Académie de l'air et de l'espace

ANNALES

2001-2007

Tome 2 – Communications

Académie de l'Air et de l'Espace
Air and Space Academy

En couverture :

La médaille de l'Académie avec texte extrait de l'Énéide de Virgile,
Les Bienheureux des Champs-Élysées :
"Ils connaîtront leur soleil et leurs étoiles"

© Académie de l'air et de l'espace, 2011 – Tous droits réservés

ISBN 2-913331-44-0

Impression : Evoluprint
Parc industriel Euronord, 10 rue du Parc, 31150 Bruguières

Académie de l'air et de l'espace
Ancien Observatoire de Jolimont
B.P. 75825 – 31505 TOULOUSE CEDEX 5
tél : +33 534 250 380 – fax : +33 561 263 756
anae @anae.fr
www.academie-air-espace.org

- TABLE DES MATIÈRES -

Avant-propos 7

1- CONFÉRENCES

2001

- **La réparation du télescope spatial Hubble ; l'expérience personnelle**, Jean-François Clervoy 13
- **Le transport de passagers par aéronefs à voilures tournantes à l'aube du 21e siècle**, Jean-Pierre Dubreuil 17
- **La restructuration de l'industrie européenne de l'aéronautique et de l'espace : Essor, résultats et perspectives** Dr. Peter Fichtmüller 25
- **Le Soleil sous l'œil des satellites**, Roger-Maurice Bonnet.....31

2002

- **Jason**, Jean-Claude Husson et Anny Cazenave 39
- **Faisabilité du transport de charges industrielles par dirigeable, le cas de l'A380,** Jesus Morales et Frédéric Pochet 43
- **Assurance aviation après le 11 septembre**, André Clerc 49
- **Ozone stratosphérique : les effets du protocole de Montréal sont-ils discernables ?,** Gérard Mégie 57
- **L'avion de combat futur et le JSF Joint Strike Fighter** Bruno Revellin-Falcoz 59

2003

- **Le missile ASTER**, Alain Charmeau 61

2004

- **Robert Esnault-Pelterie : pionnier français de la propulsion-fusée**, Jacques Villain 75
- **Clément Ader, l'épilogue**, Claudius La Burthe 85
- **Kyoto, où en est l'Europe ? ou l'Est au secours de l'Ouest et le nucléaire au secours des éoliennes**, André Berger 89

2005

- **Le séisme de Sumatra du 26 décembre 2004 : de la rupture sismique au tsunami**, Annie Souriau 101
- **Le Tsunami de l'Océan Indien observé par altimétrie satellitaire**, Pierre-Yves Le Traon, M. Ablain, P. Vincent.....103
- **Présentation du collectif Espace/Terre**, Michel Lefebvre 105
- **L'approche d'anticipation en matière de risques aériens** Jean-Pierre Magny 107
- **Glaces continentales et réchauffement climatique** Frédérique Rémy 109
- **Jules Verne : inspirateur de la conquête de l'espace** Jacques Villain 111

2006

- **Pour une relance de la politique spatiale européenne ; propositions et recommandations**, Gérard Brachet.....119
- **Exoplanètes et astérosismologie : deux pas de géant pour l'humanité. Un bilan avant le lancement du satellite Corot** Sylvie Vauclair 123

2007

- **Airbus : première expérience de mondialisation** Georges Ville 125
- **L'Everest en hélicoptère ! Le 14 mai 2005,** Bernard Fouques 129
- **Des hommes, des avions et des technologies : du virtuel au produit économique**, Pierre-Claude Perrier 135

2- ALLOCUTIONS DE RÉCEPTION

2001

- **Mon chemin vers les étoiles**, Georges Estibal 147
- **Allocution de réception**, Pierre Madon 157
- **Allocution de réception**, Marie-Lise Chanin 159
- **Allocution de réception**, Jean-Marc Weber 163

2002

- **Le développement des activités opérationnelles dans le secteur spatial**, Marius Le Fèvre.....171
- **Allocution de réception**, Jean-Paul Perrais 183

2003

- **La politique de recherche européenne dans le domaine aérospatial**, Jean-Marc Thomas 189
- **De la géodésie spatiale en passant par SPOT, quelques réflexions sur la politique spatiale française entre 1970 et 2002** Gérard Brachet 203
- **Les essais en vol et leurs problèmes**, Yves Kerhervé 213
- **Propulsion et environnement**, Dominique Paris 219

2005

- **Discours de réception**, Frederik Abbink 231
- **Regards sur la médecine aéronautique d'aujourd'hui** Jean-Pierre Crance 237
- **Bringing the benefits of space technology to the common citizen**, Luis Mayo 239
- **My early life in aerospace (and some later adventures)** Lennart Lübeck.....247
- **50 ans au service des voilures tournantes**, Charles Schmitt 249

2006

- **Discours de réception**, David Southwood 255
- **Discours de réception**, Robert Feuilloy 257
- **Une carrière heureuse dans la recherche aerospatiale ou De la rentrée dans l'atmosphère… aux planches du théâtre !,** Philippe Cazin 265
- **40 ans dans l'industrie aéronautique...**, Pierre Dubois 269
- **38 ans de passions aéronautiques**, Brigitte Revellin-Falcoz.....273

2007

- **Aéronautique en Italie**, **Notes historiques**, Massimo Rizzo.....277
- **L'ingénierie cognitive et l'évolution de l'interaction Homme-Machine**, Guy Boy 283
- **De Concorde à Ariane : 40 ans au service de l'Europe aéronautique et spatiale,** Jacques Durand 291
- **Des missions de la FSF et des possibilités de coopération avec l'Académie**, Stuart Matthews 299

3-HOMMAGES

- Robert Aubinière, par André Lebeau 307
- Robert Auffret, par Valérie André 309
- Michel Bignier, par Yves Sillard 310
- Seymour Bogdonoff, par Philippe Poisson-Quinton 312
- Serge Boudigues, par Paul Kuentzmann 313
- Elisabeth Boselli, par Valérie André 314
- Edmond Braure, par Jacques Naveau 316
- Albert Brenet, par Lucien Robineau 318
- Pierre Clostermann, par François Maurin 319
- Gilbert Cormery, par André Turcat 321
- Hubert Curien, par Yves Sillard 322
- Albert Ducrocq, par Lucien Robineau 323
- Alexandre Favre, par André Turcat 325
- Jean-Gérard Fleury, par Lucien Robineau 325
- Jean Forestier, par Pierre Lecomte 326
- Pierre Giraudet, par Robert Espérou 329
- Jean-Pierre Laborie, par Jean Pinet 330
- Georges Libert, par Jacques Noetinger 331
- Dominique Maunoury, par Lucien Robineau 332
- Gérard Mégie, par Marie-Lise Chanin 333
- Geoffrey Pope, par Philippe Poisson-Quinton 335
- Philippe Poisson-Quinton, par Marc Pélegrin 336
- André Rousset, par Jean Carpentier 339
- Robert Roux, par Lucien Robineau 342
- Jean Soissons, par Jean Carpentier 343
- Pierre Vellas, par Habib Slim 345
- Pierre Vellas, par Jean Pinet 347

AVANT-PROPOS

L'objet d'annales est de donner une image des événements survenus au cours de l'année écoulée. Cependant celles de l'Académie ont temporairement interrompu leur parution en l'an 2000, ce qui ne signifie pas que son activité ait cessé au début du deuxième millénaire, bien au contraire. En fait l'abondance de sujets à traiter a obligé de faire des choix dans les priorités à donner aux publications en fonction des ressources limitées de l'Académie, privilégiant ainsi les actions plutôt que leur recensement. Aujourd'hui, malgré des ressources toujours limitées mais grâce à une amélioration de l'efficacité interne, nous pouvons rétablir la liaison avec les événements passés et offrir une vue intéressante du panorama des années rassemblées de 2001 à 2007.

Cette période fut fertile en événements majeurs influant sur le devenir de notre compagnie. D'abord son 20e anniversaire permit de faire le bilan de cette période d'adolescence, bilan positif mais surtout permettant de définir les évolutions nécessaires au respect des objectifs fixés par les statuts, et du niveau d'excellence qui doit être le nôtre. Cela nous amena à modifier nos statuts pour nous ouvrir vers l'Europe sans toucher à nos objectifs somme toute universels. L'Académie abandonna son caractère national pour adopter celui d'européen. Cela n'alla pas sans difficulté, au plan interne ce qui fut réglé assez rapidement et de façon satisfaisante, mais aussi au plan externe où l'Académie se trouva en difficulté avec l'un de nos partenaires nationaux français voulant lui imposer une fusion avec des associations aérospatiales nationales pour des motifs d'économie financière, fusion incompatible avec nos objectifs propres et notre vocation désormais européenne.

De façon générale le souci de l'Académie est d'apporter une valeur ajoutée dans les réflexions qu'elle conduit, en évitant de se substituer aux organisations chargées officiellement de traiter les sujets sur lesquels nous choisissons d'intervenir.

L'activité "colloques" ne faiblit pas et ils furent organisés en coordination avec d'autres institutions afin d'éviter la duplication de thèmes néfaste à l'efficacité de tels colloques, certains en coopération avec ces institutions, l'AAAF en particulier.

L'activité "Forums homme-systèmes" subit une orientation l'amenant vers l'organisation de séminaires rassemblant une participation accrue grâce à la mise à notre disposition des aménagements parisiens de la DGAC que nous remercions.

Les travaux internes de l'Académie furent importants, sur des sujets variés comme l'impose notre pluridisciplinarité statutaire. Parmi eux on peut en citer certains tels que :

- Galileo
- Le "Dictionnaire des personnalités françaises de l'air et de l'espace"
- La Défense
- L'Espace.

Sur ce dernier sujet une importante évolution prit corps en synthétisant nos actions au sein d'une grande et dynamique commission, la commission Espace. Ses travaux ont eu pour résultat la mise à niveau de l'Académie sur tous les aspects de l'activité spatiale.

Pour Galileo l'Académie s'est associée aux principales institutions traitant le sujet afin d'obtenir le meilleur résultat de réflexions conjointes.

La Défense est un thème délicat où la réflexion nécessite une grande connaissance de l'ensemble des problèmes stratégiques et techniques, ce qui n'empêche pas notre ambition d'y être efficace.

La publication du dictionnaire historique "Les Français du ciel" a monopolisé une grande part de l'énergie d'une section dans la recherche historique, pour un résultat exceptionnel de quantité et de précision d'informations.

À ces travaux de réflexions qui, pour l'Académie, sont essentiels, sont venues s'ajouter, au cours de la période, d'autres activités davantage tournées vers l'extérieur comme la création, dans le cadre d'une politique d'ouverture auprès du grand public, d'un cycle de conférences organisées avec la Médiathèque José Cabanis de Toulouse et plus récemment au Palais de la Découverte à Paris.

Ces conférences connaissent un grand succès.

L'Académie a été heureuse d'apporter son parrainage à de très nombreuses manifestations organisées dans le monde de l'aviation et de l'espace et qui concernaient aussi bien le droit aérien que l'aviation générale (voire la construction amateur), les hélicoptères ou les activités spatiales.

Au plan mondial c'est en collaboration avec la "Flight Safety Foundation" et les plus importants organismes internationaux que l'Académie s'est impliquée dans l'étude de la Feuille de route globale pour la sécurité aérienne ("Global Aviation Safety Roadmap") ainsi que dans celle des conséquences que peuvent avoir les procédures pénales engagées lors d'accidents aériens.

Mais ces annales permettent aussi de mesurer l'influence de l'introduction de l'informatique au cours de ces sept années, améliorant les communications internes, et en général la gestion des problèmes journaliers. Un effort est encore nécessaire pour améliorer la difficile collaboration interne aux sections et commissions du fait de la dispersion géographique désormais européenne des membres, et de leur disponibilité souvent aléatoire.

Pour terminer il est nécessaire de préciser que ces annales ont été élaborées principalement à partir des éléments trouvés dans les mémoires informatiques car

les archives documentaires “papier” sont difficilement accessibles par absence de moyens corrects de stockage et de classement. Leur utilisation aurait nécessité plusieurs mois supplémentaires dans l’élaboration du présent ouvrage. Ce problème devrait être pris en compte dans le futur. Pris dans le déroulement rapide des actions quotidiennes la tendance naturelle est de négliger l’effort indispensable à l’enregistrement correct permettant à la mémoire de s’exercer plus tard.

Nous remercions les personnes qui nous ont aidés dans notre tâche, en particulier le personnel du secrétariat et ceux de nos membres ayant bien voulu répondre à nos demandes. Nous n’avons pas pu mentionner la totalité des actions et événements mais nous avons contacté l’ensemble des membres et nous avons tenu compte de toutes les informations nous étant parvenues.

Les secrétaires généraux
Jean Pinet et Claude Bechet

NB :

Du fait de leur taille, ces Annales ont été organisés en deux tomes :

- Le Tome 1 décrit la vie de l’Académie, les manifestations et autres activités et contient également des informations sur l’organisation interne ;
- Ce Tome 2 recueille les conférences et allocutions de réception données au cours des années 2001-2007 ainsi que les hommages à nos membres décédés.

- I -

CONFÉRENCES

LA RÉPARATION DU TÉLESCOPE SPATIAL HUBBLE

L'expérience personnelle

Jean-François CLERVOY

Astronaute à l'ESA

Conférence présentée lors de la séance des 25 et 26 juin 2001

La plus grande satisfaction du vol spatial est celle de la tâche accomplie avec succès. Il y a tant de personnes impliquées dans la préparation de la mission et qui ne vivent que des résultats du travail effectué par les astronautes que la pression est continue et ne donne pas droit à l'erreur. Toutes les phases de vol sont reproduites fidèlement dans le simulateur de mission. Les astronautes y répètent chaque opération suffisamment pour pratiquer tous les cas de pannes possibles et améliorer constamment la coordination entre les membres d'équipage. Ma philosophie consiste à se persuader à chaque séance d'entraînement dans le simulateur que nous sommes en véritables conditions de vol, et que les conséquences de nos actions sont réelles. Cette approche psychologique rend le vol plus facile que l'entraînement car nous ne rencontrons jamais en orbite la complexité des scénarios de pannes vus au sol, et nous abordons les tâches techniques avec l'état d'esprit habituel à celui des simulations. Je dis souvent aux nouveaux venus : "Dans le simulateur, pensez que vous êtes en vol et le vol vous semblera n'être qu'une simulation de plus." Cette approche a aussi l'avantage d'éloigner la peur au moment du décollage et de la montée qui comportent les risques les plus élevés de toute la mission. L'équipage n'a aucun doute sur les actions à entreprendre en cas d'avarie. Sa connaissance pointue des systèmes et la pratique des pires scénarios pendant l'entraînement contribuent inconsciemment à une réelle préparation psychologique. C'est l'inconnu qui provoque la peur qui n'existe que chez le

néophyte lorsqu'il s'imagine quelques instants être à la place de l'astronaute à bord de la fusée.

J'ai eu la chance de vivre trois missions spatiales très différentes par leur contenu et leurs caractéristiques orbitales.

La mission pour la planète Terre

La première, STS-66 (Space Transportation System), était dédiée à l'étude de l'atmosphère et du Soleil. Les résultats ont permis une meilleure compréhension des phénomènes du trou d'ozone et du réchauffement de l'atmosphère. La grande inclinaison de l'orbite (57 degrés), l'orientation de la navette en vol "dos" presque continu ainsi que le phasage de l'orbite par rapport au Soleil m'ont donné les meilleures conditions possibles d'observation de la Terre. En période d'éveil, je couvrais chaque jour les Amériques, l'Europe, l'Afrique, le Moyen-Orient et toute l'Asie sous un superbe ensoleillement et sans obstruction nuageuse. Cette combinaison de facteurs favorables à l'observation de la surface de notre planète est très rare lors d'un vol spatial de courte durée. L'œil humain s'est avéré être un instrument optique remarquable aux performances dépassant souvent les capacités d'appareillages photographiques classiques. En particulier l'aptitude à déceler les détails par le contraste lumineux. Sont autant évidents à petite échelle un pétrolier qui dessale illégalement en pleine mer qu'à grande échelle la perception de l'activité tectonique de la croûte terrestre. J'ai rapporté plus de 8000 photographies qui constituent le plus bel album de vues de la Terre depuis l'espace. La Grande Barrière de Corail, le Kamchatka, New York, les Caraïbes, les Alpes, le Nil et les pyramides de Gizeh, le massif de l'Everest, … et beaucoup d'autres paysages ont marqué ma mémoire pour toujours.

La mission pour les hommes

La deuxième mission, STS-84, avait pour principal objectif la desserte de la station russe Mir. Nous apportions des expériences et vivres pour un membre américain de notre équipage qui allait rester quatre mois à bord et retournions au sol celui qui venait d'y séjourner. Nous avions noué des liens étroits avec l'équipage de Mir lors de l'entraînement en commun en Russie et nous sentions responsables de leur sort. Le succès de leur mission dépendait directement de notre arrivée. Nous leur avons apporté entre autres un générateur d'oxygène à base d'urine évitant la consommation du peu de cartouches chimiques jetables disponibles à bord. Nous savions leur attente longue après trois mois de vie isolée sans visite. L'ouverture du sas de connexion entre la navette et la station, le repas international pris à bord de Mir, la séparation des deux vaisseaux en fin de mission resteront des moments très émouvants.

La mission pour la Science

La troisième mission, STS-103, était consacrée à la réparation et l'amélioration du télescope spatial Hubble (HST). Deux mois avant le décollage, il était devenu

inutilisable suite à une panne de gyroscope à bord du satellite. Nous portions sur nos épaules la carrière de plusieurs centaines de scientifiques ne vivant que des données transmises par ce télescope, encore inégalé aujourd'hui pour l'imagerie de l'Univers lointain dans le visible. D'après les découvertes faites grâce au HST, les spécialistes s'accordent à lui reconnaître la même gloire qu'à la première lunette astronomique inventée par Galilée. L'orbite du HST est aussi unique par son altitude : la plus haute jamais atteinte par la navette. J'ai pu contempler notre planète à plus de 600 km de hauteur, deux fois plus loin que les autres vols spatiaux. Combinée à la brillance maximale de la pleine lune pendant la mission, j'ai joui d'un spectacle exceptionnel de la zone d'ombre de la Terre marquée par la phosphorescence magique des continents. Les résultats spectaculaires de notre mission de sauvetage présentés à notre retour par le Space Telescope Science Institute qui gère les données du HST me donnent la profonde conviction d'avoir servi la Science. Je serai fier de pouvoir raconter à mes petits enfants : "J'y étais", en espérant leur communiquer ce goût pour l'Aventure Humaine.

Serving Science, the dreams of the youth and our instinct

Where the robot can help humans, limit the risks and costs, it should be used, but always as a pathfinder or accompanying support. The Hubble space telescope, which scientific return is universally recognized, is of a modular concept allowing the regular replacement of scientific and technical equipment by more recent technology parts, either for repair or improvement. It is however unthinkable to design an entirely automated servicing mission as was demonstrated during the most recent mission where each space walk lasted more than 8 hours instead of the planned 6, due to multiple unforeseen problems that no robot could have mitigated. Today's space explorers are like the first aviators whose motivations were not understood by all, and who, through their perseverance, allowed aviation to take an exponential rise – a transport aircraft takes off each second in the world. The question should not be: human or robot? but: which type of robot to precede humans? and which type of robot to accompany humans?

A field less easily quantifiable but of major importance in terms of beneficial return to humanity of Human space exploration is that of Education. The dream force carried by the human presence in space, because it is an exploit and is far from becoming routine, wakes up the imagination of the young and brings an encouraging example of passion, motivation and perseverance.

The Hubble Space Telescope serves Science, the Shuttle robot arm helps humans to service it. STS-82 Onboard View. Crédits: NASA

We explore our environment because our conservation instinct tells us that it maximizes our chances of survival. As far as space is concerned, the technical challenges are the best overcome by the youngest because they have no limit to their imagination and enthusiasm. Their contribution is insurance for our future.

Space exploration is an unforgettable human experience where a childhood dream has become true.

LE TRANSPORT DE PASSAGERS PAR AÉRONEFS À VOILURES TOURNANTES À L'AUBE DU 21e SIÈCLE

Jean-Pierre DUBREUIL

Chargé de mission auprès du président d'Eurocopter, correspondant de l'Académie

Intervention lors de la séance du 27 septembre 2001

Très bien documenté, l'exposé montre, entre autres, l'effort important de conformité vis-à-vis des exigences de l'environnement.

Ce type de transport est complémentaire du transport par avion partout où l'accessibilité cause problème, mais est en compétition avec les transports terrestres malgré la diminution des coûts et il souffre de l'absence d'une politique spécifique de navigation aérienne.

Le problème du développement européen d'un VTOL est posé.

La discussion s'ensuivant est animée, prouvant l'intérêt porté à ce type de transport.

eurocopter

Le transport par Hélicoptère

- **Concept global des transports :**
  - *Les demandes face à l'offre*
- **Conditions pour intégrer l'hélicoptère**
  - *Environnement sonore*
  - *Réduction des coûts*
  - *Apport opérationnel réel*
- **Aménagements pour un futur proche :**
  - *S'intégrer sans perturber*
  - *Etre un complément rentable dans le réseau général des transports*

Réf. : EY M.179.00JPR-2

eurocopter

Le transport par Hélicoptère

Les éléments du concept global des transports au seuil du 3ième millénaire

DEMANDE

- **Gains de temps pour les transports de marchandises et de voyageurs**
- **Fiabilité et sécurité des moyens**
- **Réduction des saturations (aéroports, fret routier,…)**
- **Minimalisation des nuisances pour la protection de l'environnement**
- **Diminution des coûts par l'utilisation des nouvelles technologies**
- **Desserte des zones les plus isolées ou à faible potentiel**
- **Interconnexion et complémentarité des divers moyens de transport**

OFFRE

La route :	*saturée, polluante, la plus lente et la plus dangereuse*
Le rail :	*efficace mais manque de flexibilité, très coûteux en nouvelles voies*
L'avion :	*limité en densité (débit aéroport ou nombre de passagers), perturbe l'environnement*
L'hélicoptère :	*une solution, s'il démontre qu'il peut résoudre ces problèmes ….*

Réf. : EY M.179.00JPR-3

eurocopter

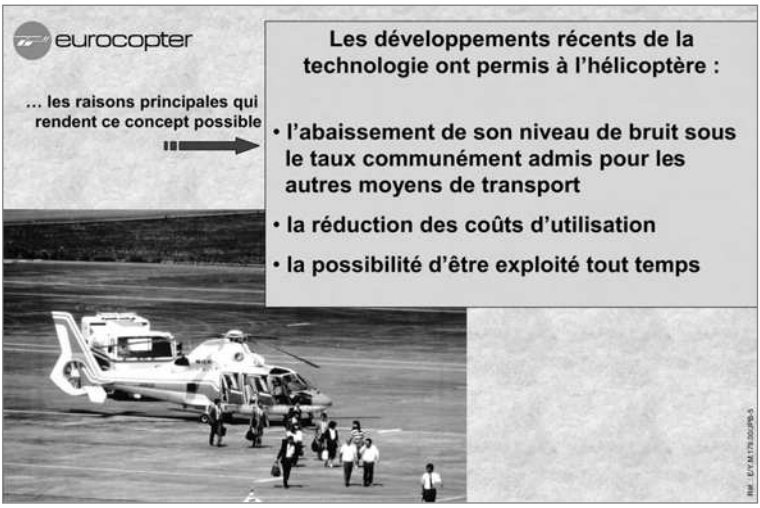
Le transport par Hélicoptère

Pour qu'aujourd'hui l'hélicoptère apporte une contribution totalement positive, il doit être :

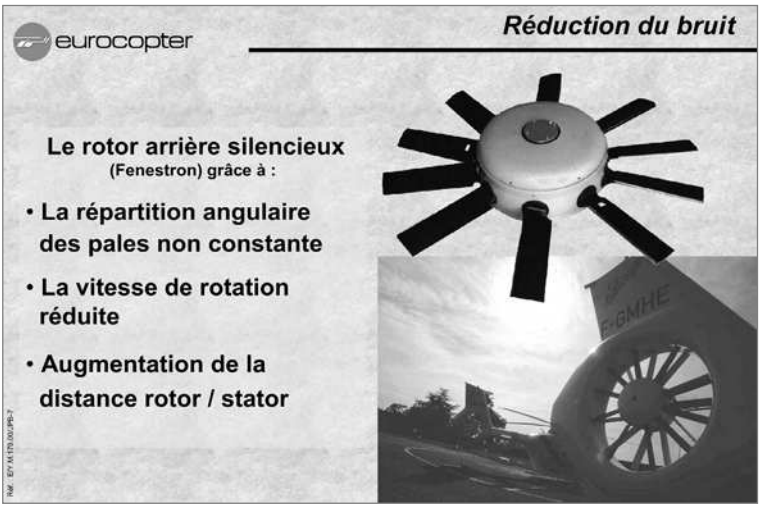
- ⇒ **Conforme aux normes les plus sévères (bruit, sécurité)**
- ⇒ **Economiquement rentable**
- ⇒ **Souple d'emploi, sûr et fiable**
- ⇒ **Intégrable aux moyens existants sans interférer dans le trafic actuel**
- ⇒ **Capable d'assurer sa mission dans les mêmes conditions que les autres moyens**

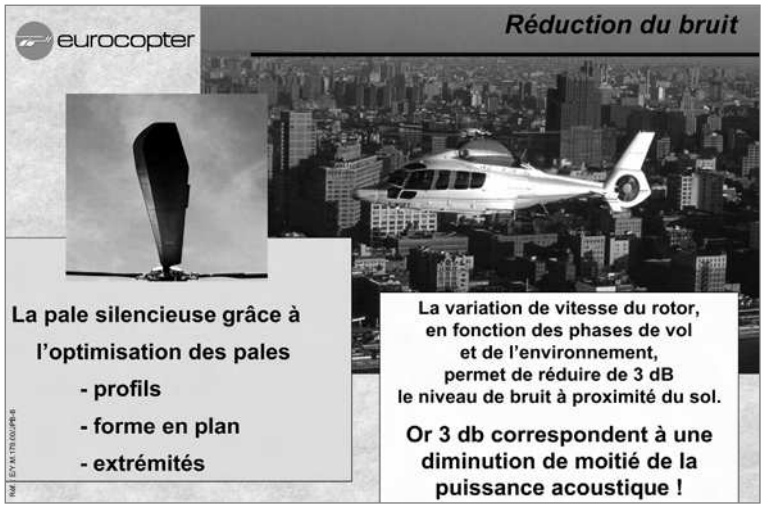
Cet hélicoptère existe ……..

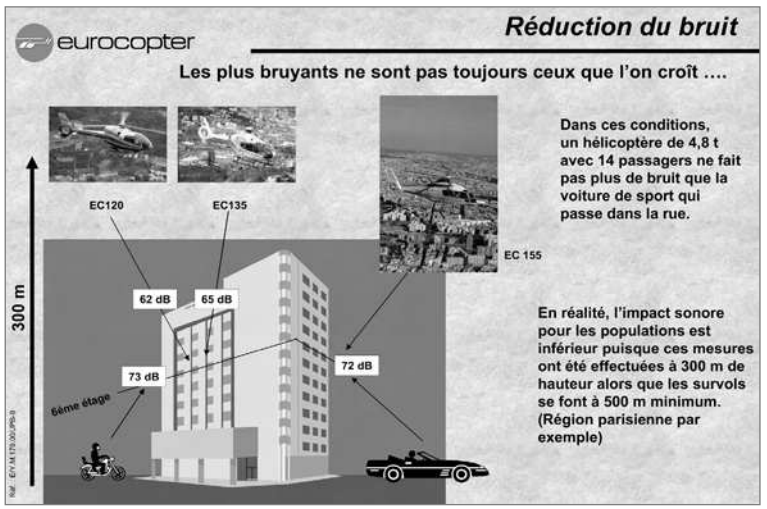
Réf. : EY M.179.00JPR-4

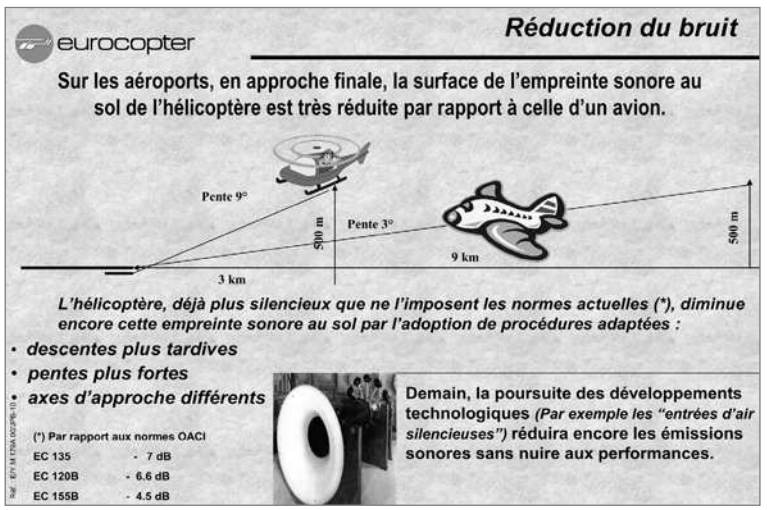

eurocopter
... les raisons principales qui rendent ce concept possible
Les développements récents de la technologie ont permis à l'hélicoptère :
• l'abaissement de son niveau de bruit sous le taux communément admis pour les autres moyens de transport
• la réduction des coûts d'utilisation
• la possibilité d'être exploité tout temps

eurocopter
Réduction du bruit
L'arrivée sur le marché des hélicoptères silencieux ....
Moins de bruit, s.v.p. !
+ 2 dB / limite OACI
- 4,5 dB / limite OACI
... j 'arrive !
.... leur permet de s'intégrer dans les contraintes d'environnement sévères du début du nouveau millénaire


eurocopter
Réduction du bruit
Le rotor arrière silencieux
(Fenestron) grâce à :
• La répartition angulaire des pales non constante
• La vitesse de rotation réduite
• Augmentation de la distance rotor / stator


eurocopter
Réduction du bruit
La pale silencieuse grâce à
l'optimisation des pales
- profils
- forme en plan
- extrémités
La variation de vitesse du rotor,
en fonction des phases de vol
et de l'environnement,
permet de réduire de 3 dB
le niveau de bruit à proximité du sol.
Or 3 db correspondent à une
diminution de moitié de la
puissance acoustique !


eurocopter
Réduction du bruit
Les plus bruyants ne sont pas toujours ceux que l'on croît ....
EC120
EC135
EC 155
300 m
62 dB
65 dB
73 dB
72 dB
6ème étage
Dans ces conditions,
un hélicoptère de 4,8 t
avec 14 passagers ne fait
pas plus de bruit que la
voiture de sport qui
passe dans la rue.
En réalité, l'impact sonore
pour les populations est
inférieur puisque ces mesures
ont été effectuées à 300 m de
hauteur alors que les survols
se font à 500 m minimum.
(Région parisienne par
exemple)


eurocopter
Réduction du bruit
Sur les aéroports, en approche finale, la surface de l'empreinte sonore au
sol de l'hélicoptère est très réduite par rapport à celle d'un avion.
Pente 9°
Pente 3°
500 m
500 m
9 km
3 km
L'hélicoptère, déjà plus silencieux que ne l'imposent les normes actuelles (*), diminue
encore cette empreinte sonore au sol par l'adoption de procédures adaptées :
• descentes plus tardives
• pentes plus fortes
• axes d'approche différents
(*) Par rapport aux normes OACI
EC 135 - 7 dB
EC 120B - 6.6 dB
EC 155B - 4.5 dB
Demain, la poursuite des développements
technologiques (Par exemple les "entrées d'air
silencieuses") réduira encore les émissions
sonores sans nuire aux performances.

eurocopter

Réduction des coûts

Les efforts des constructeurs ont permis de diminuer les coûts de manière significative

Moteurs :	Arrius 1A	Arrius 2B1	%
Puissance (kW)	388	560	+ 40
Coût achat /kW	100	77	- 23
Coût de production	100	95	- 5
Coût de maintenance	100	80	- 20
Intervalle révision (h)	2000	3000	

D'une génération d'hélicoptères à l'autre, le même type de moteur apporte plus, y compris en rentabilité pour l 'opérateur

Avionique : Commandes de vol + pilote automatique + panneau central instruments

	Dauphin N2	EC 155	%
Index coût production	100	80	- 20
Maintenance	100	52	- 50 (*)
Coût opérationnel	100	61	- 35 (*)

(*) *Objectif fin 2002*

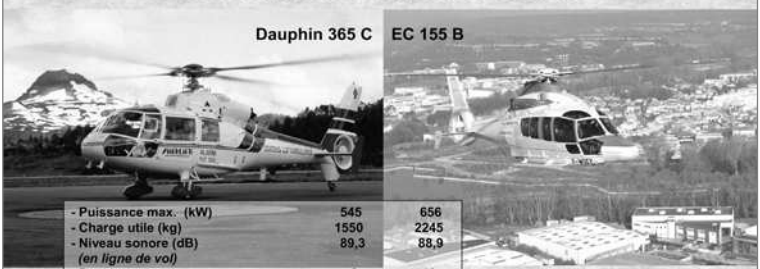
Bénéfice de l'évolution des technologies et de l'intégration système global dès la conception

Réf. : E/Y.M.179.00/JPB-11

eurocopter

Réduction des coûts

Les apports des évolutions technologiques ont permis d'améliorer les performances, de diminuer les nuisances et d'augmenter le niveau de sécurité



	Dauphin 365 C	EC 155 B
- Puissance max. (kW)	545	656
- Charge utile (kg)	1550	2245
- Niveau sonore (dB) *(en ligne de vol)*	89,3	88,9
- Passagers *(à confort équivalent)*	8	12
- Distance franchissable (km)	575	831
- DMC par passager *(Direct Maintenance cost)*	320	251

Gain = 22,5 %

Réf. : E/Y.M.179.00/JPB-11BIS

eurocopter

Réduction des coûts

Aujourd'hui, grâce à la réduction des coûts sur l'utilisation, face à d'autres moyens de transport, l'hélicoptère

- **est économiquement compétitif**
- **apporte des avantages opérationnels que les autres n'ont pas** *(Vitesse, confort)*

C'est le cas, par exemple, pour :

- ***Les transports médicalisés***
  (souvent pas plus chers, par intervention, qu'un ensemble routier lourd de réanimation)

- ***Des transports inter-urbains***
  (Nice aéroport - Monaco :
  - Taxi : 30 à 45 mn, à partir de 450 Francs
  - Hélicoptère : 7 à 8 mn, 440 Francs, pas de survol des zones habitées.)

Réf. : E/Y.M.179.00/JPB-12

eurocopter

Réduction des coûts

Amélioration de la sécurité

L'amélioration des équipements de contrôle et de conduite du vol permettent d'augmenter encore la sécurité tout en diminuant les coûts.

Les systèmes de contrôle et de suivi des composants mécaniques (Health Usage & Monitoring System - HUMS) permettent depuis plusieurs années :

- ***de réduire jusqu'à 60% les vols de contrôle***
- ***de réduire les inspections programmées de 20% (maximum)***
- ***de réduire la main d'œuvre pour la maintenance non programmée***

Ref : EY M 179.00/JPB-13

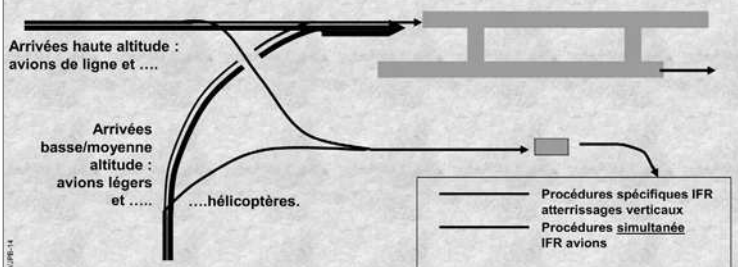
La fiabilité de ces systèmes a conduit à la diminution des taux d'assurances, conséquence de l'augmentation du taux de sécurité

eurocopter

Développement opérationnel

Désengorgement du trafic avions sur les aéroports

grâce à la non interférence de l'hélicoptère dans les procédures actuelles



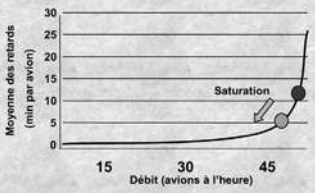
Les procédures indépendantes ont été testées aux Etats-Unis sur plusieurs années (55 000 mouvements) sans le moindre incident.

Ref : EY M 179.00/JPB-14

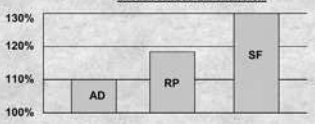
eurocopter

Développement opérationnel

Augmentation du trafic général et désengorgement du trafic avions sur les aéroports



Etude réalisée sur Francfort



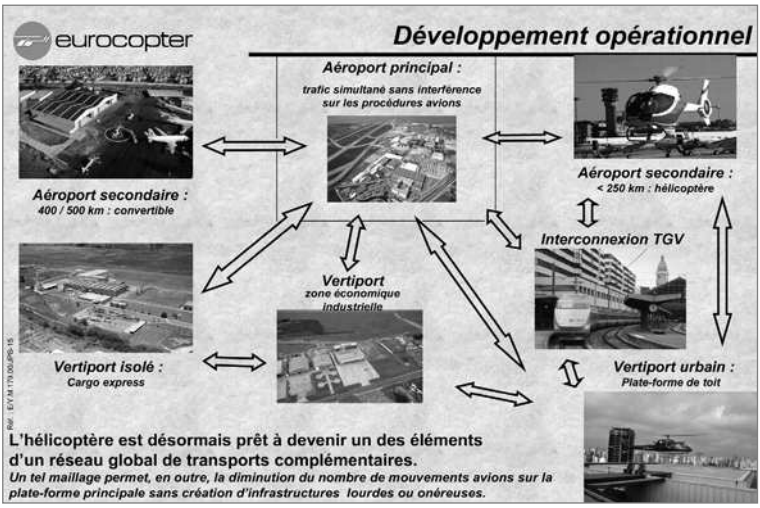
Capacité d'augmentation du trafic avec procédures avions et VTOL indépendantes :

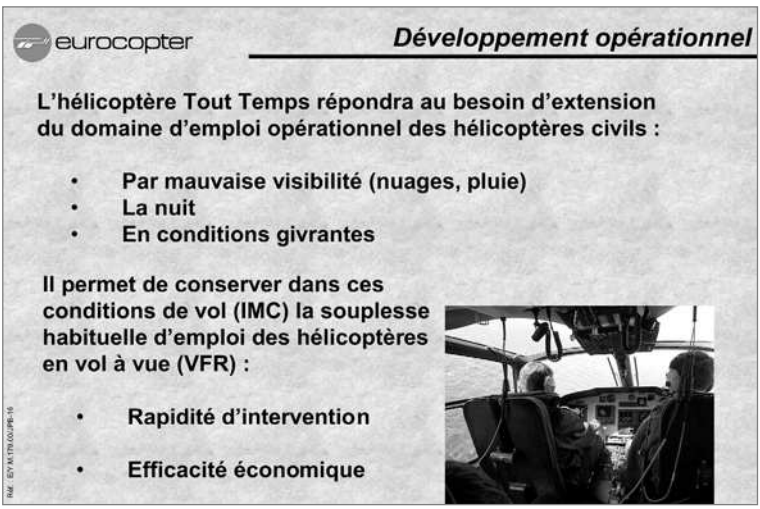
AD = VTOL en plus du nombre d'avions actuel
RP = avions régionaux remplacés par des VTOL
SF = idem RP + remplacement de longs courriers par des avions à très grande capacité

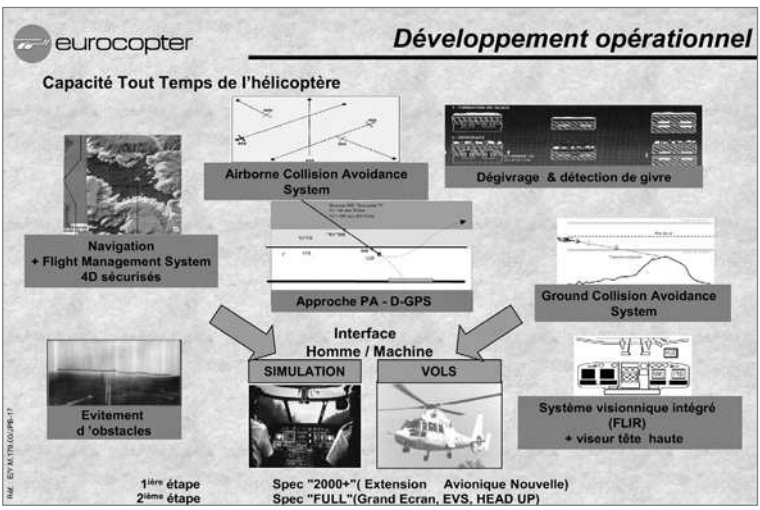
L'introduction d'appareils à voilures tournantes avec leurs propres procédures et l'arrivée d'avions très gros porteurs doivent permettre :

- ***la réduction sensible des retards dus à l'encombrement (⇨)***
- ***l 'augmentation globale de la capacité de la plate-forme (□)***

Ref : EY M 179.00/JPB-14BIS


eurocopter
Développement opérationnel
Aéroport principal :
trafic simultané sans interférence sur les procédures avions
Aéroport secondaire :
400 / 500 km : convertible
Aéroport secondaire :
< 250 km : hélicoptère
Interconnexion TGV
Vertiport
zone économique industrielle
Vertiport isolé :
Cargo express
Vertiport urbain :
Plate-forme de toit
L'hélicoptère est désormais prêt à devenir un des éléments d'un réseau global de transports complémentaires.
Un tel maillage permet, en outre, la diminution du nombre de mouvements avions sur la plate-forme principale sans création d'infrastructures lourdes ou onéreuses.


eurocopter
Développement opérationnel
L'hélicoptère Tout Temps répondra au besoin d'extension du domaine d'emploi opérationnel des hélicoptères civils :
• Par mauvaise visibilité (nuages, pluie)
• La nuit
• En conditions givrantes
Il permet de conserver dans ces conditions de vol (IMC) la souplesse habituelle d'emploi des hélicoptères en vol à vue (VFR) :
• Rapidité d'intervention
• Efficacité économique


eurocopter
Développement opérationnel
Capacité Tout Temps de l'hélicoptère
Airborne Collision Avoidance System
Dégivrage & détection de givre
Navigation
+ Flight Management System 4D sécurisés
Approche PA - D-GPS
Ground Collision Avoidance System
Interface Homme / Machine
SIMULATION
VOLS
Evitement d 'obstacles
Système visionnique intégré (FLIR)
+ viseur tête haute
1ière étape Spec "2000+"(Extension Avionique Nouvelle)
2ième étape Spec "FULL"(Grand Ecran, EVS, HEAD UP)

eurocopter

Développement opérationnel

Amélioration de la sécurité

Le développement et l'introduction de nouveaux équipements de contrôle et de conduite du vol permettent aujourd'hui d'augmenter notablement la sécurité.

Anti-collision :L'indicateur de trafic (T-CAS) interroge les répondeurs radar des aéronefs à proximité de l'hélicoptère et calcule les paramètres déterminants afin d'éviter une collision.

IVA 81 TA/VSI Traffic Advisory and Vertical Speed Indicators

Approche indépendante : Le GPS différentiel (D-GPS local ou LAAS) associé au système de contrôle de la crédibilité de l'information satellite (WAAS) va permettre aux hélicoptères des approches de précision en toute sécurité et hors des axes avions.

Diminution de la charge de travail du pilote :
La généralisation du contrôle automatique des moteurs (FADEC) évite, en outre, les risques d'erreur de sa part : démarrage automatique, performances optimisées, gestion moteur en cas d'incident, maintenance intégrée.

eurocopter

Développement opérationnel

L'essor du transport par hélicoptère passe par une révision de la réglementation, afin de bénéficier des nouvelles possibilités opérationnelles offertes par les avancées technologiques, sans créer de nouvelles contraintes :

- ***Création de cheminements IFR spécifiques « hélicoptère »***
- ***Equipement des plates-formes en moyens d'approche forte pente « hélicoptère » (D-GPS)***
- ***Définition de procédures adaptées (approches, départ,…), y compris sur les aéroports***
- ***Accès facilité aux grands aéroports : transfert passagers, trajectoires spécifiques, …)***
- ***Réaménagement des cheminements, compte tenu des nouvelles caractéristiques des hélicoptères (bruit)***
- ***Refonte des procédures de création des hélistations / hélisurfaces et d'emploi des hélicoptères***

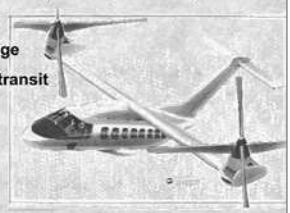
….. Quitte à ce que ces aménagements soient réservés aux appareils conformes aux nouvelles normes (bruit, équipement, …)

eurocopter

Le transport par Hélicoptère

Demain l'hélicoptère :
un moyen complémentaire dans un système de transports global

- **En totale adéquation avec les impératifs d'environnement (bruit en particulier)**
- **Contrainte aéroportuaire réduite au minimum**
- **Véhicule multirôle devenu économique dans son usage**
- **Du vrai « porte-à-porte », sans infrastructure pour le transit**
- **Rapide et particulièrement flexible**



….et pour le transport de passagers,
- la continuation de la réduction des coûts
- la mise en place de procédures opérationnelles adaptées
- de nouvelles améliorations des performances et du confort

LA RESTRUCTURATION DE L'INDUSTRIE EUROPÉENNE DE L'AÉRONAUTIQUE ET DE L'ESPACE : Essor, résultats et perspectives

Dr. Peter FICHTMÜLLER

Secrétaire général AECMA (European Association of Aerospace Industries), membre associé étranger de l'Académie

Intervention lors de la séance du 30 novembre 2001

Mesdames, Messieurs,

Je suis très heureux et honoré que le président m'ait demandé d'intervenir sur les aspects de la restructuration de l'industrie aéroanautique en Europe. En fait, c'est un sujet qui m'a accompagné tout au long de ma carrière professionelle en tant qu'assistant, acteur, victime et observateur engagé. J'ai commencé à travailler dans notre industrie à l'EWR (Entwicklungsring), une société qui était fondée comme résultat d'une fusion, et ceci dès le jour de sa naissance. J'ai aidé à développer MBB (Messerschmitt-Bölkow-Blohm) et participé aux négociations de fusion entre MBB et VFW (Vereinigte Flugtechnische Werke). Au niveau international, au-delà de mon implication dans Euromissile et Eurofighter, j'ai encouragé pendant 10 ans la création d'Eurocopter. J'ai quitté MBB au moment où elle a été transformée en DASA (Deutsche Aerospace), et j'ai observé les événements à partir de l' AECMA.

Je voudrais commencer par quelques remarques sur la restructuration industrielle en général. Toute restructuration individuelle est suscitée par le marché, le marché au sens large. Cela veut dire que ce ne sont pas seulement les positions et actions des clients qu'un industriel doit prendre en compte, mais aussi celles des concurrents, parfois des fournisseurs, des marchés financiers et des banques, et au-delà des opinions et des tendances du marché. Dans cette définition

du marché, il faut aussi inclure le développement de la technologie. Je rappellerai seulement que, jusqu'aux années cinquante, la colonne vertebrale de l'économie était l'industrie de base, acier et charbon, secteurs qui aujourd'hui en Europe ne méritent guère mention.

La restructuration n'est donc pas nécessairement déterminée par la libre volonté d'un ou plusieurs industriels. En tout cas le cours d'une action est influencé par autant d'acteurs qu'il y a de facteurs de marché, voire davantage, parce qu'il faut ajouter des actionnaires quand ils sont différents des marchés financiers, tels que les gouvernements ou, comme c'est le cas en France, des individus ou des familles. Il ne faut pas oublier non plus les autorités de concurrence. Par conséquent, la restructuration est un processus dont le résultat n'est pas prévisible, même des acteurs les plus importants. Je ne veux pas diminuer le rôle des grands patrons, certainement rien ne peut être accompli sans leur soutien et encore moins contre leur volonté. Mais la restructuration ne suit pas un plan prédéterminé, même s'il existe des grands desseins développés et pursuivis par certaines personnalités industrielles. Quant à l'incertitude des projets individuels, je mentionnerai seulement les projets de fusion aux États-Unis de Lockheed et Northrop, où récemment de GE (General Electric) et Honeywell qui ont été bloqués pour des raisons de concurrence, le projet de Bae Systems et DASA en 1998, auquel l'offre de vente de Marconi par GEC (General Electric Company) a mis un terme, et aujourd'hui le projet d'EMAC (European Military Aircraft Company) entre EADS et Finmeccanica qui a pris beaucoup de retard à cause du changement de gouvernement en Italie et plus récemment à cause de l'influence de la situation économique après les attentats du 11 septembre.

Avec la multiplicité des influences, le calendrier est d'une importance extrême pour des projets spécifiques. Comme le montrent les exemples cités, il y a des fenêtres d'opportunité qui peuvent se fermer brusquement et demeurer hors du contrôle des acteurs directs. Jürgen Schrempp a remarqué que les négociations d'une fusion doivent être régies par l'impératif de vitesse, vitesse, vitesse.

Jusqu'à maintenant j'ai parlé de la restructuration plus ou moins comme synonyme de fusion. En réalité la restructuration d'un secteur industriel peut utiliser d'autres approches et instruments. D'un côté ce sont des alliances ou des groupements qui permettent la coopération entre entreprises qui sont ou se sentent dans l'impossibilité de fusionner. Aujourd'hui ce sont en premier lieu des compagnies aériennes qui s'associent en alliances pour respecter les accords gouvernementaux sur les droits de trafic. Autrefois les groupements étaient l'instrument préféré de l'industrie aéronautique et spatiale en Europe pour la coopération à travers les frontières nationales. Une autre alternative, les acquisitions ne se distinguent pas des fusions dans leur effet de consolidation. Si on ne veut pas ou ne peut pas fusionner, une autre manière de faire face au changement de technologie des marchés est le changement de champ d'activité. En particulier, on peut se replier sur une position de fournisseur ou de sous-traitant. C'est la voie qui a été choisie par la SABCA et par Fokker – même si ce dernier a

dû passer par le rachat et la faillite. Apparemment, cette voie est aujourd'hui choisie aussi par SAAB.

Je voudrais me tourner maintenant vers les raisons de restructuration, les forces d'impulsion. En premier lieu se trouve le développement de la technologie qui est cité depuis longtemps. Les produits de notre industrie deviennent de plus en plus complexes, et les inventions dans leur développement et leur production deviennent de plus en plus coûteuses. Par conséquent, le nombre de types ou modèles d'une catégorie de produits se réduit de plus en plus. Aussi la vie des produits est sensiblement étendue. Tout le monde se souvient qu'un ingénieur en chef – il y a cinquante ans – pouvait présenter presque chaque année une nouveauté, alors qu'aujourd'hui il peut être heureux s'il parvient à développer plus d'un avion dans sa carrière entière. Comme tout le monde connaît maintenant bien ce phénomène, il ne faut plus l'approfondir. Il n'est pas énoncé aussi souvent que le produit et la base d'activité d'une entreprise, au moins dans l'industrie manufacturière. Sans produit on n'a pas d'accès au marché. On ne peut donc pas agir en autarcie, on n'est pas entrepreneur indépendant. Le nombre de produits limite le nombre d'entreprises indépendantes. De cette manière le progrès de technologie cause la consolidation de l'industrie.

De plus, il y a une loi de diminution du nombre d'entreprises qui va de pair avec la maturité de l'industrie. Dans une industrie mature on maintient qu'il n'y a de place que pour deux ou trois entreprises qui peuvent être profitables. À ma connaissance, c'est le résultat des analyses de la Haute École de l'Économie à Saint Galle en Suisse – en tout cas, ces résultats sont diffusés par cette école. Naturellement cette théorie s'applique aux marchés dans leurs définitions réelles. S'il y a des restrictions d'accès par des limitations d'importations, des droits de douane ou des obstacles réglementaires, le territoire ainsi protégé constitue un marché séparé. Pour les marchés civils de notre industrie avec des clients privés, qui sont des marchés mondiaux, cette loi est évidemment confirmée pour les avions plus grands aussi bien que pour les avions régionaux. En ce qui concerne ces derniers, je mentionnerai la victime la plus récente : BAE Systems a annoncé cette semaine l'arrêt de la production d'un avion régional.

Finalement, dans la dernière décennie du siècle dernier, la globalisation des marchés et de l'économie entière s'est imposée à la connaissance du public. De plus en plus les entreprises se sont aperçues de la nécessité de se comparer aux concurrents les plus importants et d'acquérir la taille demandée par la fusion ou acquisition transfrontalière. Cette approche était surtout visible dans le secteur automobile, où les Américains ont acheté de petites entreprises qui étaient sur le marché, Daimler et Chrysler ont fusionné, tandis que Renault, ainsi que Daimler Chrysler, ont effectué des acquisitions au Japon. Mais ceci n'est pas limité à ce secteur. Dans la chimie, Rhône-Poulenc a fusionné avec Hoechst pour devenir Aventis, et dans l'électricité la compagnie suisse BBC et la suédoise ASEA sont devenues ABB.

Sur le fond de cette évolution générale il y a des spécificités de l'industrie aéronautique et spatiale. Cette dernière se distingue des autres secteurs industriels entre autres par la proximité des pouvoirs publics et des questions de souveraineté. Les gouvernements influencent fortement la restructuration dans ce secteur, aussi bien en tant que clients que comme actionnaires ou comme organisations de tutelle au sens large. Ce phénomène peut être observé partout dans le monde. En cela il n'y a pas de différence de fond entre l'Europe et les États-Unis. Aux États-Unis, la vague des fusions a commencé par la fameuse "cène", un dîner du Secrétaire de l'Armement et des leaders industriels. Mais il y a des différences dans le calendrier et la manière d'aboutir. Ces différences sont en premier lieu dues au fait qu'en Europe, il n'y a pas qu'une seule, mais une multitude de nations. Heureusement l'Europe est en train de développer pour elle-même une entité étatique spécifique et nouvelle. Ce développement a certainement influencé le processus de restructuration. Mais jusqu'à maintenant c'était surtout les gouvernements nationaux qui ont déterminé le cadre public pour la restructuration.

Bien avant la consolidation spectaculaire aux États-Unis il y avait en Europe, pour le niveau des systémiers ou des "prime contractors", une consolidation presque totale au niveau de chaque nation. L'exception était la France où il y avait encore, avec Aérospatiale, Dassault et Matra, plusieurs sociétés de systèmes, mais elles étaient largement spécialisées, avec des champs d'activité plus ou moins complémentaires.

Au fil du temps la consolidation au niveau national ne suffit plus face aux contraintes de développement technologique. Les marchés nationaux et les capacités financières des États individuels en Europe n'étaient plus suffisamment forts pour soutenir les grands projets aéronautiques et spatiaux par eux-mêmes. L'Europe a donc développé la coopération à travers les frontières, par programmes isolés. Il n'est pas nécessaire que je retrace l'histoire de cette coopération en détail; elle est bien connue. On a donc commencé à étendre des organisations et des groupements à plusieurs programmes du même secteur. Avec cela on a réussi par exemple pour Airbus Industrie, et partiellement pour Euromissile. Mais pour la plupart des coopérations il y avait quelque changement entre les programmes consécutifs, soit au niveau des partenaires, soit au niveau de l'approche, de telle sorte qu'il n'y avait pas de continuité. En tout cas, pour chaque nouveau programme on avait besoin d'un consensus des partenaires. Et même les partenaires d'Airbus ont choisi de traiter le projet de Very Large Aircraft avec Boeing, en dehors de leur groupement Airbus.

Si mon analyse est correcte, à savoir que la source de la coopération transfrontalière en Europe est la taille insuffisante des marchés et des budgets au niveau national, il est clair que cette situation ne pouvait changer avec le temps. Il n'y a donc pas d'alternative à la coopération internationale. Et si la coopération doit persister pour un futur indéterminé, les groupements et les arrangements par programmes ne sont pas la solution la plus efficace. Avec le maintien de l'indépendance des sociétés-mères, les partenaires d'une coopération doivent

continuer à maintenir toutes les capacités et développer en parallèle toutes les technologies-clés. En vue de cela on a par exemple déjà demandé dans les années '80 à transformer le groupement d'Airbus Industrie en société unique qui comprenne la totalité ou au moins la plupart des capacités dédiées aux programmes d'Airbus. Mais ce mouvement ne pouvait aboutir que dans le cadre de la restructuration des maisons-mères.

Que la restructuration ait finalement progressé au-delà de la coopération par programme et ait fait naître les grandes sociétés transfrontalières, est dû au concours des trois raisons de la restructuration mentionnées plus haut. Tandis que la pression du développement technologique existait déjà en Europe pendant toute la période à partir des années '50, et que la maturité de l'industrie se développait graduellement, la perception de la globalisation n'a vraiment percé que dans ces dernières années.

Naturellement, il fallait aussi l'accord des gouvernements. Et il y a eu un signal de réveil des gouvernements: en décembre 1997, quatre chefs d'État ont lancé une déclaration commune qui demandait la consolidation des sociétés de leurs pays dans une seule société européenne, la EADC – European Aerospace and Defence Company. À cette initiative se sont associés plus tard l'Espagne et la Suède. Même si cette initiative n'a pas réussi, elle a certainement ouvert en Europe le chemin vers les fusions et acquisitions transnationales qui sont arrivées dans les années récentes. Naturellement les positions des gouvernements sont influencées par l'intérêt de l'industrie qui est formulé par leurs leaders. De cette manière les approches gouvernementales sont aussi le reflet des tendances dans l'industrie. Mais les gouvernements doivent aussi être préparés et leurs positions doivent être justifiées politiquement. Dans ce contexte le progrès de l'intégration politique de l'Europe a au moins facilité les attitudes des gouvernements. La représentation unique de l'Europe dans le commerce international, le marché unique et la monnaie unique, l'Euro, ont définitivement contribué au progrès de la restructuration en Europe à travers les frontières.

Laissez-moi maintenant esquisser très brièvement les résultats de la consolidation de notre industrie en Europe pendant les trois dernières années. Si on prend comme point de départ le tableau des liens qui a été publié fin septembre de cette année par Military Technology, on peut penser que rien n'a changé. Le tableau comprend toujours plus de 200 entités. Mais avec un regard un peu plus aiguisé on s'aperçoit que trois sociétés sont des centres de liens particulièrement forts. Il s'agit, de gauche à droite de BAE Systems, EADS et Thales. En deuxième rang par nombre de connexions on trouve Finmeccanica, Snecma et Rolls-Royce.

Ces sociétés sont aussi les sociétés européennes les plus importantes de par leur chiffre d'affaires. Il est bien noté que ces sociétés jouent maintenant dans la même ligue que les grandes sociétés américaines. Bien sûr, les sociétés américaines dans cette ligue sont bien plus nombreuses.

Et même si l'objectif de consolider les capacités européennes les plus importantes dans une seule et même société n'était pas atteint, on trouve quand

même une telle concentration dans une large mesure dans des segments individuels. Cette concentration est réalisée par des filiales conjointes, surtout entre EADS et BAE Systems: par Airbus Industrie on a la concentration pour de grands avions commerciaux, par MBDA pour les missiles, et par Astrium pour les satellites. EADS et BAE Systems sont aussi liés par Eurofighter pour les avions de combat. Peut-être peut-on aborder ce secteur un peu plus en détail dans la discussion. Pour les hélicoptères, on a maintenant deux pôles en Europe avec Eurocopter et Agusta-Westland. Les lanceurs spatiaux sont concentrés dans le cadre d'Arianespace. Cela veut dire que pour les segments traditionnels de notre industrie on a déjà achevé la consolidation avec des centres de gravité forts.

Avant de conclure, permettez-moi de dire quelques mots sur les perspectives d'avenir. Je suis optimiste en ce qui concerne l'intégration politique européenne. Elle va produire un cadre de réglementation et d'administration plus cohérent au niveau européen. Après une lutte de bien plus d'une décennie, une autorité de certification et de navigabilité européenne est près d'être créée. Initialement limitée à la certification des avions, il est prévu d'élargir sa responsabilité dans un futur prévisible pour englober aussi les opérations de fabrication d'avions, les opérations de lignes aériennes et le contrôle aérien. Dans le domaine spatial, il y a des fortes tentatives de rapprocher ESA et l'Union européenne. Reste la défense où la situation est encore délicate. Mais la formation des forces d'intervention européennes, ainsi que le rapprochement entre la France et la Grande Bretagne, indiqués dans la déclaration de Saint-Malo ouvre peut-être la porte à une intervention plus forte dans l'armement. En tout cas, l'intégration européenne va faciliter aussi la consolidation de l'industrie dans l'avenir.

Le développement des liens transatlantiques n'est pas aussi clair. Il y a le désir déclaré de beaucoup de grandes sociétés de s'installer aux États-Unis, soit par acquisition soit par fusion ou, si cela ne peut pas être obtenu, par des alliances. Des sociétés britanniques ont déjà achevé cette implantation outre-Atlantique. Du côté des entreprises américaines il n'y a pas de telles indications pour l'Europe. Dans le passé et jusqu'à maintenant les Américains ont utilisé l'investissement comme moyen d'entrer dans un marché national en Europe et s'en sont retirés s'il n'y avait pas de succès suffisant. Seuls quelques équipementiers se sont installés ici durablement.

Concernant le secteur de notre industrie, il y a en Europe au niveau des systémiers encore des questions ouvertes avec l'industrie italienne, et avec le duopole des hélicoptères. Potentiellement l'électronique de défense pourrait être plus fortement liée avec l'aéronautique en Europe continentale, comme c'est le cas au Royaume-Uni et aux États-Unis. Pour les moteurs, les structures me semblent bien stables avec les positions de Rolls-Royce et Snecma. Cependant au niveau des équipementiers, il faut encore s'attendre à une consolidation substantielle.

Certainement le futur continuera à être intéressant, car je voudrais le répéter, la restructuration industrielle est un processus aux résultats inconnus à l'avance.

LE SOLEIL SOUS L'ŒIL DES SATELLITES

Roger-Maurice BONNET

Directeur de recherches à l'Institut d'Astrophysique spatiale du CNRS, correspondant de l'Académie

Conférence donnée lors de la séance du 30 novembre 2001

À seulement huit minutes-lumière de la Terre, le Soleil occupe une place privilégiée dans le firmament des humains : seule étoile que l'on puisse voir le jour, seule étoile sur laquelle on puisse observer des détails, source ultime de l'énergie qui nous est nécessaire à vivre. Mais aussi une étoile dangereuse pour notre civilisation électronique.

Le Soleil a toujours été un objet de référence pour les astronomes, et de curiosité pour les physiciens qui voient en lui un gigantesque laboratoire thermonucléaire. Son aspect change étrangement lorsque la Lune vient à le masquer au moment des éclipses, nous révélant la couronne invisible autrement à l'œil nu.

Tout récemment, notre connaissance du Soleil a fait un bond impressionnant grâce aux observations faites à partir de l'espace en particulier grâce aux satellites européens et américains SOHO (SOlar Heliospheric Observatory), Ulysses et Trace.

Le Soleil est situé dans un des bras spiraux de notre galaxie à 30 000 années lumière du centre de celle-ci. Comme les autres 100 milliards d'autres étoiles qu'elle contient, il tourne autour de lui, faisant une révolution tous les 225 millions d'années à la vitesse de 830 000 km/h. Son âge compté en années galactiques est donc de 20 ans à peu près. Mais il est de 4,5 milliards d'années terrestres. Environ 333 000 fois plus massif que la Terre, il contient 99,6% de toute la masse du système solaire. Il est fait de 78% d'hydrogène et de 20% d'hélium, les 2% restants étant constitués de tous les éléments plus lourds. L'énergie du Soleil provient des réactions de fusion thermonucléaires qui transforment au centre du Soleil

l'hydrogène en hélium et dispensent l'équivalent de 100 milliards de tonnes de TNT par seconde.

Les énigmes du Soleil

Les réactions de fusion thermonucléaires ne se déclenchent que parce que la température au cœur du Soleil est de 15 millions de degrés. Elle décroît ensuite régulièrement jusqu'à la "surface", d'où le rayonnement s'échappe, pour atteindre environ 5000 degrés. Curieusement, les gaz qui constituent la couronne ont une température de 1 à 2 millions de degrés, ce qui exige une source de chauffage supplémentaire dont l'origine a été le sujet de bon nombre de recherches depuis plus de 50 ans.

Au mystère de la température coronale est venu s'ajourer celui du "vent solaire". On appelle communément ainsi un courant de noyaux d'hydrogène et d'hélium (éléments les plus abondants dans le Soleil) et qui fut détecté pour la première fois par les premiers satellites artificiels. Prévu par la théorie, ses sources et les mécanismes de son accélération ont été également, jusqu'aux résultats spatiaux récents, une énigme attirante.

Enfin, depuis environ 40 ans astronomes et physiciens des particules s'acharnent à comprendre une autre anomalie : le trop faible nombre de neutrinos émis par le Soleil. Les neutrinos sont, avec la lumière, le produit des réactions thermonucléaires. Ils traversent le Soleil sans encombre, leur capacité de réaction avec la matière étant quasiment nulle. Leur détection sur Terre est ainsi très difficile. Toujours est-il qu'on n'en mesure de deux à trois fois moins que ce que l'on s'attendrait à détecter.

Le "mystère" des neutrinos solaires est maintenant résolu grâce aux observations spatiales et aux mesures récentes plus précises du flux de neutrinos.

Les satellites d'observation du Soleil

Les acteurs de ces découvertes récentes sont au nombre de trois.

SOHO d'abord ! Le satellite a été construit à Toulouse par l'Agence spatiale européenne (ESA) sous maîtrise d'œuvre de Matra, dans le cadre d'un programme de coopération avec la NASA (National Aeronautics and Space Administration), laquelle a fourni environ la moitié de la charge utile scientifique et a procédé au lancement en décembre 1995 avec une fusée Atlas 2a-S. La NASA est également responsable des opérations du satellite sur son orbite. Celle-ci est unique. Elle est centrée autour du point de Lagrange L1, à 1,5 million de kilomètres de la Terre, là où l'attraction gravitationnelle du Soleil est égale et opposée à celle du système Terre-Lune. Sur cette orbite, SOHO est toujours en vue du Soleil 24 h par jour, 7 jours sur 7 et 365 jours par an. Là, pas d'éclipse possible ! Seules les éclipses artificielles faites à bord de SOHO par des coronographes, permettent d'observer la couronne, mais en permanence.

Ulysses est un autre programme coopératif avec la NASA. Le satellite construit pour l'ESA par Dornier en Allemagne, a été placé sur une orbite elle aussi unique perpendiculairement au plan de l'écliptique où se trouvent les orbites de toutes les planètes du Système Solaire. Aucun autre objet créé par la Nature ou par l'Homme n'emprunte une telle orbite. Ce site offre un point de vue privilégié pour observer le Soleil au-dessus des pôles Nord et Sud qu'Ulysses survole régulièrement tous les 6 ans environ. Le lancement a été effectué par la navette Discovery en octobre 1990 à laquelle on avait adjoint un puissant propulseur occupant pratiquement toute la soute de la navette. Cependant, même avec ces deux engins, l'énergie nécessaire à faire sortir Ulysses du plan de l'écliptique était insuffisante. On a donc envoyé le satellite vers Jupiter, la plus grosse planète du Système solaire. Cette quasi-chute lui a communiqué la vitesse requise en janvier 1992. L'orbite du satellite croise donc celle de Jupiter tous les 6 ans et se rapproche ensuite du Soleil à environ 1,5 fois la distance Terre-Soleil.

Le petit satellite Trace de la NASA est lui en orbite héliosynchrone près de la Terre. Sa charge utile scientifique reprend quelques-uns uns des instruments embarqués à bord de SOHO et complète, par des observations plus précises parfois, les observations faites avec ce dernier.

L'ensemble des résultats exposés ici fait aussi intervenir la mission Cluster. Bien que non proprement solaire, cette mission comporte quatre satellites en orbite autour des pôles de la Terre. Cette formation pyramidale permet d'étudier en trois dimensions les déformations de la magnétosphère de la Terre, sorte de bouclier magnétique naturel qui nous protège des effets létaux du vent et des éruptions en provenance du Soleil. Après l'échec de leur mise en orbite en juin 1996 par le premier vol d'Ariane 5, les quatre satellites Cluster ont été relancés en 2000 grâce à deux vols consécutifs de fusées Soyouz commercialisées par la société Starsem. Depuis lors, les quatre satellites fonctionnent parfaitement et constituent un élément essentiel du programme international d'étude des relations entre le Soleil et la Terre.

Comprendre l'activité du Soleil grâce à l'héliosismologie

Le Soleil est une étoile active. Son activité provient essentiellement du champ magnétique produit par la "dynamo" solaire. Elle est elle-même activée par les mouvements des couches situées sous la surface à une distance d'environ 25% du rayon solaire. Ce champ magnétique est responsable de la formation des taches dont le nombre sur le disque apparent du Soleil est une mesure du niveau de l'activité. L'activité solaire passe régulièrement par des minima et des maxima tous les onze ans environ. C'est ce que l'on nomme le cycle solaire. Au cours du cycle, le champ magnétique voit sa polarité s'inverser, chaque pôle solaire devenant successivement un pôle Nord et un pôle Sud magnétique. Il faut ainsi attendre 22 ans avant que le Soleil ne retrouve la même configuration de son champ magnétique.

SOHO a mis en évidence de façon spectaculaire quelques-unes des manifestations les plus puissantes de l'activité et en particulier les éruptions et les éjections de matière coronale à l'origine de fortes perturbations géophysiques. Il n'est donc pas surprenant qu'une bonne partie des études faites par les missions spatiales décrites ici porte sur la compréhension des phénomènes de l'activité et si possible sur leur prévision. Dans ce but une nouvelle technique a été mise au point : l'héliosismologie.

Ce terme décrit l'ensemble des méthodes utilisées par les physiciens solaires pour mesurer et observer les courants de matière à l'intérieur du Soleil, et pour déterminer la température et la composition du mélange hydrogène-hélium en tous points du volume de notre étoile. Comme son nom l'indique, la sismologie solaire utilise les mêmes méthodes et les mêmes équations que celles utilisées par les géophysiciens pour déterminer la structure interne de la Terre à partir des ondes sismiques produites au moment des tremblements de terre. Pas de tremblements de terre sur le Soleil mais des vibrations permanentes entretenues par les mouvements de gaz sous-jacents et par les différents courants de matière. L'inversion des équations de la sismologie appliquées au cas de notre étoile permet pour la première fois de littéralement "voir" ce qui se passe sous la surface du Soleil jusque pratiquement au centre.

Les résultats sont spectaculaires ! Ainsi a-t-on pu mesurer la variation de la température interne et montrer qu'elle ne différait pas de plus de quelques pour mille de ce que prévoit la théorie. Réglé donc le problème de l'absence des neutrinos solaires ! Absence qui s'explique aujourd'hui par l'existence de mutations des neutrinos eux-mêmes au cours de leur voyage entre le Soleil et la Terre, mutations possibles seulement si les neutrinos ont une masse, contrairement aux particules de lumière (photons). Ces conclusions viennent d'être récemment confirmées par de nouvelles mesures du flux des neutrinos solaires réalisées au Canada et au Japon. Nous comprenons donc bien le fonctionnement de notre usine thermonucléaire ! Jusqu'à un certain point pourtant !

En effet, l'héliosismologie permet aussi de "voir" les mouvements de la matière dans le Soleil. On a pu mettre ainsi en évidence d'importants courants internes dont la périodicité de 16 mois laisse perplexe les astronomes en quête d'une explication au cycle de onze ans ! Le fonctionnement de la dynamo génératrice du champ magnétique solaire reste donc encore aujourd'hui un problème que nous ne comprenons pas bien, et les résultats de SOHO compliquent encore un peu plus le travail des astrophysiciens.

Les taches solaires étant au cœur de toutes les manifestations premières du champ et de l'activité magnétique, les scientifiques en ont fait sur SOHO l'objet privilégié de leurs investigations. Grâce au magnétographe et au spectromètre MDI de l'Université de Stanford, ils ont appliqué les équations de la sismologie afin de percer le mystère de leur structure et de leur dynamique. Les résultats sont remarquables. Poussant le luxe du raffinement à l'extrême, ils ont reproduit les mouvements de matière et la structure thermique des taches sous forme

d'animations qui pour la première fois donnent un aperçu en trois dimensions de ce phénomène si caractéristique de la photosphère et qui se révèle n'être en réalité qu'un phénomène relativement peu profond.

La même technique appliquée à l'ensemble du volume solaire permet de "voir" ce qui se passe de l'autre côté du Soleil et d'anticiper avec environ deux semaines d'avance l'apparition des régions actives et des taches.

Le vent solaire : conséquence de l'existence du champ magnétique et d'une couronne très chaude

Le terme de "vent" est sans doute exagéré pour décrire ce courant d'atomes d'hydrogène et d'hélium qui semble s'échapper du Soleil tantôt très vite (800 km/s), tantôt plus lentement (400 km/s). On sait aujourd'hui que 1,6 million de tonnes s'échappent du Soleil chaque seconde. Avant l'ère spatiale ce vent n'était qu'une élucubration des théoriciens : puisque la couronne solaire atteint plus d'un million de degrés de température jusqu'à quelques rayons solaires du bord alors que le milieu interplanétaire est relativement plus froid (quelque 100 000 degrés), elle doit "s'évaporer" en permanence et être parcourue par une sorte de vent.

Il fallut attendre les premiers satellites russes et américains pour être à même de vérifier cette hypothèse puis encore 40 ans avant de mieux comprendre les caractéristiques de ce vent ainsi que ses propriétés.

Ulysses a pu mesurer sa vitesse à la fois dans le plan de l'écliptique et en dehors, et montrer que le vent rapide était présent dans la plus grande partie de l'héliosphère (le volume qui englobe le Soleil et toutes ses planètes), alors que le vent plus lent n'était présent qu'aux latitudes héliographiques inférieures à 30 degrés.

SOHO quant à lui a permis de découvrir quels mécanismes poussent ce vent loin du Soleil et a pu déterminer où il prend naissance et où il s'accélère, sa vitesse passant de quelques km/s près du bord à plusieurs centaines de km/s près de la Terre. Une chose est certaine : la configuration du champ magnétique est un facteur déterminant dans les mécanismes d'accélération. Là où le champ est dense et se boucle vers l'intérieur du Soleil, ce qui est le cas aux latitudes basses, le vent a plus de mal à s'accélérer. Là où au contraire il a une configuration plus ouverte, ce qui est le cas près des pôles du Soleil, et se boucle très loin, il a tendance à aller beaucoup plus vite.

Le vent solaire lent, prédominant aux basses latitudes, est vraisemblablement accéléré par la différence de température entre la couronne très chaude et le milieu interplanétaire plus froid : c'est ce que l'on nomme la diffusion thermique. Le vent solaire rapide quant à lui, prédominant aux hautes latitudes, est accéléré par un phénomène de résonance entre les particules électriques qui s'enroulent autour des lignes de force du champ magnétique (phénomène du synchrotron) et les ondulations de ces lignes qui ne sont pas sans rappeler les mouvements du "surfeur" sur les vagues de l'océan. C'est ce que l'on nomme la résonance synchrotron-ionique. En effet, SOHO a révélé que les particules plus lourdes, tels

les ions d'oxygène par exemple, qui possèdent 5 charges électriques positives, sont accélérés plus vite et plus près du Soleil que les atomes d'hydrogène qui n'en possèdent qu'une seule. Cette accélération intervient relativement près du Soleil (3 à quatre rayons solaires) et clairement dans les zones où le champ magnétique est ouvert. L'accélération est donc fonction de la charge ionique et seul le champ magnétique peut intervenir dans le mécanisme d'accélération.

Mais SOHO fait plus encore. Situé en permanence, en plein vent solaire, au point de Lagrange, telle une figure de proue, ses détecteurs de particules sont à même de mesurer avec une très grande précision la composition élémentaire et isotopique du vent. Il a ainsi découvert de nombreux éléments jamais observés. Il doit cette sensibilité non seulement à la qualité de ses détecteurs mais aussi à sa capacité d'intégrer les mesures sur de longues périodes de temps ininterrompues.

Pourquoi une couronne aussi chaude ?

L'autre question de fond était donc de savoir pourquoi la couronne atteint des températures de parfois plusieurs millions de degrés quand le bord du Soleil (sa "surface"), n'est qu'à 5 000 degrés environ.

SOHO vient d'apporter une réponse attendue depuis plusieurs dizaines d'années. Là encore, le champ magnétique joue un rôle essentiel. C'est lui qui contient l'énergie nécessaire au chauffage : il se renouvelle du tout au tout chaque 40 heures libérant de ce fait une énergie amplement suffisante pour chauffer plusieurs fois la couronne.

De plus SOHO a révélé des différences de températures très importantes selon qu'on observe les électrons légers plus froids ou les ions hydrogène plus lourds et plus chauds (quelques millions de degrés) ou les atomes encore plus lourds et plus chargés électriquement dont la température peut atteindre 200 millions de degrés.

Ces observations sont caractéristiques d'un mécanisme de chauffage résultant du même phénomène de résonance synchrotron-ionique déjà mentionné dans le cas du vent solaire. Toutefois, les choses sont un peu plus complexes et un autre mécanisme de chauffage doit intervenir vraisemblablement dans les régions à champ magnétique dense.

En effet, SOHO a observé des corrélations entre zones coronales très brillantes, et donc très chaudes, et les concentrations du champ magnétique à la surface du Soleil. Ce mécanisme de mini-éruptions, qui de par leur grand nombre libèrent suffisamment d'énergie, pourrait ainsi élever la température moyenne de la couronne de plusieurs millions de degrés. Les observations spectaculaires qui seront montrées durant la conférence, ainsi que les mesures de la température des boucles magnétiques au-dessus du bord, faites par le satellite Trace de la NASA viennent renforcer cette conclusion.

Se trouvent ainsi éliminées toutes les autres hypothèses évoquées au cours des décennies passées, en particulier celle de la dissipation d'ondes sonores sous forme de mouvements turbulents, dont la friction aurait pu chauffer la couronne, mais

dont l'énergie qu'elles peuvent libérer est très nettement insuffisante ! Autre énigme résolue !

L'activité solaire et ses effets sur notre planète

L'activité solaire se mesure au nombre de taches présentes à un moment donné sur le disque, nombre qui peut atteindre 150 au maximum tous les onze ans environ. A l'aide des coronographes de SOHO, on corrèle très aisément l'intensité du cycle solaire avec le nombre d'éjections de matière coronale qui croit avec celui des taches. Au cours de ces explosions, des centaines de millions de tonnes de gaz ionisé, essentiellement des noyaux d'hydrogène et d'hélium, s'échappent dans le milieu interplanétaire et peuvent atteindre le voisinage de la Terre quelques minutes à quelques heures plus tard, selon la puissance des éjections et l'énergie des particules éjectées.

Ces particules produisent des effets géomagnétiques spectaculaires en particulier au voisinage des pôles de la Terre où l'on observe le phénomène bien connu des aurores boréales, conséquence de l'existence d'un champ magnétique dans le Soleil ainsi qu'au sein de notre planète. La Terre n'est d'ailleurs pas la seule à être touchée. Entre autres, Jupiter et Saturne qui possèdent elles aussi un champ magnétique très intense, sont également le siège d'aurores spectaculaires régulièrement observées par le télescope spatial Hubble.

Notre civilisation est de plus en plus dépendante de systèmes sensibles aux perturbations géophysiques que ces phénomènes liés au Soleil et à son activité induisent. Qu'il s'agisse des satellites artificiels, de télévision, de communication, de navigation (GPS) ou des grandes structures métalliques (pipelines, lignes à haute tension, voies de chemin de fer, plates-formes de forage…) voire des êtres vivants eux-mêmes volant à haute altitude ou en orbite à bord des véhicules spatiaux ou sur la station spatiale. De nombreux exemples peuvent être cités pour illustrer sans équivoque les effets de l'activité solaire sur notre planète et sur notre civilisation.

La magnétosphère terrestre oppose aux radiations solaires un premier bouclier qui nous protège de leurs effets létaux. Mais c'est un bouclier fragile qui ne doit son existence et sa capacité de résistance qu'à la présence du champ magnétique terrestre et à l'intensité de ce dernier.

C'est dans le but d'étudier ce bouclier que l'ESA a lancé en juillet et août 2000 les quatre satellites de la mission Cluster depuis la base de Baïkonour au Kazakhstan à l'aide de deux fusées Soyouz de la société franco-russe Starsem. Les quatre satellites sont à pied d'œuvre depuis presque un an maintenant et ils donnent toute satisfaction. Leur orbite est ajustable ainsi que leurs positions respectives ce qui leur permet d'explorer la magnétosphère en trois dimensions ou le long d'une courbe prédéfinie. Ils sont donc à même d'étudier les variations du bouclier magnétique et de vérifier sa résistance aux à-coups du vent solaire. Ils permettent également de mieux comprendre comment se propagent jusqu'au niveau de la surface terrestre les particules solaires piégées dans les lignes de force du champ

magnétique terrestre avant qu'elles ne produisent leurs effets perturbateurs. Les tout nouveaux résultats de Cluster feront également l'objet d'animations très spectaculaires au cours de la conférence.

La lumière totale émise par le Soleil que longtemps on a cru invariable, d'où le terme de "constante solaire" utilisé pour la définir, est-elle aussi modulée par le niveau d'activité. L'ensemble des mesures effectuées à ce jour par plusieurs satellites, dont SOHO, depuis presque deux cycles solaires a montré une sensibilité de la constante solaire au niveau d'activité de quelques dixièmes de pour-cent. Malgré sa valeur relativement faible, une telle variabilité pourrait avoir des conséquences au niveau du climat de la Terre, quoiqu'on ne puisse aujourd'hui en avoir une certitude absolue. Il est clair que les mesures effectuées par SOHO doivent se poursuivre sur de grands intervalles de temps afin de comprendre si le Soleil lui-même introduit un "forçage" plus important sur le climat que celui résultant des activités anthropogéniques.

Conclusion

Grâce à SOHO, Ulysses et Cluster, l'Europe s'est dotée de trois instruments uniques pour comprendre le fonctionnement de notre étoile et prévoir les effets potentiellement perturbateurs de son activité sur notre planète et nos civilisations.

Les astrophysiciens obtiennent peu à peu des réponses aux questions majeures qu'ils se posaient : flux des neutrinos, chauffage de la couronne, mécanisme de production et d'accélération du vent solaire, pénétration du vent solaire et des éjections coronales dans la magnétosphère et l'atmosphère terrestre.

Les données qu'ils fournissent font partie d'un ensemble coordonné au niveau international au sein duquel se côtoient satellites européens, américains, japonais et russes. Un tel effort devrait bientôt porter donner naissance à une nouvelle discipline : la météorologie solaire laquelle devrait nous permettre de nous prémunir contre les dégradations dangereuses et coûteuses qui résultent de l'activité de notre étoile. L'Europe et avec elle la France, ne peuvent qu'être fières d'avoir entrepris ces missions au rôle essentiel et prépondérant.

JASON

Jean-Claude HUSSON

Ancien président directeur Alcatel Espace,
membre fondateur de l'Académie

Anny CAZENAVE

Ingénieur chercheur au CNES (Centre national d'études spatiales),
directeur adjoint du LEGOS, membre de l'Académie

Conférence donnée lors de la séance privée du 31 janvier 2002

Le 7 décembre 2001, le satellite océanographique Jason est mis sur orbite depuis la base de lancement de Vandenberg par une fusée Delta 2 de la société Boeing. Ce satellite fait partie du programme franco-américain d'océanographie spatiale dont la première composante a été Topex/Poséidon.

Les principales caractéristiques du satellite sont les suivantes :

- Masse 490 kgs (à comparer aux 2500 kgs de Topex)
- Jeu très complet de senseurs (GPS, senseurs d'étoiles, magnétomètre, senseurs solaires)
- Actuateurs diversifiés (tuyères propulsives, magnétocoupleurs, roues à inertie)
- Mémoire de masse de 2Gbits
- Système de communication avec le sol performant (bande S à 2,29 GHz)
- Système de localisation précis Doris et le calculateur de bord associé donnant l'orbite à quelques centimètres près
- Altimètre bi-fréquence centimétrique
- Radiomètre.

La durée de vie est de trois ans sur une orbite circulaire de 1347 kms en orbite inclinée (66°).

Ce programme est une coopération CNES/NASA, le satellite a été construit par Alcatel Space.

L'altimètre également construit par Alcatel Space est un altimètre radar fonctionnant en bande Ku et C, il devrait donner une précision meilleure que 2 centimètres après correction troposphérique, l'effet ionosphérique est éliminé par le caractère bi-fréquence.

Le satellite a rejoint rapidement son orbite avec mise en route rapide des instruments. Le système Doris donne une précision centimétrique homogène avec la précision de l'altimètre.

Les applications liées aux mesures au-dessus des océans

L'orbite étant connue avec une précision centimétrique par rapport à un repère terrestre, ainsi que la distance verticale entre le satellite et la surface de la mer, cela veut dire que l'on a accès à la topographie de la surface de l'océan par rapport à un repère terrestre, donc aux déformations de la surface de la mer par rapport au géoïde comme :

- les courants marins, un courant permanent induit une pente de la surface de la mer vis-à-vis du géoïde ;
- les marées en plein océan ;
- la détection de montagnes sous-marines, la surface de l'océan étant déformée par l'anomalie de gravité ;
- le gonflement de masses océaniques dues à des phénomènes climatiques (El Nino).

On détermine également les hauteurs des vagues.

Les mesures altimétriques donnent les mesures à la limite de la masse océanique donnant la possibilité en modélisant la masse océanique interne d'avoir accès à l'océan interne et ainsi à des données acoustiques comme la célérité du son, ce qui intéresse la détection sous marine. C'est le but du programme SOAP, du SHOM (Service hydrographique et océanographique de la Marine).

On peut essayer comme en météorologie de se projeter vers l'avenir. C'est l'objet du programme Mercator qui devraient essayer à partir des mesures altimétriques de prévoir la situation à une ou deux semaines en termes de :

- courant
- température
- salinité
- hauteur des vagues.

De même le SHOM met au point le programme SOPRANE qui traquera l'océan dans ses quatre dimensions, il se nourrit des observations de surface fournies en temps réel par les satellites altimétriques et couple cette information avec celle d'un modèle numérique d'océan.

Chaque semaine un bulletin prévisionnel est ainsi émis.

Une application à l'étude des bassins d'eaux continentaux

Une nouvelle application est à l'étude, l'étude hydrologique des grands bassins terrestres et leur variation saisonnière.

Dans le domaine de l'hydrologie continentale et du cycle de l'eau, l'observation spatiale offre des perspectives considérables et inattendues. Bien que les réservoirs continentaux ne contiennent que 1% de la masse d'eau de la planète, ils renferment l'essentiel des réserves en eau nécessaires à la vie et aux activités humaines. Les eaux continentales fluctuent en répartition et en quantité sous l'influence des variations du climat et inversement elles jouent un rôle important dans la variabilité climatique via le cycle de l'eau. Réparties dans les lacs, le manteau neigeux, les sols humides, les nappes phréatiques et les zones inondées, les eaux continentales n'ont fait l'objet jusqu'ici d'aucune surveillance systématique depuis l'espace, excepté pour le manteau neigeux.

Optimisée pour l'étude des océans, l'altimétrie spatiale s'avère être un outil intéressant pour étudier les fluctuations temporelles des niveaux d'eau des réservoirs continentaux superficiels (lacs, mers intérieures, grands fleuves, zones d'inondation).

La plupart des grands bassins fluviaux de la planète ne disposent pas des réseaux de mesure de niveaux d'eau *in situ*. La technique altimétrique peut y suppléer. Des études menées avec le satellite Topex/Poséidon ont montré la possibilité de mesurer les fluctuations spatio-temporelles des niveaux d'eau sur les mers intérieures d'Aral ou de la Caspienne, les lacs continentaux, les grands fleuves tel l'Amazone, le Congo, l'Ob ou les bassins de la Plata, du Gange, du Mékong.

Grâce à Jason et d'autres satellites à venir on suivra par altimétrie satellitaire l'ensemble des bassins d'eau continentaux. C'est une alternative ou un complément aux mesures *in situ* de niveau des réservoirs d'eau continentaux.

Mise en place d'un système opérationnel

L'intérêt pour la météorologie et la climatologie de l'altimétrie a conduit la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) et Eumetsat à s'intéresser à avoir un système opérationnel et à envisager un deuxième satellite analogue à Jason dans les trois prochaines années.

À noter que le satellite Topex étant encore en vie, les satellites Jason et Topex vont se suivre sur la même orbite.

FAISABILITÉ DU TRANSPORT DE CHARGES INDUSTRIELLES PAR DIRIGEABLE
LE CAS DE L'A380

Jesus MORALES

Responsable du transport de l'A380, Airbus

Frédéric POCHET

Directeur de cabinet du président d'Airbus

Conférence donnée lors de la séance du 31 janvier 2002

Présentation préliminaire des caractéristiques principales de l'A380 et du système prévu actuellement pour l'acheminement des éléments de structure vers Toulouse en vue de leur assemblage final.

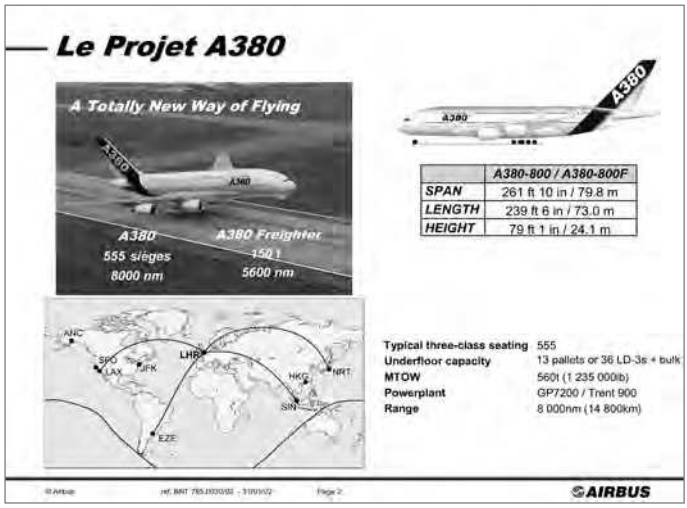
La solution en voie de traitement est une combinaison de transports maritime, fluvial et routier.

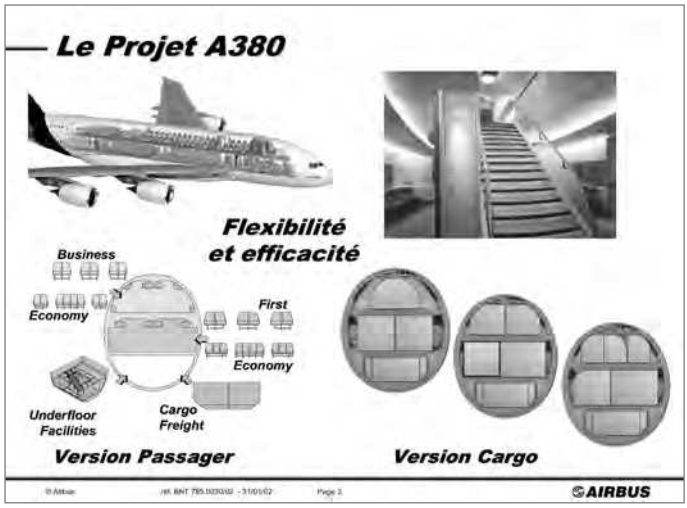
Les problèmes principaux concernent la partie routière avec les questions d'environnement et de contraintes afférentes. Une solution aérienne serait préférable au public.

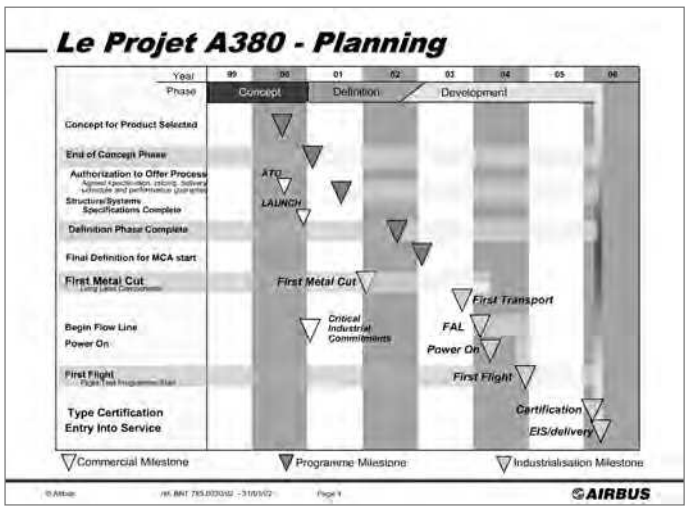
Un exposé est fait sur la situation actuelle des projets, au nombre de trois : Cargolifter – World SkyCat – Areall.

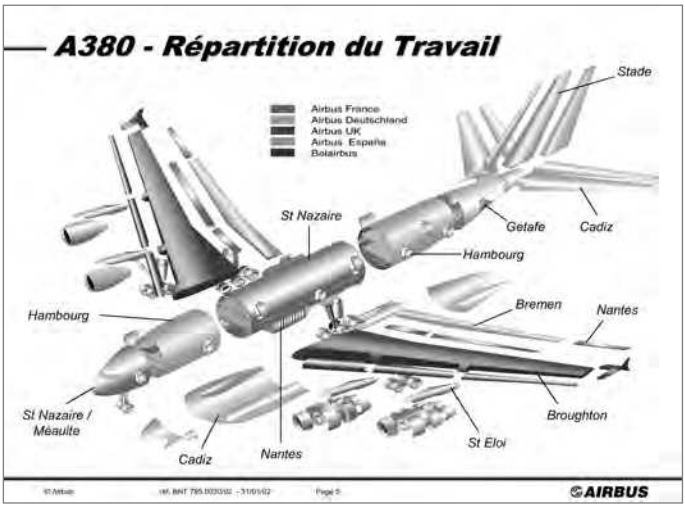
Le premier semble être le plus avancé et pourrait être réalisé en 2008 pour une utilisation opérationnelle en 2010.

Si la solution routière est compliquée, celle du dirigeable apparaît plus chère (environ deux fois plus) et surtout opérationnellement plus délicate.

