pour les équipements aéronautiques

M. Michel LAROCHE, Vice-président R&T

L'innovation est tirée par le marché et poussée par les avancées technologiques : partenariats, technologies déjà utilisées dans d'autres domaines (fournisseurs actuels ou potentiels). Les possibilités résident dans l'optimisation des cycles, de nouvelles architectures, une meilleure intégration, l'emploi de composites et l'amélioration de l'efficacité des composants.

Huit à douze ans sont nécessaires entre l'apparition d'une nouvelle technologie dans les laboratoires de recherche et la fin de son développement industriel. Selon SAFRAN, les systèmes de propulsion devraient évoluer dans les années à venir selon le schéma suivant:

2015. Pas de révolution dans l'architecture des propulsions, mais gain de 15% sur la consommation de carburant.

2020. 10% de réduction supplémentaire sur la consommation, liée à la technologie de rotor ouvert.

Moyen / long terme. Utilisation de carburants alternatifs type BTL avec additif, exploitation de l'hydrogène.

2040. Changements plus profonds dans l'architecture de propulsion.

Les composites (à matrice organique, céramique ou métallique) ont un impact important car ils permettent d'alléger la structure, et donc d'augmenter d'autant le poids du moteur, ce qui engendre une diminution de la consommation de carburant.



Mélangeur allégé
réalisé en composites
à matrice céramique
gain de masse : 40%

La moindre densité des composites à renfort tissé offre de nombreux avantages.

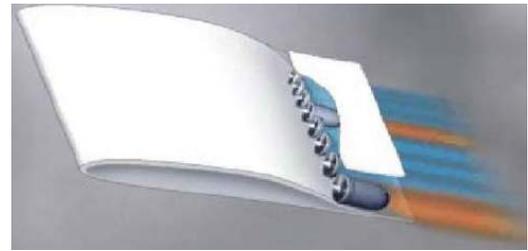
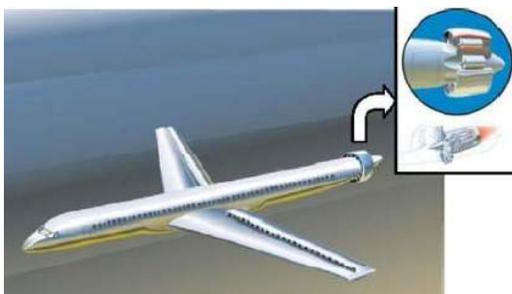
- Profil 3D et épaisseur réduite permettant une bonne performance et un faible niveau de bruit.
- Plus petit nombre de pales.
- Excellente finition de surface assurant une bonne efficacité.
- Pales plus rigides, réduisant le risque de vibration.
- Conception robuste.
- Pales plus résistantes aux impacts des objets extérieurs (FOD : Foreign Objects Damage).
- Réduction de poids de 200 kg par moteur.

L'augmentation du taux de dilution (BPR : By-pass ratio) prévue pour 2016 permettra de s'approcher des objectifs Acore en offrant : -16% de CO₂, -60% de NO_x, -10 dB.

Le futur moteur Leap X est un système de propulsion optimisé et entièrement intégré qui comprend de nouvelles structures, des pales en composite à matrice céramique, un starter/générateur électrique intégré à la boîte de vitesse, une tuyère en composite et des éléments de turbine basse pression en alliage aluminium/titane.

Au-delà de 2025, Safran imagine des évolutions portant sur :

- l'intégration (moteurs très intégrés, contrôle de l'orientation de la poussée, poussée plus distribuée) ;



Propulsion intégrée et distribuée

- la thermodynamique (cycles variables, post-combustion dans la turbine, échangeur intermédiaire, etc.) ;
- les carburants alternatifs (kérosène issu de la biomasse, gaz naturel liquide (GNL), hydrogène liquide ;
- la réduction de la vitesse de l'avion ;
- la gestion globale de l'énergie, nécessaire pour allier une poussée optimisée avec les besoins en énergie électrique de l'avion.

Dans le domaine des trains d'atterrissage, les évolutions portent sur l'emploi des composites, le freinage électrique, la recherche de matériaux moins sensibles aux frottements (usure) et d'alliages haute résistance compatibles avec Reach, la réduction du bruit, les systèmes de surveillance, la simulation multi-échelles.

L'avion plus électrique conduit à développer des systèmes électroniques haute température / haute densité, des moteurs compacts à fort couple, des actionneurs haute température et distribués, des batteries à forte capacité, une électronique de puissance et des moteurs électriques tolérants aux pannes, etc. Les principaux avantages démontrés ou attendus de l'électrification massive des avions sont la réalisation de systèmes plus intelligents, plus disponibles, avec une maintenance facilitée. La maîtrise de la CEM constitue la principale difficulté.