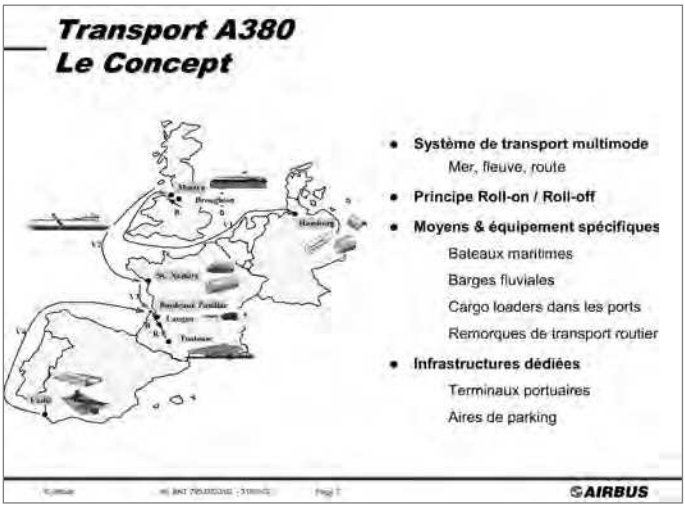

Le Projet A380
A Totally New Way of Flying
A380
555 sièges
8000 nm
A380 Freighter
150 t
5600 nm
A380-800 / A380-800F
SPAN 261 ft 10 in / 79.8 m
LENGTH 239 ft 6 in / 73.0 m
HEIGHT 79 ft 1 in / 24.1 m
ANC
SFO
LAX
JFK
LHR
HKG
NRT
SIN
EZE
Typical three-class seating 555
Underfloor capacity 13 pallets or 36 LD-3s + bulk
MTOW 560t (1 235 000lb)
Powerplant GP7200 / Trent 900
Range 8 000nm (14 800km)
AIRBUS


Le Projet A380
Flexibilité
et efficacité
Business
Economy
First
Economy
Underfloor
Facilities
Cargo
Freight
Version Passager
Version Cargo
AIRBUS


Le Projet A380 - Planning
Year
Phase
99
00
01
02
03
04
05
06
Concept
Definition
Development
Concept for Product Selected
End of Concept Phase
Authorization to Offer Process
ATO
LAUNCH
Structure/Systems
Specifications Complete
Definition Phase Complete
Final Definition for MCA start
First Metal Cut
First Metal Cut
First Transport
Critical
Industrial
Commitments
FAL
Begin Flow Line
Power On
Power On
First Flight
First Flight
Type Certification
Entry Into Service
Certification
EIS/delivery
Commercial Milestone
Programme Milestone
Industrialisation Milestone
AIRBUS


A380 - Répartition du Travail
Airbus France
Airbus Deutschland
Airbus UK
Airbus España
Belairbus
Stade
St Nazaire
Getafe
Cadiz
Hambourg
Bremen
Nantes
Hambourg
St Nazaire / Méaulte
Broughton
St Eloi
Cadiz
Nantes
AIRBUS

Transport de l'A380 - Un Challenge
Broughton :
• 2 éléments
• 45 m x 12 m
• 45 tonnes
Demi-voilure
Cadiz :
• 27 m x 12 m
• 8 tonnes
Toulouse
St Nazaire :
• 23 m x 9 m x 7 m
• 44 tonnes
Hambourg :
• 25 m x 8,5 m x 7 m
• 21 tonnes
Hambourg :
• 14 m x 8,5 m x 7 m
• 12 tonnes
(entre Hamburg & St. Nazaire)
St Nazaire :
• 22 m x 8,5 m x 7 m
• 22 tonnes
(entre St. Nazaire & Toulouse)
Les dimensions des éléments à transporter excèdent la capacité du "Beluga" et d'autres moyens de transport aérien déjà existants.
AIRBUS


Transport A380
Le Concept
• Système de transport multimode
Mer, fleuve, route
• Principe Roll-on / Roll-off
• Moyens & équipement spécifiques
Bateaux maritimes
Barges fluviales
Cargo loaders dans les ports
Remorques de transport routier
• Infrastructures dédiées
Terminaux portuaires
Aires de parking
AIRBUS

Transport A380
L' axe Bordeaux - Toulouse

Concept mixte fleuve + route

- **Navigation sur la Garonne depuis le port de Bordeaux (terminal de Pauillac) jusqu'au port fluvial de Langon, au moyen de barges RoRo spécifiques**
- **Transport routier entre Langon et Toulouse au moyen de remorques routières spéciales**
- **Un itinéraire routier pour charges de Très Grand Gabarit est actuellement en phase de développement dans le Sud-Ouest de la France, pour le premier transport de l'A380**
  - Enquête publique terminée
  - Début des travaux prévu en Juin 2002

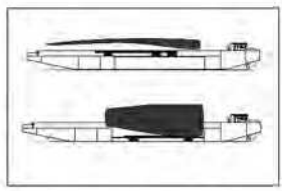
© Airbus ref. INT 785.0000/02 - 31/01/02 Page 8 AIRBUS

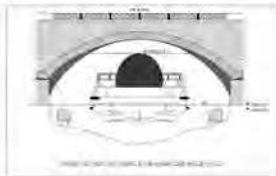
L' axe Bordeaux - Toulouse

© Airbus ref. INT 785.0000/02 - 31/01/02 Page 9 AIRBUS

Transport Fluvial de l'A380

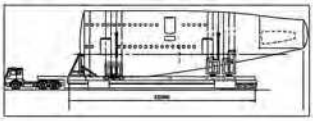
- **Barges spécialement dessinées pour la navigation sur la Garonne entre Bordeaux & Langon, équipées d'un système de ballast variable pour passer sous les ponts même en période de crues**
- **Temps de transit : 5 + 5 heures**
- **Validation par les Autorités portuaires et fluviales des paramétres opérationnels, passage du "Pont de Pierre" inclus.**



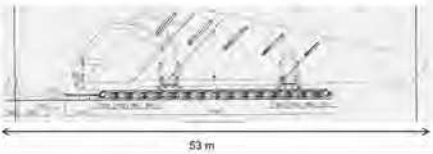


© Airbus ref. INT 785.0000/02 - 31/01/02 Page 10 AIRBUS

Transport Routier de l'A380



- Remorques routières équipées de système multi-directionnel, d'ajustement de la hauteur, de compensation de niveau et de système de guidage
- Capacité de pivotage de l'outillage de transport de la Voilure et du Stabilisateur Horizontal pour compatibilité avec le gabarit de la route
- Opérations de conduite la nuit (trajet de 3 nuits)
- 1 Base de départ à Langon et 4 aires de parking et refuges sur la route de Toulouse
- En phase de production stabilisée (4 avions par mois), 1 convoi par semaine



AIRBUS

Transport de charges volumineuses par dirigeable

Projets principaux en cours

Société	Nationalité	Modèle	Concept	Charge utile	Status	Illustration
Cargolifter	Allemande	CL160	Dirigeable non rigide	Max 160T	En dessin/constr du 1er prototype	
		CL75	Ballon	75 - 90 T	1er prototype construit	
World SkyCat	Britannique	Skycat 20	Hybride concept Dirigeable non rigide / aile aerostatique	Max 20T	Petit démonstrateur en vol 1er prototype en construction	
		Skycat 200		Max 200T	Pas commencé	
		Skycat 1000		Max 1000T	Pas commencé	
AREALL (EPFL, ONERA, DGA, ISTAR, IML) (M. Regipa)	Française	AVEA	Ensemble de ballons cylindriques "Module Aerostatique Pilotable"	Max 1000T	Phase d'étude	

AIRBUS

Transport de charges volumineuses par dirigeable

Le Projet Cargolifter CL 160

Caractéristiques techniques :

- volume enveloppe : 550.000 m³
- dimensions : diamètre 65 m, longueur 260m
- masse totale en charge : 455 T
- charge utile : 50m x 8m x 8m max 160 T
- vitesse : 90 km/h
- hauteur de vol : 2000 m
- rayon d'action : 4000 - 10.000 km

Points-clés du Projet :

- intégration des systèmes, contrôle du dirigeable, moyens de certification
- régulations opérationnelles
- ressources (bureau d'études, autorités de certification)
- financement

AIRBUS

Transport de charges volumineuses par dirigeable

Le Projet Cargolifter CL 160

Situation actuelle :

- Finalisation des contrats avec la plupart des fournisseurs (ex. GE pour les 8 unités de propulsion)
- Dessin et construction du 1er prototype en cours
  - Tests sur le materiau d'enveloppe, essais en soufflerie, tests de protection contre la foudre
  - Ergonomie de la cabine de pilotage
  - Développement d'une maquette de quille en taille réelle
  - Hangar de production terminé
  - Installation de contrôle numérique pour découpage d'enveloppe (260 m)
  - Processus de fabrication en développement
- Programme envisagé (après révision)

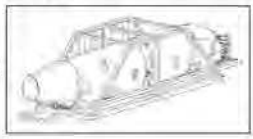
2001 - 2002 :	Fabrication pièces CL 160
2002 - 2003 :	Construction et essais CL 160
Juillet 2004 :	Premier Vol
Décembre 2007 :	Certification complète
2008 :	Service Commercial en complète effectivité

AIRBUS

Transport de charges volumineuses par dirigeable

Le Projet Cargolifter CL 160

Conclusions pour Airbus



- Le CL 160 comme concept semble applicable pour le transport des éléments de l'A380
- Le projet comporte encore des risques et des incertitudes, bien qu'ils ne soient pas perçus comme insurmontables
- Les aspects de régulations et les limitations opérationnelles sont préoccupants
- Le programme actuel n'est pas compatible avec le planning du Transport de l'A380

  1er transport A380 : fin 2003 vs CL 160 : Service Commercial en 2008
- Il faut un réseau développé en infrastructure, logistique et service pour supporter les opérations.
- Compte-tenu des risques inhérents au projet, planning inclus, le transport à un rythme industriel en complète effectivité ne pourrait pas être envisageable avant la fin de la décennie

AIRBUS

Conclusion

- **Plusieurs projets de ballon ou dirigeable pour le transport de charges lourdes ou volumineuses sont en projet ou en développement**
- **Le besoin existe, l'A380 étant un exemple**
- **L'opinion publique est informée, souhaite ce développement**
- **Les difficultés, le coût et le délai nécessaire pour un développement complet semblent en général sous-estimés**
- **Une vue de synthèse sur les technologies envisageables, leur potentiel d'utilisation et délais réalistes de mise en service serait éclairante pour les promoteurs de ces systèmes, les utilisateurs potentiels et l'opinion publique.**

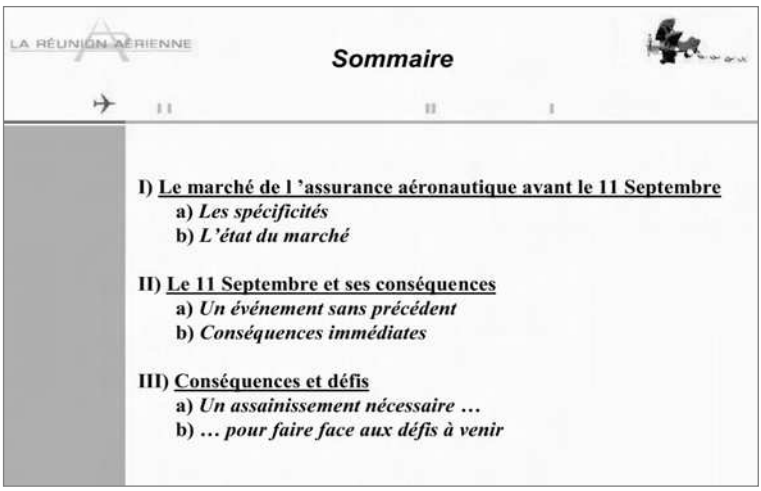
AIRBUS

ASSURANCE AVIATION APRÈS LE 11 SEPTEMBRE

André CLERC

Président-directeur général de La Réunion Aérienne et La Réunion Spatiale, correspondant de l'Académie

Conférence donnée lors de la séance du 27 juin 2002



Le marché de l'assurance aviation avant le 11 septembre 2001

LA RÉUNION AÉRIENNE

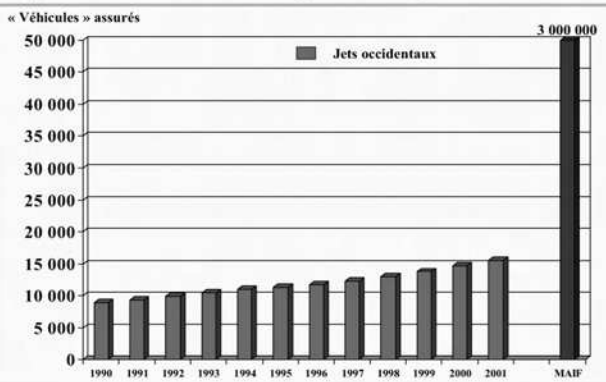
Le marché de l'assurance aviation : une niche étroite

- Prime mondiale : 2,443.7 milliards de dollars
- Dont non vie : 922 milliards de dollars
- Aviation : 0,10% de la prime mondiale

Chiffres 2000

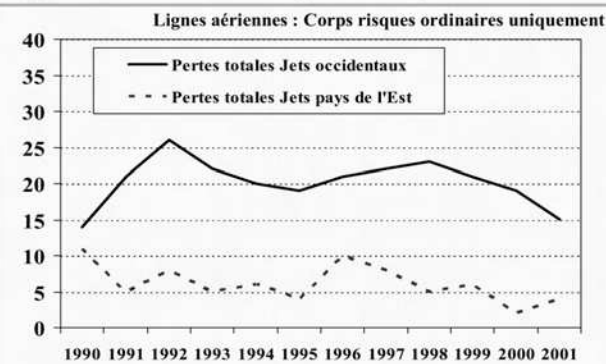
LA RÉUNION AÉRIENNE

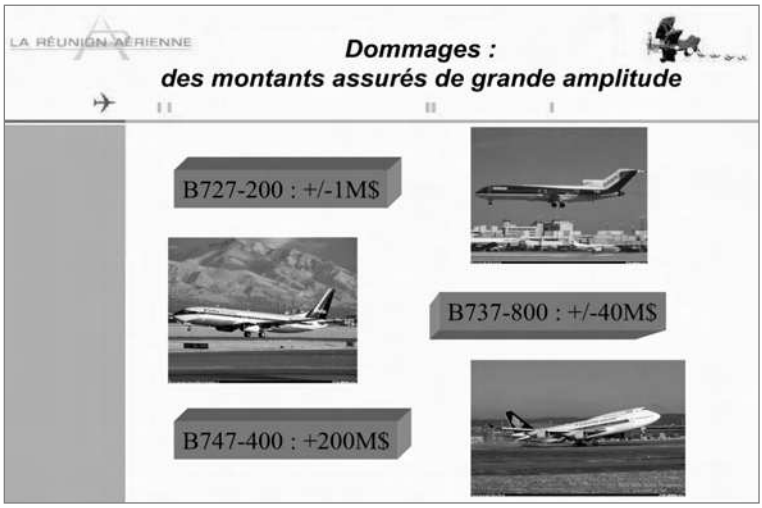
Dommages : une population assurée réduite



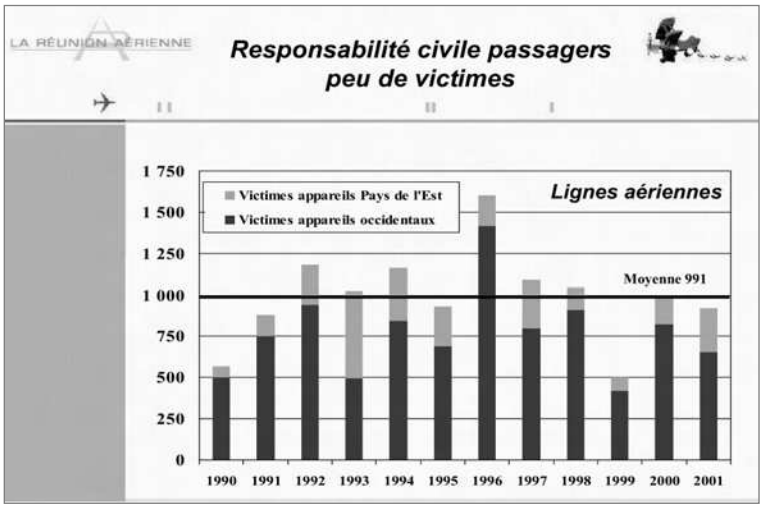
LA RÉUNION AÉRIENNE

Nombre d'accidents : Une fréquence très faible




LA RÉUNION AÉRIENNE
Dommages :
des montants assurés de grande amplitude
B727-200 : +/-1M$
B737-800 : +/-40M$
B747-400 : +200M$

LA RÉUNION AÉRIENNE
Dommages toutes causes :
y compris Risques de guerre & assimilés

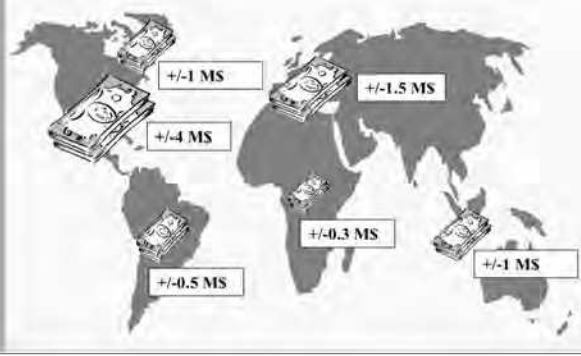

LA RÉUNION AÉRIENNE
Responsabilité civile passagers
peu de victimes
Lignes aériennes
Victimes appareils Pays de l'Est
Victimes appareils occidentaux
Moyenne 991
1 750
1 500
1 250
1 000
750
500
250
0
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001

LA RÉUNION AÉRIENNE

Des accidents parfois meurtriers

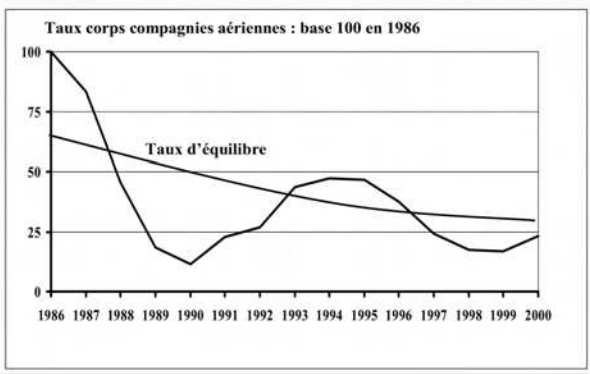
Accidents	Nombre de victimes
• PAN AM /KLM (Tenerife 03/77)	560
• JAPAN A/L (Mont Ogura 08/85)	505
• TURK HAVA YOLLARI (Ermenonville 03/74)	334
• SAUDI ARABIAN (Riyadh 08/80)	287
• AMERICAN A/L (Chicago 05/79)	258
• PAN AM (Lokerbie 12/88)	243
•SWISSAIR (Nova Scotia 09/98)	215
•GARUDA (La Mecque 07/90)	700

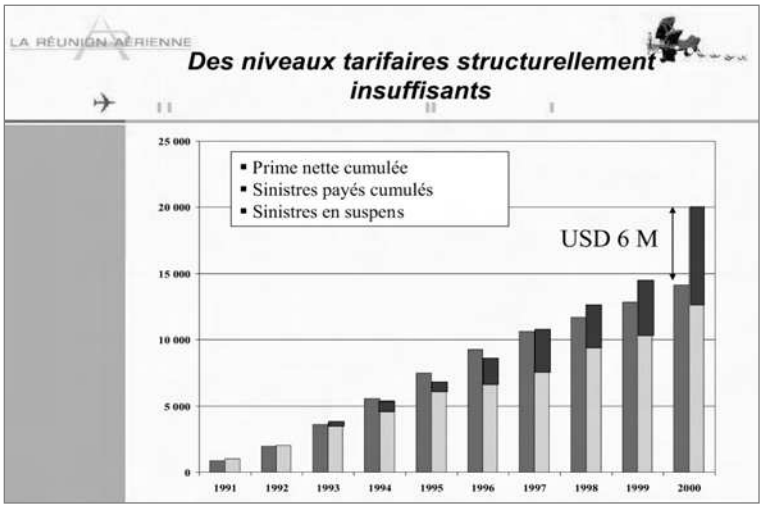
Responsabilité civile passagers des compensations variables

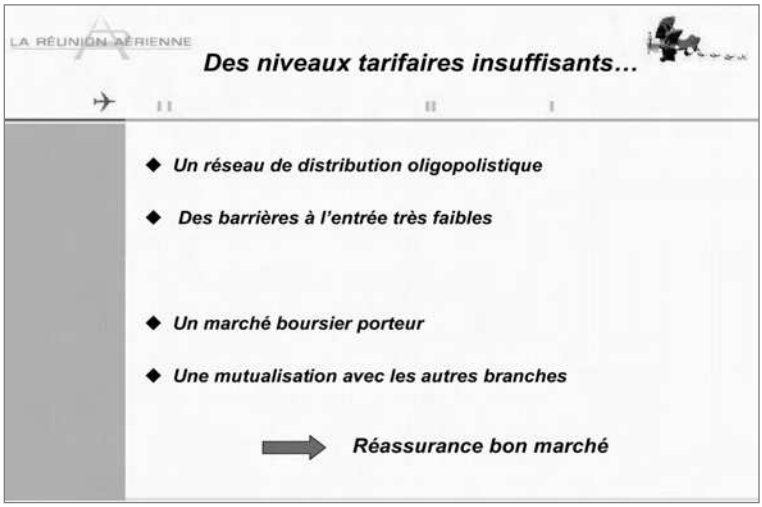


LA RÉUNION AÉRIENNE

Un marché cyclique




LA RÉUNION AÉRIENNE
Des niveaux tarifaires structurellement insuffisants
Prime nette cumulée
Sinistres payés cumulés
Sinistres en suspens
USD 6 M
25 000
20 000
15 000
10 000
5 000
0
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000


LA RÉUNION AÉRIENNE
Des niveaux tarifaires insuffisants…
Un réseau de distribution oligopolistique
Des barrières à l'entrée très faibles
Un marché boursier porteur
Une mutualisation avec les autres branches
Réassurance bon marché

Le 11 septembre 2001
et ses conséquences

LA RÉUNION AÉRIENNE

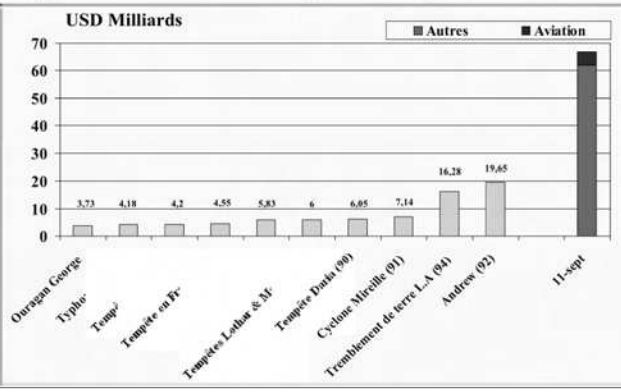
Le 11 Septembre 2001

◆ B767 (N-334AA)	WTC	92 Passagers
◆ B767 (N-612UA)	WTC	65 Passagers
◆ B757 (N-644AA)	Pentagone	64 Passagers
◆ B757 (N-591UA)	Newark	45 Passagers
		266 Passagers

+ 3 000 personnes au sol assassinées

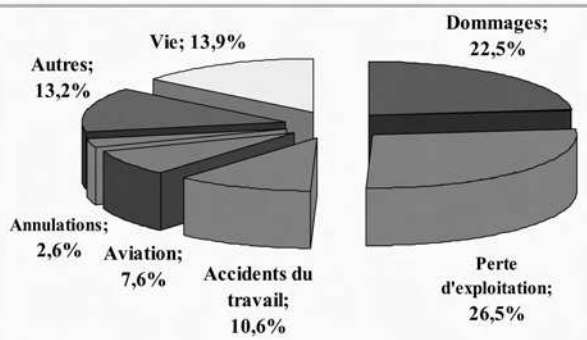
LA RÉUNION AÉRIENNE

Le 11 Septembre 2001 : Une catastrophe d'une amplitude inégalée



LA RÉUNION AÉRIENNE

Le 11 Septembre Touche l'ensemble des acteurs de l'assurance



LA RÉUNION AÉRIENNE

Conséquences immédiates

- ***Economiques***
  - Chute du trafic
  - Subventions des compagnies aériennes (Etats-Unis)
- ***Juridiques***
  - Etats-Unis : Limite des responsabilités
  - Etats-Unis : Procédure spécifique d'indemnisation (HR 2926 : 22-09-2001)

LA RÉUNION AÉRIENNE

Conséquences immédiates

- ***Assurances*** :
  - Maintien des garanties :
    - Risques ordinaires (Corps, RC pax, RC tiers) : toutes garanties
    - Risque de guerre (Corps, RC pax, RC tiers limitée à 50 M USD)
  - Mesure de survie (surcharge 1.25 $ par passager)
    - Pondérée (l'assurance ne représente que 0.4 % des dépenses des compagnies aériennes)
    - Simple et transférable (payée par le passager)
    - Intervention des pouvoirs publics (ou du marché de l'assurance) en excédant de 50 M$ de limite risque de guerre
    - Baisse de la capacité

LA RÉUNION AÉRIENNE

Conséquences immédiates

- Intervention des pouvoirs publics (ou du marché de l'assurance) en excédant de 50 M$ de limite risque de guerre
- Baisse de la capacité

LA RÉUNION AÉRIENNE

Changement de la nature du produit

- *Prise de conscience de la valeur et de l'importance du produit*
  - *Par les assurés (modification des critères d'achat)*
  - *Par les assureurs (nouvelle évaluation des risques)*
- *Modification des niveaux de décision*
  - *Assurés : Directeurs financiers*
  - *Assureurs : Comités et conseils*

LA RÉUNION AÉRIENNE

Les défis à venir :

- *Fin de la menace terroriste ?*
- **La responsabilité des lignes aériennes et la garantie des risques inhérents à cette menace**
- **L'augmentation du trafic sur les aéroports et les problèmes que cela engendre : Intrusions de piste**
  - **Avertissement FAA**
  - **Linate (9-10-2001) 126 victimes**
  - **Le concept du Hub sera-t-il encore longtemps viable ?**
  - **Le montant de garantie d'assurance n'est plus lié au type d'avion**

LA RÉUNION AÉRIENNE

Les défis à venir :

- **Nouveaux équipements**
  - **Airbus A-380 : Garantie responsabilité civile de 3 Milliards de dollars par avion**

OZONE STRATOSPHÉRIQUE : Les effets du protocole de Montréal sont-ils discernables ?

Gérard MÉGIE

Professeur à l'Université Pierre et Marie Curie, président du CNRS, co-président du Comité scientifique des parties au protocole de Montréal, correspondant de l'Académie

Conférence donnée lors de la séance du 26 septembre 2002

Afin de répondre aux obligations du protocole de Montréal, un rapport sur l'état des connaissances scientifiques concernant la couche d'ozone stratosphérique a été élaboré par la communauté scientifique internationale, au cours des années 2001 et 2002. Il met en évidence les principaux points suivants :

- dans la troposphère, les observations montrent que l'abondance totale des substances appauvrissant la couche d'ozone continue à diminuer depuis les valeurs maxima observées en 1992-1994. Celle-ci est principalement due aux constituants chlorés, dans la mesure où les constituants bromés, issus des halons, continuent à augmenter, mais à un rythme moins rapide que celui observé en 1998. Dans la stratosphère, l'abondance totale des constituants chlorés atteint son maximum, alors que celle des constituants bromés continue à augmenter ;
- dans les régions polaires, la réduction importante (près de 60%) de l'épaisseur de la couche d'ozone qui se produit au printemps, au dessus du continent antarctique, a été observée de façon constante au cours de la dernière décennie. Dans l'Arctique, des diminutions de l'ordre de 30% de l'épaisseur de la couche d'ozone ont été observées au cours des hivers particulièrement froids de la même période ;

- aux moyennes latitudes, une réduction de l'épaisseur de la couche d'ozone persiste qui atteint 3% et 6% en moyenne annuelle, respectivement dans l'hémisphère Nord et dans l'hémisphère Sud ;
- le retour de l'épaisseur de la couche d'ozone aux valeurs observées dans les années 1960 reste lié en premier lieu à la diminution des constituants chlorés et bromés dans la stratosphère, mais est également influencé par d'autres facteurs liés au changement climatique et à l'émission de gaz à effet de serre, et notamment le refroidissement observé des températures stratosphériques au cours de la dernière décennie. De ce fait, les modèles ne prédisent une diminution des phénomènes observés en Antarctique qu'à partir de 2010. Dans l'Arctique la variabilité naturelle plus importante rend de telles prédictions plus difficiles, mais l'occurrence de destruction de la couche d'ozone de l'ampleur de celle observée en Antarctique reste peu probable ;
- les nouvelles observations effectuées depuis 1998, avec des systèmes de mesure adaptés, confirment l'augmentation du rayonnement ultra-violet en réponse à la diminution de l'épaisseur de la couche d'ozone ;
- le couplage entre la diminution de la couche d'ozone stratosphérique et les changements climatiques est scientifiquement démontré et opère dans les deux sens. Il implique le développement de nouvelles recherches afin d'en assurer une meilleure quantification.

Ces résultats confirment que le protocole de Montréal atteint ses objectifs et que la tendance à la diminution de la couche d'ozone stratosphérique du fait des émissions anthropiques devrait s'inverser au cours des prochaines décennies. Cependant, dans la mesure où la concentration en constituants chlorés atteint aujourd'hui son maximum dans la stratosphère, la couche d'ozone reste particulièrement vulnérable et il importe que les réglementations qu'implique le protocole de Montréal soient respectées à la lettre. D'autant que les possibilités d'accélérer encore le retour à l'équilibre sont aujourd'hui très limitées, et que le non respect du protocole ne peut que retarder ou même empêcher ce retour. Enfin, le couplage observé entre la destruction de l'ozone stratosphérique et les changements climatiques implique une approche politique commune de ces problèmes.

L'AVION DE COMBAT FUTUR ET LE JSF JOINT STRIKE FIGHTER

Bruno REVELLIN-FALCOZ

Vice-président directeur général de Dassault Aviation

Conférence donnée lors de la séance du 29 novembre 2002

Très bien documentée et présentée, la conférence met en relief des points importants pour l'industrie aéronautique française et européenne, dont on mentionne ici quelques-uns, certains tirés de la discussion qui a suivi.

- Le programme JSF – Joint Strike Fighter, en fait le F-35 – est bien lancé et progresse rapidement pour équiper les unités entre 2005 et 2030. Multifonctions, il est prévu essentiellement pour l'intervention Air-Sol, complémentaire du F-22, et théoriquement destiné à s'intégrer dans un système complexe permettant de simplifier son équipement, donc de diminuer son coût. Cependant, il ne devrait pas échapper à l'augmentation classique de la complexité.
- Le concept d'un tronc commun aux trois clients USAF, USN et USMC risque de souffrir de la complexité de l'atterrissage vertical.
- L'interopérabilité avec les forces américaines est présentée comme un atout majeur aux clients étrangers. Ce point est sujet à caution à la lumière des récents conflits.
- Il y a une volonté américaine ouvertement affichée de "tuer" l'industrie aéronautique militaire européenne.
- Trois niveaux de coopération sont offerts aux Européens et autres, moyennant une "cotisation" d'entrée :
  - partenaires influents : aujourd'hui seulement la Grande-Bretagne
  - partenaires associés ou informés : Pays-Bas, Norvège, Danemark, Canada, Italie
  - participants majeurs : Singapour, Turquie, Israël.

- Cependant, une seule chaîne de fabrication est prévue, à Fort Worth, les étrangers n'étant donc que des sous-traitants, entièrement dépendants des approvisionnements US.
- Aujourd'hui, les états-majors européens se préoccupent essentiellement de la mise en place des matériels actuels (Eurofighter-Rafale). De plus, le JSF pourrait être à terme le complément Air-Sol à l'Eurofighter Air-Air.
  En l'absence de besoin européen à court terme, les clients (états-majors) ne s'intéressent pas à une stratégie à long terme, ce qui laisse le champ libre à la promotion du JSF, l'industrie européenne elle-même s'intéressant plus à ses problèmes financiers immédiats (par exemple BAE) qu'à son devenir "européen" à long terme. La seule réflexion utile se situe dans l'ETAP.

En résumé

- Les arguments promotionnels américains sont alléchants mais ne résistent pas trop à une analyse critique.
- Le danger de la mort annoncée de l'industrie aéronautique militaire européenne est évident pour les spécialistes, mais pas forcément pour les décideurs politiques.
- Il est urgent de rendre ces derniers conscients de ce danger.
- Les drones sont encore loin d'offrir une crédibilité suffisante pour contrer le programme JSF déjà implanté en Europe.

LE MISSILE ASTER

Alain CHARMEAU

Directeur du programme Aster chez MBDA-France

présenté par **Pierre DUBOIS**

PDG de MBDA-France

Conférence donnée lors de la séance du 30 janvier 2003

- LE PROGRAMME ASTER
- ENJEUX POLITIQUES, OPERATIONNELS, INDUSTRIELS
- PRINCIPES PHYSIQUES ET SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES
- CONSTRUCTION DE LA COOPERATION EUROPEENNE
- SITUATION ACTUELLE et PERSPECTIVES

LES CARACTÉRISTIQUES DU PROGRAMME ASTER

- Émergence d'un nouveau besoin opérationnel de défense anti-aérienne

  Le missile anti-missile

- Volonté politique française
  - d'autonomie des moyens de protection
  - de développement des capacités technologiques et industrielles
- Solutions techniques innovantes
  - PIF-PAF
  - autodirecteur
- La **coopération internationale** pour résoudre les impasses budgétaires
- Maîtrise du pilotage d'un programme international complexe
- Succès commerciaux

ENJEUX POLITIQUES

- En 1980, les seuls systèmes de défense antiaérienne de moyenne portée sont Russes (SA ...) ou Américains :

  HAWK, PATRIOT, TARTAR, STANDARD MISSILE (SM1, SM2)

- Pour le futur porte-avions et la défense des bases aériennes, la France souhaite se doter de ses propres moyens de protection
  - Adaptés à la menace moderne
  - D'un coût d'utilisation plus compétitif
- Comme pour le renseignement, l'autonomie des moyens de protection permet
  - la liberté d'intervention sur théâtres extérieurs
  - le développement d'une Europe de défense
  - d'apporter une contribution majeure lors d'opérations internationales

ASTER

ENJEUX OPÉRATIONNELS

- Depuis les années 70, évolution radicale de la menace aérienne

Diversité des cibles	Avions, missiles anti-navires, missiles de croisière, drônes, missiles anti-radars, air-sols tirés à distance de sécurité, hélicoptères, missiles balistiques
Menace omnidirectionnelle	Atténuation du conflit est-ouest, attaques combinées, nouveaux théâtres
Défense de zone	Protection de convois maritimes, de points de débarquements, de troupes en mouvement
Transportabilité/Mobilité	Opérations extérieures navales et terrestres, avec des effectifs réduits

MBDA

ASTER

ENJEUX INDUSTRIELS

- Enjeu technologique

  ⇨ Développer les compétences de l'industrie française dans les domaines
  - Radar
  - Missiles (anti-navires, anti-chars, sol air courte portée Roland)
  - Equipements (autodirecteur, navigation, pilotage, propulsion)

- Enjeu commercial

  ⇨ Prolonger le succès commercial des Sol-Air Courte Portée français : 200 GF à l'exportation dans les années 70 et 80

  ⇨ Conquérir une part de marché des Sol-Air Moyenne Portée, historiquement sous monopole US

Objectif : 15 000 M€

MBDA

ASTER

LE MISSILE ANTI-MISSILE

- De l'anti-aérien à l'anti-missile
  - Vitesse et manœuvrabilité des cibles plus élevées
  - Destruction structurale des cibles pour interrompre leurs missions

MBDA

LES SAUTS TECHNOLOGIQUES

Diviser par 10 la distance de passage

Diviser par 10 le temps de réponse de pilotage

PRINCIPES PHYSIQUES

- Forte manœuvrabilité : 3 fois la manœuvrabilité de la cible — 50 g

$$\Gamma = k\frac{V^2}{m}$$

Vitesse Maxi élevée — M 4,5

Masse minimum — 115 kg

- Faible temps de réponse

$$\Gamma = \frac{F}{m}$$

Poussée au centre de gravité

PIF

PRINCIPAUX CHOIX DE CONCEPTION

MISSILE A DEUX ETAGES SEPARABLES

Manœuvrabilité maximale sur un large domaine d'emploi

LANCEMENT VERTICAL

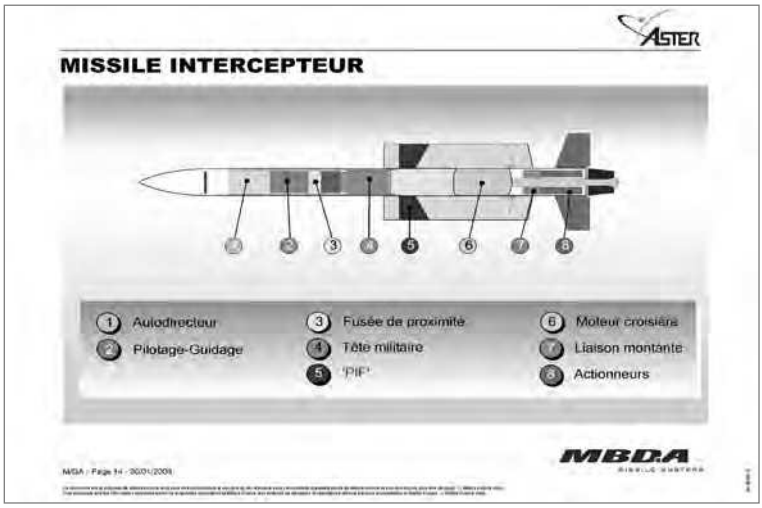
Temps de réaction face aux menaces omnidirectionnelles

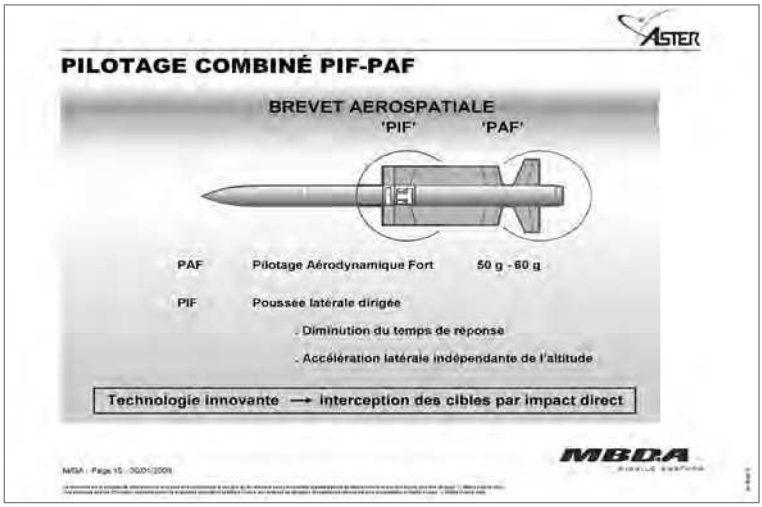
AUTODIRECTEUR ACTIF

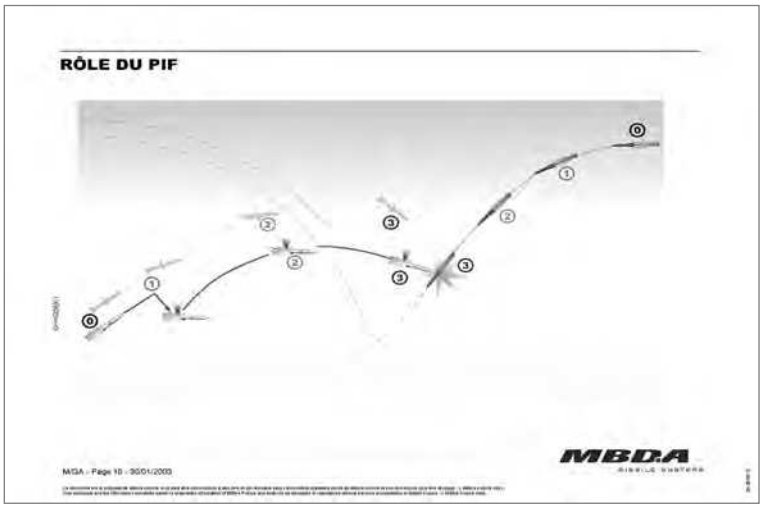
Précision d'interception, puissance de feu

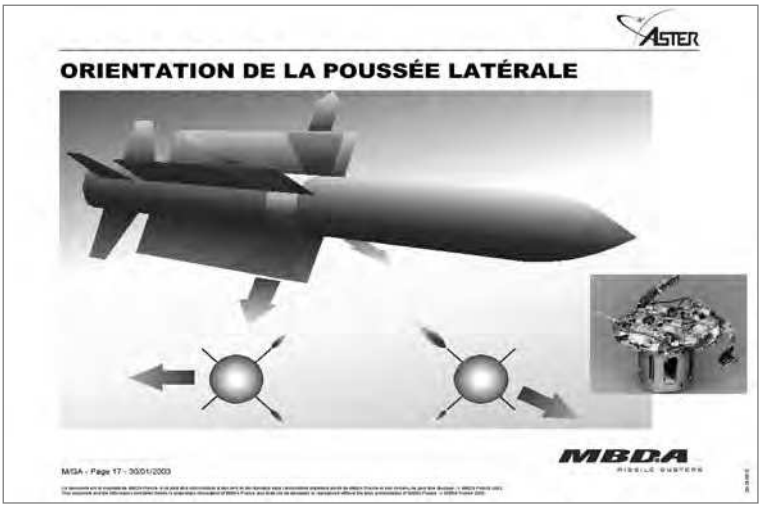
PIF-PAF

Impact direct, efficacité terminale

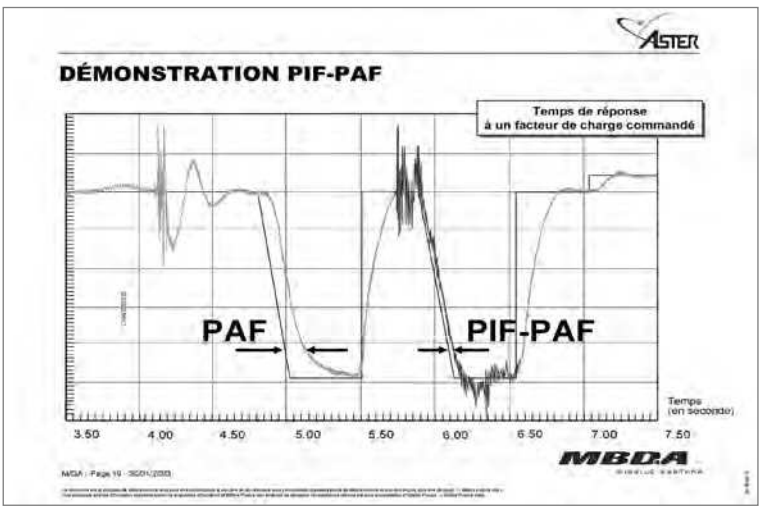

ASTER
MISSILE INTERCEPTEUR
1 Autodirecteur
2 Pilotage-Guidage
3 Fusée de proximité
4 Tête militaire
5 'PIF'
6 Moteur croisière
7 Liaison montante
8 Actionneurs
MBDA
MISSILE SYSTEMS


ASTER
PILOTAGE COMBINÉ PIF-PAF
BREVET AEROSPATIALE
'PIF' 'PAF'
PAF Pilotage Aérodynamique Fort 50 g - 60 g
PIF Poussée latérale dirigée
. Diminution du temps de réponse
. Accélération latérale indépendante de l'altitude
Technologie innovante → interception des cibles par impact direct
MBDA
MISSILE SYSTEMS

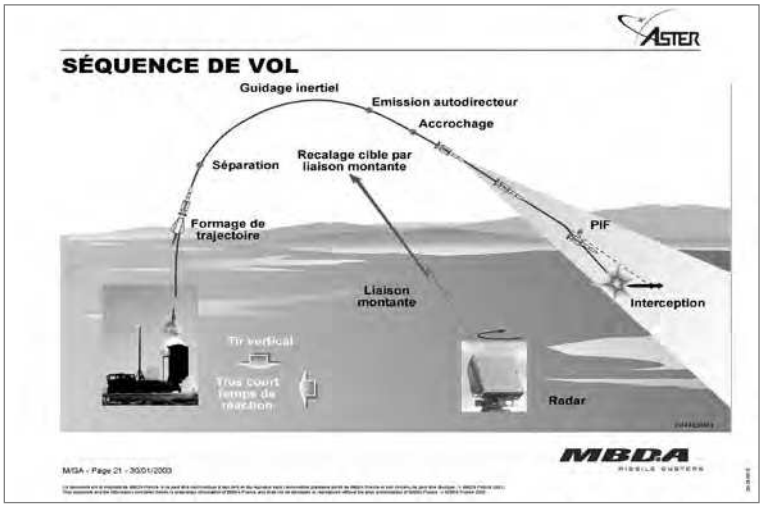

RÔLE DU PIF
MBDA
MISSILE SYSTEMS

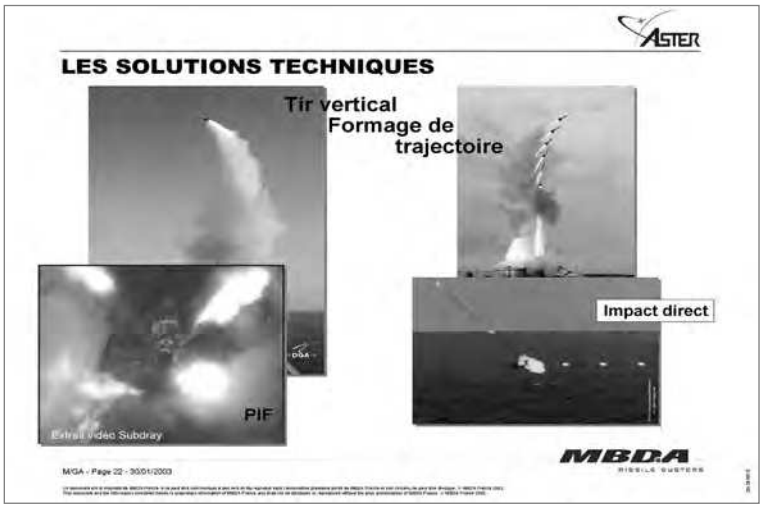

ASTER
ORIENTATION DE LA POUSSÉE LATÉRALE
MBDA
MISSILE SYSTEMS
MGA - Page 17 - 30/01/2003

INTERACTIONS DE JETS, en soufflerie gaz chauds
MBDA
MISSILE SYSTEMS
MGA - Page 18 - 30/01/2003


ASTER
DÉMONSTRATION PIF-PAF
Temps de réponse
à un facteur de charge commandé
PAF
PIF-PAF
Temps
(en seconde)
3.50
4.00
4.50
5.00
5.50
6.00
6.50
7.00
7.50
MBDA
MISSILE SYSTEMS
MGA - Page 19 - 30/01/2003

ASTER
EFFICACITÉ DE LA CHARGE MILITAIRE
Missile anti-navire supersonique
MBDA
MISSILE SYSTEMS
MGA - Page 20 - 30/01/2003


ASTER
SÉQUENCE DE VOL
Guidage inertiel
Emission autodirecteur
Accrochage
Séparation
Recalage cible par liaison montante
Formage de trajectoire
PIF
Liaison montante
Interception
Tir vertical
Tirs court temps de réaction
Radar
MBDA
MISSILE SYSTEMS
MGA - Page 21 - 30/01/2003


ASTER
LES SOLUTIONS TECHNIQUES
Tir vertical
Formage de trajectoire
Impact direct
PIF
Extrait video Subdray
MBDA
MISSILE SYSTEMS
MGA - Page 22 - 30/01/2003

LES SOLUTIONS TECHNIQUES

- Validations au sol
  - Simulations éléments réels
  - Tirs au bancs
- Premiers tirs en vol

Film des premiers essais

MBDA

ASTER

COOPÉRATION EUROPÉENNE

3 décisions majeures

- Des systèmes navals et terrestres avec le même missile
- Une famille de missiles avec un fort tronc-commun
- L'intégration industrielle

MBDA

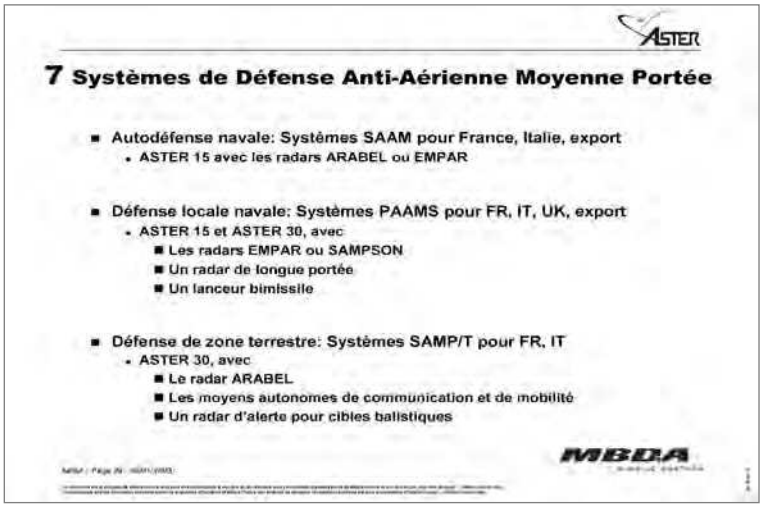
ASTER

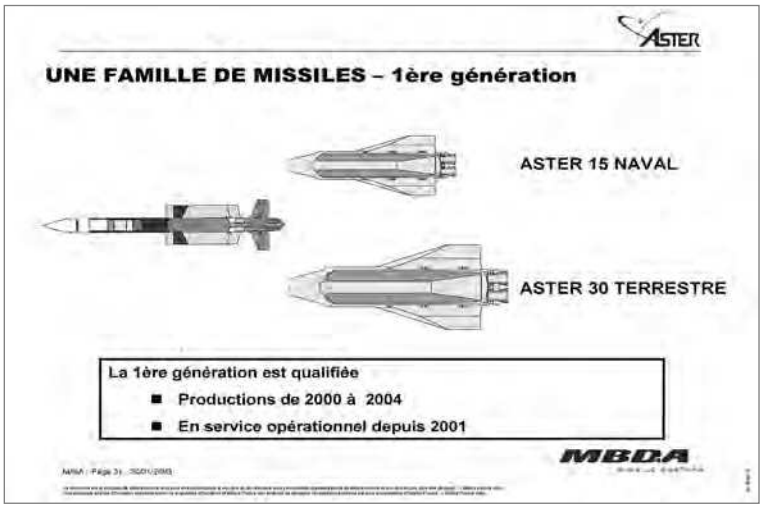
7 Systèmes de Défense Anti-Aérienne Moyenne Portée

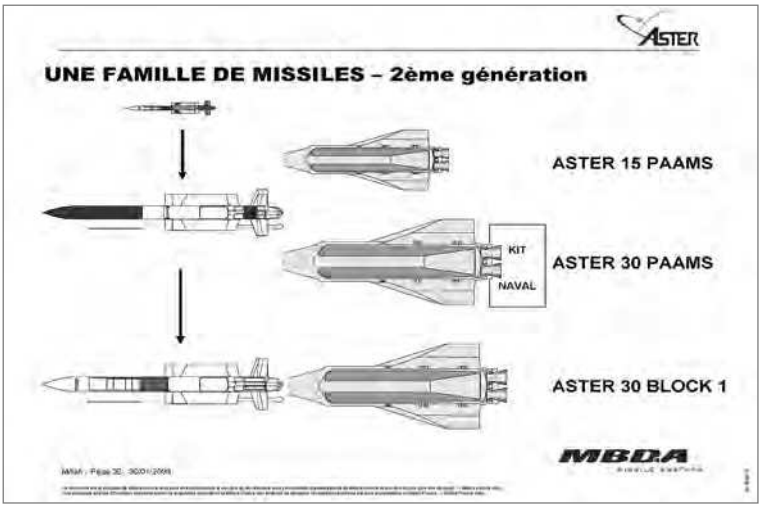
- Par combinaison des versions de missiles avec les radars choisis par les clients, constitution de
  - 5 Systèmes de Défense Navale
    - 2 Systèmes d'autodéfense
      - Protection de bâtiments de grande valeur: Porte-avions
    - 3 Systèmes de défense locale
      - Protection de convois, de zones de débarquement
  - 2 Systèmes de Défense Terrestre
    - Protection des bases aériennes et des zones sensibles
    - Évolution vers la prise en compte de menaces balistiques

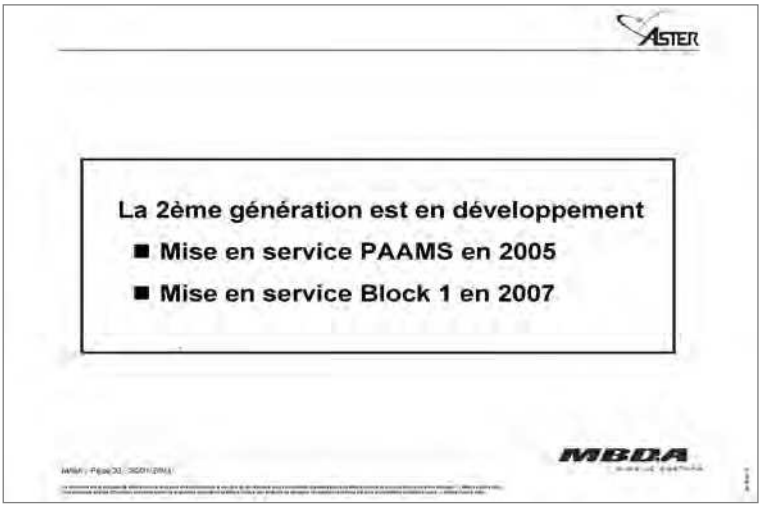
MBDA

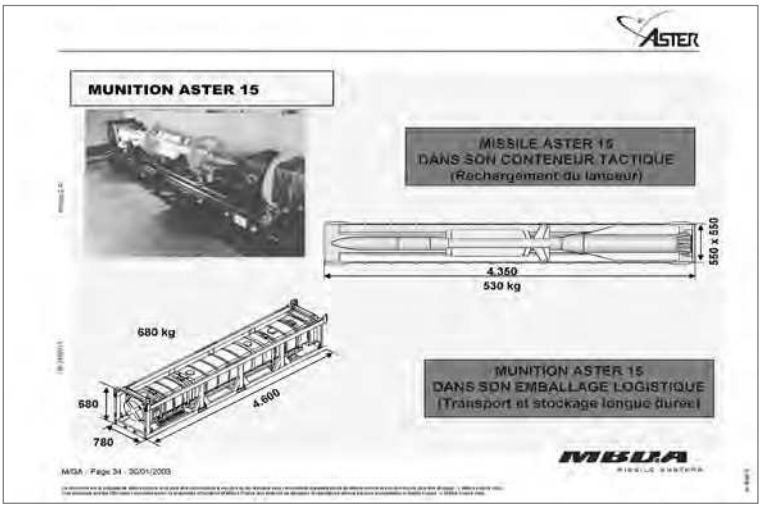
ASTER FAMILY
SAAM/FR and EXPORT :
ARABEL RADAR
ASTER 15
SAMP/T : ARABEL RADAR
ASTER 30
ASTER Kill Vehicle : Anti-Missile Weapon By Design
SAAM/IT : EMPAR RADAR
ASTER 15
EXPORT : CELIA RADAR
ASTER 15 and 30
PAAMS :
EMPAR/SAMPSON RADARS
ASTER 15 and 30
MBDA

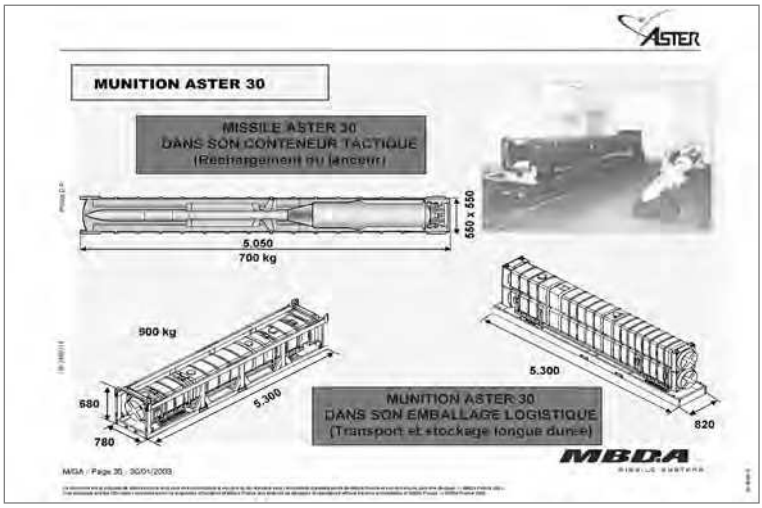

ASTER
7 Systèmes de Défense Anti-Aérienne Moyenne Portée
Autodéfense navale: Systèmes SAAM pour France, Italie, export
ASTER 15 avec les radars ARABEL ou EMPAR
Défense locale navale: Systèmes PAAMS pour FR, IT, UK, export
ASTER 15 et ASTER 30, avec
Les radars EMPAR ou SAMPSON
Un radar de longue portée
Un lanceur bimissile
Défense de zone terrestre: Systèmes SAMP/T pour FR, IT
ASTER 30, avec
Le radar ARABEL
Les moyens autonomes de communication et de mobilité
Un radar d'alerte pour cibles balistiques
MBDA


ASTER
UNE FAMILLE DE MISSILES – 1ère génération
ASTER 15 NAVAL
ASTER 30 TERRESTRE
La 1ère génération est qualifiée
Productions de 2000 à 2004
En service opérationnel depuis 2001
MBDA


ASTER
UNE FAMILLE DE MISSILES – 2ème génération
ASTER 15 PAAMS
KIT
NAVAL
ASTER 30 PAAMS
ASTER 30 BLOCK 1
MBDA


ASTER
La 2ème génération est en développement
■ Mise en service PAAMS en 2005
■ Mise en service Block 1 en 2007
MBDA


ASTER
MUNITION ASTER 15
MISSILE ASTER 15
DANS SON CONTENEUR TACTIQUE
(Rechargement du lanceur)
550 x 550
4.350
530 kg
680 kg
680
780
4.600
MUNITION ASTER 15
DANS SON EMBALLAGE LOGISTIQUE
(Transport et stockage longue durée)
MBDA


ASTER
MUNITION ASTER 30
MISSILE ASTER 30
DANS SON CONTENEUR TACTIQUE
(Rechargement du lanceur)
550 x 550
5.050
700 kg
900 kg
680
780
5.300
5.300
820
MUNITION ASTER 30
DANS SON EMBALLAGE LOGISTIQUE
(Transport et stockage longue durée)
MBDA

ASTER
COOPÉRATION EUROPÉENNE
Le développement de la famille de missile ASTER est financé par 3 pays Européens, pour 6 Armées, à travers plusieurs contrats notifiés entre 1988 et 2000
France
Armée de Terre, Armée de l'Air, Marine
Italie
Armée de Terre, Marine
Royaume Uni
Marine
Ces clients de référence ont permis l'obtention de 2 premiers marchés export
16 Systèmes, 400 missiles déjà commandés
25 Systèmes, 1300 missiles espérés en commande 2003
MBDA

ASTER
NOS PARTENAIRES POUR LES SYSTÈMES
THALES
Partenaire de MBDA pour la maîtrise d'œuvre de Systèmes
Fournisseur des Conduites de tir ARABEL Naval et Terrestre
AMS IT et AMS UK (Joint Venture BAE SYSTEMS / FIN-MECCANICA)
Fournisseur des radars EMPAR (IT), SAMPSON (UK), T1850L (UK)
MBDA UK
Maître d'œuvre du système PAAMS (S)
MBDA IT
Partenaire majeur pour les missiles et les lanceurs
MBDA

NOS PARTENAIRES POUR ASTER

- MBDA (FR)
  - Maîtrise d'œuvre, équipements de pilotage, calculateur, intégration finale
- MBDA (IT)
  - Autodirecteur, Fusée, Bloc senseur, Récepteur de liaison montante, Logiciel
  - Intégration de la Pointe avant des missiles
- CELERG (FR)
  - Accélérateur ASTER 15, propulseur missile
- Thales (FR)
  - Sous-ensembles autodirecteurs et fusée
- FIAT AVIO (IT)
  - Accélérateur ASTER 30, empennages
- INSYS (UK) et OTO MELARA (IT)
  - Production d'éléments de conteneurs et cône inter-étages
- SIMMEL (IT) et TDA (FR)
  - Têtes militaires
- LUCAS (UK), ASB (FR), NEXANS (BE), …

L'INTÉGRATION INDUSTRIELLE

- 2 stratégies industrielles différentes
  - Radars
    - Partage historique des marchés entre Arabel et Empar
    - Concurrence entre Thales (FR - NL) et AMS (UK - IT)
      - Plus de 7 radars en Europe pour les systèmes Sol/Surface-Air
      - Peu de continuité dans les évolutions des produits
  - Missiles
    - Intégration industrielle complète
      - Source unique en développement et en série
    - Priorité à la compétitivité par rapport au « juste retour »
    - Évolution continue des produits
    - L'intégration de MBDA va encore renforcer cette stratégie industrielle

COOPÉRATION EUROPÉENNE

- La coopération Européenne a permis
  - De fiabiliser le programme sur une très longue durée
    - Enjeux politiques aussi importants que les enjeux opérationnels/industriels
    - Création de l'OCCAR
  - De faire front à la présence US en Europe
    - Pays-Bas, Allemagne, Italie (Armée de l'Air), Espagne
  - D'obtenir des prix de missiles compétitif
    - Tailles de commandes (presque) comparables aux quantités US
    - Recherche des meilleures compétences industrielles

L'HISTORIQUE DU PROGRAMME ASTER

1983 Premiers accords DGA – Aerospatiale – Thomson pour les développements technologiques

1988 Contrat de développement ASTER 15, aprés compétition Aerospatiale – Matra

1990 Contrat franco-italien : lancement d'ASTER 30 terrestre

1996 Premiéres interceptions de cibles réussies

1997
- Commande des ASTER 15 de série pour le Charles de Gaulle
- Premier contrat export

1999
- Acquisition d'ASTER par la Marine Britannique
- Lancement d'ASTER 30 naval

2000
- Deuxième contrat export
- Lancement d'ASTER 30 Block 1, anti-missiles balistiques

2002 Tir opérationnel depuis le Charles de Gaulle

SITUATION ACTUELLE DU PROGRAMME

1. ASPECTS INDUSTRIELS

- Efficacité démontrée dans 3 domaines
  - Choix techniques
  - Importance des modélisations et simulations
  - Pilotage de la coopération Européenne
- Qualifications ASTER 15 et ASTER 30 acquises
  - Taux de succès en tir très élevé
  - Premier tir opérationnel réussi
- Versions améliorées déjà commandées en série

SITUATION ACTUELLE DU PROGRAMME

2. ASPECTS COMMERCIAUX

- 8 000 M€ de commandes cumulées, à fin 2003
- Premiers clients export avant même les mises en service des systèmes Européens
- Alternative crédible à la concurrence US et Russe
- Engagement politique de la France pour la protection anti-missile balistique

PERSPECTIVES

1. ÉVOLUTION OPÉRATIONNELLE

- Importance croissante des menaces :
  - missiles de croisière
  - missiles balistiques
- Développement des moyens de communication/commandement
  - systèmes en architecture distribuée
  - réseau de senseurs
- Forces d'interventions multinationales
  - interopérabilité

PERSPECTIVES

2. ÉVOLUTION INDUSTRIELLE

- ASTER est le programme fédérateur de l'intégration européenne de MBDA
  - Rentabiliser la production de série
  - Conquérir une part de marché export
  - Développer la gamme de produits
- Rationalisation nécessaire de l'industrie des radars en Europe, ou Europe-USA
- Coopération transatlantique à définir pour la défense anti-missiles balistiques

ROBERT ESNAULT-PELTERIE : PIONNIER FRANÇAIS DE LA PROPULSION-FUSÉE

Jacques VILLAIN

Directeur chargé du Rayonnement international du groupe Snecma, membre de l'Académie

Conférence publique donnée lors de la séance du 12 février 2004

Un pionnier de l'aéronautique

Robert Esnault-Pelterie naît à Paris le 8 novembre 1881. En 1902, il est licencié ès sciences à la Sorbonne et, dès cette année, se consacre à l'aviation alors naissante.

En 1904, il construit son premier appareil, un biplan sans queue avec des ailes entoilées qu'il fait tracter par une auto. Son approche est d'abord analytique. Il s'agit en effet de comprendre les phénomènes qui régissent le vol des plus lourds que l'air. Pour lui, l'ingénieur, l'expérimentation et la compréhension passent avant les vols à caractère sensationnel à l'inverse de beaucoup de pionniers de l'époque. Le résultat de ses expérimentations lui permet de réaliser, en 1906, un avion monoplan à structure métallique doté d'un moteur en étoile à nombre impair de cylindres dont il est également l'inventeur. Il équipe aussi cet avion de plusieurs autres de ses inventions : un "manche à balai" et un train d'atterrissage oléo-pneumatique notamment.

En 1908, il crée à Boulogne-Billancourt une usine d'aviation.

De 1908 à 1914, il construit plusieurs types d'avions qui battent de nombreux records. Son activité ne s'arrête pas à la technique. En 1908, il est cofondateur de l'Association des Industriels de la Locomotion Aérienne qui va bientôt fusionner avec la Chambre syndicale des industries aéronautiques qu'il préside pendant 11 ans. Dès 1909, il est président de la commission exécutive qui organise les

premières expositions internationales d'aéronautique desquelles naîtra le célèbre Salon du Bourget. Et, en 1913, il devient président du comité d'aviation de l'Aéro-Club de France.

Des avions aux fusées

Robert Esnault-Pelterie est un pionnier dans beaucoup de domaines. C'est un ingénieur doublé d'un talentueux inventeur. De l'aéronautique, il va passer à l'astronautique, d'ailleurs sans le savoir puisque ce mot ne va être inventé qu'en décembre 1927 par l'écrivain J.H. Rosny Aîné, le père du roman "*La Guerre du feu*" et président de l'Académie Goncourt, c'est-à-dire plus de 20 ans après le commencement de ses études relatives à la conquête de l'espace.

Dans les années 1920, Robert Esnault-Pelterie connu aussi sous le pseudonyme de REP, pseudonyme qu'il affectionne, mentionnera que son intérêt pour les fusées et plus généralement pour l'astronautique a commencé dès 1907. La première trace de cet intérêt apparaît de fait, le 26 juillet 1908, dans un livre du capitaine Ferber intitulé, "*De crête à crête, de ville à ville, de continent à continent*" qui évoque les premières études de REP.

Mais, c'est en février 1912 à Saint-Pétersbourg que, pour la première fois, il prend date avec l'histoire de la conquête spatiale en prononçant une conférence qu'il reproduit le 15 novembre suivant devant la Société française de Physique. Le titre de cette conférence est sibyllin : "*Considérations sur les résultats d'un allégement indéfini des moteurs*". Elle s'intéresse au fonctionnement des fusées et examine ses applications pour les voyages interplanétaires et notamment pour un voyage Terre-Lune. Dès cette époque, REP fonde de grands espoirs sur la propulsion atomique…lorsqu'elle sera maîtrisée. Plus précisément, il examine l'énergie délivrée par un kilogramme d'oxygène et d'hydrogène, de poudre (fulmicoton et chlorate de potasse) ou de radium et indique que c'est ce dernier qui dégage le plus d'énergie. Là, REP fit preuve d'une vision extraordinaire surtout lorsque l'on sait que la radioactivité venait à peine d'être découverte (1896) par Pierre et Marie Curie et Henri Becquerel.

REP avait donc choisi un titre non provocateur pour cette conférence. Il craignait en effet que l'idée de conquérir la Lune et les étoiles soit considérée comme farfelue et provoque l'ire ou les sarcasmes des membres de la Société française de Physique. Il dira plus tard : "*il me fallut prendre de multiples précautions oratoires et notamment déguiser l'objet réel de mon discours sous un titre anodin*." Il ajoutait : "*Je me souviens encore du sourire sarcastique de mes auditeurs qui n'avaient pas du tout prévu la teneur de mon exposé, ainsi que l'effarement du secrétaire général, Amédée Guillet, quand il fallut publier de semblables élucubrations au Bulletin (de la Société française de Physique). Inutile de dire combien les lignes et même les mots me furent rognés !*" Bref, plus important, cette conférence est la première étude française purement scientifique marquant la naissance de l'astronautique française et, par certaines des idées, mondiale. Elle complète donc les premiers travaux théoriques du Russe Constantin

Tsiolkovski parus en 1903 et paraît sept ans avant la publication de l'Américain Robert Hutchings Goddard intitulée "*A Method of Reaching Extreme Altitudes*" en attendant celle d'Oberth, "*Die Rakete zu den Planetenräumen*" en 1923.

Dès cette époque, comme les autres pionniers, REP a le souci d'intéresser les pouvoirs publics à ses études, à la fois parce qu'il croit en l'avenir de l'astronautique mais aussi pour obtenir des crédits mais il a un souci majeur : garder le secret vis-à-vis des Allemands. C'est un souci qui l'animera pendant toutes ses recherches tant sa haine des Allemands est grande.

Robert Esnault-Pelterie et les autres pionniers : Tsiolkovski, Goddard et Oberth

Pendant les trente premières années du XXe siècle, quatre scientifiques souvent dénommés "les quatre grands pionniers de l'astronautique" et précédemment cités réfléchissent aux voyages interplanétaires et en établissent les bases. De fait, ils se retrouvent en compétition tout en échangeant des idées par courrier et souvent en rappelant à leurs collègues l'antériorité de leurs idées.

Ainsi, en 1920, REP entretient une correspondance avec Goddard dont les études commencent à être connues en Europe. Le 10 mai 1920, il répond à une lettre de l'Américain alors professeur au Clark College de Worcester dans le Massachusetts. Il lui propose de parler de ses travaux devant la Société astronomique de France (SAF) et lui fait part des difficultés qu'il a discernées dans sa lettre, à savoir réaliser :

- une fusée avec une masse d'ergols de 93% de la masse totale ;
- l'alimentation en hydrogène et en oxygène liquides.

Le 1er juin suivant, Goddard se dit honoré de la proposition de REP de parler de ses travaux devant la SAF. Enfin, dans sa lettre datée du 16 juin, REP indique que la chose la plus intéressante serait d'envoyer un projectile autour de la Lune avec une direction initiale et une vitesse telles qu'il pourrait revenir vers la Terre. L'intérêt majeur pour lui serait de mettre une caméra pour prendre une photo de la face cachée de la Lune.

Une date importante

Étrangement entre 1920 et 1927, REP ne fait guère parler de lui dans le domaine astronautique alors que Goddard fait des pas de géant qui vont l'amener, le 16 mars 1926, à lancer la première fusée à ergols liquides. Et puis, il y a surtout l'Allemagne qui, dès cette époque, commence à prendre une avance considérable sur les autres nations.

Le 8 juin 1927, REP fait un pas très important. Ce jour-là, en effet, il présente, à la Sorbonne, lors de l'assemblée générale de la SAF, une conférence, cette fois-ci en toute transparence, intitulée "*L'exploration par fusées de la très haute atmosphère et la possibilité des voyages interplanétaires*". Il y présente clairement, pour la partie propulsion, l'importance de la vitesse d'éjection des gaz, le rapport

des masses initiale et finale de la fusée et une théorie de la détente des gaz dans une tuyère convergente-divergente.

Hormis sa teneur scientifique, cette conférence constitue réellement une date importante dans l'histoire de l'astronautique française. En effet, un jeune lieutenant d'artillerie du nom de Jean-Jacques Barré, passionné par l'astronomie et l'astronautique y assiste, subjugué. La voie de Barré est dès lors tracée. De 1927 à 1931, il apporte une aide précieuse à REP dans ses études théoriques lequel dira apprécier son aide et les idées souvent originales de Barré. Ce dernier contribue notamment à l'ouvrage de REP "L'Astronautique" qui sera publié en 1930. Pendant ces années, les deux hommes échangeront une correspondance de plus de 300 lettres dont 102 au cours de la seule année 1929. Cette correspondance aura trait aux aspects théoriques des moteurs-fusées : problème de combustion, vitesse d'éjection, débit des ergols, dimensionnement de pompes, etc. À partir de 1940, lorsque REP arrêtera ses recherches et aura quitté la France, Barré lui succédera. Il lancera la première fusée française à ergols liquides, la EA 41, le 15 mars 1945, au Polygone de la Renardière près de Toulon.

C'est à cette époque, du fait du retentissement de sa publication (de juin 1927) que REP affirme découvrir, seulement à cette époque, les travaux d'Oberth et de Hohmann et constate qu'il était moins en avance qu'il ne le pensait. "*Je m'inquiétais particulièrement de l'étude très poussée de Hermann Oberth. Il était difficile de lui demander directement des renseignements sur la suite de ses travaux ; j'eus alors l'idée, à laquelle s'associe mon ami André Hirsch, de fonder à la Société astronomique de France, un prix international d'astronautique, de manière à solliciter, sans en avoir l'air, l'envoi de travaux étrangers et d'obtenir ainsi les renseignements que nous désirions*." De fait, l'objectif est atteint. En 1929, pour la première année, le prix qui sera communément dénommé "Prix Hirsch" est attribué à Oberth. Mais, dira REP plus tard : "*après la publication de son second livre en 1929 'Wege zur Raumschiffahrt', plus rien ne nous parvint d'Oberth*."

Après la conférence de juin 1927, les choses vont un peu bouger. Le 26 décembre suivant se déroule la première réunion du premier comité jamais créé pour l'étude et l'encouragement de l'astronautique. Une photo historique est prise. On y distingue de nombreuses personnalités comme Henri Chrétien, l'écrivain J-H Rosny Aîné, Charles Maurain, le prof. Jean Perrin, Rodolphe Soreau, le gal Ferrié, Joseph Béthenod, Emile Fichot, Émile Belot, REP et André-Louis Hirsch.

Mais, REP comprend que s'il doit y avoir un financement de l'État pour ses travaux, il viendra du ministère de la Guerre. Le 20 mai 1928, il envoie donc au Général Ferrié, membre de l'Institut, président de la commission d'astronautique et son ami, une étude sur le bombardement par fusées à longue distance. Il justifie l'intérêt de s'engager dans la réalisation de missiles balistiques de la manière suivante : il indique qu'avant la publication du texte de sa conférence de juin 1927, il ne connaissait que les rapports de Goddard de 1915, 1918 et 1919 et qu'il a découvert ensuite celui du professeur Hohmann, ceux d'Oberth qu'il considère

comme d'une "technique" moins élevée et celui du professeur Lorenz. Il fait aussi mention de la VFR (Verein für Raumschiffart) ou Société pour le voyage spatial et son journal "*Die Rakete*" qu'il reçoit. Il a appris par le numéro de janvier 1928 de cette revue qu'il existait à Breslau un laboratoire dans lequel ont été faites des mesures de poussée sur des fusées munies de tuyères convergentes-divergentes. "*D'où la menace qui plane sur Paris. Sa population pourrait être entièrement détruite en quelques heures*". Dans ce rapport, il aboutit à la conclusion qu'on peut réaliser une fusée balistique de 2 270 km de portée avec une vitesse d'éjection des gaz de 2 667 m/s et étudie le cas d'un missile de 600 km de portée. Il explique dans l'introduction de ce rapport : "*Au cours de mes études sur ces engins, j'ai été amené à m'apercevoir de la possibilité qu'ils donnent d'effectuer des bombardements à plusieurs centaines de kilomètres avec une rapidité de tir telle que le transport de plusieurs milliers de tonnes de projectiles serait possible en quelques heures. De plus, les installations nécessaires à terre n'entraîneraient pas de dépenses considérables et seraient sans aucun doute infiniment moins onéreuses que s'il s'agissait d'effectuer le même transport par avions ; je ne parle même pas des canons qui ne sauraient avoir une semblable portée.*" Mais, l'administration considèrera cette proposition comme sans intérêt.

En 1930, paraît son ouvrage majeur "L'Astronautique". Il y aborde notamment pour l'aspect propulsion, le calcul des tuyères, des phénomènes de la combustion et des vitesses de sorties des gaz émis par la combustion de différents ergols. Le mélange hydrogène-oxygène a ses faveurs. Deux ans auparavant, en 1928, année de la fondation du "Prix International d'Astronautique REP-Hirsch", REP déclarait à la presse : "*que le véhicule intersidéral ne sera construit et expérimenté que lorsqu'on se sera rendu maître de l'énergie intra-atomique…*"

Mais, peu de temps avant la publication de "L'Astronautique", REP reçut la visite du professeur soviétique S.L.Tchijewsky qui lui signifia une mise en demeure de rectification de priorité. Car une polémique courtoise mais violente est née entre REP et Tsiolkovski. L'historique du livre fait en effet référence à la conférence que REP prononça en 1912 à St Petersbourg et dont, à l'époque, il faut le dire, peu de personnes avaient entendu parler. REP expliquera plus tard : "*Cette conférence n'ayant jamais été publiée, Mr Tsiolkovski n'a pu en connaître la teneur qu'en y assistant ; je regrette qu'il n'ait pas cru devoir se présenter à moi et me signaler immédiatement ses travaux antérieurs.*" Bref, REP affirmera avoir fait ses études en ignorant les travaux de Constantin Tsiolkovski. À l'inverse, le Russe Ary Sternfeld, auquel le prix REP-Hirsch sera attribué en 1934, écrivit au lendemain du lancement du premier satellite en octobre 1957 à André-Louis Hirsch pour dire que les livres de REP traduits par Rynin, autre pionnier russe, avaient exercé une grande influence et que les Russes avaient travaillé à partir de sa théorie mathématique de l'astronautique.

Mais, en ce début des années 1930, ce ne sont pas les Russes qui inquiètent REP mais les Allemands qu'il surveille attentivement. Pendant toute cette période, l'Allemagne fait des progrès considérables dans le domaine des fusées avec von

Braun à leur tête et REP est informé de ceux-ci. D'ailleurs, le 14 avril 1931, Barré apprend à REP que la VfR allemande est en négociation avec la Banque de Paris et des Pays-Bas pour financer ses expériences. REP dont l'argent est compté est outré. Toujours en 1931, André-Louis Hirsch, ami de REP, remplace ce dernier empêché en Allemagne pour voir le centre d'essai de fusées de Reinickendorf près de Berlin sur lequel aucun secret ne pesait encore. C'est cette même année, le 27 janvier, qu'il sera invité par The Interplanetary Society à faire une conférence à New York sur le thème "*By rocket to the Moon*." Malheureusement, suite à un empêchement, il ne peut faire lui-même la conférence qui est lue par Edward Pendray.

Les travaux expérimentaux

Les travaux expérimentaux de REP vont débuter en 1930. À la fin de cette année, six personnes travaillent avec lui dont Raymond Savalle, ingénieur des Arts et Métiers. Puis, le 25 septembre 1931, suite à la demande de REP, le lieutenant Jean-Jacques Barré est détaché de la section technique de l'Artillerie dans son laboratoire situé au 37 rue des Abondances à Boulogne sur Seine. L'objectif de REP est dès lors de réaliser une fusée aérologique destinée à atteindre une altitude de 100 km. Il étudie divers ergols mais considère que l'oxygène liquide est dangereux et se tourne vers le tétranitrométhane dans lequel il fonde de grands espoirs. Il se fait aider par un thermodynamicien, professeur à l'École Polytechnique, Pierre Montagne, qui s'intéresse aux problèmes thermiques rencontrés selon les rapports de mélange du comburant et du combustible.

Le vendredi 9 octobre 1931 à 15 h 45, un dramatique accident se produit. Suite à des essais de solubilité du tétranitrométhane dans différents combustibles dont le pétrole, la benzine, l'essence, l'alcool éthylique et l'éther sulfurique, une explosion se produit emportant l'extrémité de quatre doigts de REP. La radiographie indique, en sus, 18 éclats dans la main gauche et 10 dans la main droite et 8 ou 9 en différentes parties du corps. On retrouvera des fragments d'os fichés dans l'établi ainsi que deux ongles. REP ne se décourage pas pour autant. Et envisage de remplacer le tétranitrométhane par le peroxyde d'azote mais, il se tourne vers l'oxygène liquide jugé moins dangereux. Il maintient sa pression sur les services officiels et en janvier 1932, effectue un exposé devant la 7è sous-commission du Comité de Physique du ministère de la Guerre intitulé : "*Contribution à la théorie du mouvement dans l'air de projectiles autopropulsés à grande vitesse et à grande altitude et au calcul des trajectoires zénithales de tels projectiles.*" Enfin, une bonne nouvelle arrive de l'administration : une subvention de 15 000 francs par mois lui est attribuée.

Au début 1932, REP s'engage alors dans la réalisation d'un moteur-fusée et dans la construction d'un point fixe à Satory au polygone de la commission des Poudres de Versailles. Ce moyen d'essai réalisé sur crédits d'État mais hors subvention, est conçu pour mesurer la poussée du moteur, les pressions dans les réservoirs, dans la chambre de combustion et au col de la tuyère.

Toutefois, le manque d'argent se fait cruellement sentir. Mais, en juillet 1932, le général Weygand, alors chef d'état-major de l'armée, fait savoir qu'il est prêt à doubler voire à tripler la subvention accordée à ses travaux à condition qu'il obtienne des résultats tangibles dans les trois ans. Le 19 septembre 1932, dans une lettre à J-J. Barré, REP fait savoir que si la subvention est triplée, il aura des résultats avant trois ans et avec l'actuelle "je ne ferai rien en 10 ans." En octobre 1932, c'est la consternation, Barré lui est retiré car on estimait à l'état-major que "l'étude des fusées ne pouvait absorber l'entière activité d'un officier". Et dans sa lettre de remerciements à REP, Barré insiste sur le fait qu'il faut à l'état-major des résultats "si grossiers soient-ils" et ne pas vouloir s'engager d'emblée vers la réalisation d'une fusée complète et parfaite. En 1934, REP cherchera à réengager Barré mais en vain. Son affectation à Marseille le lui interdisant.

REP poursuit néanmoins le projet de fusée aérologique commencée en 1930 et dont les caractéristiques générales sont les suivantes :

- Masse : 100 kg
- Poussée du moteur : 300 kg
- Temps de combustion : 40 à 50 secondes
- Altitude prévisible : 100 km
- Portée : 200 km
- Ergols : éther de pétrole et oxygène liquide
- Pression de combustion : 20 bars.

De 1931 à 1939, il effectue des expériences et des essais dont le but est :

- l'étude de l'alimentation en ergols de la chambre de combustion. Pour cela, il essaie des pompes entraînées par une turbine fonctionnant avec une partie des gaz sortant de la tuyère. Cette conception est rapidement abandonnée en raison des difficultés de graissage de la pompe et de l'insuffisance de tenue des joints à l'oxygène liquide. Il imagine aussi la chasse du combustible vers la chambre par pression d'un gaz inerte. Quant à l'oxygène liquide, il prévoit un réchauffeur qui en vaporisait une partie pour chasser la partie liquide. Une autre idée était d'alimenter la chambre de combustion en oxygène liquide par une pompe mue par la détente de l'oxygène. Mais, dit-il "*le graissage de cette pompe m'arrêta immédiatement, il fallait éviter d'utiliser un corps gras… mais plutôt l'azote liquide…mais cette solution se révéla rapidement inextricable.*" Il envisagea alors des "gicleurs" de sa conception, étude qui lui fit demander une augmentation de sa subvention ;
- l'étude de tuyères refroidies par circulation d'eau ou d'oxygène liquide. Ce dernier type de refroidissement est essayé au second semestre de 1936 et REP considère que cette solution n'est pas viable. Il passe alors aux matériaux réfractaires ;
- des essais de tuyères en matériaux réfractaires ou tenant aux très hautes températures (matériaux utilisés : graphite, oxyde de zirconium, carbone amorphe, coke de pétrole, tungstène…) ;
- la conception de tuyères articulées à la cardan.

Le 8 octobre 1935, l'un des moteurs essayés avec succès possède les caractéristiques suivantes :

- Chambre en cuivre rouge
- Ergols : éther de pétrole-oxygène liquide
- Débit d'éther de pétrole : 149 gr/s
- Poussée : 94,5 kgf
- Pression chambre 16,5 kg/cm²
- Débit d'oxygène liquide : 317,5 gr/s
- Rapport de mélange : 0,469
- Vitesse de sortie des gaz : 1986 m/s
- Temps de combustion : 80 s
- Pression d'azote de pressurisation réservoir : 23,8 kg/cm²
- Refroidissement par circulation d'eau.

En 1936, il effectuera aussi des essais de moteurs avec différents types d'ergols comme l'oxygène liquide et la benzine, l'oxygène liquide et le méthane liquide, l'oxygène et l'hydrogène liquides.

Parfois, certains hauts personnages de l'État assistent aux essais tel le maréchal Pétain.

Cette phase expérimentale va se dérouler jusqu'en 1937. Cette année-là, un moteur fonctionnera 60 secondes avec une poussée de 125 kgf. Une vitesse d'éjection des gaz de 2400 m/s est atteinte. C'était l'objectif visé. Le moteur était dès lors qualifié. REP voulut alors se tourner vers la réalisation d'un dispositif de stabilisation gyroscopique. Hélas, l'aide de l'État lui sera refusée. Il est vrai que l'incompréhension s'est installée entre REP et l'Administration. L'un voulant réaliser un engin quasi parfait, l'autre se contentant de résultats satisfaisants intermédiaires. Néanmoins, toujours animé par une foi inébranlable, il envisagea un projet de fusée stabilisée par empennage mais sans système de guidage qu'il baptisa "NIC", abréviation de "N'Importe Comment" pour marquer sa déception mais il abandonna rapidement ce projet.

Cette période expérimentale a aussi été marquée par quelques autres faits :

- juin 1933 : la subvention accordée à REP passe de 15 000 F par mois à 25 000 F
- 1934 : un contrat d'étude est passé entre la Direction des études et fabrications d'armement et REP, études supervisées par le général Desmazières ;
- le 25 mai 1934 : conférence faite à la Société des ingénieurs civils de France. Il y aborde notamment :
  - la détente des gaz dans les tuyères
  - la thermodynamique de la combustion
  - la propulsion nucléaire et notamment l'utilisation de l'hydrogène atomique
  - la propulsion photonique.

Il est aussi le premier à avoir l'idée d'utiliser les radicaux libres pour la propulsion.

- 1935 : publication de "L'Astronautique-Complément." Il y reprend les idées qu'il a énoncées dans sa conférence de mai 1934.
- 22 juin 1936 : REP est élu à l'Académie des sciences.

En 1939, REP déclare alors : "*J'avais à peu près accompli un centième du chemin, c'est-à-dire effectué des essais donnant 300 kgf de poussée correspondant à une fusée de 100 kg qui aurait dû atteindre 100 km d'altitude (ce que les Américains viennent de réaliser).*"

Mais, en cette fin des années 1930, REP est fatigué et malade. Il n'a pas obtenu l'aide escomptée et, comme tout le monde à cette époque, le spectre de la guerre le hante. La Seconde Guerre mondiale qui éclate met un terme à son activité astronautique. N'acceptant pas l'occupation de son pays par l'armée allemande, il part pour la Suisse. Après la guerre, son état de santé ne lui permet pas de reprendre ses activités. Seuls, les quelques points de repère suivants indiquent que l'astronautique était encore bien présente dans ses pensées.

6 octobre 1945 : de Genève, il indique : " …*la bombe atomique m'autorise à espérer maintenant pouvoir voir de mes yeux la réalisation des voyages astronautiques*".

1947 : conférence à l'Aéro-Club de France où il présente les couples d'ergols qu'il a étudiés préalablement et y ajoute l'uranium 235 et le plutonium.

Août 1949 : article paru dans Science et Vie, signé René Brest, et qui explique l'opinion de REP sur les voyages interplanétaires

6 décembre 1957 : Robert Esnault-Pelterie meurt en Suisse deux mois après l'avènement du Spoutnik qui mettait au grand jour la justesse de ses thèses. Des quatre grands pionniers, seuls Oberth et lui auront eu, ce jour-là, la chance de voir s'accomplir leurs prophéties.

CLÉMENT ADER, L'ÉPILOGUE

Claudius LA BURTHE

Ancien ingénieur navigant d'essais à Airbus Industrie,
membre fondateur de l'Académie

Conférence donnée lors de la séance du 7 octobre 2004

L'histoire de Clement Ader a toujours été controversée. Jusqu'à l'intérieur de l'Académie, où nous avions les "pour" et les "contre". Le principal sujet de discorde était de savoir si Ader avait effectivement volé en 1897 à Satory.

Cette présentation s'appuie sur le travail de recherche considérable mené par Pierre Lissarague entre 1978 et 1990, date de la publication de son livre. À l'issue de ces recherches, un groupe d'étudiants de l'école centrale Paris a fabriqué une réplique de l'Éole pour tenter de démontrer en vol les qualités et les faiblesses de cette machine.

Grâce aux quelques envols réalisés, il semble qu'on puisse mieux comprendre la démarche d'Ader et apporter une conclusion cohérente à cette affaire.

Clément Ader, né en 1841, mort en 1925, était un homme complet, intelligent, sportif et artiste, tel que le montre un bel autoportrait peint à l'age de 25 ans. Les dates-clés de son oeuvre aéronautique sont : 1890 le saut de puce incontesté effectué à Armainvilliers, suivi par la construction de l'Avion III; vient ensuite le vol contesté de Satory en 1897, immédiatement suivi par l'abandon de toute activité.

Les essais de l'Éole sont menés avec une rare minutie et une grande progressivité. Sur un terrain de petites dimensions, il fallait de nombreux essais pour ajuster la flèche au centrage du jour. Le premier envol autonome d'un plus lourd que l'air est réussi, mais le contrôle latéral est rapidement perdu.

Ader reçoit le soutien du ministère de la Guerre et s'installe sur un terrain militaire à Satory. Il y fera encore quelques tentatives et brisera partiellement l'Éole.

Il se lance dans l'étude d'une machine plus évoluée. Il est clair que l'instabilité latérale l'inquiète, puisqu'il augmente notablement la taille du gouvernail, prépare un gauchissement sommaire (jamais monté) et décide subitement (1896) de modifier son projet pour en faire un bimoteur-bihélices contrarotatives. Ce sera l'Avion III.

Les retards ont lassé le ministère et le premier essai doit se faire sous un vent turbulent et mal orienté. Ader en ignore l'importance. Juste après le décollage, le vent traversier lui fait quitter l'axe. Il met progressivement plein palonnier pour revenir vers la piste, ce qui a pour effet de créer un fort dérapage. La vitesse chute, et le contrôle en roulis et lacet est à nouveau perdu. La machine heurte le sol, cassant une roue et une hélice.

Son renoncement quasi immédiat après cette expérience malheureuse surprendra bien des exégètes.

La mémoire d'Ader a d'abord souffert de son caractère particulièrement ombrageux. Ce serait un euphémisme de dire qu'il communiquait peu.

La revue Icare, d'habitude si bien documentée, a consacré son numéro 68 à Clément Ader. Ce numéro, aujourdhui introuvable, comporte très peu d'éléments techniques (il a été publié en 1974). C'est un tissus de méchancetés, souvent gratuites et parfois violentes. L'unique rédacteur en est Charles Dollfus, dont la famille était très liée à celle d'Ader et qui lui vouait une inimitié profonde. Vieille querelle d'aérostier envers un aviateur.

Les détracteurs d'Ader, déjà nombreux, se sont sentis renforcés, tout particulièrement à l'étranger, où il était devenu politiquement correct de célébrer les frères Wright comme uniques inventeurs de l'aviation.

Le Musée de l'Air a joué un rôle important dans la mémoire d'Ader. Entre les deux guerres, sous la direction de Charles Dollfus, le Musée naissant a présenté les origines de l'aviation sous l'angle aérostatique, en occultant en grande partie le rôle d'Ader. À partir de 1978, notre collègue Pierre Lissarague en est le directeur. Il se rend compte que l'Avion III, alors suspendu au plafond du Conservatoire national des Arts et Métiers, est en fort mauvais état, avec une aile cassée. Il l'emprunte pour un an, afin de le restaurer. Commence alors un travail de démontage, d'analyse et de réparation de la structure et des moteurs, qui durera 7 ans pour l'essentiel et qui donnera des résultats passionnants. Pierre Lissarague pourra alors expliquer la justesse des vues de Clément Ader sur la construction de la cellule, la puissance installée, l'équilibre longitudinal. Mais il restait les qualités de vol.

En 1989, les étudiants de l'École centrale viennent me voir. Ils forment le projet Éole90 : construire une réplique de l'Éole pour fêter le centenaire du premier envol. La technologie sera celle des ULM : tubes d 'aluminium et toile de dacron. Le moteur sera un Rotax de 45 cv. Le projet connaîtra des difficultés cycliques liées à l'année scolaire et durera trois ans.

Bien entendu, l'Éole90 possède une aile de chauve-souris. Mais en l'absence d'entoilage pour le fuselage, cette aile n'est pas très éloignée d'une forme de delta-

plane. Les premiers envols se feront donc avec pilotage par déplacement du corps du pilote, assis sur une glissière. Le décollage est facile et immédiat, avec une puissance de l'ordre de 6cv. Est aussitôt validé le bilan poids/puissance voulu par Ader. Mais le contrôle transversal est rapidement perdu. La cause évidente est le couple moteur.

On remarque qu'une fois la bonne position trouvée, le pilote n'a plus besoin de se déplacer longitudinalement. On remplace donc la glissière par un manche à balai agissant sur une gouverne de profondeur. On valide ainsi la technique de décollage "3 points" voulue par Ader. Mais le problème transversal demeure. On réussira quelques envols plus longs avec une gueuse sous l'aile droite.

Il faut aller au bout de la reconstitution. L'entoilage du fuselage est mis en place. Dès le décollage, le dérapage diverge encore plus vite qu'auparavant, l'avion s'incline, la vitesse chute et le vol doit être interrompu sous peine de crash sur une roue. L'usage du palonnier semble aggraver les choses. Un peu vexé par ce piteux résultat, je vais rendre visite à Pierre Lissarague et lui raconte ma mésaventure. Après m'avoir écouté, il me montre la photocopie du compte rendu d'Ader sur le vol de Satory. C'est exactement la même description : lacet, roulis, chute de la vitesse et impact à 90° de la route, sur une roue. Je n'en crois pas mes yeux. Malheureusement, nous sommes en 1992 et Pierre Lissarague a publié son livre depuis deux ans déjà.

Sans l'avoir cherché, les essais de l'Éole90 ont immédiatement démontré la faiblesse congénitale de la formule Ader, dans le domaine des qualités de vol transversales. Les multiples pertes de contrôle rencontrées sont toutes étrangement similaires à ce que décrit Ader. Il n'aurait pas pu inventer un compte rendu aussi précis s'il ne l'avait pas vécu. Donc Clément Ader a bien volé à Satory en 1897.

On peut alors compléter la reconstitution de sa pensée telle qu'elle ressort des recherches de Pierre Lissarague. La décision, prise en 1896, de passer à la formule bimoteur et bihélices contrarotatives correspond à la prise de conscience subite de l'importance du couple moteur. Ader pense avoir résolu rigoureusement le problème. Mais le manque de stabilité transversale demeure. Et malheureusement, les conditions du vol de Satory le conduisent à mettre plein palonnier. Cette action fait apparaître un dérapage que l'avion n'aurait jamais créé seul, mais qui est analogue à ce que produisait le couple moteur sur l'Éole. En raison de son action au palonnier, il retrouve, dès le premier vol, exactement ce qu'il croyait avoir définitivement supprimé.

À ce stade, il a perdu la confiance du ministère et ses subventions. Mais il répare l'Avion III qui est peu abîmé, comme en témoigne son état aujourd'hui. On peut penser qu'il aurait pu (et dû) refaire une tentative. Mais après cette perte de contrôle en roulis-lacet qu'il pensait avoir éradiquée, il a perdu confiance en lui. On peut donc comprendre qu'il renonce définitivement.

Le bilan des essais de l'Éole90 est paradoxalement assez brillant. Il montre que :

1- le bilan de performances prévu par Ader est exact ;
2- la technique du décollage "3 points", moyennant un réglage de la flèche qui vaut pour un réglage de centrage, est également validée, même si elle n'a pas exactement survécu ;
3- le problème transversal avait été résolu à la source par la configuration à deux hélices contrarotatives. Mais l'absence d'une stabilité de route suffisante ne mettait pas à l'abri de conditions de vol sévères, telles que le vent traversier rencontré lors de la tentative de Satory. Il est même à craindre que l'appareil n'eût pas été viable sans commande de roulis.

La présentation se termine par une remarque humoristique sur les approximations et les exagérations des reportages parus dans la presse de l'époque et concernant Ader.

KYOTO, OÙ EN EST L'EUROPE ?
ou
L'Est au secours de l'Ouest et le nucléaire au secours des éoliennes

André BERGER

Université catholique de Louvain, Institut d'Astronomie et de Géophysique Georges Lemaître, membre associé étranger de l'Académie

Conférence donnée à l'occasion de la séance solennelle du 26 novembre 2004

L'Europe des Quinze n'atteindra pas son objectif de Kyoto en 2010 et les accords de Kyoto sont insuffisants pour stabiliser la concentration en CO_2 dans l'air. Les projections montrent que EU-15 arriverait à réduire ses émissions de 0,5 à 7% maximum. Ce sont les émissions du secteur transport qui sont les plus grands responsables de cet échec avec une augmentation prévue de quelque 30%. Par contre, les émissions des nouveaux pays membres ont diminué largement et on peut espérer que les émissions totales de l'Europe élargie pourraient avoir diminué de quelque 10% d'ici 2010. En Belgique, les prévisions ne sont guère optimistes puisqu'on prévoit que l'objectif de Kyoto sera dépassé de quelque 20 à 30 $MtCO_2eq$. Ceci nous oblige donc en Belgique à réfléchir sérieusement avant d'investir dans des technologies qui s'avèrent ne pas être à la hauteur de la demande, telles les éoliennes. À l'échelle de l'Europe, étant donné les manifestations actuelles d'augmentation des émissions dans les pays de l'Est et la nécessité d'une réduction globale bien plus drastique que celle prévue par Kyoto dans l'avenir, n'est-il pas temps de cesser de vouloir à tout prix réaliser un objectif bien trop minimaliste ? Ne faut-il pas au contraire amorcer au plus tôt la discussion pour une modification radicale de la gestion de l'énergie dans le monde, quitte à ce que les effets ne s'en fassent sentir que bien plus tard ? Luttons contre le gaspillage énergétique, veillons à notre utilisation domestique de l'énergie (chauffage et conditionnement d'air), penchons-nous sérieusement sur le problème des

transports et misons sur les technologies capables de produire à terme l'énergie nécessaire au développement de tous.

1. Le protocole de Kyoto

La Convention cadre des Nations Unies sur le changement du climat (UNFCCC[1] en anglais) a été élaborée en 1992 et ratifiée en mars 1994. Une conférence des parties (pays membres) a lieu chaque année depuis 1995. 188 pays ont ratifié la convention, dont les États-Unis et la Russie. L'Article 2 de cette convention précise que l'objectif ultime est de "*stabiliser les concentrations en gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute interférence dangereuse d'origine humaine avec le climat …*".

Le protocole de Kyoto, mis au point en 1997 par l'UNFCCC, est considéré comme un premier pas vers cet objectif d'atténuation du changement climatique. Son but est de diminuer les émissions de six GES dans les pays industrialisés de 5,2% en moyenne d'ici 2008 à 2012 et ce, par rapport aux niveaux de 1990.

Ces six gaz à effet de serre sont le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O), les hydrofluorocarbures (HFC), les hydrocarbures perfluorés (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF_6). Les émissions totales de ces gaz se réfèrent à une concentration en CO_2-équivalent, c'est-à-dire à une quantité totale de CO_2 qui aurait le même impact d'intensification de l'effet de serre que l'ensemble des gaz considérés. En 1990, les émissions de GES pour les pays concernés par le protocole de Kyoto se montaient à 16,2 milliards de tonnes de CO_2-équivalent dont 5,8 pour les États-Unis, 4 pour l'Europe, 3 pour la Russie, 1,2 pour le Japon, 0,6 pour le Canada et 0,5 pour l'Australie.

Pour être appliqué (contraignant), le protocole doit être ratifié par au moins 55 parties à la convention, pays de l'annexe I qui, de plus, doivent être globalement responsables d'au moins 55 % des émissions totales produites en 1990 par l'ensemble des pays concernés. Le 26 novembre 2003, 120 pays avaient ratifié le protocole. Ces pays, dont ni les États-Unis – qui se sont retirés du traité en 2001 –, ni la Russie ne font partie, représentent 44,2% des émissions totales. Comme les États-Unis totalisent à eux seuls 36,1% des émissions et la Russie 17,4%, il est clair que l'objectif de 55% ne pourra être atteint sans la participation de l'un d'entre eux au moins.

2. Les promesses de l'Europe

La réduction collective de 5,2% se traduit en réalité par des réductions différentes d'un pays ou groupe de pays à l'autre. Ainsi les États-Unis s'étaient d'abord engagés à diminuer leurs émissions de 7 %, le Japon et le Canada ont promis chacun 6 %, la Russie et l'Ukraine se sont seulement engagés à stabiliser leurs émissions, tandis que l'Australie a été autorisée à augmenter ses émissions de 8% maximum.

1. *Pour ceux qui veulent en savoir plus sur la UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) et le protocole de Kyoto, voir http://unfccc.int*

Lors des négociations internationales, l'Europe a été parmi les plus volontaires. Elle a ainsi décidé de réduire globalement ses émissions de 1990 (4208 $MtCO_2$-eq, EEA, 2002b) de 8% (- 337 $MtCO_2$-eq). Evidemment, cet objectif n'est pas le même dans tous les pays membres. Il va d'une réduction de 21% pour l'Allemagne (- 250 $MtCO_2$-eq) à un *statu quo* pour la France et à une augmentation permise de 15% maximum pour l'Espagne (+50 $MtCO_2$eq). Pour les nouveaux adhérents à l'Union européenne et les pays candidats, les réductions vont de 6 à 8%, c'est-à-dire de -33 $MtCO_2$-eq pour la Pologne à -2 $MtCO_2$-eq pour la Slovénie.

Il faut signaler que les 15 pays membres de l'Union européenne ainsi que les nouveaux adhérents et candidats (AC-10) ont tous ratifié le protocole de Kyoto (les États membres en mai 2002).

3. Où en est l'EU-15 ?

Depuis 1999, l'Agence européenne de l'environnement[2] publie les émissions des GES par les pays européens, la distance à leur objectif Kyoto et les projections de leurs émissions pour 2010. Les informations données dans cet article sont basées sur ses rapports et sur les données[3] de l'UNFCCC.

En 2001, les émissions totales des GES de l'Europe des Quinze (EU-15) étaient 2,3 % en dessous de celles de 1990 (EEA, 2003b). Ceci représente à peine un peu plus d'un quart du chemin à parcourir si on interpole linéairement la réduction promise de 8 % entre 1990 et 2010 (EEA, 2003a). De plus, la réduction de 3,5 % des émissions enregistrées entre 1990 et 2000 commence à s'éroder. La distance à l'objectif (DTI[4], en anglais) a augmenté entre 2000 et 2001 : en 2000, l'EU-15 était 0,5 point au-dessus de son objectif et en 2001, elle est passée à 2,1 (ce qui représente 88 $MtCO_2$-eq en trop).

En 2001, les 4,111 $MtCO_2$-eq de l'EU-15 (dont 82% viennent du seul CO_2) provenaient à 28 % des centrales électriques, à 21 % du transport, à 20 % des industries, à 17 % des résidences, commerces et services et à 10 % de l'agriculture (précisons que les industries ne représentent donc pas la source principale des émissions contrairement à l'idée communément reçue). Entre 1990 et 2001, les émissions de tous ces secteurs ont diminué à l'exception de celles des transports qui ont augmenté de 21 %. Dans le secteur de l'électricité on a assisté à une réduction de 2 % des émissions alors que la consommation d'électricité a augmenté de 23 % pendant la même période. Ce découplage s'explique essentiellement par le passage du charbon au gaz naturel dans les centrales thermiques, par un meilleur rendement des centrales et par un accroissement de la production à partir du renouvelable et du nucléaire. Malheureusement, il faut constater une augmentation des émissions de 2 points entre 2000 et 2001.

2. *Agence européenne de l'environnement : http://www.eea.eu.int/*
3. *UNFCCC data base of GHG inventory data (Annex I and non-Annex I Parties) : http://ghg.unfccc.int/*
4. *DTI : "Distance to target indicator" ou "burden-sharing target" est une mesure (en points pour-cent) de l'écart entre les émissions d'une année particulière et celles qui correspondent à une interpolation linéaire entre 1990 et l'objectif Kyoto de 2010.*

Dans l'industrie, les manufactures ont diminué leurs émissions de CO_2 de 9% et les industries chimiques ont réduit leurs émissions de N_2O de 54%. L'effort déjà réalisé est donc important, même si les émissions d'hydrofluorocarbures (0,8% des émissions totales de GES) ont augmenté d'un facteur 4 entre 1995 et 2001.

Pour l'habitat, les émissions de CO_2 sont restées constantes entre 1990 et 2000 avant d'augmenter de 7% en 2001, essentiellement à cause d'un hiver 2000-2001 relativement froid dans la plupart des pays membres. Malgré une augmentation de 12% du nombre de résidences, la stabilisation des émissions entre 1990 et 2000 a été possible grâce à une amélioration dans l'isolation thermique et au passage au gaz naturel.

En agriculture, la réforme de la politique agricole commune visant à réduire l'utilisation d'engrais azotés est responsable de la diminution de 8% dans les émissions de N_2O. Cette réforme est aussi à l'origine d'une baisse de 9% dans les émissions de méthane liées à la fermentation entérique (diminution du cheptel).

4. Où en sont les pays membres de l'Union ?

En 2001, cinq membres de l'Union étaient sur la bonne voie pour atteindre leur objectif : le Luxembourg, l'Allemagne, la Suède, le Royaume-Uni et la France. Leur DTI étaient respectivement de -28,8, -6,8, -5,5, -5,2 et +0,4 points. Évidemment il faut bien noter que ces performances relatives diffèrent largement dans l'absolu. Les émissions de 1990 y étant respectivement de 10,8, 1225, 70,7, 745,5 et 551,8 $MtCO_2$-eq (représentant donc 0,3, 29, 1,7, 18 et 13% des émissions totales de l'EU-15), leur "boni" va, en $MtCO_2$-eq, de 3,1 pour le Luxembourg à 83 pour l'Allemagne, la France accusant un retard de 2,2 $MtCO_2$-eq.

Les réductions les plus importantes s'avèrent donc être en Allemagne et au Royaume-Uni qui font mieux que leur objectif de - 83 et - 39 $MtCO_2$-eq respectivement. En Allemagne, cela est dû à la réunification accompagnée d'une meilleure efficacité énergétique et d'une restructuration économique dans les 5 nouveaux états fédéraux (l'ex-Allemagne de l'Est). Au Royaume-Uni, il s'agit d'une conséquence de la libéralisation du marché de l'électricité et de l'utilisation subséquente du gaz naturel dans les centrales électriques en lieu et place du charbon et du pétrole (il est évident que ces circonstances ne se produiront pas une seconde fois). Un autre facteur non négligeable est la réduction importante à l'échelle européenne des émissions de GES autres que le CO_2 et, en particulier, celles du N_2O dans l'industrie chimique.

Par contre, 10 États membres sont loin de respecter leur promesse. Leur DTI va de + 4,7 points pour la Finlande à + 23,9 pour l'Islande. Les Pays-Bas, la Belgique et le Danemark[5] sont respectivement 7,4, 10,5 et 11,4 points au-dessus de leur objectif, ce qui représente 15,7, 15 et 7,9 $MtCO_2$-eq, avec en plus une détérioration nette entre 2000 et 2001 : en 2000, ces mêmes pays étaient 5,6, 10,0 et 8,8 points au-dessus de leur objectif. En 2000, la Belgique a émis 151,9 $MtCO_2$-eq, 3,7% des

5. Pour le Danemark, l'objectif de - 21% tient compte du fait que ce pays est fournisseur d'électricité aux pays nordiques. Leur DTI de 2000 passe de 8,8 points à 0,7 si l'ajustement est pris en compte.

émissions de EU-15, 6,3% en plus qu'en 1990 et 10 points au-dessus de son objectif. 84% des ces émissions viennent du CO_2, dont 76% trouvent leur origine dans la combustion des fiouls fossiles. Sur les 127 $MtCO_2$ émis, 21,5% viennent des centrales électriques, 25,5 des manufactures et de la construction, 18,9% du transport et 24% de l'habitat.

Entre 1990 et 2000, la consommation d'électricité a augmenté partout dans les États membres. Cette augmentation de 20% globalement va d'une dizaine de pour-cent pour l'Allemagne et la Suède à quelque 80% pour l'Irlande. Les émissions de CO_2 dans ces secteurs ont toutefois diminué de manière importante en Allemagne (- 18%) et au Royaume-Uni (- 8%), alors qu'elles ont augmenté de quelque 15% aux Pays-Bas et de 45% en Irlande. En Belgique, la consommation d'électricité a augmenté de près de 40%, mais les émissions de CO_2 des centrales ont diminué de 4%, un découplage dû principalement au passage du charbon au gaz naturel dans les centrales thermiques. Pour le transport, la situation est dramatique partout en Europe. On y assiste, en effet, à une augmentation importante dans le transport des passagers et du fret allant d'une dizaine de pour-cent en Finlande à 120% au Portugal. Il n'est donc pas surprenant que les émissions de CO_2 qui s'ensuivent vont du *statu quo* en Finlande à plus du double en Irlande. En Allemagne et en France, les émissions de CO_2 liées au transport ont augmenté de 13 et 16% respectivement. En Belgique, l'augmentation est de 22% (on est passé de 19,6 à 24 $MtCO_2$[2]) pour un accroissement de quelque 20% du transport lui-même.

5. Où en sont les nouveaux adhérents à l'Europe ?

En 2001, les émissions de GES des AC-10 étaient 36% au-dessous de celles de 1990, ce qui représente globalement 31,7 points au-dessous de leur objectif. Leur DTI individuel va de - 56,4 points pour la Lettonie à +6 pour la Slovénie, avec -28,9 pour la Pologne. Il faut noter que les émissions en 1990 de ces pays totalisaient 1498 $MtCO_2eq$ (équivalent à 36% des émissions de EU-15), la Pologne représentant 38% de ce total (EEA, 2002b Table A3.3). En 2001, les émissions globales des AC-10 (959 $MtCO_2$-eq), ne représentaient plus que 23% des émissions de l'EU-15. Il est clair que cette diminution dans les AC-10 est principalement due à leur entrée dans l'économie de marché et à la restructuration, voire fermeture, des industries fortement polluantes et grandes consommatrices d'énergie. Par contre, si les émissions de CO_2 liées au transport ont diminué de 19 % entre 1990 et 1995, elles ont augmenté depuis lors pour dépasser de 4% le niveau de 1990 en 2001.

6. Où va l'EU-15 ?

Avec les mesures et politiques actuelles, les projections pour 2010 réalisées sur la base des statistiques 1990-2001 conduisent à des émissions de GES dans l'EU-15 inférieures de 0,5% seulement à celles de 1990. Cela signifie 7,5 points de moins que l'objectif prévu. Seuls le Royaume-Uni et la Suède atteindraient leur objectif, voire le dépasseraient avec un boni de 1,4 et 3 points respectivement.

Notons que ces prévisions sont plus pessimistes que celles réalisées à partir de la période 1990-2000. Dans son rapport 2002, l'Agence européenne de l'environnement prévoyait, en effet, que l'EU-15 pourrait en 2010 avoir diminué ses émissions globales de 4,7%, mais surtout que l'Allemagne pourrait dépasser (faire mieux) son objectif de quelque 13 points (EEA, 2002a). Les nouvelles estimations prévoient au contraire que l'Allemagne resterait 1,3 point en deçà (ferait moins bien) de son objectif, une conséquence probable de l'atténuation progressive des impacts sur l'environnement qui résultèrent de l'effort important fait pour améliorer la situation en ex-Allemagne de l'Est au début des années 90. Quant aux deux autres pays de l'EU-15, importants émetteurs de GES, ils resteraient tous deux en deçà de leur objectif de 10 points. Cela représente pour la France 55 $MtCO_2$-eq en trop et pour l'Italie 52 $MtCO_2$-eq. Étant donné l'objectif de - 6,5% de l'Italie, celle-ci ne dépasserait finalement ses émissions de 1990 que de 3,5% alors que la France dont l'objectif est le *statu quo* les dépasserait de 10 %.

En ce qui concerne la Belgique, les prévisions ne sont guère optimistes. Dans les conditions actuelles, la Belgique ne pourra pas atteindre son objectif. Ses émissions resteront supérieures à celles promises de 23 points (c'est-à-dire de 32,9 $MtCO_2$-eq). Même si des mesures drastiques venaient à être mises en place (en réalité auraient dû être mises en place il y a plusieurs années déjà), ces émissions resteraient encore 13 points au dessus de Kyoto (18,6 $MtCO_2$-eq). Cette situation est aussi vraie pour les autres pays de l'EU-15. Les émissions aux Pays-Bas dépasseront l'objectif Kyoto de 11 ou 12 points selon que de nouvelles mesures seront prises ou non. Au Danemark, on prévoit des émissions atteignant 35 à 38 points au-dessus de leur objectif, ce qui représente quelque 24,4 à 26,5 $MtCO_2$-eq en trop (à comparer à leurs émissions de 68,5 $MtCO_2$-eq en 2000 !). Même en tenant compte de l'ajustement lié à leur marché d'électricité, leur DTI en 2010 reste situé entre 25 et 30 points environ.

7. Où vont les AC-10 ?

Les émissions de GES dans sept des 10 nouveaux pays auront suffisamment diminué d'ici 2010 pour qu'ils rencontrent leur objectif sans que des mesures nouvelles soient nécessaires (Fig. 6, EEA, 2003b). La plupart feraient même mieux puisque leur DTI serait situé entre - 50 (Lettonie) et - 12 (Bulgarie). Notons qu'en Pologne les prévisions sont optimistes avec un boni de 9 à 13 points (ce qui représente 50,8 à 73,4 $MtCO_2$-eq).

8. Que peut-on espérer d'ici 2010 ?

Malgré les prévisions de non-respect de l'objectif Kyoto, on pourrait imaginer que les choses ne vont pas si mal. Globalement, l'Europe élargie (EU-15 + AC-10) aura plus ou moins stabilisé, voire diminué, ses émissions globales de gaz à effet de serre. En supposant que l'EU-15 manque son objectif de 5 points et que les AC-10 diminuent leurs émissions de 30% par rapport à 1990, les émissions globales passeraient de 5,7 à 5,1 $GTCO_2$-eq, une économie de 10%. En ce qui concerne

l'EU-15 du moins, il est plus que probable que la diminution prévue (supposée ici être de 3%) n'aurait pas eu lieu sans Kyoto. On peut même imaginer que, dans ces conditions, les émissions auraient augmenté d'une vingtaine de pour-cent. Pour les AC-10, le problème est totalement différent, car c'est manifestement leur entrée dans l'économie de marché qui est à la base de l'assainissement observé. Mais qu'en sera-t-il dès que le choc sera résorbé, non seulement dans ces pays, mais également en Allemagne où l'effet bénéfique de la réunification est déjà en train de s'estomper ?

On peut toujours imaginer (mais on n'a plus que quelques années pour le faire face aux 14 années déjà écoulées) que de nouvelles mesures contraignantes viennent à notre secours. Toutefois, les prévisions ne prêtent guère à un tel optimisme puisque, au mieux, l'EU-15 n'arriverait de toute façon à diminuer ses émissions de 1990 que de 5 à 7% d'ici 2010.

À l'heure actuelle, dans le secteur énergie, les mesures suivantes sont programmées ou sont déjà en train d'être implantées dans divers pays membres :

- En 2010, 22 % de la consommation d'électricité devraient provenir de sources d'énergies renouvelables. En 2000, on était à 14,7 % et on ne prévoit pas de rencontrer les objectifs fixés, ni au niveau de l'Europe, ni à celui des pays membres pris individuellement.
- La tendance actuelle d'utilisation du cycle combiné chaleur-électricité (CHP, combined heat and power, en anglais) ne permet pas de présager que l'EU-15 produira 18% de son électricité de cette façon d'ici 2010 (en 2000, on était à 10%).
- Diverses directives existent déjà en matière d'utilisation rationnelle de l'énergie, d'efficacité dans la consommation et de meilleure performance dans la construction.
- Les émissions industrielles des gaz fluorés et d'oxyde nitreux devraient diminuer de 2 à 22% entre 1990 et 2010. Au printemps 2004, le registre européen des émissions de polluants (www.eper.cec.eu.int) a été mis en place, conformément à la directive communautaire sur la prévention et la réduction de la pollution provenant de sources industrielles (CE, 2004a). L'effort déjà réalisé par les industries est donc réel et sur la bonne voie pour faire mieux encore.

Le secteur de l'énergie (hors transport) est extrêmement important puisqu'il est responsable de 62% des économies totales prévues avec les mesures actuelles et de 58% des économies qui seraient réalisées à partir des mesures additionnelles.

En 2010, les émissions du secteur transport devraient atteindre de 22 à 34% de plus qu'en 1990. Même si ce secteur n'est responsable que de 14% des économies totales sous les mesures existantes et de 23% des économies additionnelles, il n'en demeure pas moins crucial pour l'avenir. Du côté positif, les émissions des nouvelles voitures diminuent (- 10% entre 1995 et 2001) et les négociations avec l'industrie automobile permettent d'espérer que l'EU-15 atteindra un objectif de 140 gCO_2/ km dans 4 à 5 ans. Malheureusement, l'accroissement du parc au cours

des prochaines années (+ 33% d'ici 5 ans), ne permettra guère de limiter les émissions totales. De plus, les émissions de N_2O (0,6% des émissions totales de GES) sont appelées à augmenter à cause du nombre croissant de voitures à essence munies d'un pot catalytique.

En ce qui concerne l'agriculture, on prévoit une diminution des émissions de quelque 11 % entre 1990 et 2010. De même, les émissions liées aux déchets domestiques devraient diminuer de quelque 50%.

En vue d'améliorer la situation, il reste bien sûr la possibilité d'utiliser les puits de carbone. Dans les meilleurs cas, on estime toutefois que les activités forestières et agraires ne pourraient séquestrer respectivement que 10 et 3 $MtCO_2$ par an, ce qui représente 4% seulement des réductions totales requises par Kyoto.

Finalement, les mécanismes mis à disposition par le protocole de Kyoto pourraient être utilisés. Rappelons qu'il s'agit d'échanges de droits d'émission (dont le système communautaire entrera en vigueur en 2005), de mises en œuvre conjointes (avec les pays de l'ex-URSS par exemple) et de mécanismes de développement propre réservé à la collaboration avec les pays en voie de développement. Huit pays membres ont fait connaître leurs intentions dans ce domaine, mais ici aussi les gains espérés ne dépassent guère 20 $MtCO_2$-eq/an, c'est-à-dire 6% seulement de l'objectif Kyoto.

9. Conclusions

La première conclusion que l'on peut tirer de cette analyse est que l'objectif Kyoto de l'EU-15 ne sera pas atteint et surtout qu'il n'a pu être approché que grâce à une politique catégorique menée essentiellement dans deux pays, le Royaume-Uni et l'Allemagne. Malheureusement, le choc résorbé, il n'y a aucune raison de croire que les émissions vont continuer à décroître si rien de nouveau n'est entrepris.

En attendant, le niveau atteint est-il suffisant ? Malheureusement non, et loin de là. Selon les experts, l'objectif de Kyoto est largement insuffisant pour influencer de manière significative l'évolution future du climat. Lors de la neuvième session de la conférence des parties, en décembre 2003, ils ont rappelé qu'il faudrait diviser les émissions par quatre à six selon les pays si on voulait maintenir le réchauffement dans des proportions acceptables pour l'Homme et les écosystèmes (La Revue Durable n° 9, 2004, p. 70). En fait, les efforts de réductions des émissions devraient conduire à une concentration en CO_2 ne dépassant pas 550 ppmv (elle est aujourd'hui de 374 ppmv et augmente de 1,7 ppmv/an) et ce, afin que le réchauffement global reste inférieur à 1 ou 2°C.

De plus, lors de cette même réunion, la Russie a confirmé qu'elle ne ratifierait pas le protocole. De fait, le retrait des États-Unis réduit sensiblement l'intérêt du protocole pour les Russes. L'accord conclu à Kyoto permet en effet à la Russie, dont l'activité industrielle a fortement baissé après 1990, d'accroître considérablement ses émissions de GES ou, à défaut, de vendre ses droits

d'émission sur le marché international. Or, sans la participation des États-Unis, le marché pour ces droits d'émission se rétrécit considérablement.

Il nous faut donc bien admettre que l'Europe est esseulée, que malgré sa bonne volonté, elle restera en deçà de son objectif et que, finalement, elle n'est responsable que d'un peu plus de 10% des émissions mondiales de GES. Cela ne doit pas nous empêcher de poursuivre les discussions entamées. Sans elles, il n'y aucun espoir de voir un problème aussi global se résoudre un jour. Mais il faut alors admettre que, si un Kyoto 2 était décidé, il devrait être beaucoup plus exigeant. Dans cet esprit, cessons de vouloir à tout prix réaliser un objectif bien trop minimaliste. Ceci est d'autant plus vrai si les moyens mis en place risquent de compromettre l'avenir par des engagements précipités qui s'avèreraient inefficaces, voire contre-efficaces, à long terme. Au contraire, acceptons la réalité des faits. Amorçons au plus tôt la discussion pour une modification radicale de la gestion de l'énergie dans le monde, quitte à ce que les effets ne s'en fassent sentir que dans plusieurs décennies, voire au XXIIe siècle seulement. Repensons le triangle à la base de l'organisation journalière de nos déplacements. Au cours des cinquante dernières années, nous avons maximisé la distance entre lieu de travail, domicile et lieu d'approvisionnement. Il n'y aucun espoir de la réduire en beaucoup moins de temps qu'il n'a fallu pour la rendre maximum, mais nous n'avons pas d'autre choix que de tenter au plus vite l'expérience. Le transport, des marchandises en particulier, exige de remettre en vigueur au plus vite, l'utilisation des canaux et des chemins de fer. Des travaux ambitieux à l'échelle de l'Europe en ce sens seraient immanquablement sources d'emploi et redynamiseraient l'économie, tout en sauvant l'énergie. Des transports en commun conviviaux, rapides, à horaire fixe et aux services bien distribués dans l'espace et dans le temps permettraient à nouveau un trafic fluide et surtout une diminution importante des émissions de CO_2. Une augmentation du prix de l'énergie semble inéluctable. Plutôt que de la voir s'imposer à nous au fur et à mesure que les sources vont se tarir, imposons progressivement une taxe raisonnable, quitte à ce qu'elle soit plus importante quand le choix est possible entre technologies propres et polluantes. En attendant, informons-nous auprès des experts, prenons conscience de l'importance du problème, sensibilisons l'opinion publique et mettons en place le plus vite possible des politiques d'adaptation. Reconnaissons humblement que notre inertie au changement ne nous offre guère d'alternatives.

Une telle politique est évidemment d'autant plus réaliste pour les pays qui de toute façon sont très loin d'atteindre leur objectif et qui, de surcroît, ne représentent que quelques pour-mille des émissions globales. En 1990, les émissions de GES en Belgique représentaient 3,7% des émissions de l'EU-15 ou encore 1% des pays de l'Annexe I ou 0,5% des émissions mondiales.

Comme l'a encore rappelé récemment la commissaire européenne chargée de l'environnement, Margot Wallström, notre devoir reste bien sûr de montrer l'exemple et par conséquent de poursuivre l'effort commencé (CE, 2004b). Toutefois, il nous appartient aussi de le faire sereinement et efficacement. Toute

solution visant à trouver une solution immédiate, mais qui hypothèquerait l'avenir, doit être écartée au profit d'une solution à long terme. Ceci est d'autant plus justifié s'il s'avère que les mesures transitoires ont des incidences dommageables non négligeables sur l'environnement et sur le bien-être des citoyens. Il nous faut donc en priorité lutter contre le gaspillage énergétique. À titre individuel, le chauffage domestique et la voiture doivent retenir toute notre attention. Au plan national, il faut trouver une solution à une demande toujours croissante de la consommation d'énergie. Celle-ci est appelée à doubler, voire tripler, dans les décennies à venir, et c'est surtout le cas de l'électricité, la plus conviviale de toutes (IEA, 2004). Si des investissements importants peuvent être faits dans un pays comme le nôtre, ils doivent porter sur la recherche de technologies propres capables de fournir la grande majorité de l'énergie du futur. Les éoliennes qui au maximum n'arriveront jamais à produire plus de 5 à 10% de la demande d'électricité en Belgique (AMPERE, 2000) sont loin d'apporter une solution[6]. De plus, leur électricité est celle qui coûte le plus cher et, en nombre important, elles risquent d'abîmer le paysage à tout jamais, sans parler des inconvénients qu'elles créent aux riverains. En dehors de la lutte contre le gaspillage et en attendant mieux encore si cela est objectivement possible, nous nous devons de maintenir la confiance entièrement justifiée que nous avons placée dans les centrales nucléaires[7] et la recherche sur

6. *Rappelons que les éoliennes de 1 MW de puissance nominale ne produisent jamais que 2,4 GWh par an et que notre consommation d'électricité est actuellement 35.000 fois supérieure. Mentionnons encore qu'une seule centrale nucléaire(7) produit autant d'électricité (8,7 TWh) que 3600 éoliennes et sauve 3 MtCO_2 si son électricité était produite à partir du gaz naturel. Les études de faisabilité montrent que, pour des raisons purement pratiques, on ne pourrait installer guère plus de 3000 éoliennes en Belgique (sur Terre, au littoral et/ou en mer). Dans ce cas, elles produiraient environ 9% de la demande totale d'électricité. Le jeu en vaut-il la chandelle ? Très probablement s'il n'y avait pas d'effets secondaires importants tels que leur coût de production, les émissions indirectes de CO_2 qu'elles requièrent et les impacts sur le paysage et les habitants (sauf si on a des installations offshore). Le coût du kWh produit par les éoliennes est de 1,5 à 3 fois celui du kWh produit par les centrales nucléaires, selon qu'elles sont situées sur la côte où à l'intérieur des terres (AMPERE, 2000). De plus, ce coût ne comprend pas les émissions de CO_2 que leur fonctionnement intermittent entraîne (environ 6,5 heures/jour en moyenne). Lorsqu'elles sont à l'arrêt, l'électricité doit être achetée à l'extérieur ou produite. Dans le premier cas, cela ne résout nullement la pollution globale et, de plus, le problème du réseau de distribution se pose dans toute son acuité : faut-il rappeler les coupures de courant désastreuses de Californie, du Canada, de l'Italie, de Londres et du nord de l'Europe, sans parler de l'incident majeur qui a failli priver l'Europe entière d'électricité en 2002 lors d'une demande accrue d'électricité de l'Allemagne à la France suite à une absence prolongée du vent nécessaire à leurs éoliennes. Dans le second cas, si on ne veut pas du nucléaire(7), il ne reste que les centrales thermiques. Leur utilisation intermittente les rend moins efficaces avec une émission de CO_2 d'autant plus importante. Si on se réfère aux statistiques publiées par "European Union Energy and Transport" et par la "United Nations Framework Convention on Climate Change", les émissions de CO_2 par le secteur électrique (hors chaleur) sont, pour l'an 2000, en moyenne de 420 gCO_2/kwhe. En Belgique, elles sont de 326 et en France de 111, alors qu'en Allemagne, elles atteignent 590 et au Danemark 697. En Allemagne, les installateurs d'éoliennes viennent de réaliser qu'ils dépendent d'une source continue et sure d'énergie et se sont prononcés contre le retrait du nucléaire (Tagesspiegel, 9 Sept. 2003).*
7. *Ceux qui veulent se faire une idée objective de la demande d'électricité et du nucléaire en particulier peuvent lire*
   - *"Une radioactivité de tous les diables" publié chez EDP Sciences à Les Ullis en 2004 par Gérard Lambert*
   - *"Halte au changement climatique" publié chez Odile Jacob à Paris en 2003 par Bernard Tissot*
   - *"L'avenir climatique" publié chez Editions du Seuil à Paris en 2001 par Jean-Marc Jancovici et son site Web: http://www.manicore.com/documentation/*
   - *"Kyoto et la production d'électricité en Belgique" publié dans Revue des Questions Scientifiques, vol. 173(3), pp. 225-259, en 2002 par André Berger.*
   - *Bureau Fédéral du Plan, Bruxelles : http://www.plan.be*

les technologies nouvelles. Jusqu'à présent, aucune étude sérieuse de la demande énergétique future, de son coût et de son incidence sur l'environnement, n'est arrivée à une autre conclusion.

Ayons l'humilité et le courage de faire face à la réalité : malgré la bonne volonté des plus décidés d'entre nous, nous sommes incapables de ramener nos émissions polluantes au niveau requis par les experts et ce, dans les temps impartis. Cessons de rêver, parions sur le know-how que nous avons développé et investissons dans l'avenir, même s'il est plus lointain que celui que nous espérions.

Références

AMPERE, 2000. Rapport de la Commission pour l'analyse des modes de production de l'électricité et le redéploiement des énergies au secrétariat d'État à l'énergie et au développement durable. http://mineco.fgov.be/ampere.htm.

CE (Communautés européennes), 2004a. Pour tout savoir sur la pollution locale. L'Environnement pour les Européens, n° 15, p. 11, Office des Publications.

CE, 2004b. Le protocole de Kyoto retient son souffle. L'Environnement pour les Européens, n° 15, pp. 8-9, Office des Publications. www.ec.europa.eu

EEA, 2002a. Greenhouse Gas Emissions Trends and Projections in Europe. European Environment Agency, Environmental Source Report 33, Copenhagen.

EEA, 2002b. Greenhouse Gas Emissions Trends and Projections in Europe. European Environment Agency, Topic Report 7, 2002.

EEA, 2003a. Greenhouse Gas Emissions Trends and Projections in Europe, 2003 Summary, European Environment Agency, Luxembourg Office for Official Publications of the European Communities, 30 pp.

EEA, 2003b. Greenhouse Gas Emissions Trends and Projections in Europe. European Environment Agency, Environmental Issue Report 36, Copenhagen (Final Draft).

IEA, 2004. Oil Crisis and Climate Challenges: 30 Years of Energy Use in IEA Countries, International Energy Agency, Paris, 214p.

LE SÉISME DE SUMATRA DU 26 DÉCEMBRE 2004 : DE LA RUPTURE SISMIQUE AU TSUNAMI

Annie SOURIAU

CNRS, Observatoire Midi-Pyrénées

Conférence présentée lors de la séance du 2 février 2005

Le séisme de Sumatra du 26 décembre 2004 est malheureusement exceptionnel par l'ampleur de la catastrophe dont il est à l'origine, principalement à cause du tsunami qu'il a engendré. Pour le sismologue, il est aussi exceptionnel par sa magnitude (9.0) et par la taille de la rupture qui y est associée. Ce séisme permet par ailleurs d'illustrer l'étroite interaction qui existe entre les modélisations sismologique (la dynamique de la rupture), océanographique (le tsunami), géodésique (le mouvement du pôle), et même atmosphérique (les perturbations ionosphériques).

Le séisme de Sumatra est associé à la subduction de la plaque indo-australienne sous la plaque eurasienne, le taux de convergence entre les deux plaques étant élevé, de l'ordre de 5,5 cm/an. Il correspond à la rupture d'un segment de faille d'au moins 400 km, qui comble partiellement une " lacune sismique" où il n'y a pas eu de séisme depuis plus de 300 ans, alors qu'il y a eu rupture plus au nord, en 1941 vers les Iles Andaman et 1881 vers les Iles Nicobar, et plus au sud en 1861 et 1833 le long de Sumatra. La nouvelle rupture ne comble que la partie Sud de la lacune laissée par les ruptures précédentes, mais les répliques du séisme se distribuent du nord au sud sur plus de 1000 km, dépassant largement l'étendue de la lacune.

Grâce aux enregistrements sismologiques obtenus dans les stations situées à grande distance, il est possible de connaître la géométrie du plan de faille, et de modéliser de façon détaillée l'histoire de la rupture sur ce plan. Le plan de faille plonge vers l'est avec un pendage faible, il correspond à une surface d'environ 400

à 600 km de long sur 150 km de large. La rupture a commencé vers le sud et s'est propagée vers le nord, de façon non uniforme, pendant près de quatre minutes. L'amplitude du glissement sur le plan de faille a atteint 20 m en certains points, et le soulèvement du fond océanique qui en a résulté atteint par endroit 5 m.

La modélisation de la rupture sismique, et la connaissance des fonds océaniques, sont les préalables à la modélisation du tsunami. En particulier, la directivité nord-sud de la faille explique la forte amplitude de la vague vers l'est et l'ouest, et son amplitude moindre vers le nord (il y a eu peu de dégâts au fond du Golfe de Bengale).

Les importants déplacements de masses à l'intérieur de la Terre provoqués par le séisme sont à l'origine d'une faible perturbation de la position de l'axe de rotation de la Terre. Celui-ci s'est déplacé de 2,3 cm dans la direction 142°E. Ce mouvement est en principe détectable grâce aux techniques de géodésie spatiale. Cependant, des mouvements d'une amplitude similaire ou supérieure ont lieu en permanence, causés par la redistribution des masses dans les océans et dans l'atmosphère, et rendant de ce fait très incertaine une possible identification du signal dû au séisme.

Ce séisme rappelle avec urgence la nécessité de mieux assurer le transfert des connaissances (le travail des scientifiques) vers les applications (celui des ingénieurs et des politiques). En effet, si la prévision des séismes reste actuellement impossible, les sismologues et les océanographes, avec l'appui des mesures au sol et des techniques spatiales, sont en mesure de prévoir les tsunamis. La mise en place de systèmes d'alerte fiables est donc scientifiquement possible.

LE TSUNAMI DE L'OCÉAN INDIEN OBSERVÉ PAR ALTIMÉTRIE SATELLITAIRE

Pierre-Yves LE TRAON et M. ABLAIN

CLS Direction Océanographie Spatiale

P. VINCENT

CNES

Conférence présentée lors de la séance du 2 février 2005

1. Séisme et Tsunami

Le 26 décembre 2004 vers 1 H GMT un séisme d'une violence exceptionnelle se produit au niveau de la zone de subduction entre les plaques indo-australienne et de Burma ; il crée un mouvement entre ces deux plaques d'une ampleur sans précédent. Ce mouvement déplace une masse d'eau sur plusieurs centaines de kilomètres qui se propage ensuite très rapidement à la vitesse de près de 700 km/h en plein océan. En quelques heures, le tsunami atteint les côtes et provoque la terrible catastrophe que l'on connaît.

2. Observation par altimétrie : une première et un signal exceptionnel

Il y a très peu ou pour ainsi dire pas d'observation de tsunami en plein océan. C'est un phénomène très rapide et la probabilité de l'observer est très faible. En outre, les signaux attendus de l'ordre de 5 à 10 cm sur des longueurs d'onde de 100 à 200 km sont très difficiles à observer car le signal se superpose à d'autres signaux océaniques (par exemple liés aux courants marins). Par le passé, plusieurs études avaient été menées à partir des données du satellite altimétrique Topex-Poséïdon (T/P). Il n'avait pas été possible de détecter des signaux de tsunami sauf peut-être

dans un cas (tsunami du Nicaragua en 1992). Au moment du tsunami du 26 décembre, la configuration d'observation était unique avec quatre satellites en vol (Jason-1 et T/P du CNES et de la NASA, ENVISAT (Environmental Satellite) de l'ASE et GFO (GEOSAT Follow-On) de l'US Navy). Ceci a multiplié la probabilité d'observer ce phénomène. Notons qu'une telle couverture est nécessaire pour le suivi et la prédiction de la circulation océanique mais qu'elle est malheureusement loin d'être garantie pour le futur.

Jason-1 et T/P fonctionnaient en formation tandem avec des mesures au sol sur des traces parallèles distantes de 150 km. Ces deux satellites ont survolé le milieu de l'océan Indien deux heures après le séisme. Le signal observé est exceptionnel par son amplitude (plus d'un mètre en plein océan) sur plusieurs centaines de km (voir figure ci-dessous). C'est la première fois que l'on peut ainsi observer le signal d'un tsunami de façon aussi nette. On voit aussi le signal sur une trace d'ENVISAT plus au sud un peu plus de trois heures après le séisme. Les observations ENVISAT permettent également d'observer le signal de l'onde qui s'est réfléchie sur la côte orientale de l'Inde et du Sri Lanka.

3. Perspectives : observer pour comprendre puis prévoir

Pour la première fois, des observations "nettes" en plein océan d'un tsunami ont été obtenues. Les études se poursuivent pour mieux caractériser les signaux et suivre la propagation du tsunami dans d'autres bassins (e.g. Atlantique). Elles incluent également la comparaison aux modèles de propagation (e.g. CEA, NOAA) et la validation associée. La configuration d'observation excellente (4 altimètres) va permettre d'extraire de façon optimale le signal lié au tsunami.

La question de la contribution de l'altimétrie à un système d'alerte est maintenant régulièrement posée. Il est important de rappeler ici que la couverture par altimétrie reste très insuffisante pour y contribuer de façon significative. Les observations altimétriques sont, par contre, essentielles pour améliorer la modélisation de la propagation des ondes et de leurs effets dévastateurs. Il faut observer pour comprendre puis prévoir.

Ces travaux illustrent bien l'importance d'un suivi multi-disciplinaire de la planète Terre. Ce suivi doit s'appuyer sur des systèmes d'observation à long terme et des équipes opérationnelles de chercheurs et d'ingénieurs chargés de l'analyse et de la modélisation. C'est la "Géoscopie" que Michel Lefèbvre préconise.

Remerciements : ces travaux ont été menés à la Direction Océanographie spatiale de CLS dans le cadre du projet SALP (Service d'Altimetrie et Localisation Precise) du CNES et ont bénéficié de discussions très fructueuses avec M. Lefèbvre.

PRÉSENTATION DU COLLECTIF ESPACE/TERRE

Michel LEFEBVRE

Ingénieur chercheur au CNES, membre de l'Académie

Conférence présentée lors de la séance du 2 février 2005

Michel Lefebvre a demandé à bénéficier des nouvelles dispositions concernant l'honorariat. Il a souhaité marquer ce départ par une conférence publique donnée le 2 février à l'ENAC.

1. Le premier objectif était de décrire à ses collègues un parcours déroutant en tout cas atypique et de montrer qu'il avait une unité de fond.
D'abord navigant comme officier dans la marine marchande, capitaine au long cours, de 1951à 1960.
Puis astronome à l'Observatoire de Paris (1960 à 1963) et ingénieur chercheur au CNES (1963 à 1994), sans oublier le "temps additionnel" de 1994 à 2004.
L'Unité c'est tout simplement.... la Terre. Planète à parcourir, à connaître, à observer, puis à faire connaître.
Il estime avoir eu beaucoup de chance dans ce parcours – d'abord de pouvoir entrer dans ces différents postes et de s'y trouver au moment de bouleversements complets dans ces domaines d'activité.

2. Le deuxième objectif était de montrer que cette aventure humaine était une aventure collective et durable ; plusieurs "grands témoins" étaient présents pour en attester.
Malgré des routes apparemment diverses c'est bien ce "collectif Terre" qui a permis d'obtenir des résultats significatifs et donné à l'observation de la Terre depuis l'espace sa pleine mesure.

3. Le dernier objectif était de faire sentir que cette aventure se continuait.
La présence de nombreux collègues chercheurs ou ingénieurs appartenant à plusieurs générations était plus qu'un symbole. C'est pour le montrer que Michel Lefebvre avait demandé à deux collègues Annie Souriau et Pierre-Yves Le Traon de présenter les analyses ci-dessus sur l'événement planétaire asiatique. Ces deux exposés montrent que les chercheurs ne peuvent être capables de répondre à des questions de cette nature que si la continuité des programmes et de l'obtention des données permet d'acquérir la pleine expertise.
Michel Lefebvre souhaite que "l'espace toulousain" puisse conserver la place qu'il occupe en géosciences.
Le slogan "NOT TO LOSE BUT TOULOUSE" est clair.
Le "faire savoir" – notre "savoir faire" – est un des éléments du parcours et ce faire savoir s'adresse en priorité aux différentes institutions qui ont soutenu les actions entreprises mais qui n'ont pas forcément la vue globale. L'Académie nationale de l'air et de l'espace se propose de le faire.
D'autres médiations sont possibles, notamment à travers la Cité de l'Espace, mais aussi le club des Argonautes, association d'anciens de plusieurs organismes, qui fonctionne depuis deux ans.

L'APPROCHE D'ANTICIPATION EN MATIÈRE DE RISQUES AÉRIENS

Jean-Pierre MAGNY

Secrétaire exécutif du groupe de travail "FAST" (Future Aviation Safety Team) des "JAA" (Joint Aviation Authorities)

Présentation faite lors de la séance du 21 juin 2005

Jean-Pierre Magny, secrétaire exécutif du groupe de travail FAST des JAA présente l'approche d'anticipation en matière de risques aériens actuellement en cours de développement entre les autorités membres des JAA, la FAA (Federal Aviation Administration), la NASA, Boeing et Airbus, l'AEA (Association of European Airlines).

1- Cette approche part du constat qu'il va falloir, dans les années à venir, obtenir une nette amélioration de la sécurité du transport aérien, disons un facteur 10.

2- Puis on constate que pour tout système humain et technique, la source de risques essentielle est le changement (NDLR : y compris le changement que constitue la routine par rapport au "*ne varietur*").

3- On va donc chercher à prendre conscience de tous les changements susceptibles d'affecter le système du transport aérien (changements techniques, sociaux, culturels…). La liste étant considérable, on sélectionne "à dire d'experts", suivant des méthodes appropriées mais délicates, les "20 domaines d'évolution majeurs" ("top 20 Areas of Change").

4- On examine ensuite ce que peut provoquer chacun de ces "20 majeurs" sur chacune des composantes du système de transport aérien (personnels, moyens aériens, moyens sol, environnement, voyageurs,…), sans oublier les facteurs croisés (un domaine d'évolution agit sur plusieurs composantes du système et plusieurs domaines d'évolution agissent sur une même composante du système). Ces effets des "domaines d'évolution" sur les

composantes du système font apparaître les risques. Une nouvelle sélection choisit les risques les plus significatifs.

5- Chacun de ces risques les plus significatifs peut alors faire l'objet d'un projet de recommandation en vue de le maîtriser.

6- Mais la recommandation n'est produite que si une dernière phase de l'analyse permet d'estimer qu'elle sera suivie d'effet, car il ne sert à rien pour l'objectif posé au départ (gagner un facteur 10) de crier au loup si on n'est pas entendu.

7- La démarche FAST au cours de sa mise au point, a mis en évidence d'autres aspects importants pour améliorer la sécurité des vols, en particulier :
   - La méthode classique d'utilisation de l'expérience peut être encore plus efficace, à condition d'améliorer le traitement des incidents, en remontant aux racines les plus profondes à tous les niveaux, management compris, pour mieux identifier les événements précurseurs.
   - Le fait qu'améliorer la sécurité d'un facteur 10 est un changement très important qui fait passer la probabilité d'accident bien au-delà de l'expérience d'une vie humaine et rend possible des erreurs de diagnostic et de décision. Ce changement affecte les méthodes de travail et les mentalités. Il justifie un effort particulier à tous les niveaux hiérarchiques.

GLACES CONTINENTALES ET RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Frédérique RÉMY

Chercheur au LEGOS (Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales), médaillée d'argent de l'Académie en 1999

Conférence présentée le 20 octobre 2005

La Terre comporte divers systèmes glaciaires : des glaces de mer ou de lacs, des glaciers continentaux, des calottes polaires, ou de la neige. Ces systèmes qui recouvrent plusieurs centaines de millions de km² sont très sensibles au climat sur lequel ils interviennent à leur tour. En cela, ils constituent des témoins sensibles du réchauffement climatique. Après avoir expliqué en quoi ces systèmes glaciaires sont extrêmement liés au climat, notamment par leur effet d'albédo, et comment ils y réagissent (tantôt en fondant, tantôt en augmentant suite à l'intensification du cycle hydrologique), nous avons fait le tour et le point de certains d'entre eux. Comme la majorité de ces systèmes sont situés aux pôles ou dans des zones de montagnes, le rôle du spatial est très important et en permet actuellement le suivi. Les glaces de mer Arctique sont observées par radiométrie hyperfréquence : on constate une diminution nette de quelques pourcents par décennies. Les glaciers continentaux les plus connus et surtout accessibles (Mer de Glace, glacier du Rhône dans les Alpes, le Kilimandjaro ou certains glaciers de Patagonie) sont suivis de façon régulière et l'on constate leur net recul. Pour les autres glaciers, les capteurs à haute résolution spatiale comme SPOT-5 permettent de quantifier à la fois leur perte d'épaisseur par stéréographie régulière et leur vitesse d'écoulement par corrélation d'images. On confirme ainsi pour les glaciers les plus reculés et inaccessibles leur repli à haute altitude et leur perte de masse qui pourrait contribuer de façon significative à l'évolution du niveau marin.

En revanche, les composantes glaciaires du pôle sud, l'Antarctique et ses glaces de mer semblent relativement stables. Il est certes avéré que la péninsule Antarctique montre des signes nets d'altération climatique (hausse réelle des

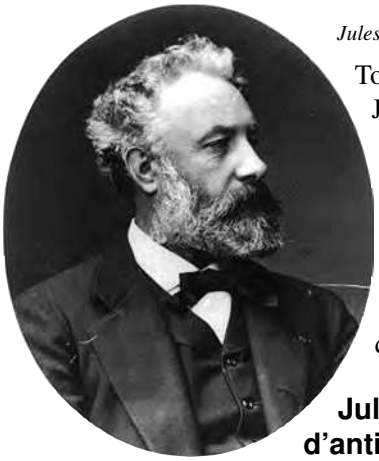
températures ou perte d'importantes plates-formes de glace), mais ces signes restent très localisés. Sur le continent, l'analyse de plus de dix mesures altimétriques suggère une stabilité quasi-parfaite, de même la surface des glaces de mer semble, à la variabilité près, relativement constante.

JULES VERNE : INSPIRATEUR DE LA CONQUÊTE DE L'ESPACE

Jacques VILLAIN

Président de l'Institut français d'histoire de l'espace, membre de l'Académie, Member of the International Academy of Astronautics

Conférence présentée lors de la séance du 25 novembre 2005



Jules Verne (1828-1905)

Tout au long de l'année 2005, la France célébrera Jules Verne. Il y a cent ans, en effet, disparaissait l'un des écrivains parmi les plus prolifiques de la littérature française mais aussi le plus célèbre des auteurs de romans d'anticipation. Depuis le milieu du XIXe siècle, il est vrai, Jules Verne a fait rêver des générations d'enfants et d'adultes à un monde fantastique façonné par les progrès de la science et de la technique.

Jules Verne, figure de proue du roman d'anticipation

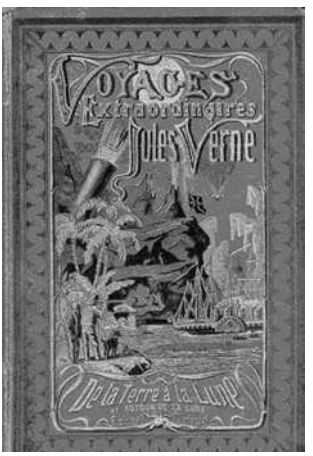
Jules Verne est considéré, à juste titre, comme l'un des auteurs de romans d'anticipation parmi les plus créatifs de la littérature française tant par la quantité d'ouvrages qu'il a publiés que par la variété des thèmes. "*Vingt mille lieues sous les mers*", "*Voyage au centre de la Terre*", "*L'île mystérieuse*", "*Le tour du monde en 80 jours*" sont quelques-uns de ses ouvrages lus et appréciés par des millions de lecteurs en France et à l'étranger, et ce depuis près de150 ans.

Il faut dire que le XIXe siècle qui vit l'émergence de la technologie et de l'industrie favorisa ce nouveau genre littéraire. Des découvertes nouvelles inspirèrent les écrivains d'anticipation leur permettant d'emmener leurs lecteurs dans de nouveaux récits imaginaires propices à l'évasion et à toutes les aventures extraordinaires. Et, à lui seul, Jules Verne incarne ce nouveau mouvement littéraire.

Jules Verne, précurseur du voyage dans l'espace

L'exploration de l'espace est l'un des thèmes présents de la science-fiction de ce siècle. De l'ordre d'une quinzaine de romans en langue française concernant le voyage dans la Lune se succèdent développant peu à peu l'intérêt du public pour l'espace.

Toutefois, le voyage spatial est un thème utilisé par les écrivains bien avant le XIXe siècle. Les premières publications dans ce domaine remontent au IIe siècle après J.C. Le Grec Lucien de Samosate (v.125-v.192) publie alors deux romans, "*Vera historia*" et "*Icaro-Menippus*" qui mettent en scène le voyage dans la Lune. Plus tard, Charles Sorel (1602-1674) sera sans doute le premier écrivain français qui fit allusion au voyage dans l'espace dans son "*Histoire comique de Francion*" (1623). Savinien Cyrano de Bergerac (1619-1655), inventeur, à lui seul, de neuf moyens pour aller dans l'espace dont la fusée multi-étages, occupe une place importante dans ce domaine. Deux romans lui donnent la renommée : "*Histoire comique contenant les États et Empires de la Lune"* (1657) et "*Histoire comique contenant les États et Empires du soleil*" (1662). Bernard Le Bovier de Fontenelle (1657-1757) publie en 1686 "*Entretiens sur la pluralité des mondes*" et imagine un voyage vers la Lune. Au XVIIIe siècle, le nombre des ouvrages traitant de façon directe ou allusive au voyage spatial s'accroît. On peut notamment citer "*Relation du Monde de Mercure*" (1750) du Chevalier de Béthune, "*Micromégas*" (1752) de Voltaire (1694-1778), "*Les posthumes, lettres reçues après la mort du mari, par sa femme, qui le croit mort à Florence*" (1802) de Nicolas Edme Restif de la Bretonne (1734-1806).



Mais, au siècle suivant, c'est incontestablement Jules Verne (1828-1905), avec ses deux romans "*De la Terre à la Lune*" (1865) et "*Autour de la Lune*" (1870) qui s'impose en France et même à l'étranger comme principal précurseur de l'exploration spatiale. Lors de la seule année 1865, pas moins de trois romans sont publiés dont celui de Jules Verne, celui d'Alexandre Dumas père, "*Voyage sur la Lune*", et celui d'Achille Ayraud " *Voyage à Vénus*". En 1877, Jules Verne publiera un troisième roman "spatial" intitulé : "*Hector Servadac. Voyages et aventures à travers le monde solaire*" et il évoquera les satellites dans "*Les Cinq Cents Millions de la Bégum*".

De tous ces ouvrages, ceux de Jules Verne sont les seuls qui soient passés à la postérité, mieux, qui aient initié le public aux voyages spatiaux et qui aient inspiré des générations de scientifiques, d'ingénieurs et même de spationautes. Et pourtant, celui d'Achille Ayraud est le seul qui soit proche de la réalité puisqu'il utilise le seul moyen viable pour aller dans l'espace : la fusée.

Où Jules Verne a-t-il puisé son inspiration ?

Jules Verne lit beaucoup et s'intéresse à tout. Dans son roman "*De la Terre à la Lune*", il fait référence à des écrivains comme Cyrano de Bergerac, Fontenelle

mais aussi d'une façon appuyée à Edgar Allan Poe (1809-1849) qui ont auparavant traité du voyage dans l'espace. Ce dernier raconte dans son roman "*Histoires extraordinaires*", paru en 1835, comment son héros Hans Pfaal part pour la Lune en ballon pour échapper à ses créanciers.

Pourquoi un tel succès ?

Il est vrai que lorsqu'il publie "*De la Terre à la Lune*", Jules Verne est un auteur déjà réputé. Il a même connu le triomphe en France et dans le monde avec son roman "*Cinq semaines en ballon*" publié en 1863. Il faut dire aussi que le thème du voyage dans l'espace est dans l'air du temps, qu'il fait partie d'un vieux fantasme de l'homme et qu'il est empreint de mystères. En outre, la conquête des planètes devient palpable. L'astronomie, notamment grâce à Herschel puis Camille Flammarion, fait de grands progrès. Les moyens d'observation fournissent les premières images des astres qu'auparavant personne n'avait vus.

Enfin, l'industrie et les sciences qui se développent ouvrent de larges horizons à la réalisation des rêves de l'Homme.

Les deux romans de Jules Verne

Le premier roman "spatial" de Jules Verne est donc consacré au voyage de la Terre à la Lune effectué par trois aventuriers à l'intérieur d'un gros obus lancé par un canon à partir de la Floride. Le second traite du voyage de l'obus et de son équipage entre la Terre et la Lune et du retour sur Terre.

Le succès de ces romans est fulgurant. Ils seront traduits très rapidement en plusieurs langues comme le montrent les quelques exemples ci-dessous :

- 1874- "*From the Earth to the Moon (…) and a Trip around it*"- London- Sampson Low, Marston, Low & Searle.
- 1874- "*From the Earth to the Moon (…) and a trip around it*"- New York, Scribner, Armstrong & Co.
- 1877- "*Attraverso il mondo solare. Avventure di Ettore Servadac*"- Milano, Tipografia Editrice Lombarda.
- 1879- "*Dalla Terra alla Luna*"- Milano, Tipografia Lombarda.
- 1910- "*De Reis naar de Maan*"- Amsterdam, Elsevier.

Une opérette inspirée des romans de Jules Verne fut même jouée en 1875: "*Le voyage dans la Lune. Féerie en quatre actes.*" Musique de Jacques Offenbach. Livret de Vanloo, Leterrier et A. Mortier.

Le nom de Jules Verne devint même synonyme de science-fiction comme l'indique la création, en Suède, en 1940 d'un magazine de science-fiction intitulé "Jules Verne Magasinet".

Cette liste est loin d'être exhaustive. Notons qu'aujourd'hui, Jules Verne est toujours publié et que le récit de Jules Verne s'est adapté au support moderne comme la bande dessinée.

Entre vraisemblances et invraisemblances

Comme souvent les romans d'anticipation offrent un mélange subtil de vraisemblances et d'invraisemblances. Ceux de Jules Verne n'échappent pas à cette constatation. D'ailleurs, dès la parution de ses romans, les critiques concernant les invraisemblances ne manqueront pas bien que Jules Verne ait utilisé les services de deux éminents scientifiques, le physicien et astronome Jules Janssen et le mathématicien Joseph Bertrand pour vérifier ses écrits. Mais, malgré ces invraisemblances, le lecteur n'a retenu que l'intérêt romanesque du livre et le fait que ce roman entrouvrait enfin la porte de l'espace.

La première de celles-ci concerne évidemment l'utilisation d'un canon. Contrairement à une idée reçue, Jules Verne n'est pas le premier à utiliser ce moyen pour aller dans l'espace. L'idée vient d'Isaac Newton (1642-1727) et le premier roman qui l'envisage a été écrit en 1728 par l'Anglais Mac Dermott : "*A trip to the Moon*" (Un voyage dans la Lune). Jules Verne ne fait pas référence à ces deux prédécesseurs mais peut-être n'avait-il pas eu connaissance de leurs idées ?

Au moment où Jules Verne écrit ses romans, les fusées existent. Elles sont exclusivement à usage militaire. Elles sont même intensivement utilisées dans les armées européennes. Mais, ils sont peu nombreux ceux qui imaginent partir un jour à la conquête des astres avec de tels engins. Seul, le canon apparaît être en mesure d'envoyer un projectile avec suffisamment d'énergie pour vaincre la pesanteur terrestre. Hélas pour Jules Verne, ce moyen d'accès à l'espace est rédhibitoire comme l'ont montré les expériences conduites conjointement par les Américains et les Canadiens dans les années 1960. La satellisation de petites masses n'étant pas réalisable, celle des "obus" dont la masse atteindrait quelques tonnes l'est encore moins. En outre, le choc énorme subit par l'équipage au départ ne lui laisserait aucune chance de survie. La chaleur dégagée par le frottement de l'air sur l'obus pendant la traversée atmosphérique est un autre handicap.

Quant à la vitesse nécessaire pour échapper à l'attraction terrestre, Jules Verne évoque une valeur de sortie de l'obus du canon de 10 920 m/s. C'est effectivement la vitesse qu'il faut communiquer à une sonde pour qu'elle atteigne la Lune mais après avoir traversé l'atmosphère terrestre. Hélas, Jules Verne a oublié la perte de vitesse due à la traversée de l'atmosphère. Mais, il corrige dans "*Autour de la Lune*" en indiquant la bonne valeur : 16 576 m/s.

En revanche, parmi les vraisemblances mais qui peuvent être simplement des coïncidences, citons d'abord l'équipage. Comme dans Apollo, il comprend trois membres et comme dans Apollo, le vaisseau, construit en aluminium, se satellise autour de la Lune. Mais, chez Jules Verne, les spationautes n'atterrissent pas sur la Lune. Ils effectuent une mission identique à celle d'Apollo 8 en contournant la Lune.

Cinq millions de spectateurs assistent au décollage. Pour Apollo 11, ce sera un million mais aussi plusieurs millions de téléspectateurs dans le monde entier. Et lors du départ, dans les deux cas, sous l'effet de l'énorme énergie libérée, le sol tremblera !

S'agissant maintenant du choix de la Floride pour la base de départ, Jules Verne interpelle car c'est effectivement de cet endroit que partiront les premiers hommes pour la Lune un siècle plus tard. Notons que ce choix de Jules Verne tient au fait qu'il hésite entre la Floride et le Texas. En Floride, une seule ville, Tampa, satisfait tous les critères de choix alors qu'il y en a douze au Texas. Mais, en choisissant une ville du Texas, il estime que le Gun Club, instigateur du projet, sera ennuyé par les éventuelles revendications des onze autres alors qu'en Floride ce risque n'existe pas.

Par ailleurs, il affirme avec justesse qu'il est important que la latitude de la base de lancement soit inférieure à 28°. Il s'agit en effet de tirer dans le plan de l'écliptique ou le plus proche possible.

On notera aussi :

- les corps qui "flottent" en absence de pesanteur mais Jules Verne pense que ce phénomène n'existe qu'au point d'équilibre entre les attractions terrestre et lunaire ;
- que Jules Verne est le premier à mettre, par l'écriture, un satellite sur orbite lunaire ;
- que Jules Verne cite le risque de feu si l'atmosphère du vaisseau est saturée en oxygène. Rappelons que la mort de l'équipage d'Apollo 1 en 1967 sera due à cette cause ;
- que Jules Verne fait quitter l'orbite lunaire à son vaisseau pour rentrer sur Terre en utilisant des fusées ("appareils fusants"). C'est bien de cette manière que les véhicules Apollo rentreront sur Terre ;
- enfin, le retour du vaisseau se fait par amerrissage dans l'océan comme Apollo.

Autres réflexions de Jules Verne

Il fait par ailleurs preuve de réflexions étonnantes quand il dit que les Américains surpassent les Européens dans la science de la balistique. C'est un jugement qui prendra toute sa valeur un siècle plus tard lorsque les Américains constitueront leur arsenal de missiles balistiques de loin le plus sophistiqué. Quant à l'un des personnages du roman J.T. Matson qui se lamente du fait qu'il n'y ait pas de guerre en perspective, cela rappelle une période plus récente où l'impatience des Américains à partir en guerre en Irak était grande.

Un parallèle peut être établi entre les motivations du Gun Club et la raison qui a fait que J.F. Kennedy a décidé son pays à aller dans la Lune. Les personnages du Gun Club se lamentent parce qu'il n'y a plus de guerre et qu'il faut se donner un défi de remplacement : le voyage dans la Lune. Un siècle plus tard, l'objectif de Kennedy n'était-il pas d'instaurer le défi lunaire au peuple américain parce la guerre avec l'URSS n'était pas possible ?

Plus loin, le même Matson s'interroge en disant : "*Pourquoi l'Angleterre n'appartiendrait-elle pas aux Américains ?*" N'est-ce pas ce que la situation politique actuelle laisse supposer ?

Jules Verne l'inspirateur

Le public

Même si cela est difficile à mesurer, on peut affirmer que Jules Verne a donné goût au public pour l'exploration spatiale pendant près de 70 ans, c'est-à-dire pendant la période pré-spatiale et même au-delà. Il a préparé les esprits et créé une attente.

Les auteurs

Divers auteurs français et étrangers ont suivi la voie ouverte par Jules Verne qui va être l'initiateur du développement de la science-fiction. L'un des auteurs qui va s'inspirer au plus près de l'œuvre de Jules Verne est Victor Coissac (1867-1941), auteur peu connu. Il publie en 1916 un essai intitulé "*La conquête de l'espace*" dans lequel, il affirme plutôt qu'il ne démontre d'ailleurs que le voyage dans la Lune est possible. Il publiera aussi deux romans "*L'envol*" (1934) et "*Sur la Lune*" (1935) dont le premier est un plagiat du livre "*De la Terre à la Lune*" de Jules Verne. Son objectif est de démontrer que ce voyage n'est pas réalisable avec un canon mais avec une fusée. Son appréciation sur Jules Verne est mentionnée dans l'avertissement de "*L'envol*" en ces termes : "*Cet objectif (de vulgarisation scientifique) semble avoir été, il y a cinquante ou soixante ans, celui du prestigieux Jules Verne, qui a bercé nos jeunes années, et on ne saurait trop apprécier les espoirs que ce précurseur a fait naître, et les inventions nouvelles dont il a été en quelque sorte le promoteur…Littérateur avant tout, instruit comme tout écrivain doit l'être, il lui manquait de connaître exactement les points qu'il traitait, c'est-à-dire d'être savant, ce qui s'appelle savant. Et lui manquait aussi une science plus avancée, ayant élucidé de nombreux problèmes qui, de son temps, n'étaient encore qu'effleurés. Romancier de génie, il n'était que cela…".* Après avoir relevé les incohérences des récits de Jules Verne, Coissac conclut : *"Néanmoins, malgré ses défauts, l'œuvre de Jules Verne a popularisé la science et la fait aimer de nombreux lecteurs ; de plus, elle avait le mérite d'être nouvelle, et ce qui est vraiment nouveau a coûté un effort de réflexion dont peu d'individus, même intelligents et instruits sont capables…*"

Les cinéastes

Le cinéaste Georges Méliès (1861-1938) se fait connaître en 1902 avec son film "*Le Voyage dans la Lune*". Pour les dix premiers tableaux de son film, Méliès s'inspire de façon très libre du roman "*De la Terre à la Lune*" auquel il emprunte le canon. En 1903, toujours en France, Secundo de Chanon réalise "Excursion dans la Lune" inspiré de Méliès et donc de Jules Verne.

D'autres films de science-fiction seront inspirés de Méliès et donc de Jules Verne. C'est probablement le cas du film du cinéaste allemand Fritz Lang "*Une femme dans la Lune*" réalisé en 1929 mais aussi de :

1957 : "*De la Terre à la Lune*" de Jean Image et André Cerf-France

1958 : "*From the Earth to the Moon*" de Byron Hashim -E.U/Warner Bros.

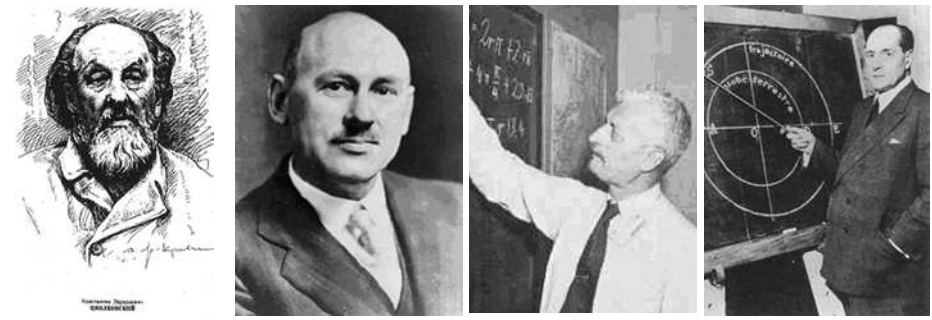
1966 : "*Jules Verne's Rocker to the Moon*" de Don Sharp- G.B. Harry Allan Towers /20th Century Fox.

1967 : "*Journey to the Moon*" – E.U./G.B./United Artists/ATV
1975 : "*From the Earth to the Moon*" de Jack Kinney- E.U./Warner Bros.

Gene Roddenberry, le créateur de la plus grande réalisation de science-fiction spatiale "Star Trek" apparue en 1966 affirme avoir été inspiré par Jules Verne.

Les quatre grands pionniers de l'astronautique

À partir de la fin du XIXe siècle, la conquête de l'espace va être prise en mains par les quatre grands pionniers de l'astronautique qui vont jeter les bases théoriques de cette nouvelle aventure humaine : établissement des équations de fonctionnement de la fusée, études des ergols, construction des premières fusées,



De gauche à droite : Konstantin Tsiolkovski, Robert Hutchings Goddard, Herman Oberth et Robert Esnault-Pelterie

considération sur l'utilisation de l'espace, etc. Ils seront directement à l'origine de l'avènement et de l'essor de l'ère spatiale. Ce sont le Russe Konstantin Edouardovitch Tsiolkovski (1857-1935), l'Américain Robert Hutchings Goddard (1882-1945), le Germano-Roumain Herman Oberth (1894-1989) et le Français Robert Esnault-Pelterie (1881-1957). Ces quatre pionniers affirmeront avoir été poussés vers leurs travaux spatiaux par les écrits de Jules Verne.

Tsiolkovski a notamment lu l'édition russe de 1875 de "*Autour de la Lune*". Goddard a dit avoir été un grand admirateur de Jules Verne. Hermann Oberth a lu "*De la Terre à la Lune*" et "*Autour de la Lune*" quand il avait 11 ans durant l'hiver 1905-06. Il affirmait avoir lu le premier 5 à 6 fois et le connaissait par cœur. Même si Robert Esnault-Pelterie ne mentionne pas ses lectures de jeunesse et ne fait pas référence à l'œuvre de Jules Verne, il le cite longuement dans l'introduction de son ouvrage "*L'Astronautique*" publié en 1930.

Il prend acte du fait qu'il est nécessaire de communiquer à un projectile destiné à s'affranchir de l'attraction terrestre une vitesse de 11180 m/s après avoir franchi l'atmosphère. Il écrit alors dans son livre : "*la première idée qui peut venir à l'esprit pour communiquer une vitesse aussi élevée à un mobile est de le lancer au moyen d'un canon comme l'imagina Jules Verne. Malheureusement, une semblable conception n'appartient qu'au domaine du rêve pour plusieurs raisons : la première est que l'accélération appliquée au véhicule au moment du coup serait telle que les voyageurs seraient écrasés contre le plancher de leur prison d'acier.*

Par exemple, si la longueur du canon était de 300 m, comme Jules Verne l'imagina, et en faisant abstraction de la résistance ultérieure de l'air, la valeur minimum possible de l'accélération serait telle que les malheureux voyageurs auraient la sensation de peser 208 000 fois leur poids normal (un homme pesant 70 kilos pèserait 14 500 tonnes ; son corps coulerait sur le plancher comme un liquide !). Pour réduire le poids apparent à dix fois le poids normal, ce qui semble déjà élevé, il faudrait que la longueur du canon fût portée à 637 kilomètres. D'autre part, la vitesse minimum théorique nécessaire pour quitter la Terre ne serait de 11 180 m/s que s'il n'y avait pas d'atmosphère, or il y en a une. Il faudrait donc une vitesse initiale très supérieure afin qu'à la sortie de cette atmosphère la vitesse résiduelle fût égale au chiffre ci-dessus … un seul appareil échappe à ces difficultés : c'est la fusée."

Dans les années 1920 et 1930, divers autres noms de l'astronautique naissante citeront comme référence Jules Verne. C'est le cas de Willy Ley (1906-1969) qui sera l'un des fondateurs, en 1927, de la célèbre VfR allemande (Verein für Raumschiffarht) ou Société pour le voyage spatial. Il s'engagea en octobre 1953 dans une action d'éducation des jeunes Américains à l'espace en prenant en référence les livres de Jules Verne. Il y eut aussi Frank Malina (1912-1981) qui a lu "*De la Terre à la Lune*" en langue tchèque quand il avait 12 ans. Il intégrera l'équipe du GALCIT (Guggenheim Aeronautical Laboratory of the California Institute of Technology) en 1936 dont l'objectif était le développement de fusées.

À partir des années 1930, les ingénieurs vont succéder aux visionnaires. La réalisation des fusées va démarrer en Allemagne, en Union soviétique, aux États-Unis et en France. Wernher Von Braun (1912-1977), le père du V2 et plus tard de la fusée Saturn 5 qui emmènera les hommes sur la Lune, a été influencé par Jules Verne. Valentin Petrovitch Glouchko (1908-1989), le père des moteurs-fusées russes a lu Jules Verne qui l'a fasciné. Quant à Jean-Jacques Barré, le disciple de Robert Esnault-Pelterie et le premier Français à lancer une fusée à ergols liquides en France, en 1945, il a été fortement marqué par ses lectures de Jules Verne.

Parmi les spationautes dont bon nombre ont choisi cette voie grâce à Jules Verne, citons Jean-Pierre Haigneré qui, alors qu'il séjournait à bord de la station Mir en 1999, s'est fait monter par le vaisseau-cargo Progress M 41 un exemplaire du livre de Jules Verne "*De la Terre à la Lune*".

L'impact de Jules Verne sur l'exploration spatiale et sur les hommes qui en furent les acteurs a été immense et dans beaucoup de cas déterminant. Que serait l'exploration spatiale s'il n'avait, au préalable, tracé la voie ? Nul ne peut le dire. Elle aurait été, pour le moins, retardée. En tout cas, les années ont passé depuis la publication des écrits de Jules Verne et il reste toujours la référence. C'est un signe.

Quoi de plus normal alors que la communauté astronomique internationale ait donné le nom de Jules Verne à un cratère de la Lune et que la communauté spatiale européenne ait dénommé Jules Verne, son futur module de ravitaillement (ATV) de la station spatiale internationale. Cent ans après la mort de l'écrivain, c'est une manière de rappeler combien sa vision a permis à l'Homme de se transcender.

POUR UNE RELANCE DE LA POLITIQUE SPATIALE EUROPÉENNE
Propositions et recommandations

Gérard BRACHET

Ancien directeur général du CNES, vice-président de l'Académie

Conférence présentée lors de la séance du 19 juin 2006

Les propositions et recommandations présentées ici sont issues des travaux de la commission Espace mise en place par l'Académie en novembre 2003, dont le rapport en version française est maintenant disponible (Dossier ANAE n° 27 : "L'Europe de l'Espace, enjeux et perspectives").

La commission Espace de l'Académie avait mis en place au début 2004 un groupe de réflexion transverse et six groupes sectoriels, qui ont travaillé depuis le printemps 2004 :

- Le groupe transverse "Perception des activités spatiales par le grand public"
- Le groupe "L'espace au service de la défense", commun avec la AAAF. Son rapport a été terminé en mai 2005, édité en version française et anglaise (conjointement avec la AAAF) et largement distribué
- Le groupe "Transport spatial"
- Le groupe "L'espace au service de la recherche scientifique"
- Le groupe "L'espace et ses applications pratiques au service de la société"
- Le groupe "L'espace au service de l'environnement"
- Le groupe "Le rôle de l'homme dans l'exploration spatiale".

Les lignes directrices et recommandations qui ressortent de l'ensemble des réflexions des groupe de travail de la commission Espace ont fait l'objet d'une synthèse générale (rapport de synthèse) dont les grandes lignes sont données dans l'exposé qui suit.

Première ligne directrice

L'activité spatiale d'un État ou d'un groupe d'États (Europe) est fondée sur trois objectifs, qui peuvent coexister avec des poids différents suivant les États :

- Le progrès des connaissances et l'exploration de notre Univers ;
- Les applications pratiques au service de la société ;
- La satisfaction de besoins de défense et de sécurité.

Deuxième ligne directrice

Au moment où les États-Unis ont défini une nouvelle vision pour leur politique spatiale civile, entièrement tournée vers l'exploration (retour vers la Lune, missions habitées vers les planètes), l'Europe doit impérativement être capable de définir sa propre vision.

L'Europe a su définir sa stratégie spatiale pour l'accès à l'espace à travers Ariane et le Centre de lancement de Guyane grâce à la détermination française.

Elle a aussi su la définir dans des domaines comme la météorologie (Meteosat), la recherche scientifique spatiale (programme Horizon 2000), et plus récemment dans la navigation par satellites (Galileo).

L'Europe essaie aussi mais avec difficulté de définir une stratégie claire dans le domaine de la surveillance de l'environnement (GMES), mais elle a beaucoup de mal dans les autres domaines comme l'exploration spatiale … et encore plus dans celui de la défense.

Troisième ligne directrice

Le domaine de la défense est pourtant celui où le partage des investissements aurait le plus de sens économique. En télécommunications comme en observation de reconnaissance, la multiplication des systèmes nationaux est pourtant générale. D'autres secteurs sont laissés en friche tels que l'alerte avancée ou la surveillance de l'espace.

La définition d'une vision commune européenne est essentielle pour aller de l'avant.

Quatrième ligne directrice

Comme pour les systèmes spatiaux de défense, une vision commune européenne pour l'exploration spatiale est indispensable. Qu'il s'agisse de missions d'exploration robotiques ou d'éventuelles missions habitées, quel rôle l'Europe veut-elle jouer dans cette aventure ? Les succès du programme scientifique de l'ESA montrent que cela est possible ... mais ils résultent d'une véritable réflexion stratégique menée il y a quinze ans qui a bâti le programme "Horizon 2000" !

Une véritable stratégie pour l'exploration demande de sortir du contexte (et des contraintes) du programme de la Station spatiale internationale. Les Américains l'ont fait en décidant en 2004, sans l'avouer publiquement, de le laisser tomber. Il

est temps que l'Europe se réveille et réalise que la Station spatiale n'a pas vraiment d'avenir. Elle pourra alors bâtir une stratégie de long terme et définir le rôle qu'elle souhaite jouer dans l'exploration.

L'Europe devra aussi bien définir ce qu'elle attend du rôle de la présence humaine "*in situ*" (les astronautes) par opposition à la présence "à distance" où l'homme pilote depuis la Terre. La présence humaine "*in situ*" ajoute une dimension supplémentaire indéniable à l'exploration, mais en raison de son coût, elle est plus difficile à justifier.

Cela demande une vraie réflexion, qui peut être menée à condition de sortir du débat stérile entre les "pour" et les "contre".

Cinquième ligne directrice

Dans les applications à la protection de notre propre planète, l'Europe a aussi une vraie stratégie à définir. L'initiative GMES est un bon début, mais sa concrétisation prend trop de retard.

Avec l'initiative GEO/GEOSS au plan international, l'Europe doit mieux définir ses objectifs et ses intentions, et la connexion avec les traités internationaux (Kyoto, etc.) doit être mieux expliquée.

Sixième ligne directrice

Dans toute politique spatiale, l'autonomie de l'accès à l'espace est une condition essentielle. Il est inutile de parler de politique spatiale si cette autonomie n'est pas assurée. Tous les États qui mènent des activités spatiales sont arrivés à cette conclusion (au-delà des États-Unis et de la Russie, le Japon, l'Inde, la Chine, Israël, etc.).

L'Europe doit maintenir cette autonomie dans l'avenir. Cela passe par l'élaboration d'une véritable stratégie commune sur les lanceurs du futur.

Septième ligne directrice

Les technologies spatiales sont duales. Il faut maintenir sur la durée un effort de recherche et de développement des technologies de base significatif. Cet effort doit, chaque fois que cela est possible, déboucher sur des démonstrateurs mis en orbite, qui permettent de valider les technologies et les nouvelles architectures. Il devrait aussi permettre de mieux s'affranchir des contraintes ITAR d'exportation de technologies sensibles américaines.

Huitième ligne directrice

La communication de la communauté spatiale vers le grand public doit être complètement repensée. Le rapport du groupe de travail transverse animé par Jacques Villain fait des propositions dans ce sens.

Un très gros effort est indispensable, au plan français comme au plan européen.

Merci de votre attention.

EXOPLANÈTES ET ASTÉROSISMOLOGIE : DEUX PAS DE GÉANT POUR L'HUMANITÉ
Un bilan avant le lancement du satellite Corot

Sylvie VAUCLAIR

Astrophysicienne à l'observatoire Midi-Pyrénées,
membre de l'Académie

Conférence donnée lors de la séance du 27 septembre 2006

L'image de la Terre dans l'espace, et en particulier le "clair de Terre" vu de la Lune par les astronautes des missions Apollo, a conduit à une transformation fondamentale de la pensée humaine. Dans le passé, les hommes pensaient que la Terre était le centre du monde. Quelque 300 ans avant Jésus-Christ, à une époque connue pour le développement de la pensée grecque, le philosophe Aristarque de Samos avait déjà compris que le mouvement des planètes dans le ciel s'expliquerait mieux si la Terre tournait autour du Soleil, plutôt que l'inverse. Mais à l'époque les esprits n'étaient pas du tout préparés à accepter l'idée d'une Terre vagabonde dans l'espace !

Il a fallu ensuite attendre 18 siècles pour revenir à l'idée que la Terre tournait autour du Soleil, et c'est seulement au début du XXe siècle que les astronomes ont compris, en mesurant les distances dans l'Univers, que le Soleil n'est pas le centre du monde. Il fait partie d'une galaxie, la Voie lactée, qui contient elle-même 200 milliards d'autres étoiles. Il y a des milliards d'autres galaxies comme la nôtre dans l'Univers. L'homme a sauté dans une autre dimension en ce qui concerne l'image qu'il se fait de lui-même sur la Terre et dans l'Univers. Nous avons à présent l'habitude de "voir" la Terre dans l'espace : nos enfants vivent dans cette ambiance dès leur plus jeune âge en regardant les images à la télévision.

Les astrophysiciens ont actuellement détecté environ 200 planètes gravitant autour d'étoiles autres que le Soleil. La plupart de ces planètes ne ressemblent pas à la Terre : ce sont des planètes géantes, comme Jupiter ou Saturne, très proches de leur étoile. Mais les observations avancent vite, et plusieurs planètes de masses proches de celle de la Terre ont déjà été détectées depuis deux ans. C'est une révolution pour l'humanité ! La recherche de la vie extraterrestre n'est plus une fiction, c'est une réalité. Nous n'y sommes pas encore, mais le chemin est bien tracé.

Les instruments qui permettent la découverte de ces exoplanètes sont aussi utilisés pour étudier les vibrations des étoiles. Car les étoiles vibrent, comme de gigantesques instruments de musique. Le Soleil et les étoiles qui lui ressemblent sont sans arrêt soumis à des chocs externes dus aux mouvements de convection, aux éjections de matière (protubérances), aux effets magnétiques dans ses régions superficielles. Ces chocs jouent le même rôle que la baguette sur une membrane de tambour : elles mettent la grosse sphère en vibration. Il s'agit d'ondes sonores, qui se propagent à l'intérieur de l'étoile, et que l'on peut détecter grâce aux variations de lumière qu'elles engendrent à la surface. On retrouve ainsi, d'une autre manière, la "musique des sphères" chère aux disciples de Pythagore. Mais ces vibrations ont aussi un intérêt scientifique de grande importance. De même que l'on reconnaît, sans les voir, deux instruments différents qui jouent la même note de musique, grâce aux différentes harmoniques, de même l'étude des harmoniques de vibration d'une étoile donne des informations précieuses sur sa structure interne. Un grand pas est ainsi accompli dans l'étude de l'Univers et des origines.

Bientôt, grâce au satellite COROT (COnvection, ROtation and planetary Transits), qui devrait être lancé avec un Soyouz depuis Baïkonour avant la fin 2006, nous pourrons sans doute découvrir de plus en plus de planètes dont certaines ressembleront à la nôtre, et beaucoup mieux étudier la musique des étoiles. L'avenir nous réserve encore bien des surprises, importantes pour l'évolution de la pensée humaine !

AIRBUS : PREMIÈRE EXPÉRIENCE DE MONDIALISATION

Georges VILLE

Président de l'Académie, ancien directeur stratégie économique et financière à Aerospatiale

Conférence donnée lors de la séance du 1er février 2007

Les effets monétaires sont particulièrement sensibles dans le domaine de la construction aéronautique civile placée depuis plusieurs décennies dans le contexte de la mondialisation au niveau tant de son marché que de la compétition industrielle. Le faible nombre de livraisons annuelles (800 avions en moyenne) ne permet un amortissement des investissements et des frais fixes qu'à deux constructeurs au mieux : toute l'histoire d'Airbus depuis son lancement en 1969 se résume en l'atteinte en 1998 de cette position de second à côté et au niveau de Boeing.

L'US dollar et l'aéronautique civile

Le commerce des avions civils est fondé sur l'utilisation de l'US dollar comme monnaie de référence du prix de vente ; la situation des constructeurs européens produisant en euro est ainsi fragilisée par le considérable risque monétaire associé à cette situation. Il n'existe aucun élément laissant entrevoir une évolution de cette situation dans un proche avenir et ceci pour deux raisons :

- La compétition dans le transport aérien international a toujours reposé sur des prix de billet exprimés en US $ du fait du poids des compagnies américaines et de celles utilisant le dollar comme monnaie de compte.
- Les avionneurs américains ont eu depuis l'après-guerre une position monopolistique sur le marché des avions de ligne (cumul fin 2000 des livraisons d'avions de ligne à réaction : 14 000 avions à comparer aux 3000 livrés par les Européens). Il est évident que dans une telle situation,

l'outsider européen doit s'aligner sur le compétiteur majoritaire et suivre sa monnaie dans le domaine des prix de vente.

Monnaies et activités économiques

Monnaies et entreprises ont des destins étroitement liés depuis l'origine des civilisations ; en tant qu'instruments de valorisation des biens et services entre entrepreneurs et clients, les monnaies ont ainsi reflété les évolutions de niveau de vie et d'efficacité entre les différentes communautés sociales. En revanche au XXe siècle, les banquiers et les spéculateurs se sont approprié les monnaies devenues entre leurs mains des marchandises soumises à la loi de l'offre et de la demande et ceci en oubliant leur vocation première de valorisation.

Une telle évolution perturbe le fonctionnement d'un système économique soumis à la mondialisation avec pour principaux dérèglements :

- l'émergence de deux compétiteurs "non-conformes" : la Chine et l'Inde se distinguant par leur population, leur niveau d'éducation et la faiblesse de leurs salaires corrélative à celle de leurs monnaies (dans un rapport pouvant dépasser 10) ;
- la compétition entre pays développés faussée par la politique monétaire américaine : après avoir abattu l'économie du Japon en forçant ce pays à une forte majoration du Yen dans la décennie 80, les États-Unis veulent aujourd'hui affaiblir la puissance de l'Europe grâce à une surestimation de l'euro.

Quelle serait une "juste valeur économique" de la parité dollar-euro ? Bien que toute proposition dans ce domaine comporte une part d'incertitude et d'arbitraire, un faisceau d'arguments converge vers une égalité du dollar et de l'euro :

- du point de vue du consommateur, cette égalité correspond à une juste valorisation des pouvoirs d'achat respectifs américain et européen ;
- vu à l'aune de la compétitivité monétaire des entreprises, elle correspond à l'égalité des coûts moyens annuels par employé chez Boeing et chez Airbus.

Conséquences pour Airbus

Si l'écart actuel (30%) entre les parités du dollar et de l'euro se prolonge à moyen terme, la pérennité d'Airbus en tant qu'industriel implanté en Europe peut être remise en cause. À plus long terme, la fragilité d'Airbus en découlant peut aussi conduire à l'émergence d'une concurrence chinoise ; cette dernière peut s'appuyer sur une extrême compétitivité monétaire, un outil industriel en cours de restructuration et un transport aérien intérieur en forte croissance. Si une telle conjoncture se présentait, l'élimination de l'entreprise surnuméraire dans le duopole s'avérerait dangereuse pour un Airbus affaibli.

Comment se protéger ? Les moyens sont limités compte tenu du poids du dollar dans le monde, des effets de la spéculation et de la faiblesse des pouvoirs politiques :

- la couverture de change est une assurance permettant de bloquer la parité à la valeur du jour : le faire aujourd'hui entérinerait pour l'avenir le déficit

actuel de compétitivité monétaire de 30% et irait à l'encontre de l'objectif recherché ;

- une action de la Banque centrale européenne pour faire baisser la parité de l'euro semble improbable compte tenu de sa mission exclusive de stabilité des prix ;
- un transfert de prélèvements fiscaux réduisant les charges sociales et augmentant la TVA (portant sur l'ensemble des activités y compris les parts importées peut améliorer la situation : l'Allemagne semble s'orienter aujourd'hui dans une telle voie et l'on commence à en parler en France (sous le nom de TVA sociale).

Aujourd'hui seul un transfert de travaux de la zone euro vers des pays associés au dollar ou à faible coût de main d'œuvre permettrait de traiter les difficultés actuelles : de telles délocalisations semblent envisagées même si celles-ci vont à l'encontre de l'esprit prévalant tout au long de l'histoire d'Airbus.

La dimension européenne que vient de prendre notre Académie lui permettra, tout en poursuivant sa réflexion, d'attirer davantage l'attention des instances de l'Union européenne sur les risques que fait courir ce déséquilibre euro/dollar à l'industrie aéronautique en Europe.

L'EVEREST EN HELICOPTÈRE ! LE 14 MAI 2005

Bernard FOUQUES

Ancien directeur des essais en vol d'Eurocopter, membre de l'Académie

Conférence donnée lors de la séance du 1er février 2007

L'origine de la mission

Il y avait quelques années que l'idée d'aller poser un hélicoptère au sommet de l'Everest, à 8848 ou 8850 m (selon les sources), était "dans l'air" chez Eurocopter, la décision étant à chaque fois repoussée principalement parce que le compromis dépenses à engager/retombées commerciales était trop difficile à évaluer, surtout pour ce qui était des retombées !

Et puis, début 2005, plusieurs faits nouveaux ont permis de reconsidérer la question :

1) la création par la Fédération aéronautique internationale (FAI) d'un nouveau record du monde d'altitude de décollage, auquel des concurrents américains (Bell) et indiens (HAL) s'étaient immédiatement attaqués dans l'Himalaya… mais il leur "manquait" 1500 m ;
2) l'ouverture de compétitions pour d'importants marchés d'hélicoptères légers (quelques centaines) à usage militaire aux Indes et au Pakistan, dont les autres compétiteurs étaient (bien sûr) les deux constructeurs évoqués ci-dessus ;
3) la certification d'une nouvelle variante de l'AS 350 B3 équipé d'un moteur Turbomeca Ariel 2B1, qui nous donnait la quasi-certitude d'avoir les bons kW à très haute altitude.

Et notre chiffrage réactualisé fut accepté ; je n'en reparlerai pas plus loin, mais le budget alloué fut respecté. Il prévoyait l'utilisation d'un hélicoptère de série préparé spécialement pour la mission et l'organisation de la mission en deux phases.

L'hélicopètre

L'hélicoptère utilisé serait un appareil de série loué à un client, étant donné que, vu le succès remporté par la version hautes performances de l'Écureuil, l'AS 350 B3, la société n'avait plus d'appareil de démonstration disponible ; l'appareil devait être notablement allégé pour améliorer ses performances à haute altitude, travail effectué en collaboration étroite avec la Direction technique, étant donné d'une part que l'on "sortirait" du domaine de vol normal de l'appareil (certifié jusqu'à 7500 m, alors que la plupart des hélicoptères le sont jusqu'à 6000 m) et d'autre part qu'il devrait être restitué en fin de campagne sans que sa durée de vie soit "entamée".

Le moteur Turbomeca Ariel 2B1 du client serait remplacé par un moteur identique, appartenant à Eurocopter, et spécialement autorisé à fonctionner à des régimes supérieurs à ceux d'une utilisation normale sur Écureuil, mais voisins cependant des régimes autorisés pour cette famille de moteurs sur des bimoteurs du type Dauphin en cas de panne de l'autre moteur.

Une installation de mesure légère devrait être installée pour permettre d'enregistrer les données requises par la FAI pour l'homologation du record tenté (position GPS, temps et altitude barométrique) mais aussi pour fournir des images vidéo (avec incrustation du temps) issues de quatre caméras stylo installées respectivement :

- au sommet de la dérive, pour fournir une image grand champ de l'environnement ;
- sous la poutre de queue, pour fournir une image des patins et permettre d'attester le poser et sa durée (cette dernière image pouvait être aussi montrée au pilote sur un écran de la planche de bord) ;
- sur la cloison arrière de la cabine, pour fournir une image "d'ambiance", y compris celle du pilote vu de ¾ dos et des mouvements des commandes ;
- sur la cloison arrière de la cabine, pour "zoomer" sur les instruments de pilotage et en particulier permettre de vérifier après chaque vol les paramètres du moteur.

L'organisation de la mission

La première phase de la mission se passerait en France, au départ de Marignane ; elle aurait pour but de lever les risques "techniques" en effectuant des montées en air libre jusqu'à plus de 10 000 m et en réalisant à ces altitudes des vols stationnaires simulés, le tout afin d'étudier le comportement de l'appareil, de "taquiner" son moteur et de vérifier l'installation de mesures embarquées ; on profiterait de ces vols préliminaires pour essayer de battre les records du monde FAI de temps de montée à 3000, 6000 et 9000 m dans la catégorie de masse de l'Écureuil, détenus depuis 20 ans par un AS 350 B1, ce qui fut brillamment réalisé avec respectivement 2'21, 5'06 et 9'26.

On notera au passage que l'on ne s'attaquerait pas au record d'altitude de vol toutes catégories, détenu depuis le 21 juin 1972 par Jean Boulet, membre de cette

Académie, sur un LAMA avec 12 442m ; ceci aurait en effet nécessité un allègement supplémentaire de l'appareil, peu compatible avec son statut d'appareil loué ; le fait que le record d'altitude en translation soit supérieur au record d'altitude autour du vol stationnaire est dû à la forme particulière de la courbe de puissance nécessaire au vol de l'hélicoptère en fonction de la vitesse, laquelle comporte un "creux" entre 40 et 70 nœuds (environ).

La deuxième phase de la mission se passerait au Népal, au départ de l'altiport de Lukla, situé à 2800 m dans la région de l'Everest, à une heure de vol (par beau temps seulement) ou (au choix) six jours de marche du monde "civilisé" ; elle aurait pour but d'effectuer des posers et décollages à des altitudes croissantes, en visant bien sûr d'atteindre le sommet de l'Everest ; les risques restants étant bien sûr les (considérables) risques "opérationnels", dont le principal était la météorologie.

L'organisation "administrative" de la partie népalaise du programme, en particulier tous les contacts avec les (nombreux) ministères népalais, la logistique des transports intérieurs et de l'hôtellerie serait confiée à une société népalaise, Thamserku, dont les propriétaires, une famille de sherpas, possédaient également la société Yeti Airlines et une société de lodges. Au passage, attention, sherpa ne signifie pas, comme on le pense trop souvent, porteur de charges ; les sherpas sont un peuple montagnard, de race jaune et de religion bouddhiste, alors que la majorité des népalais de basse altitude est de race blanche et de religion hindouiste.

Les participants

Suivant les habitudes de la maison, l'équipe serait peu nombreuse, fort qualifiée et très motivée ; elle comprendrait donc onze personnes.

À tout seigneur, tout honneur, le pilote :

Didier Delsalle, 48 ans, ancien de l'armée de l'Air, pilote d'essais expérimental (EPNER 1992), entré chez Eurocopter en 1997, pilote de marque des hélicoptères légers (familles Écureuil AS 350/355 et EC 130 et Colibri EC 120) à la direction des essais en vol ; il a plus de 6000 h de vol, connaît parfaitement sa machine, a effectué plusieurs campagnes de démonstration de l'appareil dans l'Himalaya ; il a organisé toute la mission en s'appuyant sur Thamserku et a bien sûr réalisé tous les vols préparatoires à Marignane.

Les autres personnes étaient :

- Jacques Escaffre, représentant la FAI ;
- un ancien pilote d'essais d'Eurocopter ayant effectué plusieurs missions d'instruction au Népal, et connaissant tant la région de l'Everest que de nombreux anciens élèves militaires, dont le général commandant l'ALAT népalaise ;
- un ingénieur "sol" assistant Didier pour la préparation de la mission et chargé plus spécialement de l'installation de mesures ;
- trois mécaniciens (cellule, équipements, moteur) ;
- trois spécialistes de la communication (photo/cinéma/vidéo) ;

- enfin, moi-même, à l'époque directeur des essais en vol, la direction de la société m'ayant en effet demandé de participer à la mission en tant que "sage".

Quelques difficultés, prévues et imprévues

Ayant longuement expliqué les tenants et aboutissants, j'essaierai ci-après de résumer le déroulement de la partie népalaise de la mission.

La principale difficulté prévue était la météorologie ; nous avons surmonté cette difficulté tout d'abord en essayant d'avoir les meilleures prévisions possibles, grâce à l'utilisation d'un site Internet utilisé par les alpinistes à la conquête de l'Everest ; ces prévisions, nébulosité et surtout vent à haute altitude, étaient élaborées en Europe et nous les consultions à partir du "Bagdad Café" de Lukla, lieu à partir duquel nous pouvions aussi envoyer des résultats à Marignane ; cet outil, tout comme notre téléphone satellite, nous a considérablement aidés ; une fois les prévisions connues, il fallait bien sûr "aller voir" et surtout savoir renoncer (cela fait partie du métier des essais) en particulier lorsque le vent et les turbulences étaient trop forts.

Nous n'avions guère prévu d'autres difficultés, d'ailleurs personne n'a souffert du mal de l'altitude et le cuistot de notre lodge a contribué au maintien du moral, malgré la température quelque peu "fraîche" régnant dans ledit lodge et l'obligation qui nous avait été faite de goûter le thé sherpa (NDLR : thé+lait de yak+beurre rance) ; et pourtant, nous avons accumulé les problèmes avec l'administration népalaise ; notre programme de vol avait été béni semble-t-il par les nombreux ministères ayant à y voir : intérieur, défense, transport et aviation civile, parcs nationaux (et d'autres ?), comme semblaient l'attester les comptes-rendus, entièrement en népalais, des réunions que Thamserku avait organisées avec lesdits ministères ; cependant, nous avons été confrontés à deux suspensions de notre autorisation de vol.

La première, le 5 mai, après que l'appareil fut arrivé à Lukla, et alors que la partie de l'équipe encore à Katmandu essayait de dédouaner le matériel photo/cinéma/vidéo ; cette suspension n'a d'ailleurs pas empêché la police de Lukla de demander à Didier la réalisation d'une mission de sauvetage de deux alpinistes japonais entre 5 et 6000 m, mission bien réussie d'ailleurs ! Après de longues palabres à Katmandu, l'autorisation de vol nous a été rendue le 10 mai, mais avec l'obligation d'avoir à bord en permanence un policier, ce qui était évidemment impossible (masse, oxygène) ; d'où de nouvelles palabres avec la police à Lukla, et la conclusion du compromis suivant : au départ de chaque vol, un policier prendrait place à bord avec l'un de nous ; Didier déposerait les deux avec une radio sur une DZ intermédiaire à une altitude où l'oxygène n'était pas encore vraiment nécessaire (souvent au monastère de Tengboche, à 3900 m) et continuerait tout seul vers "ses" sommets ; au retour, il récupérerait les deux, puis, après le vol, nous devrions prouver, enregistrements GPS et/ou vidéo à l'appui, que l'hélicoptère n'avait ni survolé des "zones militaires" (camp de l'armée installé

plus haut dans la vallée, à Namchebazar, à 3400 m, pour mener d'éventuelles opérations contre les rebelles maoïstes) ni franchi la frontière tibétaine (ou plutôt chinoise) ; très rapidement, sous la pression des policiers, il a même fallu leur donner nos bandes vidéos, mais un nouveau "compromis historique" a été conclu pour qu'elles soient enfermées dans une boite scellée à la bougie dans l'hôtel et dont une tierce personne non Eurocopter (merci, Jacques Escaffre) garderait la clef !

La seconde suspension est survenue le 16 mai, peu après que la nouvelle de notre succès eut été transmise à Katmandu par la police, j'y reviendrai plus tard.

Le succès

Il ne faut pas croire que ces difficultés aient cassé le moral de l'équipe, bien au contraire ! Elles nous ont plutôt incités à accélérer le déroulement de la campagne.

Un premier vol de reconnaissance avait déjà été effectué tout début mai, l'appareil avait d'ailleurs été repéré par des alpinistes, lesquels, faute de pouvoir l'identifier, lui avaient donné sur leur site Internet le nom de "Mystery chopper".

Le deuxième vol, comme expliqué plus haut, a été l'évacuation sanitaire demandée par la police.