Bombardier : Initiatives vertes de l'industrie aéronautique

M. Fassi Kafyeke, Directeur des technologies stratégiques

Bombardier a conçu 27 nouveaux avions au cours des 21 dernières années. Les principales innovations portent sur le confort passager et l'impact environnemental (bruit, CO₂, fin de vie, qualité de l'air / hydrocarbures non brûlés, NO_x, etc.).

La baisse des émissions de CO₂ est obtenue à parts quasiment égales par l'amélioration des technologies, le choix des conditions opérationnelles, et les carburants alternatifs.

Actuellement, un avion de ligne consomme en moyenne 2,3 l / 100 km par siège passager. Pourtant, le coût du carburant représente 63% des frais d'exploitation d'un avion. En 2013, les améliorations apportées dans le domaine aérodynamique devraient permettre d'atteindre une réduction de 20% sur la consommation de carburant, soit une baisse de 15% sur les coûts d'exploitation.

Les aéronefs sont aujourd'hui constitués à 70% de matériaux avancés : composites, alliage de titane, etc.

Bombardier est actif dans de nombreux programmes communs, tels que :

- SESAR
www.eurocontrol.int/sesar/public
- CRIAQ (Consortium pour la Recherche Industrielle au Québec)
www.criaq.aero
- GARDN (Green Aviation Research & Development Network): Consortium pour le développement d'un avion plus écologique
www.gardn.org
- CAETRM : Canadian Aviation Environment Technology Road Map
[http://www.ic.gc.ca/eic/site/trm-crt.nsf/vwapj/cae_eng.pdf/\\$file/cae_eng.pdf](http://www.ic.gc.ca/eic/site/trm-crt.nsf/vwapj/cae_eng.pdf/$file/cae_eng.pdf)

Informations complémentaires :
www.aeromontreal.ca

Chez Bombardier, des synergies existent entre les domaines aéronautique et ferroviaire concernant l'aérodynamisme, l'acoustique, les matériaux, le confort intérieur, les procédés d'assemblage.

TECHNOLOGIES CLEFS DANS LE SPATIAL

EADS Astrium Satellites : développer l'innovation dans le monde spatial

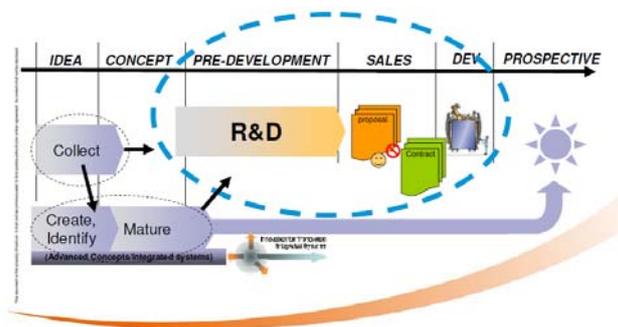
M. Didier ALARY, Directeur de l'innovation, coordinateur R&D Défense et sécurité

Le secteur spatial est un marché tiré par les utilisateurs, avec des coûts élevés.

La question est de savoir comment développer l'innovation quand elle est déjà une valeur clé de l'entreprise, qui travaille sur un secteur par nature très innovant. L'innovation est régie par trois clés.

- Une innovation est fragile.
- Le seul moteur de l'innovation est la motivation personnelle de l'inventeur, qui prend un risque en développant une nouvelle technologie.
- L'innovation peut survenir à tout moment. Les idées innovantes doivent être collectées, même si elles n'arrivent pas au bon moment.

Chez Astrium, le processus de collecte des idées est bien établi et reconnu. Il couvre tous les domaines et donne une chance de développement aux idées innovantes. En outre, la société a créé l'incubateur ITIS (Innovation for Transverse Integrated Systems) pour identifier et développer les concepts avancés.



Schématisme du processus innovation chez ASTRIUM

Les inventeurs ne sont pas récompensés financièrement, la reconnaissance individuelle est le seul moteur. Lorsqu'une idée apparaît, un petit budget d'heure est alloué pour la développer.