Le troisième vol, effectué le 11 mai, a consisté en une deuxième reconnaissance, au cours de laquelle deux jerricans d'une vingtaine de kilos de kérosène ont été déposés à Tengboche et à Lake Camp (à 5200 m, un peu en aval du camp de base de l'Everest), au cas où le carburant restant après le poser à très haute altitude se serait avéré un peu juste pour le retour à Lukla ; les coordonnées GPS de ces deux points (ainsi que celles de Lukla) ont été introduites dans le calculateur de mission pour permettre de les retrouver facilement en cas de nébulosité ou en présence d'un éventuel givrage de la bulle ; bien sûr, les coordonnées du sommet l'avaient aussi été, ce qui n'a pas été sans conséquences, comme on le verra plus tard.

Le quatrième vol, le 12 mai, a vu Didier se poser au col sud, lequel, à environ 8000 m, sépare l'Everest du Lhotse (8516m) ; les tentatives de record de nos concurrents étaient d'ores et déjà largement battues ; par contre, la tentative de poser à l'Everest a été infructueuse, les courants ascendants sur les parois étant tels que, même au petit pas, l'hélicoptère continuait à monter !

La météo ayant prévu les orages de grêle, le vendredi 13 fut un jour de repos bien mérité pour tous.

Le cinquième vol, le 14 mai devait être le bon ; quelle ne fut pas l'enthousiasme de tous au retour de Didier, enthousiasme décuplé lorsque la lecture de la bande vidéo a montré que les deux minutes de poser exigées par la FAI étaient dépassées (en fait le poser, effectué à 7h08 HL, a duré 3'40'') ; les drapeaux de prière achetés sur le bazar de Katmandu ont été attachés sur les pales pour faire la photo de famille et la bouteille de champagne, qui alourdissait mon sac depuis Marignane, ouverte, l'effet de l'altitude ayant malheureusement été de ne guère nous laisser à

boire ! L'enthousiasme fut malheureusement douché lorsque, de retour au lodge, nous avons constaté que le dépouillement du signal GPS s'arrêtait juste avant le poser pour reprendre juste après le décollage ; heureusement que les différentes caméras prouvaient la réalité et la durée du poser ! Nous avons compris par la suite que le système de navigation avait considéré qu'un point tournant introduit en mémoire (voir plus haut) ayant été atteint avec une vitesse nulle, le vol était considéré comme terminé ! Le petit enregistreur avait été conçu pour homologuer les records de planeur, pas ceux des hélicoptères !

Pour ramener d'éventuelles données supplémentaires (qui se sont d'ailleurs révélées superflues), Didier a effectué un sixième vol le 15 mai, au cours duquel il a renouvelé l'exploit.

Le septième vol, effectué le 16 mai en formation avec un AS 350 B3 de l'armée népalaise, a permis, sans dépasser cette fois-ci les 7500 m, de ramener de splendides images ; et c'est alors que notre autorisation de vol a été de nouveau suspendue.

Suite et fin

Les palabres dans les administrations ont recommencé, mais nous avions cette fois-ci le record en poche ; après deux jours, nous avons pu ramener l'hélicoptère à Katmandu, où les militaires nous l'ont aimablement gardienné ; après trois jours, nous avons pu récupérer nos bandes vidéo, que Jacques Escaffre et moi-même avons immédiatement ramenées en France par le premier avion ; après une semaine, l'hélicoptère a pu repartir vers New Delhi, à temps pour être exposé au salon du Bourget.

Après analyse des résultats et compléments d'information, la FAI a officiellement remis le diplôme de record en février 2006.

Conclusion

Un record d'altitude ne pouvant être battu que s'il est dépassé de 3% au moins, il faudra donc attendre que l'Everest grandisse de 265m pour nous rayer des tablettes !

DES HOMMES, DES AVIONS ET DES TECHNOLOGIES : DU VIRTUEL AU PRODUIT ÉCONOMIQUE

Pierre-Claude PERRIER

Ancien sous-directeur des Études avancées des Avions Marcel Dassault, membre fondateur de l'Académie des Technologies, membre de l'Académie

Conférence donnée lors de la séance du 8 juin 2007

SOMMAIRE EN CINQ POINTS

1- Le mur de la complexité a été atteint en une génération, dans la physique et entre les hommes (une exponentielle incertaine pluridisciplinaire à valider)
2- La rencontre des limites budgétaires et humaines des nouveaux projets a pour cause leur complexité : seule la recherche de la souplesse des organisations et de leur rationalisation jusqu'à des PME efficaces (si en réseau) permettra de faire mieux, moins cher
3- L'usage des technologies informatiques permet enfin des conceptions et productions/opérations optimisées car on peut jouer virtuellement leurs points critiques avant de s'engager à tort
4- C'est le défi majeur à relever par l'industrie aérospatiale aujourd'hui, déjà posé et évident pour tout concepteur des avions et autres objets avec des outils (pour les faire et les opérer) à créer
5- L'analyse du passé récent nous montre que les obstacles aux réformes sont humains et relèvent d'une mauvaise formation à la communication et au réel, ni scientiste ni idéologique

LA COMPLEXITÉ EXPONENTIELLE

- Seule la complication est gérable sans explosion combinatoire (horloge astronomique de Strasbourg)
- Le grand nombre de pièces et leurs interrelations génère une combinatoire à peine traitable informatiquement
- Le grand nombre de relations humaines génère l'explosion de l'incompréhension à peine gérable par le virtuel partagé

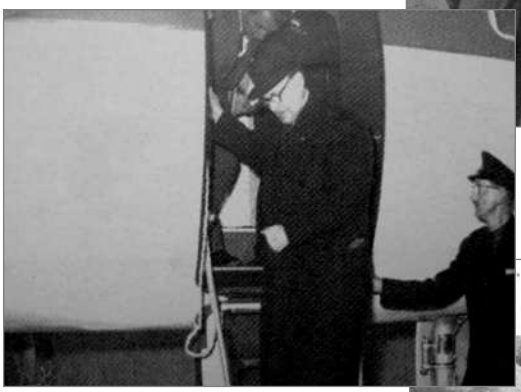
LA COMPLEXITÉ ET SES ALLERS-RETOURS ENTRE RELATIONS MATÉRIELLES ET RELATIONS HUMAINES

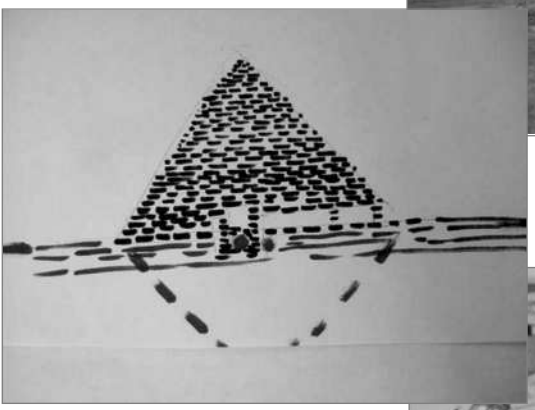
- Au début manipulations des pièces de la main à la main de l'artisan/ouvrier
- Puis introduction du dessin systématique et du préparateur du travail (traceur,…….., monteur)
- Enfin d'une première chaine conception-fabrication-essais et livraison avec suivi

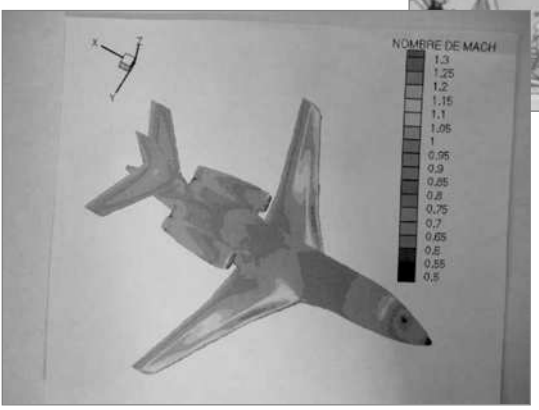
Faisons retour en arrière

DES HOMMES ET UN PEU DE TECHNOLOGIES

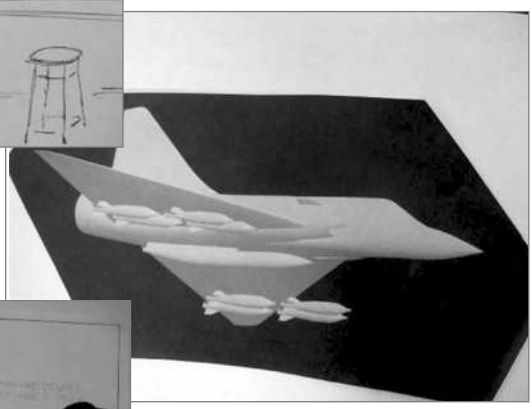
- Un nouveau venu dans le champ de la construction industrielle aéronautique
- Une guerre accélératrice de technologie
- Un premier avion à technologie avancée apparaissant dans le civil
- Une deuxième guerre prolongée en guerre froide et un nouvel avion dans le civil

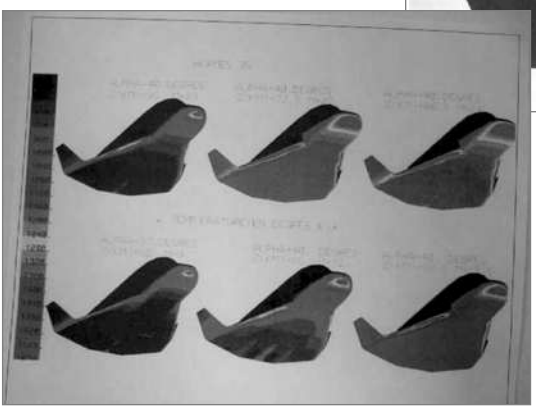


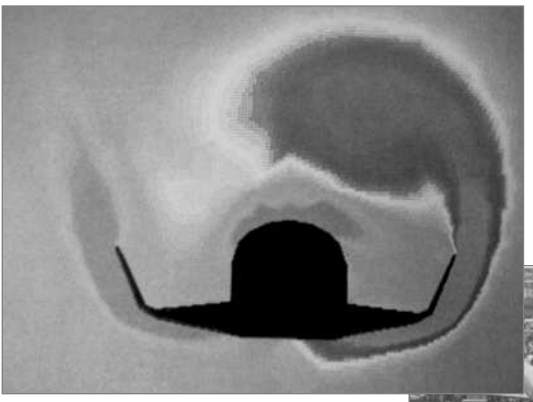


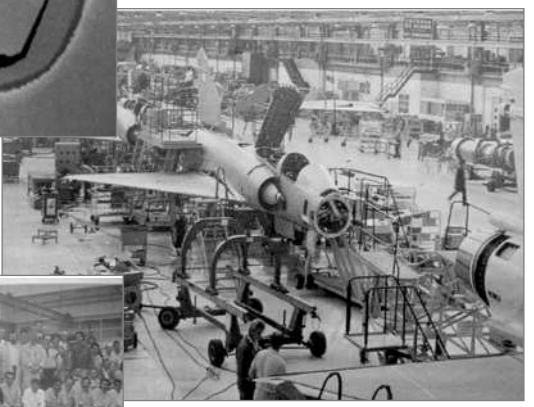

NOMBRE DE MACH
1,3
1,25
1,2
1,15
1,1
1,05
1
0,95
0,9
0,85
0,8
0,75
0,7
0,65
0,6
0,55
0,5

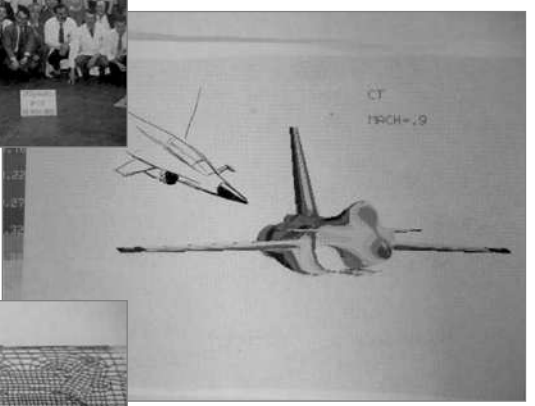
IAM

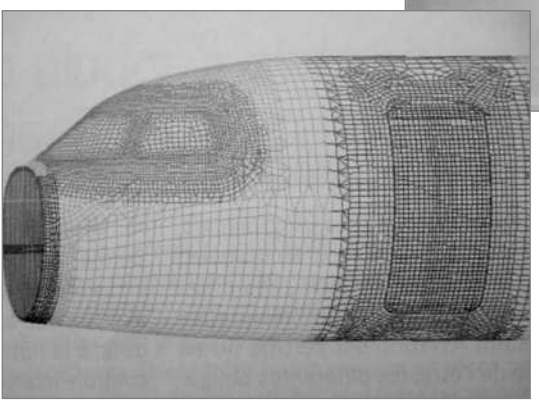









CT
MACH=.9

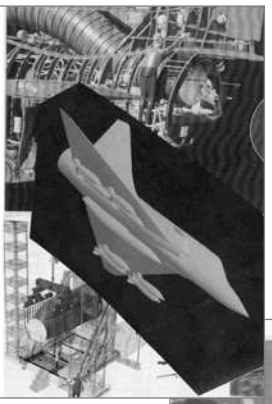


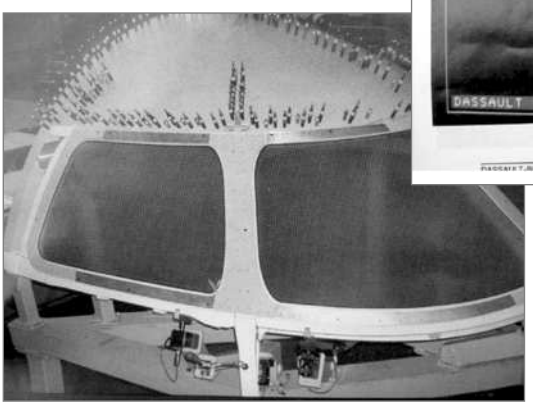
2000-EX
F-WMEX

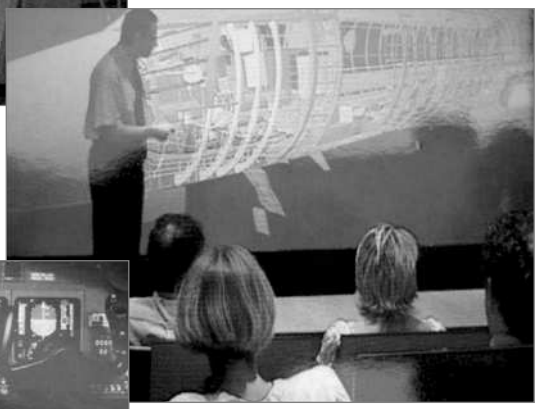
Environnement complet

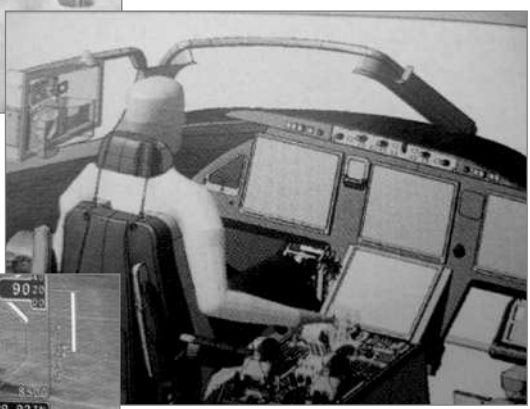
Conception
Vision virtuelle du cycle complet du début à la terminaison

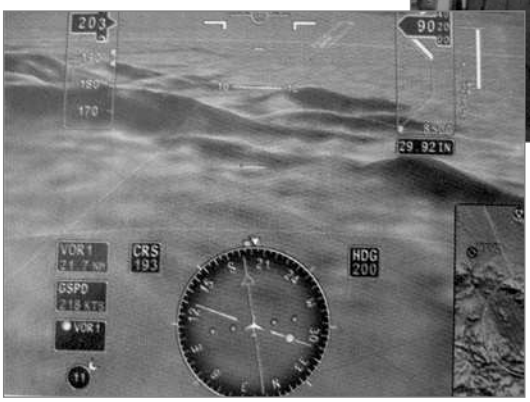
- Fabrication
- Opération/SAV





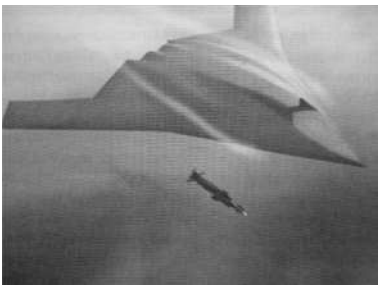





203
90
29.92IN
VOR1
CRS
193
HDG
200
GSPD
VOR1

PASSAGE AU «PLUS» AUTOMATIQUE

- Tentation forte et naïve de qui ne connaît que les fautes des pilotes et peu les erreurs de bureau d'études
- C'est le bureau d'études qui a besoin en priorité d'outils de validation de sa propre faiblesse à concevoir sans fautes et d'une méthodologie de première certification
- Ce sont les avions militaires sans pilote qui vont débroussailler ces problèmes.



IL Y A UN ENSEMBLE COHÉRENT :

- Pour définir géométriquement l'avion dans toutes ses pièces et pour définir toutes les interfaces et donc les spécifications de fabrication (définition des outillages et de l'usine), d'interfaçages et de montage (contractuels)
- Mais il manque l'équivalent fonctionnel hors l'aérodynamique et le calcul de structure
- Et il manque encore le niveau de l'essai en vol virtuel qui sera validé sur le vol réel puis couvrira le domaine de vol inaccessible hors des marges pour une solide certification sans risque excessif des pilotes d'essais ; deux limites sont à franchir :
- Un ordinateur pétaflopique et une validation qualifiante.

AVANT DE CONCLURE ON REDIT QUE :

- La division en n petits sous-ensembles peut entraîner jusqu'à n! interfaces
- Le problème des interfaces est donc bien plus grave que le problème des parties
- Le coût d'un coopérant dépend du coût des frais de gestion d'interface qui dépasse très souvent le coût des disciplines principales
- Le plateau virtuel commun est la réponse à digérer en Europe rapidement

REMARQUES CONCLUSIVES

- Il reste donc un problème humain (de génération) qui touche d'abord le management qui a le plus souvent peur de l'informatique et de sa rigueur mal démêlée de ses limites de modélisation du réel complexe aérospatial
- Mais il touche aussi toute la chaîne industrielle d'un pays à partir des équipes de PME comme des "services" des grands donneurs d'ordre
- Il nous manque encore des entrepreneurs à tous ces niveaux et des gens convaincus de la remise à plat de l'éducation à la communication et à l'administration assistée par ordinateur

- II -

ALLOCUTIONS DE RÉCEPTION

MON CHEMIN VERS LES ÉTOILES

Georges ESTIBAL

Adjoint au Maire de Toulouse, élu membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception prononcée à la séance du 8 février 2001

Mesdames, Messieurs les Académiciens, Chers Amis,

Si j'ai choisi de donner pour titre à mon allocution de réception à l'Académie nationale de l'air et de l'espace "Mon chemin vers les étoiles", ce n'est pas par pure vanité ou une quelconque prétention, mais bien parce qu'à ma naissance, en août 1934, dans une ferme modeste de la région agenaise, sans eau ni électricité (celle-ci arrivera enfin quelques années après la fin de la Seconde Guerre mondiale), rien ne laissait supposer que l'enfant que j'étais consacrerait la totalité de sa vie professionnelle à l'espace et aux activités spatiales.

Ce passionnant parcours, qui fut le mien et que je me propose maintenant de vous faire parcourir en quelques minutes, au risque peut-être de vous lasser, est celui d'un enfant ignorant des choses de ce monde mais qui suit son chemin, guidé par sa bonne étoile.

Ma bonne étoile, je devrais dire mes premières bonnes étoiles, furent sans aucun doute les yeux de mes parents et en particuliers ceux de ma mère qui m'ont suivi toute ma vie et qui se sont éteints le 9 mars 2000. Au fil des ans, des dizaines de nouvelles étoiles sont venues baliser ce long chemin qui me conduit devant vous aujourd'hui. Ces étoiles ce sont toutes les personnes que j'ai eu le privilège de rencontrer au cours de ma carrière et qui ont été mes guides indiscutables et inestimables et auxquelles je veux ici rendre un respectueux et j'oserai dire un affectueux hommage.

Bien entendu au centre de cette galaxie se trouvent mon épouse Jeannine, nos trois enfants et nos cinq petits-enfants.

À la découverte du savoir

Mes premiers pas, à la découverte du savoir, me conduisent naturellement vers l'école du village (école à classe unique) où une jeune maîtresse inexpérimentée tente d'inculquer avec amour et passion à une trentaine de garnements quelques rudiments de la langue française et des notions d'arithmétique. Un long parcours journalier sur de vrais chemins de campagne qui forment mollets et poitrines et vous accoutument bien aux durs travaux des champs qui attendent tous ces enfants.

Pour mon bonheur, l'ambition première de mes parents était de me donner un métier. Cette ambition sera largement satisfaite par un premier succès, peut-être le plus important de ma vie, au concours des bourses de l'Éducation nationale qui m'ouvrait gratuitement les portes du Lycée technique d'Agen.

Après avoir pleinement rassuré mes parents par l'obtention des CAP d'ajusteur et de dessinateur et des brevets divers, c'est à l'École nationale professionnelle de Tarbes que je poursuivais ce cursus technique par la préparation aux concours des écoles d'ingénieurs des Arts et Métiers, ayant au préalable obtenu le baccalauréat passé au Lycée Fermat de Toulouse. Admis aux différents concours (Arts et Métiers, ENI Strasbourg, ENSEA), la fascination de Paris pour le petit provincial que j'étais me fit opter pour l'École nationale supérieure de l'électronique et de ses applications de Cergy-Pontoise (ENSEA), école dans laquelle, après les quatre années d'études, j'obtenais le diplôme d'ingénieur.

Ainsi armé du sésame, qui à cette époque ouvrait pratiquement toutes les portes des entreprises, c'est au sein de la Compagnie des Compteurs de Montrouge que je fis mes premiers pas d'ingénieur débutant en attendant mon incorporation dans l'armée de l'Air pour y accomplir mes obligations militaires.

De fin 1959 à février 1962, pendant la période la plus agitée de la guerre d'Algérie, je fus affecté au Service technique du Centre interarmées d'essais d'engins spéciaux (CIEES) de Colomb-Béchar/Hammaguir. C'est au cœur de ce Centre d'essais de missiles, loin des théâtres d'opérations militaires que j'ai pu compléter ma formation initiale en participant en qualité d'ingénieur aux différentes campagnes d'essais d'engins et de systèmes d'armes sophistiqués, développés pour le compte des Armées par les sociétés Nord Aviation, Sud Aviation, Dassault et la société des Engins Matra.

À la découverte de l'espace

Je ne surprendrai personne si je vous annonce que dès la libération des obligations militaires ma première démarche fut de frapper à la porte des sociétés que j'avais eu le privilège de découvrir à Colomb-Béchar.

Séduit par l'enthousiasme et le dynamisme de Pierre Quétard, le directeur de la Division Sol-Air des Engins Matra, auquel le nouvel Administrateur Jean-Luc Lagardère venait de confier les activités spatiales naissantes, c'est en mars 1963 que je rejoignais cette société.

J'oserai dire que Pierre Quétard fut ma première "étoile" du monde spatial. Pendant près de dix ans, sous son autorité directe, je participais à la définition, au développement et aux essais des programmes que la SEREB, le CNES et l'ESTEC confièrent à notre société.

Le programme Diamant, pour lequel la Société Matra avait la responsabilité du développement de la case à équipements, du système de basculement du lanceur et de la charge utile (satellite A1). fut ma première grande activité.

Responsable de la définition des chaînes de télémesure et de télécommande, puis de la conduite des essais de qualification de la capsule technologique qui sera tirée sur le véhicule d'essais VE 210. Le modèle de vol de cette capsule technologique constituera la première charge utile (satellite A1) qui sera placée en orbite en novembre 1965 lors du premier tir du lanceur Diamant à partir de la base d'Hammaguir.

Dois-je rappeler que cette époque de pionnier fut largement marquée, pour le jeune ingénieur que j'étais, par des personnalités qui ont pour nom Roger Chevalier et Bernard Attali, étoiles que je pouvais parfois observer sans pour autant les côtoyer.

Parallèlement au développement du lanceur Diamant, Matra était largement associé au programme de tirs de fusées-sondes (Véronique, Centaure, Dragon ou Arcas) sur lesquelles s'embarquaient des charges utiles complexes, conçues par les laboratoires du CNRS, sous la maîtrise d'œuvre du CNES.

Pendant plus de dix ans le département "Lanceurs et Expériences scientifiques", dont Pierre Quétard me confira la direction à partir de 1970, participera à toutes les campagnes de tir Diamant à Hammaguir puis à Kourou et sera présent dans les missions scientifiques en Terre Adelie, aux Îles Kerguelen, en Grèce, Kiruna et à Andoya.

L'expérience ainsi acquise, pendant cette période d'apprentissage, fera de mon département l'interlocuteur privilégié des équipes du CNES/Direction des Lanceurs et de l'Aerospatiale/architecte industriel pour le développement de la case à équipements et des bancs de contrôle du lanceur européen Ariane.

Dans le domaine des expériences scientifiques, le développement de programmes européens sous l'égide de l'ESTEC nous permit également de réaliser de nombreuses expériences embarquées sur fusées-sondes ou comme charge utile sur les premiers satellites scientifiques européens.

Sur les chemins de l'Europe spatiale

Mes premiers pas vers l'Europe spatiale naissante sont à mettre au compte du premier programme européen d'astronomie spatiale, baptisé "TD", pour lequel la société Matra, à la tête du consortium MESH (Matra, ERNO, Saab, Hawker-Sidley) nouvellement créé, s'était vu confier par l'Estec la maîtrise d'œuvre, à l'issue d'une première mais sévère compétition européenne.

Chef de projet de l'expérience "T.D/S133", dont l'objectif était de réaliser la cartographie des sources de rayonnement gamma de haute énergie (supérieur à 10 MeV), je faisais pendant quelques années la dure expérience de concilier les exigences de trois laboratoires européens dirigés par de fortes personnalités et sans aucun doute des "stars" dans leur domaine, le professeur Labeyrie pour le Laboratoire d'astrophysique de Saclay, le professeur Ochialini de l'Institut de Physique de Milan et le professeur Klaus Pinkaü de l'Institut Max Planck de Munich, et les contraintes techniques imposées par la spatialisation d'expériences de laboratoires.

Embarquer à bord d'un satellite un télescope à rayons gamma constitué d'une chambre à étincelles à gaz ceinturée de scintillateurs et retransmettre au sol, en temps réel, les images du phénomène d'avalanche (étincelles) provoquée par le passage aléatoire d'un rayonnement entre les plaques de la chambre portées à 10 000 volts, tel était le challenge technique proposé, dans le cadre d'une répartition de tâches industrielles entre la France, l'Italie et l'Allemagne. Ce challenge à été tenu et le satellite TD a pu délivrer à la communauté scientifique le flot de données attendu.

Cette première coopération entre des hommes de formation et de nationalités différentes, autour d'un seul objectif, même si elle restait modeste dans sa dimension budgétaire, fut sans aucun doute déterminante pour la poursuite de ma carrière dans le milieu spatial et au sein de la Société Matra.

Le programme Ariane pour lequel Matra fut dès le départ retenu par le CNES comme partenaire de premier niveau pour la fourniture de la case à équipements et les bancs de contrôle et de lancement me donna l'immense privilège de participer au développement de relations industrielles sur l'ensemble de la communauté européenne.

Riche d'une première expérience européenne acquise dans le domaine scientifique, c'est avec l'enthousiasme et l'ambition des "conquistadores" que j'accompagnais Yves Sillard dans sa tournée des villes européennes à la recherche de partenaires industriels prêts à relever le challenge d'un nouveau lanceur européen malgré la douloureuse aventure de l'ELDO.

Mon "chemin vers les étoiles" fut à n'en pas douter fortement balisé et éclairé par le programme Ariane. Les hommes qui l'ont dirigé, ceux qui l'ont réalisé et conduit au succès que l'on connaît, constituent pour moi la plus belle constellation d'étoiles que mon imagination d'enfant pouvait imaginer. Permettez-moi de citer ici quelques noms de personnalités avec lesquels j'ai eu l'honneur de travailler : Hubert Curien, Yves Sillard, Frédéric d'Allest, Pierre Usunier, Michel Bignier, mais également Pierre Madon, Roger Vignelles, Charles Bigot, Roland Deschamps et tous ceux que vous voudrez bien me pardonner de ne pas citer par manque de temps.

Membre du conseil d'administration de la société Arianespace dès sa création (si mes souvenirs sont bons en1980), je participerai à tous ses travaux pendant plus

de quinze ans, pour ne l'abandonner, non sans quelques regrets, qu'à mon départ à la retraite en 1996.

À la découverte de l'espace commercial

Une nouvelle page de ma carrière s'ouvre en 1975, lorsque Noël Mignot, le nouveau directeur de la division Espace de Matra, qui a succédé à Pierre Quétard chargé par Jean-Luc Lagardère de la diversification de la Société, m'appelle à ses côtés pour prendre la direction commerciale de la Division. Les effectifs de la Division sont alors voisins de 400 personnes et le chiffre d'affaires approche les 300 millions de francs.

À cette époque, outre le programme Ariane, Matra Espace participe au sein du consortium MESH aux programmes Spacelab (sous maîtrise d'œuvre ERNO), en développant le premier système embarqué de traitement de données pour vols habités, aux premiers programmes européens de télécommunications OTS et MAROTS (sous la maîtrise d'œuvre de HSD), pour lesquels sera développé le premier système de contrôle d'attitude et d'orbite trois axes. Les contraintes du "retour géographique" imposeront à HSD de sous-traiter à Matra les tâches d'intégration des satellites et lui permettre ainsi d'acquérir une première expérience dans la maîtrise des systèmes de télécommunications.

Pendant plus de dix ans, de 1975 à 1986 (date du départ à la retraite de Noël Mignot), dans un climat de totale confiance, j'ai eu l'immense privilège, sous la direction éclairée de Noël Mignot, et en totale complicité avec lui, complicité qui n'a jamais été prise en défaut, de construire mois après mois une véritable entreprise spatiale dotée de toutes les compétences techniques, financières et commerciales capable d'affronter la compétition internationale et d'assurer ainsi son développement.

C'est ainsi que, dès 1975, Noël Mignot osait affronter la compétition internationale sur l'appel d'offres "Brasilsat", face aux grands industriels américains, alors que la société n'avait encore jamais assuré la maîtrise d'œuvre d'un programme de télécommunications.

Cette première compétition fut vraiment salutaire. À l'ouverture des offres, le tout jeune directeur commercial que j'étais, qui de surcroît ne maîtrisait pas la langue de Shakespeare (et pour cause) pouvait mesurer le chemin à parcourir pour atteindre le niveau de compétitivité international.

Un outil industriel mal adapté, des produits trop complexes et des technologies parfois mal maîtrisées, une méconnaissance totale du marché international, des prix exorbitants en comparaison avec ceux proposés par l'industrie américaine, tel était le pénible bilan que l'on pouvait dresser à l'issue de cette première confrontation internationale

À ce stade de mon exposé je voudrais rendre hommage à Noël Mignot, qui a su avec lucidité analyser la situation et prendre les décisions techniques et industrielles qui permettront de bâtir les fondations de Matra Espace, fondations

sur lesquelles repose encore aujourd'hui la toute nouvelle société européenne Astrium.

À ses côtés, en qualité de directeur commercial, puis, à partir de 1980, avec les fonctions de directeur-adjoint, je participerai à toutes les décisions qui concernent la Division. Cette implication sera totale en raison des problèmes de santé que Noël Mignot devra affronter notamment durant les dernières années de sa présence à la tête de Matra Espace. Je deviendrai ainsi, pendant cette longue période, membre du comité exécutif de la société Matra présidé par Jean-Luc Lagardère. Ce fut, dois-je l'avouer une période particulièrement passionnante et enrichissante.

La construction du site industriel à Toulouse

La première grande décision industrielle que nous fûment appelés à prendre, dès 1975, concerne la décentralisation d'une partie de la division à Toulouse. Bien que toute récente, la construction et notamment les salles blanches du site de Vélizy, s'avèrent en effet totalement inadaptées au regard des spécifications d'environnement et à la croissance de la taille et de la masse des satellites. Le futur lanceur Ariane autorise déjà le lancement de satellites de plus de 1500 kg, alors que nos salles ont été conçues pour des satellites qui ne peuvent dépasser la masse de 500 kg. Trop à l'étroit sur le site de Vélizy, la construction à Toulouse d'une salle blanche destinée à l'intégration de satellites de télécommunications est décidée dès 1975 et inaugurée l'année suivante.

Encouragés par la Datar, la décentralisation sur Toulouse de la totalité des directions de Programmes, et d'une partie de la direction technique et des moyens d'intégration interviendra dans la foulée. Construit sur un terrain vierge, d'une superficie de 20 hectares, un centre spatial ultra-moderne disposant de la plus grande salle blanche construite encore à ce jour en Europe ouvrira ses portes dès le printemps 1980.

À la date de l'inauguration du nouveau centre la division spatiale de Matra compte 1000 employés dont 500 sur le site de Toulouse et le chiffre d'affaires atteint le nombre magique de 1 milliard de francs.

Une plate-forme performante et compétitive pour les télécommunications

La courte mais instructive expérience de la compétition internationale a largement démontré que la conception de satellites compétitifs s'accommodait mal des contraintes imposées par le respect pointilleux de la règle du retour géographique. Dès 1976, c'est dans le cadre du GIE Satcom International (Matra Espace/British Aerospace) dont Noël Mignot et Peter Hickman (son homologue de British Aerospace) me confieront la direction, que sera développée la première plate-forme de télécommunications "Eurostar", entièrement conçue par les industriels et financée sur fonds propres. Cette plate-forme constituera le véritable cheval de bataille sur les marchés à l'exportation et sur le marché européen de Matra et British Aerospace, puis de Matra Marconi Space à partir de 1989.

Aujourd'hui encore les satellites proposés par la société européenne Astrium (Eurostar 3000 et Eurostar 4000) sont des versions améliorées du produit initial.

Les programmes Télécom 1et Télécom 2, Eutelsat 1 et 2, Skynet 4 et Hispasat 1 et 2 construits et lancés pendant la décennie 80, pour ne citer que les principaux, utiliseront tous la plate-forme Eurostar.

Une plate-forme universelle pour l'observation de la Terre

Le développement explosif du marché des télécommunications spatiales dont la société Matra a largement bénéficié, ne peut pas masquer l'énorme avancée faite pendant cette même période sous l'impulsion du CNES dans le domaine de l'observation de la Terre grâce au programme SPOT et notamment de sa plate-forme, au plan national et européen. Matra Espace a été le grand bénéficiaire de ce développement.

En effet, dès 1979 le CNES nous confiera la responsabilité du développement de la plate-forme, des instruments optiques embarqués et de l'intégration du satellite SPOT 1. Ce programme constituera la pierre angulaire du développement des filières civile nationale avec SPOT 2, 3, 4 et 5, militaire avec Hélios 1 et 2, européenne avec ERS 1et 2, Envisat et Metop.

L'ouverture internationale

Parallèlement à la construction du site de Toulouse, à la production des cases Ariane, au développement des satellites des filières Eurostar et Spot, la consolidation de l'alliance avec la Division spatiale de British Aerospace (GIE Satcom International) me conduira à explorer, à la tête d'équipes mixtes franco-britanniques, le marché international et à sceller des alliances nombreuses, préalable à toute espérance de succès dans ce domaine.

Le Mexique, le Brésil (à nouveau), l'Indonésie, la République Populaire de Chine, la Corée du Sud, l'Australie, les États-Unis mais aussi l'Europe avec notamment l'Espagne, la Belgique, le Royaume-Uni, l'Allemagne et l'Italie furent à partir de 1980 mes pays de prédilection qu'inlassablement je fus amené à sillonner à la recherche de marchés. Création de sociétés en Australie (Auspace et Matra Pty), en Espagne (Crisa), en Belgique (Spacebel), en Italie (I Intecs), ouverture d'un Bureau Matra à Pékin, signatures d'accords de coopération, de transfert de technologies et de compensation (offset) avec des dizaines de sociétés situées dans tous les coins du monde, tels furent les préalables aux succès internationaux dont le premier aura pour nom Hispasat.

Les restructurations industrielles

L'année 1986, marque le début d'une période de restructuration de l'industrie spatiale en France et en Europe.

Au sein de la société Matra les différents centres d'activité sont dès lors structurés en centres de profit (défense, espace, transport et automobile) qui deviendront, dès 1989, des sociétés de plein exercice.

Côté espace, le nouveau tandem constitué après le départ à la retraite de Noël Mignot par Claude Goumy et Georges Estibal se voit confier la direction, dès sa création, de la nouvelle société Matra Espace. Claude Goumy en devient le président, moi-même exerçant la fonction de directeur général.

Dès l'année 1989 nous décidons de transférer à Toulouse la direction générale de la société Matra Espace ainsi que de tous les services techniques résidant encore à Vélizy, à l'exclusion de la direction des équipements. C'est pour moi également une étape importante dans mon parcours professionnel. Avec la double fonction de directeur général de la société et de directeur du Centre, j'ai aussi la responsabilité de bâtir les surfaces industrielles permettant d'accueillir les équipes venant de la région parisienne.

Un événement majeur interviendra au cours de année 1990 avec la signature d'un accord entre le groupe britannique GEC et le groupe Matra qui se traduira par la création de la société Matra Marconi Space.

Cet accord avec l'industrie britannique sera parachevé, quelques mois plus tard, par l'absorption de la division spatiale de British Aerospace par Matra Marconi Space, concrétisant ainsi plus de quinze années de coopération fructueuse, le premier accord industriel ayant été signé en 1976.

Avec un chiffre d'affaires supérieur à 7 milliards de francs et des effectifs voisins de 4 500 personnes, dont 2 000 à Toulouse, 500 à Vélizy et 2 000 en Angleterre), Matra Marconi Space devient en 1990 la première société spatiale européenne, se situant au troisième rang mondial.

Permettez-moi à ce propos de remercier tous les acteurs qui ont contribué à la construction de cet édifice européen et de rendre un hommage particulier à l'un de nos amis britanniques, à la fois francophone et francophile, qui fut le premier artisan de ce rapprochement historique, je veux citer Peter Hickman.

Le bout du chemin

Après trente-trois années d'une vie passionnante au sein du groupe Matra, le petit paysan qui rêvait aux étoiles, conscient d'avoir atteint son firmament, a eu la sagesse de mettre un terme à cette belle aventure, sans toutefois s'éloigner du monde spatial.

Cependant une nouvelle voie, au service de l'agglomération toulousaine et de la Région Midi-Pyrénées, s'est ouverte devant moi depuis 1996.

Appelé par Dominique Baudis à la direction générale de la société d'économie mixte d'exploitation de la Cité de l'espace j'en assumerai la direction jusqu'à la date de l'inauguration. Depuis je participe en qualité de président des Amis de la Cité de l'espace aux réunions du conseil d'administration de la Semeccel.

Au niveau des institutions consulaires, j'exerce les fonctions de juge commissaire au Tribunal de Commerce de Toulouse et de conseiller technique auprès du président de la Chambre de commerce et d'industrie.

Conseiller honoraire de la Banque de France je suis également membre du conseil d'administration au Crédit Mutuel Aquitaine.

Enfin je préside le Cercle d'Oc, cercle de dirigeants de l'agglomération toulousaine et de la Région Midi-Pyrénées.

Ainsi Mesdames, Messieurs et Chers Amis, me voici arrivé au bout de mon chemin. Je vous remercie de m'avoir écouté et surtout de m'avoir fait l'honneur de m'accueillir parmi vous, au sein de cette prestigieuse institution.

Et si vous le permettez, je voudrais terminer mon allocution en adressant un remerciement particulier à Michel Bignier qui a eu le mérite de me présenter avec l'humour qu'on lui connaît lors de la séance publique de l'ANAE du 24 novembre 2000, mais surtout parce qu'il a été pour moi un guide toujours attentif et bienveillant et cela depuis 1975, date à laquelle j'ai eu l'honneur de lui être présenté.

ALLOCUTION DE RÉCEPTION

Pierre MADON

Ancien vice-président d'INTELSAT, élu membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception prononcée à la séance du 8 février 2001

Je suis né le 2 avril 1933 à Tours où j'ai fait mes études secondaires au Lycée Descartes jusqu'à mon entrée à l'École Polytechnique en 1953. Après mon service militaire en Algérie je rentre a Nord Aviation le 2 janvier 1957 et continue mes études comme auditeur libre a Supaero puis a l'Université d'Harvard ou j'obtiens ma maîtrise de sciences en juin 1958.

Ma carrière se résume ainsi :

- Nord Aviation puis Aerospatiale de 1957 à 1986
- Intelsat de 1986 à 1996
- Worldspace de 1996 à 1999
- International Space Broker (consultant) depuis 1999.

Mes 43 ans de carrière ont été consacrés à l'espace et mes principales activités ont été le lanceur Diamant, le satellite Symphonie, le lanceur Ariane, les satellites TDF/TV-SAT, Tele X, Meteosat, Arabsat, Spot, ISO, Eutelsat 2, les satellites Intelsat des séries 5, 6, 7, 8 et les trois satellites WorldSpace.

En reconnaissance du succès des 2 satellites Symphonie, j'ai été nommé officier du mérite national en 1975 et j'ai reçu le prix Espace de la AAAF en 1976.

Après la mission de récupération en orbite basse du satellite Intelsat 6 j'ai reçu le prix des Systèmes Spatiaux de l'AIAA en 1995.

Le message essentiel que je voudrais transmettre à tous les responsables de projets spatiaux est lié au fait que la plupart des catastrophes spatiales sont dues à des oublis de conception ou auraient pu être évitées par des essais au sol appropriés.

Le lanceur Diamant m'a permis d'approfondir mes connaissances dans la fabrication des réservoirs en roulé-soudé, le guidage et le pilotage, l'effet POGO.

Le satellite Symphonie m'a permis de diriger un grand projet sous tous ses aspects, techniques, contractuels et financiers, en utilisant une équipe franco-allemande comprenant des représentants des 6 sociétés du groupement d'intérêt économique CIFAS (Consortium industriel franco-allemand pour le satellite Symphonie).

Les innovations du satellite Symphonie en ce qui concerne la stabilisation 3 axes, le moteur d'apogée à combustibles liquides et le système de propulsion bi-liquides pour le contrôle d'orbite ont été adoptées par tous les constructeurs de satellites et ont permis aux industriels français et allemands d'être bien placés par rapport à la compétition.

Le lanceur Ariane m'a permis d'approfondir les techniques de gestion d'un très grand programme européen avec plus de 35 contractants principaux.

Comme directeur des programmes spatiaux à l'Aerospatiale de 1983 à 1986, j'ai eu la responsabilité de la production en série d'Ariane, du développement d'Ariane 3, 4, 5, des activités satellites à l'usine de Cannes et la co-direction d'Eurosatellite pour les satellites de télévision directe.

Comme directeur puis vice-président de l'Ingénierie et des Opérations à l'Intelsat, j'ai assumé la responsabilité de la supervision de la fabrication de 23 satellites, du lancement de 16 satellites et des opérations de 25 satellites en orbite.

La récupération de l'Intelsat 6 en orbite basse par la navette spatiale m'a permis de vivre les moments les plus émouvants de ma carrière.

Pour WorldSpace j'ai supervisé la fabrication des trois satellites AfriStar, AsiaStar, AmeriStar, et du réseau sol nécessaire aux opérations des trois satellites.

Après le lancement réussi d'AsiaStar, j'ai quitté WorldSpace fin 1998.

J'ai également servi d'expert à deux reprises pour des échecs de lanceurs, d'une part pour China Great Wall et Hugues (lanceur Long March 2E), d'autre part pour l'Agence spatiale européenne (lanceur Ariane 501).

En dehors de mon activité régulière de consultant pour ISB, j'ai participé à des revues de projet, pour Matra (projet East), pour Astrium (projet LEO1) et pour EADS (projet Paradigm).

ALLOCUTION DE RÉCEPTION

Marie-Lise CHANIN

Directeur de recherches émérite au service d'aéronomie du CNRS,
membre correspondant de l'Académie des sciences,
élue membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception prononcée à la séance des 25 et 26 juin 2001

Monsieur le Président, Chères Consœurs, Chers Confrères,

Je voudrais tout d'abord vous remercier de m'accueillir dans votre honorable assemblée, dans laquelle je reconnais avec plaisir beaucoup de mes collègues.

Je vais sacrifier à la tradition et décrire rapidement ce que fut mon activité consacrée à la recherche dans le domaine de la physique de l'atmosphère et du climat, en mettant l'accent sur celles de mes activités plus particulièrement liées à l'espace.

Bien qu'ayant pendant la moitié de ma carrière développé et utilisé des techniques qui ne faisaient pas appel à l'espace, ma carrière a été marquée depuis son début par la recherche spatiale et j'éprouve aujourd'hui une grande joie à voir qu'une grande partie des développements auxquels j'ai contribué conduit actuellement à leur application à partir de l'espace.

J'ai eu le privilège de faire mes premiers pas dans la recherche au sein d'un laboratoire qui se créait et qui allait beaucoup contribuer au développement de la recherche spatiale en France : le service d'Aéronomie dirigé pendant une trentaine d'années par Jacques Blamont. Quelques mois après mon entrée dans le laboratoire, je participais à la première campagne de tirs des fusées Véronique au Sahara en Mars 1959. Une campagne spectaculaire au sens propre du terme, puisqu'elle a donné lieu à des images uniques de superbes nuages de sodium dans le ciel saharien, dont nous n'avons jamais pu reproduire la beauté au cours des nombreux tirs qui ont suivi. Les résultats scientifiques qui ont demandé des années d'efforts, sans doute moins spectaculaires pour le profane que ce premier tir, furent

à la mesure de nos attentes et ont beaucoup apporté à la connaissance des caractéristiques thermiques et dynamiques de la haute atmosphère.

J'ai ainsi participé de 1959 jusqu'en 1966 à une dizaine de campagnes de tirs de fusées Véronique et Centaure à partir de la base d'Hammaguir en Algérie. J'ai ensuite été invitée à participer à plusieurs campagnes aux États-Unis, ce qui m'a donné accès à des lanceurs de plus grande portée (les fusées Javelin atteignaient 500 km). Au cours de ces premières expériences, j'ai mis au point des méthodes d'étude de l'atmosphère par utilisation de nuages artificiels et obtenu des résultats originaux sur la structure de la haute atmosphère. J'ai notamment mis en évidence pour la première fois l'influence de l'activité solaire sur la température de la thermosphère (au-dessus de 120 km). Ce type d'étude s'est poursuivi jusqu'en 1977 dans le cadre de la coopération franco-soviétique ; avec une soixantaine de tirs de fusées-sondes à l'Ile de Heyss, grâce auxquels j'ai observé la variation de la structure thermique polaire au cours d'un cycle d'activité solaire de 11 ans.

En 1967 le programme français de fusées s'est trouvé arrêté par la fermeture de la base d'Hammaguir à la suite des accords d'Évian et malgré les espoirs apportés par les lancements des premiers satellites, la région située en dessous de 100 km à laquelle je m'intéressais restait inaccessible. Elle le fut longtemps jusqu'au lancement en 1991 d'une plate-forme spatiale américaine UARS (Upper Atmosphere Research Satellite) qui a fourni d'abondants résultats auxquels j'ai contribué et qui a enfin permis la description globale de l'atmosphère moyenne.

Vers la fin des années 60, alors que l'activité "fusée-sonde" disparaissait du programme français, la disponibilité de lasers à colorant à fréquence accordable a orienté mon activité vers le développement d'une nouvelle méthode d'étude de l'atmosphère, le sondage par laser ou Lidar et ce fut le début d'une grande aventure qui marque encore beaucoup l'activité actuelle du Service d'Aéronomie. L'utilisation du processus d'interaction le plus efficace, la résonance, et mon intérêt pour l'origine et le comportement des atomes d'alcalins, ont orienté le choix des premières expériences Lidar vers l'excitation résonante de ces espèces atomiques présentes en très faible concentration dans la haute atmosphère. Nous avons ainsi détecté avec succès les différents métaux alcalins (Na, K, Li7, Li6) présents autour de 90 km, puis des composants stratosphériques et troposphériques, O_3, H_2O.

Mais en 1979, grâce aux performances accrues des lasers solides Nd-Yag, la diffusion Rayleigh a pu être utilisée pour décrire la structure de l'atmosphère. Bien qu'*a priori* l'interaction avec les molécules atmosphériques soit le plus élémentaire des processus d'interaction à mettre en œuvre avec le lidar, puisqu'il ne nécessite pas l'utilisation de lasers accordables, la diffusion Rayleigh est un processus beaucoup moins efficace que la diffusion résonante et il nécessitait donc des lasers plus puissants. Le Lidar Rayleigh, lorsqu'il a pu être utilisé, nous a permis d'obtenir les paramètres de structure de l'atmosphère, la densité et la température, dans le domaine d'altitude accessible jusqu'alors exclusivement aux fusées, 30-90 km. La continuité temporelle de la surveillance à partir du sol par rapport au caractère ponctuel et sporadique des mesures par fusées a été à l'origine d'un grand

nombre de résultats inaccessibles auparavant. C'est ainsi que l'étude des fluctuations de ces paramètres m'a conduite à une meilleure compréhension des différents types d'ondes responsables de la variabilité de l'atmosphère : ondes planétaires, ondes de gravité, marées. Enfin c'est indubitablement grâce à la banque de données acquise par le Lidar Rayleigh que nous pouvons maintenant décrire la variation à long terme de l'atmosphère qu'elle soit d'origine solaire ou anthropique (la base de données commencée à cette époque couvre actuellement deux cycles solaires de 11 ans).

Mais pour décrire totalement et pour comprendre la variabilité atmosphérique, il restait à accéder à la connaissance du champ de vent dans lequel se propagent les ondes. Depuis janvier 1989, les composantes horizontales du vent peuvent être mesurées à la station Lidar de l'Observatoire de Haute-Provence grâce au nouvel instrument le Lidar Doppler que j'ai imaginé et que nous avons développé tout particulièrement pour opérer dans le domaine d'altitude (20-60 km) où il n'existe aucun autre moyen de mesure au sol. Cette méthode utilisant le déplacement Doppler de la raie rétrodiffusée par diffusion Rayleigh a fait l'objet d'un brevet international. Son extension à la troposphère qui a de nombreuses applications météorologiques a conduit récemment l'Agence spatiale européenne (ESA) à accepter un instrument utilisant cette méthode pour être embarqué dans l'espace sur un satellite qui doit voler vers 2004. En cas de succès, un tel système pourrait devenir opérationnel et contribuer à l'amélioration des prévisions météorologiques.

Ces deux dernières réalisations, le Lidar Rayleigh et le Lidar Doppler, outre leurs applications pour l'étude de la variabilité de l'atmosphère à toute échelle de temps, ont également démontré leur intérêt pour l'aéronautique, tant sur le plan militaire que sur le plan civil (rentrée de missiles et de l'avion spatial Hermès). La Délégation générale à l'armement a d'ailleurs financé des lidars de ce type qui ont été implantés d'abord au Centre d'Essais des Landes à Biscarrosse, puis sur les navires de la Marine nationale, le Henri Poincaré en juin 1989, et le Monge en 1992.

C'est sur la base des développements effectués pendant ces années au Service d'Aéronomie, et des opérations menées à la station de l'Observatoire de Haute-Provence, soit sous ma direction, soit sous celle de G. Mégie (pour l'ozone) qu'a été fondée la stratégie de surveillance de la stratosphère à des fins climatologiques. En effet parmi les instruments mis en œuvre dans le NDSC (Network for Detection of Stratospheric Changes), on compte des lidars surveillant l'ozone, les aérosols, la température, et plus récemment les cirrus et le vent. Je dois reconnaître éprouver une certaine satisfaction en constatant qu'après avoir travaillé pendant des années, sans aucun souci d'application de mes recherches, celles-ci se trouvent s'avérer utiles à la fois pour les applications aérodynamiques et pour la surveillance des changements climatiques.

Enfin l'espoir d'embarquer des lidars dans l'espace, projet auquel j'ai tenté de donner une réalité depuis les années 80 dans différents groupes de travail de la NASA et de l'ESA, s'est enfin réalisé grâce au vol d'ALISSA. Ce lidar que j'ai

proposé en 1975 dans le cadre de la coopération franco-soviétique a en effet volé de 1996 à 1999 sur la plate-forme MIR et a fonctionné avec succès jusqu'à l'arrêt du programme MIR et sa chute programmée dans le Pacifique. ALISSA avait pour objectif la détection et l'altimétrie des nuages ; c'était un projet certes modeste, vu la date de sa conception en 1986, mais il a ouvert le champ à d'autres projets plus ambitieux et d'intérêt capital pour l'observation à haute résolution verticale des paramètres météorologiques. Actuellement de tels lidars sont à l'étude (et même pour l'un d'entre eux en cours de réalisation) avec comme objectifs l'étude des nuages et des poussières, la mesure du vent, (comme je l'ai indiqué auparavant) et la surveillance de la vapeur d'eau. Le passage du terrain à l'espace fut seulement plus long que prévu, mais il se fait !

La transition de la recherche fondamentale à la recherche appliquée s'est faite insensiblement. L'application à la surveillance de l'atmosphère me tient d'autant plus à cœur que le problème de l'impact des activités humaines sur notre environnement et l'étude des changements climatiques sont actuellement au centre de mes préoccupations et la raison de mon engagement dans le programme international Global Change, au succès duquel j'attache beaucoup d'importance. En effet je consacre actuellement la plus grande partie de mon temps à l'organisation de la recherche dans le cadre des grands programmes internationaux, plus particulièrement au programme SPARC consacré à l'impact de la stratosphère sur le climat. Je citerai aussi un sujet qui intéresse l'ANAE et que je continue à suivre, l'impact de l'aviation sur l'environnement et le climat, thème qui a fait l'objet d'un rapport commun de l'ANAE et de l'Académie des Sciences en 1997 et que j'avais dirigé.

Comme la surveillance de la planète à l'échelle globale est plus facilement accessible à partir de l'espace, j'entretiens des rapports fréquents avec l'ensemble des agences spatiales mondiales pour défendre la notion de continuité des mesures pour les paramètres les plus importants pour assurer la surveillance du climat. Ce travail se fait grâce à des structures internationales du type de GCOS (Global Climate Observing System) et IGOS (International Global Observing Strategy), structures auxquelles je participe.

Dans toutes ces activités, j'ai trouvé une grande joie et j'espère que je vous l'ai fait partager.

ALLOCUTION DE RÉCEPTION

Jean-Marc WEBER

Ingénieur général de l'Armement, élu membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception prononcée à la séance des 25 et 26 juin 2001

Monsieur le Président, mes Chers Confrères et Consœurs, Mesdames, Messieurs,

Je voudrais tout d'abord vous dire combien je suis honoré d'être reçu à votre Académie et j'adresse mes vifs remerciements à ceux qui m'ont élu. Dans une telle assemblée, je ne peux qu'adopter un profil modeste lorsque je compare ma vie professionnelle à celle de personnalités aussi éminentes : j'ai en effet eu un parcours d'ingénieur de l'air classique sans accéder à des postes de hautes responsabilités ; de plus, mon entrée parmi vous accroît la proportion d'ingénieurs "X-SupAéro" que certains, ai-je cru comprendre, trouvent déjà élevée.

Il ne fait pas de doute que je dois mon entrée parmi vous tout particulièrement au général Lucien Robineau, président de la section "histoire, lettres et arts", qui avait remarqué mon goût pour l'histoire alors qu'il dirigeait le SHAA, Service historique de l'armée de l'Air, et que je participais aux activités historiques du CHEAr, Centre des hautes études de l'armement. Ayant déjà siégé à titre de correspondant aux séances de l'Académie, j'ai pu apprécier l'ambiance fort sympathique qui y règne, mais j'avoue que j'aurai toujours un problème relationnel pour appeler confrères mes anciens chefs que je retrouve parmi vous.

Je partagerai mon propos en trois parties : ma carrière, un retour dans le passé sur deux études particulières et quelques mots sur mes activités historiques.

Entrés à l'X en 1955, nous étions seize à sortir dans le corps des ingénieurs militaires de l'air et quinze à commencer à apprendre à piloter sur Stampe au terrain Morane de Villacoublay-nord avant d'être sélectionnés de façon à peu près égale dans la chasse, le transport et les corps techniques.

Mon parcours professionnel s'est déroulé entièrement dans la DGA, toujours tourné vers le milieu de l'industrie et de la recherche aéronautique :

L'Atelier industriel de l'aéronautique (AIA) de Clermont-Ferrand a été l'établissement de mes débuts : c'est un atelier de réparations où l'on effectuait à l'époque les révisions générales des avions Nord 2501 et Fouga Magister ainsi que des maquettages radio. Son directeur de l'époque, Michel Hucher, m'avait chargé du lancement d'une chaîne de révision d'hélicoptères (Westland S 55 et Alouette), ainsi que de la transformation de Mistral en avions télépilotés (utilisés comme cibles à Colomb-Béchar). Cet établissement se maintient dans la DGA d'aujourd'hui, et effectue avec les AIA de Cuers et de Bordeaux près de la moitié des réparations du matériel militaire français.

Après trois années passées à l'AIA, j'ai été affecté à la Circonscription aéronautique régionale, "la CAR", de Toulouse. J'y ai connu mon premier changement de structure, j'en connaîtrai bien d'autres par la suite : la CAR, qui contrôlait la production des matériels aériens commandés par la DTIA et donc dépendait de celle-ci, était regroupée le 1.1.1964 avec ses homologues terrestres et navals dans une direction régionale du sud-ouest dépendant d'un nouvel échelon central, le Service de surveillance industrielle de l'armement. Cela ne changeait pas le rôle technique que continuait à jouer la CAR pour les services de la DTIA, notamment en matière de délégation de pouvoir pour les CLM (cas des matériels au stade évolutif). Ma fonction d'adjoint au chef de la Circonscription m'a permis de bien connaître l'industrie aéronautique du sud-ouest, son importante implantation, ses programmes et ses hommes ; je l'ai beaucoup appréciée.

À l'époque, les ingénieurs de l'air, une fois à Toulouse ne remontaient pas facilement à Paris ; je suis un des rares à avoir fait ce trajet retour sans d'ailleurs l'avoir demandé. J'ai ainsi passé trois ans au Centre d'essais des propulseurs, où j'ai dirigé le service des essais de moteurs en conditions sol (Tyne, Bastan, Atar, Adour, Olympus…)

En 1970, conseillé par un camarade qui m'avait dit beaucoup de bien du Service des recherches de la DRME, j'ai fait acte de candidature auprès de son chef, l'IC Jean Carpentier, qui a bien voulu l'accepter…. J'y suis resté 13 ans, d'abord au groupe chargé des études de matériaux, de technologie et de structures, ensuite comme adjoint au chef du Service, chargé en particulier de suivre les activités à finalité aéronautique. La DRME avait été créée en 1961 par la DMA pour rapprocher le milieu de la recherche civile de celui de la Défense : c'est ainsi que les relations entre ces deux milieux se sont progressivement développées et qu'il existait un large éventail de domaines scientifiques et techniques qui donna lieu à des contrats avec l'université, le CNRS, les centres de recherches publics ou privés ; une partie de ces contrats étaient lancés et pilotés sous forme d'actions concertées avec l'industrie. C'est ainsi que les avionneurs et motoristes ont reçu et continuent à recevoir une aide appréciable de la part de ces laboratoires de recherches : l'on pourrait citer de nombreux exemples dans le domaine des sciences mécaniques prises au sens large. Je me rappelle avoir eu l'occasion

d'évoquer ces exemples de concertation industrie-recherche dans un rapport, paru en septembre 1980, de l'Académie des sciences, sur les sciences mécaniques et l'avenir industriel de la France, dont le rapporteur était Paul Germain.

J'ai terminé ma carrière comme chargé de mission successivement auprès de quatre éminents directeurs d'administration centrale : Jean Carpentier puis Victor Marçais à la DRET, où j'étais chargé des établissements (Onera, ISL, ETCA, CEDOCAR) ; Marcel Bénichou puis Jean Sandeau à la DCAé où j'étais chargé des études amont, de la préparation de l'avenir selon le vocable DCAé. J'ai beaucoup appris à leur contact : je ne les voyais pas souvent, compte tenu de leur emploi du temps hyper-chargé, mais ils avaient la simplicité de savoir se rendre disponibles si l'on avait besoin d'eux.

À l'aide de quelques transparents, je voudrais revenir sur des études que j'ai menées sur le bang sonique à la DRME en 1970-75 ; puis, dans un genre différent, donner un point de vue sur les actions de coopération européenne en matière de recherches auxquelles j'ai été mêlé.

Le bang sonique

Les études théoriques ont été menées, dès le début des années 60 par le CEV et l'ISL, principalement par nos confrères Jean-Claude Wanner et André Auriol ; les premières mesures expérimentales datent de 1962 avec "Jéricho Mirage IV" à Brétigny, et la première mesure de Concorde 001 a été faite le 11 décembre 1969 à Istres à Mach 1,3 ; l'ISL apportait dès le début au CEV ses moyens en matière de calcul et de métrologie.

À la fin des années 60, à la demande de l'Aviation civile, et sur crédits Concorde, la DRME a lancé, sous la coordination de Jacques Balazard, un programme d'études détaillé sur le bang et ses effets. En matière d'effets du bang sur les structures, je voudrais préciser les études qui ont été effectuées par le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) au titre de contrats passés par mon groupe de recherches :

1- des essais *in situ*, en mars 1971, sur une habitation de style provençal construite pour la cause à Saint-Martin de la Crau près d'Istres, destinés à étudier le comportement vibratoire de ses éléments (cloisons, plafonds, vitrages, charpentes…) à des surpressions de crête de 1 et 5 mbar obtenus avec un Mirage III (opération Jéricho Casbah). Dans un local ouvert on retrouve expérimentalement une amplification de la surpression par résonance lorsque la fréquence fondamentale du bang avoisine la fréquence propre (ou d'Helmholtz) du local ;

2- des essais de simulation en fatigue, en 1973-75, de cloisons et plafonds au banc du CSTB à Grenoble (pression sinusoïdale de 0,3 à 30 Hz et allant jusqu'à 6 mbar de crête - réglage de l'ouverture du local permettant de modifier sa fréquence de résonance) ; des fissures légères peuvent apparaître pour des plafonds en staff exposés à 10.000 bangs de 2 à 3mbar.

3- sur une dizaine d'églises de style différent situées en Bourgogne et en Champagne, choisies par les services des Monuments historiques, une étude comparative du bang avec d'autres types d'agression (vent, vibrations dues à la circulation routière, tonnerre, orgues,…) ; les mesures ont été effectuées en 1971-72, durant huit mois en profitant des bangs, compris entre 0,2 et 0,5 mbar, produits par les avions militaires au cours de leurs exercices habituels et étaient enregistrées automatiquement à l'aide d'un appareillage appelé CANIBAL, contrôleur automatique de niveau de bang local, de la SESSIA ;

4- des essais de tenue au bang au générateur de l'ISL : cloisons légères du CSTB (seuil de rupture supérieur à 20 mbars), vitraux anciens réputés fragiles reproduits par un maître verrier suivant les techniques de l'époque (endommagement pour des intensités supérieures à 20 mbars ; dommages graves à partir de 24, 30, et 50 mbars).

On peut en conclure que le seuil d'endommagement pour des structures saines se situe bien au-delà du niveau habituel du bang ; sans préjuger des désordres pouvant apparaître sur des éléments de construction mal entretenus ou mal conçus.

L'étude de l'effet du bang sur la stabilité du manteau neigeux dans des conditions critiques (déclenchement éventuel d'avalanches) a été confiée au CENG, Centre d'études nucléaires de Grenoble (Labo ASP, applications spéciales de la physique) qui a choisi un site des Alpes réputé avalancheux tout en étant acceptable sur le plan de la sécurité : il s'agit du vallon de la Lavey situé dans le massif des Écrins au sud de Saint-Christophe en Oisans. La trajectoire du survol, effectué par un Mirage III B du CEV d'Istres, a été déterminé par l'ISL (accélération à Mach 1,09 en léger piqué jusqu'à 2700 m suivie d'une ressource), ainsi que la zone couverte par le bang et délimitée par la ligne de focalisation.

Entre le 15 mars et le 15 mai 1974, le CEV a fait quatre vols comportant en tout 11 passages : seuls deux passages au cours du premier vol ont provoqué des coulées de neige sous les crêtes de l'aiguille d'Olan pour une intensité calculée dépassant 5 mbars. Au vu des résultats, il semble que le bang se révèle plutôt un mauvais déclencheur d'avalanches. Mais l'opération était délicate à réaliser : la zone de focalisation qui devait se situer en amont du refuge de la Lavey (1797m) s'est trouvée déplacée compte-tenu de la dispersion due à la turbulence, au vent, au gradient de température et aux manœuvres réelles de l'avion.

J'ajoute qu'ayant préparé moi-même le dossier de demande d'autorisation ministérielle, j'ai trouvé auprès de l'ingénieur du corps des Mines, conseiller au cabinet du ministre de la Défense, qui s'en est occupé une écoute bienveillante et efficace ; je pense qu'aujourd'hui une telle opération ne pourrait plus se faire avec les règlements de sécurité actuels.

L'expérimentation fut reprise fin 1976 (un vol) et début 1977 (deux vols) dans la vallée de l'Arvette (Savoie), suite au classement en Parc national du massif des Écrins.

La coopération

Le secteur aéronautique a été précurseur en matière de coopération européenne. Je voudrais le montrer en ce qui concerne les recherches menées dans un cadre institutionnel et auxquelles j'ai été mêlé tant à la DRET qu'à la DCAé :

1- Les recherches purement aéronautiques, dans lesquelles l'Onera joue un grand rôle, ont été exposées par J-P. Marec dans son allocution il y a deux ans (c.f. Annales 1999). Je rappellerai simplement que l'AGARD, créé dès 1952 sous l'impulsion du professeur Von Karman, a été un forum d'échanges fructueux où nos éminents professeurs Pérès, Brun, Malavard, Roy, Germain… se sont illustrés, et où les industriels et chercheurs européens ont appris à se connaître et à dialoguer avec les Américains.

2- À la suite d'une demande du GEIP, une commission des sages, présidée par M. Vredeling (Pays-Bas), propose dans un rapport publié en 1986 "Vers une Europe plus forte" de relancer la coopération au niveau de la R&T. Le GEIP, Groupe européen indépendant de programmes, forum informel créé en 1976 par les ministres et DNA de 13 pays OTAN, dont trois non CEE, est ainsi à l'origine du programme de R&T Défense "EUCLID" (European Cooperation for the Long term in Defence) lancé en 1989 (MOU cadre nov. 90- structure top down avec CEPA dont 7 sur 11 sont aéro) ; une structure image EDIG (European Defence Industries Group) est mise en place par l'industrie.

En décembre 1992, le GEIP est intégré à l'UEO et devient le GAEO (Groupe armement de l'Europe occidentale) ; au sein de ce groupe, il est créé, en novembre 1996, l'OAEO, Organisation de l'armement de l'Europe occidentale, qui jouit de la personnalité juridique et passera alors des contrats EUCLID. En novembre 2000, le GAEO s'élargit à 19 membres.

ETW (European Transonic Windtunnel)

Parmi les coopérations que je viens de citer, celle ayant abouti à la construction de la soufflerie transsonique européenne me paraît exemplaire au moment où l'on parle de mise en commun de moyens d'essais. J'y ai participé au début, mais celui qui a joué le rôle majeur, et à qui on peut rendre hommage aujourd'hui, est l'IG Alain Queinec, décédé début 1990 ; il tint ce rôle avec l'Onera, en liaison avec l'industrie. Il s'agit de la première grande installation de recherches et d'essais en aéronautique étudiée, réalisée et aujourd'hui exploitée en commun par quatre grands pays européens (RFA, G.B., P.B., FR).

Un peu d'histoire : Le besoin d'une soufflerie permettant de représenter les écoulements aérodynamiques autour des avions lorsque les phénomènes de viscosité sont importants était ressenti dans les années 70 par l'ensemble de la communauté aéronautique ; c'est ainsi qu'un groupe de travail (PG 7, ou Laws), créé en 1968 au sein de l'AGARD (qui en l'occurrence assumait pleinement son rôle d'animateur de la communauté aéronautique des pays de l'OTAN), étudia

différents types de projets respectant le nombre de Reynolds et conclut en faveur d'un concept cryogénique et pressurisé ; en 1978 à la suite d'un protocole d'accord signé entre les quatre pays désignés ci-dessus, un groupe technique international basé au NLR à Amsterdam étudia les spécifications d'un tel projet à partir d'une soufflerie pilote ainsi que le choix d'implantation et le partage du financement ; en 1985, après des négociations au plus haut niveau, une décision aboutit au choix du site de Cologne (DLR à Porz-Wahn) et à un partage en conséquence du financement ; un nouveau protocole d'accord lançait alors l'étude de définition du projet et une organisation était mise en place, avec un comité directeur (représentants des gouvernements), un groupe de projet international et un consortium architecte industriel ; signé en avril 1988 un accord intergouvernemental engageait les quatre pays à financer et à construire la soufflerie, accord assez contraignant pour dissuader chaque partenaire de se retirer unilatéralement pendant la construction ; il était alors créé une société de droit allemand, ETW GmbH ayant la personnalité juridique capable de mener l'opération pour le compte des gouvernements ; on pouvait déjà à l'époque, comme Queinec, et on peut toujours regretter l'absence de cadre juridique pour une société de droit européen…. La mise en service opérationnel se fit vers 1995, coûts et délais ayant été respectés (la soufflerie NTF de Langley fut lancée en 1976 et opérationnelle en 1984).

On rappelle qu'il s'agit d'une soufflerie continue, fonctionnant à l'azote en circuit fermé, à des températures comprises entre 90°K et 313°K, à une pression maxi de 4,5 bars, fournissant un Mach compris entre 0,15 et 1,3 dans une veine d'essai de 2,4 m x 2 m, permettant un Reynolds de 50.106 (soit celui d'un Airbus en vol de croisière).

L'Histoire

Ma carrière une fois terminée à la DCAé, après avoir eu quelques activités dans le conseil, je me suis associé aux activités qu'amorçait le CHEAr en matière d'histoire de l'armement. J'ai ainsi participé à l'organisation de diverses manifestations : groupe de travail DGA-historiens, conférences, colloques, où se retrouvaient surtout d'anciens ingénieurs de l'armement et de l'industrie. En avril 1994, une note du ministre rappelait l'intérêt des enseignements retirés de l'histoire et le rôle joué par les services historiques de la défense, proposait des mesures d'harmonisation et annonçait la création à Vincennes début 1995 d'un pôle d'histoire militaire et de défense auquel seraient associés les chercheurs universitaires, le Centre d'études d'histoire de la défense (CEHD). La DGA se devait de réfléchir également à ces mesures, nomma un IG conseiller aux affaires historiques, et, à l'occasion de sa réforme de 1997, attribua au CHEAr les fonctions histoire et mémoire : cela aboutit l'année suivante à la constitution d'un département histoire de l'armement, dirigé par Alain Crémieux, assisté d'un Comité pour l'histoire de l'armement, appelé "CHARME", composé de personnalités intérieures à la défense (Marcel Bénichou, Jean Soissons) ou extérieures. Une telle structure a, depuis trois ans, organisé plusieurs colloques,

suscité des thèses universitaires, recueilli des témoignages d'acteurs, facilité l'accès aux archives (CAA) et apporte son soutien depuis un an aux travaux d'un Comité d'histoire de l'aéronautique (COMAERO), auquel participent des membres de l'Académie.

Ayant participé à un certain nombre de ces activités, je dois dire que j'apprécie particulièrement les témoignages écrits ou oraux : bien que les chercheurs les soupçonnent de n'être pas entièrement objectifs ni vraiment fiables, ils me paraissent apporter une contribution importante à la connaissance de l'histoire (l'on dit que lorsqu'une personne décède c'est une bibliothèque qui disparaît). Les rencontres organisées, depuis leur création, par le CEHD et le CHEAr autour d'historiens et d'acteurs en montrent bien tout l'intérêt pour l'histoire contemporaine. Il faut dire que l'Institut d'histoire de l'industrie, créé en 1989 par Roger Martin, ancien président de Saint-Gobain - Pont à Mousson, avec l'appui du ministère de l'industrie, en avait ouvert la voie dans ses colloques, tels que ceux qui ont eu lieu sur Ariane et Airbus, ou sur la mémoire de Pierre Guillaumat et Georges Besse. Il ne faut pas oublier l'Institut français d'histoire de l'espace, créé par Michel Bignier en 1999 qui a organisé sa première rencontre en octobre dernier. Par ailleurs, au titre des samedis de l'histoire, organisés par l'AAAF et le Musée une fois par trimestre dans cette salle, un témoin parle : en mars dernier, André Garnault y a présenté de façon brillante l'œuvre aéronautique de Jean Bertin. L'ANAE, source d'acteurs précieuse, est évidemment présente dans ce type d'activités.

Je voudrais dire, avant de terminer, un mot sur le Musée, qui appartenait à la DCAé avant de devenir établissement public, et qui, de par sa collection très riche en matériel et documentation, est un lieu chargé d'histoire. Lors d'une exposition que j'avais eu à faire sur les moteurs en 1995, j'y ai trouvé une pièce rare : le premier turboréacteur réalisé en France par Sensaud de Lavaud qui tourna au banc en 1937.

Ce Musée, on le doit à Albert Caquot, qui est né il y aura 120 ans le 1er juillet prochain. Concepteur en 14-18 de ballons très innovants, il devint directeur de la section technique aéronautique en 1918-19, et c'est à ce titre qu'il demanda la création d'un Conservatoire de l'Air à partir du matériel récupéré après guerre avant qu'il ne soit dispersé. D'origine X Ponts, mécanicien dans l'âme, bâtisseur et savant, il eut une carrière remarquable, et son œuvre reste considérable : constructeur de grands ouvrages en béton, il fut aussi directeur général de l'Aéronautique de 1928 à 1934, poste où il développa la recherche et les souffleries.

Albert Caquot, en prenant l'initiative de préserver notre patrimoine aéronautique, a contribué au travail de mémoire. Le Musée, comme le SHAA, enrichit les études historiques qui sont utiles non seulement pour expliquer le passé de notre aéronautique et de notre défense mais aussi pour en préparer le futur. En ce jour où vous m'admettez parmi vous, chers confrères, je suis heureux de pouvoir me joindre à vos travaux d'histoire (qui contribuent à ce mouvement).

LE DÉVELOPPEMENT DES ACTIVITÉS OPÉRATIONNELLES DANS LE SECTEUR SPATIAL

Marius LE FÈVRE

Ancien directeur de l'ESTEC, élu membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception prononcée à la séance du 31 janvier 2002

Très tôt, je me suis passionné pour les pionniers de l'aviation, pour les aventuriers, les explorateurs des pôles, comme Scott, Amundsen.

Très tôt, j'ai pensé que j'arrivais trop tard dans un monde trop vieux sans horizon pour de nouvelles aventures.

Puis, au cours de la guerre, je me suis intéressé aux fusées. À cette époque, les jouets étaient rares, mais nous avions à notre disposition un véritable arsenal. Il suffisait de chercher dans la campagne pour trouver toutes sortes de cartouches ou d'obus. Il était alors amusant de fabriquer des fusées, d'abord avec des tubes d'aspirine dont nous serrions l'extrémité avec une ficelle pour réaliser la tuyère puis avec des tubes de plus en plus gros. Nous avons même utilisé des tubes en verre.

Nous avons traversé cette période sans avoir d'accident et j'ai pris alors conscience de la chance que j'avais eue. Cette chance ne m'a jamais quittée. Après l'École de l'Air, j'ai pu aller travailler au CIEES (Centre interarmées d'essais d'engins spéciaux) de Colomb-Béchar dirigé à l'époque par une personnalité exceptionnelle, le colonel Robert Aubinière. C'est là aussi que j'ai rencontré Michel Bignier.

Et aujourd'hui encore, j'ai la chance, celle d'être accueilli parmi vous au sein de votre Académie et je vous en remercie infiniment.

En dehors d'un court passage, mais ô combien passionnant ! au cabinet militaire du général Sthelin, chef d'état-major de l'armée de l'Air, car c'était

l'époque de la fin de la guerre d'Algérie et celle du putsch des généraux, j'ai pu faire toute ma carrière dans le spatial, d'abord au CIEES, puis au CNES, au CECLES-ELDO, à nouveau au CNES et enfin à l'Agence spatiale européenne.

En travaillant dans pratiquement tous les secteurs d'activité aussi bien sur le terrain que dans les bureaux des sièges, j'ai pu ainsi assister à la naissance et au développement des activités spatiales en France et en Europe.

J'ai choisi, aujourd'hui, de vous parler d'un des domaines d'activité qui me tiennent le plus à cœur, celui des activités opérationnelles, peut-être parce que l'on trouve dans ce secteur une ambiance, un état d'esprit proches de ceux que les aventuriers, dont je viens de parler, ont dû connaître.

Au moment où j'ai commencé ma carrière dans le spatial, à Colomb-Béchar, on ne parlait pas encore d'opérations. Le service auquel j'appartenais était le Service des Méthodes.

En ce temps-là, c'était en 1957, l'ancêtre du directeur des Opérations, bien connu à Kourou, s'appelait directeur des Tirs. À vrai dire les opérations n'étaient pas le souci principal des autorités de l'époque qui se devaient de moderniser le champ de tir et d'améliorer les performances des engins et des fusées.

Au niveau du champ de tir, tout ou presque était à faire. Le CIEES disposait bien d'un centre de calcul. Il était implanté juste en face de mon bureau. C'était une très grande pièce abritant une quarantaine de femmes et de jeunes filles, toutes équipées d'une table de logarithmes et travaillant sous la haute surveillance d'un commandant d'artillerie, siégeant sur une estrade.

Les radars ne disposaient pas de calculateurs et ils fournissaient les données sites, gisements et distances, qu'il fallait ensuite traduire de tête pour mener les opérations d'interception.

Les moyens de télémesure n'étaient pas sans poser de problèmes avec leurs enregistreurs à plumes qui bavaient avec délice. Les données étaient souvent difficiles à lire et donc faciles pour chacun de les interpréter à sa manière.

Je ne parlerai pas des moyens radio qui nous ont valu bien des surprises du genre : "Vous êtes à 5 minutes du tir. -Bien compris je tire. - Non, non ne tirez pas. -Bien reçu, j'ai tiré".

Dans le domaine des engins et des fusées, la situation était tout aussi héroïque. Pour mon baptême du feu, trois jours après mon arrivée à Colomb-Béchar, j'ai été invité à me rendre à Hammaguir, pour voir les préparatifs et le lancement d'un engin sol-air Parca de la DEFA. Une trentaine de minutes avant le lancement j'ai été invité, très courtoisement, à me rendre à trois kilomètres en arrière, c'est-à-dire près de la Base Vie, et ce, dans un souci très louable de sécurité.

Ce fut pour moi un moment intense, très extraordinaire et cela l'a encore été beaucoup plus quand j'ai vu l'engin se diriger vers nous et finir sa trajectoire à quelques centaines de mètres de nous.

Des lancements, j'ai eu la chance d'en voir beaucoup et j'en ai vu, à cette époque, partir dans tous les sens. Je crois même avoir établi un record en lançant une fusée-sonde à site négatif. C'était depuis l'Île du Levant et heureusement la rampe était située sur l'un des sommets de l'île, si bien que l'engin a pu quand même franchir la côte de quelques mètres, évitant ainsi de mettre le feu aux garrigues.

Bien sûr, toute cette expérience, accumulée par les uns et les autres, a permis d'améliorer les méthodes de travail et l'on a commencé à parler d'opérations, sans d'ailleurs trop chercher à savoir ce que cette terminologie recouvrait. Pour beaucoup il s'agissait d'organiser au mieux le déroulement des activités, de minimiser les risques d'accident et de gérer rapidement les imprévus.

Quelques mois seulement après sa création, le CNES, sur l'initiative de Jacques-Émile Blamont puis d'André Lebeau, s'est engagé dans une série de campagnes de lancements de fusées-sondes en dehors des champs de tir conventionnels, dans des régions sauvages, isolées mais généralement grandioses, comme cette plage de Vik Y Mirdal en Islande, les îles Lofoten en Norvège, au nord du cercle polaire, le désert du Chaco en Argentine, la Terre Adélie, dans le continent Antarctique, ou encore Kerguelen.

Il s'agissait d'aller faire des mesures *in situ*, par exemple, la répartition des particules le long des lignes de force du champ magnétique, le champ électrique dans les aurores boréales ou encore d'observer le disque solaire lors d'une éclipse.

Pour l'ordonnancement des activités de ces campagnes, dites exceptionnelles, nous avons commencé à utiliser la méthode des chemins critiques qui permettait ainsi de mieux identifier les étapes cruciales, c'est-à-dire celles dont tout retard aboutissait à une remise en cause du calendrier et donc de la mission. C'était l'application de la méthode américaine PERT (Program Evaluation and Review Technique).

En dehors de cette nouveauté, la préparation de ces campagnes ne devait être guère différente de celle qu'Amundsen avait dû suivre pour réaliser son exploit qui lui a permis, en 1911, d'atteindre le premier, le Pôle Sud.

Le grand mérite de l'explorateur norvégien a été de rechercher les solutions les plus simples et les plus sûres pour réduire au strict minimum le matériel nécessaire à emporter et surtout la taille de l'équipe. Amundsen s'était également attaché à faire appel à de nouveaux développements technologiques, pour augmenter la résistance des équipements, pour réduire leur poids tout en améliorant le confort de son équipe. Il a ainsi sélectionné de nouveaux produits mais toujours après une période de qualification dans un environnement identique.

Pour nous, les opérationnels, et j'en profite pour associer tous les anciens, comme Jean-Claude Renou, à l'époque chef de la division Fusées-sondes du CNES, et Paul Béchereau, qui ont organisé ou participé à ces campagnes, la situation se posait dans des termes très voisins.

C'est ainsi qu'en Terre Adélie, toute l'équipe chargée aussi bien des expériences scientifiques, de la préparation de la pointe, du lanceur et des équipements sol devait être limitée à 24 personnes. Quant aux équipements, nous nous déplacions généralement avec 3000 tonnes de matériel et ce, tout en évitant de s'encombrer d'équipements redondants.

Comme il n'était pas question d'échouer, nous avions commencé alors à porter notre attention sur les aspects de fiabilité. Mais dans ce domaine, notre approche était loin d'être aussi sérieuse que celle qu'avait suivie Amundsen. Bien des équipements critiques que nous utilisions sortaient directement des usines ou provenaient directement des États-Unis.

Les fusées elles-mêmes que nous avions utilisées lors de la première campagne exceptionnelle, en Islande, en 1964, n'étaient pas qualifiées et avaient subi des échecs complets lors de leurs vols de qualification, réalisés quelques mois plutôt, à Hammaguir. Néanmoins, la décision de maintenir les lancements en Islande avait été prise au vu du rapport de la Commission d'enquête qui avait identifié clairement les raisons des échecs et préconisé les mesures à suivre. Il s'agissait des fusées à deux étages Dragon, de Sud Aviation, capables de monter à 500 km d'altitude et que nous lancions sans équipement de système de télé-destruction, alors que la rampe n'était qu'à 120 km de la capitale Reykjavik.

Cette campagne s'est très bien déroulée malgré de très nombreux incidents de toutes sortes. Le préfet local a, par exemple, cherché à nous interdire l'accès à notre base et ce quelques jours seulement avant le lancement, compte tenu d'un certain nombre de signes précurseurs qui semblaient annoncer l'éruption du volcan Katla, situé sous un glacier, tout proche. Nous avons eu aussi une demande, deux jours avant le lancement, de la direction de Sud Aviation de ne pas procéder au lancement étant donné les mauvais résultats des dernières études menées sur les Dragon.

Les lancements ont cependant eu lieu aux dates prévues et avec succès. En dehors de cette dernière intervention de l'industriel lanceur, il faut signaler que les relations entre les bureaux d'études et les opérationnels ont très bien fonctionné et ont permis de rationaliser les essais et contrôles, voire même d'utiliser les fusées en dehors de leur domaine de spécification. Cela était le cas, en particulier, pour les lancements en Antarctique.

Pour ces missions, l'armée de l'Air, que je tiens à remercier aujourd'hui, au travers de ses illustres anciens qui sont ici, a su nous apporter un support important en réalisant un pont aérien avec un terrain perdu aux fins fonds de l'Islande, ou encore, en assurant les missions hélicoptères en Terre Adélie.

Dans les années 1960, la SEREB a développé puis qualifié les véhicules de la famille des pierres précieuses qui ont abouti aux lancements des fusées Rubis et des lanceurs Diamant utilisés par le CNES.

La complexité des problèmes à résoudre sur le champ de tir est devenue plus sérieuse et manifestement il devenait plus difficile de se fier seulement au bon sens, bien souvent, d'ailleurs incapable de s'exprimer clairement.

À l'intuition et à la déduction qualitative s'est substituée une analyse plus rigoureuse et une expression numérique des faits, permettant une évaluation plus rapide et plus exacte des éléments de décision, favorisée à la fois par l'accroissement des informations disponibles et par le développement rapide des moyens de traitement et de calcul.

À cet égard, il y a lieu de noter que la décision d'engager les opérations de remplissage de la fusée Véronique était beaucoup plus difficile à prendre que celle concernant le lanceur Ariane. Nous ne disposions pas, par exemple, de prévisions météorologiques pour Véronique alors que les contraintes étaient plus sévères sur cette fusée-sonde que sur Ariane, et que les heures de lancement demandées par les expérimentateurs, au lever ou au coucher du Soleil, correspondaient généralement à des variations brutales des vents, tant en force qu'en direction.

L'arrêt de la chronologie après les remplissages signifiait, par ailleurs la nécessité de renvoyer le lanceur Véronique en métropole pour un nettoyage complet et donc, la fin de la campagne.

Pour revenir à la SEREB, les équipes opérationnelles sous l'autorité des colonels Michaud et Mollard et d'Albert Vienne ont développé un concept opérationnel très rigoureux et très efficace. Pour s'intégrer au mieux dans ce concept, les équipes du CNES, chargées des charges utiles, ont multiplié les simulations, les essais de contrôle des interfaces.

Et c'est dans ces conditions que le satellite Diapason DlA a pu être monté sur le lanceur trois à quatre jours seulement avant le lancement. La tour de montage Diamant d'Hammaguir n'était pas adaptée aux opérations du satellite en ambiance propre et il nous a fallu l'équiper d'une salle blanche, montable et démontable, pour mener les opérations de préparation du satellite et de la coiffe. Là aussi les essais et répétitions programmés avant la campagne nous ont permis de travailler rapidement et sans stress.

La campagne de lancement du premier satellite Diamant DlA s'est déroulée sans problème majeur, si ce n'est celui intervenu à quelques secondes d'une tentative de lancement, lors de l'arrachage de la prise ombilicale du satellite.

Ce retrait de la prise était commandé par un système relativement complexe et lourd, que l'on avait baptisé le "Poulet" et qui, après avoir fonctionné normalement est retombé sur le câble de la prise "dernier instant", entraînant l'éjection de cette prise et de ce fait, l'arrêt de la séquence automatique de lancement.

Une solution a été trouvée puis qualifiée très rapidement et le lancement a pu intervenir le lendemain.

L'expérience acquise par les équipes Diamant, SEREB puis CNES, a permis de réaliser, à Kourou, sous l'autorité de Charles Bigot, un ensemble de lancement Diamant parfaitement fonctionnel qui, tout en minimisant les risques, limitait les

servitudes, les contraintes et les délais. Je pense que cet ensemble de lancement a été ce qui s'est fait de mieux pour cette classe de lanceur.

Ce point mérite d'être signalé d'autant plus que la situation était très différente pour d'autres lanceurs. Je pense à Europa 2. Quand la décision a été prise de transférer les lancements de Woomera, en Australie, à Kourou, l'organisme européen CECLES-ELDO, chargé du développement de ce lanceur, a décidé de refaire à l'identique le pas de tir de Woomera, sans chercher à prendre en compte les possibles améliorations.

À vrai dire, cette organisation n'avait pas un sens très développé des opérations. Les exigences imposées aux futurs clients étaient par exemple aberrantes, même pour l'époque. Il fallait installer le satellite sur le lanceur environ un mois avant la mise à feu.

J'ai conservé de cette époque une anecdote que je vous livre. Lors de la recette du nouvel ensemble de lancement Europa de Kourou, en 1970, il était prévu de procéder à la mise en œuvre de tous les moyens du pas de tir et du champ de tir, avec, même, la mise à feu pendant quelques secondes des moteurs du premier étage, le Bluestreak.

La chronologie s'est déroulée de façon parfaite, nominale comme le disent les opérationnels de Kourou et à H-20 minutes, quelle n'a pas été ma surprise de voir mon directeur m'inviter à le suivre dans une salle de réunion pour assister à une session spéciale du Conseil de l'Organisation au cours de laquelle les délégués devaient voter pour savoir si l'exécutif était autorisé à engager la séquence automatique.

Comme vous pouvez l'imaginer, il ne m'a pas été très difficile de convaincre mon directeur de revoir complètement le concept opérationnel, pour nous adapter aux exigences des clients qui s'étaient déjà déclarés : le satellite franco-allemand Symphonie et le satellite européen Geos.

Chargé de cette besogne, avec une nouvelle équipe, les efforts ont porté :

- sur une plus grande responsabilisation
- une plus grande souplesse dans le calendrier des activités
- une plus grande rigueur dans la mise en œuvre des procédures
- enfin, une prise en compte des exigences des clients en fixant, en particulier, les opérations d'assemblage du satellite une semaine au plus avant le lancement.

La campagne de lancement F11, en novembre 1971, s'est déroulée en mettant en oeuvre ces principes mais s'est achevée par un échec en vol du lanceur.

Sous l'impulsion du général Aubinière, devenu le nouveau secrétaire général de l'ELDO, et avec l'arrivée de Gérard Chauvallon et d'Yves Sillard, devenus respectivement directeurs d'Europa 2 et d'Europa 3, les aspects opérationnels ont été encore plus fortement pris en considération. Gérard Chauvallon a été, me semble-t-il, le premier à informatiser les procédures opérationnelles. C'était pour les missiles MSBS.

Le lanceur Ariane a été conçu dès le départ avec le souci d'être opérationnel. L'outil de lancement devait être dimensionné pour une capacité de quatre tirs par an. Une division "Essais et Lancements" a été créée dès avril 1973 pour prévoir l'organisation des campagnes de lancement, définir les interfaces sol-bord et concevoir les équipements sol nécessaires, en particulier le banc de contrôle.

Pour des raisons d'économies, le projet Ariane devait réutiliser le pas de tir Europa et un certain nombre de modifications et d'adaptations étaient à faire sur cette installation dont les défauts déjà rencontrés sur Europa se trouvaient amplifiés pour Ariane.

La division Essais était constituée à partir des équipes Diamant et animée par de fortes personnalités comme celles d'Albert Vienne et d'Hubert Palmiéri.

Quelques responsables du CSG de Kourou, comme Jean-Pierre Rouzeval, qui devait ensuite devenir le directeur des opérations du CSG pour les premiers lancements d'Ariane, ont été intégrés dans cette équipe, permettant ainsi au CSG de bien se préparer pour ce programme.

Dès 1977, la division Essais et Lancements disposait à Kourou d'un détachement permanent, chargé de procéder à la mise en œuvre et à la validation des équipements sol.

Le premier lancement est intervenu, avec le succès que vous connaissez, le 24 décembre 1979, après une campagne de lancement qui a nécessité 66 jours de travail.

Les équipes opérationnelles ont entrepris aussitôt après un effort d'optimisation des campagnes de lancement qui s'est traduit par une réduction de 20 jours ouvrés pour le lancement L02, puis, à nouveau de 10 jours pour L03 et L04. Les équipes opérationnelles ont également eu le mérite de bien préparer les campagnes de lancements doubles, qui faisaient l'une des originalités du programme Ariane et qui ont grandement permis le succès commercial du lanceur.

La mise en service du nouvel ensemble de lancement n° 2, en 1984, d'une conception très moderne et opérationnelle avec ses deux tables de lancement, a permis la préparation simultanée de deux campagnes de lancement, et d'envisager une cadence de 8 lancements par an. Par ailleurs, cette nouvelle réalisation, capable de lancer les nouvelles versions plus puissantes, Ariane 2, 3 et 4, conduisait à améliorer les mesures de sécurité.

Il est à noter qu'avec de tels objectifs, le CNES a pu obtenir de ses partenaires européens, un accord pour engager les travaux de ce nouveau pas de tir et, ce, quelques semaines seulement après l'échec de L02.

Parallèlement, des efforts substantiels ont été engagés pour faciliter la préparation des satellites avec la réalisation de grandes chambres propres et d'installations pour la mise en œuvre des moteurs d'apogées aussi bien solides que liquides. Le service apporté par le CSG auprès des clients satellites est devenu, lui aussi très professionnel.

Les campagnes de lancement de la série dite de promotion se sont alors succédé, toujours sous l'autorité du CNES, avec parmi elles une campagne particulière qui représentait un enjeu majeur. Il s'agissait de la première campagne réalisée au profit d'un client américain, le satellite Intelsat, développé par Ford Aerospace et lancé avec succès depuis Kourou, en 1984.

Au départ, les choses se présentaient plutôt mal, l'équipe américaine refusant de venir en Guyane française, par peur des serpents et des caïmans. En quelques jours, les opérationnels du CSG ont préparé une campagne d'information sur la Guyane, avec des cassettes vidéo et sont allés ensuite aux États-Unis pour présenter ces films et rassurer l'équipe de Ford Aerospace.

Le séjour des Américains à Kourou s'est d'autant mieux passé que l'équipe opérationnelle de Jean-Pierre Rouzeval avait incorporé dans les plans d'opérations du satellite un programme d'activités récréatives et sociales, comportant des sorties découvertes de la rivière, de la forêt et d'une façon générale de la Guyane.

Des liens très étroits se sont alors noués avec les équipes américaines qui appréciaient, nous disaient-ils, d'autant mieux Ariane et le CSG, qu'ils étaient considérés comme des clients, alors qu'à la NASA, on leur faisait sentir qu'ils n'étaient que des usagers.

Dès 1976, Yves Sillard et Pierre Morel se sont préoccupés des structures à mettre en place pour la phase opérationnelle. Les négociations se sont engagées avec nos partenaires européens, et la société Arianespace s'est constituée à partir d'avril 1980 avec Frédéric d'Allest comme PDG.

Une direction des opérations a alors été créée à Arianespace, montrant ainsi toute l'importance que représentaient les opérations pour cette nouvelle société.

L'inauguration de la première ligne commerciale de transport spatial a eu lieu le 23 mai 1984, avec le vol V9 et le lancement du satellite américain Spacenet 1. Cet événement historique inaugurait l'ère commerciale du transport spatial.

Le CSG et Arianespace ont eu alors le mérite d'imaginer un type de relations tout à fait nouveau, dans le domaine des opérations. L'objectif de 8 lancements par an avec, d'une part, pour le CSG un budget et des ressources humaines limités, et d'autres part, des réglementations sociales de plus en plus contraignantes – je pense en particulier à leurs applications dans le domaine des heures supplémentaires – a conduit à prévoir une campagne de lancement dite standard, comportant des prestations standard assurées gratuitement par le CSG, toutes demandes supplémentaires d'Arianespace devant être facturées.

Cette démarche a permis non seulement au CSG de respecter son budget, mais surtout d'inciter les chefs de mission d'Arianespace à bien préparer leurs campagnes et à minimiser les imprévus et donc à en réduire leur durée.

La direction des Opérations d'Arianespace a poursuivi de façon permanente ses efforts pour réduire les risques et les délais. Elle est arrivée aujourd'hui à une limite, pour les campagnes Ariane 4, avec des durées de 20 jours ouvrés pour une Ariane 40, ou de 25 jours pour une Ariane 44L. La même démarche a été engagée

pour le lanceur Ariane 5 dont la durée de campagne doit être progressivement réduite pour atteindre une vingtaine de jours.

Un effort identique a été observé dans la préparation des campagnes des satellites commerciaux américains. Pour ce type de satellite, les firmes américaines disposent chacune d'un centre de contrôle à partir duquel elles assurent toutes les opérations sur les satellites qu'ils soient en intégration, en essais, sur les champs de tirs ou encore en orbite.

Le déroulement de la campagne du satellite américain Television Direct, qui a été lancé depuis Kourou, en novembre dernier, n'aura nécessité que 9 jours de travail avec une équipe réduite à une dizaine de personnes. Cette performance a pu être réalisée en particulier grâce à l'existence à Kourou du nouveau bâtiment S5 qui permet la préparation simultanée de quatre satellites et d'effectuer l'ensemble des opérations de préparation et de contrôle dont celles de remplissage, ainsi que les opérations finales.

Pour les satellites scientifiques, la situation est différente. Le déroulement des opérations n'a pas connu de très gros bouleversements. Certes, tous les essais avec les très nombreux expérimentateurs répartis dans le monde entier sont orchestrés non plus de la base de lancement, mais depuis le centre des opérations du satellite, comme celui de l'ESOC en Allemagne, pour l'ESA, certes les quelques tonnes de documentation ont été avantageusement remplacées par une demi-douzaine de CD-Rom, mais il n'en demeure pas moins que les campagnes se déroulent sur une période de deux à trois mois.

Il est vrai que de telles campagnes représentent l'aboutissement d'une phase de développement de dix ans, voire de quinze ans, et des efforts considérables de la part de toute l'équipe projet dont le personnel, technique et administratif, se sentirait brimé et démobilisé s'il ne participait pas à la campagne et à cet événement que représente le lancement.

Une optimisation de ce type de campagne me paraît cependant possible avec la mise en œuvre de plates-formes standard, comme la plate-forme Proteus développée par le CNES.

L'arrivée des vols navettes de la NASA et du laboratoire Spacelab de l'ESA devait révolutionner les modalités opérationnelles pour les scientifiques et les expérimentateurs. L'objectif initial était de pouvoir embarquer rapidement une expérience et, si besoin est, de la faire revoler dans les meilleurs délais.

En fait, les choses ne se sont pas déroulées de cette façon. Les Américains ont imposé aux expérimentateurs un processus de soumission long et complexe, impliquant de nombreux essais avec différents types de modèles. Cette situation s'est encore trouvée aggravée après l'explosion de la navette Challenger.

L'ESA/ESTEC a permis un peu d'assouplir ces contraintes en développant puis en faisant qualifier un nouveau système appelé "Télé-Science" qui permet aux expérimentateurs de pouvoir opérer directement leurs expériences embarquées sur

la navette depuis leurs propres laboratoires, évitant ainsi de passer plusieurs semaines à Cap Kennedy puis à Houston.

Il est encore trop tôt de se prononcer sur le concept opérationnel retenu pour la station spatiale, mais tout semble indiquer qu'il ne sera pas très différent de celui qui a été suivi pour les expériences embarquées sur la navette. Nous avons cherché, à l'ESA, à faire assouplir le système de soumission et de sélection pour l'emport des expériences qui ne présentent pas de risque pour la station et pour son équipage, mais en vain.

Le programme Hermès a aussi donné lieu à des travaux sur les activités opérationnelles. À cette occasion est apparu un problème nouveau. Les normes à suivre en matière de contrôle qualité et de sécurité n'étaient pas les mêmes pour le lanceur et pour l'avion spatial. Pour le lanceur, nous devions suivre les règles développées par le CNES, qui ont fait leurs preuves avec Ariane, et pour Hermès nous devions suivre les standards développés par l'ESA qui avaient également donné satisfaction. Bien entendu, cette situation, contraire au bon sens des opérationnels, ne pouvait être qu'une source de risques et d'accidents.

Ce problème nous a conduits par la suite à proposer pour les activités spatiales européennes un nouveau système de standardisation, le système ECSS intégré au système international ISO, et s'appuyant solidement sur ce qu'il y avait de mieux dans les deux systèmes, mais aussi sur l'expérience acquise par les industriels.

Après cette initiative européenne prise en 1994, l'administrateur de la NASA a fait savoir qu'il abandonnait les normes MIL et qu'il s'engageait dans une démarche identique. Nous n'avons pas réussi cependant à nous entendre pour avoir une normalisation unique, et, nous nous retrouvons, à nouveau, avec des risques pour des opérations menées en coopération.

Les discussions se poursuivent cependant au sein du groupe de travail "Espace" de l'organisation ISO, pour la préparation de chaque norme et il est permis d'espérer que ce dialogue débouchera un jour sur une normalisation unique.

La concurrence acharnée qui se prépare avec, cette année, l'arrivée sur le marché de trois nouveaux lanceurs, le Delta 4 fin avril, l'Atlas 5 en mai et Ariane 5/ESC-A en juillet, va avoir pour conséquence de demander encore plus d'efforts aux équipes opérationnelles.

Les lancements de Delta 4 et d'Atlas 5 devraient pouvoir se faire après une campagne d'une dizaine de jours, alors qu'il en faudra une vingtaine pour Ariane 5 mais un tel écart n'est pas, à lui seul, un élément déterminant pour le choix du lanceur.

En dehors bien entendu du prix et des performances, le client sera sensible aux critères suivants :

- les délais minimums nécessaires entre deux lancements ;
- la flexibilité pour changer de configuration de satellite pour un même lanceur ;
- les délais minimums entre dates de commande et de lancement ;

- la traçabilité des opérations ;
- la capacité de préparer plusieurs satellites en même temps.

Arianespace s'est particulièrement bien préparé pour donner satisfaction à ses clients sur ces différents points. Arianespace a déjà réussi à effectuer trois lancements en un mois, dont deux à une semaine d'intervalle.

Pour les lancements qui interviennent à plus de trois mois, Arianespace examine les différentes alternatives concernant les différents satellites possibles pour être en mesure, si nécessaire, de s'adapter rapidement à des changements de ce type.

Au terme de cet exposé, forcément incomplet, il y a lieu de souligner que, dans le domaine spatial, parallèlement au développement technique remarquable, les activités commerciales ont provoqué une véritable révolution culturelle dans les concepts opérationnels.

L'activité opérationnelle représente un atout important dans les activités lanceurs mais aussi satellites. Toutefois elle ne semble toujours pas être reconnue comme une discipline majeure, en particulier au niveau de l'enseignement. C'est cependant un véritable métier qui possède ses règles de l'art, avec toute une série de mesures et de comportements, parfois subtils, mais qui ne sont pas toujours écrits et donc souvent difficiles à transmettre. C'est pourquoi son apprentissage se fait principalement sur le terrain.

C'est un vrai métier, très contraignant, mais aussi très passionnant qui s'exerce dans une famille où tous ses membres se sentent très solidaires les uns des autres, où chacun est conscient de la chance qu'il a de vivre les moments privilégiés que représentent les lancements, avec ses angoisses et ses joies, la chance de vivre une aventure.

ALLOCUTION DE RÉCEPTION

Jean-Paul PERRAIS

Ancien directeur des programmes d'Avions régionaux à l'Aerospatiale,
élu membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception prononcée à la séance du 31 janvier 2002

Prononcer devant vous mon allocution de réception est pour moi un très grand honneur, mais suscite aussi une certaine crainte. En effet, dans les premières années de ma carrière professionnelle je me suis beaucoup occupé d'essais de fatigue de structure et me méfiant de mon inconscient je vais tenter de ne pas faire aujourd'hui d'essai de fatigue d'auditoire, en vous décrivant les principales étapes de ma vie professionnelle.

Breton né à Brest dans une famille d'ingénieurs du génie maritime, j'ai été beaucoup plus bercé dans ma jeunesse d'histoires sur la houle atlantique que de récits sur la phugoïde aéronautique. De plus au début de mes études je préférais nettement les lettres et l'histoire aux mathématiques, jusqu'au moment où les sciences exactes (qu'on abordait assez tardivement à l'époque) ont pris le dessus et je suis entré à l'École Polytechnique en 1958. Là s'est confirmé mon goût à la physique (la mécanique des fluides en particulier) et je suis sorti dans le corps des Ingénieurs militaires de l'Air (les IMA) qui plus tard en raison de la loi (toujours physique) de la "fusion des corps" s'est retrouvé dans le corps des Ingénieurs de l'armement. Pour être franc c'était un peu le hasard du classement de sortie qui m'avait conduit dans l'aéronautique, mais j'avais remarqué que les IMA s'occupaient autant des produits civils que des matériels militaires (ce qui n'était pas le cas des autres corps d'ingénieurs militaires) et cette ouverture me plaisait beaucoup.

Après les deux ans à l'École nationale supérieure de l'aéronautique et de l'espace (où j'ai retrouvé André Dubresson, qui était déjà mon condisciple à l'X), j'ai cherché une affectation sur le "terrain" toujours par goût des sciences exactes et j'ai pu rejoindre le Centre d'essais aéronautiques de Toulouse (CEAT).

Cet établissement, jusque-là de taille moyenne, a eu une chance extraordinaire : le développement de Concorde. Il a fallu en effet, compte tenu de l'extension du domaine de vol aux grandes vitesses, tenir compte dans tout le dimensionnement de la cellule des contraintes thermiques engendrées par l'échauffement cinétique. Ceci, déjà connu pour les avions de combat, était tout à fait nouveau et plus "dimensionnant" pour les avions commerciaux. Pour cette raison, d'une part les bureaux d'études (Sud Aviation et British Aircraft Corporation) et d'autre part les autorités de certification britanniques et françaises ont bâti un programme d'essais structuraux jamais établi auparavant. Le CEAT et son homologue de Farnborough (le Royal Aircraft Establishment) ont été les principaux centres de ces essais. Ainsi de jeunes ingénieurs, grâce en tout premier lieu à notre président Jacques Plenier (alors sous-directeur du Centre) ont dû lancer des installations d'essais tout à fait nouvelles pour l'époque. Et j'ai eu la chance d'arriver au CEAT en septembre 1963, juste au démarrage de ces programmes d'installation. Pour un ingénieur débutant et aimant les réalisations concrètes, la mise en place dans des bâtiments tout neufs d'installations complexes et totalement nouvelles (chaînes de mesures, dispositifs d'introduction des efforts mécaniques, moyens de chauffage et de refroidissement de la cellule, etc..) furent une tâche passionnante. L'animation de jeunes équipes de techniciens et d'ingénieurs, la nécessité de travailler dans un contexte industriel (respect des délais et spécifications techniques promises) m'ont apporté une très utile expérience opérationnelle. Ne voyant pas le temps passer, je suis resté 11 ans au CEAT, où j'ai aussi pu réaliser les essais statiques d'ensemble de l'Airbus. Ils étaient plus classiques mais avaient leurs difficultés propres en raison de la taille, impressionnante pour l'époque, de l'A300, le premier "wide body" européen. De plus, ils m'ont ouvert un nouveau champ de contacts extérieurs avec IABG (Industrie Anlagen Betrieb Gesellschaft) le centre d'essais allemand d'Ottobrunn près de Munich. De plus je suis ainsi "entré" dans le programme Airbus.

Mais 11 ans au même endroit, malgré l'intérêt souvent passionné que je manifestais pour mes essais, c'était beaucoup trop pour l'administration centrale qui considérait qu'un passage boulevard Victor (ou ailleurs dans la capitale) était un must pour tout ingénieur normalement constitué. Une nouvelle chance m'a alors été offerte. Dans sa réorganisation du pilotage étatique des programmes aéronautiques civils au ministère des Transports, le secrétariat général à l'Aviation civile, devenu ensuite la DGAC (Direction générale de l'Aviation civile) avait besoin d'un adjoint au directeur des programmes (qui était alors Gérard Guibé), pour s'occuper de l'Airbus et du moteur CFM56. J'ai alors sauté sur l'occasion avec une certaine appréhension quand même. Le travail n'avait évidemment plus rien à voir avec celui du CEAT. Plus de tâches opérationnelles concrètes, mais beaucoup de réunions interministérielles et de rédaction de fiches de synthèse pour les cabinets des ministres et les autres administrations (en particulier celles du ministère des Finances), qui par principe jaugeaient les programmes aéronautiques avec le pessimisme de bon aloi toujours de mise dans ces puissantes institutions. Par ailleurs la coopération internationale représentait un aspect majeur des activités

à la Direction des Programmes (la DPAC de la DGAC) qui conduisait (et conduit toujours) la partie française dans les instances communes du programme Airbus (comité intergouvernemental et comité exécutif). Les États, dispensateurs des avances remboursables et caution morale du groupement bizarre de constructeurs appelé “le GIE Airbus Industrie”, ont joué un rôle considérable pour le démarrage de l’Airbus. Les premiers pas pour pénétrer le marché du transport aérien ont duré de nombreuses années, malgré les avantages des coûts opérationnels de l’A300 sur ses concurrents.

Pendant ces sept ans et demi à la DGAC, j’ai beaucoup appris et dans des domaines très divers :

- la constitution des dossiers de lancement d’un programme ou d’une version dérivée, à partir des éléments fournis par les constructeurs et les autres administrations en particulier les services techniques de la DGA ;
- la persévérance dans la conviction que les programmes pouvaient survivre et devenir des succès, malgré des traversées de déserts brûlants de soif de commandes (l’Airbus au moins jusqu’à fin 1977 et le CFM56 au moins jusqu’à fin 1978) ;
- la négociation des accords internationaux. J’ai en particulier le souvenir de celle concernant l’A310 avec les administrations allemande, britannique, espagnole, néerlandaise et belge (les deux derniers pays étant, selon la terminologie usuelle dans les programmes, “partenaires associés”). Les discussions étaient menées en anglais mais seuls les textes en langue nationale (il y en avait 5) avaient valeur légale. Après chaque réunion il fallait donc traduire mais traduttore, traditore, et à la réunion suivante il fallait revoir une partie du texte acquis en anglais à la séance précédente. La négociation a duré presque 2 ans. Heureusement les industriels développaient l’A310 sans attendre.

Mais après ces années d’administration centrale le désir de revenir plus près de la vie industrielle s’est manifesté et lorsque André Etesse, alors directeur de la division Avions de l’Aérospatiale, m’a proposé de venir l’aider à confirmer le lancement de l’ATR42, je n’ai pas hésité. Mon expérience industrielle et opérationnelle au CEAT (avec en corollaire une bonne connaissance de la “République de Toulouse”) et celle des gestions de programmes en coopération me paraissaient pouvoir s’appliquer dans ces nouvelles fonctions et je suis entré à l’Aérospatiale début 1982.

Là, j’ai fait une nouvelle découverte : celle du transport régional. Après la déréglementation du transport aérien aux États-Unis, une floraison de petites compagnies y a vu le jour. Des transporteurs régionaux se sont également développés en Europe, mais plus lentement. Du même coup ont jailli un peu partout des programmes d’avions régionaux (au Canada, en Suède, en Espagne avec l’Indonésie) sans oublier les anciens toujours présents aux Pays-Bas et en Grande-Bretagne.

L'ATR arrivait le dernier dans cette arène et, pour y survivre, il devait apporter quelque chose de plus. Comme pour l'Airbus et le CFM56, les concepteurs avaient compris que seul un avantage décisif sur les coûts opérationnels (les DOC), pouvait convaincre les opérateurs, en général sans grande surface financière, de choisir le produit. Le pari du lancement définitif a été gagné avec les premières commandes et quelques dossiers plus loin pour moi, le programme est enfin complètement parti fin 1983.

L'ATR était toujours un programme en coopération, mais cette fois avec un nouveau pays, l'Italie, et un nouveau partenaire, Aeritalia, devenu depuis Alenia. Une nouvelle ambiance pleine de charmes (l'Italie est, ne l'oublions pas, le pays avec qui nos liens culturels sont les plus anciens) et aussi d'imprévus. J'ai appris à gérer des situations où apparemment rien ne va plus mais où soudain après de longues et difficiles journées un "miracle" se produit et une solution apparaît. Mais toute fausse (?) modestie mise à part, mes expériences antérieures de coopération m'ont beaucoup aidé.

Après sa mise en service en 1986, et avec l'élargissement de la famille avec l'ATR 72, notre programme franco-italien a pu prendre une bonne place sur le marché régional.

À partir de 1990, nous avons cherché à étendre nos activités sur le marché régional avec de nouveaux produits et de nouveaux partenaires et j'ai été chargé de ces nouvelles tâches, tout en gardant la direction du programme ATR. Mais nous n'avons pas pu trouver les conditions nécessaires au lancement du Regioliner (avion de 100 places) envisagé avec les constructeurs allemands et nous avons perdu à Bruxelles notre tentative de racheter de Havilland Canada (pour le plus grand bénéfice de notre concurrent Bombardier par la suite).

Malgré tout, cet essai canadien, non transformé, dans lequel je me suis beaucoup impliqué en 1990 et 1991, nous a permis d'apprendre, à nos dépens, comment fonctionnent les rouages européens et à ne pas sous estimer l'importance de la machine communautaire.

Par ailleurs les accidents et l'apparition des petits jets régionaux sont venus contrarier les bonnes perspectives de l'ATR.

Jusqu'à octobre 1987 (date du premier accident ATR en Italie) nous n'avions pas eu à gérer depuis longtemps la crise provoquée par une catastrophe aérienne, avec la recherche angoissée des causes, la gestion des drames humains et de la communication publique, les aspects juridiques, financiers et commerciaux. L'expérience a été très rude, mais grâce aux efforts de tous et en particulier des ingénieurs et pilotes d'essais, le produit a été disculpé et sauvé deux fois (après 1987 et après 1994 aux États-Unis). Là encore j'ai beaucoup appris dans des domaines qui m'étaient inconnus, en particulier dans la gestion des informations vers l'extérieur et les implications juridiques.

L'arrivée au début des années 1990 des petits avions à réaction sur le marché régional a été facilitée par la stabilité des cours du carburant mais aussi parce qu'ils

ont permis le développement de liaisons secondaires (en termes de passagers transportés) sur des distances assez longues. Malheureusement il ne nous a pas été possible de trouver une extension de la coopération franco-italienne vers les Britanniques déjà sur le marché, qui aurait permis le partage du financement d'un nouveau développement.

Après toutes ces années sur l'ATR, Claude Terrazzoni m'a demandé de prendre un peu de champ avec les programmes régionaux et m'a pris auprès de lui comme directeur chargé de mission au début de 1995. Mais je n'en avais pas fini avec les projets de coopération et tout de suite je me suis consacré, presque à plein temps, à piloter les contacts puis les négociations avec les Chinois et les Sud-Coréens, ces derniers remplacés ensuite par les Singapouriens, autour d'un nouveau projet d'avion de 100 places (le "100 places asiatique"). Une nouvelle fois, j'ai pu étendre mon expérience des confrontations avec des cultures différentes. J'avais d'ailleurs commencé avec les Chinois dès mon arrivée sur l'ATR en 1982 dans le cadre de contrats de sous-traitance et dans les tentatives de pénétrer le marché chinois. Je n'ai pas la prétention, (irréaliste pour quelqu'un qui ne parle même pas la langue), de connaître un pays qui est d'ailleurs en pleine évolution. Mais j'ai appris l'importance de la patience et de l'effort sur une longue période si nous voulons avoir une chance de nous implanter durablement en Asie. Comme beaucoup d'autres, j'ai essayé de savoir garder la face de l'interlocuteur et la mienne, de sentir quand il fallait être ferme ou aller au compromis.

Mais la situation avait atteint un degré de complexité jamais observé auparavant dans les tentatives de coopération sur les avions civils. Au début des négociations, se trouvaient déjà du côté européen les Italiens, les Britanniques et les Français. Mais quand il est apparu que seuls deux noms frappaient les esprits asiatiques, Boeing et Airbus, l'équipe occidentale s'est accrue des Allemands et des Espagnols (soit finalement Airbus Industrie, ses quatre partenaires et Alenia). Il a fallu trois mois ininterrompus de longues discussions entre les six, dans lesquelles je m'impliquais complètement, avant de pouvoir présenter en Chine une organisation qui paraisse pouvoir tenir la route. Du côté asiatique, la situation était également très difficile en raison des rivalités entre usines chinoises et des incertitudes singapouriennes. Finalement la crise asiatique de 97/98, le retrait des Singapouriens et de leurs possibilités de financement, les doutes sur les possibilités d'une gestion économique et industrielle satisfaisante pour espérer bâtir un programme crédible sur le marché ont décidé Jean Pierson (alors administrateur-gérant d'Airbus) à jeter l'éponge au début de 1998.

Cette dernière expérience de coopération et d'autres contacts préliminaires plus éphémères (Taiwan, Japon) m'avaient conduit à d'assez nombreux voyages en Asie et c'est tout naturellement que j'ai entrepris d'observer à partir de 1998, l'évolution de la crise financière en Asie et ses répercussions sur nos marchés aéronautiques civils et militaires. Depuis ce virus asiatique ne m'a pas encore quitté et je consacre une partie importante de mes activités à l'observation de l'Asie orientale. D'ailleurs je suis prêt si vous le désirez apporter à notre Académie

mes réflexions sur le rôle que nous pourrions jouer dans ces pays dans le domaine aérospatial et du transport aérien.

Pour conclure, en espérant que les criques de fatigue qui se sont sûrement développées en vous n'ont pas encore atteint de seuil trop critique, je pense que les deux expressions qui pourraient résumer ma vie professionnelle sont l'attachement aux avions et au transport aérien et l'expérience d'aspects variés des coopérations internationales, dans lesquelles j'ai baigné pendant 36 ans.

Merci de votre écoute.

LA POLITIQUE DE RECHERCHE EUROPÉENNE DANS LE DOMAINE AÉROSPATIAL

Jean-Marc THOMAS

Directeur de l'établissement à Toulouse d'Airbus France, élu membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception présentée à la séance du 30 janvier 2003*

Je suis actuellement en charge de l'établissement Airbus à Toulouse au sein d'Airbus France, sous la direction de Jean-Claude Chaussonnet. Ma présentation a pour but de donner un panorama de tout ce qui bouge en Europe dans des domaines aussi variés que l'aéronautique, l'espace, les aspects de Défense et de sécurité. L'Europe avance à petits moyens mais à grand pas et nous devons absolument jouer notre rôle.

La première initiative dans ce domaine a été prise par Philippe Busquin, commissaire à la Commission européenne chargé de la Recherche, qui, dès son arrivée, a proposé un axe de réflexion sur la recherche en Europe qui s'appelait : "Comment améliorer la recherche en Europe et promouvoir une recherche européenne dans le but d'optimiser ses ressources et, par voie de conséquence, devenir plus forte".

Un accueil poli a été réservé à cette initiative et la question dans l'esprit de tout le monde était : que fait-on maintenant ? Philippe Busquin a réfléchi au choix d'un secteur porteur de déclinaisons et d'axes généraux et a décidé d'inviter un certain nombre de grandes personnalités du monde industriel aéronautique en Europe, entre autres Jean-Luc Lagardère, Manfred Bischoff (pour ce qui s'appelait à l'époque DASA), Denis Ranque pour Thales, Sir Ralph Robins pour Rolls-Royce, Sir Richard Evans pour BAE Systems, etc.

---

* *Cette allocution ayant été retranscrite, certains passages étaient difficilement audibles et sont marqués par des points ...*

Quatorze personnalités en tout, de très haut niveau, ont été réunies par M. Busquin, début 2000, pour réfléchir à l'avenir de l'aéronautique et, plus largement, à celui du transport aérien et les avancées à programmer, en particulier dans le domaine de la recherche et de la technologie. Chacune de ces personnalités s'est entourée d'une organisation et surtout d'un sherpa ; j'étais celui de Lagardère et j'ai donc suivi le développement qui a pris à peu près un an. Le commissaire Busquin est arrivé à un rapport qui s'appelle la "vision 20-20" pour le système de transport aérien. Ce système de transport aérien affiche deux grandes ambitions :

- d'une part de répondre aux attentes sociétales, c'est-à-dire arriver à un résultat qui soit à la fois performant mais respectant les aspects environnementaux et répondant aux attentes du citoyen qui est lui-même, de temps en temps, passager ;
- d'autre part d'assurer à l'industrie du transport aérien un rôle de leadership.

Ce rapport se terminait par deux recommandations, de créer au niveau européen un ACARE (Advisory Council for Aeronautic Research in Europe) et de rédiger un SRA (Strategic Research Agenda). Ce dernier déclinerait cette vision 20-20, il définirait les activités de recherche à mener dans les vingt prochaines années, le chemin à prendre pour y parvenir et les mesures d'accompagnement nécessaires. D'autres rapprochements ont été évoqués, par exemple, avec d'autres centres de recherche publics européens comme l'Onera. Une autre initiative encouragerait la mobilité des chercheurs et les connaissances croisées, les échanges de diplômes.

Cet ACARE a été mis en place au Bourget 2001 et rassemble trente-quatre membres qui représentent véritablement toutes les parties prenantes de l'aéronautique et même du système de transport aérien en Europe : la Commission européenne, les États membres, l'industrie, avec des représentants industriels et de l'AECMA ; des représentants des compagnies aériennes, des institutions de régulation, Eurocontrol, l'Onera, le DLR, etc.

J'étais le vice-président de l'Advisory Council en charge du management industriel et plus particulièrement du document SRA, c'est-à-dire ce document qui doit décrire les recherches à mener dans les vingt prochaines années. Nous nous sommes organisés autour des deux grands thèmes "Quality and Affordability", c'est-à-dire un avion plus confortable et plus performant.

L'aspect environnement est très important ; il rejoint les besoins du citoyen, le but étant à l'horizon de vingt ans de réduire tout les bruits, perçus et mesurés, d'au moins un facteur 2. De réduire également le CO_2 d'au moins 50%.

La sécurité est aussi très importante, l'objectif étant de réduire par cinq le taux d'accidents, de s'intéresser aux systèmes de transport aérien afin de mener des opérations vingt-quatre heures sur vingt-quatre avec des taux de fiabilité encore supérieurs à ceux que nous avons aujourd'hui.

Autre aspect souligné : tout ce qui touche à la construction européenne et donc la mobilité de ses citoyens, le fait de véritablement donner un phare au niveau européen sur les aspects d'infrastructures et de recherche et d'encourager une

meilleure synergie, meilleure coopération, meilleure visibilité dans le but de préparer des chercheurs dont nous aurions besoin sur les vingt prochaines années.

Au centre, un aspect sécuritaire qui s'est avéré encore plus important après les événements du 11 septembre 2001.

Aujourd'hui, en aéronautique, nous sommes dans ce que l'on peut appeler "l'âge commercial". Nous avons connu l'âge pionnier où il y eut quelques innovations importantes ; le passage des avions en bois aux avions métalliques, l'introduction de nouveaux équipements, et nous attaquons désormais l'âge commercial, avec les jets et cette facilité à construire des outils performants. La voie est ouverte à une troisième génération, avec d'autres approches, comme par exemple les ailes volantes, et il faut prévoir des phénomènes de progrès et des phénomènes de rupture. Quand on se projette dans vingt ans, il est très difficile d'avoir une boule de cristal pour penser aux phénomènes de rupture mais c'est un exercice auquel nous avons consacré beaucoup de temps.

Le groupe ACARE a mené un grand nombre de réunions, en particulier à Bruxelles. Nous avons proposé un avant-projet vers la fin de l'année 2001 et les premières recommandations courant 2002. Nous avons eu aussi l'honneur, ici-même à Toulouse, à la Chambre de commerce et d'industrie, fin octobre 2002, de représenter officiellement l'Europe et de remettre le SRA (Strategic Research Agenda) à l'occasion d'une assemblée plénière des 34 membres de l'ACARE. Un document a été produit et ensuite officialisé par Philippe Busquin à Bruxelles quelques jours plus tard, devant la communauté européenne concernée et, bien sûr, la presse.

Nous avons donc un document qui est constitué de trois tomes :

- le document scientifique, celui qui décrit les recherches à mener sur vingt ans pour atteindre les objectifs de la vision 2020 ;
- la road map (feuille de route) : les étapes que l'on doit franchir et comment le faire. Entre autres sujets, on peut parler de la réduction du CO_2, diminution du taux d'accidents par 5, les axes technologiques et nos intuitions en terme de rupture.

Dans ce contexte, une optimisation de nos ressources en recherche semble nécessaire. Beaucoup de recherches sont dupliquées, triplées, voire plus ; elles ne sont pas forcément interconnectées et manquent donc de force d'ensemble. Ce phénomène est tout aussi bien public que privé.

Et puis il y a une troisième phase que nous avons rajoutée progressivement : aurons-nous le potentiel et la qualité des chercheurs sur ces horizons pour pouvoir mener la recherche que nous devrons mener ? Il y a un gros effort à fournir sur les ressources humaines.

Nous sommes en train de sortir d'un cinquième PCRD sur la recherche européenne qui contenait des priorités ou questions-clés ; c'était en tout cas une action identifiée autour de l'aéronautique dont le budget était de 700 millions

d'euros, entre la contribution de la communauté européenne et une somme identique de la part des industriels et des centres de recherche.

Il y a eu trois appels d'offres, sur les quatre à cinq ans que dure ce programme-cadre, avec une forte implication de tous les industriels et centres de recherche, d'Airbus et Thales jusqu'aux plus petits acteurs.

Nous attaquons maintenant le sixième PCRD. La Commission européenne a fixé, à l'intérieur du sixième programme-cadre, une priorité aéronautique et espace de l'ordre de 1 075 millions d'euros dont 200 millions d'euros seraient consacrés à l'espace, de 90 à 100 au contrôle aérien et le reste à l'aéronautique pure et dure. Il faut bien sûr éviter à tout prix la compétition entre l'aéronautique et l'espace ! Au contraire, on note qu'il y a énormément de synergies entre les deux domaines.

Les projets intégrés du sixième PCRD, qui correspondent à ce que l'on appelait les technologies de plate-forme dans le cinquième PCRD, comportent deux niveaux de recherche. Ils commencent avec une recherche à caractère technologique autour d'une technologie en particulier (la nanotechnologie, des matériaux très précis, etc.). Ensuite des recherches d'intégration sont menées où ces technologies sont intégrées au sein d'un projet très vaste. Ces "integrative projects" peuvent commander jusqu'à 80 millions d'euros. Dans le cinquième PCRD le programme "Tango" réalisait des fuselages de petit et moyen diamètre comportant du composite et tout un tas d'autres matériaux. C'était véritablement un projet d'intégration qui nécessitait une approche de nombreuses technologies nouvelles.

Un autre aspect, les réseaux d'excellence, consistent à mettre en place un réseau de chercheurs, une communauté d'excellence pour lui donner plus de transparence et plus de force ensemble.

Cette vision 20-20, qui a débouché sur le "Strategic Research Agenda", a connu une telle réussite dans les domaines de la recherche et de l'aéronautique que la communauté européenne à décidé de l'étendre à l'espace et à la Défense avec Star 21 "Strategic Aerospace Review for the 21st century". Dans ce contexte, "Aerospace" englobait aéronautique, espace et Défense avec le but de positionner l'Europe comme un acteur majeur.

Ce projet a démarré le 6 juillet 2001, un an après la vision 2020. Il a rassemblé le monde des industriels et la Commission européenne sous l'autorité de Romano Prodi avec six commissaires : Erkki Liikanen sur les aspects entreprises, Loyola de Palacio sur les transports et l'énergie, Philippe Busquin sur la recherche, Pascal Lamy sur les aspects marché et relations commerciales, Chris Patten sur les relations extérieures et Javier Solana, responsable de la politique étrangère de l'Union. Il y avait également deux membres du parlement européen et un petit nombre d'industriels de haut niveau : Jean-Luc Lagardère, Manfred Bischoff, Sir Richard Evans, Sir Ralph Robins, Jean-Paul Béchat, Denis Ranque et Alberto Lina.

Le principe a été le même : grande réunion de l'ensemble de ces personnalités afin de se poser la problématique et par la suite des dates de réunion avec toutes les

parties prenantes, ou en sous-groupes : entre industriels, entre industriels et centres de recherche, au niveau des sherpas, etc.

Le périmètre c'est donc l'aéronautique, l'espace et pas seulement sur la R&T, voire R&D, mais aussi sur les aspects de marché, de règles internationales, de mobilité de personnes, de sécurité, d'export etc. Nous avons poussé, suite à la réussite d'ACARE, l'industrie (à travers l'AECMA) à jouer un rôle majeur. L'AECMA et l'EDIG se sont progressivement associés dans des démarches plus ou moins communes, de telle façon que l'on peut dire que c'est toute la communauté industrielle qui est impliquée et solidaire dans cette approche.

Le but restait de démontrer l'importance stratégique de ces aspects d'aéronautique, d'espace et de Défense et d'identifier un certain nombre d'actions pour aller plus vite, plus haut, plus fort, dans une démarche cohérente et surtout partagée. Ces groupes de personnalités, les commissaires et les hautes personnalités industrielles, ont mis au point en une année, à peu près, un rapport qui s'appelle "Star 21". Ce rapport a été présenté à la Commission européenne et diffusé à toutes les parties prenantes, au sein de l'Europe, ainsi qu'à la presse. M. Prodi et M. Liikanen ont fait le tour des capitales européennes pour rencontrer les interlocuteurs concernés, aussi bien les autorités de Défense, de l'espace et de l'aéronautique.

Le secteur aérospatial de ces trois volets est vital pour permettre à l'Europe d'atteindre ses objectifs et ses ambitions en termes de croissance économique, de sécurité et de qualité de la vie et pour cela il nous faut une base industrielle compétitive et un volant technologique fort. Nos efforts pour préparer la recherche sont le garant de notre avenir.

En ce qui concerne l'aviation civile, il était clair qu'il fallait une organisation plus intégrée ; la création progressive de l'EASA est une initiative vers ce but. Cette agence européenne sur les aspects de certification va glaner toutes les JAA et permettre à l'Europe de présenter un front uni, face à la FAA dont on sait la volonté très forte de défendre les intérêts américains.

Quand on essaie de lancer une initiative européenne dans le domaine de la sécurité on voit très rapidement les limites du système. La Commission européenne n'a pas les mêmes champs d'investigation pour la sécurité que pour l'espace et, avec moins de portée, l'aéronautique.

Côté espace, l'idée c'est qu'il faut que l'Europe se construise sur la base de structures existantes et puis tout au long du processus, à travers des recherches communes, des démonstrateurs communs, des lancements de projets communs avec derrière, des commandes synchronisées. C'est-à-dire une cohérence globale européenne. Il faut synchroniser tout cela, malgré les aléas de la vie politique, et que l'Europe se construise. Il existe déjà des outils qu'il faut perfectionner, il faut peut-être en inventer des nouveaux et avancer.

Si nous comparons la situation avec les États-Unis, déjà pour les satellites à caractère scientifique, il y a un rapport de un à trois ou quatre, entre les États-Unis

et l'Europe. Quant aux satellites de Défense ce rapport est entre 1/15 et 1/25. Sur le troisième volet de marché qui est le marché ouvert, celui des télécommunications, le décalage est tellement important qu'il est difficile à rattraper. L'Europe doit donc afficher sa volonté de dépenser plus dans ce domaine et de lancer Galileo et GMES (Global Monitoring for Environment and Security).

Quelles sont les prochaines étapes de ce projet Star 21 ? M. Prodi, sur la base de ce rapport et des recommandations, va approcher les différents États membres et organes représentatifs pour promouvoir un certain nombre d'initiatives afin que, fin 2003, le groupe de personnalités que j'ai cité se réunisse à nouveau et confirme le lancement de ces initiatives au niveau de l'Europe, dans les domaines du contrôle aérien, les programmes européens dans l'espace, les aspects sécuritaires. Ensuite il faut un crédit européen avec un certain pilotage sur des recherches à caractère défense à haut risque que les industriels ne peuvent pas supporter, parce que les perspectives de marché ne sont absolument pas visibles et même peu sûres et qui permettent de faire progresser la science et les technologies dans ce domaine.

L'Europe est en train de prendre un certain nombre d'initiatives, certaines sont visibles, d'autres pas, mais, comme dans un puzzle, tout finira par s'assembler. Il y a une démarche forte autour de l'aéronautique, de l'espace, de la Défense ; il y a aussi un rapprochement des politiques nationales et de la politique européenne. À EADS on est fortement impliqué dans ce domaine. Je continuerai toujours à être impliqué dans l'ACARE, ainsi que dans le "Advisory Group" de la Commission européenne sur le sixième PCRD. J'apprécie cette opportunité d'appeler toute la communauté non pas seulement à suivre ces initiatives, mais à s'y impliquer. Parce que si l'on veut que la France joue son juste rôle, une France forte dans une Europe forte, c'est maintenant qu'il faut agir.

ACARE / SRA STAR 21 EADS

FROM ACARE TO STAR 21

EUROPEAN INITIATIVES

Jean-Marc THOMAS
Senior Vice-President
Industrial/Research & Technology
Chief Technology Officer

- 1 -

ACARE / SRA EADS

- Initiated and chaired by EU – Commissioner Philippe Busquin
- Prepared by a group of 14 high-level personalities (GOP)
- Focused on Research / Technology / Development
- Takes a pan-European perspective with a long term (2020) horizon

A world-class European Air Transport System that meets the needs of an advanced society

Global leadership for the European aeronautical industry

- 2 -

ACARE / SRA EADS

The Group's Recommendations

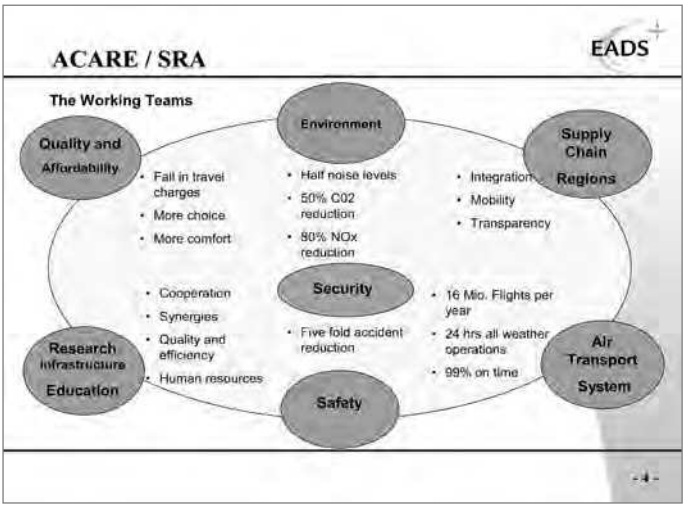
Creating an Advisory Council for Aeronautics Research in Europe ✓

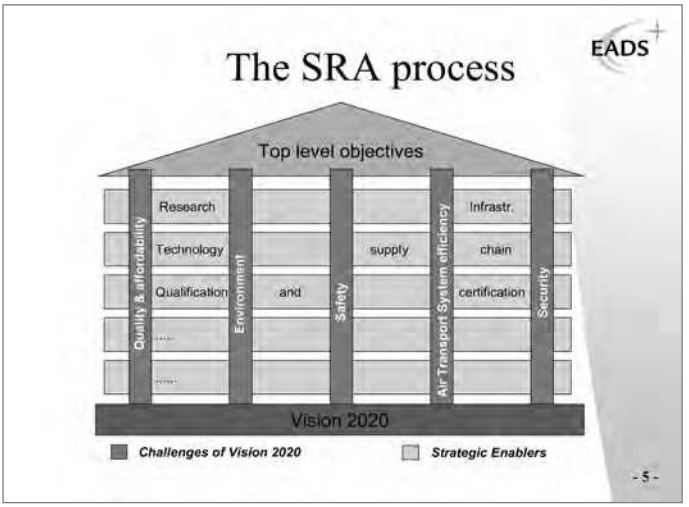
- Member States with aeronautics research (other M.S. as observers)
- European Commission
- Manufacturing industry (airframe, engine, equipment and ATM)
- Airlines
- Airports
- Regulators
- Eurocontrol
- Research establishments

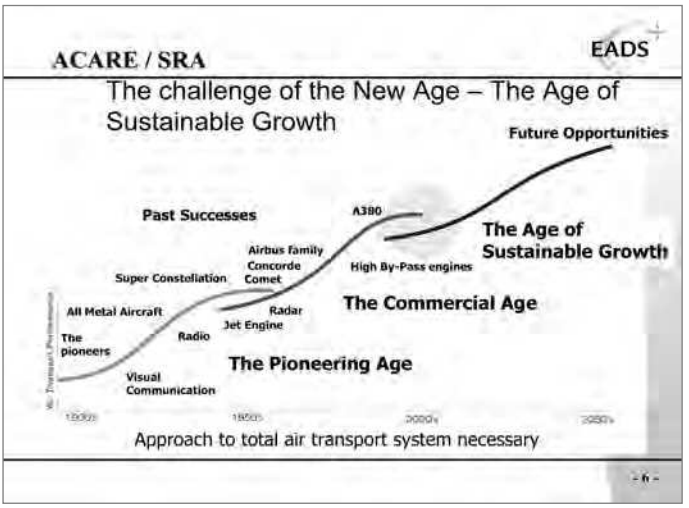
34 members

Creating and maintaining a Strategic research Agenda (SRA) agreed by all stakeholders

- 3 -


ACARE / SRA
EADS
The Working Teams
Quality and Affordability
Environment
Supply Chain Regions
• Fall in travel charges
• More choice
• More comfort
• Half noise levels
• 50% C02 reduction
• 80% NOx reduction
• Integration
• Mobility
• Transparency
Security
• Cooperation
• Synergies
• Quality and efficiency
• Human resources
• Five fold accident reduction
• 16 Mio. Flights per year
• 24 hrs all weather operations
• 99% on time
Research Infrastructure Education
Air Transport System
Safety
- 4 -


EADS
The SRA process
Top level objectives
Research
Technology
Qualification
.....
.....
Quality & affordability
Environment
and
Safety
supply
Air Transport System efficiency
Infrastr.
chain
certification
Security
Vision 2020
Challenges of Vision 2020
Strategic Enablers
- 5 -


ACARE / SRA
EADS
The challenge of the New Age – The Age of Sustainable Growth
Future Opportunities
Past Successes
A380
The Age of Sustainable Growth
Airbus family
Concorde
Comet
High By-Pass engines
Super Constellation
The Commercial Age
All Metal Aircraft
Radar
Jet Engine
The pioneers
Radio
The Pioneering Age
Visual Communication
Approach to total air transport system necessary

ACARE / SRA

EADS

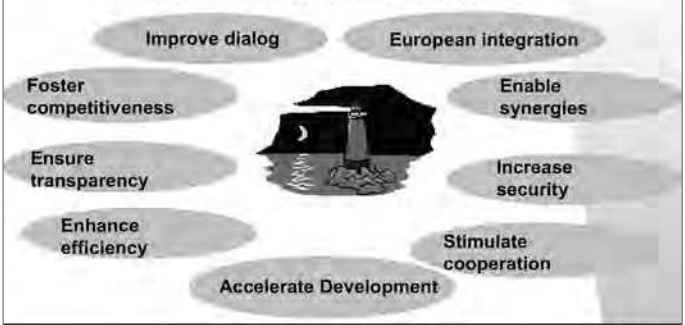
Timing	
19.6.2001	Launch of ACARE
July 2001	Start of Working Teams
30.11.2001	Finalisation of General Outline of SRA and Working Team Report
29.01.2002	First presentation of Working Team results
30.03.2002	Submission of WT Reports – Start SRA finalisation
May 2002	Editing of SRA Release 1 – Volume 1 & 2
July 2002	Presentation of SRA Press Book (Farnborough)
Oct. 2002	Presentation of SRA Release 1
2004	Finalisation of SRA Release 2

- 7 -

ACARE / SRA

EADS

The SRA – A Beacon For European RTD Activities



- 8 -

ACARE / SRA

EADS

Efficiency and Resourcing

More research for the money;

more money for the research;

more scientists for the research.

- 9 -

From FP5 to FP6

EADS

- FP6 agreed in December 2001
- Specific Programmes to be finalized in June 2002
- Main achievements
  - 1,075 billion € for a specific priority for aeronautics and space
  - Possibilities for EADS in
    - Nano-technologies, Knowledge-based Multifunctional Materials, New Processes and Devices
    - Global Change
    - 8th priority: Emerging needs (e.g. security ?)
- New instruments
  - Integrated projects:
    - Structuring projects large enough to reach a critical mass
    - Management delegation to the Consortium (flexibility, …)
    - Longer term
  - Networks of Excellence still to be defined

- 10

EADS

STAR 21

STRATEGIC AEROSPACE REVIEW FOR THE 21st CENTURY

DEVELOPING A WORLD CLASS EUROPEAN AEROSPACE AND DEFENCE CAPABILITY

- 11

EADS

STAR 21 Panel composition

STAR 21 Panel launched on – July 6th, 2001 by R. PRODI who asked E. Liikanen to chair.

Panel composed of:

EC Commissioners:	E. Liikanen (Entreprise & information society, Chairman), L. de Palacio (TREN- Transport & Energy), Ph. Busquin (Research), P. Lamy (Trade), C. Patten (Relex)
Council High Representative:	J. Solana
European Parliament:	MM. Westendorp, von Wogau
Industry:	MM. Lagardère, Bischoff (EADS), Evans (BAE Systems), Robins (Rolls-Royce), Béchat (SNECMA), Ranque (THALES), Lina (Finmeccania)

Interim report discussion on 5 March 02

Successful final presentation by personalities including Mr. Lagardère to R. PRODI on July 16 and Press Communication.

- 12

EADS

STAR 21 Goals

- **PERIMETER:**
  - AEROSPACE: AERONAUTIC, SPACE & DEFENCE ON ALL TOPICS (trade issues and world market, R&D, funding, mobility, regulations, security…)

    STAR 21 is an industry (AECMA) initiative towards EU counter balance the US « blue ribbon » initiative
- **GOALS:**
  - Demonstrate the strategic importance of aerospace for Europe,
  - Identify the key necessary actions to support the industry's development & its competitiveness.

→ To promote and implement concerted and coordinated efforts involving the European institutions

- 13

EADS

STAR 21 Recent evolutions and progress at EU level

R&T / Aeronautics	Security & Defence
Lisbon European Council Conclusion 2000	*Cologne European Council 1999*
Ambition for Europe to become the most competitive knowledge-based economy in the world	Launch of a European Security and Defence Policy
European Commission	*Laeken 2001*
European Aeronautics – A vision for 2020	CFSP and ESDP implementation
Barcelona European Council 2002	Saragoza 2002
Objective : 3% of EU Member States GDP for R&D	Need for a European armament policy
	NOTA:
	• US R&T x 2.5 vs Europe ( )

September 11th events strong US government support (Bn $ 15 to airlines, Bn $ 40 to defence)

STAR 21 Framework

- 14 -

EADS

STAR 21 Governing Principles

The report contains the following four Governing Principles:

- Aerospace is vital to meeting Europe's objectives for economic growth, security and quality of life. It is directly associated with, and influenced by a broad range of European policies such as trade, transport, environment, security and defence.
- A strong, globally competitive industrial basis is essential to provide the necessary choices and options for Europe in its decisions as regards its presence and influence on the world stage.
- European aerospace must maintain a strong competitive position if it is to play a full role as an industrial partner in the global aerospace marketplace.
- Europe must remain at the forefront of key technologies if it is to have an innovative and competitive aerospace industry.

- 15

EADS

STAR 21 First Report / Main Recommendations

Ensure level playing field so Europe's aerospace industry can compete fairly in world markets.

Civil aviation:

- Europe ultimately needs a single integrated organisation for its air transport industry to be able to play its part at a global level and have an effective dialogue with international authorities,
- Europe should start a European security initiative closely co-ordinated with the US,
- For civil aeronautics research, the recommendations of the Vision 2020 report must be fulfilled.

16

EADS

STAR 21 Main recommendations

Defence:

- A European defence equipment market is needed, which takes into account the specific character of the sector (implementation of a European armament policy),
- An increase in overall (Member States) defence spending is needed.

Space:

- Launch Galileo and GMES,
- Develop a consolidated European space policy in line with the ESA-EC communication on space (space plan with adequate funding).

17

EADS

STAR 21 Next Steps (1)

Create an EU unified and coherent framework for aerospace:

1. - Comments and proposals under discussion between sherpas and national authorities,

   - report presentations to Member States by R. PRODI.
2. - Concrete action plan definition by a working group including European national and industry representatives to be delivered by end 2003.

   including i.e.:

   * ATM,
   * European Space programme,
   * European « Internal Security » initiative,
   * Defence and Security R&T programmes (« DARPA like » agency).

18

EADS

STAR 21 Next Steps (2)

3. Preparation of an EC communication on STAR 21 by end 2002 (→ Industry council),
4. Next meeting of the STAR 21 panel (plus Member State representatives?) = end 2003.

19

ACARE / SRA STAR 21 EADS

FROM ACARE TO STAR 21

EUROPEAN INITIATIVES

Jean-Marc THOMAS
Senior Vice-President
Industrial/Research & Technology
Chief Technology Officer

- 20 -

EADS

US 'Blue Ribbon' composition

US 'Blue Ribbon' Presidential Commission.

- Membership of the Presidential Commission is as follows:
- John Douglass, President and CEO of Aerospace Industries Association; Bob Walker, former Republican Chairman of the House Science Committee; Buzz Aldrin, former astronaut; Edward Bolen, General Aviation Manufacturers Association; Heidi Wood, Morgen Stanley aerospace analyst; Neil de Grasse Tyson, director of the Hayden Planetarium; John Hamre, former Deputy Secretary of Defense in the Clinton Administration; Robert Stevens, COO of Lockheed; William Schneider Jr., former Under Secretary of State for Security Assistance; Tillie Fowler, former Republican Member of Congress from Florida; Tom Buffenbarger, President of the Int'l Association of Machinists and Aerospace Workers; Whitten Peters, former Secretary of the Air Force.
- The work on the US Presidential Commission will be divided by committees as follows:
  - 1. Aerospace technology – Neil Tyson and John Douglass – Prospects and access
  - 2. Aerospace investment – Heidi Wood and Bob Stevens – Size of civil and military markets and space launcher market; US industrial base projections; resources available; roles and responsibilities of industry; acquisitions and contracting policies; business concerns; more generally access to capital.
  - 3. Aerospace global issues – Bill Schneider and John Hamre – M&A; Teaming; export controls, ITARs,
  - 4. Infrastructure – Buzz Aldrin and Ed Bolen
  - 5. Human capital – Tom Buffenbarger and Tillie Fowler

21

- 21 -

Blue Ribbon Commission status

EADS

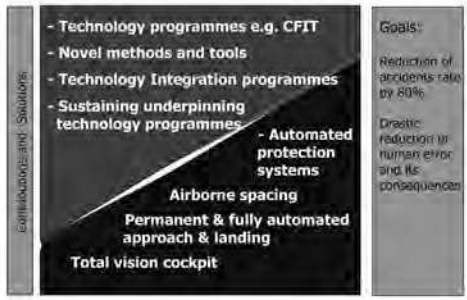
The 12 Members appointed by the US President, the Senate and the House of Representatives – will conduct their mission until 18 Nov. 2002. Preliminary conclusions:

- Gain time to properly solve the FSC (Foreign Sales Corporations) dispute,
- Review the US tax code so as to boost industrial research through incentives,
- Implement a strategy that provides incentives to contractors to pursue rationalisation and cost reduction,
- Accelerate implementation of DTSI (Defence Trade Security Initiative) – update country risk surveys regarding US defence export markets,
- Modernise the defence export loan guarantee programme,
- Develop a multi – agency task force to establish and implement an integrated plan to transform the US air transport system,
- Launch the modernisation of the Air Traffic Control, funded by the government, and prioritise FAA and NASA R&D efforts as crucial priorities.

22 - 22 -

EADS

Technology example – The challenge of Safety



- 23 -

DE LA GÉODÉSIE SPATIALE EN PASSANT PAR SPOT
Quelques réflexions sur la politique spatiale française entre 1970 et 2002

Gérard BRACHET

Ancien directeur général du CNES, élu membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception présentée à la séance du 30 janvier 2003

Le bilan final sur la coordination entre le civil et la Défense révèle des aspects positifs et négatifs quant à l'efficacité de notre fonctionnement. La grande réussite a été l'excellente coopération qui a pu se développer dans les technologies d'observation de la Terre, en particulier l'observation optique, et plus précisément entre le programme Spot et le programme Hélios. Cette coordination était d'autant plus facile que la Défense avait pris la décision de demander au CNES de gérer tout le segment spatial Hélios pour le compte de la DGA ; par conséquent tout l'acquis du programme Spot pouvait être immédiatement utilisé pour Hélios.

Plus décevante était la difficulté éprouvée à gérer cette capacité de réflexion prospective en commun entre les gens d'espace civil et les militaires. La coordination de la recherche technologique était laborieuse et nous avions parfois le sentiment que les partenaires Défense n'étaient que modérément intéressés par cette coordination. En revanche, les relations ont été plutôt bonnes avec les états-majors, même si l'efficacité en était finalement limitée, à cause de la crainte des services de la DGA de perdre le contrôle de ces programmes. Je crois que nous pouvons mieux faire, même si ce qui a été fait dans le domaine de l'observation optique est remarquable.

Maintenant je vous parlerai de deux domaines où, au cours de ma carrière, j'ai été amené à intervenir directement ou en relation étroite avec mes collègues.

Le premier concerne la géodésie spatiale. J'ai débuté ma carrière dans ce domaine, sous les ordres de Michel Lefebvre et avant lui, François Barlier, à l'observatoire de Meudon. J'ai par la suite décidé de continuer dans ce domaine d'activité dans lequel les différentes équipes françaises ont été très performantes, parce que le CNES avait besoin d'experts de géodésie pour localiser correctement ses stations de poursuite de satellites. Je crois savoir que Michel Lefebvre allait se promener au Sahara pour savoir à peu près où étaient les stations.

Les premiers satellites français D1A en 1966, D1C1 en 1967, étaient des satellites de géodésie. Ensuite Peole en 1970 qui, en plus d'être un satellite de géodésie, était un satellite de démonstration des technologies d'Eole. Et enfin en 1975, un des diamants BP4 a lancé le petit satellite Starlette qui est un satellite passif couvert de réflecteurs laser etqui fonctionne toujours.

Un groupement de recherche en géodésie spatiale a été créé en 1971, rassemblant les équipes du CNES, de l'Observatoire de Paris, du Bureau des longitudes et de l'Institut géographique national. D'autres organismes sont venus depuis les rejoindre, notamment le service géographique de la Marine. Ce noyau d'expertises et de compétences, tout à fait unique en Europe et même dans le monde, est à l'origine d'un progrès considérable dans les techniques de positionnement très précis d'orbitographie, d'analyse des perturbations, sur les orbites de satellites pour en déduire les paramètres de la géophysique terrestre en particulier. Bien sûr ces techniques étaient ensuite transposées à d'autres planètes. (Georges Balmino a déterminé les centres de gravité de Vénus et de Mars avec ces méthodes-là.) Cette expertise a été étendue au domaine de la géophysique interne et de l'océanographie. Je pense en particulier, à la création en laboratoire ici sur Toulouse de ce qui s'appelait la Mouette au départ et qui s'appelle le Legos aujourd'hui, qui a servi à accomplir du bon travail en océanographie physique. Ce travail repose en particulier sur les excellents résultats obtenus par les satellites Topex-Poséidon et Jason, qui sont des satellites d'observation de la topographie océanique par altimétrie.

Pour l'expliquer, on peut dire que l'orbite du satellite sert de référence et, à partir du satellite on détermine la topographie de la surface océanique. Cette topographie est elle-même une indication des modifications des grands courants océaniques qui jouent un rôle considérable dans le régulation du climat. Les différentes équipes ont donc à jouer un rôle majeur dans les recherches françaises et internationales sur l'évolution du climat mais aussi, et ceci est peut-être moins connu, dans le domaine des applications océaniques avec Mercator Océan, groupement d'intérêt public qui a été créé l'année dernière et qui fournit de manière opérationnelle des prévisions de l'état de l'océan dans sa profondeur et dans sa surface, avec un modèle qui vient d'être amélioré en résolution. Cette modélisation, comparable à ce qui se fait en météorologie dans le domaine de l'atmosphère, est une première mondiale, en particulier de par son caractère opérationnel ; elle a servi récemment pour toutes les opérations de tentative de prévisions de déplacement des nappes de pétrole venant du Prestige.

Parmi les clients de Mercator, certains sont concernés par la pollution produite par le Prestige et c'est intéressant de noter que ces activités nouvelles se sont créées autour d'une collaboration multi-organismes qui implique le service océanographique de la Marine, Météo France, l'Ifremer, l'Institut de recherche pour le développement, des équipes compétentes du CNRS et, bien sûr, le CNES. Vous avez là un bon exemple de cette alchimie de qualité entre les différents organismes qui gèrent les activités spatiales.

Un autre domaine sur lequel je pensais vous parler un peu, puisque j'y ai consacré douze ans de ma vie, c'est Spot et Spot Image.

Tout d'abord il y a eu dans cette filière d'observation optique une détermination et une vision politique très fortes de maîtriser les technologies de l'observation. À l'époque, les états-majors n'étaient pas totalement convaincus de l'intérêt de cet aspect des choses et il avait été jugé utile de démarrer par un programme probatoire que l'on a appelé Spot (Satellite Probatoire pour Observer la Terre). Ce n'était que par la suite qu'on a décidé de le rebaptiser Satellite Pour l'Observation de la Terre.

Ceci nous a permis d'acquérir au niveau français une avance considérable en Europe dans ces domaines de technologie "d'observation optique à haute résolution". Cette avance a été mise à profit dès que la décision sur Hélios a été prise, vers 1987. Nous avons aussi acquis une expérience opérationnelle dans le pilotage de ce type de système qui s'est d'ailleurs avéré plus compliqué que prévu. En tout, cinq satellites Spot ont été lancés, deux Hélios et l'année prochaine aura lieu le lancement du premier des Hélios 2 qui est, bien sûr, beaucoup plus performant.

Au passage nous avons testé l'existence d'un marché pour cette imagerie dans le domaine civil mais aussi dans le domaine de Défense en créant une société de partenariat entre le CNES, l'industrie et quelques institutions comme l'Institut géographique national et la société Spot Image, qui a elle-même créé des réseaux de distribution pour tester le marché.

Il s'est révélé que le marché civil était, et continue à être, balbutiant ; le marché de Défense, au contraire, est très important et c'est bien pour cela que les Américains, en 1994, ont décidé qu'ils ne pouvaient pas laisser cela aux Français. À l'époque Spot Image était le plus gros acteur du domaine sur le plan international et le premier client de Spot Image était le département de la Défense américain.

Les Américains ont réagi en autorisant la mise sur le marché d'images de très haute résolution métrique, ce qui s'est traduit par la mise en orbite, à la fin des années 1990, du satellite Iconos et des satellites de la société Digital Global qui font 0,60 mètre comme résolution avec des champs très étroits mais une résolution très élevée. Ce sont ces satellites qui aujourd'hui approvisionnent le Centre satellitaire de l'Union d'Europe occidentale (CSUEO) à Torrejon, puisque ce centre n'arrive pas à obtenir d'images d'Hélios.

Nous avons également monté un partenariat public/privé avec Astrium, qui a accepté de cofinancer l'instrument stéréoscopique embarqué sur Spot 5 qui permet

de faire de la stéréoscopie sur un seul passage. À ma connaissance c'est un des premiers cas en Europe d'un tel partenariat public/privé. L'instrument, fabriqué dans des délais record et embarqué sur Spot 5, continue à produire des images stéréoscopiques qui connaissent un énorme succès, en particulier avec les Américains.

Désormais, je m'occupe de Galileo, j'ai donc décidé de terminer cet exposé par un petit point d'information sur Galileo. Galileo est né à la suite d'une initiative conjointe de l'Union européenne et de l'ESA. Ce système de navigation de type GPS, compatible avec le GPS américain et le Glonass russe, est un programme important, parce que ses systèmes distribuent aussi le temps. Or, au niveau de l'économie en général, au niveau de nombreux systèmes en télématique et en téléphonie cellulaire, on devient, pour synchroniser tous les systèmes, très dépendants d'une distribution du temps précise. Cette application est moins bien connue que celle qui consiste à calculer la position mais elle est peut-être, sur le plan économique, plus importante.

C'est un programme de l'ordre de 3,4 milliards d'euros et la première tranche, de 1,1 milliard d'euros, a été approuvée l'année dernière. Il s'agit de la partie qui finance la phase de développement des technologies et des validations en orbite des premiers satellites.

C'est une constellation en orbite moyenne, à 24 000 kilomètres, qui permet de couvrir la totalité du globe, y compris les zones polaires, dans des conditions tout à fait satisfaisantes. Il y aura à peu près trente satellites en orbite, sur trois plans différents, et dont trois sont en réserve.

La phase de définition s'est déroulée de 2000 à 2002. La phase de développement, qui comprendra un satellite test et quatre satellites opérationnels initiaux, aurait dû démarrer en 2002 mais n'a pas encore démarré, ce qui entraîne un retard par rapport au planning initial.

Ensuite, il y aura une phase de déploiement des 26 autres satellites, régulièrement répartis sur les différentes orbites, puis une phase de "reset" de système et finalement l'exploitation.

Il est estimé que le budget de la phase d'exploitation, y compris le coût de renouvellement des satellites à mesure qu'ils tombent en panne, est de l'ordre de 220 millions d'euros par an. C'est loin d'être le programme le plus onéreux auquel l'Europe ait participé, mais, sur le plan politique, c'est un programme qui relève clairement du domaine de la souveraineté.

Aujourd'hui de nombreux systèmes en Europe, y compris notre système de forces, dépendent de la bonne disponibilité et de la bonne qualité du signal GPS. Galileo nous permettrait d'acquérir une nouvelle indépendance.

C'est aussi un programme avec une dimension technologique importante : des technologies de pointe ont été utilisées, notamment pour créer les horloges atomiques embarquées. Il fallait également avoir des satellites en assez grand nombre qui fonctionnent en permanence avec des exigences de sûreté de fonctionnement d'autant plus grandes que les États européens envisagent de

garantir la qualité du signal qui est fourni, ce qui n'est pas le cas du GPS américain. En cas de crash que l'on pourrait attribuer à un mauvais fonctionnement du signal GPS, il est impossible de se retourner contre le gouvernement américain, alors que sur certains des services Galileo, cette garantie sera assurée. Ceci a des conséquences sur le plan juridique et financier tout à fait considérables.

La variété d'applications possibles pour un système de positionnement est très grande. On le voit d'ailleurs aujourd'hui avec le GPS. Il y a une dimension à la fois économique et sociétale importante. Pour donner un exemple dans le domaine sociétal en général : il est envisagé que dans l'avenir, le récepteur GPS combiné avec un émetteur qui permet de renvoyer l'information soit tellement miniaturisé que l'on pourra l'utiliser dans le cas des personnes âgées qui ont du mal à se déplacer. On pourra savoir si quelqu'un est tombé dans son escalier et donc envoyer les pompiers. C'est un exemple d'applications parmi tant d'autres qui nous permet de mettre l'accent sur le fait que beaucoup d'applications peuvent se développer au-delà de celles qui viennent sous le sens immédiatement.

Nous sommes cependant aujourd'hui dans une situation un peu curieuse où le programme a été décidé formellement par le conseil de l'Union européenne en mars 2002 et cependant il n'a pas démarré. Pourtant les budgets sont là ; sur 2001 et 2002, l'Union européenne a déjà attribué 240 millions d'euros et pas un sou n'a été dépensé.

Pourquoi ? Parce que le programme est dans sa première phase, cofinancé par l'Union européenne et par l'ESA et c'est la partie ESA qui n'a pas vraiment démarré. Je rappelle que l'ESA garantit aux États participant à ces programmes un retour géographique qui se traduit par des contrats dans son industrie à peu près proportionnels à la mise de fonds de chaque État. Cette règle n'existe pas sur les budgets de l'Union européenne. Nous avons donc une situation de blocage actuellement due au fait que l'Allemagne estime qu'elle va financer plus que les autres, puisqu'elle finance le projet a hauteur de 25% et, quoiqu'elle ait accepté de financer la partie ESA au même niveau que la France, l'Italie et la Grande-Bretagne, elle revendique son leadership du programme. Ce leadership est très contesté par les Italiens et les Français car nous avons beaucoup travaillé sur ce projet depuis le début. Les partenaires européens de ce projet estiment que les revendications de leadership de l'Allemagne ne reposent pas sur une base technique et industrielle convaincante. La situation reste donc bloquée pour l'instant et le volet ESA du programme n'a pas démarré.

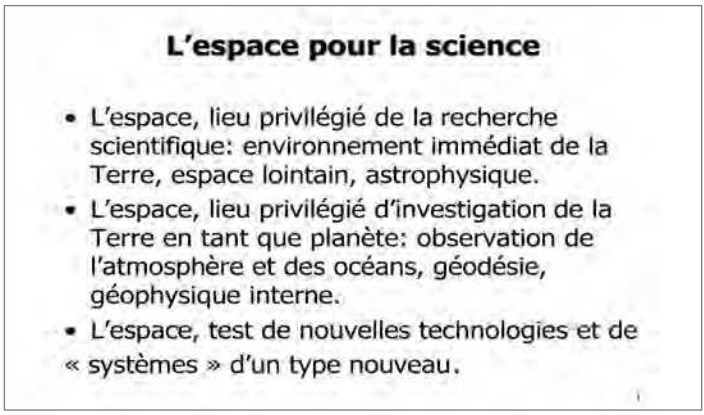
Récemment la Commission européenne, un peu excédée par cette situation, a décidé de démarrer de son côté sans attendre que l'ESA soit prête ; cela incitera peut-être l'ESA à trouver une solution rapidement.

Nous espérons que les premiers contrats de développement industriel – en particulier pour le premier satellite de démonstration qui doit impérativement être en orbite rapidement pour utiliser réellement les fréquences que nous avons réservées auprès du IT il y a maintenant deux ans et demi – vont pouvoir être passés rapidement.

Un autre processus qui se déroulera en parallèle et qui est très important concerne la définition du cadre juridique et financier de la concession d'opérations du système Galileo. L'Union européenne envisage l'existence d'un concessionnaire opérateur de système choisi sous appel d'offres. Les termes doivent être clairement établis, en particulier en ce qui concerne le niveau de financement de la puissance publique et les exigences qui seraient imposées sur l'opérateur en termes de sûreté de fonctionnement, et de sécurité au sens défense du terme.

L'entité juridique prévue doit piloter ce processus de définition des termes juridiques de la concession future. Le système devrait être opérationnel d'ici à la fin de la décennie. Initialement c'était 2008 qui était visé mais l'échéance me paraît difficile à tenir. C'est important de ne pas dériver quand même parce que les Américains de leur côté ne restent pas inactifs, ils prévoient des améliorations du système GPS à partir de la troisième génération. Il faut impérativement tenir les délais fixés pour Galileo autant que possible si nous ne voulons pas voir estompées avec le temps les avances que ce programme représente sur ces rivales.

Merci de votre attention.



L'espace au service de la société

- Télécommunications et radiodiffusion:ECS, série des Telecom-1 et 2, TDF/TVSAT, Syracuse III.
- Localisation et navigation:Eole, Argos, Sarsat-Cospas, EGNOS, bientôt Galileo.
- Observation de l'atmosphère et des océans: Meteosat, ERS-1 & 2, Topex-Poseidon, Jason, Envisat, Metop, IASI,
- Observation des terres émergées et de la biosphère: Spot-1 à 5, Végétation-1 & 2, Polder, satellites radar.

L'homme dans l'espace

- Aucune utilité pratique immédiate.
- ...Mais un symbole de la capacité technologique d'un état: programme Apollo, programme russe, et aujourd'hui programme de la Chine.
- Fait partie intégrante de l'ambition «exploration » de la recherche spatiale.
- Rôle de l'Europe difficile à définir (pas de consensus sur le sujet).

Les points forts de la politique spatiale française

- Vision stratégique le plus souvent claire et partagée au plus haut niveau.
- En général, bonne complémentarité entre la puissance publique et le milieu industriel.
- Excellente alchimie espace-communauté scientifique (en particulier dans les sciences de la Terre).
- Bonne capacité de proposition vers l'Europe (Ariane, Arianespace, programme d'observation de la Terre à l'ESA, complément européen du GPS-EGNOS)

Mais quelques points contestables, par exemple:

- Engagement trop élevé dans le programme de la Station Spatiale Internationale en 1995 (27% de la part européenne).
- Neutralise d'importantes ressources budgétaires pendant plus de quinze ans, sans que l'Europe soit réellement un acteur significatif du programme!
- Intérêt scientifique, et même technologique, contestable.

Autre point un peu décevant: la coordination civil-défense

- Très bonne coopération dans l'observation (SPOT-Hélios), avec synergies réelles.
- Peu de réflexions prospectives en commun.
- Coordination de la recherche technologique de base trop laborieuse.
- Bonnes relations avec les Etats Majors.

...Mais crainte permanente de la DGA de perdre le contrôle de « ses » programmes.

Exemple d'un point fort historique: La géodésie spatiale

- Au départ, géodésie au service des opérations,
- Premiers satellites français consacrés à la géodésie (D1A, D1C & D, Péole, Starlette),
- Expertise considérable rassemblée dans le GRGS (Groupe de Recherches en Géodésie Spatiale),
- Extension progressive à la géophysique et à l'océanographie (LEGOS),
- Débouche sur DORIS, Topex-Poséidon et Jason.
- Contribution majeure aux recherches sur le climat et aux applications océaniques (Mercator).

Un autre exemple de point fort résultant d'une vision forte et soutenue dans la durée: SPOT et Spot Image

- Maîtrise de la technologie d'observation optique à haute résolution depuis l'espace.
- Expérience opérationnelle considérable, couvrant plus de seize ans, directement applicable à l'exploitation d'Hélios.
- Test de l'existence d'un marché au plan international (via Spot Image).
- Partenariat public privé réussi avec Matra-Marconi Space (aujourd'hui Astrium), étendu récemment à l'instrument stéréoscopique de Spot-5.

GALILEO

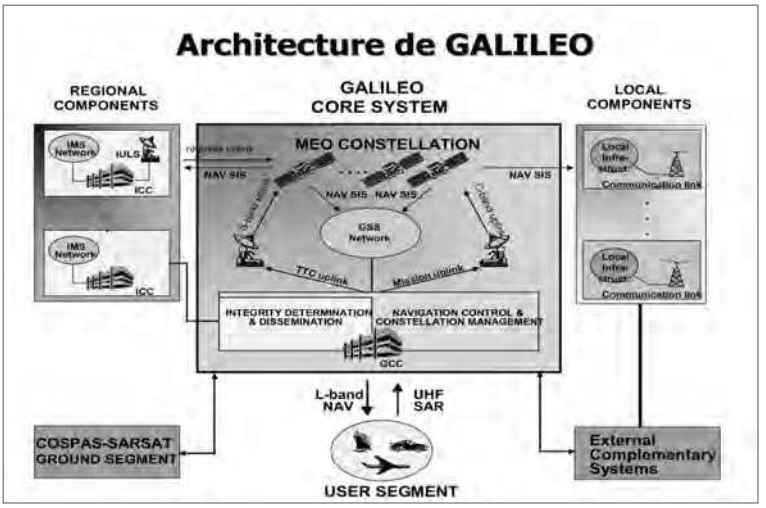
Une initiative européenne conjointe de l 'Union Européenne et de l'ESA :

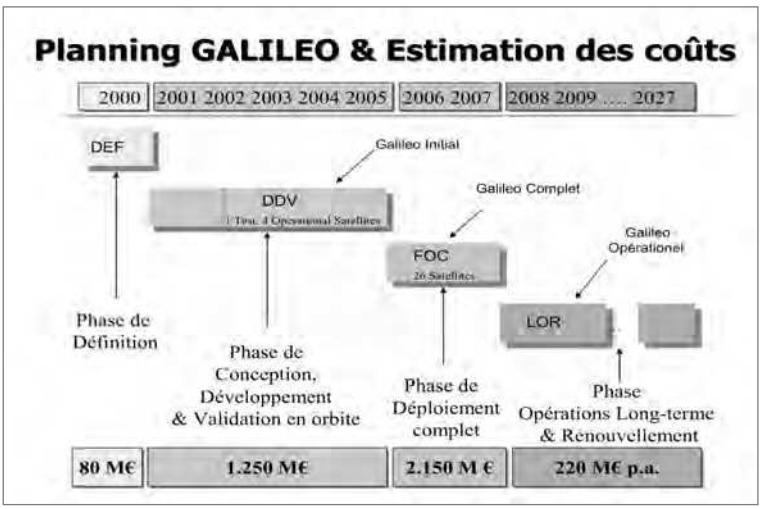
- **Des enjeux à la fois stratégiques et économiques :**
  - **L'autonomie européenne,**
  - **L'accès au marché commercial des terminaux, des services à valeur ajoutée et des applications.**
- **Compatibilité avec les systèmes américain (GPS) et russe (Glonass) et interopérabilité au niveau utilisation.**
- **Une constellation de 30 satellites en orbite moyenne.**
- **Un coût de l'ordre de 3,4 milliards d'€.**

GALILEO

Infrastructure de Positionnement - Datation - Navigation d'initiative européenne permettent de répondre aux besoins des Etats-Membres de l'Union Européenne et notamment en matière de souveraineté et d'indépendance, comprenant :

- **Un segment spatial GalileoSat et son infrastructure sol associée comprenant une constellation offrant les services de base de positionnement, datation et les données d 'intégrité,**
- **Des compléments sol locaux ou régionaux,**
- **Un segment utilisateurs (récepteurs aéronautiques, maritimes, terrestres),**
- **Un volet applicatif pour le développement de services à valeur ajoutée et d'applications multiples.**


Architecture de GALILEO
REGIONAL COMPONENTS
GALILEO CORE SYSTEM
LOCAL COMPONENTS
IMS Network
IULS
ICC
MEO CONSTELLATION
NAV SIS
NAV SIS
NAV SIS
NAV SIS
GSS Network
TTC uplink
Mission uplink
INTEGRITY DETERMINATION & DISSEMINATION
NAVIGATION CONTROL & CONSTELLATION MANAGEMENT
GCC
Local Infrastruct
Communication link
L-band NAV
UHF SAR
COSPAS-SARSAT GROUND SEGMENT
External Complementary Systems
USER SEGMENT


Planning GALILEO & Estimation des coûts
2000
2001 2002 2003 2004 2005
2006 2007
2008 2009 2027
DEF
Galileo Initial
DDV
Galileo Complet
FOC
26 Satellites
Galileo Opérationel
LOR
Phase de Définition
Phase de Conception, Développement & Validation en orbite
Phase de Déploiement complet
Phase Opérations Long-terme & Renouvellement
80 M€
1.250 M€
2.150 M €
220 M€ p.a.

Les Enjeux Fondamentaux de GALILEO
• Souveraineté, indépendance par rapport à un système contrôlé par les Etats Unis
Politique
Sociétal
•Des services nouveaux et meilleurs pour les citoyens
•Sécurité accrue des transports
•Bénéfices pour l'environnement
Technologique
•Positionnement technologique de l'industrie européenne
•Synergie avec d'autres technologies de la société de l'information
Economique
•Accès au marché global
•Compétitivité sur tous les segments de la chaine de valeur
•Emplois
•Efficacité de l'industrie des transports

LES ESSAIS EN VOL ET LEURS PROBLÈMES

Yves KERHERVÉ

Chef pilote d'essais de Dassault Aviation, élu membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception présentée lors de la séance des 23 et 24 juin 2003

Le moment tant redouté est donc arrivé : me présenter devant vous, pour y parler de moi, de ma carrière et de ce que j'ai bien pu faire pour l'aéronautique qui puisse justifier ma présence ici – comme membre d'une académie prestigieuse.

Je vous épargnerai mes angoisses et mes vertiges à l'examen de ces trente-trois ans de pratique aéronautique quasi ininterrompue mais qui me semble remplis de bien plus de petites et grandes joies égoïstes que de contributions définitives au développement de ladite aéronautique. Ce sentiment est d'ailleurs exacerbé par la lecture attentive des allocutions de mes illustres prédécesseurs.

J'aurais aimé faire état d'une vocation précoce et exclusive, servie par une volonté de fer – mais en réalité, si mes nombreux rêves d'enfant, alimentés par une lecture assidue de récits d'aventures, m'ont bien souvent fait vivre diverses vies d'aviateurs, pilote de guerre, défricheur de ligne, pilote d'essais – ces rêves-là me paraissaient, une fois le livre refermé, tellement inaccessibles, que je préférais opter pour une autre de mes passions secrètes : la mer, qui me semblait, je ne sais pourquoi, peut-être par atavisme, plus accessible.

J'intégrai donc l'École navale.

Mon séjour sur le porte-hélicoptères Jeanne d'Arc, université d'été permanente de la Marine, m'a permis d'approcher quelques-uns de ces êtres étranges que mes camarades marins qualifiaient d'un ton légèrement condescendant "d'aviateurs" et m'a fait constater qu'ils étaient, au fond, des hommes comme les autres et qu'il n'était peut être pas déraisonnable de tenter ma chance dans ce qui n'était qu'une spécialité de la Marine, l'Aéronautique navale.

J'ai eu la chance de pouvoir opter pour l'aviation embarquée et de devenir ce qui me semblait être un aristocrate de l'aviation, un pilote de porte-avions, mais qui, je devais l'apprendre plus tard, n'était aux yeux des vrais aviateurs, de la vraie armée de l'Air, qu'un être hybride, mi-oiseau, mi-poisson, bref, un pingouin !

Après quelques années de cette vie trépidante et unique qui permet de visiter le monde entier à coup de petits vols rapides sur une base qui se déplace lentement mais longuement – l'occasion me fut offerte de présenter le concours de l'EPNER et de devenir pour quelques années, le pilote d'essais marine du CEV.

Apres quatre ans de pratique des essais en vol au service de l'État qui m'ont permis d'apprendre mon métier sur des avions variés allant du petit monoplace de voltige au Mirage IV, en passant par l'avion d'épandage agricole ou le petit hydravion, la société Dassault, qui cherchait un pilote marin pour le Super Étendard et le futur Rafale, m'a proposé de travailler pour elle. J'ai accepté avec joie, car la vie de pilote militaire est brève, mais non sans regrets car elle était aussi bien belle. Ce fut une transition vers la vie civile on ne peut plus aisée, nul besoin, en effet, d'apprendre un nouveau métier.

Il vous apparaît maintenant clairement, mes chers confrères, que vous avez accueilli en votre sein, un aimable dilettante qui n'eut, pour seule habileté, qu'à saisir sa chance lorsqu'elle se présentait.

Ce constat étant fait, que j'assume complètement, de quoi est constitué le quotidien d'un pilote d'essais constructeur, à quoi sert-il, comment son métier évolue-t-il ?

Bien sûr, il vole, mais peu, bien moins qu'un pilote de chasse opérationnel pour celui qui travaille sur avions d'armes, bien moins qu'un pilote de ligne si son activité est essentiellement liée aux avions civils. Ces vols peuvent être des vols d'essais proprement dits, des vols de réception, mais aussi des vols de convoyage, des démonstrations au profit de clients potentiels ou de formation de clients réels. Les vols d'essais sont eux-mêmes de natures très variée : vols d'ouverture de domaine, mesures de performances, intégration capteur ou système, séparations de charges, tirs opérationnels, etc.

Une idée couramment admise est que le vol d'essais n'est bien souvent que la vérification des prévisions d'un bureau d'études, toutes choses parfaitement mesurables et quantifiables comme des coefficients aérodynamiques, des vitesses de roulis ou de tangage, des performances d'accélération ou de montée. Dans ce cadre, le pilote n'est qu'un singe plus ou moins habile, et les résultats du vol, peu sujets à un jugement qualitatif, servent à réalimenter et à affiner le modèle avion.

Certes, cet aspect du métier, d'ailleurs incontestable, pour être peu glorieux, n'en constitue pas moins un coté passionnant en ce qu'il permet au pilote d'assouvir son vice inavouable, voler pour voler.

Mais venons-en à ce qui constitue selon moi, le fondement du métier : Le pilote est ce que les ergonomes sont convenus d'appeler doctement un "opérateur humain de système complexe", et le pilote d'essais est, dans ce cadre, à la fois expert, dans

la conception, expérimentateur dans l'exécution et cobaye, objet de l'étude du fonctionnement global du système complet. Remarquons que dans ce dernier cas, il doit faire montre d'une qualité essentielle : ne pas avoir d'habileté particulière. Le singe savant dont je parlais plus haut, l'acrobate physique ou intellectuel venant à bout de toute situation complexe en un temps record, frise à cet égard, la faute professionnelle !

L'interface Homme-Machine, donc, voici le maître mot, la préoccupation essentielle d'un pilote d'essais, que ce soit dans son activité au sol puisque l'opérateur humain trouve sa place très en amont dans le travail de définition d'un système (avion ou système d'armes) ou dans son activité en vol. Dans ce dernier cas, quelle que soit la nature du vol, la préoccupation est permanente, en tâche de fond. Tout vol, en effet, met en jeu l'interface, nécessite attention, vigilance, peut occasionner de la fatigue, toutes choses très dépendantes de l'ergonomie du cockpit.

Bien sûr, cette notion d'interface Homme-Machine doit être comprise au sens très large, allant de la définition de lois de commandes de vols d'un avion à commandes électriques ou des modes supérieurs d'un pilote automatique, à l'agencement général d'un cockpit, ou la définition de la forme et la couleur de symboles dans une visualisation.

Il ne me semble pas utile de détailler plus avant les aspects techniques de cette activité, mais j'essaierai plutôt de vous livrer, un peu en désordre, certaines réflexions que m'ont inspirées ces quelques années de pratique.

La première est la différence, dans le domaine de l'Interface Homme-Machine, entre le domaine militaire et le civil.

Dans un avion d'armes, le problème est essentiellement de présenter dans un cockpit exigu, habité par un homme généralement seul, une somme importante d'informations très diverses provenant d'un nombre important de capteurs embarqués ou de coopérants externes. Les défis sont principalement la synthèse des informations, leur hiérarchisation et l'accès rapide aux commandes et contrôles. Les efforts portent essentiellement sur les terminaux de visualisation et les commandes en temps réel.

Dans un avion civil, où la mission est plus simple, le problème est plutôt d'organiser le travail en commun de deux pilotes, de compétences supposées égales, de personnalités éventuellement conflictuelles et qui parfois ne se connaissent pas avant de se retrouver dans le cockpit. La symétrie des informations et la transparence des actions sont les fils conducteurs de l'organisation du cockpit. Dans ce cadre, les commandes "temps réel" sont plutôt proscrites, le problème n'étant pas de réagir instinctivement à un événement, mais plutôt, de façon concertée, en équipage !

Dis, Papa, pourquoi y a-t-il deux pilotes dans un avion ?

C'est pour qu'il y en ait toujours un pour empêcher l'autre de faire une bêtise !

Ah mais comment sait-on lequel a fait la bêtise ?

Une autre différence est, je crois, que dans le domaine militaire, la créativité en matière d'interface n'est limitée et ce n'est pas négligeable, que par les budgets. Dans l'aviation civile, il existe maintenant des règles, des normes, des méthodes d'évaluation et de mesures codifiées. Bien sûr tout cela est utile et justifié, il ne serait pas acceptable de ne pas retrouver, d'un avion à l'autre, des "standards" admis par tous, mais prenons garde à ne pas sombrer dans le dogmatisme et l'excès de formalisme ! La préoccupation d'ergonomie, de créative qu'elle était, ne doit pas devenir un carcan.

Ma deuxième réflexion concerne nos relations avec les pilotes clients.

Le corps des pilotes est, à l'image de beaucoup d'autres corps de métiers à forte dominante technique, naturellement conservateurs, même s'il fait toujours montre d'un intérêt pour l'innovation technologique. Ce conservatisme touche les formes d'organisation du travail, les habitudes comportementales et, la tradition aidant, on pérennise des pratiques naguère justifiées, on finit même parfois par ériger en dogme de simples coutumes. On se souvient de ce pilote anglais de la Première Guerre à qui l'on demandait s'il était possible de concevoir des avions à cockpit fermés et qui répondit : impossible, il faut sentir la direction de l'air sur le visage ! (C'est peut être une explication de la prolifération de la moustache dans la RAF !)

Loin de moi l'idée de prétendre qu'il n'y a rien de bon dans la tradition, on monte dans tous les avions par la gauche, cette habitude nous vient, dit-on, des cavaliers qui en ont eux même oublié l'origine, mais après tout, pourquoi pas, cette coutume doit être bonne puisque même les Anglais la respectent !

Quoi qu'il en soit, pousser les gens à changer leurs habitudes, pour de bonnes raisons bien sûr, est un exercice difficile et de longue haleine et peut nécessiter un certain courage. À titre d'exemple, j'aimerais citer les options choisies par les équipes d'Airbus, comme les manches latéraux, les limitations automatiques, les auto-manettes fixes, qu'ils ont eu à défendre, dans un climat parfois relativement hostile, alors même qu'un concurrent, que je ne citerai pas, opposait l'avion fait par des pilotes pour des pilotes à l'avion d'ingénieur. Aujourd'hui, bien longtemps après, ces choix sont en passe de devenir des références, même si tout débat n'est pas complètement clos !

Tout ce qui touche aux relations avec les clients, potentiels ou réels, les actions de promotion comme les salons aéronautiques et les vols de démonstration ou les actions de soutien comme les accompagnements en ligne de pilotes est bien sûr primordial, parce que cela permet, non seulement de faire connaître nos avions et nos systèmes, mais surtout de rester au contact des gens qui les utilisent. Notre crédibilité d'opérateur humain des machines de demain passe par la connaissance du métier d'aujourd'hui.

Pour terminer, je voudrais faire état d'un combat, qui, sans être aérien, fait cependant partie de la tâche quasi quotidienne d'un pilote d'essais, le combat, de gentlemen bien entendu, contre le bureau d'études ou les directions de programmes. En effet, même dans une société où le pilote peut se vanter d'être assez souvent écouté, même dans une société où l'ergonomie acquiert petit à petit

droit de cité, à l'heure des choix, il est vrai difficiles, sur l'autel des coûts et délais, certaines avancées techniques en matière d'IHM, passent soudains pour des caprices d'enfants gâtés. Il n'est pas toujours facile de convaincre que la qualité de l'interface, ce n'est pas seulement du confort, mais aussi et surtout de l'efficacité et de la sécurité.

Bien sûr, nous avons notre 49-3 à nous, le mot sécurité, mais il convient de l'utiliser à bon escient !

Un regard sur cet exposé me le fait apparaître comme décousu, rempli de banalités et d'évidences. En me mettant (tardivement !) à la tâche, il me semblait que je pourrais parler des heures durant de mon métier avec une certaine clarté : dure constatation, devenir académicien, ce mot me fait encore peur, ne m'a pas rendu la plume plus facile, j'en appelle donc à votre indulgence et vous demande de me reconnaître une vertu, la brièveté, que mes maîtres me reconnaissaient déjà, lors de mes humanités, et qu'ils appelaient alors sécheresse. Je vous remercie.

PROPULSION ET ENVIRONNEMENT

Dominique PARIS

Directeur général de la branche propulsion de la Snecma,
élu membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception présentée à l'occasion de la séance du 26 septembre 2003

Mon parcours professionnel dans le Groupe Snecma depuis 30 ans a coïncidé avec l'émergence progressive de Snecma comme acteur majeur au niveau mondial dans la propulsion des aéronefs civils.

Bien que n'ayant jamais exercé de responsabilités dans le domaine technique dans l'entreprise (mais bien plutôt dans les domaines de la gestion et de la direction générale), je me suis trouvé en position privilégiée pour observer l'évolution des forces et des contraintes qui modèlent l'industrie du transport aérien et par conséquence directe celle de l'aéronautique civile.

Les trois principales sont d'évidence la sécurité, l'économie et le respect de l'environnement.

Si la propulsion joue un rôle important dans les trois, elle joue le tout premier rôle en matière d'environnement, et c'est de cela que j'ai choisi de vous parler aujourd'hui.

C'est une banalité de dire que la capacité de l'industrie du transport aérien mondial à maîtriser son impact sur l'environnement conditionnera pour une large part son développement futur, et donc celui de l'industrie aéronautique.

Les moteurs étant la source de l'essentiel du bruit et des émissions, les motoristes sont au premier rang de ce combat et investissent lourdement dans la recherche et les technologies permettant de réduire ces nuisances.

Snecma Moteurs estime que plus de 20% de ses dépenses en R&T sont consacrés à cet effet et se positionne en pionnier d'un certain nombre de technologies dans ces domaines.

Avant d'évoquer successivement les problèmes de bruit, puis d'émissions, il faut bien prendre conscience que compte tenu de la durée des programmes aéronautiques et du cycle de renouvellement des flottes, il se passe plusieurs décennies entre l'apparition d'un progrès technique et son plein effet en exploitation : ainsi les normes de bruit dites "Chapitre 3", entrées en application pour les avions certifiés en 1978, étaient basées sur des technologies développées vers 1970, mais le retrait aux USA et en Europe des avions "Chapitre 2" n'est intervenu que vers 2000-2002 (donc 30 ans plus tard).

J'aborderai d'abord le chapitre du bruit, puis celui des émissions gazeuses, en bornant cependant mon exposé au domaine de la propulsion par réacteur utilisant le kérosène et aux technologies en phase de maturation, en effet les autres modes possibles de propulsion (réacteur à hydrogène liquide, piles à combustibles, etc.), bien que susceptibles de produire des effets considérables, ne devraient pas déboucher avant sans doute quinze à vingt ans, voire plus.

Les bruits émis par un réacteur double flux sont générés par la soufflante, la combustion, la turbine et le jet. (Remarquons au passage que les bruits cellule, ignorés car masqués, jusqu'à une période récente, deviennent maintenant prépondérants en approche sur les avions les plus récents et font maintenant l'objet de travaux spécifiques.)

Ces bruits de différentes origines ont des spectres très sensiblement distincts, sont plus ou moins masqués par la structure du moteur et de la nacelle, et se propagent différemment selon leur fréquence et les conditions ambiantes. C'est finalement le bruit perçu au sol qui nous importe ici.

Les normes de bruit définies par l'OACI s'expriment par la somme des mesures (en dB) en trois points sous la trace d'approche à 2 km en amont du seuil de piste, en latéral à 450 m de la piste et en survol à 6,5 km du seuil de piste.

D'énormes progrès ont été réalisés depuis l'apparition de l'aviation civile à réaction, puisqu'un A319 se situe à environ 80dB (somme sur les 3 points) en dessous d'une Caravelle si l'on tient compte de l'effet de la poussée différente des moteurs. Ce qui veut dire qu'en moyenne l'énergie sonore reçue au sol est environ 500 fois plus faible à poussée équivalente.

Ce résultat spectaculaire n'est cependant pas suffisant compte tenu de l'augmentation du trafic et de la sensibilité des populations riveraines.

L'objectif fixé par l'ACARE pour l'horizon 2020 (date de certification) est de 10 dB d'amélioration par point de mesure par rapport à la nouvelle norme (dite "Chapitre 4" et qui correspond à l'état de l'art actuel).

Des programmes importants de recherche sont donc menés pour disposer de modèles numériques plus performants concernant la génération du bruit et sa propagation. Par ailleurs des programmes de démonstration technologique sont entrepris portant sur la réduction du bruit à la source et sur son atténuation.

La Communauté européenne a lancé un programme ambitieux de plate-forme technologique "Silencer" d'un budget total de 110 M€ sur quatre ans, dont la

coordination est assurée par Snecma Moteurs et qui fait intervenir 51 partenaires de 16 pays.

En conclusion, si le bruit reste un sujet très sensible pour les riverains des aéroports et les personnes habitant sous les trajectoires d'approche, des progrès considérables ont déjà été enregistrés et d'autres sont en vue à moyen terme. En contrepartie, le bruit est devenu un facteur dimensionnant dans la conception des réacteurs civils, au même titre que la poussée et l'économie d'exploitation.

J'aborderai maintenant le sujet des émissions gazeuses, mais assez brièvement sachant qu'un groupe de travail de notre Académie s'est penché très récemment sur ce sujet en participation avec l'Onera, le CNRS, l'Académie des sciences, la Météorologie nationale, Air France, Aéroports de Paris et Snecma.

Les principaux polluants produits par la combustion du kérosène sont le gaz carbonique, les oxydes d'azote et l'oxyde de carbone, sans oublier (mais dans des proportions beaucoup plus faibles) les oxydes de soufre, les imbrûlés et les suies.

Les émissions de gaz carbonique impactent principalement l'effet de serre et donc le climat, alors que les oxydes d'azote ont un impact plus local sur la qualité de l'air au voisinage des aéroports (les experts ont des avis divergents sur l'effet des NO_X dans la troposphère).

Même si le transport aérien génère moins de 3% des émissions de CO_2 provenant des activités humaines, il est à craindre que ces émissions à l'altitude de croisière des aéronefs présentent un risque particulier pour la couche d'ozone (même si la complexité des mécanismes physico-chimiques amenant à l'appauvrissement de la couche d'ozone ne permet pas aux spécialistes d'être affirmatifs sur ce point).

La seule façon de réduire ces émissions est d'agir sur la consommation de kérosène. Là aussi des progrès très notables ont été enregistrés depuis les premiers avions à réaction civils puisque la consommation par "passager-kilomètre" a été réduite d'environ 60%, pour se situer aujourd'hui entre 3 et 5 litres pour 100 km.

Cependant si l'on se réfère aux objectifs généraux de Kyoto (95% du niveau de 1990 en 2010), il semble aujourd'hui à peu près impossible d'atteindre cet objectif dès cette date, car compte tenu de l'augmentation prévue du trafic aérien (quasi triplement prévu sur la période), même en ajoutant les effets de la technologie à ceux de l'évolution des capacités d'emport moyen et de l'amélioration de la gestion du trafic aérien, le tonnage total de CO_2 produit par l'aviation commerciale devrait, à l'horizon 2010, rester supérieur de 35 à 40% à l'objectif de Kyoto.

Au sens strict, les accords de Kyoto ne s'appliquent en aéronautique qu'aux vols intérieurs. Néanmoins, l'aviation commerciale risque donc probablement d'avoir à recourir à l'achat de permis d'émission, dont les mécanismes sont en cours de discussion.

Malheureusement, la physique du réacteur est telle que la réduction de consommation (et donc de CO_2), passe par l'augmentation du rapport de pression total (OPR) et du taux de dilution (BPR), ce qui entraîne des niveaux de pression

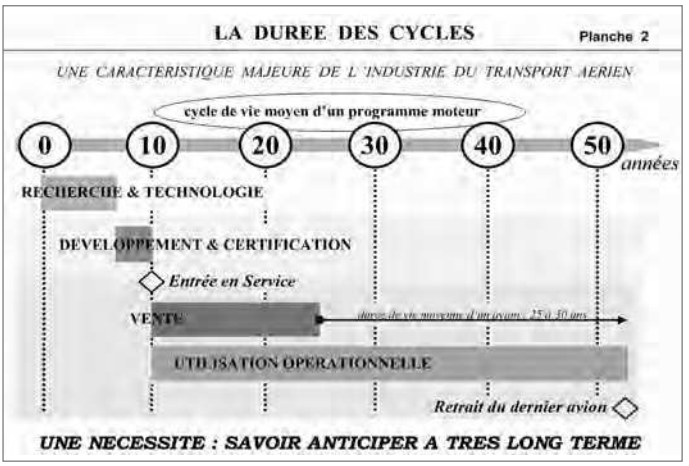
et de température plus élevés, qui à leur tour tendent à augmenter la formation des oxydes d'azote.

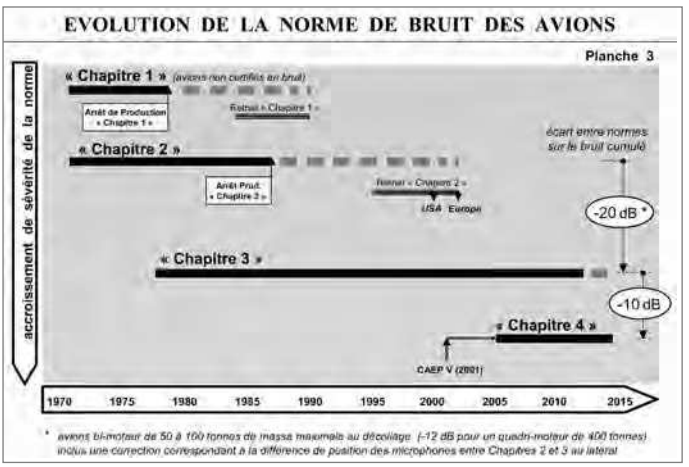
Il faut donc en parallèle faire progresser la technologie des chambres de combustion pour retrouver de bas niveaux de NOx.

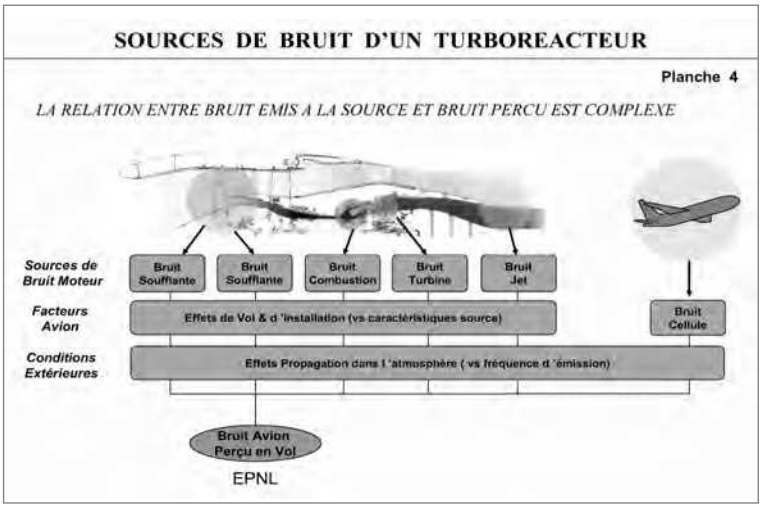
Là encore des évolutions significatives ont eu lieu depuis 30 ans, les CFM56 avec chambre de combustion étagée à double-tête (DAC) étant les réacteurs les moins polluants actuellement en service.