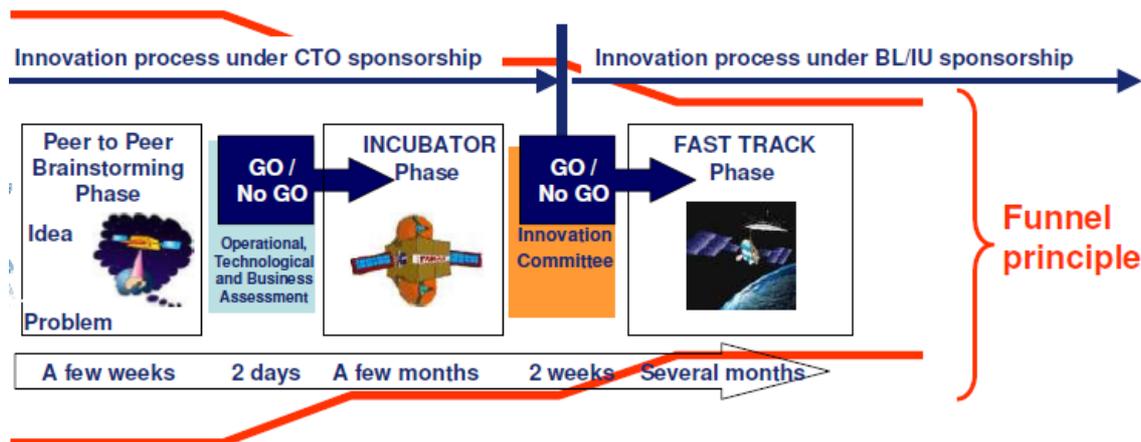
Tous domaines confondus, le nombre d'idées augmente de 10 à 20% chaque année.

THALES ALENIA SPACE : L'innovation, un processus collaboratif en soutien de la R&T&D

M. Eric BELIS, Directeur de la recherche

Une définition de l'innovation pourrait être : Il y a innovation quand une idée solutionne un besoin du marché. Au-delà de la R&T&D, un processus d'innovation est nécessaire pour stimuler la créativité, arbitrer les priorités et créer des opportunités de mise en relation des acteurs, qui peuvent être internes ou externes.

Le processus innovation chez Thales est schématisé sur la figure en page suivante.



L'innovation est un processus collaboratif qui implique les PME, les laboratoires et l'entreprise. Selon Thales, les innovations doivent être triées par priorités en fonction des développements technologiques en cours et de la réduction des risques dans la préparation des nouveaux produits. Les innovations sont synthétisées chaque année dans le Plan Stratégique Technologique pour une vision consolidée à 10 ans.

CNES : R&T

Mme Anne Cadiou, chef du département R&T, CNES Toulouse

M. Michel Illig, Chef de projet R&T, CNES Evry

La R&T au sein du CNES prépare les futurs projets de lanceurs et de satellites. Elle réalise une recherche prospective, en particulier pour les technologies de rupture, et développe une capacité d'expertise nationale.

Principaux objectifs de la R&T des systèmes orbitaux.

- Les nouvelles générations de systèmes de navigation / localisation.
- Les systèmes d'observation de la terre de 2015-2025 (civil et militaire) : amélioration des systèmes de mesure et d'imagerie.
- Les systèmes de signaux intelligents et de surveillance maritime.
- L'amélioration des télécommunications dans l'espace.

- La promotion et le développement des instruments de demain pour une meilleure connaissance de l'univers.
- L'amélioration des familles de plateformes, incluant les ballons et leurs technologies clés.
- La simplification des systèmes de communication satellite/sol, en vue de les rendre plus fiables et moins onéreux.
- La maîtrise des micro- et nano-technologies pour leur utilisation dans l'espace.
- Le développement de technologies génériques (radiofréquences, optique, matériaux, etc.).

Le budget global de R&T pour les satellites s'est élevé à 21,33 M€ en 2010. Ce budget inclut les dépenses extérieures, 70 à 80 hommes / an au CNES et des cofinancements. Environ 800 idées d'innovation sont proposées chaque année, dont 250 sont retenues pour être développées.

Dans le domaine des lanceurs, la R&T a pour but de :

- préparer les technologies des futures générations,
- réduire les sollicitations sur la charge utile pendant la phase de lancement,
- améliorer la robustesse et diminuer les coûts de la famille de lanceurs Ariane,
- développer les outils de simulation.

Ces actions concernent :

- la propulsion liquide (turbopompes, joints dynamiques, paliers, combustion, vannes, fluides en microgravité, etc.) ;
- la propulsion solide (nouveaux propulseurs, propulsion hybride, etc.) ;
- les systèmes (sûreté de fonctionnement, aérodynamique, systèmes électriques) ;
- les structures (composites, procédés de fabrication, calculs, amortissement, vieillissement, etc.).

Ces travaux ont été financés par un budget de 13 M€ en 2010.

Ensemble pour les entreprises de la mécanique



*Département
Veille Technologique et Stratégique*

Contact

Karine Mones

Cetim - B.P. 80067

60304 Senlis Cedex

Tél. : 03 44 67 35 17

karine.mones@cetim.fr



Retrouvez nos notes de veille dans la Mécathèque du site
CETIM : <http://www.cetim.fr/cetim/fr/Mecattheque>