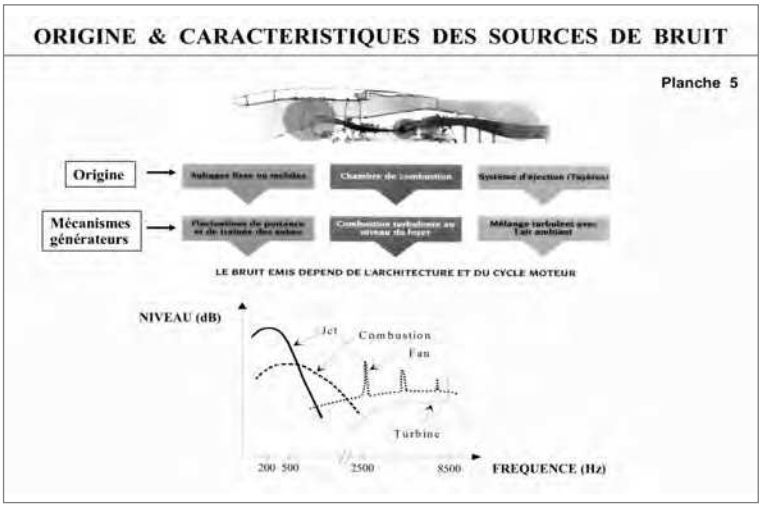
La Commission européenne a également lancé sur ce thème un programmes pluriannuel de technologie ambitieux : CLEAN qui fédère les efforts des industriels européens.

J'espère, mes chers confrères, que ce bref résumé de la situation actuelle, par un non spécialiste, vous aura au moins convaincu que l'industrie des moteurs d'avions, confrontée aux défis environnementaux, a déjà obtenu des résultats importants et accentue encore son effort pour que, grâce à des nuisances réduites à un niveau acceptable, le transport aérien, irremplaçable sur les distances importantes, puisse continuer à se développer au rythme souhaité par ses usagers.

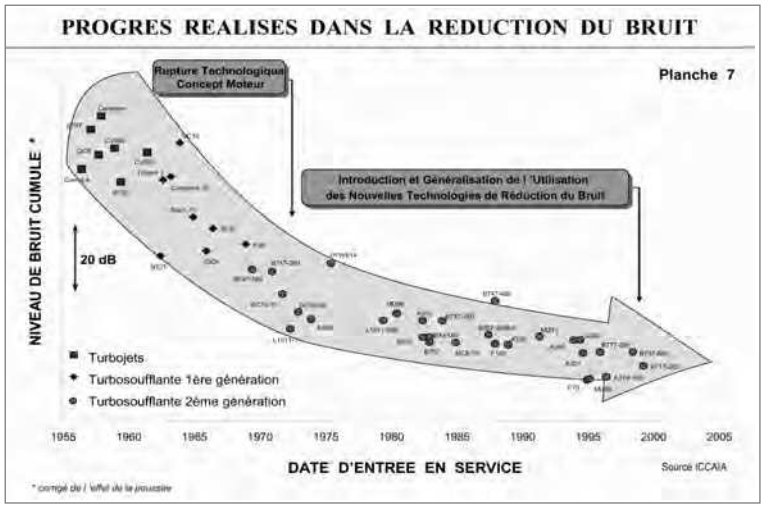


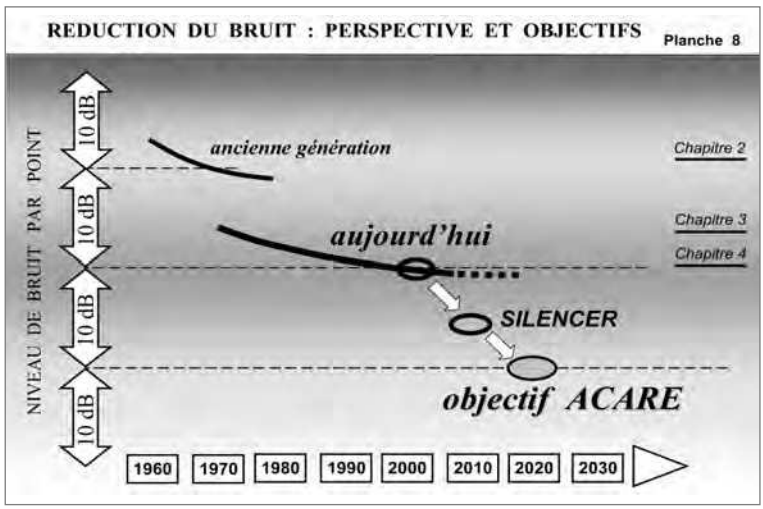



SOURCES DE BRUIT D'UN TURBOREACTEUR
Planche 4
LA RELATION ENTRE BRUIT EMIS A LA SOURCE ET BRUIT PERCU EST COMPLEXE
Sources de Bruit Moteur
Facteurs Avion
Conditions Extérieures
Bruit Soufflante
Bruit Soufflante
Bruit Combustion
Bruit Turbine
Bruit Jet
Effets de Vol & d 'installation (vs caractéristiques source)
Bruit Cellule
Effets Propagation dans l 'atmosphère (vs fréquence d 'émission)
Bruit Avion Perçu en Vol
EPNL


ORIGINE & CARACTERISTIQUES DES SOURCES DE BRUIT
Planche 5
Origine
Mécanismes générateurs
LE BRUIT EMIS DEPEND DE L'ARCHITECTURE ET DU CYCLE MOTEUR
NIVEAU (dB)
Jet
Combustion
Fan
Turbine
200 500
2500
8500
FREQUENCE (Hz)

LA CERTIFICATION ACOUSTIQUE DES AVIONS
Planche 6
PROCESSUS DE CERTIFICATION : LES 3 POINTS DE CONTRÔLE DU BRUIT
Latéral
Survol
450m
Pente 3°
Lâché des freins
6 500m
Approche
120m sous la trace
2 000m


PROGRES REALISES DANS LA REDUCTION DU BRUIT
Planche 7
Rupture Technologique
Concept Moteur
Introduction et Généralisation de l'Utilisation
des Nouvelles Technologies de Réduction du Bruit
NIVEAU DE BRUIT CUMULE *
20 dB
Turbojets
Turbosoufflante 1ère génération
Turbosoufflante 2ème génération
1955
1960
1965
1970
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
DATE D'ENTREE EN SERVICE
Source ICCAIA
* corrigé de l'effet de la poussée


REDUCTION DU BRUIT : PERSPECTIVE ET OBJECTIFS
Planche 8
NIVEAU DE BRUIT PAR POINT
10 dB
10 dB
10 dB
10 dB
ancienne génération
Chapitre 2
aujourd'hui
Chapitre 3
Chapitre 4
SILENCER
objectif ACARE
1960
1970
1980
1990
2000
2010
2020
2030

PANORAMA DES ACTIVITES DE RECHERCHE
Planche 9
TECHNOLOGIES DU SYSTEME PROPULSIF ETUDIEES AU SEIN DU GROUPE SNECMA
Demonstration Produit
Nouveau redresseur de soufflante
Technologie de revêtement acoustique
Nouvelle tuyère
Demonstration de Technologie
Réduction du bruit à la source: Essais de nouveaux concepts de réduction du bruit
Recherche
Modèles de calcul numérique avancés, Modèles de source: Modèles de propagation
Temps

Plateforme Technologique « SILENCE(R) »

Planche 10

Coordination : **Snecma Moteurs**

Innovations Technologiques :

Validation de technologies :

- **Conception "Silencieuse" Composants Moteurs**
- **Concepts Innovants Structures Absorbantes**
- **Applications Contrôle Actif**
- **Conception Avancée Entrée d'Air et Tuyères**
- **Atterrisseur à bruit réduit**
- **Conception "Silencieuse" Voilure**

Budget : **110 Meuros sur 4 ans**

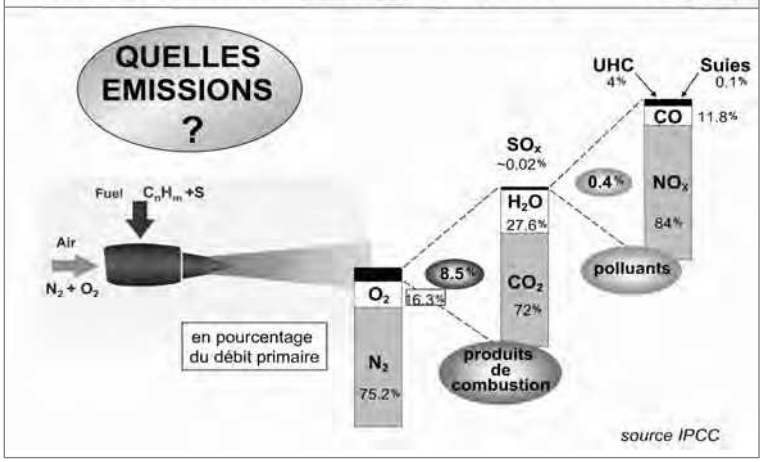
Démarrage : **Avril 2001**

51 Partenaires : **motoristes (38%), avionneurs (13%), équipementiers (17%), autres industriels (20%), centres de recherches (10%), laboratoires universitaires (2%)**

16 pays : **14 membres UE, Roumanie, Suisse**

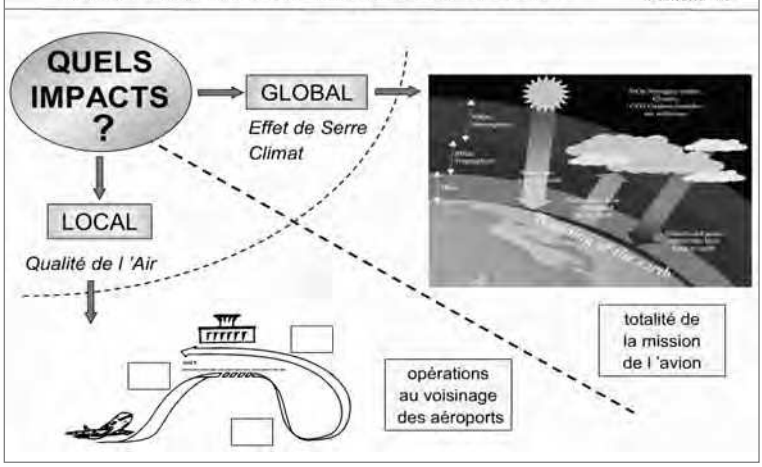
LES EMISSIONS DES MOTEURS D'AVIONS

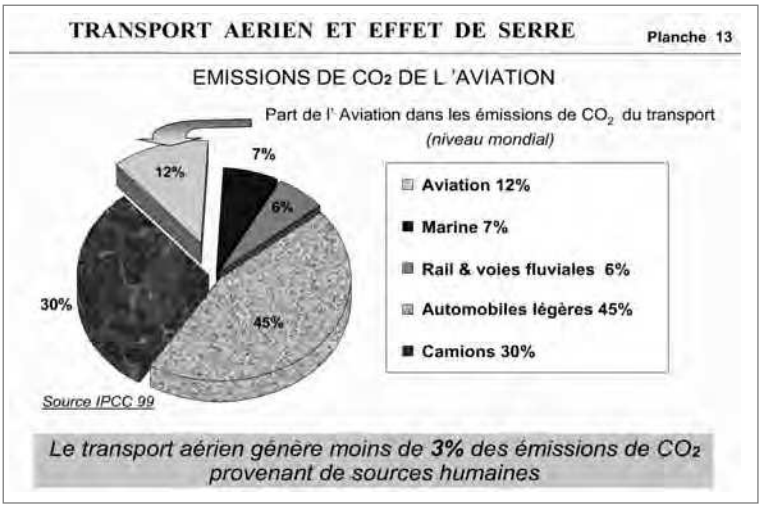
Planche 11

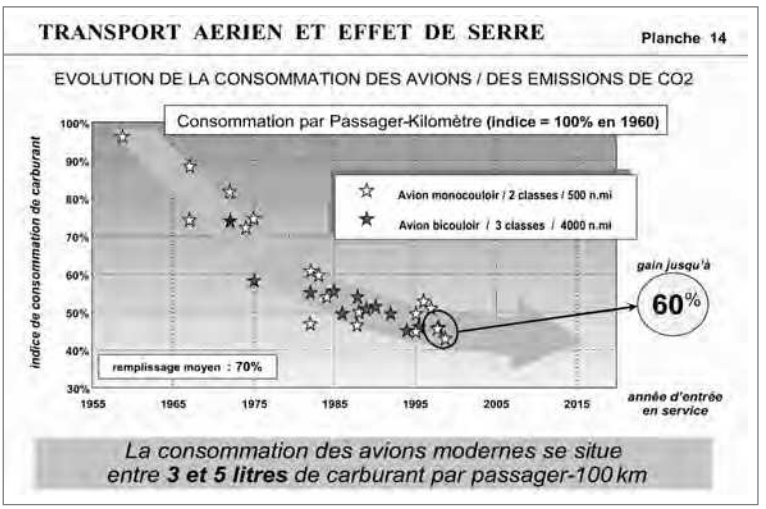


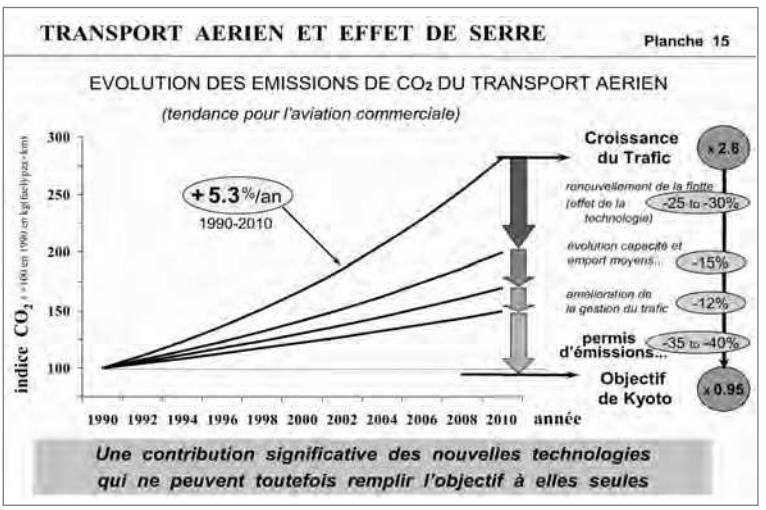
LES EMISSIONS DES MOTEURS D'AVIONS

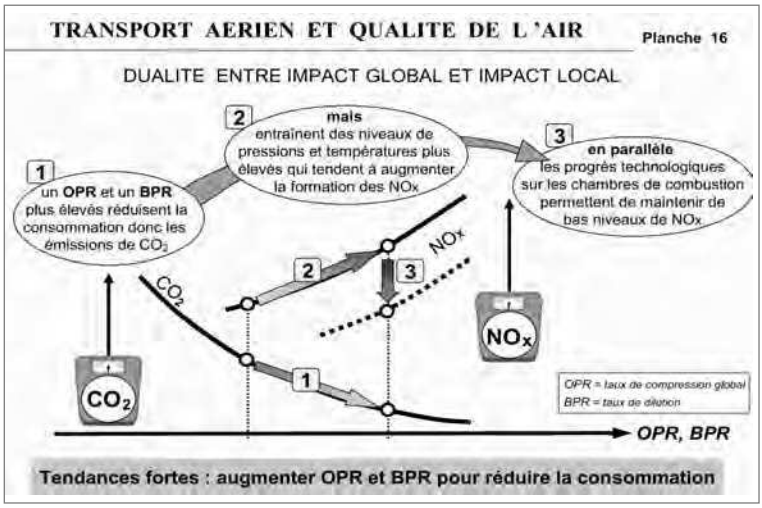
Planche 12

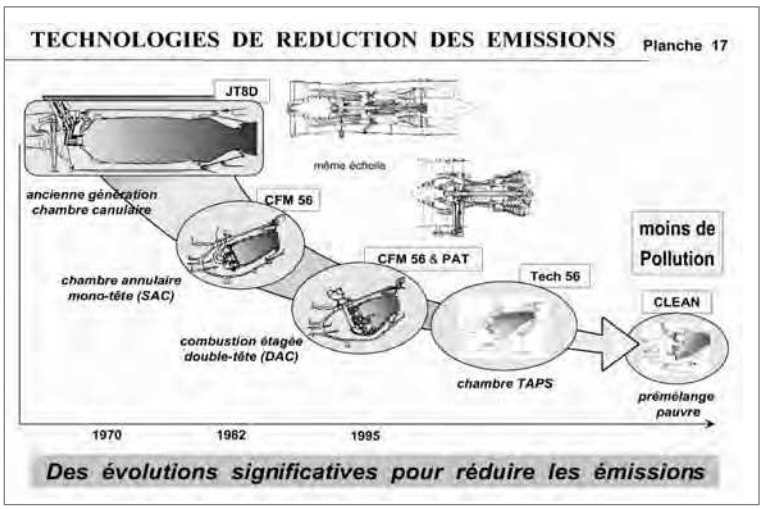


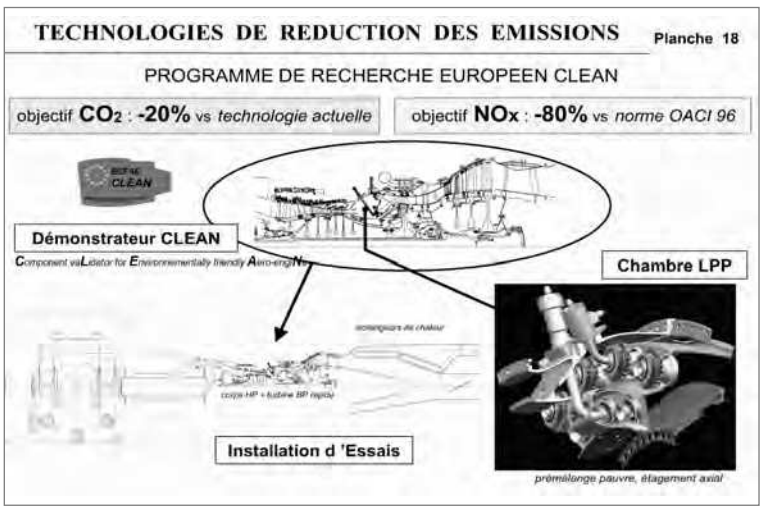

TRANSPORT AERIEN ET EFFET DE SERRE
Planche 13
EMISSIONS DE CO2 DE L 'AVIATION
Part de l' Aviation dans les émissions de CO2 du transport
(niveau mondial)
12%
7%
6%
30%
45%
Aviation 12%
Marine 7%
Rail & voies fluviales 6%
Automobiles légères 45%
Camions 30%
Source IPCC 99
Le transport aérien génère moins de 3% des émissions de CO2 provenant de sources humaines

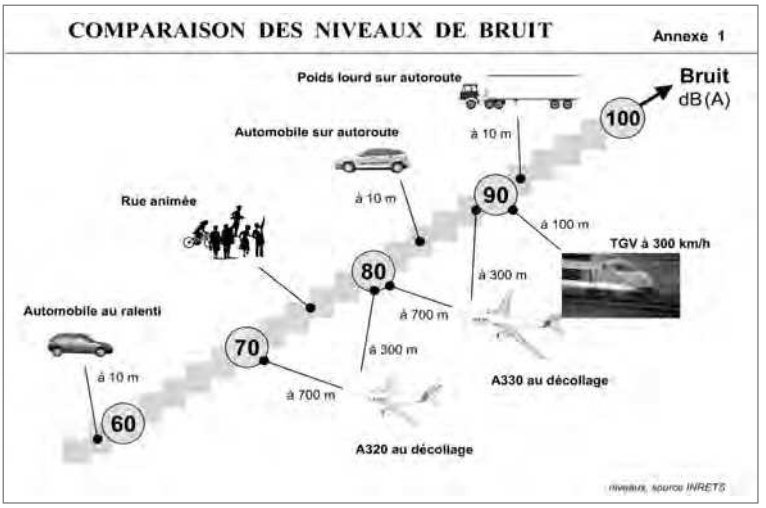

TRANSPORT AERIEN ET EFFET DE SERRE
Planche 14
EVOLUTION DE LA CONSOMMATION DES AVIONS / DES EMISSIONS DE CO2
Consommation par Passager-Kilomètre (indice = 100% en 1960)
indice de consommation de carburant
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
Avion monocouloir / 2 classes / 500 n.mi
Avion bicouloir / 3 classes / 4000 n.mi
gain jusqu'à
60%
remplissage moyen : 70%
1955
1965
1975
1985
1995
2005
2015
année d'entrée en service
La consommation des avions modernes se situe entre 3 et 5 litres de carburant par passager-100 km

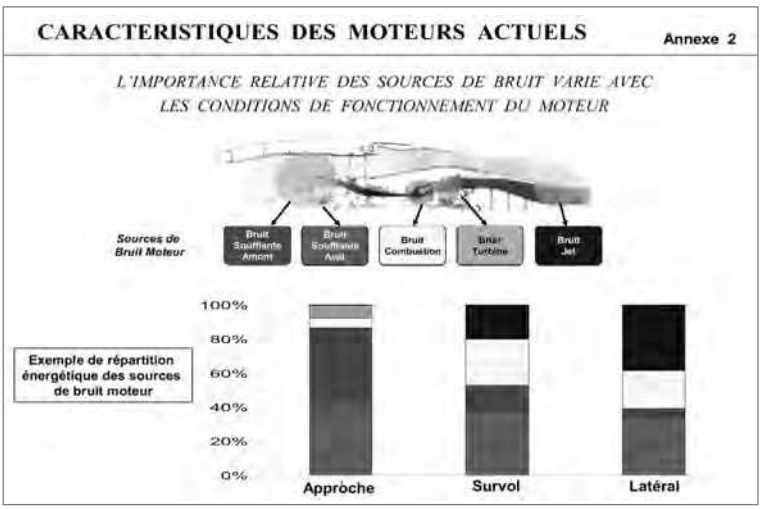

TRANSPORT AERIEN ET EFFET DE SERRE
Planche 15
EVOLUTION DES EMISSIONS DE CO2 DU TRANSPORT AERIEN
(tendance pour l'aviation commerciale)
indice CO2 (100 en 1990 en kg/tkm/pax-km)
300
250
200
150
100
+5.3%/an
1990-2010
Croissance du Trafic
x 2.8
renouvellement de la flotte (effet de la technologie)
-25 to -30%
évolution capacité et emport moyens...
-15%
amélioration de la gestion du trafic
-12%
permis d'émissions...
-35 to -40%
Objectif de Kyoto
x 0.95
1990 1992 1994 1996 1998 2000 2002 2004 2006 2008 2010
année
Une contribution significative des nouvelles technologies qui ne peuvent toutefois remplir l'objectif à elles seules

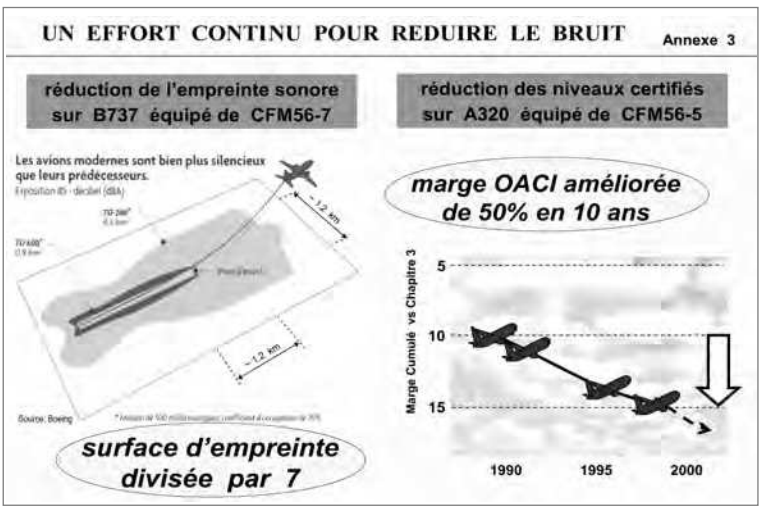

TRANSPORT AERIEN ET QUALITE DE L'AIR
Planche 16
DUALITE ENTRE IMPACT GLOBAL ET IMPACT LOCAL
1
un OPR et un BPR plus élevés réduisent la consommation donc les émissions de CO2
2
mais entraînent des niveaux de pressions et températures plus élevés qui tendent à augmenter la formation des NOx
3
en parallèle les progrès technologiques sur les chambres de combustion permettent de maintenir de bas niveaux de NOx
CO2
NOx
OPR = taux de compression global
BPR = taux de dilution
OPR, BPR
Tendances fortes : augmenter OPR et BPR pour réduire la consommation

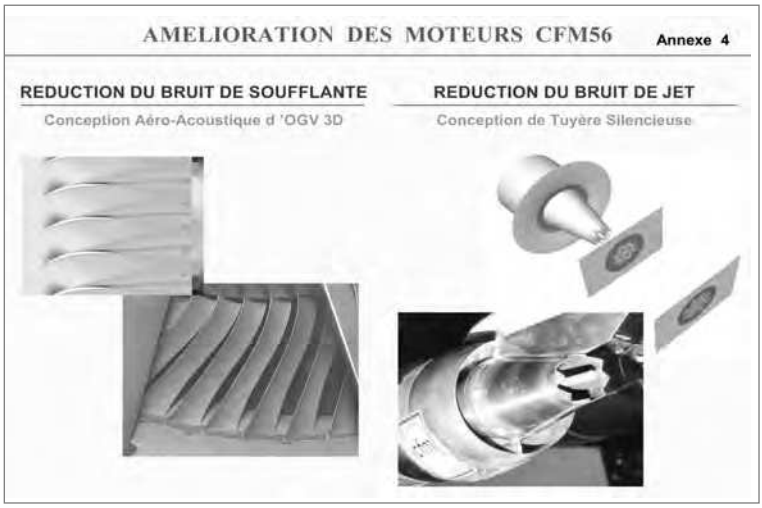

TECHNOLOGIES DE REDUCTION DES EMISSIONS
Planche 17
JT8D
même échelle
ancienne génération chambre canulaire
CFM 56
chambre annulaire mono-tête (SAC)
CFM 56 & PAT
combustion étagée double-tête (DAC)
Tech 56
chambre TAPS
CLEAN
prémélange pauvre
moins de Pollution
1970
1982
1995
Des évolutions significatives pour réduire les émissions

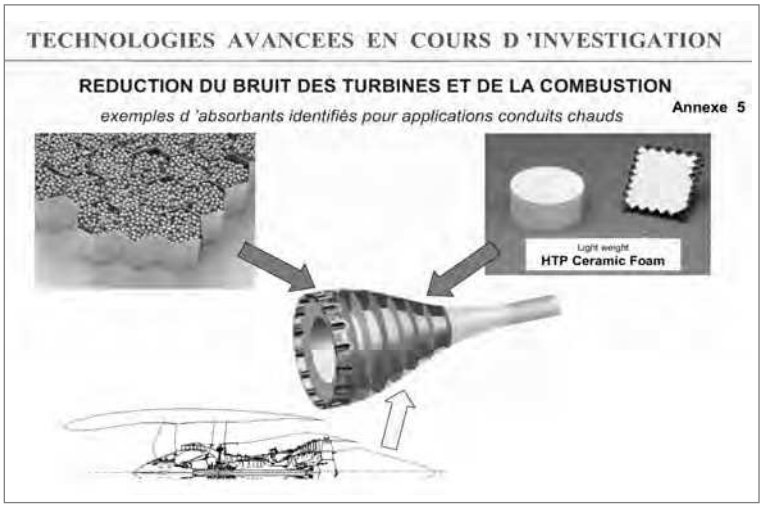

TECHNOLOGIES DE REDUCTION DES EMISSIONS
Planche 18
PROGRAMME DE RECHERCHE EUROPEEN CLEAN
objectif CO2 : -20% vs technologie actuelle
objectif NOx : -80% vs norme OACI 96
Démonstrateur CLEAN
Chambre LPP
Installation d 'Essais
prémélange pauvre, étagement axial

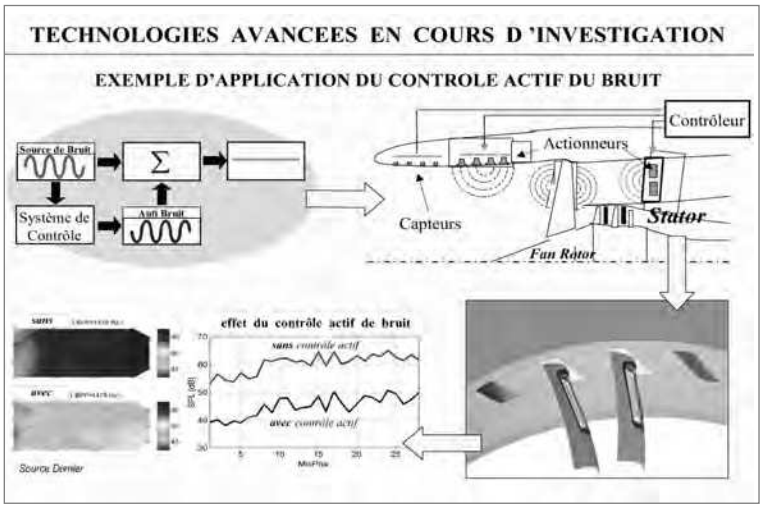

COMPARAISON DES NIVEAUX DE BRUIT
Annexe 1
Bruit
dB(A)
100
90
80
70
60
Poids lourd sur autoroute
à 10 m
Automobile sur autoroute
à 10 m
Rue animée
à 100 m
TGV à 300 km/h
à 300 m
à 700 m
Automobile au ralenti
à 300 m
à 10 m
à 700 m
A330 au décollage
A320 au décollage
niveaux, source INRETS

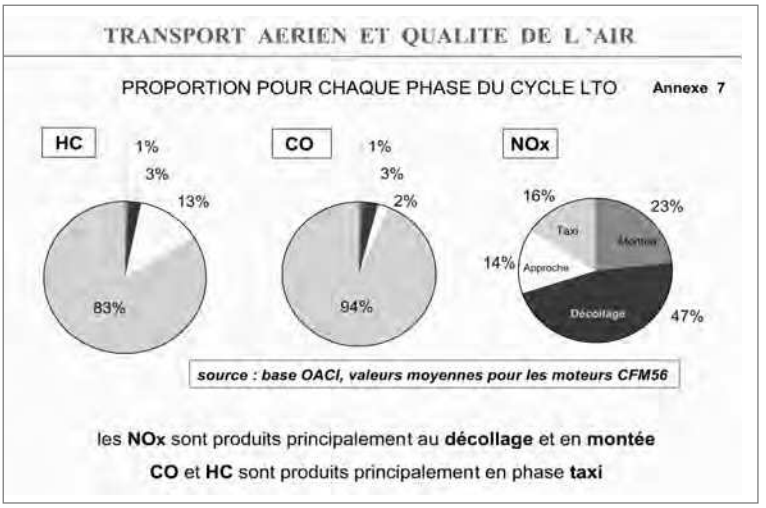

CARACTERISTIQUES DES MOTEURS ACTUELS
Annexe 2
L'IMPORTANCE RELATIVE DES SOURCES DE BRUIT VARIE AVEC
LES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT DU MOTEUR
Sources de Bruit Moteur
Bruit Soufflante Amont
Bruit Soufflante Aval
Bruit Combustion
Bruit Turbine
Bruit Jet
Exemple de répartition énergétique des sources de bruit moteur
100%
80%
60%
40%
20%
0%
Approche
Survol
Latéral

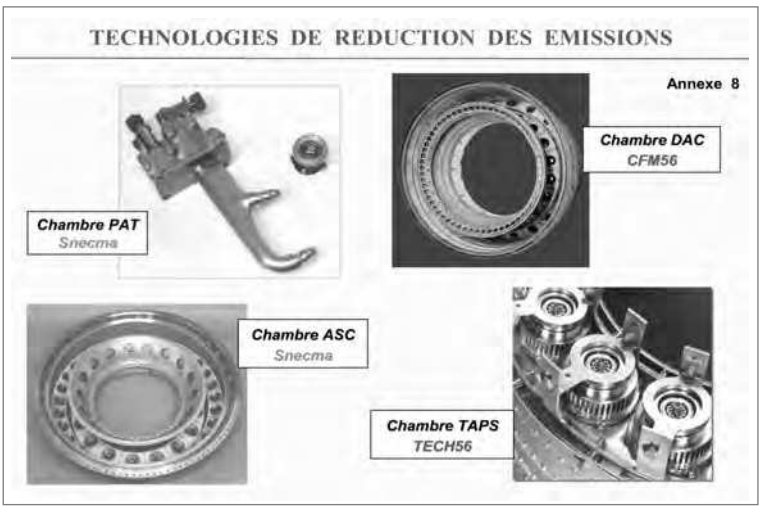

UN EFFORT CONTINU POUR REDUIRE LE BRUIT
Annexe 3
réduction de l'empreinte sonore sur B737 équipé de CFM56-7
réduction des niveaux certifiés sur A320 équipé de CFM56-5
Les avions modernes sont bien plus silencieux que leurs prédécesseurs.
~1,2 km
~1,2 km
Source: Boeing
surface d'empreinte divisée par 7
marge OACI améliorée de 50% en 10 ans
Marge Cumulé vs Chapitre 3
5
10
15
1990
1995
2000

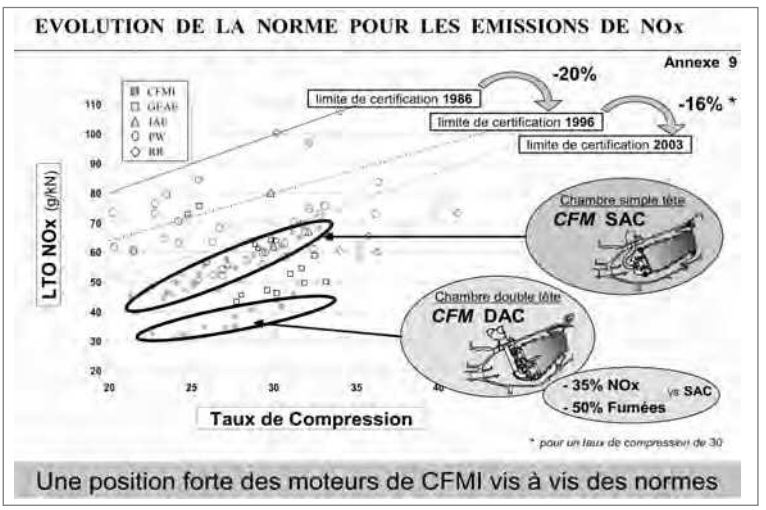

AMELIORATION DES MOTEURS CFM56
Annexe 4
REDUCTION DU BRUIT DE SOUFFLANTE
Conception Aéro-Acoustique d 'OGV 3D
REDUCTION DU BRUIT DE JET
Conception de Tuyère Silencieuse


TECHNOLOGIES AVANCEES EN COURS D 'INVESTIGATION
REDUCTION DU BRUIT DES TURBINES ET DE LA COMBUSTION
exemples d 'absorbants identifiés pour applications conduits chauds
Annexe 5
Light weight
HTP Ceramic Foam


TECHNOLOGIES AVANCEES EN COURS D 'INVESTIGATION
EXEMPLE D'APPLICATION DU CONTROLE ACTIF DU BRUIT
Source de Bruit
Σ
Système de Contrôle
Anti Bruit
Contrôleur
Actionneurs
Capteurs
Stator
Fan Rotor
effet du contrôle actif de bruit
sans contrôle actif
avec contrôle actif
Source Dornier


TRANSPORT AERIEN ET QUALITE DE L'AIR
PROPORTION POUR CHAQUE PHASE DU CYCLE LTO
Annexe 7
HC
1%
3%
13%
83%
CO
1%
3%
2%
94%
NOx
16%
23%
Taxi
Montée
14%
Approche
Décollage
47%
source : base OACI, valeurs moyennes pour les moteurs CFM56
les NOx sont produits principalement au décollage et en montée
CO et HC sont produits principalement en phase taxi


TECHNOLOGIES DE REDUCTION DES EMISSIONS
Annexe 8
Chambre PAT
Snecma
Chambre DAC
CFM56
Chambre ASC
Snecma
Chambre TAPS
TECH56


EVOLUTION DE LA NORME POUR LES EMISSIONS DE NOx
Annexe 9
CFMI
GEAE
IAE
PW
RR
limite de certification 1986
limite de certification 1996
limite de certification 2003
-20%
-16% *
LTO NOx (g/kN)
Chambre simple tête
CFM SAC
Chambre double tête
CFM DAC
- 35% NOx
- 50% Fumées
vs SAC
Taux de Compression
* pour un taux de compression de 30
Une position forte des moteurs de CFMI vis à vis des normes

ALLOCUTION DE RÉCEPTION

Frederik ABBINK

Ancien directeur général du NLR, élu membre associé étranger de l'Académie

Allocution de réception présentée lors de la séance du 21 juin 2005

Monsieur le Président, mes Chères Consoeurs et mes Chers Confrères et les autres intéressés,

C'est un grand honneur pour moi d'être nommé membre associé étranger à votre Académie nationale de l'air et de l'espace.

J'admire la France et j'aime la France.

Pourquoi j'admire la France ?

J'admire la France pour sa vision et sa persévérance dans le domaine de l'aéronautique et de l'espace. Je suis persuadé que sans la France il n'y aurait pas, ni Airbus, ni Ariane.

Et pourquoi j'aime la France ?

J'aime la France pour son bon climat, sa cuisine et ses boissons exquises et naturellement ses paysages agréables.

En Hollande nous connaissons un proverbe : "Vivre comme Dieu en France" ! Ça n'a pas besoin d'explication. Pendant 20 ans ma femme et moi avons passé nos vacances en France, et les sept dernières années aux environs de St Gaudens près des Pyrénées. Nous nous plaisons bien ici.

Ma maîtrise de la langue de Voltaire est limitée et j'espère que vous me pardonnerez si je fais des erreurs dépourvues de sens.

Je suis honoré de votre invitation à me présenter de manière plus approfondie en espérant que vous ne regretterez pas votre choix de m'avoir fait membre de votre Académie.

Je vous donnerai un résumé court : Né dans la ville maritime de Rotterdam, j'ai suivi mes études au Lycée à Haarlem, à 20 km à l'Ouest d'Amsterdam, puis étudié à l'Université de Delft de 1962 à 1968. J'ai réalisé deux ans de service militaire

dans la Marine royale néerlandaise, et après mon service militaire je suis entré au service de NLR, duquel je suis devenu directeur technique en octobre 1988.

Je voudrais vous informer de façon plus approfondie des différentes périodes de ma carrière et sur ce qui m'incombe de faire maintenant.

À l'Université technique de Delft, j'ai étudié l'électrotechnique de 1962 à 1967 et mon orientation en dernière année a été le "Control Engineering". Mon sujet de mémoire de fin d'études était : un problème d'optimisation unidimensionnelle, et plus précisément : la mise au point automatique pour un projecteur de diapositives.

En 1968 et 1969 j'ai honoré mes obligations militaires auprès de la Marine royale néerlandaise, où j'étais chargé de la recherche en modélisation concernant les navires après ma préparation d'officier. Cette recherche concernait la conception d'un système de pilotage automatique optimal ainsi qu'un régulateur de propulsion pour les navires.

En 1969 je suis entré au service du Laboratoire national de l'air et de l'espace néerlandais NLR. Les 13 premières années, j'ai travaillé comme ingénieur responsable de projet au département avionique du NLR.

Un des projets majeurs consistait à définir un système de mesure et calcul pour le nouvel avion d'inspection en vol des systèmes de navigation aérienne des Pays-Bas. Ce projet reposait sur une base référentielle concernant la position de multi-DME/ inertielle pour les systèmes de navigation en route et de systèmes inertiels updaté avec high power LEDs pour le calibrage des systèmes d'atterrissage. Ces concepts nouveaux ont été développés par le NLR, et évalués dans un des avions laboratoires de NLR, un Queen Air. Dans ce département, j'ai travaillé aux analyses des systèmes avioniques des candidats pour le successeur de l'avion F-104G Starfighter, qui est devenu finalement comme vous le savez le General Dynamics F-16.

Un autre grand projet était l'analyse et la définition des systèmes de mesure pour le Spacelab.

Le NLR travaillait aussi à l'équipement de mesure et l'enregistrement des données de vol pour la qualification et la certification du prototype du Fokker 100. Compte tenu du nombre de paramètres à considérer, il était nécessaire de concevoir, réaliser et tester un système "Pre-flight check out" et "in flight quick look" numérisé, basé sur un calculateur de type ROLM 1664. Les données de vol du Fokker 100 étaient enregistrées sur une bande magnétique. Pour traiter les bandes magnétiques avec les informations, on devait réaliser un système de traitement de données flight-test. J'étais la personne responsable de ce projet pour la réalisation et le test des interfaces divers entre l'appareil enregistreur de bande magnétique et le calculateur.

Un autre grand projet (le quatrième) dans la même période consistait en la conception et en la réalisation de tous les systèmes électroniques pour le nouveau simulateur de vol du NLR. Le NLR avait une cabine de pilotage à deux personnes, un système de mouvement hydraulique et un système de visualisation avec une

maquette. Toute l'électronique de conduite du poste de pilotage, les compteurs d'instrument, et des forces volant, le système de déplacement et le système de visualisation, inclus le pupitre de commande et de sécurité ont été effectués par le NLR sous ma direction.

Dans ce temps, comme ingénieur électronique, je deviens de plus en plus passionné par la navigation aérienne et pour voler moi-même. J'allai du vol à voile au vol à moteur. J'ai fait un saut en parachute et l'on m'a demandé de devenir membre du jury international pendant les concours annuels internationaux de montgolfières organisés par le "Haagse Ballonclub".

À cette époque j'ai moi-même participé à une demi-douzaine de navigations aérostatiques. J'étais responsable des mesures, à partir desquelles le jury prenait sa décision. Cela concernait les chasses au renard, les compétitions de distance et les compétitions d'atterrissage de précision.

Dès 1982 et ce jusqu'à 1988 j'ai été chef du département des essais en vol et des recherches sur les hélicoptères du NLR. Dans ce département j'avais la responsabilité de 36 ingénieurs et de deux avions-laboratoires. Nous faisions des recherches dans le domaine de l'avionique, des systèmes et équipements aéronautiques, incluant la recherche sur les hélicoptères, la recherche sur les opérations militaires et nous faisions l'entretien et la préparation des avions en laboratoire du NLR pour tous les projets.

Des projets du département comprenaient par exemple : la recherche d'un accident avec un avion militaire, le radar Flycatcher, l'utilisation d'un chaff pour évaluer les mesures de protection contre les radars anti-avion, les essais d'atterrissage avec un hélicoptère de type Westland Lynx sur un des navires de la Marine royale néerlandaise, et les deux avions-laboratoires du NLR, le Beech Queen Air, ici avec un sensor de remote sensing et le Swearingen Metro.

Dès 1988 je deviens directeur technique du NLR avec les responsabilités suivantes :

- les recherches "in house" du NLR ;
- les coopérations internationales du NLR ;
- la programme d'investissements du NLR ;
- le management de la qualité pour l'organisation et les projets du NLR et pour l'entretien des avions-laboratoires du NLR.

La coopération internationale est extrêmement importante pour le NLR. Je suis actif ou j'ai été actif dans les groupements et projets européens et transatlantiques :

- dans le Group for Aeronautical Research in Europe (GARTEUR) j'ai travaillé comme membre et président du groupe des responsables d'hélicoptères et ensuite comme membre du comité exécutif et du conseil. La coopération Garteur implique l'industrie, la recherche en laboratoires et les universités dans les domaines de l'aérodynamique, des structures et matériaux, de la mécanique du vol et des hélicoptères ;

- un autre cadre de coopération important est l'Advisory Group for Aerospace Research and Development (AGARD) de l'OTAN et son successeur, le Research and Technology Organisation (RTO) ;
- DLR et NLR coopèrent de façon importante dans le cadre des souffleries DNW et dans la recherche aérodynamique, les structures et les matériaux ;
- NLR et NASA coopèrent dans le domaine de l'Air Traffic Management ;
- dans les Framework Programmes de l'EU, NLR est actif dans presque tous les projets aéronautiques ;
- finalement NLR est actif dans l'Association des établissements de Recherche Aéronautique Européens EREA.

Dès 1988 jusqu'à la transition d'AGARD à RTO j'ai été membre du Flight Mechanics Panel.

Dès 1982 jusqu'à maintenant j'ai été actif dans le Garteur. En 1982 seules l'Angleterre, la France, l'Allemagne et la Hollande sont membres. Puis après l'accession de la Suède en 1991, l'Espagne et l'Italie sont devenues membres également.

Pour le cinquième Framework programme pour la recherche aéronautique de l'Union européenne j'ai été membre de l'External Advisory Group.

Pour la prise de position de "Vision 2020" j'ai travaillé comme Sherpa pour le membre néerlandais de l'ensemble de personnalités, qui ont entériné cette "Vision 2020".

J'ai aussi participé aux working groups d'ACARE pour définir les programmes de recherche aéronautique pour le sixième Framework Programme.

En 1996 on m'a demandé de devenir directeur des programmes de recherche aéronautique au DLR à Cologne/Allemagne.

Vous savez probablement que dès 1980 le DLR et le NLR coopèrent avec grand succès dans la soufflerie germano-hollandaise DNW. Le DNW LLF est situé aux Pays-Bas. Il m'a été demandé de prendre la responsabilité de toutes les recherches aéronautiques et des développements des installations de recherche du DLR.

Ce détachement a conduit aussi à la préparation et à la réalisation d'une alliance stratégique entre le DLR et le NLR dans le domaine de la recherche Air Traffic Management et l'exécution de projets.

Cette alliance stratégique avec le nom AT-One a été signée par le prof. Szodruch et moi-même cette année pendant la conférence et exposition ATM de Maastricht. Cette alliance stratégique AT-One veut offrir aux clients du DLR et du NLR un meilleur service pour un prix compétitif et optimiser les recherches et investissements des deux organisations.

Dans la période de 1980-1997 il m'est demandé d'être professeur à temps partiel à la faculté de l'air et de l'espace à l'Université technique de Delft dans le secteur des équipements avioniques, d'Avionica et d'équipement des épreuves avioniques. Dans cette période j'ai aussi été invité à donner des cours en Indonésie, au Japon et en Finlande.

Ma première position est celle de directeur technique du NLR, et je dois vous en raconter un peu plus.

Le NLR a deux établissements : à Amsterdam, et à North Eastern Polder, à 100 kilomètres au nord-est d'Amsterdam. Le NLR dispose de recettes de 75 M€ environ dont un quart provient du gouvernement pour l'avancement des connaissances et de la recherche. Le NLR est composé de 700 personnes. La moitié d'entre eux disposent d'une formation académique. Le NLR est organisé en trois divisions : aerospace systems and applications, air transport, et aerospace vehicles et en 17 départements.

Je suis également directement responsable du "Knowledge Management" et des investissements. Le NLR a subdivisé ses pôles de compétences en 12 domaines les plus importants : sécurité, ATM/aéroports, milieu of environnement, opération militaire, espace, facteurs humains, essais en vol, avionique, "lifespan monitoring", technologie des véhicules aériens et "flight physics", technologie de composite et des épreuves.

Pour valider les projets développés et la technologie, la réalisation d' installations de recherche est essentielle. Le NLR dispose des installations suivantes :

- souffleries avec DLR ;
- supercomputer NEC SX-5 ;
- simulateurs pour Air Traffic Management et Tower ;
- simulateur de vol civil et militaire ;
- moyens pour concevoir, réaliser et évaluer les systèmes avioniques ;
- moyens d'essais pour matériaux et structures ;
- avions-laboratoires Cessna Citation et Metro.

Pour réaliser la "Vision 2020", en particulier en ce qui concerne le point : Capacité de trafic 2-3 fois plus grand dans toutes les conditions de temps et visibilité, un nouveau concept d'ATM est nécessaire. Ce nouveau concept doit être validé avant sa mise en œuvre.

NLR s'occupe de mettre l'aéroport d'Amsterdam en état de devenir compétitif et d'offrir à l'alliance d'Air France/KLM la possibilité d'agrandir son infrastructure.

En plus de ma fonction de directeur technique, j'ai l'honneur d'être également membre des instances suivantes :

- Comité Exécutif d'ICAS ;
- Research and Technology Board OTAN ;
- Le Conseil du GARTEUR ;
- Advisory Council de "Royal Netherlands Society for Aeronautics" ;
- International Activities for Aeronautics and Astronautics ;
- Et "last but not least" membre étranger de l'Académie nationale de l'air et de l'espace.

Je veux remercier ceux qui m'ont proposé, pour leur confiance en particulier mon bon ami Jean-Pierre Marec, avec qui j'ai travaillé dans de nombreuses réunions.

J'essaierai d'être digne de votre confiance.

REGARDS SUR LA MÉDECINE AÉRONAUTIQUE D'AUJOURD'HUI

Jean-Pierre CRANCE

Professeur de Physiologie, Faculté de Médecine de Nancy, Laboratoire de Physiologie humaine et de médecine aéronautique, élu membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception prononcée à la séance du 20 octobre 2005

Le Pr. Jean-Pierre Crance, élu membre titulaire en 2004, rend d'abord hommage au regretté Robert Auffret, et évoque la mémoire du Pr. Robert Grandpierre, membre fondateur de l'Académie, dont il fut l'élève à la faculté de médecine de Nancy. Il relate la très ancienne tradition de cette faculté en médecine aérospatiale, dont il a l'honneur de porter l'héritage et la pérennité depuis plus de trente ans.

Pour illustrer quelques aspects actuels de la discipline, il rappelle d'abord que les lois physiques et les principes physiologiques liés à l'altitude et au vol ont tendance à être quelque peu oubliés parce que les avions modernes protègent efficacement contre l'hostilité de l'environnement. Mais que survienne une panne des systèmes de protection, et l'on est confronté à la réalité des facteurs d'agression, notamment ceux de la haute altitude que l'on redécouvre.

Il relate à titre d'exemple l'accident du 737 d'Hélios, le 14 août 2005, où une panne de pressurisation a entraîné une exposition à une hypoxie aiguë mortelle pour l'équipage et les passagers. Alors que ces derniers ont pu disposer, transitoirement, de l'oxygène délivré aux masques de cabine, il apparaît que les pilotes n'ont pas, pour une raison non élucidée, utilisé les masques individuels à mise en place rapide, peut-être pour n'avoir pas reconnu à temps les symptômes qui allaient les conduire à la perte de connaissance, alors que le pilote automatique poursuivait la montée jusqu'à environ 10 000 mètres sans qu'ils l'interrompent. D'où l'importance, dans la formation des élèves pilotes de ligne, d'une instruction et d'une sensibilisation sur les problèmes médico-physiologiques de l'hypoxie

aiguë. Il serait très recommandable qu'ils puissent subir, comme les militaires, une épreuve en caisson d'altitude qui donne l'expérience vécue d'une hypoxie permettant de la reconnaître le jour où elle survient.

Jean-Pierre Crance évoque ensuite le sujet très actuel du bien-être et de la santé des passagers et des équipages qui prend un relief nouveau dans le contexte présent et futur du transport aérien, notamment avec des vols de très longue durée et dans des avions de grande capacité. Ce domaine et celui de la gestion des urgences médicales survenant à bord, dont l'incidence ne pourra que croître, constituent une des mobilisations principales de la médecine aéronautique d'aujourd'hui, comme l'a bien reconnu l'OACI en adoptant l'an dernier la résolution A35.12.

Il termine son intervention en brossant un tableau général des différents secteurs de la médecine aéronautique civile et de leurs acteurs, en soulignant que finalement tout médecin praticien devrait recevoir une formation de base en médecine aéronautique pour être en mesure de conseiller utilement ses patients voyageurs aériens.

BRINGING THE BENEFITS OF SPACE TECHNOLOGY TO THE COMMON CITIZEN

Luis MAYO

Directeur Général GRUPO GMV (Groupe de Mécanique du Vol), élu membre associé étranger de l'Académie

Allocution de réception prononcée à la séance du 20 octobre 2005

Mes chers confrères, Mesdames, Messieurs,

Je ne parle pas français. Seulement quelques mots pour vous remercier de votre présence et de l'occasion que vous m'offrez de présenter ce discours. Plutôt que l'espagnol, je vais donc continuer en anglais... merci de votre compréhension.

I must start by confessing that space engineering was not an early vocation for me. As a youngster, I was never fascinated by spacecraft, rockets, lunar landers or Mars rovers. Although I have always appreciated the sophistication of these artefacts, when I was an engineering student they were not more exciting to me than airplanes, cars, ships or other products of the human genius. That is possibly the reason why I developed an early concern about the necessity to demonstrate palpably their usefulness. Ever since, I believe that space engineering cannot be an end to itself, but rather a means to achieve vaster, more ambitious objectives.

But it just so happened that I started my professional career in the Universidad Politécnica de Madrid, working as a research fellow in the area of microgravity. I spent a couple of years studying the behaviour of floating zones under microgravity conditions. I wondered then what could be the use of my investigations. Analysing liquid bridges in microgravity conditions may sound exciting to some academics and scientists, but it is hardly the thing that catches the attention of the general public. However, knowing and being able to predict the behaviour of fluids under microgravity conditions is an extremely useful thing for

such critical applications to our common life as manufacturing microchips. In fact, these bridges behave in the same way as the thin film that forms between the injectors of molten silicon and the rolling cylinders where this silicon solidifies and transform into wafers, the raw material used to manufacture chips. These small liquid bridges that behave as if under microgravity conditions are also used to produce protein crystals of high purity, fundamental to the creation of new pharmaceuticals. Even the modest, common every-day ink-jet printers make use of liquid micro-bridges. And if one digs a little bit more into the industrial applications of liquid bridges, I am sure that it is possible to find tens, if not more, of other most interesting applications of microgravity research. So, I quickly realised how space research can help out us, common people, by providing access to microgravity conditions hard to reproduce on the Earth surface.

We can also argue that space science or manned missions generate most useful spin-offs from time to time. But despite their undeniable usefulness, we cannot defend space missions only on the grounds of serendipitous spin-offs, such as the discovery of a phototrophic cell that purifies water, scratch resistant lens coating or even the advances in magnetic resonance imaging (MRI). Obviously, space environment and the inherent difficulties of putting man-made artefacts in orbit put technology to the cutting edge of current knowledge, and thus push forward the state-of-the-art in many disciplines, ranging from advanced materials to miniaturised electronics, from thermal control to power generation and storage, from propulsion to aerothermodynamics. Space research will for sure foster the development of lighter and more resistant materials or more efficient solar cells tomorrow, just as it did in the past years. However, it takes a long while before such advances can benefit our daily life, if they do at all. Even the blindest of us aerospace people cannot deny that these are not the kind of applications that would move governments and private companies alike to invest millions of euros in putting spacecraft in orbit.

It is for of all these reasons that I have always been interested in delivering more immediate benefits of the space technology to those who, in the end, pay for their development: the common citizens. And it has been evident for some time that there are many ways in which the vast majority of people in developed countries benefit from space activities, but I think that it would be accurate to say that these benefits mainly come from three types of missions:

- First, and foremost, satellite telecommunications.
- Second, earth observation and remote sensing.
- Third and last, but not least, global navigation satellite systems.

The impact of satellite communications on our daily lives cannot be more evident. The list of applications is endless: TV and radio broadcasting, VSAT private networks, transoceanic backbone connections, mobile communications. A lot of the revenues generated by satellite communications (in fact, nearly 80%) come from carrier services, which indicates also how strongly today's telecommunication networks depend on space technologies, even if the business

volume generated by satellite systems is dwarfed in the communications market by other technologies (for instance, GSM or cable). However, if all telecommunication satellites would come to stop at once, many of the existing communication services would collapse immediately.

Since the first telecommunication satellite Telstar was launched, the 10th of July 1962, space technologies have acquired a growing importance on the way that common citizens communicate to each all around the globe. Over 100 satellites crowd today the Clarke's Belt, that is, the geostationary orbit. A number of constellations in MEO and LEO add to the number of space assets devoted to satellite communications. Both GEO slots and frequencies have become scarce resources which need to be administrated and its usage optimised to allow the maximum economic efficiency. As a matter of fact, through Grupo GMV, the company that I joined back in 1986 when I left the university, I have had the opportunity to contribute to the development of technologies that help satellite operators to, for instance:

- perform station keeping operations for GEO satellites co-located within the same orbit slot, or
- to automate to a large extent satellite operations, thus contributing to the economic success of satellite ventures, or
- to developing software systems that determine the possible reconfiguration of the payloads to recover from on-board failures, or
- to optimise the manoeuvres of the satellite, saving fuel and extending the lifetime of the mission.

In fact, even though it may not seem so, there are plenty of opportunities to generate value for telecommunication satellite operators on the ground. We tend to think that once the satellite is launched, we - aerospace engineers - are done with the matter. But I have had the chance to verify in my professional experience that this is not true. Simplifying satellite operations by introducing multi-mission, multi-satellite control systems, increasing the capacity of the orbital slots allocated to the operator without creating interference or collision problems, reducing the workload of the satellite operator by automating some of the monitoring and control processes, or extending the lifetime of the mission are means to increase the value added by these operators and, therefore, to open the possibility of transferring some more value to the end users, ultimately the common citizens.

Besides, one must not forget that even though some of the assets of satellite telecommunications operators are in orbit, it is back on the ground where the service must be delivered to the end user. Planning and implementing efficient communication networks that may contain some satellite components is tantamount to the success of space telecommunication applications. The failure to be able to build these networks, be it due to the lack of appropriate ground terminals or due to the lack of connectivity with other terrestrial networks, is in the background of many space venture failures in the recent past years.

But if the impact of satellite communications in the life of the common citizen is self-evident, the growing importance of earth observation from space in our daily lives is no less clear. I do not believe that there is a single person today in any developed country who does not benefit from these technologies, if only because weather forecasting is largely based on satellite remote sensing (and then broadcasted using satellite communications). Weather forecasts are valuable for civil engineers and land owners alike; fisheries, forest fire brigades, or tourism operators benefit (or suffer) from the information generated using at least partially the data captured by satellites like Meteosat or, in the next coming future, Metop. But the benefits from earth observation from space go well beyond meteorology; crop forecast, soil moisture monitoring, ocean primary production, climate and environment monitoring are just a few of the potential applications of earth observation.

But I have to be somewhat critical. As a matter of fact, satellite earth observation is the best business to come in space within the next five years … since fifteen years ago. Yes, indeed, space technology has promised - since even before I first came in contact with this discipline back in the late 1980's - to deliver to the citizens the benefits of an observation means which was capable to provide global coverage, with unrestricted access to virtually every place in the world, in a repetitive way and at affordable costs. However, one cannot deny that space technology has largely failed to deliver to this promise. Satellite earth observation private ventures have struggled to survive in the market and, in many cases, have managed to do so just because they were lucky enough to find an anchor tenant that is buying a large part of its production. What in my view is failing to make satellite earth observation a self-sustaining business? Well, in my opinion the key reason why space technology has not yet made a big hit in this area is that we have failed to deliver the end users INFORMATION, in capital letters. At best, space systems are generating data, Terabytes of data, which are difficult to interpret by the potential user because normally he or she is not an expert in remote sensing, and would need all these data to be converted into legible pieces of information in the terms of his or her own business. Common users want to receive this information in the same format, regardless of which sensor or satellite was gathering the raw data used to prepare it, and they want to receive it regularly, or at short notice as becomes needed. Once again, satellite-based earth observation systems have failed to recognise this fact and have tried to deliver increased spatial or spectral resolution, without caring too much in my view about the real concern of the user. In other words, leaving aside the meteorological applications, a world reserved to scientific specialists, the earth observation market has been largely driven by technology push rather than by the demand pull.

Back in the early 90's, I was convinced that a substantial effort was required to fill the gap between the potential users and the space-based earth observation systems. Therefore, I tried to push my company to contribute filling this gap in a number of different ways. Obviously, for an aerospace engineering company it was

out of question to acquire or develop the domain-specific knowledge required to extract information from raw data, except maybe for some very narrow market niches. The effort had to be focused therefore in easing the access to these data in at least the following ways:

- First, facilitating the process of generating requests for information, so that the user can ask for remote sensing products without caring about the satellite or sensor that is supposed to capture the raw data used to generate them. This can be achieved by implementing multi-mission planning systems that are able to translate a generic request for information in specific work orders for a satellite or a number of different satellites, to capture data, process them and generate the relevant products.
- Second, generating "normalised" level 3 engineering products starting from different sources of data. This can be done by, let us say, "degrading" (between brackets) the accuracy of some products to fit a common standard in terms of spatial or spectral resolution.
- Third, implementing systems capable of generating usable information for some specific applications, close to the company's core capabilities (for instance, in the case of Grupo GMV, sea surface level products or atmospheric profiles based on GPS propagation data).

This effort has translated over time in the production of different mission planning systems that are based in this philosophy and in the implementation of data processing systems suitable to generate information starting from different data sources, whether spatial, aerial and terrestrial.

I believe that in the near future the efforts in this field must concentrate in making a better use of the available space assets. Certainly adding new satellites to the existing fleets will increase the potential number of applications for earth observing satellites. However, if we really want to increase the value delivered by these systems to the common citizens, we have to improve our capability to generate, search and distribute information derived from these systems in an efficient and timely manner. The Global Monitoring for Environment and Security (GMES) programme promoted by ESA and the European Union is also largely oriented towards this goal, and I certainly applaud this initiative.

Let me finally look at the applications of global navigation satellite systems. Being originally developed as military systems, global navigation satellite systems, and in particular GPS, have penetrated our normal lives in many different ways. Consumer market satellite navigators are likely to be the gadget of choice for many technology geeks over the next coming Christmas campaign in many European countries. Thousands of these devices will be sold over counters all around the continent over the next few months. As a matter of fact, I can recall that shops ran out of stock in Madrid by last March, coinciding with the local celebration of the Father's Day, when it is customary for sons to make a gift to their father. The penetration of GNSS applications in other fields is even higher; for instance, I can give you some figures for the Spanish road transport market: urban transit

operation management systems rely on GPS localisation in more than 82% of the Spanish cities over 100.000 inhabitants; police vehicle tracking is performed routinely using GPS in all major towns; most of the ambulance fleets are equipped with AVL systems based on GPS. GPS has only failed to extent deeply into the good transport market, but I think that this can be attributed to the fact that this industry is largely fragmented in the Spanish market and normally the truck owner is the driver himself (not much need to have the vehicle located in this situation). In other areas, the use of GPS as the basic positioning means is also growing quickly. The applications range from tractor guidance (the picture in fact represents a simple guidance system used to guide tractors when spreading fertilizers) to road construction. Much less known to the common public but equally important and relevant from an economic viewpoint are those uses related to time synchronisation. GPS time is used as the reference source for the synchronisation of telecommunication networks - you may know that GSM base stations usually come with a GPS receiver as time base - or power distribution grids. GPS is so deeply ingrained into many of our critical daily life systems that a failure could cause severe damages. It has been estimated that a 2-day disruption to the GPS service in 2015 could cost the transport, telecommunications and financial sectors across Europe in the region of 1 billion € in current prices. It is this economic relevance what made European governments to state the need for European independence in this field and to launch the Galileo programme by year 1999.

Global Navigation Satellite Systems have occupied the last recent years of my professional activity. My company, Grupo GMV, is a supplier not only of GNSS infrastructure, but also of GNSS applications for road transport, civil aviation, defence, homeland security, agriculture and maritime navigation. Thus, I have had the opportunity to be directly involved in all the major European initiatives in this area and to track closely the evolution of programs like EGNOS and Galileo. And at this point, let me give you also my own views on why we, Europeans, need to stand for EGNOS and need Galileo to happen at once.

Of course, to make the case for the Galileo programme I could resort to reasons such as European sovereignty or helping the European industry to close the huge gap existing in the field of satellite navigation and its application with respect to our American competitors. Both are fair reasons for European governments to act. However, one must not forget about other more technical reasons. Being an engineer myself, and not a politician, I am sure that you will understand that I stick to the latter group.

The first reason to launch the development of a complementary and interoperable system is redundancy. In case of system failure, the negative impact on the World economies would be huge, as I have already said before. We cannot simply rely for so many economically relevant applications on a system that is not guaranteed to be maintained in operation under all circumstances. Of course this is tied to the concept of technological sovereignty, but not only. We cannot discard an involuntary disruption of the service because of purely technical reasons.

The second and maybe more subtle reason is integrity. As you may know, system integrity is the capability of the system to detect and alarm the users when the navigation errors are larger than the specified thresholds. Integrity is therefore instrumental to two types of applications: safety of life and what we may call liability critical applications. Among the first, we can mention aircraft approach and landing, railways signalling or, in the future, automatic car guidance. Among the second, we have a realm of new potential applications for satellite navigation, ranging from electronic road charging (or in its simpler version automatic tolling) to time stamping for financial transactions. In these applications, the question is for example how to ensure that a vehicle that is actually outside the tolling road is not unduly charged for its use when there is an error in the satellite navigation system. Or in other words, what is the maximum number of mistakes in the toll collection that the system can afford to maintain its credibility?. Now, how can we translate the answer to this question into GNSS performance requirements? As a matter of fact, the problem is similar (but probably more complex) than the apportionment in Civil Aviation from Target Level of Safety to GNSS performance. And the answer in both cases is system integrity. It is to understand, and it can be mathematically demonstrated, that that there is a direct correlation between the probability of mistakes in toll charging or time stamping and "user navigation integrity" (not with accuracy!).

Therefore, we can conclude that we need high integrity systems to make it possible the development of new added value applications of satellite navigation at the service of common citizens. This is precisely the promise brought by EGNOS and Galileo.

In fact, Galileo has already acted as a catalyst to the acceleration of the penetration of satellite based technologies in our daily life. I could tell you about the many difficulties that we had in Grupo GMV only six or seven years ago to market satellite based fleet management systems, when we tried to explain to the customers - normally, cargo or passenger transport operators - why were we using satellites to locate the bus or the truck. Nowadays, these very same operators have their own hand-held GPS navigator and could not conceive positioning themselves using any other means. I am convinced that the development of EGNOS and the approval of Galileo have dramatically increased public awareness about satellite navigation technologies to the point where no shadow of doubt casts on the usability of these systems according to normal people's needs.

I want now to summarise and conclude my speech by insisting on the need to develop space missions that actually bring value to the common citizens in their daily concerns. However, I do also think that there is merit and value in science missions and space exploration. As a matter of fact, they represent the search for the new frontier today. The human race cannot simply look at utilitarian values, but needs to raise its head and look further ahead and go beyond the borders of the unknown. It is our responsibility as decision makers, managers or leaders in the space sector to deliver the benefits of space technologies to the citizens today, but

also to lay the foundations for delivering these benefits to our descendants in the future.

Thank you very much for your attention.

MY EARLY LIFE IN AEROSPACE (AND SOME LATER ADVENTURES)

Lennart LÜBECK

Chairman of the Board of the Swedish Space Corporation (SSC), Chairman of the Board of the Swedish Weather Service, élu membre associé étranger de l'Académie

Allocution de réception prononcée à la séance du 25 novembre 2005

I will now present to you briefly some information on my professional life, but I have decided to focus on the first 20 years, starting at the age of 7, in an effort to explain why it all happened.

However, for the record I will make a brief account of the last 40 years. Lately it has been mostly space as CEO and now Chairman of the Swedish Space Corporation, and in that connection I have been delegate for Sweden to the ESA Council for the past 20 years. During three of those years I was chairman of the Ariane Programme Board, a very exciting experience. Besides that I have been chairman of the board of "Meteo Sweden" and held a number of other board positions. Earlier in my career I have worked in the central government, in charge of R & D policy at the Ministry of Industry and as State Secretary for Transport and Communication.

But it all started at the age of 7 when I made my first flight in the SAAB Safir trainer prototype, on 7 January 1946, during a bad snowstorm. It was very bumpy and I was very sick but I was hooked on aerospace for life. Some ten years later I worked as an apprentice in the SAS maintenance workshop and in 1958 I got my first space job, trying to track the Sputnik for the Swedish defence, and for the media and the general public. The tools were very primitive, e.g. an airmail subscription of the PRAVDA and Keplers book on orbits, but with one high tech exception, an electronic computer, the second one to be built in Sweden.

After a brief return to aeronautics at SAAB in 1959 I graduated as an engineer in 1960 and got my first full time job, which was to prepare for the first Swedish rocket firing into space that took place in 1961. Then back to aircraft again,

working on Doppler radar for the Viggen fighter aircraft. But in 1962 Sweden started an ambitious sounding rocket programme in cooperation with NASA and the US Air Force and I definitely decided to go for space. Also deeply involved in what then followed was Fredrik Engstrom, fellow foreign member of our Academy, and Sven Grahn who will later today be awarded the Silver Medal by the Academy. This initial sounding rocket activity took place 1962-64 at Kronogard, south of Kiruna, then we moved to Esrange, north of Kiruna.

Apart from these early very exciting years in sounding rockets, the real highlights in my space career have been the Swedish science satellite programs, our very profitable telecom satellite business, the Swedish participation in the SPOT programme and in Spotimage and my involvement in the Ariane and Hermes programmes. Looking back on the total, I have spent altogether 70% of my professional life in aerospace. And all of this because of a flying experience at the age of 7.

Thank you for your attention.

50 ANS AU SERVICE DES VOILURES TOURNANTES

Charles SCHMITT

Ancien vice-président du Groupement français des hélicoptères,
élu membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception prononcée à la séance du 25 novembre 2005

Carrière militaire

Né le 15 décembre 1932 à Sarralbe en Moselle, le second d'une famille de trois garçons, la petite ville de 5000 habitants est située à 10 kilomètres de la frontière allemande. Je précise ce point qui jouera un rôle très important dans ma vie personnelle et professionnelle. À commencer par une évacuation en catastrophe le 3 septembre 1939 pour me retrouver le lendemain assis dans un appartement entièrement vide d'une cité ouvrière à Dombasle en Meurthe-et-Moselle, avec ma mère et mon jeune frère de quatre ans et pour tout bagage une valise.

Durant toute la guerre mon père décide de rester à Dombasle car il a une phobie viscérale des Allemands. Retour à Sarralbe en 1945 et étude au collège local puis au lycée de Sarreguemines avec obtention du baccalauréat en 1951 et décision d'un engagement dans l'Aéronavale car le désir de voler était né de la période de la guerre avec la vue des avions de toutes nationalités qui encombraient le ciel lorrain pendant toute cette période et le fait d'un parrain qui était lui-même ancien pilote de la Marine.

Maroc 1952

Cours de pilotage entre les années 52 et 53 à Khouribga d'abord puis le cours de bimoteur à Agadir au Maroc.

Saint-Mandrier en novembre 1953 : découverte de l'hélicoptère

Fin 1953 nouvelle intervention du destin avec les affectations des pilotes de la promotion. Nous étions tous prêts à rejoindre une des escadrilles de servitude de

l'Aéronavale mais une surprise de taille nous attendait, il fallait un volontaire pour l'escadrille hélicoptères de Saint Mandrier. Il n'y avait évidemment aucun volontaire car les hélicoptères à l'époque se limitaient à quelques Bell 47 et deux Sikorsky S-51 affectés au porte-avions Arromanches en séjour Indochine. La bonne entente entre les nouveaux promus nous a conduits à confier au tirage au sort le condamné à l'affectation à Saint- Mandrier. C'est donc à la courte paille que je dois de me retrouver le 2 novembre 1953 à batailler avec le vol stationnaire sur Bell 47 D. Dans ce que je considérais à l'époque comme mon malheur, une bonne surprise : l'escadrille 58S venait de percevoir les premiers hélicoptères Piaseccki HUP 2, appareil monomoteur birotor en tandem spécialisé dans la sauvegarde porte-avions et les opérations de treuillage. Après la transformation classique affectation en début 1954 à l'escadrille 23 S qui se créait à Saint- Mandrier pour assurer les missions de sauvegarde auprès des porte-avions nouvellement arrivés des États-Unis le La Fayette et le Bois Belleau, ce dernier partant relever l'Arromanches en Indochine.

Indochine juillet 1954 Dixmude

Après la formation, première mission classique de liaison et de surveillance de torpille pour les différents établissements de Toulon et Saint-Tropez puis, en juillet, embarquement pour le transport d'avions Dixmude qui devait prendre à Karouba en Tunisie des avions Corsair et Helldiver pour les amener en Indochine. Nous sommes arrivés en Indochine fin juillet et je fus détaché à terre à la base d'hydravions de Cat Laî où opéraient des Grumman Goose. La base était proche de Saigon et j'étais mis à la disposition de l'amirauté pour assurer des liaisons alors que le Dixmude partait pour le Tonkin et commencer l'évacuation du Nord.

Durant ce séjour j'ai effectué différentes liaisons en particulier vers un porte-avions anglais qui se trouvait au large du Cap Saint-Jacques, me donnant ainsi la première occasion pratique d'utiliser un anglais plus que rudimentaire que je m'étais mis en tête d'apprendre car je ne pouvais supporter de voler sur des appareils dont je ne pouvais lire la documentation. Cette décision jouera à nouveau un rôle essentiel dans ma carrière.

Retour d'Indochine en novembre 1954 et réintégration de l'escadrille 23 S et première affectation sur le La Fayette pour assurer la sauvegarde lors des traditionnelles séances de qualification des pilotes d'avions de la 54 S escadrille école des pilotes embarqués, les éternels exercices inter-alliés entre Malte / Gibraltar et l'Angleterre, les exercices d'entraînement des flottilles embarquées entre Tunis et Oran.

Octobre 1955, repêchage d'un pilote de la 15 F en un temps record : moins de 5' entre le catapultage et le retour sur le pont d'envol de l'Arromanches.

Algérie Sikorsky S-55 en novembre 1955

Une année à la 23 S et à nouveau l'envie de voir d'autres horizons, d'où le départ en novembre 1955 pour l'Algérie sur Sikorsky S-55 à Sétif en détachement sur la base du GH 2 commandée par le colonel Crespin.

Algérie Piasecki H21 "banane", juillet 1956

Beaucoup d'entre vous ont connu l'Algérie où j'ai terminé ma carrière militaire avec une affectation à partir de juillet 1956 à la flottille 31 F qui venait de se constituer à Sétif sur Piasecki H 21 sous le commandement du lieutenant de vaisseau Bailly. Retour à la vie civile au début de février 1957 et début de ma carrière de pilote civil en mars avec mon entrée à la société Helicop Air, propriété d'Henri Boris.

Je terminais ma carrière militaire volontairement car je ne souhaitais pas être une nouvelle fois obligé de plier le drapeau, riche de 1000 heures de vol sur des types divers et dans des conditions opérationnelles souvent très difficiles, même en excluant l'aspect purement militaire.

Distinctions :

Valeur militaire : trois citations

Médaille militaire

Carrière civile

Hélicop Air, les années d'apprentissage 1957 / 1961

Départ de la Marine en février 1957 pour entrer à Helicop Air comme pilote, je suis resté dans cette société jusqu'à la décision d'abandon de l'exploitation et transfert des opérations à Héli Union au printemps 1962. Société Héli Union où je suis resté jusqu'en juillet 1993, date de ma mise à la retraite. Dans cette société j'ai occupé pendant plus de 20 ans la fonction de chef pilote puis de directeur des opérations, directeur de l'exploitation et finalement conseiller attaché au président.

La partie Helicop Air de ma carrière m'a servi essentiellement à apprendre les opérations aériennes civiles des hélicoptères, le plus souvent en faisant comme tous mes confrères, c'est-à-dire expérimenter sans cesse de nouvelles utilisations, surtout à partir de 1958, date à laquelle la première Alouette II est entrée dans la société. Mais j'ai aussi eu l'occasion de faire des expérimentations de transport régulier avec une ligne expérimentale en 1958 pendant la saison d'été entre Caen et Le Havre au bénéfice des Courriers Normands à l'aide d'un Vertol 44, opération sans lendemain : quand Helicop Air a demandé une expérimentation entre Nice et Menton avec le même type d'appareil pour l'année suivante, elle lui a été refusée par la DGAC. En 1958 la première version d'Air Inter a demandé une expérimentation de transport de passagers entre Le Bourget et Orly au moyen d'une Alouette IIC. Cette expérimentation a connu le même sort que la précédente du fait de l'interruption de l'activité d'Air Inter. Hormis quelques opérations de transport à la demande les activités de transport régulier vont cesser jusqu'à la création de la ligne saisonnière Nice-Saint-Tropez dans le courant de l'été 1965 en Alouette III. Cette opération sera reprise pendant plusieurs années avant que les besoins en appareils de l'activité pétrolière absorbent toutes nos disponibilités. Elle sera d'ailleurs reprise un peu plus tard par une société locale et perdure encore de nos jours.

Héli Union : la grande aventure 1961-1993

Nous avons commencé l'exploitation avec deux Alouette II en avril 1962 alors que la société avait été créée l'année précédente par Jean-Claude Roussel pour ses besoins personnels. La montée en puissance fut relativement rapide avec, comme première étape, l'introduction de l'Alouette III en avril 1963 qui marquera profondément la société car à un certain moment nous mettions en ligne plus de quarante appareils de ce type. Cette même année 1963 allait voir la première intervention au profit des sociétés pétrolières, en l'occurrence l'assistance à une opération de forage dans le grand Erg oriental au profit de la société El Paso. Cette première opération sera suivie de beaucoup d'autres puisque l'activité au profit des compagnies pétrolières représentera certaines années 75% du chiffre d'affaires et elle conduira nos équipages aux quatre coins du monde mais avec deux pôles essentiels : l'Afrique et l'Amérique du Sud.

L'expansion d'Héli Union s'effectuera selon trois axes essentiels, les activités pétrolières on shore et offshore, les travaux aériens essentiellement en montagne et enfin l'activité formation avec la création du centre de formation de Tarbes. Elle conduira la société à mettre en œuvre au sommet de son développement 125 hélicoptères dans le monde sur quatre continents.

Réglementation

Le développement de nos activités n'a pu se faire qu'au prix d'une modification profonde de la réglementation applicable aux hélicoptères. Il faut préciser à ce stade que les hélicoptères étaient uniquement autorisés à opérer en vol de jour, de plus la licence de pilote de ligne n'existait pas. J'ai donc consacré beaucoup de mon temps à faire évoluer la réglementation d'abord en introduisant le vol de nuit VFR puis la création de la licence de pilote de ligne et enfin la création de la qualification IFR. Par force j'ai donc fréquenté assidument les bureaux du SGAC puis de la DGAC avec un interlocuteur privilégié, Claude Frantzen, dont l'action a toujours été positive et nous a permis de conduire nos opérations avec la plus grande souplesse. À l'époque, il s'agissait souvent de faire confiance à l'opérateur car le nombre d'experts en matière d'hélicoptères était relativement limité. C'est d'ailleurs Héli Union qui a fourni le premier pilote à l'OCV quelques années plus tard.

Claude Frantzen

Mes relations avec Claude Frantzen allaient d'ailleurs constituer la base même de mes activités dans le domaine réglementaire puisque, lorsque l'OACI bien des années plus tard a mis en place un groupe de travail chargé de créer la réglementation internationale en matière de transport aérien, il me demandera de participer en qualité d'expert à la délégation française au groupe Heliops (1985/87). Nous devions par la suite nous rencontrer très souvent dans les instances nationales ou internationales, notamment après la mise en place des JAA puisqu'il a fait partie des autorités qui les ont mises en place alors que j'étais dès le premier

jour le représentant des exploitants européens, fonction que j'ai exercée jusqu'en 2003. J'ai pendant la période 1985 été successivement président de l'EHA, président de l'EHOC et enfin représentant de l'IFHA organisation représentant les opérateurs mondiaux à l'OACI.

J'ai dans ces diverses fonctions joué un rôle actif dans la création et les évolutions de la réglementation concernant les hélicoptères à tous les niveaux, national, européen et enfin mondial. Avant mon départ j'ai pu initier la refonte de certaines d'entre elles notamment au plan mondial pour la révision de règles opérationnelles Annexe 6 et les héliports Annexe 14, la première est en phase de consultation la seconde est encore en cours d'élaboration.

Conseil du Personnel Navigant : 1957 / 2003
GFH Vice-président 1981 / 2003
EHA Président 1985 / 1987
EHOC Président 1987 / 1989
Détenteur du trophée Louis Breguet en 1988 sur proposition anglaise
JAA 1989 / 2003 membres de JBO et groupes de travail
EASA 2002 /2005 Membre du SSCC
AFHSH 2003 Conseiller technique
Représentant ASD en Inde conseiller technique Hélicoptère : 2005

Distinction

Médaille de l'Aéronautique 1976

ALLOCUTION DE RÉCEPTION

David SOUTHWOOD

Directeur du programme scientifique de l'ESA, élu membre associé étranger de l'Académie

Allocution de réception prononcée à la séance du 1er février 2006

Mesdames, Messieurs,

C'est un grand honneur d'être devenu membre de votre prestigieuse académie. Ma carrière scientifique m'a amené à travailler en Angleterre, aux États-Unis et ailleurs. Depuis 1997, j'ai occupé deux postes administratifs au sein de l'Agence spatiale européenne : de 1997 à 2000 en étant responsable de la stratégie pour l'Observation de la Terre et à partir de 2001 en tant que directeur de la Science.

J'ai eu de la chance. Je suis né avec un grand intérêt pour la science et j'habite un monde et une époque où la science est fondamentale. Notre agence s'appelle l'ESA ; c'est-à-dire "Exploration, Science, Application".

À mon avis, la science est un pilier central. C'est avec la science que l'on doit chercher les idées, l'inspiration pour l'avenir. Ceci n'est pas forcément compris par tout le monde. Mais prenons un exemple classique – celui de la navigation par satellites. Quelles sont les origines d'un tel programme ? Les principes ont été élaborés par George Wiffenbach et William Guier du Applied Physics Laboratory, aux États-Unis. Quel était leur motif ? Il s'agissait de déterminer l'orbite de Spoutnik – un défi purement scientifique. C'était leur chef, Frank McClure, qui a très vite compris les implications pour les applications, premièrement pour l'utilisation militaire et actuellement (après 50 ans) pour une multiplicité d'applications quotidiennes. Mais tout ceci date des années 60. Pourquoi est-il important pour l'Europe d'être à la pointe des sciences spatiales en ce nouveau siècle ? On doit répondre que la science est un atout stratégique, pour :

- assurer notre indépendance technologique;
- démontrer nos capacités et notre vision;
- sauvegarder son identité culturelle;
- soutenir l'éducation scientifique.

En tant que directeur à l'ESA j'ai eu de la chance. Nous avons eu deux "*annus mirabilis*" avec une série d'événements sans précédent ; lancement et arrivée en orbite de la première mission européenne vers Mars (Mars Express) ; son petit atterrisseur "Beagle 2" fascine le grand public mais n'arrive pas à destination, notre petit Smart-1 a voyagé très lentement vers la Lune – tout le monde peut voir la Lune – tout le monde connaît Smart-1 ; deux lancements avec la Chine (Double Star 1 et 2) au moment où la Chine se dévoile comme puissance spatiale ; lancement de Rosetta vers la comète Churimyov-Gerasimenko et puis, l'arrivée des images éblouissantes de Mars Express. Mais ce n'était pas tout. Après 7 ans (et plus de 20 ans de travail par plusieurs des scientifiques concernés) la mission Cassini-Huygens est arrivée en orbite autour de Saturne à la suite de deux traversées périlleuses du plan des anneaux. À Noël 2004, Huygens se sépare de Cassini et 20 jours plus tard atterrit avec grand succès sur Titan, la lune mystérieuse de Saturne. Pour moi, l'atterrissage fut l'un des plus grands moments de ma vie. En ce moment, le monde entier connaît l'ESA et le fait que l'Europe puisse explorer les planètes.

Pour l'avenir, à l'ESA nous nous tournons un peu vers les étoiles et au-delà. Nous lancerons Planck en 2008 pour analyser le bruit qui reste du "Big Bang", le "cosmic microwave background". Les signaux contiennent les indices de la structure des lois de la physique. En même temps, nous lancerons Herschel, l'observatoire infrarouge de la prochaine génération. Les astronomes de l'Europe utiliseront cet observatoire pour explorer les origines des galaxies, des étoiles, des planètes, même notre système solaire. Les origines de toute la vie sur Terre, l'humanité incluse, viennent de l'Univers qui nous entoure. Avec les Américains nous construirons le remplaçant de Hubble, le "James Webb Space Telescope". Cet observatoire sera lancé dans la prochaine décennie. Actuellement, c'est toujours Hubble qui voit le plus loin de tous les observatoires du monde. Le JWST verra les premières galaxies de l'Univers. Cette année, nous commençons aussi la construction de la mission GAIA, un projet pour "déconstruire notre galaxie", c'est-à-dire mesurer la position et suivre un milliard des étoiles de la Voie lactée. Cela nous montrera non seulement les étoiles qu'on peut voir mais aussi la "dark matter" qu'on ne peut voir sauf par les effets de la gravité. Plus proche de chez nous, nous retournons étudier notre propre étoile, le Soleil, avec une mission, Solar Orbiter. En ce qui concerne nos prochaines cibles planétaires, elles sont Vénus, nous y arriverons en avril 2006 et Mercure avec Bepi Colombo où nous nous préparons pour recevoir les soumissions industrielles pour la construction.

En conclusion, je répète que la science est à la base de l'activité spatiale. Moi, je me sens très privilégié d'avoir pu participer à des aspects centraux de l'entrée de l'Europe dans l'exploration de notre Univers. Mais cela va continuer, je crois. Le véritable âge d'or de l'exploration spatiale reste encore à venir.

ALLOCUTION DE RÉCEPTION

Robert FEUILLOY

Directeur régional expor de Sagem, élu membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception prononcée à la séance du 19 juin 2006

Cet exposé s'appuie sur une projection de vues en diaporama. Je décrirai d'abord les aspects les plus significatifs de ma carrière dans la Marine de 1964 à 1989, puis mon passage dans la société Sagem et enfin l'activité au sein de l'association ARDHAN.

Entré à l'École navale en 1964, je me spécialise ensuite dans l'Aéronautique navale, suis le cours de pilote au sein de l'armée de l'Air, à Salon en 1968 et à l'école de chasse de Tours en 1969. Ma formation est complétée à Hyères au sein de l'escadrille de chasse embarquée, la 59S, qui m'amène à l'appontage sur Fouga Zéphyr en novembre 1969, à bord du porte-avions Arromanches. Après le stage Fouga, nous enchaînons sur un stage sur Étendard IVM qui s'achève en avril 1970. Je suis alors affecté en flottille de Crusader.

Pilote de Crusader (1970-1975)

Je rallie la base aéronavale de Landivisiau dans le Finistère Nord. Celle-ci est toute neuve, inaugurée en 1967, mais avec des hangars qui ont été transférés de nos bases d'Afrique du Nord. Elle abrite deux flottilles d'Etendard, la 11F et la 16F, une section de Fouga Zéphyr et deux flottilles de Crusader, les 12F et 14F. C'est cette dernière qui m'accueille, avec ses seize pilotes et ses dix avions. Après une vingtaine de séances d'appontages simulés sur piste (ASSP), je suis qualifié à l'appontage sur Crusader début octobre à bord du Clemenceau.

La mission principale des Crusader est l'interception qui est menée dans sa phase initiale par un contrôleur au sol ou à bord. Le pilote en vient alors à acquérir la cible sur son radar de bord, et à prendre l'interception à son compte. Sur un chasseur, l'APQ 104 permet une détection entre 21 et 15 nautiques. Les missiles

air-air emportés par le Crusader sont des Matra 530 ou des AIM-9 Sidewinder. L'avion a aussi quatre canons de 20 mm pour le combat rapproché.

Durant cette période, les embarquements sur le Clemenceau ou le Foch sont de durées inégales et n'excèdent pas 45 jours. En fin 1971, une démonstration de déploiement rapide est effectuée par le Clemenceau et après le départ de Brest, des avions sont catapultés au large du Portugal, ravitaillés en vol et se posent à Dakar. Le jour suivant tout le groupe aérien rallie ce terrain.

Au printemps 1972, la Marine envoie un groupe aéronaval en mer de Norvège et cela a été pour nous, embarqués sur le Clemenceau, une occasion formidable d'intercepter de nombreux avions soviétiques qui eux aussi, venaient voir avec curiosité les Français s'aventurer dans le Nord. Nous avons pu voir de très près des bombardiers biréacteurs Tupolev Badger et des quadrimoteurs Bear.

Je suis qualifié à l'appontage de nuit en mars 1973. Si, aujourd'hui, les pilotes de Rafale sont qualifiés de jour et de nuit pendant la même sortie, ce n'était pas le cas sur Crusader où il fallait une expérience d'une centaine d'appontages de jour avant d'aborder cette discipline de nuit. Un accident d'un jeune pilote en octobre 1970, lors de sa première tentative de nuit avait marqué les esprits. En mai et juin 1973, le Foch entreprend une tournée aux Antilles et aux États-Unis et une partie du groupe aérien peut s'entraîner en Floride avec nos amis de l'US Navy. En octobre, je deviens chef de patrouille, ce qui permet de prendre la tête de six avions et donne accès à une activité aérienne plus grande.

Sur Corsair II dans l'US Navy (1975-1977)

Un échange de pilotes entre la Marine française et l'US Navy a été inauguré en 1973. J'ai la chance d'être envoyé en mars 1975 sur la base de Cecil Field, près de Jacksonville en Floride pour être affecté dans une flottille de Corsair II. Cet appareil est un avion d'attaque "léger". Il n'est pas supersonique mais peut, par contre, larguer douze bombes de 500 livres en une passe, et j'aurai l'occasion de le faire. Il faut d'abord suivre un stage de six mois dans une unité de conversion opérationnelle, le VA 174 équipé d'une trentaine de Corsair II. Mon anglais scolaire se transforme rapidement en jargon aéronautique américain et la cadence de vols est double de celle que j'ai connue jusqu'ici. C'est un paradis ! Je fréquente aussi le VA 45 armé en Skyhawk biplaces et qui enseigne le vol sans visibilité et les procédures de circulation aérienne. La fin de stage comporte une campagne de tirs à Yuma dans l'Arizona, et la qualification à l'appontage est un feu d'artifice, avec 20 appontages dont 8 de nuit en deux journées à bord du porte-avions Franklin D. Roosevelt. Nous voici en août 1975 et je suis immédiatement affecté au VA 46 qui est en Méditerranée à bord du John F. Kennedy. Je rallie mon nouveau porte-avions sagement au mouillage dans la belle rade de Naples. Impression de puissance donnée par sa taille, ses aéronefs entassés sur le pont et ses 5 000 hommes. Je passerai cinq mois en Méditerranée, entrecoupés d'escales. Le groupe aérien comprend deux escadrons de 12 chasseurs F-14 Tomcat, deux escadrons de 10 A-7B Corsair II, 12 avions d'attaque A-6 Intruder, quatre avions de guerre

électronique EA-6B Prowler, quatre avions de guet aérien E-2C Hawkeye, 10 biréacteurs S-3A Viking de lutte anti-sous-marine, 3 RF-8G Crusader de reconnaissance photographique, un avion de liaison C-1A Trader et une huitaine d'hélicoptères SH3-D Sea-King pour la lutte anti-sous-marine et le sauvetage. Le commandant du groupe aérien est un Commander disposant d'un petit état-major qui planifie l'activité aérienne. Les pontées enchaînées sont habituellement d'une vingtaine d'avions mais de nuit, ce chiffre est limité à seize. Les exercices se font souvent en coopération entre les différents types d'appareil et il n'est pas rare de se mesurer aux avions des nations riveraines. Un navire soviétique est très souvent à proximité pour nous observer.

Le 22 novembre 1975, vers 22h00, un drame se produit : le croiseur léger Belknap manœuvrant de nuit, entre en collision avec le Kennedy, mettant le feu aux soutes à carburant. Si l'incendie est rapidement maîtrisé sur le porte-avions, le croiseur brûle toute la nuit et est réduit à l'état de ponton. Étant alors en vol, j'ai pu apprécier le calme avec lequel les contrôleurs du bord ont organisé le déroutement des seize avions vers le terrain de Sigonella en Sicile. Nous sommes ramassés le surlendemain en utilisant une optique de secours située à tribord car celle de babord a brûlé.

En 1976, nous avons effectué plusieurs sorties sur la côte est des États-Unis et à l'automne un déploiement de deux mois en Europe du Nord. Nous perdons un Tomcat tombé à l'eau lors d'un catapultage au nord de l'Ecosse. Comme il était armé de missiles Phœnix et que les fonds étaient faibles, l'US Navy, craignant une intervention des Soviétiques sur l'épave, monta la garde jusqu'à ce qu'un bâtiment spécialisé dans la récupération arrive sur zone.

En janvier 1977, nous repartons en Méditerranée pour six mois. Deux porte-avions américains sont en permanence dans ce théâtre et le John F. Kennedy prend la relève du Nimitz, devant la base navale de Rota au sud de l'Espagne. Nous aurons à nos cotés le Roosevelt relevé ensuite par l'Independence. Les grands exercices se déroulent chaque mois et s'appellent Dawn Patrol, National Week ou Big Game. Un exercice avec la Turquie nous donne l'occasion de survoler longuement ce pays et d'utiliser les champs de tir d'Asie. Nous développons aussi des tactiques d'attaque de bâtiments en utilisant la nuit des éclairants qui descendent lentement sous parachute, créant un halo de lumière, mais gare au respect de l'altitude dans le piqué.

Je quitte à regret mes camarades à l'escale de Malaga fin juillet. La moisson dans l'US Navy est très bonne avec 660 heures de vol et 264 appontages dont 103 de nuit.

Un peu de Crusader et beaucoup de Super-Étendard (1977-1982)

Affecté en août 1977 comme officier en second de la flottille 12F à Landivisiau, je revole sur Crusader et passe le cap des 1 000 heures sur cet avion. Mais deux accidents, dus à un mauvais fonctionnement du régulateur du moteur, paralysent

les avions en janvier 1978. Le Foch, commandé par le capitaine de vaisseau Klotz, nous embarque en février et mars.

Mais la livraison des Super-Étendard approche ; un détachement est créé à Istres en mars 1978 et je suis désigné comme second du capitaine de corvette Maurice Argouse, pilote d'essais qui a participé aux essais des prototypes et qui est destiné à commander la première flottille. Le détachement comporte quatre pilotes et une vingtaine de mécaniciens. Nous suivons des cours au sol, rédigeons la documentation et voletons sur des appareils empruntés à Hyères. Le premier avion est convoyé de Bordeaux à Istres fin juin. Nous volons enfin sur les avions de série 3 et 4 et nous les emmenons à Landivisiau le 27 juillet.

La flottille 11F quitte ses Étendard IVM en septembre et reçoit ses Super-Étendard (SUE) flambant neufs. Les avions sortant d'usine arrivent un par un et nous avons nos douze avions en avril 1979. Ce nouvel avion diffère de son prédécesseur par un système inertiel de navigation et un calculateur d'attaque. La voilure a été modifiée et permet des vitesses d'approche plus basses de 10 nœuds. Le viseur tête haute permet l'appontage en se passant du miroir. L'armement nouveau comprend le missile anti-navires AM39 Exocet et l'arme nucléaire tactique AN52.

Nous embarquons sur le Foch en décembre 1978. Une mire a été peinte sur l'avant du pont et le pilote doit amener un repère du viseur en superposition avec la mire pour être sur la bonne pente. Tout se passe très bien. Deux autres flottilles sont transformées en 1979 et 1980. J'effectue le premier appontage de nuit d'un SUE, à bord du Foch le 17 janvier 1980. C'est le début d'un grand changement dans les capacités du groupe aérien. En effet, les Étendard n'opéraient que de jour et désormais tous les avions du bord étaient capables des missions de nuit. Je prends le commandement de la 11F en mai 1980 et obtient de l'état-major un renforcement de l'activité de nuit à terre et à bord. Ceci nous permettra d'atteindre un niveau supérieur d'entraînement. Tous les pilotes de la flottille vont être qualifiés de nuit. Ils auront ainsi droit à 220 heures de vol par an au lieu de 180 heures.

En 1981, les pilotes argentins viennent s'entraîner sur les SUE qu'ils viennent d'acquérir et je me lie d'amitié avec eux sans me douter que l'année suivante éclatera le conflit des Malouines.

Cette année-là la flottille arrive à son plein épanouissement, et participe à des missions d'assaut massives de 18 avions à partir du bord contre des objectifs navals figurant l'Eskadra soviétique.

À mon départ en mai 1982, le Foch pourra lancer pour la première fois de nuit un assaut de 12 Super-Étendard. Ceci requiert de la part du commandant du porte-avions une certaine prise de risque, mais des précautions sont prises comme par exemple celle d'une permanence en vol d'un ravitailleur.

Les Irakiens (juin à octobre 1983)

Admis à l'École de guerre navale en septembre 1982, j'y subis des exercices sur papier fort ennuyeux et je saisis une occasion de m'en échapper. La direction du personnel recherchait un officier pour encadrer l'entraînement d'Irakiens sur Super-Étendard. Le gouvernement français avait en effet décidé de leur prêter cinq avions en attendant la livraison de Mirage F1 capables de tirer l'Exocet.

Le détachement arriva à Landivisiau en juin 1983. Il comprenait six pilotes et 40 mécaniciens. Les pilotes âgés de 26 à 31 ans, avaient un minimum de 400 heures de vol, dont au moins 200 sur Mirage F-1. Nous devions les entraîner au vol en patrouille, au ravitaillement en vol, à l'assaut avec l'Exocet AM39, au vol sans visibilité et au vol de nuit. Ils effectuèrent chacun, en Bretagne, une cinquantaine d'heures de vol. Le ministre de la Défense, Charles Hernu, subissant de fortes pressions de Téhéran, hésitait à donner le feu vert pour le convoyage des cinq avions promis. Toutefois, le président Mitterrand décida finalement de poursuivre son soutien au régime de Bagdad.

Le convoyage

Le 7 octobre 1983 les Super-Étendard n°65 à 69, pilotés par les marins qui avaient servi d'instructeurs, quittèrent discrètement Landivisiau et se posèrent à Solenzara. Le lendemain, ils rejoignirent notre Clemenceau en Méditerranée orientale. Les mécaniciens du bord effacèrent nos cocardes. La partie la plus délicate du trajet allait débuter. En effet, nous allions devoir pénétrer dans l'espace aérien turc au niveau d'Antalya, puis suivre la frontière syrienne où de mauvaises surprises demeuraient possibles, avant de basculer en Irak jusqu'à la base de Qayarah West à 60 km au sud de Mossoul. Nous fûmes catapultés avec trois bidons de carburant et sans la moindre arme à bord – pas même d'obus pour nos canons. Et nous suivîmes le trajet prévu, badin à 550 nœuds dans la dernière portion, sans rencontrer la moindre difficulté. Après l'accueil par un colonel irakien, nos avions furent installés dans des alvéoles individuels. Nous repartîmes le lendemain, à bord d'un Falcon à l'exception d'un pilote et de quatre mécaniciens laissés sur place. Une fois posé au Bourget, je m'amusai des manchettes de journaux qui évoquaient le possible convoyage des Super-Étendard : Partira ou partira pas ?

Chef du groupement opérations du Foch (1984-1987)

Une fois passé cet intermède irakien je rejoignais le Cours supérieur interarmées à Paris. J'en sortais en février 1984 et acceptais une mission d'officier de liaison à bord du John F. Kennedy qui était au large du Liban aux côtés du Clemenceau. Puis je fus désigné pour le Foch comme chef d'un des quatre groupements de services. Le groupement opérations regroupait quatre services : détection, artillerie, transmissions et vols, soit 350 personnes. Le service vols préparait l'activité aérienne du lendemain tout en proposant des solutions de rechange aux missions en cours quand un imprévu se produisait. Les trois autres services se complétaient parfaitement dans la préparation et l'exécution des

missions, souvent imbriquées au sein d'une force navale commandée depuis le croiseur Colbert ou à partir du porte-avions.

Le groupe aérien n'avait pas changé et comprenait 16 SUE, 4 Crusader, 3 Étendard photo, 8 Alizé et quatre hélicoptères Lynx et Alouette III pour les liaisons et le sauvetage.

J'effectuerai avec le Foch une trentaine de sorties en mer, en Méditerranée et en Atlantique, mais je ne parlerai à titre d'exemple que de celle de l'automne 1984.

Mission Mirmillon (22 septembre-13 novembre 1984)

Les troupes françaises encore présentes au Tchad entreprennent leur retrait par voie aérienne et la France craint une opération hostile des forces libyennes sur ce contingent français

L'escadre de la Méditerranée reçoit alors la mission de faire peser une menace sur la Libye. La mission est d'ordre dissuasif, mais pour cela il faut se montrer et l'escadre, incluant le Foch et le Colbert, patrouille au large des côtes libyennes. Deux sous-marins vont observer la côte. Il y a aussi des patrouilles d'Atlantic. Le seul fait important est au bout de quelques jours le survol du Colbert par un avion militaire libyen.

Le Foch n'a malheureusement qu'une seule catapulte disponible, ce qui ne l'a pas empêché de mener un entraînement intensif pour un assaut de nuit. C'était la 11F qui devait éventuellement procéder à des frappes nocturnes à basse altitude et avec des bombes freinées. Les objectifs étaient des bases aériennes, des centres de transmission et des sites radars. Deux Crusader assuraient en vol la sécurité du retour et deux Alizé patrouillaient la zone maritime. Cet entraînement en grandeur réelle s'est fait trois fois.

L'Aviso-escorteur Protet (1987-1988)

Ce poste de chef opérations me qualifiant pour commander un bâtiment, je reçois le commandement du Protet en avril 1987. L'escorteur de 2000 tonnes a un équipage de 170 hommes. Il est armé de 4 MM38 Exocet, de deux canons de 100 mm et de deux canons de 40 mm. Il est basé à Djibouti et sa mission principale est de protéger le trafic des navires marchands français dans leur transit dans le golfe Persique. Au beau milieu des hostilités entre l'Irak et l'Iran, les belligérants ont attaqué des navires occidentaux dans le Golfe. Je vais donc patrouiller à proximité de nos pétroliers qui sont rassurés par notre présence. Aucune attaque ne sera prononcée et pourtant le détroit d'Ormuz est en permanence fréquenté par des corvettes iraniennes, très agressives à la radiophonie et qui prétendent tout contrôler. Le contre-amiral Lanxade, qui commande les forces maritimes françaises en Océan indien, est un chef idéal et me laisse une grande liberté d'action.

Il y a beaucoup de monde dans ce golfe et journellement nous croisons des croiseurs et frégates américains, de temps en temps une frégate britannique tandis

que les bâtiments soviétiques observent, au mouillage. Le 17 mai, la frégate américaine Stark, qui s'est aventurée dans la zone interdite par les Irakiens, encaisse deux missiles Exocet tirés par un avion. Il y a plusieurs morts. Le 16 juillet la France rompt ses relations diplomatiques avec l'Iran et décide l'envoi du Clemenceau et son escorte. Les Iraniens font sortir en août, une bonne partie de leur flotte et je peux ainsi venir très près photographier leurs Sea-King embarqués, tandis que nous sommes survolés par des P-3 Orion de leur aviation.

Le groupe du Clemenceau arrive sur zone en août, mais il ne rentrera pas dans le golfe arabo-persique. Je dois cependant ramener le Protet en octobre pour un carénage de six mois à Lorient et quand je rallierai Djibouti en juin 1988, j'embarquerai mon successeur, au passage, à Port-Said.

Officier de programme du porte-avions (1988-1989)

Me voici affecté à l'état-major de la Marine que je rallie en juillet 1988. Le futur porte-avions Charles de Gaulle est entre mes mains ou presque. Les premières tôles ont été découpées en novembre 1987, mais il reste de nombreuses choses à régler avant son entrée en service prévue en 1996, comme l'architecture du système de combat et le système de tranquillisation de plate-forme. Hélas en août intervient un décalage de six mois puis deux mois plus tard un autre de 18 mois, pour raisons financières. Mon vis-à-vis à la DCN est l'ingénieur en chef de l'armement Rémon-Beauvais et nous examinons les conséquences de cet étalement de deux ans, qui sont très mauvaises. L'étalement engendre un coût supplémentaire et c'est la spirale infernale qui amène à proposer la suppression de capacités pour rester dans l'enveloppe budgétaire. Je décide alors de quitter la Marine.

À la SAGEM depuis 1990

Après un premier emploi à l'Électronique Serge Dassault en décembre 1989, je rentre en avril 1990 à la Sagem où l'on vient de créer une direction des affaires internationales et où mon expérience américaine me permet de prendre en charge une vaste zone comprenant les États-Unis, le Canada, le Royaume-Uni, l'Australie et la Nouvelle-Zélande, et la Belgique de surcroît. Voilà qui est passionnant et je deviens un voyageur fréquent. Mais c'est trop embrasser et je dois céder le cinquième continent à un collègue en 1997. De plus la part internationale des marchés de la Sagem n'a cessé d'augmenter, avoisinant les 60%. En se regroupant en 2005 avec la Snecma, la Sagem s'est en fait dédoublée en deux sociétés distinctes : Sagem Défense et Sécurité, où je suis, et Sagem Communications.

L'attrait de l'Histoire : l'ARDHAN

J'ai commencé à m'intéresser à l'histoire de l'aéronautique navale en 1970, quand je suis arrivé dans cette belle flottille de Crusader qui portait l'insigne du corsaire borgne, porté en Indochine en 1954. Les pilotes les plus anciens venaient des Corsair et m'intriguaient. Cette curiosité est devenue une passion et quand en 1991, l'amiral Guirec Doniol a pris l'initiative de créer une Association pour la

Recherche de Documents sur l'Histoire de l'Aéronautique Navale (ARDHAN), je l'ai rejoint. De la douzaine de fondateurs, nous sommes devenus 900. J'assume la tâche de secrétaire général de l'association depuis 15 ans et espère un remplacement… Nous avons édité, depuis 1993, le fruit et la synthèse de nos recherches dans une vingtaine de livres et une douzaine de cahiers. Les sujets sont tour à tour académiques ou biographiques et le tirage varie entre 1 000 et 2 500 exemplaires. Les prévisions d'édition nous projettent en 2011.

La Section V

Après l'édition par l'ANAE de l'important ouvrage Les Français du Ciel, sous la direction de Lucien Robineau, j'espère convaincre Pierre Sparaco de proposer à l'Académie plusieurs sujets d'étude s'inscrivant dans l'histoire de l'aéronautique militaire française. Nous avons d'abord à boucler, sous la houlette de Pierre Sparaco, le lexique franglais-français.

Je vous remercie de votre aimable attention.

UNE CARRIÈRE HEUREUSE DANS LA RECHERCHE AÉROSPATIALE
ou
De la rentrée dans l'atmosphère… aux planches du théâtre !

Philippe CAZIN

Ancien directeur de la Stratégie et de l'action commerciale à l'Onera, élu membre titulaire de l'Académie

Extraits de l'allocution de réception prononcée à la séance du 27 septembre 2006

Je commencerai par une petite explication de texte relative au titre : je n'ai pas la prétention de dire que ma carrière a été un événement heureux pour la recherche aérospatiale, mais je veux affirmer que j'ai personnellement été heureux dans ce milieu de la recherche. Par ailleurs je me sens proche des dinosaures, c'est-à-dire des espèces disparues ou tout au moins en voie de disparition, puisque j'ai accompli pratiquement toute ma carrière dans le même organisme, et dans le même lieu, Châtillon-sous-Bagneux : exactement le contraire de la mobilité que l'on recommande vivement aux jeunes étudiants !

Sorti de l'École centrale de Paris en 1962, j'ai eu la chance de rencontrer, après mon service militaire, Pierre Contensou qui était alors directeur des études de synthèse à l'Onera, et qui sera ultérieurement un des membres fondateurs de l'ANAE. Apprenant que je souhaitais travailler dans un secteur de pointe tel celui de l'énergie nucléaire avec lequel j'étais en contact, il me suggère alors d'envisager aussi le domaine aérospatial. Et pourquoi pas l'Onera ? Ce sigle m'étant totalement inconnu, je décide d'aller voir de plus près ce grand organisme, et j'y rencontre des ingénieurs passionnés tels Jacques Bouttes et Roger Marguet : celui-ci se fait très convaincant, et m'embauche. Pendant près de deux années je travaille sur deux

études que je trouvais fascinantes…et qui m'ont appris le métier : il s'agissait du "planeur de rentrée" ancêtre du futur, et défunt "Hermes", et du "lanceur atmosphérique" avion spatial sensé décoller d'une piste, se satelliser puis atterrir sur un aérodrome comme un vulgaire Boeing.

Puis l'envie de me frotter à des études plus appliquées me gagne : par chance, Roger Marguet me confie d'importantes responsabilités dans l'opération "Électre", dont l'objet était l'étude des phénomènes radioélectriques qui accompagnent la rentrée à grande vitesse dans l'atmosphère d'une ogive balistique ou d'un planeur spatial. Le lanceur expérimental "Tibère" à trois étages, dont le 3e étage de Diamant A, est étudié et construit ; son premier vol sera réalisé avec plein succès en 1971. Le tir est effectué depuis la base "Électre" située au Centre d'essais des Landes, et observé depuis des stations réparties le long de la côte. La rentrée dans l'atmosphère de la capsule "Électre" sera accompagnée d'un étonnant phénomène lumineux qui sera visible dans toute la France et qui fera l'objet de commentaires extrêmement fantaisistes dans toute la presse !

C'est alors que je réalise qu'il serait bon que je découvre un autre monde aéronautique, sinon je risquerais de rester à l'Onera jusqu'à la retraite. Je donne donc ma démission quelques jours après ce lancement réussi. À cette époque, il suffisait encore de lever la main pour obtenir des offres d'embauche ; parmi celles-ci je me décide pour une petite société qui fabriquait des équipements pour l'aviation, la marine, les véhicules terrestres : c'était Vibrachoc qui appartenait à Roger-Patrice Pelat, grand ami du Président de la République, et dont on découvrira plus tard le profil pour le moins "sulfureux" ! D'une part le personnage avait un contact très chaleureux et sympathique, d'autre part j'avais probablement à l'époque une certaine naïveté "onérienne" ! Comme directeur commercial, j'ai passé deux années très intéressantes dans cette société qui avait plusieurs filiales à l'étranger, tout en découvrant un style de management un peu spécial ! Si bien qu'en 1973 je décide de retourner à l'Onera.

J'y retrouve avec plaisir mon complice Marguet qui m'inoculera le virus de la propulsion "stato". En 1973, pendant la guerre du Kippour, les aviateurs israéliens se heurtent à la défense sol-air syrienne utilisant un nouveau missile, le SA6, propulsé par un "stato-fusée". Par ailleurs, des chercheurs de l'Onera, Marcel Barrère et André Moutet, avaient déjà travaillé sur ce nouveau système propulsif : le pragmatique Marguet en saisit vite l'intérêt militaire et convainc le ministère de la Défense de lancer un démonstrateur ; en 1974 le contrat est confié à l'Onera, qui s'associera avec la division des Engins tactiques de l'Aérospatiale et la SNPE, votre serviteur étant le responsable du programme. La réalisation sera rapide, puisqu'un premier essai en vol, parfaitement réussi, eut lieu en juin 1976, précisément le jour des 6 ans de mon second fils qui persuadera ses copains de classe que son papa lançait des fusées pour son anniversaire !

Ces nouvelles compétences acquises par l'Onera et les industriels associés incitèrent le ministère de la Défense à aller beaucoup plus loin en envisageant la modernisation de la composante aéroportée de la force de dissuasion, grâce à

l'utilisation d'un missile hautement supersonique propulsé par statoréacteur : ce sera l'ASMP (Air-Sol-Moyenne-Portée) porteur d'une charge nucléaire puissante. Le programme sera confié en 1978 à l'Aérospatiale / Engins tactiques qui associera étroitement l'Office à tout le développement, votre serviteur en coordonnant tous les travaux. La mise en service opérationnel eut lieu en 1986, le missile ASMP, qui n'a pas d'équivalent dans le monde, équipant alors Mirage IV, Mirage 2000, Super-Étendard, et ultérieurement Rafale. Le prix "Science et Défense" sera attribué par le ministre à une équipe mixte Aérospatiale-Onera, dont moi-même.

La suite est plus classique, avec de progressives évolutions de carrière : coordinateur missiles, directeur pour les systèmes et l'espace, directeur de la stratégie et de l'action commerciale. En 1999, ayant d'autres projets en tête, je décide de prendre ma retraite sans abandonner ce passionnant monde aéronautique : haut conseiller à l'Onera, participation aux États-Unis à la célébration du centenaire du premier vol des frères Wright, membre de groupes du Conseil scientifique de la Défense ayant travaillé sur la défense anti-missiles de l'Europe, sur les drones UAV, sur les UCAV, etc…

Et surtout la famille, les petits-enfants, le vélo, le ski…. et le théâtre amateur qui m'occupe beaucoup. À ce propos, il y a des points communs entre la recherche aérospatiale et le théâtre ; en effet pour ces deux activités :

- sauf si on a un talent inné, on ne réussit qu'avec de la rigueur et du travail ;
- on tisse de profonds liens amicaux avec ses collègues hommes ou femmes ;
- il y a des occasions d'avoir le trac. Or je ne l'ai pas du tout, ni pour faire un exposé technique, ni pour jouer au théâtre. Or vous savez ce que disent les comédiens ? "Le trac ne vient qu'avec le talent !". Je conclurai donc mon petit exposé avec ce vibrant espoir : **Vivement que j'attrape le trac !!!**

40 ANS DANS L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE...

Pierre DUBOIS

Ancien président-directeur général de MBDA France,
élu membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception présentée lors de la séance du 24 novembre 2006

Je suis né Lyonnais, mais je suis un Toulousain d'adoption, car arrivé à Toulouse à l'âge de 20 ans. Je vis actuellement à Paris.

Ma vie professionnelle se résume à 40 années dans l'industrie aéronautique, toutes passées au sein d'Aérospatiale, de Sud-Aviation à EADS. Rien ni personne dans mon entourage ne m'y avait préparé. Je voulais être électronicien et intégrer une école spécialisée. Cela aurait pu être Grenoble. J'ai préféré Toulouse, plus éloignée du creuset familial. Et c'est par hasard que je suis entré à Sud-Aviation, parce qu'elle me proposait une année de stage, avant mon service militaire.

Entré par hasard... j'y suis resté 40 ans ! L'accueil initial fut formidable et ensuite, au contact de personnalités remarquables et passionnées, je suis moi-même devenu "accro" aux produits, et aux programmes auxquels j'ai eu la chance de participer.

Essais en vol

À Sud-Aviation, je suis donc entré deux fois :

En 1962, comme stagiaire aux essais en vol, j'ai dépouillé les enregistrements effectués à bord de la Caravelle 001 pour certifier le système d'atterrissage tout temps destiné à Air Inter. Le chef pilote d'essais s'appelait André Turcat. Mon baptême de l'air remonte à cette époque… en fait, une bonne centaine de "touch and go" avec parfois un tournevis à la main.

J'y suis revenu, en 1964, affecté cette fois au département Mesures, qui préparait l'installation d'essais du programme Concorde.

Tout était nouveau, même pour les plus anciens d'entre nous. Nous étions enthousiastes et fiers d'être des acteurs de cette aventure, j'en garde des souvenirs extrêmement vivaces et quelques anecdotes :

- les bivouacs au hangar Air France où était assemblé le proto, pendant la phase de montage de l'installation d'essais ;
- le suivi des vols d'essais en salle de télémesure.Je me souviens en particulier de l'écoute, en temps différé, des conversations équipage de l'atterrissage aux Açores du Concorde qui transportait le Président Pompidou. Le commandant de bord s'appelait Jean Pinet ;
- je revendique haut et fort un exploit personnel pour avoir obtenu, le jour même du premier vol de Concorde, les autographes des quatre membres de l'équipage sur l'enveloppe commémorative de ce vol historique.

Je suis resté neuf ans à la direction des essais en vol de Sud-Aviation, devenue entre temps Aérospatiale.

Après ces campagnes d'essais, et dans l'attente des programmes suivants – nous étions en 1974 et ni l'A310, ni l'A320 n'étaient encore d'actualité – j'ai souhaité vivre une nouvelle expérience, si possible sans quitter Toulouse …ni les avions.

Les ressources humaines

Et j'ai rebondi…. aux ressources humaines. D'abord adjoint au directeur des affaires sociales, j'ai hérité de ce poste que j'ai tenu jusqu'en 1982.

Mes débuts dans cette fonction furent difficiles dans un contexte de mévente avions et de baisses de charges. Nous avons bloqué les embauches et déplacé plus de 200 personnes vers Marignane. Les relations étaient tendues avec les syndicats, qui s'opposaient à ces mesures et dont certaines manifestations – je me souviens d'une remise de clef de la Caravelle destinée à la compagnie Sterling – étaient pour le moins inopportunes.

Heureusement, avec les ventes de l'A300, l'arrivée de nouveaux programmes, et le retour des personnels déplacés, l'atmosphère a changé. Nous avons mis en place de nouvelles formes d'organisation, pu embaucher des personnels de qualité. Nous avons aussi restauré le dialogue social… avec ceux qui voulaient bien dialoguer.

L'avionique Airbus

Cet épisode RH, inattendu, fut déterminant pour la suite.

Nous sommes en 1982, avec l'avènement de l'avionique numérique, la division Avions veut conforter sa maîtrise d'œuvre systèmes. Elle rassemble des activités et des moyens existants, en les renforçant, au sein d'une direction nouvelle chargée de développer certains calculateurs embarqués.

Jean Pierson me demanda dans un premier temps d'établir un schéma d'organisation, puis d'en prendre la direction. Ce choix fut confirmé par Jacques Plenier lorsqu'il se rattacha cette activité sous l'appellation de direction de

l'Avionique et des Systèmes. Cette démarche, déjà présente sur l'A300, s'est pleinement concrétisée avec le programme A310, pour lequel nous avons réalisé une large gamme de calculateurs.

Elle s'est renforcée sur A320, avec l'arrivée des CDVE et un ciblage plus pertinent des matériels à réaliser, ainsi que par une coopération accrue avec le bureau d'études et certains équipementiers, dont Sextant. Elle s'est perpétuée, avec bonheur je crois, sur les programmes A330, A340, A380 et A400M.

En parallèle aux réalisations avioniques, nous avons développé une relation étroite avec les compagnies aériennes en leur proposant une méthode nouvelle de maintenance de l'avionique, à base de testeurs automatiques ATEC. Ces systèmes de test ont été vendus à presque tous les clients d'Airbus, à des compagnies clientes de Boeing, comme JAL, ainsi qu'à la DGA et à Dassault pour les programmes Mirage F1, Super-Étendard et Mirage 2000. J'ai eu, dans cette fonction, la chance de pouvoir diriger une quasi-filiale, bien intégrée à la stratégie de la division et appuyée par son bureau d'études.

Nous avons pu investir dans des locaux et des moyens adaptés, embaucher de jeunes ingénieurs pour assurer la relève technologique nécessaire aux futurs programmes et contribué à conforter la maîtrise d'œuvre systèmes de la division Avions.

La maintenance aéronautique

En 1990, j'ai quitté Toulouse pour Bordeaux, et la division Avions pour la Sogerma. À partir de ce jour je n'aillais plus jamais accompagner une activité en croissance, mais œuvrer pour des secteurs en difficulté.

La maintenance, c'est un tout autre métier, quasiment celui d'une station service… en concurrence avec les filiales entretien des grandes compagnies aériennes et les structures délocalisées à bas coût.

Il fallait adapter Sogerma, de culture aérospatiale, à cette concurrence. Un travail ingrat, jamais achevé. Heureusement j'ai eu la chance, en parallèle à mes activités bordelaises, de diriger les deux filiales exotiques de Sogerma : Maroc Aviation à Casablanca – 100 Marocains pour deux Français – et Barfield à Miami – 500 Américains et aussi deux Français. J'en conserve d'excellents souvenirs, avec des relations de travail assez éloignées des nôtres, aussi bien au Maroc qu'aux États-Unis, bien que dans des registres différents.

Les missiles

Je ne suis resté que quatre ans à Bordeaux, jusqu'à ce que le président Gallois me demande de rejoindre, à Paris, la division engins tactiques dirigée à cette époque par Jean-Louis Fache. J'en ai pris la présidence au moment de sa mise en filiale, en 1996, et l'ai accompagnée dans ses changements de périmètres successifs.

Contraints de nous adapter à la réduction des budgets de Défense, nous avons dû fermer plusieurs sites secondaires en région parisienne et regrouper à Bourges

l'ensemble des fabrications. Ces mesures qui ont entraîné le transfert de 500 emplois vers Bourges ont permis à la filiale Missiles, par ailleurs fortement soutenue par la division Avions, de rééquilibrer son compte d'exploitation, tout en conservant la maîtrise de programmes importants.

L'ASMP-A, dont nous a parlé notre ami Philippe Cazin lors de sa récente présentation, est un missile nucléaire tactique Air Sol à statoréacteur embarqué sous Mirage 2000N et sous Rafale.

L' Exocet qui était, et est toujours, dans ses différentes versions, le missile le plus exporté, plus de 3500 exemplaires ont été produits à ce jour.

Et Aster, qui est un système de défense anti-missiles qui existe en deux versions, navale et terrestre. La version navale est actuellement opérationnelle sur le porte-avions CDG et sur les frégates livrées à l'Arabie Saoudite. Notre académie a décerné à Aster son grand prix 2004, en la personne de Michel Allier, et en complément à la présentation qui en a été faite devant vous à cette occasion, je vous propose un très court extrait du film tourné sur le porte-avions, lors du premier tir opérationnel en octobre 2002. Cet essai a eu lieu au Centre des essais de la Méditerranée contre une cible subsonique simulant l'attaque d'un missile mer-mer, à très basse altitude et à très courte distance.

Commentaires : d'autres tirs ont eu lieu depuis à partir du porte-avions, qui se sont tous avérés satisfaisants.

Au cours de l'année qui a précédé mon départ de MBDA j'ai eu à fusionner les activités missiles d'Aérospatiale et de Matra-France. À cette occasion j'ai dû fermer l'établissement Matra de Salbris, pas franchement encouragé par Jean-Luc Lagardère, Salbris ayant été le berceau de l'activité Missiles tactiques de Matra.

J'ai également lancé une importante modification de l'Exocet visant à tripler son rayon d'action, en l'équipant d'un turboréacteur et à le doter d'une capacité d'attaque à terre. Le premier tir missile complet de cette nouvelle version a eu lieu avec succès en septembre dernier.

La retraite

À mon départ à la retraite en 2003, j'ai souhaité exercer une activité de conseil à temps partiel. Puis j'ai accepté la proposition de la DCN de diriger une de ses filiales, chargée de la promotion de ses produits à l'exportation. Je partage donc mon temps entre Bruxelles où est implantée cette filiale, et Paris, siège de DCN et Armaris. Sans compter les missions à l'étranger et mes retours aux sources toulousaines.

J'essaie de conjuguer cette activité avec l'art d'être grand-père, deux de mes trois fils ayant chacun trois enfants. J'essaie aussi de cultiver l'art plus difficile de rester un père à la page pour ma fille, étudiante en droit.

Et, bien entendu, je suis heureux de participer à vos travaux depuis que vous m'avez fait l'honneur de m'accueillir au sein de cette Académie. Ce dont je vous remercie très vivement….. ainsi que de votre attention à mes propos.

38 ANS DE PASSIONS AÉRONAUTIQUES

Brigitte REVELLIN-FALCOZ

Ancien commandant de bord Air France,
élue membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception présentée lors de la séance du 24 novembre 2006

Quelques lignes en première partie sur mes 38 ans de passions aéronautiques. Puis un exposé plus universitaire sur le travail que j'ai initié en 2006 dans le cadre de préparation d'un diplôme universitaire à l'UFR de Paris 5e.

- 17 ans : brevetée pilote privé avion ;
- 20 ans : instructeur avion, planeur, voltige, qualification montagne… ;
- 27 ans : commandant de bord à TAT sur F27 ;
- Naissance de mes deux enfants ce qui oriente mon choix de carrière vers Air Inter ;
- 37 ans : commandant de bord Air Inter sur Mercure ;
- Commandant de bord Air France sur Airbus 320 ;
- 50 ans : 10.000 heures de vol ;
- CDB, chargée de mission auprès du chef pilote d'Air France ;
- 2002 : départ d'Air France suite à une perte d'aptitude médicale.

Aujourd'hui par la force des événements je dispose d'un peu plus de temps…

1) Un peu plus de temps pour les miens : Avec Bruno, un peu plus de temps pour les nôtres. Pour nos 6 enfants/beaux-enfants (dont quatre pilotes de ligne). Et pour nos 8 petits enfants.
2) Un peu plus de temps vers les autres : Vers des pilotes autrement capables au sein de la mission Bleu Ciel avec la signature en 2003 de l'arrêté ministériel permettant aux pilotes handicapés des membres inférieurs d'accéder à la licence de pilote professionnel avion CPL-A afin d'exercer des missions de travail aérien à l'exclusion de tout transport commercial de passagers.

3) Un peu plus de temps pour continuer d'apprendre :

2001 : IHEDN, participation aux groupes de réflexion du "réseau Ader" en tant que colonel dans la réserve citoyenne de l'armée de l'Air ;

2003 : ANAE, correspondante puis titulaire ;

2005/06 : Cycle universitaire "Facteurs Humains", UFR Biomédicale de Paris 5e dans une démarche "sécurité des vols".

Facteurs humains : la conscience de la situation

Meilleure en termes de sécurité que la route et le rail, l'aviation commerciale est le moyen de transport le plus sûr avec un niveau de sécurité de 10^{-6} (un accident pour un million de vols). Pour autant ce niveau de sécurité n'est pas satisfaisant, compte tenu de la prévision d'augmentation du trafic aérien, laissant présager une catastrophe majeure par semaine d'ici 2025. C'est pourquoi, même dans un système sûr, il faut continuer à raisonner "risques" et ne plus se contenter des chiffres rassurants de la sécurité des vols par rapport aux autres modes de transport. L'accident est certes rare mais le risque est omniprésent. Il est souvent difficile de déceler ce risque en exploitation normale. Il faut malheureusement un accident pour mettre en évidence certains dysfonctionnements ou dérives récurrents.

Au-delà des problèmes techniques et dans une perspective d'analyse des erreurs humaines, la NASA a lancé, il y a 20 ans, un vaste programme d'études : il a mis en évidence l'importance de la "situational awareness" ou conscience de la situation (CS) comme étant au cœur de cette gestion du risque. En effet, une étude rapporte que 86% des accidents d'avions attribués à des erreurs humaines relèveraient en fait d'un problème de la conscience de la situation (Endsley, 1995). Ce chiffre revêt d'autant plus d'importance quand on sait que 70% des accidents aériens proviennent d'un cumul de facteurs contributifs ou erreurs PNT.

Ceci revient donc à dire que les deux tiers des accidents aériens sont dus à une mauvaise conscience de la situation par les pilotes entraînant des actions/non actions ou des décisions accidentogènes.

Même si, dans un futur encore lointain, il n'y aura peut-être plus de pilote à bord, dans des avions entièrement automatiques, d'ici là il est essentiel de continuer à améliorer tout ce qui peut contribuer à donner à l'équipage une meilleure performance dans un but sécuritaire. Il faut savoir et admettre que la situation perçue par l'être humain n'est pas le reflet exact de la réalité.

En conséquence, il est fondamental pour les PNT de :

- comprendre les processus cognitifs complexes d'élaboration de la CS et ses trois niveaux d'élaboration (perception, compréhension, décision) ;
- connaître les différents pièges et risques se glissant dans les processus d'élaboration et d'acquisition CS ;
- mieux identifier ses limites humaines et mieux maîtriser ses propres "stresseurs" FH ;

- admettre que l'erreur humaine est partie intégrante du système cognitif. Ce n'est ni une défaillance ni une pathologie. (Les erreurs sont la base des stratégies des ressources mentales et servent d'alarme et de précurseurs de conséquences plus sérieuses).

Objectifs du sondage

Dans le domaine des facteurs humains, l'objectif de ce sondage est d'obtenir une photographie d'ensemble des perceptions et des vécus par les PNT des différents facteurs pouvant altérer l'élaboration et l'acquisition de la conscience de la situation dans la conduite de leur métier.

Ce sondage a permis de répondre à plusieurs questions :

1) Quels sont les principaux facteurs pouvant altérer la conscience de la situation ?
2) Quels sont, en termes de facteurs humains, les différents points de vulnérabilité dans l'élaboration de la conscience de la situation par les PNT ?

Méthode de travail

Pour mettre en évidence ces facteurs, la méthode choisie a été de consulter une centaine de pilotes de ligne de compagnies aériennes différentes, en respectant la typologie standard (long-courrier/moyen-courrier ; commandant de bord/officier pilote ; homme/femme, etc.).

Le choix de ce sondage s'est porté sur une méthode de questionnement, questions ouvertes et fermées, via Internet ou sous forme d'entretiens individuels.

L'élaboration du questionnaire s'est faite en deux temps :

1) La maquette du questionnaire a été testée dans un premier temps par des correspondants FH travaillant en compagnies aériennes, deux instructeurs, deux CDB, 2OPL.
2) Le questionnaire a été ensuite diffusé durant l'été 2006 auprès des PNT.

Il ne m'est pas possible de présenter dans le cadre de ce résumé l'ensemble du travail (60 pages) et les résultats des différentes grilles du sondage. Il est néanmoins évident que l'amélioration de la sécurité des vols doit passer par une prise en compte **considérablement renforcée des facteurs humains**.

La poursuite des études expérimentales pourrait à ce titre fournir des pistes de réflexion pour aider les PNT à avoir une meilleure conscience de leurs limites et à savoir détecter les signes avant coureurs d'une altération possible de leurs performances. Dans ce cadre, je poursuis en 2006/2007 un autre cycle universitaire au sein de l'UFR biomédicale de Paris 5e orienté sur le stress professionnel de façon à continuer avec des spécialistes et médecins l'analyse des différents marqueurs qui ont été actualisés ou révélés lors de ce sondage PNT 2006. Un des axes de travail sera de tenter de mettre en évidence l'effet cumulatif de différents "stresseurs privés" et professionnels.

Aujourd'hui tous les acteurs de la sécurité des vols doivent continuer à se relayer ce message :

Les FH font partie intégrante du socle de la sécurité des vols.

- Le SAVOIR et le SAVOIR FAIRE ne suffisent plus
- Il faut renforcer le **SAVOIR ÊTRE** : ce qui implique une forte appropriation de la démarche FH par tous les acteurs de la chaîne sécuritaire.

Faire un pas de plus vers la sécurité des vols.

Ne serait-ce pas de mieux identifier ses propres limites ?

Et de les accepter…

AÉRONAUTIQUE EN ITALIE
NOTES HISTORIQUES

Massimo RIZZO

Ancien secrétaire général d'Alenia, élu membre titulaire de l'Académie

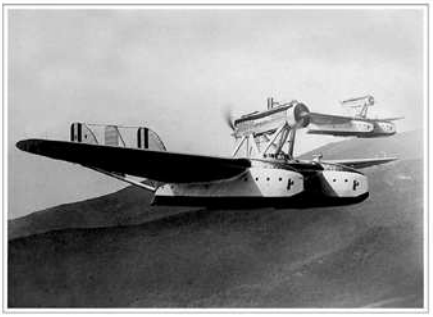
Allocution de réception présentée lors de la séance du 8 juin 2007

Les premiers avionneurs en Italie

- Macchi 1913
- Savoia Marchetti 1915
- Ansaldo 1916
- FIAT (1908) 1917
- CANT 1923
- Officine Reggiane 1916
- Breda (1886) 1929

S.I.A.I. - S.8

Savoia Marchetti - SM.55



6

Ansaldo S.V.A.

CANT Z.511 – "Idrogigante"

8

Caproni Ca.18

9

Caproni - Ca.42 du Royal Naval Service

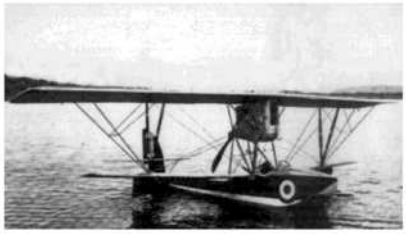
Caproni Ca.5 - 600

1

Caproni Ca.33 - Canada Aviation Museum, Ottawa

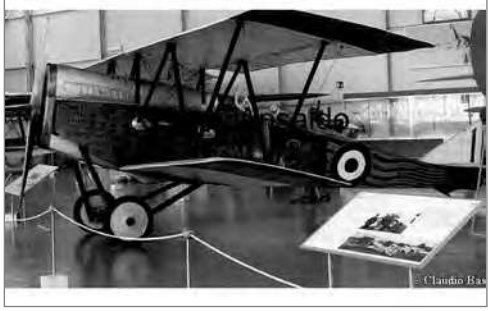
12

Hydro-chasseur **Macchi M.5**



S.I.A. (FIAT) 7B-1

ANSALDO SVA



Vols de promotion en 1919

- Rome/Madrid (Km.1.900) sans escale (SVA)
- Tour capitales européennes (Ansaldo A.300)
- Turin/Paris/Londres/Bruxelles (trimot. Caproni)
- Rome/Istanbul (Caproni et SVA en formation)
- Amérique du Sud (Caproni et SVA)

SVA - Buenos Aires/Santiago sans escale
première traversée des Andes

16

Ansaldo A.300

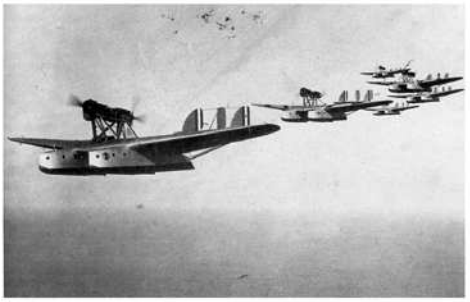
Le SVA à Tokyo

18

CANT.10 (1926)
Inauguration de la ligne Turin - Venice

Macchi – MC.72

Savoia Marchetti - SM.55



Les "raids" collectifs

- 1928: France et Espagne (61 avions)
- 1929: Istanbul/Sophia/Bucarest/Odessa (35 avions)
- 1930: Brésil (12 avions)
- 1933: U.S.A. (via Irlande et Islande) (24 avions)

22

Savoia Marchetti - SM.16 (peinture)

23

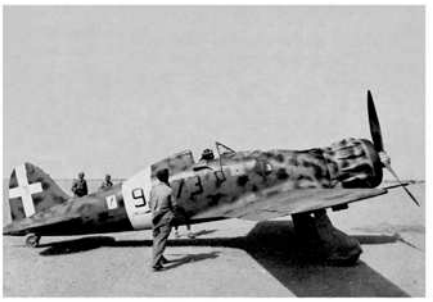
Savoia Marchetti – SM.79 terrestre

24

La Police de New York presente ses SM.56

25

Macchi MC.200

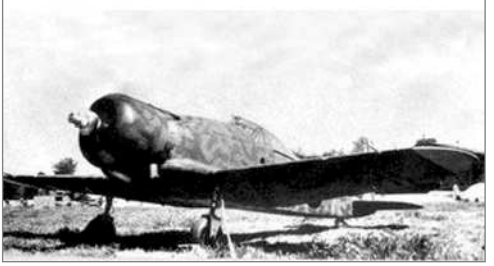


26

FIAT CR.42 Falco

27

FIAT G.50



Savoia Marchetti - SM.79

29

Cant Z.506

30

Savoia Marchetti - SM.82 « Marsupial »

FIAT – G.91

32

Macchi – MB.326

33

La patrouille acrobatique italienne avec les
Macchi MB.339

34

FIAT AERITALIA - G.222

Partenavia - P.68

36

Panavia - MRCA "Tornado"

37

L'age de la coopération

- 1959 - Transall (Allemagne, France)
- 1969 - Concorde (France – U.K.)
- 1972 - Airbus (Allemagne, Espagne, France, U.K.)
- 1974 - Tornado (Allemagne, **Italie**, U.K.)
- 1976 - B.767 (**Italie,** U.S.A.)
- 1984 - AMX (Brésil, **Italie**)
- 1984 - ATR (France, **Italie**)
- 1994 - Eurofighter (Allemagne, Espagne, **Italie**, U.K.)

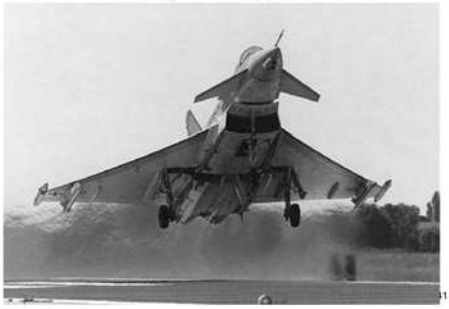
38

AMX - (Alenia, Macchi, Embraer)

A.T.R. - Aérospatiale,Alenia

40

Eurofighter "Typhoon"



41

Boeing – Aeritalia B.767

42

F.35 Joint Strike Fighter

- Australia
- Canada
- Danimarca
- Gran Bretagna
- Israele
- Italia
- Olanda
- Norvegia
- Singapore
- Stati Uniti d'America
- Turchia

43

CANT - Z.511 "Idrogigante"

44

L'INGÉNIERIE COGNITIVE ET L'ÉVOLUTION DE L'INTERACTION HOMME-MACHINE

Guy BOY

Président d'Eurisco International, élu membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception présentée lors de la séance du 5 octobre 2007

Chers confrères, chers collègues, chers amis…

C'est avec beaucoup d'émotion que je vais vous raconter une histoire… celle de ma carrière professionnelle… qui, je tiens à le dire, n'est pas encore terminée !

Je me suis demandé où je devais commencer. J'avais préparé un exposé avec beaucoup trop de planches. Ce qui me semble important de vous dire c'est que j'ai toujours été passionné par la recherche et la multidisciplinarité.

En taupe, j'étais partagé entre les maths et le ski. Pendant un temps, bien que porté par ma progression scolaire et l'intégration d'une école d'ingénieurs, ma passion était dans mes activités de montagne et de ski. J'ai été moniteur de ski pendant plus de dix ans. C'est un accident de ski (précisément) en 1981 qui m'a (re)mis définitivement sur les rails de la recherche scientifique. Après être passé par l'École Polytechnique de Montréal au Canada, l'Institut national polytechnique de Toulouse et SupAéro, j'ai fait une thèse de doctorat à SupAéro que j'ai soutenue le 2 juillet 1980.

Deux mois après, j'ai été embauché à l'Onera comme ingénieur de recherche, au CERT – le Centre d'études et de recherches de Toulouse. J'ai eu l'occasion de travailler avec Jean-Claude Wanner et Claudius La Burthe à Châtillon. Pendant cinq ans, j'ai eu la chance de travailler sur l'une des premières études de facteurs humains aéronautiques dont les résultats devaient servir de support à la certification des premiers cockpits en pilotage à deux. J'ai travaillé avec les essais en vols d'Airbus. J'ai développé le système MESSAGE (Modèle d'équipage et des sous-systèmes avion pour la gestion des équipements). Ce système permettait de

simuler des phases de vol et de calculer la charge de travail d'un équipage, de comparer des configurations à 2 et à 3 pilotes, de faire émerger des mesures de terrain qui ont été ensuite mises en œuvre. C'était l'un des premiers systèmes multi-agents permettant d'analyser l'utilisation de systèmes automatisés. Ce que je ne savais pas à l'époque, c'est que les Américains avaient mené les mêmes types d'approches à l'Université de Carnegie Mellon avec l'approche GOMS portant sur l'utilisation de système bureautique (office automation).

J'allais oublier de vous dire que de 1981 à 1983, j'ai suivi des études de psychologie qui m'ont permis d'obtenir un DEA (Master) dans le domaine.

En 1984, je pars au centre de recherche de NASA Ames en Californie. Je découvre les approches facteurs humains américaines. J'avais obtenu une bourse de recherche de la DGA et j'étais supposé revenir un an après. Le sujet de recherche que la NASA m'avait proposé à l'époque était fort intéressant. Il s'agissait de construire un système d'assistance aux astronautes pour le ravitaillement en hydrazine de satellites. Le dispositif consistait en un réservoir embarqué à bord de la navette et qu'un astronaute, en l'occurrence une astronaute, devait manipuler – il s'agissait de Kathy Sullivan – en sortie extravéhiculaire. Il y avait aussi Marc Garneau, le premier astronaute canadien. Mon système et ma recherche ont fonctionné au point de me faire rester à la NASA pour une période supplémentaire. La NASA a passé un contrat avec l'Onera pour me permettre de rester sur place. Je suis revenu au CERT en 1986.

De retour en France, j'ai obtenu un contrat de recherche du CNES sur l'assistance à la télémanipulation spatiale. Il s'agissait d'assister l'astronaute dans la manipulation d'un bras robotique installé sur l'avion spatial Hermès. Cette assistance portait sur le diagnostic de panne, l'évitement de mouvement dangereux et de performance dans la saisie d'un satellite en vol. Un bras robotique avait été mis en œuvre avec un satellite se déplaçant dans un espace à trois dimensions. Le sujet de l'interaction homme-machine commençait à pointer son nez, bien que nous fussions en plein dans le règne de l'intelligence artificielle. C'était l'époque où j'ai monté les premiers cours d'intelligence artificielle à SupAéro et où j'ai activement participé avec mes collègues du CERT à la mise en place du Groupement d'intelligence artificielle de l'Onera.

En 1988, je publie mon livre sur l'assistance à l'opérateur.

J'avais créé avec l'un de mes amis, Alain Garès, une société, une start-up comme nous disions à l'époque, sur l'assistance à l'opérateur : Dialogics. Cette société dont j'ai été le président du conseil d'administration a fonctionné pendant 7 ans, avant d'être vendue à une grande entreprise. Nous avions développé plusieurs systèmes d'assistance à l'opérateur, dans le spatial, l'aéronautique, les travaux publics, l'automobile et la finance.

Début 1989, je démissionne de l'Onera et je retourne à la NASA pour diriger le groupe de recherche "Advanced interaction media". Je crée et dirige le projet "Computer Integrated Documentation" pour la station spatiale Freedom et la navette spatiale. CID donne naissance au système "Hyperman". C'est l'un des

premiers systèmes de documentation opérationnelle contextualisée utilisant la technologie de l'hypertexte. C'est à cette époque que je fréquente Douglas Engelbart, le père de la souris, de l'hypertexte et l'un des plus actifs concepteurs d'Internet. Je suis définitivement dans le domaine de l'interaction homme-machine et de l'ingénierie cognitive.

C'est Donald Norman qui a, le premier, donné le nom à cette nouvelle discipline : l'ingénierie cognitive ! C'était en 1982. J'ai eu l'occasion de rencontrer Don lors de mon premier séjour à la NASA avec laquelle il travaillait. Don est un ingénieur du MIT devenu psychologue de l'interaction homme-machine, comme moi. Il a aussi contribué à créer la communauté correspondante qui est devenue SIGCHI (Special Interest Group on Computer-Human Interaction) de la grande association savante ACM (Association for Computing Machinery) – 80 000 membres. ACM-SIGCHI est une référence mondiale dans le domaine. Je suis très fier d'en être devenu le vice-président de 1995 à 1999, le premier Européen à ce poste. À ce titre, j'ai eu l'honneur de remettre le prix ACM-SIGCHI à Douglas Engelbart en 1998.

En 1996, avec une poignée de collègues, nous avons créé l'AFIHM, l'Association francophone pour l'interaction homme-machine, l'équivalent d'ACM-SIGCHI, pour les chercheurs de langue française. Cette association fonctionne aujourd'hui très bien. Il est utile de mentionner que c'est Toulouse qui a le plus de chercheurs dans le domaine en France, plus de 25%. Je pense que l'aéronautique en est le principal moteur.

Revenons un peu en arrière. En 1992, de retour des États-Unis, avec l'aide active de Marc Pélegrin, je contribue à créer un nouvel institut de recherche sous l'égide de l'Onera, l'Aérospatiale, Thomson et Aeroformation. Je réintègre l'Onera. Le nouvel institut s'installe à SupAéro. Il fonctionne pendant dix ans sous la forme d'une association. Je le dirige depuis le début. J'ai trois missions : mettre en place un institut de recherche en ingénierie cognitive au service de l'industrie aéronautique ; développer un réseau de recherche ; et créer des cours dans le domaine notamment à SupAéro. En 1997, mes trois missions étaient accomplies : j'avais une dizaine de chercheurs de bon niveau ; mon institut coordonnait un réseau d'excellence européen de 11 centres financé par la Commission européenne ; et j'avais mis en place des cours à SupAéro, à l'ENAC et contribué à la construction du DESS d'interaction homme-machine. Pendant toute cette période, et au-delà, je dois remercier Jean Pinet pour avoir assuré la présidence du conseil d'administration de cet institut.

Après trois ans de tergiversations et d'impasses juridiques, une solution est trouvée en 2001. Une nouvelle structure d'institut de recherche privé est mise en place et EURISCO International SAS débute officiellement en janvier 2002. J'en deviens le président. Je dois ici remercier Alain Garcia pour son soutien dans cette nouvelle étape.

Vous devez vous demander quel est mon métier !

L'ingénierie cognitive ! C'est ce que nous pratiquons tous les jours à EURISCO International !

Cette nouvelle discipline prend sa racine dans plusieurs domaines et les problèmes d'interaction homme-machine qui la motivent entièrement. De plus, la cognition humaine (les questions de raisonnement, de résolution de problèmes, de prise de décision, d'action dans des environnements à risque… à ce propos nous aurons au début de l'année 2008 un colloque entièrement consacré à "la prise de risque"…)... la cognition humaine, disais-je, a pris une importance considérable avec l'introduction de l'informatique dans les systèmes et les machines, les avions notamment. Ce n'est pas que les hommes ne pensaient pas avant l'informatique, c'est plutôt que les hommes n'agissent plus au niveau basique avec du retour d'effort physique. Aujourd'hui, le retour d'effort est informationnel – ce qui est une autre paire de manches. C'est, d'un côté, plus facile lorsque tout se passe bien, mais d'un autre côté, peut être plus demandant intellectuellement lorsqu'il y a une panne.

L'ingénierie cognitive est donc une somme de connaissances et de pratiques provenant de plusieurs domaines. Nous avons déjà parlé de l'informatique. L'interaction homme-machine ne peut plus aujourd'hui se passer d'interfaces logicielles et même d'agents logiciels (terme technique qui a son importance, nous le verrons plus loin). Les sciences humaines et sociales avec la psychologie et l'ergonomie sont au rendez-vous. L'intelligence artificielle qui s'intéresse à la construction de robots, mais aussi la représentation de mécanisme de raisonnement, de perception et d'action. Représentations qui offrent un support incontournable à l'analyse de l'interaction homme-machine. Les neurosciences qui s'intéressent au fonctionnement interne du cerveau humain. Et enfin, la sociologie est aussi une discipline de plus en plus incontournable par le fait que nous avons aujourd'hui non seulement des agents humains mais aussi des agents machines.

Ce métier a beaucoup évolué depuis le début de l'ergonomie… Au début, c'est-à-dire après la Seconde Guerre mondiale, ce sont les médecins du travail qui se sont intéressés à l'ergonomie, la science du travail. Ils s'intéressaient aux conditions de travail dans les usines et aux postes de travail. Ils s'intéressaient à l'anthropométrie, une technique de mesure des différents éléments formant le corps humain. En mesurant les parties du corps, elle a permis de créer des classifications. Aujourd'hui encore, nous utilisons l'anthropométrie pour concevoir des cockpits d'avion, des cabines passagers… et plus généralement des dispositifs visant à aider l'homme dans son travail ou dans la vie de tous les jours. L'informatique, encore elle, a permis de développer des mannequins digitaux. Ces artefacts sont de plus en plus utilisés… et en intégrant la dynamique, la biomécanique, des mouvements humains.

L'anthropométrie et la biomécanique sont des disciplines de base. Il y en a d'autres comme la physiologie, la psychologie et la sociologie, comme nous l'avons déjà dit.

La perception et la prise en compte d'informations pertinentes sont des processus cognitifs très importants dans l'interaction homme-machine.

Les questions liées à la prise d'informations se sont singulièrement compliquées avec l'augmentation du nombre d'instruments à bord ; ceci pour trois raisons principales : la sécurité, la performance et le confort. L'apogée a été le Concorde avec près de 600 instruments. Ensuite, avec les tubes cathodiques, le nombre d'instruments a diminué. Le problème est que le nombre d'informations n'a pas cessé d'augmenter, et ceci de façon exponentielle ! Derrière les écrans des centaines d'informations doivent être gérées par des agents humains, aujourd'hui en coopération avec des agents machines. Le grand problème que nous cherchons tous à résoudre c'est "d'avoir la bonne information au bon moment sous le bon format" !

L'ergonomie physique et physiologique a progressivement laissé la place à une ergonomie psychologique dans laquelle les sujets d'intérêt sont devenus l'erreur humaine, la charge de travail, l'attention, la prise de décision, etc.

Au début des années 80, nous avons essayé de diminuer le nombre d'erreurs humaines en automatisant ce qu'il était possible d'automatiser. Nous étions encore sous le règne de l'ergonomie physique, l'informatique s'invitait dans les cockpits avec le FMS notamment. Il nous a fallu près de 20 ans pour réaliser que la question n'était pas de réduire l'erreur humaine, "errare humanum est" ! Nous avons fini par comprendre qu'il fallait tolérer certaines erreurs, mais dans ce cas offrir à l'homme des moyens de récupération adaptés. En effet, nous récupérons beaucoup beaucoup plus d'erreurs que nous commettons que le contraire. Par ailleurs, la tolérance à l'erreur doit être complémentée par la résistance à l'erreur dans le cas où les risques induits seraient trop grands pour que l'homme puisse y faire face. Dans ce cas, on met des rampes, des murs, pour empêcher de tomber ! Tout cela a été réalisé dans un flot continu d'automatisations successives.

Nous avons commencé à transférer le niveau des habiletés vers la machine. Les pilotes automatiques d'avions ont été réellement en place dans les années 30. Leur utilisation a été vraiment analysée à partir des années 60. J'ai commencé ma carrière en utilisant des fonctions de transfert de Lapace pour modéliser les habiletés de pilotage… des fonctions du premier ordre qui caractérisaient un pilote par un gain, une constante de temps et un retard ! Nous avons ensuite transféré le niveau basé sur les règles. Le FMS a été conçu et développé dans le milieu des années 80. Il est intéressant de remarquer que les modèles utilisés en psychologie ont suivi les modèles technologiques, presque de façon synchrone. Enfin, le niveau supérieur de la cognition est celui des connaissances, celui dont on a besoin pour donner un sens à des situations imprévues à l'avance, celui de la prise de décision de haut niveau, celui de la planification. Ce niveau-là, nous n'avons pas encore pu l'automatiser. Il concerne précisément beaucoup de nos préoccupations en matière d'ingénierie cognitive. Si le modèle de Rasmussen – puisque c'est Jens Rasmussen, ingénieur et psychologue du secteur nucléaire, qui l'a développé – est très intéressant pour parler de cette évolution de l'automatisation et de son rapport

à l'homme, il est limité du point de vue de la prise en compte des processus cognitifs qui fonctionnent en parallèle, ce que nous avons appelé le "multi-agents".

Pour cette raison, j'ai développé une nouvelle approche qui met en jeu la notion de fonction cognitive. Une fonction cognitive est une fonction qui transforme la tâche (ce que l'on doit ou veut faire) et l'activité (ce que l'on fait réellement). Une fonction cognitive est caractérisée par son rôle, son contexte de validité et les ressources dont elle a besoin pour être mise en œuvre. Par exemple, un facteur a pour rôle de distribuer des lettres. Il le fait dans un contexte bien précis : de 8 heures à midi et de 14 heures à 17 heures ; mais aussi dans un quartier donné, bien délimité. C'est-à-dire dans un contexte temporel et spatial. Ses ressources sont à la fois physiques, un sac et une bicyclette par exemple, et cognitives, une fonction cognitive de "pattern-matching" par exemple qui lui permet de comparer l'adresse sur une lettre avec les indications de rue, de numéro et de nom sur la boîte aux lettres. Ainsi une fonction cognitive peut être composée d'autres fonctions cognitives. En cas de grève (contexte anormal !), le contexte change ainsi que les ressources. Étant donné que le facteur a un quartier plus grand à couvrir, il va devoir déléguer à d'autres opérateurs… et donc une fonction cognitive qui initialement appartient à un agent, ici un facteur, peut se retrouver décomposée parmi d'autres agents.

C'est la même chose dans l'interaction homme-machine moderne dans laquelle des logiciels prennent de plus en plus la place d'agents traditionnellement humains. Si une fonction cognitive d'un agent humain est transférée vers la machine, ce n'est pas tellement ce transfert qui est difficile à comprendre, c'est plutôt l'émergence de nouvelles fonctions cognitives générées par l'utilisation du nouvel artefact résultant de l'automatisation. Maîtriser ce transfert au sens de la maîtrise des fonctions cognitives émergentes, c'est faire de la conception anthropocentrée.

Un exemple d'automatisation est celui du FMS dans lequel on a automatisé la planification des vols et ensuite la navigation. Le FMS est un outil remarquable. Tous les calculs qui étaient faits mentalement par le pilote se trouvent désormais réalisés par un ordinateur. Nous avons donc transféré les fonctions cognitives liées à cette tâche de planification du vol et de navigation. Nous avons donc simplifié. Cependant, nous avons compliqué l'interaction qui était jadis papier-crayon et aujourd'hui liée à un MCDU (Multifunction Control Display Unit), une interface que l'on voudrait plus conviviale. Certes, ceci est une question de disposition d'une technologie adéquate. Les interfaces graphiques n'étaient pas disponibles à l'époque.

Nous avons continué à développer l'approche par fonctions cognitives, notamment dans le projet européen DIVA (Design of Interfaces and Validation in Aeronautics), dans lequel nous nous sommes intéressés aux questions de conscience de la situation, de prise de décision (inférence) et d'action…

Nous avons également centré nos efforts sur l'informatisation de la documentation opérationnelle embarquée. Les documents-papiers se retrouvent aujourd'hui sous la forme de systèmes hypertextes. Nous nous sommes

progressivement rendu compte qu'il y avait une dualité entre interface et documentation opérationnelle : plus une interface est suggestive et moins on a besoin de documentation pour utiliser le système correspondant, à l'inverse plus une interface est obscure et plus on a besoin de la documentation correspondante pour l'utiliser. Le paradoxe est que les gens n'aiment pas utiliser la documentation, et la plupart ne l'utilisent pas. Ma conclusion est qu'il faut impérativement améliorer l'interaction homme-machine.

Revenons au paradigme des fonctions cognitives, pour dire que ce n'est pas uniquement un modèle psychologique relatif à un individu, mais c'est aussi un modèle qui s'applique à une société d'individus.

Je coordonne actuellement un projet national mettant en jeu neuf organisations dont Airbus, Thales, Dassault, la DGAC-DSNA, l'INRIA, le CNRS, l'Onera et la société Oktal. Ce projet porte sur l'automatisation de la gestion du trafic aérien et sur les fonctions cognitives qui vont émerger de cette automatisation. Certaines fonctions cognitives de contrôleurs vont passer sous la forme de fonctions cognitives systèmes dans l'avion, le TCAS par exemple. Ce nouveau type de fonctions cognitives va faire émerger de nouvelles fonctions cognitives chez les pilotes et les contrôleurs. Nous sommes actuellement occupés à mettre au point des scénarios de simulation pour mettre en évidence ces fonctions cognitives et ainsi mieux maîtriser les différents systèmes automatiques en cours de développement. Cette approche est itérative bien sûr, et elle sera continuée jusqu'à des essais grandeur nature.

J'ai également appliqué cette approche dans le cadre d'un groupe de travail de la NASA pour la mise en place de prochaines missions lunaires en vue de préparer des missions sur Mars. Il s'agit ici de mettre en place des scénarios de vie dans l'espace en concevant des habits, des "rovers" et des systèmes d'information adaptés aux divers déplacements pour l'exploration lunaire ou martienne. Cette étude a mis en commun pratiquement toutes les approches dont je viens de vous parler : anthropométrie, physiologie, psychologie et sociologie. Voici le groupe de travail dans lequel j'ai participé l'année dernière et cette année.

Nous sommes donc à la recherche et au développement de méthodes, d'outils et de techniques pour l'ingénierie cognitive. Vous voyez ici des pilotes équipés d'électrodes et une analyste qui prend des notes.

Nous faisons beaucoup de travail de groupe et nous développons des méthodes pour la coopération. Ces méthodes sont de plus en plus informatisées elles aussi. La méthode GEM, par exemple, une méthode qui est assistée par une salle de réunion assistée par ordinateurs.

L'oculométrie est aussi une méthode et un outil que nous utilisons beaucoup pour évaluer des cockpits et des instruments nouveaux. Nous corrélons beaucoup les résultats d'une approche avec ceux d'une autre.

Nous arrivons enfin à la formation. J'ai eu l'occasion de développer des cours dans plusieurs écoles, SupAéro et l'ENAC notamment. Mais pas uniquement, j'ai

participé à la création et au développement du DESS d'IHM de Toulouse qui est installé à l'ENAC, du diplôme universitaire de facteurs humains aéronautiques de l'Université de Paris V (René Descartes) et enfin à l'Institut de cognitique, une école d'ingénieurs à part entière dont je suis le vice-président.

Il n'y a pas de développement d'une discipline sans réseau ou communauté d'intérêts. J'ai créé (avec d'autres bien sûr !) et dirigé le réseau européen RoHMI (Robust Human-Machine Interaction) regroupant onze laboratoires et centres de recherche. Mon institut EURISCO participe activement au réseau d'excellence européen HUMANIST qui regroupe 28 centres autour du thème de l'interaction homme-machine automobile. J'ai été pendant quatre ans Executive Vice-Chair de ACM SIGCHI autour de l'interaction humain-ordinateur au niveau mondial. Je viens d'être nommé président du comité technique aéronautique et espace de l'IEA (Association internationale d'ergonomie) et je suis en train de former une organisation qui va traiter de normalisation, de cursus de formation et de divers points spécifiques à l'ergonomie aéronautique et spatiale. J'ai créé la conférence internationale HCI-Aero qui a lieu tous les deux ans depuis plus de 20 ans (elle a changé de nom en 1998) et regroupe les meilleures équipes du domaine au niveau mondial. Enfin, j'interviens régulièrement dans les groupes d'évaluation de la Commission européenne sur le sujet de l'interaction homme-machine et de sujets connexes.

J'ai écrit un certain nombre d'ouvrages : en 1988 "*l'Assistance à l'opérateur*", en 1998 "*l'Analyse des fonctions cognitives*", en 2008 "*l'Être technologique*" avec Jean Pinet (c'est la première fois que j'en parle). Des années en 8 ! J'en ai écrit d'autres comme le volume sur l'ingénierie cognitive dans le "*Traité des sciences cognitives français*" en 2003.

Pour terminer, je vous rappelle les disciplines de base qui m'ont accompagné pendant ces 30 dernières années : l'anthropométrie, la physiologie, la psychologie et la sociologie. Il y a une autre discipline, me semble-t-il, qui est devenue incontournable, la communication entre les gens. La communication semble être partout, mais elle est déficiente la plupart du temps. Par exemple, le plus souvent les utilisateurs de bout de chaîne, les concepteurs, les formateurs, les certificateurs… ne communiquent pas et le résultat est souvent un problème insurmontable.

DE CONCORDE À ARIANE : 40 ANS AU SERVICE DE L'EUROPE AÉRONAUTIQUE ET SPATIALE

Jacques DURAND

Ancien chef des programmes de développement Ariane à l'ESA,
élu membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception présentée lors de la séance du 5 octobre 2007

Mes Chères Consœurs, mes Chers Confrères, Mesdames, Messieurs,

J'ai obtenu mon diplôme de Sup'Aéro en 1961 – la même année que notre président Georges Ville. Comme j'avais à peine 22 ans, un ami de ma famille, qui avait été professeur de mon père à l'X et aux Mines de Paris, voulait me convaincre de prolonger ma scolarité d'un an pour obtenir un Master ès Sciences. J'avais un profond respect pour ce monsieur et je lui faisais entière confiance, il s'agissait du professeur Albert Caquot. J'ai donc suivi son idée et obtenu ce diplôme en 1962.

1964 : Elecma

Le programme Concorde

La situation de l'emploi était bien différente de ce qu'elle est maintenant, à preuve le fait que c'est sur les bancs de l'École que j'ai été recruté pour mon premier emploi : un de nos maîtres de conférences, industriel lui-même, faisait son mercato à l'École. C'est ainsi qu'en 1964, j'ai commencé ma carrière à Elecma, division électronique de Snecma. J'ai rapidement été impliqué dans le développement et la réalisation du dispositif de régulation de l'entrée d'air du Concorde. C'est d'ailleurs ce qui m'a donné l'occasion de rencontrer pour la première fois notre président fondateur, André Turcat. Cette régulation était un système révolutionnaire pour l'époque : un ensemble de deux rampes mobiles constituant un convergent / divergent dans l'entrée d'air rectangulaire des moteurs et dont la loi de mouvement était une fonction non linéaire du nombre de Mach, de

l'incidence et du dérapage de l'avion. Tout ceci réalisé entièrement en analogique avec de petits modules à transistors qui, de segment de droite en segment de droite, finissaient par reconstruire de manière approximative la loi recherchée. Il s'agissait d'un développement réalisé en collaboration avec une firme britannique, Ultra Electronics Ltd, premier exercice pour moi d'une activité non exclusivement française. Tout mon parcours professionnel sera caractérisé par cet aspect international. Je considère d'ailleurs que cet aspect international est un élément essentiel de ma carrière et c'est la raison pour laquelle, comme bon nombre d'entre vous, je me réjouis de l'européanisation de notre Académie.

1969 : Matra

Aerosat

C'est en 1969 que je suis passé des avions aux satellites, recruté par Pierre Quétard à Matra comme ingénieur systèmes. Je me suis, entre autres, occupé du système de satellites Aerosat, projet grandiose à l'époque destiné à améliorer la navigation des vols commerciaux transatlantiques et la communication des pilotes avec le sol. En effet, à cette époque, le nombre de vols transatlantiques était en croissance constante et la limite de sécurité pour la séparation des avions en vol ainsi que la très mauvaise qualité des communications (en HF) avec le sol, conduisaient pratiquement à la saturation de l'espace transatlantique. Le système Aerosat, inspiré du projet français Dioscures, comprenait deux satellites géostationnaires au-dessus de l'Atlantique, un réseau sol associé, le tout prévu en collaboration Europe / États-Unis / Canada.

1974 : ESTEC Pays Bas

Aerosat (suite)

En 1974, le responsable du projet Aerosat à l'ESTEC aux Pays-Bas, m'a proposé de le rejoindre en terre batave pour continuer le même type d'activité qu'à Matra, mais du côté du donneur d'ordre et non plus de l'industrie. Pour ceux d'entre vous qui ont travaillé dans ce domaine, il s'agissait de Jean Vandenkerckhove, plus connu sous le nom de VDK tant son nom est difficile à orthographier. Il est le premier Belge qui a influé sur ma carrière. Je n'ai accepté cette offre que parce que le séjour néerlandais était prévu pour ne durer que 18 mois, la suite du programme devant être gérée depuis Washington. J'avais même inscrit mes enfants au lycée français de Washington lorsque le programme a été annulé. En effet, ce programme a souffert de trois événements très différents mais quasi simultanés qui l'ont rendu obsolète avant sa naissance : 1- crise pétrolière de 1973, donc réduction du nombre de vols transatlantiques ; 2- arrivée des gros porteurs type Boeing 747, donc à nouveau, diminution du nombre de vols transatlantiques ; 3- installation à bord des premières centrales inertielles, donc amélioration de qualité de la navigation. L'essentiel de la justification du système Aerosat disparaissait. C'est ainsi que, parti pour 18 mois, j'ai finalement passé 15

ans aux Pays-Bas, perspective que je n'aurais jamais pu sereinement envisager et qui, au bout du compte, s'est révélée représenter une partie très intéressante de ma carrière.

La vie d'expatrié, même dans la banlieue de la France, est très enrichissante et j'ai beaucoup apprécié cette expérience. Je me suis, par exemple, retrouvé vice-président du lycée français, institution dans laquelle les 700 élèves représentaient 32 nations, ce qui ne peut qu'être source de contacts intéressants tant pour les parents que les élèves. Sans oublier l'ouverture d'esprit que cela a conféré à mes trois garçons. Si je peux, à cette occasion, faire une digression, je dirai qu'à mon sens, la France ne met pas suffisamment en avant ses lycées à l'étranger. En effet, les programmes de ces établissements sont coordonnés à travers le monde. Ce qui signifie qu'un élève qui quitte le lycée de La Haye pour entrer au lycée de New York puis au lycée de Rome n'aura aucune difficulté de continuité dans son enseignement, ce qui n'est pas le cas dans les établissements anglais ou allemands, par exemple. C'est la raison pour laquelle beaucoup de parents, même ne parlant pas un mot de français, mettent leurs enfants dans les lycées français si leurs fonctions les amènent à déménager souvent, les diplomates, entre autres. Ces enfants qui, compte tenu de la profession de leurs parents, deviennent souvent des cadres dans leur pays d'origine, parlent bien français et accueilleront d'un regard bienveillant les firmes françaises. C'est un atout à ne pas négliger pour la promotion de nos entreprises.

Les missions en Inde

Professionnellement, l'activité la plus originale que j'ai eu à exercer pendant mon séjour aux Pays-Bas a consisté, à la demande du directeur général de l'agence spatiale de l'époque, notre confrère Roy Gibson, à diriger une équipe d'une douzaine d'ingénieurs de l'ESTEC pour apporter nos connaissances aux membres de l'ISRO (Indian Space Research Organisation) à Bangalore. J'ai eu l'occasion de me rendre en Inde sept fois en deux ans et ai eu le plaisir de rencontrer des ingénieurs et techniciens passionnants et passionnés, travailleurs acharnés qui nous ont montré comment on peut rapidement maîtriser des technologies aussi ardues que celles de la science spatiale pourvu qu'on y croie et qu'on retrousse courageusement ses manches. Nous les avons aidés pour la mise au point du satellite "Apple", premier satellite indien de télécommunications stabilisé trois axes et dont le lancement leur était offert sur le 3e vol d'Ariane en 1981. C'est dans ce contexte que j'ai effectué mon premier voyage à Kourou pour leur présenter le centre spatial avant même le premier lancement d'Ariane puisque ce voyage a eu lieu en 1978. (Je suis retourné en Guyane une centaine de fois par la suite, mais on y reviendra !) Nous avons également rédigé avec les ingénieurs indiens les spécifications du premier satellite "nsat", satellite de télécom et de météo, et aidé nos collègues indiens à choisir le contractant industriel. Une expérience formidable que ces rencontres et ces échanges.

Le programme ECS

Toujours à l'ESTEC, j'ai dirigé le programme de satellites européens de télécommunications ECS de 1979 à 1989. Le directeur des programmes de télécommunications à l'ESTEC était René Collette, le deuxième Belge qui m'ait fait confiance. Cinq satellites, 5 lancements par Ariane entre 1983 et 1988, dont un échec, le troisième lancement, sur le vol V15, en septembre 1985, en présence du Président de la République, François Mitterrand. Ces satellites, renommés Eutelsat-1 après leur recette en orbite, ont constitué la première génération de la famille Eutelsat, dont on connaît le succès actuel. Pour la petite histoire, quand j'effectuais mes missions en Inde, un des ingénieurs qui faisait partie de mon équipe, s'appelait Giuliano Beretta. Il est aujourd'hui le président d'Eutelsat. Aucune corrélation !

1989 : ESA Paris

Ariane 5

Comme j'avais, à l'occasion de ces lancements, approché de près le monde des lanceurs et que je m'y étais beaucoup intéressé, à la fin du programme ECS, Raymond Orye qui dirigeait les programmes Ariane à l'ESA, m'a proposé de prendre en charge à l'Agence la responsabilité du programme de développement de la version Ariane 5. Ce que j'ai fait jusqu'à ma retraite en 2004. Raymond Orye est le troisième Belge qui m'ait apprécié.

Après avoir entendu retracer la carrière d'un éminent confrère également responsable du programme Ariane, Philippe Couillard, il convient de préciser ici pour ceux d'entre vous peu familiers avec notre organisation, qu'Ariane est un programme de l'ESA, donc financé par les États membres participant au programme, mais que, depuis la création du programme en 1973, c'est le CNES qui a délégation pour la gestion technique et financière du programme. En d'autres termes, le chef du programme à l'ESA est maître d'ouvrage et a essentiellement pour tâche d'être l'interface avec les États membres pour les tenir informés de l'avancement du programme et d'obtenir de leur part le financement attendu ainsi que de s'assurer que le CNES exécute ses tâches conformément à la délégation qui lui est confiée, tandis que le chef du programme au CNES est le maître d'œuvre. Les quelques dizaines d'industriels appartenant aux 12 États membres qui développent le lanceur sont, quant à eux, sous la houlette d'un troisième chef de programme, l'architecte industriel, mission essentielle confiée à Aerospatiale devenue EADS. C'est l'existence de cette fonction d'architecte industriel (les deux mots composant la fonction sont tout aussi importants l'un que l'autre) qui a été l'élément fondamental du succès du programme Ariane. À l'inverse, c'est l'inexistence de ce rôle qui explique, en grande partie, l'échec du programme précédent, Europa. On ne peut pas réussir le développement d'un lanceur en superposant des étages, tout aussi performants qu'ils soient.

Cet empilement de responsabilités (ESA, CNES, industrie) peut sembler bien complexe et, lorsqu'on y ajoute la règle du retour géographique, fondamentale à

l'ESA, qui oblige à passer les contrats industriels au prorata des contributions financières de chaque État participant (plus de 50% pour la France, 0,2% pour l'Irlande), on a l'impression qu'on a bâti une usine à gaz totalement irréaliste. Le succès du programme démontre à l'évidence qu'on peut travailler efficacement dans ce genre d'environnement.

Cependant, il faut bien reconnaître que ce système, qui a fort bien vécu depuis l'origine du programme en 1973, vieillit mal. Certains États participants, l'Allemagne en tête, deuxième contributeur avec une participation financière d'environ 20%, acceptent de moins en moins la délégation technique et financière à un organisme français, le CNES, sans en cela remettre en cause sa compétence unanimement reconnue. D'autre part, il est normal de confier à l'architecte industriel des fonctions de concepteur. C'est vers cette organisation qu'on se dirige maintenant qui explique peut être que, l'ère des pionniers s'éloignant, l'ambiance au sein du programme n'est plus ce que les anciens ont connu. Quand tout marche bien, ce n'est pas un problème, quand il faut se serrer les coudes si un échec se présente, la situation est différente…

La commission d'enquête V 36

Et puisqu'on évoque les échecs, j'aimerais maintenant vous dire quelques mots des 5 semaines qui représentèrent, sur le plan intellectuel, les plus passionnantes de ma carrière. Peu après ma nomination au programme Ariane 5, c'est l'échec du vol V 36 le 22 février 1990, une Ariane 4 qui emportait deux gros satellites de télécom japonais, les premiers clients japonais d'Ariane. Roger Vignelles, président de la SEP, me demande de faire partie de la commission d'enquête et Frédéric d'Allest, président d'Arianespace, me propose de la présider. Oui, je n'ai pas honte de le répéter, ce furent les 5 semaines les plus excitantes intellectuellement de toute ma carrière.

Il s'agissait d'une Ariane 44 LP, c'est-à-dire un lanceur dont le premier étage, qui comporte une baie de propulsion constituée de quatre moteurs Viking 5C, est flanqué de deux propulseurs d'appoint à poudre (PAP) et de deux propulseurs d'appoint à liquide (PAL). Le décollage du lanceur avait été correct mais, environ 6,2 secondes plus tard, la télémesure met en évidence une chute brutale de la pression foyer d'un des quatre moteurs Viking (le moteur D) du premier étage qui conduira ultérieurement à son extinction. Le système de pilotage tente de compenser le déséquilibre de la poussée du lanceur en braquant les tuyères. À H0 + 90s, le braquage est maximum. À H0 + 101 s, les efforts aérodynamiques sur la structure sont tels que le lanceur explose à 9000 m d'altitude à proximité de la plage de Kourou. Les télémesures ont également révélé une augmentation importante de température dans la baie de propulsion d'un propulseur d'appoint à liquide (PAL), laissant supposer un début d'incendie dans cette zone.

Notre commission de sept membres, aidée par les industriels, par le CNES et par Arianespace, détermine très rapidement que l'alimentation en eau de la turbopompe du moteur D a été défaillante dès 6 secondes après l'allumage. Est-ce dû à la fermeture intempestive d'une vanne ? À la rupture d'une canalisation ? À

un objet non identifié s'opposant au passage de l'eau ? Quant au début d'incendie dans le PAL, à quoi est-il dû ? Est-ce une anomalie liée à la précédente ? Est-ce un phénomène indépendant ?

Cinq semaines après le début de nos investigations, nous avons remis notre rapport qui concluait que :

1. le début d'incendie dans le PAL était très vraisemblablement dû à la fuite d'une canalisation ergol haute pression de petit diamètre (10 mm environ) assemblée par raccords DIN, dits joints "cône / olive", dont la spécification d'accostage était incomplète et conduisait à une étanchéité douteuse. Cet incident, s'il avait été le seul, n'aurait probablement pas conduit à un échec du lancement,
2. la chute de pression de l'alimentation en eau était, selon notre intime conviction, due à la présence d'un objet non identifié qui était venu obstruer le passage de l'eau au niveau de la vanne de commande.

Nous avons émis 44 recommandations, toutes acceptées.

En résumé, cet échec a permis de traiter deux anomalies indépendantes, ce qui est bien sûr exceptionnel – et si l'on ose dire, rentable –, toutes deux liées à des erreurs humaines. Ces incidents, ne remettant en rien en cause la conception du lanceur, les vols ont pu reprendre rapidement.

Pour conclure notre travail, notre chance, si on peut s'exprimer ainsi, a voulu que la baie de propulsion du premier étage du lanceur soit tombée en mer à proximité du rivage de Kourou, que sa position approximative soit déterminée par calcul balistique, que des plongeurs de la Marine nationale extrêmement professionnels aient réussi dans des conditions de travail épouvantables à remonter à la surface 1,20 m de canalisation dans laquelle devait se trouver cet objet non identifié si nous avions raison. Cet élément de canalisation a été ramené en métropole par jet militaire avec autant de précautions qu'un élément de la momie de Ramsès II. Il a été ouvert sous nos yeux au Centre d'essais des propulseurs de Saclay quelque deux semaines après la remise de notre rapport. On y a trouvé un chiffon d'atelier, certainement le plus cher du monde, qui a ultérieurement donné son nom à notre commission d'enquête connue maintenant dans le milieu comme "la commission du chiffon". Je ne sais pas si je dois en être fier !

Après cet accident, Ariane 4 n'a subi que deux autres échecs, le vol V63 et le vol V70, suivis de 73 vols parfaits jusqu'à l'abandon de la filière Ariane 4, un record inégalé dans le monde des lanceurs commerciaux.

Puisque nous sommes entre nous, je ne résiste pas au plaisir de vous rapporter une anecdote vécue par la commission. Pardon à ceux d'entre vous à qui j'ai déjà raconté cette histoire vraie : six ingénieurs m'assistaient dans le travail, dont quatre étrangers. Ces estimés collègues, logés à l'hôtel Novotel d'Évry, non seulement passaient entre 10 et 14 heures par jour avec nous – on n'avait pas encore inventé les 35 heures hebdomadaires – mais dînaient ensemble et continuaient ainsi à discuter des problèmes de la journée. Au cours de la dernière semaine du travail de

la commission, ils prirent l'initiative "d'aller dîner dehors" et choisirent pour cette audacieuse virée… l'hôtel Mercure d'Évry ! À la fin du repas, le maître d'hôtel les informa que, pour des raisons de sécurité, le parking était fermé le soir et que, s'ils voulaient sortir, il leur fallait indiquer le mot de passe du jour à l'interphone près du portail. "Ce soir, le mot de passe est 'Oslo'", leur confia-t-il sous le sceau du secret. Des ingénieurs, imprégnés de l'esprit d'une commission d'enquête depuis 5 semaines et, au demeurant, très bons francophones, ne pouvaient pas ne pas tester l'étanchéité du système. Ils décidèrent d'annoncer "Lancelot" au lieu "d'Oslo". Aussitôt dit, aussitôt fait et la voix dans l'interphone leur répondit : "vous vous trompez, ce soir, c'est 'Oslo'" et on leur ouvrit immédiatement le portail. Inutile de dire que, le lendemain, ils en riaient encore !

Eh oui, ceux qui me connaissent savent bien que j'ai plaisir à raconter des histoires drôles. Permettez-moi à cette occasion d'avoir une pensée toute particulière pour un de ceux qui m'a parrainé pour faire partie de cette honorable Académie, un homme pour lequel j'ai une grande admiration et une profonde affection, avec lequel j'ai partagé, ô combien d'histoires drôles ! Très cher Michel Bignier, nous ne t'oublions pas.

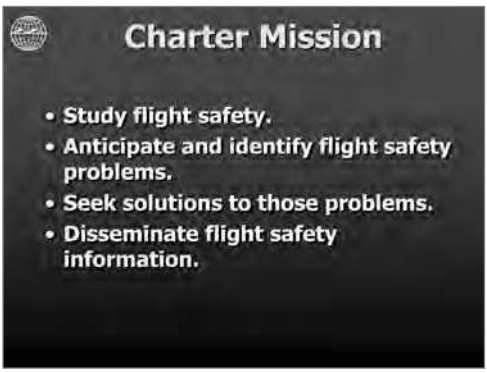
Je vous remercie de votre attention.

DES MISSIONS DE LA FSF ET DES POSSIBILITÉS DE COOPÉRATION AVEC L'ACADÉMIE

Stuart MATTHEWS

Ancien président de la Flight Safety Foundation, élu membre titulaire de l'Académie

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 25 novembre 2007



FSF Worldwide Chapters
Iceland
FSF
Russia (CIS)
South Eastern Europe
Japan
North Africa
Taiwan
West Africa
Australia
Independent, but modeled after FSF

Ongoing Activities
Development and Promotion of Aviation Safety Through:
• Major safety seminars (3 per year)
• Joint conferences
• Special workshops
• Industry taskforces
• Publications
• Extensive library
• Comprehensive website
• Awards
• Advocacy
• Industry Spokesman
• Commercial Safety Services

Current Membership
About 1050 Members in over 140 Countries
• Airlines (incl. all IATA)
• Airframe and engine manufacturers
• Equipment suppliers
• Corporate operators
• Insurance companies
• Helicopter operators
• Military organizations
• Regulatory authorities
• Air service providers
• Airports
• Fixed-base operators
• Research institutions
• Academia
Funded by the aviation industry

Cooperative Efforts
FSF has built liaisons and works with many aviation industry and professional organizations:
• IATA
• ERA
• ATA
• NBAA
• IFALPA
• ISASI
• ICAO
• AAE
• SAE
• RAeS
• IFA
• AOPA
• ACI
• AAAE
• ATCA
• AAPA
• NATA
• NLR
• ECAC
• CANSO
• EAA
• UKFSC
• IFSC
• AIAA
• Worldwide accident investigation community
• International regulatory authorities
• Many others

Major Focus of FSF Activities
• Approach and landing
• CFIT
• Human factors
• Underdeveloped regions

Flight Safety Foundation
ALAR
FSF recommendations now accepted by FAA and EASA
Also Russia, India, Mexico, and others
Approach-and-Landing Accident Reduction
Tool Kit
But, implementation is key to real success
Official Release v. 2.0

Accident Rates Vary
0.5
0.7
1.2
4.9
0.3
3.0
0.6
1.9
12.0
2.4
0.0
World 1.16
Hull loss accidents per Million Departures. Western Built Jets 1997 - 2006

ALAR Regional Implementation Workshops
Iceland
FSF.CIS
JSSI
CAST
FSF.SEE
CAA
AACO
COSCAP
AAPA
MAPA
FSF.WA
PAAST
ASECNA
AFRASCO
ASFA

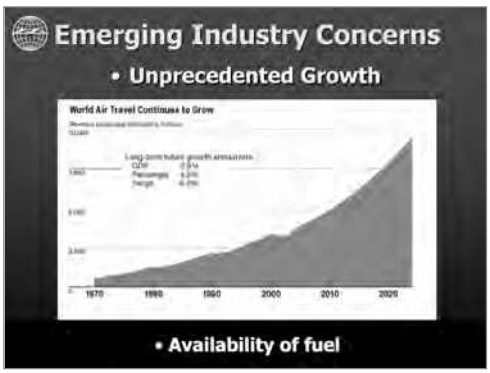
Primary Causes of Aircraft Accidents
Other
Airplane
Human error
0
20
40
60
80
100
Percentage of current accident rate

Other Current Safety Initiatives
• Fatigue
• Icing
• Runway incursions
• Communications
• Bird strikes
• Wake vortices
• Ground accidents
• Managements' responsibility for safety

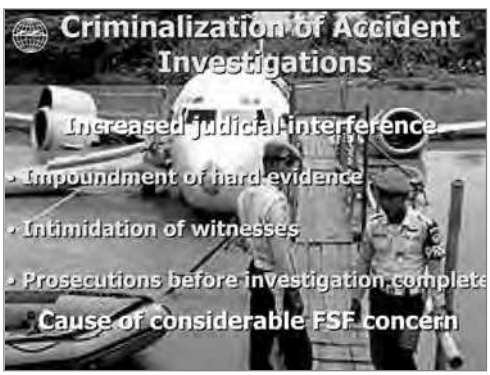
Fundamental Concerns
In many parts of the world:
• Lack of political will
• Regulatory oversight and infrastructure is lacking.
• Local authorities often have only limited expertise or resources
• Even if they have the will, they do not know what to do or how to do it
• They need guidance and assistance

A major new international safety initiative
Global Aviation Safety Roadmap

ICAO Safety Roadmap
Prepared with the help of industry
FSF has worked jointly with:
• ACI
• Airbus
• Boeing
• CANSO
• IATA
• IFALPA
Global Aviation Safety Roadmap
Development of an integrated worldwide safety improvement plan


Emerging Industry Concerns
• Unprecedented Growth
World Air Travel Continues to Grow
1970
1980
1990
2000
2010
2020
• Availability of fuel

Emerging Risks for the Aviation Industry
• Lack of Qualified Personnel
• Safety Management Challenges
• ATC Risks
• Runway Safety
• Rise of Criminalization


Criminalization of Accident Investigations
Increased judicial interference
• Impoundment of hard evidence
• Intimidation of witnesses
• Prosecutions before investigation complete
Cause of considerable FSF concern

Criminalization of Accident Investigations

FSF proposed changes to ICAO Annex 13

- Developed appropriate language to protect data collected in an investigation
- Evidence could not be used in any prosecution
- All States should agree to these procedures

An ICARUS Committee Initiative

Amendment of Annex 13

Investigation of Accidents and Incidents

- Protects safety information and sources from improper use in legal proceedings against operational personnel
- Establishes guidelines for use by States to make changes to law and regulations
- Approved by ICAO Council 3 March 2006
- Effective November 2006

A major FSF success

Amendment of Annex 13

It might be a major success but prosecutions still continue.

The "blame culture" is still alive and well!

Punishment alone will not solve all safety problems!

Safety in Danger

Prosecutors are trying to get:

- Witness' statements
- Hard evidence
- Confidential reporting data
  - FOQA/FDR
  - ASAP
- Anything else

Just Culture

- Everyone makes mistakes that can lead to accidents
- Most mistakes are inadvertent – not deliberate
- We need to know why inadvertent mistakes are made so that we can correct them. We can not correct mistakes that we do not know about.
- Confidential reporting can tell us about mistakes
- If we punish inadvertent mistakes, there will be no more reporting
- Confidential reporting can improve safety
- Deliberate mistakes will be punished

Criminalization of Aircraft Accidents

- Does not improve safety; it may harm it
- FSF very concerned
- We need to promote "Just Culture"
- FSF developed a Resolution deploring the practice of criminalization

Resolution on Criminalization of Aviation Accidents

Issued jointly with:

Flight Safety Foundation

Académie de l'Air et de l'Espace
Air and Space Academy

era

IPATCA

canso

PAMA

Reality of Criminalization

- Major victories have been achieved via the amendment of Annex 13 regarding protection of data but:
  - Protection of data is not the same as protection of people
  - The key elements contained in Appendix E are only guidance material
- What we have in Annex 13 is about all we are going to get
- We can not expect to change the law

Criminalization an Update

- Linate runway accident. Milan controller serving his sentence
- Midair collision. 8 Überlingen controllers charged
- Pilots from Gol crash in Brazil have been charged
- CVR debated in Brazilian Parliament two weeks after TAM crash

How can we turn the tide?

What Does Influence State Law?

It is the Public !

"Justice in the life and conduct of the State is possible only as first it resides in the hearts and souls of the citizens." Plato

- Ultimately, public opinion changes the law
- We have to educate the public

Educating the Public

- Use press to talk to the public
- The press write stories
- Crashes and trials are stories
- "Just Culture" is not a story
- We have to sell "Just Culture" to the public
- Show that our safety improvement methods work
- Aviation safety is constantly improving

Objectives

- Promote a "just" legal framework
- Demonstration of the benefits of a just culture to improving aviation safety.
- Protect confidential safety reports.
- Create awareness of just culture at a national level through partnership between aviation stakeholders and legal authorities

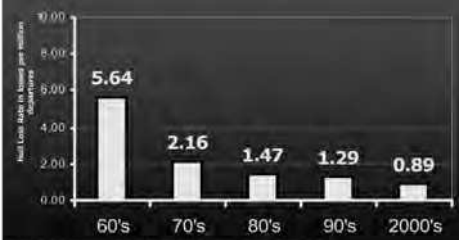
Develop a New Message

- Show that protection of safety information helps to improve safety and is in the public interest
  - Avoid any appearance that aviation professionals should be above the law
  - Consider teaming with other professions to make our point more understandable
- Give the judges and attorneys the tools they need to exercise discretion

What the Public Hears

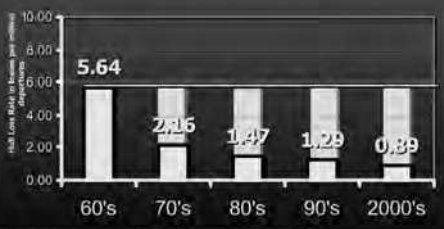
- Aviation kills too many people
- Aviation professionals do not care!

Examining the Facts



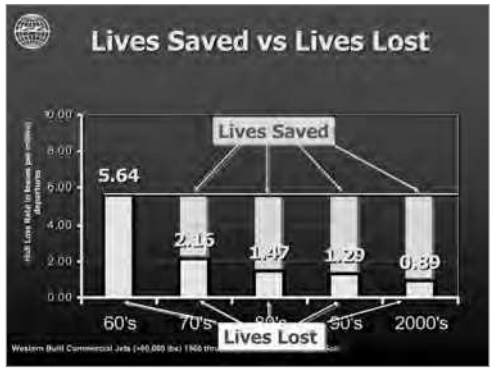
Western Built Commercial Jets (>60,000 lbs) 1960 thru 2005) Source: Boeing, AvSoft

Safety Improvement Record



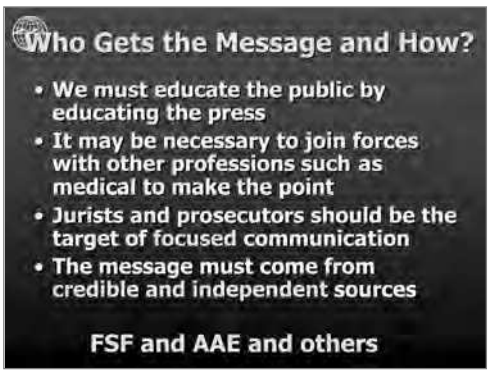
Western Built Commercial Jets (>60,000 lbs) 1960 thru 2005) Source: Boeing, AvSoft

Lives Saved vs Lives Lost
10.00
8.00
6.00
4.00
2.00
0.00
5.64
2.16
1.47
1.29
0.89
60's
70's
90's
00's
2000's
Lives Lost


Lives Saved vs Lives Lost
Lives Saved
10.00
8.00
6.00
4.00
2.00
0.00
5.64
2.16
1.47
1.29
0.89
60's
70's
90's
00's
2000's
Lives Lost

The Reality
What could have happened
Accident Rate 1996
X
Number of Departures in 2006
=
30 Major Accidents
Number of Major Accidents in 2006
=
11
What did happen
19 accidents prevented !

What We Need to Say
Thousands of Lives Saved - Hallelujah!
Hundreds of Lives Lost - Grieving Public
• Our safety improvement methods work
• Confidential reporting is a big part of this


Who Gets the Message and How?
• We must educate the public by educating the press
• It may be necessary to join forces with other professions such as medical to make the point
• Jurists and prosecutors should be the target of focused communication
• The message must come from credible and independent sources
FSF and AAE and others

Further Major Concerns
Old accidents are also being criminalized
• A320 Colmar
• Concorde

Prosecuting Old Accidents
• Technology is constantly improving
• Yesterday's technology is being judged against the knowledge of today
• It is easy to be wise after the event
• Who will risk making decisions if they might be prosecuted 25 years in the future?
• Will technology stagnate?
• Could law suits kill the aviation industry?
• We must educate the public

Working together, we can develop a better and an even safer worldwide aviation system!
Thank you!

- III -

HOMMAGES

HOMMAGES
DE 2001 À 2007

ROBERT AUBINIÈRE

Par André Lebeau

Tous ceux qui ont eu le privilège de participer à la construction du programme spatial savent que le général Aubinière était une personnalité hors du commun et qu'il a joué, dans l'aventure qui a fait de la France une nation spatiale, un rôle exceptionnel.

Robert Aubinière est né à Paris en 1912.

Entré à l'École Polytechnique en 1933, il en sort dans les rangs de l'armée de l'Air.

La guerre le trouve en Algérie où il commande une escadrille de reconnaissance et de bombardement à la tête de laquelle il accomplit des missions sur la Tripolitaine et deux missions de bombardement sur la Sardaigne.

En juin 1943 il quitte l'Algérie pour Londres et les Services spéciaux, le Bureau Central de Résistance et d'Action que dirige le colonel Passy. Le 15 décembre 1943, il est parachuté sur la France occupée, à Is-sur-Tille près de Dijon, et avec l'aide de la Résistance il rejoint Lille où il prend les fonctions de chef des opérations aériennes de la région A.

Arrêté par la Gestapo en avril 1944, il est emprisonné à Lille comme prisonnier politique puis déporté en Allemagne.

Sachsenhausen, Ravensbrück, puis Neubrandenburg, un camp de travail où se fabriquent des éléments de V1 ou de V2.

En 1945, Neubrandenburg est libéré par les Russes. Un bon millier de ses compagnons de captivité, prisonniers de guerre, travailleurs du STO, déportés politiques, coupés de toute autorité organisée, l'élisent comme leur représentant auprès des Russes.

Il rentre fin mai 1945 en France où sa famille était sans nouvelles de lui ; l'armée l'avait porté disparu. Il prend trois mois de repos et réintègre l'armée de l'Air.

Après un parcours militaire classique, direction des études de l'École de l'Air, École de Guerre aérienne, état-major de la 5e région aérienne, il est nommé en 1949 commandant de la base école de Rochefort.

Le général Aubinière attachait beaucoup de prix à l'action originale qu'il avait menée à Rochefort pour la formation des apprentis mécaniciens. L'attachement indéfectible que lui a conservé l'équipe de sous-lieutenants de réserve qu'il avait assemblée autour de cette tâche témoigne d'un trait permanent de sa personnalité, sa capacité à s'attacher les hommes et à mobiliser leur énergie.

En septembre 1957, il est nommé directeur de Centre d'essais d'engins spéciaux de Colomb Bechar dont sont venus bon nombre des premiers cadres du CNES. Il le quitte en 1960 pour prendre très brièvement le commandement de l'École de l'Air de Salon où il accueille le général de Gaulle.

Le délégué général à l'Air, Jean Blancart, le nomme à la direction technique et industrielle de l'aéronautique qu'il quittera en 1962, au moment de la création du CNES ; il devient le premier directeur général de l'agence spatiale nationale, fonction qu'il occupera jusqu'en 1971. Durant cette période il exercera aussi la présidence du conseil de l'ELDO puis, en 1972, il acceptera la tâche ingrate de secrétaire général de cet organisme moribond que toute son énergie ne pourra sauver du naufrage. Mais il aura la joie de voir que sur les ruines de cette première entreprise européenne dans le domaine des lanceurs, ses anciens collaborateurs ont su édifier le programme Ariane.

L'apport de Robert Aubinière à l'effort spatial de la France et de l'Europe est immense. Il fait partie de ceux, très peu nombreux, dont on peut penser que sans eux, les choses de l'espace, celles qui nous occupent dans cette enceinte académique, ne seraient pas, dans notre pays, ce qu'elles sont aujourd'hui.

Avec le président Jean Coulomb, auquel le liait une entente indéfectible, il a non seulement construit une institution spatiale capable d'exprimer la volonté politique de la France mais il lui a donné, dans sa relation avec l'industrie et avec la communauté scientifique, les lignes d'action qui ont assuré au programme spatial une large assise nationale.

Le choix de la Guyane pour en faire ce qui est devenu le meilleur champ de tir du monde, le Centre spatial de Toulouse, le premier satellite de télécommunications, Symphonie, en coopération avec l'Allemagne, le développement des lanceurs civils qui a conduit l'Europe au premier rang mondial pour les lancements commerciaux, tout cela, à l'origine, est son œuvre.

Mais pour ceux qui ont eu la chance – et je dirai très simplement l'honneur – de travailler sous ses ordres, c'est sa dimension humaine qui domine tout le reste ; ce mélange extraordinaire de simplicité, de franchise dans l'expression, d'ouverture aux autres, mais aussi de rigueur, d'exigence et de détermination qui rassemblait autour de lui toutes les énergies, qui lui assurait les fidélités et qui lui gagnait les cœurs.

ROBERT AUFFRET

Par Valérie André

Cher Robert Auffret, il y a quelques semaines vous m'avez dit : Il faut que l'on se voie "AVANT", avec toute la lucidité et le courage qui vous caractérisaient. Cela s'est fait dans le vacarme d'un orage terrible qui grondait comme une révolte.

Et me voici, appelée à prononcer votre éloge, cher Robert, à vous, mon cadet, que des similitudes de vocation et de carrière rapprochaient singulièrement.

Ce n'est pas dans l'ordre des choses.

Robert Auffret est né le 26 juin 1931 à Brest. Après sa scolarité à Quimper, il entre à l'École du Service de Santé à Lyon. Diplômé docteur en médecine en 1955, il choisit de servir dans l'armée de l'Air et se porte volontaire pour les opérations de maintien de l'ordre en Algérie dans les commandos de l'Air.

Breveté parachutiste en 1957, il participe aux combats et reçoit la Croix de la Valeur militaire avec citation, pour avoir à plusieurs reprises, prodigué des soins aux blessés avec "dévouement" et "un complet mépris du danger".

De retour en Métropole, il est pressenti pour renforcer l'équipe médicale du Centre d'essais en vol de Brétigny-sur-Orge, où vient d'être inauguré officiellement en 1957, le laboratoire médico-physiologique, qui deviendra cinq ans plus tard, le Laboratoire de médecine aérospatiale. La mise en oeuvre des deux principaux moyens d'essais en place, la centrifugeuse humaine et le simulateur d'altitude nécessitait un accroissement des effectifs et une formation adaptée. L'ingénieur général Bonte, directeur du Centre d'essais en vol décide, sur l'idée émise par le médecin commandant Achiary, premier médecin-chef du CEV et du Laboratoire, d'envoyer Robert Auffret à Meknès pour suivre un stage de pilote de chasse avant de rejoindre son poste de médecin du personnel navigant à Brétigny.

Il en revient nanti du brevet militaire de pilote d'avion, volant sur T-33 et Ouragan et s'engouffre avec bonheur dans cette fonction prestigieuse de médecin et de pilote à part entière. Toujours disponible pour s'envoler aux commandes d'avions pour toutes sortes d'expérimentations, il accumule 4.500 heures de vol sur plus de 60 types d'appareils, avions de combat ou de transport.

Il restera plus de vingt ans au CEV, de 1959 à 1982, participant à de nombreuses expérimentations dans le domaine de la tolérance aux accélérations et à la haute altitude et contribue personnellement aux essais des nouveaux équipements. Au cours d'une simulation d'éjection en centrifugeuse humaine, il est victime d'un grave accident vertébral qu'il parviendra courageusement à surmonter.

En 1982 il est nommé médecin général et quitte son poste de médecin chef du CEV et du Laboratoire de médecine aérospatiale, pour rejoindre la IIIe Région aérienne à Bordeaux, en qualité de directeur régional du Service de santé où il réussit brillamment avec un rayonnement exceptionnel.

Le 31 janvier 1987 il devient directeur du Service de santé de la IIe Région aérienne et achève sa carrière militaire en 1988.

À partir de là, il se lance à fond dans la médecine aérospatiale du secteur civil, occupant d'éminentes fonctions qui lui confèreront une notoriété internationale.

- En 1989 il devient président du Conseil médical de l'aéronautique civile et le restera pendant 15 ans, faisant évoluer la jurisprudence en matière de dérogations d'aptitude avec beaucoup de discernement ;
- Membre de l'Aerospace Medical Association depuis 1970, il participe aux réunions annuelles où la communauté médico-aéronautique civile et militaire de tous les pays du monde se retrouve aux États Unis. Nommé Fellow en 1980, il est élu vice-président en 1993 ;
- Membre très actif de l'Académie internationale de médecine aéronautique et spatiale où il avait été élu en 1971, il gravit tous les échelons de responsabilité et devient président en 1998 et 1999 ;
- Il participe comme représentant de la France aux travaux européens des JAA (Joint Aviation Authorities) pour l'élaboration des normes d'aptitude. Chargé par le directeur général de l'Aviation civile d'animer au sein de la Conférence européenne, un groupe de travail sur les problèmes de santé des passagers aériens, il a contribué à l'adoption d'une résolution et d'un manuel sur le "bien-être et la santé des passagers et des équipages" lors de la 35e session de l'assemblée de l'OACI à Montréal ;
- En 1984 il est élu membre de l'Académie nationale de l'air et de l'espace.

Titulaire de nombreuses décorations françaises et étrangères notamment de la médaille de l'Aéronautique et de la médaille d'Honneur du Service de Santé, il reçoit en 2002, des mains du ministre des Transports, M. Gilles de Robien, les insignes de commandeur de la Légion d'honneur.

Le médecin général Robert Auffret nous quitte au terme d'une carrière exceptionnelle, interrompue par une maladie barbare et inexorable qui l'emporte le 3 juillet 2005.

Il laisse à ses nombreux amis le souvenir d'un être passionné et courageux, chaleureux et fidèle en amitié.

À son épouse Michèle, tellement complémentaire, à ses enfants Jean-François et Nathalie dont il était si fier, à ses cinq petits-enfants qu'il chérissait, je veux dire notre affectueuse compassion. Nous partageons leur immense chagrin en attendant de le retrouver là-haut, au firmament parmi les étoiles.

MICHEL BIGNIER

Par Yves Sillard

Le décès de Michel Bignier, survenu le 12 octobre 2006, a été très douloureusement ressenti par de nombreux membres de notre académie. C'était en effet pour beaucoup un ami en même temps que l'un des membres les plus actifs et les plus écoutés et respectés de l'Académie. Il y tenait une place exceptionnelle en raison de son intelligence hors du commun, de sa vaste culture et de ses qualités humaines particulièrement attachantes.

C'est pour moi un grand honneur et un devoir de mémoire de lui rendre aujourd'hui cet hommage. Je l'ai en effet bien connu. Nos carrières se sont souvent croisées et côtoyées ou, pour être plus exact, la mienne a été aspirée dans son sillage à trois reprises vers des responsabilités croissantes, auxquelles sans lui je n'aurais certainement pas pu prétendre. Je suis particulièrement heureux aujourd'hui de pouvoir lui en rendre acte publiquement.

Né le 8 février 1926, Michel Bignier est entré à l'École Polytechnique en 1947. Il a choisi à la sortie le corps des ingénieurs militaires de l'Air, regroupé à la création de la DGA en 1961 avec les autres corps d'ingénieurs militaires dans le corps unique des ingénieurs de l'Armement. Ce choix l'a conduit à SupAéro en tant qu'école d'application. Il a commencé sa carrière professionnelle au CEV en 1953 et il s'est retrouvé à Colomb-Béchar de 1957 à 1960 comme chef du détachement du Centre d'essais en vol et sous directeur technique Air auprès du CIEES, le Centre interarmées d'essais d'engins spéciaux. Dans cette fonction il avait vis-à-vis du champ de tir, le CIEES, fournisseur des moyens d'essai et de mesure, la responsabilité de l'organisation des essais de missiles relevant de la responsabilité de la direction technique et industrielle de l'aéronautique. Ceci concernait essentiellement les premiers missiles air-air de Matra et les premiers missiles issiles air-air et air-sol de Nord Aviation, ainsi que les premiers préparatifs d'essais des futurs véhicules SEREB de la force de dissuasion. Ces essais n'avaient pas encore la rigueur que nous leur connaissons maintenant et se déroulaient dans une atmosphère de pionniers, où l'initiative avait un large rôle et où beaucoup de choses étaient à découvrir ou à inventer ! C'est pendant ce séjour à Colomb-Béchar que Michel Bignier a connu le général Aubinière, en tant que directeur du CIEES. Celui-ci a apprécié ses qualités et a été naturellement conduit à faire appel à lui lors de la création du CNES en 1962.

Michel Bignier a donc fait partie du cercle très restreint de collaborateurs qui, autour du général Aubinière, ont défini et mis en place les excellents principes d'organisation et de fonctionnement du CNES. D'autres membres de l'Académie ont vécu cette période initiale passionnante et en parleraient plus savamment que moi. Je me trouvais pendant ce temps à Colomb-Béchar où j'avais remplacé Michel Bignier, perdant un peu de vue ce qui se passait en métropole. Je peux cependant témoigner par ouï-dire de la contribution déterminante apportée par Michel Bignier à ce travail collectif.

Directeur des affaires internationales du CNES de 1967 à 1971 il a ensuite joué un rôle important dans le suivi et l'orientation des organisations européennes ELDO et ESRO, qui devaient ensuite fusionner pour céder la place à l'Agence spatiale européenne, ainsi que dans l'établissement des liens de coopération assez exceptionnels établis par la France en matière de satellites scientifiques avec la Russie et l'Union soviétique.

Succédant au général Aubinière, il a assuré la direction générale du CNES de1971 à 1976 et a joué un rôle déterminant, auquel je tiens à rendre tout particulièrement hommage, dans la proposition par la France et l'acceptation par

ses partenaires du programme Ariane. Il a le premier pris conscience de l'intérêt et de la crédibilité du projet de ce lanceur relativement rustique étudié dans une grande discrétion par la division des lanceurs du CNES sous la direction d'Albert Vienne et Roland Deschamps, et a décidé de le promouvoir auprès du gouvernement français pour en faire le lanceur de l'Europe. En excellente coopération avec le président du CNES, Maurice Lévy, et avec le soutien sans faille d'André Lebeau, directeur des Programmes, il a réussi à vaincre l'hostilité quasi unanime des scientifiques et celle de nombreux responsables politiques, en particulier au ministère des Finances, et à convaincre nos partenaires européens pourtant très réticents après les échecs répétés d'Europa 2. Après la décision du programme obtenue à l'arraché le 31 juillet 1973, Michel Bignier devait encore prendre une décision moins connue, mais probablement décisive pour l'aboutissement final d'Ariane, en acceptant début 1974 la proposition de la nouvelle direction des lanceurs du CNES de couvrir, sans attendre la négociation inévitablement fort longue de contrats pluriannuels, le lancement de toutes les activités industrielles urgentes par des lettres de commande d'un montant total de 500 MF. Trois mois plus tard, en avril 74, la décision du nouveau président de la République, Valéry Giscard d'Estaing, prise au mépris de tous nos engagements internationaux, de geler les grands programmes technologiques, au premier rang desquels Ariane, plaçait le président et le directeur général du CNES dans une position particulièrement délicate. La suite des événements, sur lesquels je ne m'étendrai pas davantage, devait heureusement les sortir d'embarras et justifier pleinement leur courageuse initiative.

Après le CNES Michel Bignier a poursuivi sa carrière spatiale de 1976 à 1986 à l'Agence spatiale européenne, qu'il avait fortement contribué à créer, comme directeur du programme Spacelab, puis comme directeur des systèmes de transport spatiaux. Il a ensuite été de 1986 à 2001 conseiller Espace auprès de Dassault Aviation et auprès de la Réunion Aérienne et Spatiale, où il a fortement contribué à l'innovation et au développement spectaculaire de nouvelles possibilités d'assurance en matière de satellites et de lanceurs spatiaux..

Je terminerai cet hommage à Michel Bignier en rappelant qu'il a succédé à André Turcat comme président de l'Académie de novembre 1987 à novembre 1989, qu'il a été président de l'AAAF de 1986 à 1993 et qu'il était le président fondateur de l'Institut français d'histoire de l'espace.

Michel Bignier était ingénieur général de l'Armement et commandeur de la Légion d'honneur.

SEYMOUR BOGDONOFF

Par Philippe Poisson-Quinton

Professeur émérite à l'Université de Princeton (N.J./USA) de 1942 à 1948. Études supérieures d'Aero Mechanical Engineering au Renselear Polytechnic

Institute puis à l'Université de Princeton ou il sera professeur (Aeronautical engineering), 1959 à 1989.

Simultanément, il est directeur du laboratoire de dynamique des gaz de la Faculté où il va développer l'expérimentation des moyens d'essais aérodynamiques supersoniques et hypersoniques originaux et il devient un spécialiste international des problèmes de hautes vitesses et des rentrées spatiales.

De 1974 à 1983, il est Chairman du département de Mechanical and Aerospace Engineering.

Durant cette période, il participe activement à de nombreux comités scientifiques à Washington : conseiller de l'U.S. Air Force et de la NASA, membre de la National Science Foundation, de la National Academy of Engineering.

Il était Fellow de l'AIAA (American Institute of Aeronautics and Astronautics).

Il est l'auteur de plus de 200 rapports et publications scientifiques.

Lors de ses séjours en France, il a présenté à l'ANAE l'état de l'art sur les hautes vitesses et participé à nos visites techniques relatives à l'espace.

SERGE BOUDIGUES

Par Paul Kuentzmann

Serge Boudigues nous a quittés brutalement le 26 janvier 2007 dans sa 84e année. Rien ne laissait présager une disparition aussi rapide, notamment pour ceux qui avaient la chance de le rencontrer lors de ses passages au 5e étage de l'immeuble Onera de Châtillon. Sa dernière visite avait eu lieu peu avant Noël 2006 et chacun avait pu constater que les années n'entamaient en rien ses capacités intellectuelles et sa jovialité. Cet hommage ne vise pas seulement à rappeler la remarquable carrière de Serge Boudigues mais aussi à évoquer l'homme de tempérament qu'il était.

Né à Abzac (Gironde) le 11 septembre 1923, Serge Boudigues a fait ses études secondaires à Auch et est entré à l'École Centrale de Paris dont il est sorti en 1947. La plus longue partie de sa carrière a alors débuté à la Snecma dont il est devenu le directeur technique avant de rejoindre l'Onera en 1979, pour y remplacer comme directeur scientifique de l'Énergétique son ami Marcel Barrère. L'expertise de Serge Boudigues dans le domaine des turbomachines acquise à la Snecma était unanimement reconnue par la communauté aéronautique et, d'après son témoignage, il semblerait que la conception et le développement du turboréacteur M53 ait été son grand oeuvre. Cette expertise unique a profité à de nombreuses générations d'étudiants : Serge Boudigues a en effet été professeur à SupAéro de 1953 à 1979, à l'Université de Liège de 1964 à 1989, au CNAM de 1969 à 1989 ; son expérience a été matérialisée dans différents ouvrages dont "Les Turboréacteurs", Dunod, 1970 et plusieurs éditions de "Initiation à la thermopropulsion" (ENSAé).

Il a poursuivi à l'Onera et après son départ en retraite, grâce à sa connaissance et à sa pratique exceptionnelle des cycles thermodynamiques, des études de concepts innovants, s'intéressant en particulier à l'utilisation de la turbine à gaz pour l'automobile (projet Agata) et à la turbine à surdétente. Les éminentes qualités techniques et scientifiques de Serge Boudigues ont été reconnues par des distinctions dans l'Ordre national du Mérite et dans l'Ordre de la Couronne (Belgique), ainsi que par sa nomination au grade de membre émérite de l'Association française de l'aéronautique et de l'astronautique et son accueil par l'Académie nationale de l'air et de l'espace comme membre correspondant puis comme membre honoraire.

Ceux qui ont eu le privilège de travailler à ses côtés à l'Onera ont grandement apprécié l'ensemble de ses qualités professionnelles et humaines. Porté sur l'innovation (les plus malicieux d'entre nous évoquaient souvent les "boudigoïdes") et en même temps très tourné vers les applications, Serge Boudigues a su transmettre ses passions à ses collaborateurs et les entraîner vers des réalisations concrètes. Il conciliait sans peine le fait d'appartenir à une hiérarchie et un caractère par certains côtés contestataire, en résumant cette apparente contradiction par la formule : "On peut être opposé à un système et le combattre mais il convient de l'appliquer tant qu'on n'a pas réussi à l'éliminer". Il aimait s'impliquer dans les travaux technologiques et visitait régulièrement le bureau d'études, il était très attentif aux problèmes humains et savait les régler avec tact et discernement. C'était en outre un remarquable conteur qui évoquait avec une faconde toute méridionale ses voyages en Australie et en Inde, dans le cadre de campagnes de vente de Mirage, ainsi que les exploits en natation qu'il était amené à réaliser pour épater ses interlocuteurs.

Homme de passion et homme chaleureux, technologue hors pair et grand serviteur de l'industrie aérospatiale française, Serge Boudigues restera dans notre mémoire.

ELISABETH BOSELLI

Par Valérie André

Elisabeth Boselli nous a quittés le 25 novembre dernier avec la discrétion dont elle était coutumière.

Née le 11 mars 1914 à Paris, à la veille de la Première Guerre mondiale, elle reçoit une éducation parfaite, obtient son baccalauréat en 1932 et son diplôme de l'École des Sciences politiques de Paris en 1935.

Sa vocation aéronautique se révèle à l'occasion d'une conférence sur l'aviation à laquelle elle assiste fortuitement avec son frère. Subjuguée, elle décide d'acheter en participation, un Leopoldof 45 sur lequel elle effectue son baptême de l'air et réussit très rapidement à obtenir son brevet de pilote privé d'avion en 1938.

Puis se séparant du Leopoldof, elle acquiert un Zlin I2, appareil tchécoslovaque, pour se lancer dans un Tour de France et participer à diverses

compétitions, présentations en vol et à des rallyes qui lui valent nombre de coupes et de prix. Sa passion pour l'aviation s'exacerbe et ne la quittera plus, son objectif est de décrocher le brevet de transport public.

La Seconde Guerre mondiale l'obligeant à interrompre ses activités aéronautiques, elle tente de s'engager comme pilote dans l'armée de l'Air mais sans succès.

Ce n'est qu'en 1944, à l'initiative de Charles Tillon, qu'un groupe de 12 aviatrices, choisies parmi les plus chevronnées des pilotes de l'époque, est recruté pour l'armée de l'Air.

Elisabeth Boselli en fait partie, passe avec succès les épreuves du brevet militaire de pilote d'avion et vole sur Dewoitine 520.

Il est mis fin à cette aventure au féminin en raison de restrictions budgétaires invoquées au moment du tragique accident de Maryse Hilsz.

Démobilisée, Elisabeth obtient le brevet de transport public et s'oriente vers le vol à voile où elle fait merveille, battant un record international alors qu'elle s'attaquait à un record de France.

En 1953 elle réintègre l'armée de l'Air et s'adjuge avec son soutien, de beaux records sur avions à réaction de type Mistral. Le 26 janvier 1955, elle s' attribue le record de vitesse féminin sur 1000 km avec plus de 746 km/heure. Le mois suivant, elle pulvérise le record du monde de distance en circuit fermé sur le parcours Mont-de-Marsan - Oran - Mont-de-Marsan, soit plus de 1.840 km, et enfin le 1er mars 1955 elle s'octroie le record du monde toutes catégories de distance en ligne droite entre Creil et Agadir, soit 2.331 km en 3h30 à la vitesse moyenne de 660 km/heure.

Volontaire pour accomplir des missions en Algérie, elle effectue de 1957 à 1959, 335 missions dont 250 au titre du maintien de l'Ordre, comportant liaisons, évacuations sanitaires, transport de personnalités, distribution du courrier à travers toute l'Algérie et le Sahara.

À partir de 1960 elle est affectée à la Direction de la circulation aérienne militaire et prend sa retraite en 1969.

Dès lors elle s'investit dans la vie associative, notamment en tant que présidente de la commission Histoire de l'Aéro-Club de France et de membre du comité directeur de l'Association des Vieilles Tiges.

Titulaire de huit brevets de pilote (avion, planeur, hydravion), détentrice de six records du monde homologués par la Fédération aéronautique internationale (planeur, avions à hélices et à réaction), Elisabeth Boselli, héroïne de l'aviation à une époque où il était difficile pour un pilote féminin de s'imposer, a fait l'objet de nombreuses décorations et distinctions dont :

- Officier de la Légion d'honneur ;
- Croix de la Valeur Militaire ;
- Médaille de l'Aéronautique ;
- Médaille d'Or de l'Aéro-Club de France ;

- Médaille d'Or des Vieilles Tiges ;
- Médaille de l'Association des Pilotes de chasse.

Elle était correspondante de l'Académie depuis le 18 Avril 1985.

EDMOND BRAURE

Par Jacques Naveau

Il m'échoit l'honneur de rendre hommage à Edmond Braure, membre fondateur de l'Académie.

Edmond Braure fut un homme de qualité et un juriste rare, unissant la vision et la rigueur. J'ajouterai le courage et le cœur, sous les apparences quelquefois narquoises, de l'esprit.

Né en 1926, docteur en droit de l'Université de Lille, il passa la plus grande partie de sa carrière au sein de la compagnie UTA, dont il devint secrétaire général, et du groupe des Chargeurs Réunis, dont il fut conseiller pour les affaires européennes.

Joubert a dit que, dans le savoir, l'inutile fait souvent oublier le nécessaire. Edmond Braure était un homme du Nord, à qui répugnait l'inutile, et qui fit le nécessaire.

Les trois pôles que je verrais à sa recherche intellectuelle étaient des domaines de très forte nécessité: la coopération africaine, la sécurité, l'application du droit européen. Tous trois impliquent une certaine vision de l'histoire en marche.

L'Afrique et l'Europe. Le lien entre ces régions est un devoir plus vaste qu'un accord entre compagnies commerciales. En l'occurrence, le transport aérien est un élément fondateur d'une coopération indispensable aux deux continents, ce dont je suis convaincu comme l'était Edmond Braure, pour avoir jadis, en Afrique, suivi une voie parallèle à la sienne.

Edmond Braure se passionna pour cette construction de longue haleine, qui requérait les qualités d'un véritable ingénieur juridique.

Elle devait grandement faciliter la transition des pays de l'ancienne Afrique française vers l'exercice efficace de la souveraineté aéronautique.

Il contribua à mettre sur pied un modèle d'intérêts commerciaux mutuels et d'assistance équilibrée au développement. Voici l'une de ses déclarations: "Personne ne doit demander – a fortiori exiger – des pays en voie de développement plus que ce qu'il leur apporte".

Dans un contexte évolutif, il aida les États africains à assurer leur diplomatie aéronautique, une œuvre délicate et nécessaire. Il fallait, pour concevoir et manier l'outil Air Afrique, concilier des ambitions nouvelles et des susceptibilités multilatérales, tâche dans laquelle il excella, comme dans les autres.

De 1984 à 1990, il fut notamment le PDG de la Société pour le développement du transport aérien en Afrique. Il mérita bien les distinctions honorifiques que lui

décernèrent, outre la France, le Sénégal, la Côte d'Ivoire, le Bénin. Président de l'Aéromaritime de 1982 à 1990, son champ d'expérience s'élargit.

S'il n'eût été juriste d'entreprise, Edmond Braure eût pu être diplomate.

Il choisit plutôt, en 1993, la magistrature. C'est qu'il gardait à l'esprit cette double conception du droit: la conciliation et la justice, au service des hommes.

Nous nous sommes rencontrés pour la première fois à Rome, en mai 1962. Le comité juridique de l'OACI mettait la dernière main à ce qui allait devenir la Convention de Tokyo de 1963 relative aux infractions et à certains autres actes survenant à bord des aéronefs – la première des grandes conventions contre la piraterie aérienne, et l'une des premières visant le terrorisme, devenu hélas, infiniment plus préoccupant qu'il ne l'était alors.

Ceci me conduit à rendre hommage, après notre confrère Claude Frantzen, à l'apport d'Edmond Braure à l'élaboration de plusieurs conventions internationales touchant l'aviation civile, et, en même temps, à mettre en exergue son souci de la sûreté du transport aérien.

Ce souci, ô combien prémonitoire et essentiel, ne l'a pas quitté, depuis cette époque jusqu'à celle, toute récente, où il a présenté aux suffrages des membres de cette Académie la candidature du juge Bruguière. Je puis répondre, pour l'avoir côtoyé à l'IATA comme à l'OACI et à la Société française de droit aérien et spatial, du souci qu'il avait des questions non seulement de sécurité mais de la responsabilité en transport aérien.

Troisième grand thème de son action: l'Europe.

En mai 1989, je l'avais sollicité pour intervenir dans un congrès international que j'organisais à Bruxelles sur la politique aérienne de ce qui était encore la CEE.

Il déclarait: "pour une entreprise privée française de transport aérien et pour le praticien que je suis, les perspectives nouvelles ouvertes par le Traité de Rome et par l'Acte unique constituent un objectif fondamental et un sujet primordial".

Il est bon de rappeler que les auteurs du traité fondateur ont entendu assigner "pour but essentiel à leurs efforts l'amélioration constante des conditions de vie et d'emploi de leurs peuples".

Edmond Braure voyait dans la libéralisation du transport aérien un monde de possibilités, mais dans un cadre juridique, moyennant une politique cohérente d'égalité de chances, avec le souci d'éviter à la fois les discriminations d'accès et les expatriations d'emplois.

Il précisait: "je ne suis pas un Ayatollah de la déréglementation".

Convaincu que la liberté ne se conçoit que dans le droit, et le droit dans l'équité, Edmond Braure fut un homme de raison et d'humanité en même temps que d'ambition et d'idées larges.

Un homme d'esprit qui affrontait les difficultés de tous ordres avec élégance et perspicacité.

Un homme rigoureux, aussi, qui a toujours su pleinement assumer ses projets dans sa vie professionnelle comme dans sa vie privée, assisté d'une épouse aimante qui vivait en symbiose avec lui. Il fut un époux tendre et je crois me souvenir d'un père idolâtre. Enfin, – chose rare de nos jours – sa courtoisie ne se démentait jamais.

Saint Exupéry a écrit, dans un roman d'aviation, qu'un homme n'existe qu'en prenant en charge. On peut dire qu'Edmond Braure a fortement existé.

Et il continuera à exister dans l'amitié de notre souvenir.

ALBERT BRENET

Par Lucien Robineau

En faisant d'Albert Brenet l'un de ses membres d'honneur, l'Académie accueillait en 1987 un des plus grands artistes de notre temps. Il avait déjà 84 ans, précisément à ce moment-là, le 25 juin. Sa fécondité et son talent continuaient de justifier sa renommée. Sa rigueur, son autorité et sa verve étaient intactes. Participant, lors du salon des peintres de l'Air de 1986, au jury qui devait agréer de nouveaux membres, il élimina d'une phrase un candidat que ses confrères auraient peut-être accepté et dont une toile montrait un hydravion sur une mer un peu agitée : "J'ai vu pas mal de vagues dans mon existence, mais jamais rien qui ressemble à celles-là !".

Fils d'un mécanicien de la Marine, ce Normand d'Harfleur s'était en effet pris de passion pour la mer et les navires bien avant d'intégrer, à 17 ans, l'École des Beaux-Arts où il fut élève de l'impressionniste Ernest Laurent. Après son service militaire en 1923 au 33e régiment d'aviation, il commença d'inclure le ciel et les avions dans de nouvelles amours. Parmi ses souvenirs durables figurent ainsi les sensations venues de ses premiers vols : "J'ai adoré l'aviation. Elle est née et elle a grandi en même temps que moi". Chantre du mouvement, Brenet a mis sur toile ou sur papier tout ce qui bouge : bateaux, avions, locomotives, automobiles, camions, chevaux et personnages. C'est sur le vif qu'il a toujours cherché l'exactitude de son expression. Pour cela, il s'est embarqué pendant sept mois de 1929 et 1930 sur un trois-mâts barque, l'un des derniers du genre, afin de mieux saisir la vie à bord et de comprendre la mer dans tous ses états. C'est pour les avoir vus de ses yeux qu'il a peint le lancement du Normandie en 1932 et celui du France en 1960. C'est à la Martinique qu'il a dessiné les Antillaises dont s'illuminent des publicités d'Air France et c'est au désert qu'il a trouvé la lumière éclairant l'arrivée de Mermoz à Cap Juby. On a dit de lui qu'il était un peintre reporter et qu'il tenait son pinceau comme un journaliste son stylo. Sans doute. Mais son éclectisme était parfait. Avant de dessiner et de peindre il avait même commencé par sculpter – par exemple en 1922 l'aigle terrassé du monument aux morts du carrefour de l'armistice à Rethondes, œuvre conçue et modelée par lui, réalisée par un ferronnier d'art nommé Edgar Brandt, ultérieurement connu à d'autres titres. Bien qu'Albert Brenet eût représenté des nus, des paysages, les mosquées d'Iran et de

Turquie, les souks de Tunis, les femmes du désert aussi bien que les mobiles industriels les plus modernes, c'est comme illustrateur que lui-même se définissait d'abord. Il a donc dessiné et peint des huiles, des gouaches et des aquarelles qui, gravées, rehaussaient de beaux livres et des revues.

Il travailla ainsi régulièrement au profit de L'Illustration, pour la première fois à l'occasion du 14e Salon de l'Aéronautique en 1934, puis pour tous les événements dignes de cette publication. Celle-ci l'envoya notamment en 1937 immortaliser à Portsmouth la revue de la flotte britannique, apothéose des festivités marquant le couronnement de George VI. Albert Brenet travaillait vite, bien et avec facilité. Les originaux de l'ensemble des œuvres nées de cet événement pour L'Illustration lui furent achetés par la reine Mary, pour être accrochés au palais de Saint-James, où ils sont peut-être encore.

Témoin de son époque, nommé peintre de la Marine et peintre de l'Air en 1936, puis peintre de l'armée de Terre en 1959, il fut un des très rares artistes à pouvoir afficher ces trois titres, preuves de l'universalité d'un talent qui lui fit toucher aussi à la peinture d'histoire avec, entre autres, une fresque méticuleuse de la charge des cuirassiers de Reichshoffen. À partir de 1937 il allait se distinguer comme affichiste, devenant l'illustrateur attitré des grandes compagnies de navigation maritime, ainsi que des compagnies de transport aérien, françaises ou étrangères, en premier lieu Air France, puis de la SNCF, de diverses entreprises industrielles et de sociétés de constructions aéronautiques. Beaucoup de ses œuvres sont conservées au musée de la Marine, au Musée de l'air et de l'espace, au musée Air France, au musée français du chemin de fer et à l'étranger.

Albert Brenet a rangé ses pinceaux le 4 juillet 2005 après 102 années d'une vie passionnée, dont la portion artistique fut partagée assez équitablement entre la mer et le ciel. Il était surtout connu comme peintre de la Marine, en tout cas mieux reconnu par la Marine que par un milieu aéronautique trop ouvertement technique pour vouloir s'intéresser couramment à la culture. Ce milieu, qu'il soit de l'aviation militaire ou marchande, ou encore de l'industrie aéronautique, s'honorerait à prêter une affection plus attentive aux artistes, peintres de l'air et de l'espace, qui s'ingénient à immortaliser son histoire, à l'instar de leur doyen disparu cet été.

PIERRE CLOSTERMANN

Par François Maurin

Pierre Clostermann, membre fondateur de notre Académie, est décédé le 22 mars dernier. Je vais me permettre de rappeler les étapes de sa remarquable carrière qui lui a valu d'être un des grands as de la dernière guerre.

Il est né le 28 février 1921 au Brésil où son père est diplomate. Il suit des études secondaires à l'École Notre-Dame de Boulogne-sur-Seine et après le baccalauréat, il obtient le diplôme d'ingénieur aéronautique de la Ryan School, aux États-Unis.

C'est par la presse américaine qu'il apprend l'appel du général de Gaulle. Il gagne alors l'Angleterre où il s'engage dans les forces aériennes françaises libres, le 18 mars 1942, pour servir au groupe de chasse "Alsace".

Il se distingue très vite par sa virtuosité et remporte deux victoires le 27 juillet 1943, au cours d'un combat contre des Focke-Wulf, et en obtient une troisième un mois plus tard, après avoir attaqué seul une formation ennemie.

Il est affecté à la RAF, au Squadron 602. Le 7 janvier 1944, il attaque seul au-dessus d'Abbeville une formation de trois FW-190 et endommage l'un d'entre eux.

Il en abat trois à cinq autres en juin 1944, sur le front de Normandie, et met le feu à trois véhicules ennemis dont deux camions citernes. Promu sous-lieutenant, il est affecté comme chef d'escadrille dans un groupe d'élite de la RAF équipé d'avions Tempest.

Il se distingue tout particulièrement le 3 mai 1945 où, à la tête de la 122e escadre de la RAF, il attaque la base aéronavale de Grossembrode au Danemark, malgré la couverture de deux cents chasseurs allemands. Il abat personnellement un Junkers 252 qui vient de décoller puis deux Dornier au-dessus du détroit de Fenhmarn. Au cours d'une nouvelle passe de mitraillage, il endommage gravement au sol deux Arados 232 et deux Blohm & Voss au mouillage. Il participe ensuite à la destruction en combat aérien d'un Messerschmitt 109 et d'un FW-190. Durant cette action, quatorze chasseurs ennemis sont descendus pour une perte de dix de ses coéquipiers.

Le lendemain, lors d'une opération sur la base aéronavale de Schleswig, il détruit seul deux Dornier18 au mouillage et deux vedettes lance-torpilles.

Il termine la guerre avec le grade de capitaine et un palmarès impressionnant : plus de 2000 heures de vol, dont 600 de vol de guerre, 33 victoires aériennes homologuées et cinq probables, ce qui fait de lui le premier as des chasseurs français de la Seconde Guerre mondiale. De plus, il a détruit au cours d'assauts en vol rasant 255 camions, 72 locomotives, cinq tanks, deux vedettes lance-torpilles et une quantité considérable de matériel ennemi.

Il exerce ensuite son métier d'ingénieur à Paris (1946-1956) tout en étant élu député du Bas-Rhin dès 1946. Il entame en parallèle une carrière d'auteur à succès en publiant ses souvenirs de guerre, Le Grand Cirque, en 1948 et d'autres ouvrages dont le dernier, Une vie pas comme les autres, en 2005.

En 1951, il est élu député de la Marne, puis député de la Seine (1956-1958). Devenu commandant, il sert en Algérie et sera promu lieutenant-colonel de l'armée de l'Air (1956-1957).

Député UNR de la Seine-et-Oise (1962-1967) et des Yvelines (1967-1969), il est vice-président de la Commission de la Défense nationale et des Forces armées de l'Assemblée nationale (1963-1969).

Il exerce également des fonctions de directeur adjoint en 1962 puis de PDG de la société Reims-Aviation à partir de 1970.

Il est de plus membre du comité de gestion de la Cessna Aircraft Company et vice-président de cette société aux États-Unis depuis 1970 puis administrateur de la société des avions Marcel Dassault-Breguet depuis 1977.

Colonel de réserve de l'armée de l'Air, il est, par ailleurs, délégué de la Fédération mondiale de pêche en mer (International Game Fish Association).

Parmi ses distinctions françaises figurent :

- Grand-croix de la Légion d'honneur ;
- Compagnon de la Libération par décret du 21 janvier 1946 ;
- Médaille militaire ;
- Croix de Guerre 39-45 (19 citations) ;
- Croix de la Valeur militaire (2 citations) ;
- Médaille de la Résistance avec rosette.

Il est aussi titulaire de nombreuses décorations anglaises et américaines :

- Distinguished Service Order (GB) ;
- Distinguished Flying Cross and Bar (GB) ;
- Silver Star (États-Unis) ;
- Air Medal (États-Unis) ;
- Chevalier de l'Ordre de Saint-Sépulcre de Jérusalem.

Je viens d'apprendre que le 7 juillet prochain à Salon-de-Provence, Pierre Clostermann deviendra le parrain de la nouvelle promotion (2006) de l'École de l'Air. Ce choix permet ainsi de maintenir le souvenir de ce pilote de guerre exceptionnel, tout au long de la vie de cette promotion.

GILBERT CORMERY

Par André Turcat

À la demande du président Jean-Claude Husson, André Turcat prononce un émouvant hommage à la mémoire de Gilbert Cormery, membre d'honneur décédé le 20 juin 2004 et dont il résume la carrière en disant qu'elle retrace : "toute l'histoire de la réaction en France, vécue de bout en bout."

Après des études au CNAM, Gilbert Cormery débute en 1944 comme dessinateur dans l'équipe de Lucien Servanty dont il va partager les activités jusqu'à lui succéder à sa mort en 1973, après avoir travaillé sur de nombreux et prestigieux programmes : Espadon, Trident, et, à partir de 1958 sur le transport supersonique.

Il dépeint les traits remarquables de la personnalité de Gilbert Cormery qui se caractérisait par un souci constant de l'approfondissement des sujets, un sens de l'équipe et une accessibilité à tous, ainsi que par un soutien permanent de ses collaborateurs, sans oublier pour autant un profond sens de l'humour.

André Turcat émet le vœu qu'une plaquette soit élaborée et éditée à sa mémoire.

HUBERT CURIEN

Par Yves Sillard

C'est avec beaucoup d'émotion qu'à la demande de notre président je suis amené aujourd'hui à évoquer devant vous la mémoire et la carrière prestigieuse de notre confrère et ami Hubert Curien.

Hubert Curien est né dans les Vosges en 1924. Après un passage dans la Résistance, il est entré à l'École normale supérieure, dont il est sorti agrégé de physique. Il a soutenu à l'Université de Paris, en 1952, une thèse sur l'agitation thermique des atomes dans les cristaux. Il a enseigné, depuis 1949, la minéralogie, la cristallographie et les sciences des matériaux dans cette université.

Hubert Curien a exercé d'importantes responsabilités dans de nombreux organismes de recherche français et européens. Il a en particulier été directeur général du CNRS, délégué général à la recherche scientifique, président du Centre national d'études spatiales, président du conseil de l'Agence spatiale européenne, président du conseil du CERN. Il a été le premier président de l'Académie nationale de l'air et de l'espace et plus récemment président de l'Académie des sciences.

Il a participé en tant que ministre chargé de la recherche et de la technologie à quatre gouvernements, de 1984 à 1986 et de 1988 à 1993, exerçant des fonctions ministérielles pendant une durée cumulée de 7 ans.

Il a reçu de nombreuses distinctions nationales et internationales tel le Prix Honda et le titre de docteur honoris causa des universités de Cranfield, Dublin, Mons, Tel Aviv et de l'Institut Weizmann. Il était grand officier de la Légion d'honneur et titulaire de la Médaille militaire.

Hubert Curien était devenu pour moi un véritable ami. J'ai cependant fait sa connaissance en juillet 1976 dans des conditions que peu de gens connaissent. Il venait d'être nommé président du CNES par le gouvernement et la proposition qui m'était faite de devenir directeur général de cet organisme, où j'exerçais jusqu'alors les fonctions de directeur des lanceurs. Cette proposition me tentait et m'embarrassait en même temps. Le programme Ariane lancé en 1973 me paraissait en effet un élément essentiel de toute politique spatiale et, dans ses fonctions précédentes de délégué général à la recherche scientifique, poussé par une communauté scientifique craignant, d'ailleurs à tort, de voir lui échapper de précieux crédits, Hubert Curien s'était prononcé à plusieurs reprises contre sa poursuite. Avant d'accepter la proposition, qui m'était faite, je décidai donc de le rencontrer pour me présenter et lui demander quelle serait sa position sur Ariane dans ses nouvelles fonctions. Visiblement un peu surpris par la franchise de la question, il réfléchit une bonne minute, puis me répondit de sa voix calme et courtoise, que je découvrais pour la première fois : "Oui, je soutiendrai le programme Ariane".

À partir de ce jour et pour une durée de six ans, nous nous sommes donc retrouvés dans deux bureaux voisins de la rue de l'Université. Hubert Curien a tenu parole et il a apporté un soutien sans faille au programme, utilisant son autorité morale et son sens aigu des relations humaines pour œuvrer à sa crédibilité dans le cadre du conseil d'administration du CNES, des relations avec les ministères de tutelle et de l'Agence spatiale européenne.

Ayant quitté le CNES pour l'Ifremer en 1982, je devais travailler à nouveau étroitement avec Hubert Curien, alors qu'il était devenu ministre de la Recherche et de la Technologie pour le lancement du programme Eureka en 1985. Chargé par lui d'animer ce programme lancé à l'initiative de la France, j'ai pu à nouveau bénéficier d'un soutien total de sa part et mesurer l'influence qu'il exerçait, toujours dans la courtoisie et la discrétion, auprès de ses collègues européens.

L'estime générale dont il bénéficiait était due à ses qualités bien particulières. Homme d'une grande culture scientifique, il n'en faisait pas étalage, mais savait toujours au moment opportun raconter la petite histoire drôle susceptible de détendre l'atmosphère. La simplicité et la modestie marquaient toutes ses entreprises. Il faisait preuve d'une disponibilité exceptionnelle, acceptant de cumuler des responsabilités multiples. C'est ainsi que pendant toute sa carrière il a continué, y compris pendant sa période ministérielle, à donner ses cours à Paris VI et à s'occuper de ses étudiants. Enfin sa plus grande qualité était sans doute une capacité d'écoute exceptionnelle, doublée d'un solide bon sens, qui lui a permis dans les nombreux postes de responsabilité, dont il a eu la charge, d'adopter des positions sages et le plus souvent incontestées.

ALBERT DUCROCQ

Par Lucien Robineau

Albert Ducrocq était un homme de science, spécialiste indiscutable et renommé de l'exploration spatiale. Ses activités et ses réflexions en ce domaine l'avaient fait s'interroger sur la place de l'homme dans l'Univers et lui donnaient aussi des compétences reconnues en philosophie. Il aurait pu appartenir légitimement à l'une ou l'autre des sections de notre compagnie et nombre de confrères pourraient aujourd'hui célébrer sa mémoire.

Mais Albert Ducrocq s'est toujours défini lui-même d'abord comme un homme de lettres, puis comme chercheur scientifique. Membre fondateur de l'Académie nationale de l'air et de l'espace, c'est à la section d'histoire, lettres et arts qu'il avait choisi de s'inscrire.

Licencié ès sciences, ancien élève de l'École libre des sciences politiques, il avait exercé des fonctions d'enseignement, d'abord en physique électronique, puis comme professeur à l'École des hautes études commerciales ainsi qu'à la Fondation nationale des sciences politiques. Il y parlait d'électronique, de cybernétique, d'automation et, déjà, de fusées, d'armes secrètes allemandes et d'astronautique.

Passionné par l'exploration de l'espace et par les efforts accomplis dans le monde en vue de la connaissance de l'Univers, il s'était appliqué, depuis de nombreuses années, à faire partager son enthousiasme. C'est ainsi qu'on a pu le lire, le voir et, surtout, l'entendre, d'une voix claironnante et inimitable, se projeter lui-même et projeter ses auditoires dans l'avenir et dans le rêve. Il fut chroniqueur spatial à la radio (Europe 1), au Figaro, à la revue Sciences et avenir, directeur de Cosmos Encyclopédie. Il fut l'un des trois fondateurs de la revue Air & Cosmos en 1963 et, depuis lors, y a rédigé chaque semaine une page d'actualité spatiale et de vulgarisation que ses lecteurs attendaient avec impatience.

C'était un homme d'une activité débordante, courant plutôt qu'il ne marchait, ne refusant jamais de participer à une réunion ou colloque qui faisait appel à ses lumières, escaladant l'estrade à la seconde même où il devait commencer de parler et se levant en ramassant ses notes, crayonnées en tous sens sur quelques papiers colorés, au moment où il prononçait sa phrase de conclusion, étant dès lors attendu plus loin, déjà absent.

Une telle, débordante, activité s'est notamment traduite par l'écriture d'une trentaine d'ouvrages, souvent un par an et parfois deux du même millésime, toujours autour de l'Homme, de la Terre, du Ciel, des planètes, de la vie. Souvent aussi sur les robots, l'automatisme, la neuroscience. Auteur de la théorie biocybernétique, il avait construit le Renard cybernétique, d'autres appareils et de nombreux dispositifs utilisés en automation.

À quatre-vingts ans et quelques semaines, ce visionnaire était resté jeune, dynamique et enthousiaste, s'émerveillant d'imaginer l'homme sur Mars et regrettant seulement de ne pouvoir être du voyage. Son cœur s'est arrêté le 22 octobre 2001, alors qu'il dessinait ce rêve dans les dernières lignes de sa chronique hebdomadaire et dans les premières pages d'un livre inachevé.

Albert Ducrocq, notre confrère, né le 9 juillet 1921, était décoré des Palmes académiques et chevalier de la Légion d'honneur.

Quelques-uns de ses livres :

- Les Mathématiques : plaisir et nécessité, Vuibert, 2000 ;
- L'Éclipse, Rocher, 1999 ;
- L'Esprit et la neuroscience, JC Lattès, 1999 ;
- Le Changement global, JC Lattès, 1993 ;
- Notre Ciel, Stock, 1990 ;
- D'une planète à l'autre, Plon, 1986 ;
- Mémoires d'une comète, Plon, 1985 ;
- Le Futur aujourd'hui : 1985-2000, Marabout, 1984 ;
- Les Satellites et l'espace, Nathan, 1982 ;
- Histoire de la Terre, Nathan, 1982 ;
- Le Roman de la matière, Julliard, 1974 ;
- Le Roman des hommes, Julliard, 1973.

ALEXANDRE FAVRE

Par André Turcat

L'un des premiers membres d'honneur de l'Académie nationale de l'air et de l'espace, est décédé dans sa 95e année à Marseille qu'il n'a jamais quittée que pour son enseignement à Paris et à Baltimore (États-Unis).

De formation à la fois scientifique et ingénieur, École d'ingénieurs de Marseille et, curieusement, École de l'Air. Professeur et docteur ès-sciences. Membre de l'Académie des sciences. Fondateur de l'Institut de mécanique statistique de la turbulence et créateur d'une soufflerie sans turbulences pour l'étudier.

L'essentiel de sa carrière a tourné autour de la turbulence dans son étude et ses conséquences. Il est à l'origine des premiers compresseurs centrifuges pour réacteurs (il transmit ses études en Angleterre en 1940) et des études de séparation isotopique de l'uranium. Il est intervenu aux côtés d'Ilya Prigogine dans notre colloque de 1987 au CNES sur "La stabilité".

Mais il a inféré de ses études sur la finalité dans le chaos les conséquences philosophiques dans des réflexions communes avec des savants d'autres disciplines, telles que météorologie et sociologie, notamment Étienne Wolff et Lichnérovits.

André Turcat et Georges Courtès représentaient l'Académie à ses obsèques très priantes et croyantes.

JEAN-GÉRARD FLEURY

Par Lucien Robineau

Notre confrère Jean-Gérard Fleury, qui vient de s'éteindre à Rio de Janeiro le 5 juin 2002, à l'âge de 96 ans, était une grande figure de la littérature aéronautique.

Non que son œuvre publié soit très abondant : trois livres ont assis sa renommée entre 1933 et 1974. Mais les ouvrages et les articles de Jean-Gérard Fleury ont accompagné l'histoire de l'aviation marchande lorsqu'elle était une épopée. Surtout, les premiers ont marqué l'engagement de leur auteur aux côtés des pionniers de la ligne d'Amérique du Sud lorsque cette entreprise fut menacée et que les sacrifices consentis par les équipages apparurent vains.

Avocat au barreau de Paris et journaliste à L'Ami du Peuple, rien ne le prédisposait à cette sorte d'action. C'est en 1931, à l'occasion d'un reportage sur la ligne Toulouse - Santiago du Chili qu'il découvre l'aventure de l'Aéropostale. Mermoz lui fait passer son brevet de pilote et, dès lors, il s'intéresse d'autant plus passionnément à l'aviation qu'il comprend que tous les acteurs de cette aventure – pilotes, industriels et responsables – se comportent comme les servants désintéressés d'une même religion.

Chef des services aéronautiques des journaux Paris-Soir et Le Jour-Échos de Paris, il participe, avec les plus prestigieux pilotes, à de nombreux vols en Europe,

en Afrique et en Amérique du Sud et, militant avec Kessel, il se fait le porte-parole des aviateurs.

Au début de la Seconde Guerre mondiale, il est correspondant de guerre avec la Royal Air Force, puis chargé de mission au Brésil. Après la guerre, il s'établit en Amérique du Sud et représente la Société des Avions Louis Breguet au Brésil, tout en étant correspondant du journal France-Soir.

Il n'a jamais cessé d'apporter son témoignage à l'histoire de l'aviation de ligne et de célébrer ses héros, principalement Jean Mermoz, dont il avait été l'ami. On peut encore le voir intervenir dans le film qu'a fait réaliser Air France en 2001, à l'occasion précisément du centenaire de Mermoz.

Ses ouvrages les plus connus et les plus engagés sont Chemins du Ciel, en 1933, et La Ligne, en 1939. Jean-Gérard Fleury était correspondant de notre Académie depuis 1984. Il avait reçu en 1938 le Prix Albert-Londres, qui distingue les plus grands reporters.

JEAN FORESTIER

Par Pierre Lecomte

Notre confrère et ami Jean Forestier est décédé subitement le 16 janvier au soir en quittant son domicile en compagnie de l'un de ses fils pour aller dîner en ville. Il connaissait son état et se savait menacé.

Il m'incombe, en quelques trop brèves minutes, d'évoquer sa carrière et surtout sa personnalité qui n'a pu laisser personne indifférent.

Sa carrière a été très diverse et très riche. Je ne pourrai en exposer tous les détails et me limiterai à présenter quelques jalons majeurs avec, assez souvent, leur originalité.

Il sort de l'École polytechnique et de Sup'Aéro dans le corps des ingénieurs de l'Air et sa première affectation sera au Centre d'essais en vol (1949-1956) à la section avions (où il crée une sous-section spécialisée dans les servitudes hydrauliques), puis comme chef du service dit "Piste" (responsable de l'entretien et de la mise en œuvre du matériel volant).

Il est ensuite affecté au service technique aéronautique (STAé 1956-1965) comme ingénieur de marque du Vautour, puis du Mirage IV.

Cette dernière mission de responsable d'un programme considéré comme majeur par le gouvernement de l'époque est particulièrement intéressante car elle sort des habitudes à plus d'un titre. Jean Forestier forme avec le colonel Villetorte, officier désigné par l'état-major de l'Air, une équipe de marque intégrée, très solidaire, parlant d'une seule voix aussi bien aux instances politiques qu'aux industriels concernés, en l'occurrence Dassault. C'est aussi la première fois, à ma connaissance, qu'est confiée à un industriel la maîtrise d'œuvre quasi complète d'un programme. Celui-ci comportait des exigences de délais et de performances impératives. L'unicité de décision et de responsabilité, tant du côté des

représentants de l'État client que du côté de l'industrie a fortement contribué à la tenue des objectifs et à la réussite du programme. Cette opération a été menée avec une compétence et une autorité incontestées par notre confrère.

Il devient ensuite chef de la section Avions du STAé et intervient activement dans de nombreux programmes, notamment Jaguar et avion à géométrie variable.

Mais la maîtrise qu'il a montrée lors de l'opération Mirage IV devait amener Jean Forestier à sortir une nouvelle fois des sentiers battus. Le programme Concorde était lancé depuis quelques années et le programme Airbus A300 allait l'être lorsqu'en 1966, il se trouve investi simultanément par le ministre de la Défense et le ministre des Transports d'une tâche de chargé de mission pour les programmes Concorde puis Airbus..

Je dirai quelques mots de sa première responsabilité à ce titre, à savoir le programme Concorde. Cette entreprise bénéficiait – je devrais dire souffrait – d'une organisation complexe, bicéphale à tous niveaux, tant chez les quatre industriels concernés que dans les Services des deux États. Ce programme était par nature très difficile, il a posé de nombreux problèmes délicats à maîtriser, et il a entraîné diverses remises en cause et réévaluations majeures avant d'aboutir au succès technique que l'on sait.

Mais, à ces difficultés techniques et organisationnelles se sont ajoutées des difficultés émanant des susceptibilités ou des méfiances nationales, voire des égoïsmes, quelquefois du désir de faire porter le chapeau par "l'autre", sans compter les inévitables problèmes inhérents aux organisations et aux personnalités des individus en charge des deux côtés. Il en résultait assez fréquemment des situations que l'on décrit souvent sous les expressions de "rideau de fumée" ou de "langue de bois".

Ce n'était pas le genre de Jean Forestier. Sans s'en laisser conter par qui que ce soit, sans aucun complexe vis-à-vis de son homologue britannique, avec qui il avait réussi à nouer des relations de confiance et d'amitié, il a su à chaque moment du programme clarifier les situations réelles.

En ce qui concerne le début du programme Airbus, il a pris à plusieurs reprises des initiatives, assorties d'ailleurs de risques personnels, pour déjouer des manœuvres et maintenir le programme sur ses rails. Mais sa rigueur intellectuelle et morale s'accoutumait mal à l'ambiance qui règne souvent dans ce qu'il appellera lui-même plus tard avec un peu de malice "les allées du pouvoir". Fin 1968, il demande sa mise en deuxième section pour changer de carrière et se consacrer à l'enseignement comme occupation principale.

Il sera :

- professeur à occupation principale à Sup'Aéro, chef du département Véhicules aérospatiaux et professeur de mécanique du vol de 1968 à 1977 ;
- responsable d'enseignements mécanique du Vol et Projet Avions à l'École de l'Air de 1969 à 1980 ;
- chef de branche Avions et professeur de mécanique du vol à l'ENAC de 1969 à 1980 ;

- responsable de l'option aérospatiale à l'École Polytechnique féminine de 1974 à 1988.

Ses responsabilités ne s'arrêtent pas là. La notoriété qu'il a acquise, notamment à l'occasion des opérations Mirage IV et Concorde, fait qu'il est chargé de diverses missions : je citerai notamment celle de président du comité de décentralisation de 1969 à 1972, de président du groupe de travail interministériel sur l'implantation des grandes écoles (6e Plan - 1971).

En parallèle, il est impliqué dans plusieurs commissions d'enquête d'accidents aériens comme vice-président (Noirétable, Nantes, Ermenonville), comme président (accident du Tupolev 144 à Goussainville) et comme expert de la Cour d'Appel de Paris (accident de la Corvette à Nice). Dans tous ces cas, il fait preuve de la même rigueur, de la même persévérance et de la même honnêteté intellectuelle. Il n'est toujours pas homme à se laisser impressionner par tout ce qui pourrait sentir la raison d'État, l'opportunité de ne pas dire quelque chose, etc.

Je prendrai deux exemples.

Lors de l'accident du Viscount d'Air Inter à Noirétable, l'éventualité d'une "fausse balise" MF due à une interférence avec le réseau électrique avait été évoquée mais écartée après consultation d'EDF. Non convaincu, il réussit à conduire des essais en vol qui établissent l'existence de cette fausse balise générée par les signaux de régulation du réseau EDF.

Sa tâche était encore plus délicate pour l'accident du Tupolev 144 survenu lors d'un salon du Bourget. En effet, l'enquête conduite en équipe binationale avec des experts de l'URSS, se trouvait nécessairement entremêlée avec des problèmes politiques. Chaque partie pouvait avoir des raisons de ne pas tout dire, raisons que jamais Jean Forestier n'a accepté de considérer comme de "bonnes" raisons. Il fallait que la partie russe dise tout ce qu'elle savait sur les caractéristiques de l'avion et qui pouvait être utile à l'enquête. Il fallait aussi dissiper quelques rideaux de fumée du côté français, notamment sur la présence d'un Mirage III en survol non signalé à l'équipage du Tupolev et arriver à faire reconnaître par la télévision française que ce qu'elle avait présenté comme un film de l'accident était en fait un montage.

Il sera de la première promotion du CHEAr (Centre des hautes études de l'armement) et docteur honoris causa du Cranfield Institute of Technology (Grande-Bretagne).

À travers cette carrière, les traits marquants de sa personnalité apparaissent que je voudrais simplement rappeler ici.

Visiblement d'une intelligence pénétrante, il comprenait vite et ceci l'amenait quelquefois à des propos apparemment un peu hermétiques, dans la mesure où il n'exprimait pas toujours les étapes de son raisonnement.

On a pu apprécier lors des quelques exemples cités qu'il n'était pas homme à se laisser impressionner par qui que ce soit, quel qu'en soit le niveau. Une certaine dose d'humour lui permettait de faire passer des messages difficiles.

Son honnêteté intellectuelle était rigoureuse, son honnêteté morale indiscutable. S'il acceptait les compromis clairement établis, il était opposé à toute forme de compromission. Dans ces domaines, il était aussi rigoureux pour lui-même que pour les autres. Mais sa rigueur savait être souriante, elle n'excluait pas la bienveillance et la chaleur humaine. Il est remarquable qu'il ait suscité le respect et l'estime de tous, souvent l'amitié, même de ceux que ses fonctions avaient appelé à contrôler.

Par ailleurs, il aimait mener une vie simple, décontractée et chaleureuse avec sa famille et ses amis.

Ajouterais-je qu'il avait connu très jeune, dès le lycée, sa future femme, décédée il y a deux ans, qu'il épousa à sa sortie de l'École Polytechnique. Tous ceux qui les ont connus savent qu'ils formaient un couple extraordinairement uni.

Jean Forestier était un homme d'une très forte personnalité, d'une haute stature morale, qui a marqué tous ceux qui ont travaillé avec lui. Il était le type du haut fonctionnaire dévoué à l'intérêt général. Pour beaucoup d'entre nous, c'était aussi un ami.

PIERRE GIRAUDET

Par Robert Espérou

Pierre Giraudet s'est éteint à Paris, le 13 avril 2007, à 87 ans.

Ingénieur général des Ponts et Chaussées, sa carrière débuta là où il était né, en Algérie, dans les services hydrauliques, à la direction des travaux publics et des transports, et enfin au port d'Alger.

En 1961, il devint directeur des travaux du port autonome du Havre et devint ensuite directeur général adjoint des Aéroports de Paris, où il participa activement au lancement de Roissy-Charles De Gaulle.

P. Giraudet prit ensuite, en 1971, la présidence de la RATP et marqua cette entreprise par la réalisation du réseau Express Régional et la création de la Carte Orange

Le 19 novembre 1975, P. Giraudet quitta la RATP pour devenir président du conseil d'administration d'Air France,

Il trouva la compagnie dans une situation très difficile. Face à cela, Pierre Giraudet se montra tenace et inflexible, face aux Pouvoirs publics comme au sein de la compagnie. Il obtint des compensations de l'État pour les sujétions qui avaient été imposées à la compagnie. Il refusa de s'équiper en Boeing 737 pilotés à trois. Il ferma des lignes de "prestige".

Il discuta longuement avec le personnel et les organisations syndicales un plan d'entreprise qui permit de remettre Air France à flot. En 1984, les comptes affichaient un EBE de 4 MdF. C'était l'année où Pierre Giraudet dut, à contrecœur,

céder son fauteuil, le 16 juillet, un mois après avoir été élu membre titulaire de notre Académie, le 15 juin.

Pierre Giraudet n'était pas seulement un grand chef d'entreprise, universellement reconnu, puisqu'il fut élu président de l'IATA en 1980/1981. C'était aussi un être profondément humain, proche de son personnel, respecté mais aussi apprécié pour la chaleur de son contact, du haut en bas de l'échelle hiérarchique.

Très attaché à Air France, il ne négligeait pas pour autant sa famille, où son épouse l'accompagnait de sa présence discrète mais active. Il manifestait une grande curiosité d'esprit et surprenait par ses connaissances sur des sujets très différents. Il appréciait particulièrement l'œuvre du grand historien Fernand Braudel, et s'appuyait, dans sa croisade contre la déréglementation, sur les écrits d'obscurs économistes anglais ou écossais du XVIIe siècle.

Tel fut l'homme dont nous célébrons aujourd'hui la mémoire, d'un homme qui avait emprunté à un chef d'escale d'Air France, auquel il reconnaissait la paternité de la formule, cette devise : "D'un obstacle, faisons un point d'appui".

JEAN-PIERRE LABORIE

Par Jean Pinet

Jean-Pierre Laborie est décédé le 16 avril dernier à la suite d'une délicate intervention chirurgicale.

Il était né le 12 décembre 1945 à Talence, en Gironde.

Ingénieur, il faisait partie de la promotion 1967 de l'École centrale des Arts et Manufactures de Paris où il avait choisi la spécialité aéronautique.

D'octobre 1967 à mars 1969 il a effectué son service national au service du Matériel et au Centre d'essais des Landes.

Son premier employeur a été Neyrpic-Alsthom. Il y a travaillé comme ingénieur d'études sur des projets de turbines.

Mais très tôt, en 1971, il entrait à l'Aérospatiale, à Toulouse où il est définitivement resté.

Il a débuté sur les développements de poste d'équipage dans le département des Études avancées, à la tête d'un projet aboutissant à la conception et à la mise en œuvre de ce qui est appelé l'A310 "Glass Cockpit" qui fut, ce qu'on ignore souvent, le premier cockpit de ce genre dans l'histoire de l'aviation de transport permettant ainsi à Airbus de devenir la référence mondiale en matière de conception de poste d'équipage. Pour sa contribution dans ce domaine Jean-Pierre Laborie a reçu la médaille Robert Alkan en 1985.

Il devint le responsable des études avancées et eut un rôle primordial dans la préparation du cockpit A320, contribuant ainsi largement au succès de la famille de l'A320 et de ses dérivés. À cette époque il a aussi pris en charge ce qui n'était

encore qu'une matière non structurée, l'adéquation Homme-Machine et a mis en place une organisation s'en occupant spécialement.

À partir du lancement de la famille des A330 et A340 il a eu la responsabilité du développement de leurs systèmes jusqu'à leur certification en 1992. C'est alors qu'il passa à la tête du département Systèmes et a ainsi participé activement au développement de tous les nouveaux projets d'Airbus.

Au passage d'Airbus en société intégrée, en 2001, il a été nommé Senior Vice President of Systems & Integration Tests avec de très larges responsabilités.

Il a été élu en 1999 correspondant de l'ANAE.

À côté de sa très grande compétence professionnelle il avait aussi de grandes qualités humaines. Discret, il portait attention à ce qu'on lui disait, et quand il exprimait une opinion elle était toujours fondée et tenant compte de tous les facteurs connus. Lorsqu'elle était négative il était rare qu'il ne propose pas une alternative.

C'était un "honnête homme" dans tous les sens du terme.

GEORGES LIBERT

Par Jacques Noetinger

Georges Libert, membre d'honneur de l'Académie, s'est éteint le 3 janvier 2002.

Parmi toutes les carrières de pilotes français qui se sont illustrés au cours du XXe siècle, je crois que celle de Libert est la plus fascinante parce qu'étonnament diversifiée au cours de 67 ans de pratique !

Il est breveté pilote militaire à 20 ans, en 1929. Affecté à Istres, il est volontaire pour un stage VSV. Il se perfectionne et se fait remarquer par le commandant Pierre Weiss qu'il accompagne en Afrique du Nord en escadre où le grand patron est le général Vuillemin. Il sillonne l'Afrique en Potez 25.

Le jour où le général Vuillemin lui propose de faire partie des 28 pilotes de la "Croisière Noire", sa fabuleuse carrière débute.

Il sera le plus jeune des 56 membres de cette tournée de deux mois et de 23 000 km, fin 1933. Il en était le dernier survivant.

Moniteur à Tours au moment où naît Air Bleu, poste aérienne de jour, Daurat le fait quitter l'armée et l'engage. Il sera le plus jeune pilote des Simoun d'Air Bleu jusqu'à l'arrêt de cette exploitation en 1937. Il effectue, avec le radio Gilbert Denis, une liaison record France-Indochine en 50 heures en 1937.

À la création de la Postale de nuit, il l'inaugure comme pilote en 1939.

La guerre éclate, il est affecté comme chef pilote pour la réception des chasseurs Bloch 152… occasion d'abattre un Heinkel 111 en 1940.

Ayant refusé de réceptionner des Bloch 175 pour l'Allemagne, il est nommé commandant du SCLAM (Section civile de liaison aérienne métropolitaine) tout en

appartenant à la Résistance en 1941. Evacué vers Londres à bord d'un Lockheed Electra en 1943, il est affecté au BCRA et effectuera huit missions de nuit en Lysander. Ce sera ensuite une longue carrière à Air France de 1945 à 1970 comme moniteur, commandant de bord sur Constellation et Boeing 707 et finalement chef du personnel navigant.

À la retraite, il se consacre à l'aviation légère comme moniteur, président de l'Aéro-club de Dreux et propriétaire d'un Jodel Sicile qu'il pilote jusqu'en 1996.

Généreux, modeste, intègre, animé d'un grand idéal, toujours prêt à aider, à secourir, Georges Libert, membre d'honneur de l'Académie nationale de l'air et de l'espace, avait été président des Vieilles Tiges de 1982 à 1992, vice-président des Ailes Brisées, de l'Aéro-Club de France et de la FAI, pour la France.

Il était commandeur de la Légion d'honneur, ayant été décoré de la rosette par le Président de la République, Vincent Auriol, en 1951, lors d'un vol transatlantique en Constellation dont il était commandant de bord.

Il nous laisse l'image d'une vie exemplaire et d'une carrière menée avec une rare maîtrise pour totaliser 25 300 heures de vol.

Modeste, il n'avait pas voulu de fleurs à ses obsèques, souhaitant par contre que des dons soient faits aux Vieilles Tiges auxquelles il s'est tant dévoué.

DOMINIQUE MAUNOURY

Par Lucien Robineau

Dominique Maunoury avait été élu correspondant de notre compagnie en 1997, au titre de la Section d'histoire, lettres et arts.

Peintre de l'air et de l'espace, nommé à cette fonction en 1989 par le ministre de la Défense, il avait présidé plusieurs années l'association des Peintres de l'Air. Dans cette confrérie, il était le seul à puiser son inspiration dans la pratique courante d'une activité de pilote, notamment en voltige aérienne. Ancien élève de l'École des Beaux Arts, il avait d'abord été architecte en chef du département d'Eure-et-Loir de 1961 à 1984.

Comme peintre, il était attiré par l'élégance et l'esthétique des choses de l'air. Il s'attachait à exprimer dans ses toiles une vision moderne de son époque et à tirer des formes aérodynamiques des impressions fortes, à communiquer des émotions en montrant symboliquement la pureté du vol et celle des créations humaines capables de se mouvoir dans l'espace. Traitant le plus souvent ses sujets par des à-plats de couleurs vives, pures et contrastées, il les caractérisait par une extrême précision de contours non tracés et par une dynamique évidente. Son talent aux multiples aspects, toujours teinté d'impressionnisme et baigné de lumière, avait été reconnu au plan international et il était membre de l'American Society of Aviation Artists.

Dominique Maunoury laissera un nom dans le monde de la peinture.

Il a succombé à un cancer le 16 décembre 2001, cinq jours après son soixante-dixième anniversaire.

GÉRARD MÉGIE

Par Marie-Lise Chanin

Gérard Mégie, né en 1946, était diplômé de l'École Polytechnique (1965) et docteur ès sciences (1976). Professeur à l'Université Pierre et Marie Curie depuis 1988, il était membre de l'Institut Universitaire de France depuis 1998. Après en avoir été directeur adjoint de 1984 à 1996, il a dirigé le service d'Aéronomie du CNRS de 1996 à 2000. Il a également créé l'Institut Pierre Simon Laplace des sciences de l'environnement global dont il a assuré la direction de 1991 à 2000. Il était, depuis novembre 2000, président du Centre national de la recherche scientifique.

Gérard était un scientifique de grande classe que nous avons les uns et les autres approché dans ses différentes responsabilités. Il fut un chercheur, un professeur et un responsable d'organisme. Le personnage que j'ai le mieux connu est celui de jeune chercheur entré au service d'Aéronomie en 1967 à sa sortie de l'École Polytechnique et avec lequel j'ai travaillé pendant les premières 10-15 années de sa carrière scientifique, lorsque nous avons développé ensemble les méthodes de sondage de l'atmosphère par lidar. L'idée d'exciter les atomes de la haute atmosphère par une lumière dont on contrôlerait les paramètres avait germé dans l'esprit de Jacques Blamont 10 ans auparavant, mais c'est l'arrivée des lasers à fréquence accordables vers 1965 qui a permis vraiment de mettre cette idée à exécution. Ce fut le sujet de thèse de Gérard Mégie qui a pu ainsi étudier l'origine des espèces métalliques dans la haute atmosphère et élucider la plupart des questions qui se posaient à leur sujet.

C'est alors que, dans la seconde moitié des années 70, le problème de l'ozone stratosphérique s'est posé et la communauté scientifique qui s'était investie dans la haute atmosphère a porté son intérêt à ce domaine assez délaissé jusqu'alors de la stratosphère, région si mal connue que Marcel Nicolet l'avait baptisé "d'ignorosphère". Gérard Mégie s'est investi à la fois par l'observation et par la modélisation dans l'étude de la variabilité naturelle de l'ozone et de son évolution sous l'influence des activités humaines. Il a participé à la mise en œuvre de nombreux moyens d'observation de la stratosphère, essentiellement des lidars opérant depuis le sol et ultérieurement différentes plates-formes embarquées (avion, satellite). Il a coordonné plusieurs campagnes d'étude de l'ozone dans les régions polaires, arctiques et antarctiques. Les observations d'abord menées à l'Observatoire de Haute-Provence furent au fil du temps étendues à d'autres sites : Dumont d'Urville puis la Réunion et ces extensions ont contribué à la mise en place d'un réseau international de surveillance de la stratosphère, le NDSC, où la France grâce à Gérard Mégie joue un rôle prépondérant.

Ses travaux de recherches les plus récents portaient sur l'étude des perturbations chimiques de la troposphère en relation avec l'augmentation de la pollution photo-oxydante à différentes échelles de temps et d'espace, et plus généralement sur les liens entre l'évolution de la composition chimique de l'atmosphère et le changement climatique. Il s'était également plus récemment engagé dans des réflexions sur les impacts économiques et sociaux des problèmes d'environnement (changements climatiques, ozone stratosphérique).

Il est triste de noter que Gérard Mégie, entré dans un laboratoire spatial pour *a priori* utiliser l'espace pour y effectuer ses recherches, ne verra pas les vols spatiaux des instruments qu'il a contribué à développer au sol et en avion, puisque le premier lidar spatial issu de ses travaux, Calipso, ne volera que l'an prochain. Il a pour mission de surveiller les aérosols atmosphériques à l'échelle globale.

Outre son rôle de chercheur qui d'ailleurs avait commencé sa carrière au CNRS où il est resté jusqu'en 1988, il faut souligner que Gérard Mégie s'est toujours considéré comme un enseignant, dirigeant des dizaines de thèses et de mémoires et professeur à l'Université Pierre et Marie Curie. C'était certainement un maître exigeant, suivant l'exemple de notre patron commun! C'est avec cette double fonction de chercheur et de professeur qu'il a mené sa carrière et qu'il concevait son rôle de président du CNRS, et il est clair que son ambition était de conduire à une meilleure interaction entre la recherche et l'enseignement universitaire au sein de cet organisme.

Le personnage qui est sans doute le mieux connu de la communauté scientifique élargie est celui qu'il s'est rapidement forgé de meneur d'hommes, de leader, de grand patron de la science. Devenu membre de nombreux comités scientifiques européens et internationaux, Gérard Mégie a impressionné les membres de tous ces comités par la clairvoyance de ses analyses et la rapidité avec laquelle il embrassait les problèmes et leur apportait une solution. Je l'ai souvent vu arriver dans un débat où il n'était pas *a priori* le meneur de jeu et très rapidement imposer sa vision des choses. On peut ainsi dire que dans ces activités, il a largement contribué à la structuration de la recherche en environnement aux niveaux national et européen. À l'échelle nationale, après avoir d'abord été sous-directeur puis directeur du service d'aéronomie, il a réussi à mener à bien un ancien projet, la fédération de sept laboratoires franciliens spécialisés dans les sciences de l'environnement global, atmosphérique et océanique, devenue une réalité en 1992 sous sa direction, sous le nom d'Institut Pierre Simon Laplace dont il a été le premier directeur. Depuis 2000 il était président du CNRS et il a beaucoup contribué à le faire évoluer en lançant, dés son arrivée à la tête de l'établissement une grande réflexion stratégique, puis dans les derniers mois où, bien qu'affaibli par la maladie, il a rédigé avec le directeur du CNRS, Bernard Laroutourou le "Projet pour le CNRS" qui devrait permettre à l'organisme d'évoluer en profondeur, et dont j'espère qu'il sera mis en place.

Depuis 2000 il présidait également le comité des programmes scientifiques du CNES.

À l'échelle internationale, il a présidé de 1988 à 1996 la Commission internationale de l'ozone du Conseil scientifique de la science (ICSU), et de 1994 à 1999 le Comité scientifique pour l'observation de la Terre de l'Agence spatiale européenne (ESA). Il a présidé le comité scientifique "stratosphère" de la Commission européenne de 1990 à 2004 et co-présidé le Comité scientifique international auprès des parties au protocole de Montréal pour la protection de la couche d'ozone. À ce titre, Gérard Mégie a assuré la coordination des rapports internationaux sur l'état de la couche d'ozone stratosphérique en 1998 et 2002. Il était également membre, depuis 2001, du European Research Advisory Board (EURAB) de la Commission européenne et, depuis 2003, du High Level Political Expert Group of the European Research Council de l'Union européenne. À ce titre, il a été l'initiateur du colloque "Europe de la Recherche : objectif 2010" que le CNRS organise les 8 et 9 juillet prochains à Paris.

Gérard Mégie était l'auteur de nombreuses publications et de deux ouvrages sur l'ozone stratosphérique : Stratosphère et Couche d'Ozone (Editions Masson) en 1991 et Ozone, l'équilibre rompu (Presses du CNRS) en 1989. Il était également le coordonnateur scientifique de deux rapports de l'Académie des sciences : Ozone et propriétés oxydantes de la troposphère (1993), et Ozone Stratosphérique (1998) parus aux Editions Lavoisier.

Gérard Mégie était lauréat de la médaille d'argent du CNRS (1987), du Grand prix de l'Union internationale des associations de prévention de la pollution atmosphérique (1991), du Grand prix du commissariat à l'énergie atomique de l'Académie des sciences (2001) et de la Médaille Alfred Wegener de l'Union européenne des géosciences, qu'il venait de recevoir (2004). Il était membre de l'Académie des sciences, de l'Académie de technologie, de l'Académie d'agriculture, de l'Academia Europae et membre correspondant de l'ANAE.

Gérard Mégie était chevalier de l'Ordre du mérite (1990) et chevalier de l'Ordre national de la Légion d'honneur (2001).

Mais au-delà de ces responsabilités, de ces distinctions et de ces honneurs mérités, Gérard Mégie nous a donné à tous une très grande leçon de courage. Malgré la douleur et l'épuisement qu'il a connus au cours de la dernière année, il a continué à remplir la tâche qu'il avait acceptée et je reprendrai pour conclure la première phrase de l'homélie donnée par Jacques Arnould pendant la très émouvante cérémonie des obsèques : "Les arbres dit-on, sont les seuls êtres à mourir debout. Gérard Mégie était de ceux-là."

GEOFFREY POPE

Par Philippe Poisson-Quinton

Président de la Royal Aeronautical Society (1993-1994). Après des études d'ingénieur à Imperial College à Londres (1953-1958), il intègre le Royal Aircraft Establishment à Farnborough à la direction des structures (1958-1973) ; il

contribue aux méthodes complexes de calcul et à l'utilisation croissante des méthodes numériques sur super-ordinateurs, en liaison avec l'industrie.

Il s'oriente ensuite vers l'organisation du département d'aérodynamique couplé avec le calcul optimal des structures, y compris l'intégration de nouveaux matériaux (calcul de la voilure des Airbus).

Il est appelé au ministère de la Défense comme conseiller scientifique (1981-1984 puis 1989-1994).

En 1984, il retourne au RAE Farnborough comme directeur.

Il prend sa retraite en 1994 à Exeter où il participe au développement scientifique de son université comme membre du conseil, puis Chairman (1999 à 2004).

Grâce à lui, une visite officielle de l'ANAE en Angleterre fut organisée avec grand succès en avril 1996, comportant un séjour à Cranfield Institute et une visite des Centres de recherche de Bedford (ARA et RAE).

PHILIPPE POISSON-QUINTON

Par Marc Pélegrin

Philippe Poisson-Quinton, né en 1919, a eu une carrière essentiellement consacrée à l'aéronautique. Sa formation a été diversifiée, ce qui certainement a été valorisant : Licence ès Sciences (Sorbonne), École spéciale des travaux publics, Sup'Aéro. Il fut un assistant à la Chaire d'aviation de la Sorbonne. Il est entré à l'Onera en 1946 comme ingénieur de recherche puis chef de groupe. En 1963 il devient chef de la division Aérodynamique appliquée, puis en 1969 il est nommé coordinateur des recherches aéronautiques où il reste jusqu'en 1973, date à laquelle il devient directeur rechnique adjoint pour l'aéronautique. De 1979 à 1984 il fut directeur des coopérations internationales. Devenu haut conseiller honoraire à l'Onera en 1984, il a gardé des activités intenses dans le domaine aéronautique. Il est décédé le 20 août 2005.

En plus de ses activités au sein de l'Onera, il a été un professeur très apprécié, dès 1955 à l'École supérieure des techniques aérospatiales (ESTA, Orsay), puis à l'École des pilotes d'essais (EPNER) depuis 1963. Il a été professeur invité à l'Université de Princeton, aux États-Unis en 1975-76. En plus de ces cours, il a été invité à donner de nombreuses conférences : École supérieure de guerre aérienne, puis interarmées, à l'École nationale de l'aviation civile (ENAC, Toulouse), à l'European Consortium for Advanced Training in Aeronautics (ECATA)...

Cette brillante carrière est particulièrement marquée par des activités internationales effectuées dans le cadre de ses fonctions à l'Onera, principalement avec les centres de recherches et les constructeurs aéronautiques (États-Unis, Canada, Grande-Bretagne, Allemagne, Hollande, Belgique, Suisse, Italie, Suède, Israël, Chine, Inde et Japon). Il a été coordinateur du budget du projet Euromart auprès de la CEE (1975-1988). Il a été membre de la commission Mécanique du

vol de l'AGARD (1967-1984), membre fondateur du GARTEUR (comité recherche aéronautique en Europe), membre du comité directeur de l'Institut von Karman à Bruxelles (1975-1988). C'était un grand ami de Lucien Malavard, Edmond Brun et Lucien Servanty.

Il a été nommé membre titulaire de l'ANAE en 1984, en a été élu vice-président en 1990 et président en 1993. Il a également participé activement à la revue "Aéronautique et Astronautique" (AAAF / ANAE).

Au cours de cette brillante carrière il a reçu la Médaille de l'Aéronautique (1958), il a été nommé chevalier de l'Ordre national du mérite (1965), chevalier de la Légion d'honneur (1978). chevalier des Palmes académiques (1963).

Ses publications ont été très nombreuses et ont concerné des domaines très variés. Le début de sa carrière à l'Onera a surtout concerné l'aérodynamique, en particulier, les études théoriques et les expérimentations, particulièrement en soufflerie (subsonique et supersonique). Il s'est aussi intéressé aux programmes industriels et en 1987, trois ans après son passage à l'honorariat, il fut nommé… à l'unanimité coordinateur du "programme de recherches aéronautiques" de la CEE (programme subventionné par moitié par la CEE et par les industriels : Aérospatiale, AMD/BA, BAe, MBB, Dornier, Fokker, Sabca, Aeritalia et CASA) et il put placer le secrétariat de cette "coordination européenne" à l'Onera. À noter parmi ses dernières publications ou conférences une orientation vers l'avenir de l'aéronautique civile : transport supersonique (deux articles depuis 1990), Avions cargo multiroles à grande capacité et grand rayon d'action (AGARD / FMP Symposium, La Haye, 1993). Cette très brillante carrière professionnelle a conduit à son élection en tant que "Honorary Fellow" de "l'American Institute of Aeronautics and Astronautics " en novembre 2001, distinction de très haute valeur.

Mais à côté de cette très belle carrière je voudrais dire quelques mots sur sa vie familiale.

Philippe était le petit neveu du célèbre biologiste René Quinton. Il fut prisonnier en 1940-41 et libéré à cause d'une maladie sérieuse par la Croix Rouge. Rapatrié à Paris, il s'inscrit à la Sorbonne et crée un "Mouvement de libération" au sein de l'Université. C'est à la Sorbonne qu'il connut Anne-Marie Beaucourt (étudiante en géologie). Ils se marièrent en décembre 1945. Ils eurent trois enfants. Leurs amis sont très nombreux et ont tous apprécié l'accueil très chaleureux et convivial lors de réunions pas nécessairement au domicile parisien ; beaucoup d'entre nous ont connu son beau voilier, à La Napoule, ou ont partagé le plaisir de quelques journées de ski dans les Alpes. Lors de ces réunions "familiales" il était, certes, question par moments, d'aéronautique, mais bien d'autres sujets étaient abordés et Philippe et Anne-Marie mettaient toujours en exergue les problèmes concernant l'évolution de la société. La philosophie n'était pas exclue des conversations. C'était un passionné de théâtre, musées, musique.

Que notre ami Philippe repose en paix !

ANDRÉ ROUSSET

Par Jean Carpentier

André Rousset est né à Lunel le 29 septembre 1930. Toute sa vie, il a gardé un vif attachement aux valeurs familiales et aux exemples de ses ascendants. Dans son dernier livre, modestement intitulé : “Mémoires d’un bricoleur”, avec un sous-titre plus évocateur : “Des rayons cosmiques à l’Aérospatiale”, André Rousset indique qu’il doit à son grand-père paternel, agent de police, le sens critique et le respect des valeurs démocratiques et sociales et à son autre grand-père, qui était entrepreneur en bâtiment, le goût d’entreprendre. Son père, Auguste Rousset, malgré les conditions précaires dans lesquelles se trouvaient ses parents, poursuivit ses études à l’Université de Montpellier et réussit le concours d’agrégation de physique. Pour son diplôme d’agrégation, il enregistra, en 1928, des spectres de diffusion de la lumière qui comportaient des raies que son patron de thèse considéra comme résultant d’effets parasites. Or, il s’agissait de phénomènes fondamentaux qui furent expliqués par le physicien indien Chandrasekhara Raman, qui, pour cette découverte, obtint le Prix Nobel de physique en 1930. Auguste Rousset poursuivit ses travaux sur l’effet Raman à la Faculté de Bordeaux, en collaboration avec Alfred Kastler, qui lui-même, devait recevoir le Prix Nobel de physique en 1966 pour ses travaux sur le pompage optique, à la base du laser.

De ses études au lycée de Bordeaux, André Rousset garde un souvenir mitigé : il n’apprécie ni le latin ni l’allemand, que son père lui avait fait choisir comme première langue, car, avant la guerre, “la science moderne s’écrivait en allemand”. En classe de 3e, il se débarrasse du latin et décide de passer dans une classe “moderne”qui vient d’être créée. En terminale, André Rousset obtient le prix d’excellence. En math’sup, il apprécie particulièrement la géométrie descriptive pour “voir dans l’espace” et, en math’spé, il découvre son goût pour la physique qui ne cessera de se développer par la suite.

Il entre à l’École Polytechnique, avec la promotion 1951 et y passe deux années studieuses, tout en appréciant la possibilité de faire de la natation, du plongeon acrobatique et de l’athlétisme. Son professeur de physique, Louis Leprince-Ringuet, lui donne l’envie d’en savoir davantage : il découvre ainsi sa vocation qui est de faire de la recherche scientifique.

Aussi, à sa sortie de Polytechnique, il choisit le Corps des Poudres, avec l’idée de se consacrer à la chimie. Comme une partie de l’enseignement s’effectue à la Sorbonne, André Rousset complète ses titres universitaires de licencié en physique et en mathématiques par une licence en chimie. Cependant, il prend contact avec les physiciens du laboratoire Leprince-Ringuet à l’École Polytechnique, et tout particulièrement avec André Lagarrigue. Ceci le conduit à effectuer un stage, soi-disant de génie chimique pour rester dans le cadre de l’enseignement de l’École des Poudres, à l’observatoire du Pic du Midi, où fonctionnent deux chambres de Wilson. Ce stage détermine l’orientation de la carrière scientifique d’André Rousset qui trouve plus d’attrait pour le rayonnement cosmique et son interaction

avec la matière que “pour les couleurs des tubes à essais”. Avec l’accord bienveillant de la direction des Poudres, il passe de la chimie à la physique, mais il continue à suivre les enseignements de l’École des Poudres, dont il apprécie particulièrement le cours de chimie quantique professé par Claude Fréjacques, “enfin un enseignement qui met à profit les dernières avancées de la science”.

En octobre 1955, André Rousset entre au laboratoire de physique de l’École Polytechnique, dans l’équipe du Pic du Midi, dirigée par Bernard Grégory. Il trouve au Pic une ambiance exaltante, au sein d’une communauté d’astronomes, de physiciens et de météorologues. Les randonnées dans la montagne assurent un équilibre avec les expérimentations. André Rousset perfectionne les dispositifs de mesure des chambres de Wilson, ce qui facilite beaucoup leur exploitation.

Cependant les perspectives offertes par les accélérateurs de particules, alors en construction à Saclay et à Genève, apparaissent plus prometteuses que celles fournies par les rayons cosmiques. Sur les conseils d’ André Lagarrigue, André Rousset étudie, en chambre de Wilson, l’ionisation d’une particule chargée : le comptage des gouttelettes, le long de la trace, doit permettre d’estimer la vitesse de la particule, même aux très grandes énergies, grâce au phénomène de la remontée relativiste de l’ionisation. Les résultats obtenus par André Rousset avec une chambre de Wilson expérimentale montrent que ce phénomène est bien réel et que l’effet est d’autant plus important que le gaz remplissant la chambre est plus lourd. En octobre 1958, André Rousset présente ces résultats devant un jury de thèse comprenant Francis Perrin et Alfred Kastler. Cet éminent jury lui décerne le titre de docteur d’État.

Cependant, aux États-Unis, un autre détecteur a été inventé : la chambre à bulles dont le principe est l’inverse de celui de la chambre de Wilson : le passage d’une particule chargée, dans un liquide surchauffé, provoque une ébullition tout le long de sa trajectoire. André Rousset se lance sur cette voie en réalisant deux chambres à bulles à propane, mais l’accélérateur Saturne de Saclay n’a pas une énergie assez élevée pour en exploiter les possibilités. Aussi fait-il construire une plus grande chambre à bulles qu’il expérimente avec les faisceaux de neutrinos du Centre européen de recherche nucléaire (CERN) à Genève.

C’est alors que commence “l’aventure Gargamelle”. Il s’agit d’une chambre à bulle géante, conçue par l’équipe du laboratoire de l’École Polytechnique pour accumuler les réactions du neutrino et analyser ces réactions. Le nom de Gargamelle, mère de Gargantua, avait été proposé par Louis Leprince-Ringuet pour afficher le caractère gigantesque du projet et, peut-être aussi, pour annoncer son appétit en crédits ! En 1965, le CEA s’engage à construire Gargamelle et le CERN à la faire fonctionner.

En 1969, André Rousset est recruté par le CERN pour assumer la responsabilité du programme des chambres à bulles à liquide lourd tel que le fréon, programme en compétition avec celui des chambres à bulles à hydrogène liquide. Les expérimentations de Gargamelle au CERN aboutissent en 1973 à la découverte des courants neutres faibles. Cette existence conduit à unifier l’interaction

électromagnétique et l'interaction faible. Les expérimentateurs du CERN ont précédé les expérimentateurs et les théoriciens américains. C'est pourtant à ceux-ci que le Prix Nobel sera décerné en 1979. André Rousset a rendu un vibrant hommage à André Lagarrigue qui fut à l'origine de Gargamelle. Le décès d'André Lagarrigue en 1975 l'a probablement privé de la distinction du Prix Nobel de physique.

De 1954 à 1974, André Rousset a ainsi vécu deux décennies de recherche intense en physique nucléaire, en consacrant la majeure part de son énergie à la réalisation d'expériences de très haut niveau. Il se disait plus à l'aise dans un laboratoire que dans un séminaire de physique théorique et il appréciait, par dessus tout, le travail au sein d'une équipe internationale.

André Rousset revient à Paris en 1974 pour entreprendre au laboratoire de l'École Polytechnique une analyse détaillée des interactions de protons. Mais, quelques mois plus tard, il est appelé par Hubert Curien, alors délégué général à la recherche scientifique et technique pour occuper un poste de conseiller scientifique pour la physique et pour les relations avec le CEA. À la DGRST il est chargé de suivre les programmes européens et, plus particulièrement, ceux d'Euratom. Il contribue à la décision de lancer le programme communautaire JET pour l'étude de la fusion thermonucléaire. En 1979, Pierre Aigrain, sous-secrétaire d'État à la Recherche, lui demande de mettre en place la programmation des très grands équipements de la science. Il s'agit de programmer la réalisation d'équipements tels que les accélérateurs de particules, les navires océanographiques, les gros instruments de biologie, les grands calculateurs scientifiques. Ceci conduit André Rousset à faire décider l'implantation, à l'École Polytechnique, d'un Cray 1 destiné aux chercheurs de l'École, mais aussi à ceux du CNRS, de la Météorologie nationale et de l'Onera. D'autre part, à l'initiative d'André Rousset, un laboratoire souterrain est construit dans les Alpes, près de Modane, pour tenter de mettre en évidence la désintégration du proton. Sur proposition de Pierre Aigrain, André Rousset est nommé membre du Comité de la recherche scientifique et technique, plus connu sous l'appellation de "comité des Sages".

L'expérience de la programmation des recherches et des grands équipements qu'André Rousset a acquise au cours de son affectation à la DGRST conduit Henri Martre, alors délégué général pour l'Armement, à lui proposer, en 1981, le poste de conseiller scientifique du ministre de la Défense et de chargé de la mission Recherche à la DGA. Dans ces nouvelles fonctions, André Rousset peut avoir une vue d'ensemble sur les études amont du ministère de la Défense. Il est à l'origine de la création du colloque Science et Défense, du prix Science et Défense (dont le jury est présidé par Louis Néel, prix Nobel de physique) et du Conseil scientifique de la Défense. Mais André Rousset attache une importance primordiale à la formation des jeunes à la recherche. C'est pourquoi il propose au ministre de porter à 2 000 le recrutement annuel des scientifiques du contingent, au lieu de 1 500. De même, le nombre de postes d'ingénieurs de l'Armement de l'Option Recherche est porté de quatre à sept.

En 1983, l'Académie nationale de l'air et de l'espace est créée, à l'initiative d'André Turcat. André Rousset fait partie des membres fondateurs et, pendant plusieurs années, il assiste fidèlement aux réunions de l'ANAE et y expose les motivations scientifiques et techniques d'un effort spatial.

En 1986, André Rousset est nommé par Henri Martre, qui est alors à la tête de l'Aérospatiale, conseiller scientifique du président. Celui-ci lui demande d'effectuer un tour du monde des laboratoires et des industriels travaillant dans les disciplines et les techniques de pointe, tels que la microélectronique et les lasers. André Rousset crée à l'Aérospatiale un comité de prospective qui traite les sujets essentiels comme la furtivité radar, la détection infrarouge, les lasers, l'intelligence artificielle, les calculateurs parallèles, l'optique adaptative, etc.

Pendant sept ans, le comité de prospective est, pour André Rousset, le principal outil d'action auprès des divisions de l'Aérospatiale. D'autres thèmes, tels que la sécurité aérienne, le rôle de l'Homme dans l'espace, l'impact du trafic aérien sur l'atmosphère sont examinés. Ce dernier thème conduit André Rousset à faire créer par la Direction générale de l'aviation civile, le comité Avion-Ozone qui analyse, de façon approfondie, les effets des divers effluents des moteurs d'avions. L'un des derniers dossiers traités sous l'impulsion d'André Rousset concerne les technologies militaires dites "critiques", dont la maîtrise conditionne le succès d'un programme militaire.

À la demande de Louis Gallois, qui a remplacé Henri Martre à la présidence d'Aérospatiale, André Rousset établit une liste de laboratoires et d'équipes de chercheurs pouvant être associés à Aérospatiale, à l'instar des laboratoires associés au CNRS. Pour encourager les ingénieurs d'Aérospatiale à cultiver leurs connaissances scientifiques et techniques, André Rousset met en place une "charte des experts" et définit les procédures pour les désigner et assurer leur promotion.

Pendant de nombreuses années, André Rousset est membre du haut conseil scientifique de l'Onera auquel il apporte son expérience de la recherche expérimentale.

André Rousset quitte Aérospatiale en 1995, le jour de ses 65 ans, Hubert Curien et Louis Leprince-Ringuet assistent à la cérémonie d'adieux, lors de laquelle Louis Gallois insiste sur la volonté d'André Rousset de tout expliquer de manière rationnelle et sur ses talents de vulgarisateur. Ces talents, André Rousset n'a cessé de les exercer et de les développer, notamment au cours de son enseignement de la physique à l'École des Mines où il a succédé, comme professeur, à Bernard Grégory, en 1960.

Tout au long d'une quarantaine d'années d'enseignement, André Rousset est resté attaché à quelques idées fortes :

- il faut communiquer aux élèves les concepts les plus modernes ;
- il faut dégager les notions simples ;
- il ne faut pas négliger les aspects expérimentaux et il faut décrire les phénomènes tels qu'ils sont observés et non pas tels qu'on devrait les observer suivant la théorie admise jusqu'alors.

Son enseignement à l'École des Mines couvre tous les phénomènes fondamentaux de la physique, depuis les particules élémentaires jusqu'à l'astrophysique, en passant par le noyau atomique, l'atome et la matière condensée. André Rousset continue à enseigner à l'École des Mines jusqu'en 1998. Sa nouvelle situation de retraité à part entière lui permet d'écrire un excellent livre de vulgarisation scientifique "Les nouvelles frontières de la connaissance" dans lequel il résume ses recherches et expose, de façon simple, son enseignement.

D'autre part, il approfondit la généalogie de sa famille et essaie de faire "revivre" ses ancêtres, en les replaçant dans l'histoire locale. C'est l'objet d'un ouvrage qu'il intitule "Histoires des Pescalunes et de quelques émigrés". Il veut ainsi mieux faire connaître comment vivaient les habitants des petits villages de l'Aude.

La rédaction de ses ouvrages, à caractère scientifique ou à vocation généalogique ou encore à caractère philosophique, était, pour André Rousset, la manifestation de son souci de communiquer et de son plaisir d'écrire. Il était, avant tout, un homme de dialogue, animé d'un vif esprit de concertation qui créait une ambiance de franche cordialité. Il entretenait, avec ses anciens collègues ou collaborateurs, les meilleures relations, mais c'est certainement avec ses compagnons de route dans sa grande aventure scientifique qu'il restait le plus étroitement lié.

Lors de la cérémonie organisée au Palais de la Découverte, le 27 mars dernier, en l'honneur de Louis Leprince-Ringuet – qui aurait eu 100 ans à cette date si proche de son décès en décembre 2000 – André Rousset rendit un vibrant hommage au maître si estimé dont il avait toujours apprécié le dynamisme et la hauteur de vue. Cet hommage d'André Rousset, qui, lui-même, était atteint par une grave maladie, restera, pour tous ceux qui l'ont entendu, le témoignage d'un chercheur passionné, désireux de faire partager son goût pour la science et ses applications, au profit de l'humanité, comme il l'avait fait pendant toute sa carrière si brillante et si féconde.

ROBERT ROUX

Par Lucien Robineau

Robert Roux, correspondant de l'Académie nationale de l'air et de l'espace depuis 1985, est mort le 3 janvier 2002, des suites d'une maladie qui l'isolait du monde depuis longtemps déjà. Il était né le 3 septembre 1926.

C'était un journaliste aéronautique, entré en 1952 au service de presse et de documentation du GIFAS, qu'il dirigea, à la suite de Jacques Nœtinger, de 1980 à sa retraite.

Pilote privé d'avion, de planeur et d'hélicoptère, il avait collaboré, dès la création de ce magazine en 1969, à l'Album du fanatique de l'aviation, devenu plus tard Le Fana de l'aviation. Il fut aussi à l'origine de la collection Docavia des éditions Larivière, dont il avait lui-même publié trois titres. Également décorateur

et peintre amateur, il avait illustré de nombreuses couvertures de la revue Le Fana de l'aviation, sous la signature "Robert J. Roux".

Il avait aussi commenté un grand nombre de meetings aériens, notamment les fêtes aériennes de l'Amicale Jean-Baptiste Salis, à la Ferté Alais.

Robert Roux, très estimé dans le milieu aéronautique, était chevalier de l'Ordre national du mérite et avait reçu la Médaille de l'aéronautique.

JEAN SOISSONS

Par Jean Carpentier

Né à Bar-le-Duc, le 24 février 1919, Jean Soissons, après avoir effectué ses études secondaires et supérieures à Laon, Paris et Lyon, est admis en 1940 à l'École Polytechnique. Sorti dans le corps des Ingénieurs militaires de l'Air, il est diplômé de Sup'Aéro en 1947.

De 1948 à 1957, il est ingénieur d'essais au Centre d'essais en vol, dont il devient rapidement chef de la section Moteurs. Il y acquiert une grande compétence dans ce domaine et son cours sur les moteurs, à l'École du personnel navigant d'essais du CEV, fait bientôt autorité.

En 1957, Jean Soissons est nommé chef du bureau Plan et Programmes de la direction technique et industrielle de l'Aéronautique dont il supervise l'ensemble du budget. Ses fonctions le mettent en rapport avec la direction des recherches et moyens d'essais, dans le cadre de la Délégation ministérielle pour l'Armement, créée en 1961. Il se fait alors très apprécier pour son sérieux, son dynamisme, son ouverture d'esprit, aussi bien par le délégué ministériel, le général Lavaud, que parmi ses interlocuteurs de la DRME, alors dirigée par le professeur Lucien Malavard. Aussi la proposition émise par l'Ingénieur en chef Maurice Natta, sous-directeur des moyens d'essais à la DRME, de nommer Jean Soissons directeur du Centre d'essais des Landes (CEL), qui est créé en 1962, est-elle retenue.

Le CEL devait remplacer le Centre interarmées d'essais d'engins spéciaux (CIEES) de Colomb-Béchar-Hammaguir, dont l'abandon avait été décidé par les accords d'Evian. Jean Soissons est ainsi chargé de réaliser, dans des délais très courts, un grand centre d'essais, indispensable à la Force nucléaire stratégique, mais qui doit aussi pouvoir être utilisé pour les missiles tactiques, en liaison avec les trois armées. Il lui faut entrer en relation, non seulement avec les futurs utilisateurs militaires, mais aussi avec les autorités départementales, les maires des communes voisines, les services des eaux et forêts, etc. Jean Soissons fait preuve d'un réel talent de diplomate, sachant mener avec une grande courtoisie des négociations souvent délicates. En outre, il crée un climat chaleureux au sein du personnel du CEL, qui comprend des officiers des trois armées, des ingénieurs militaires et des ingénieurs civils de diverses spécialités, tous animés d'un esprit d'entreprise et d'un enthousiasme à l'image de leur chef. Le CEL et son directeur acquièrent très vite une excellente réputation dans toute la hiérarchie, jusqu'à Pierre Messmer, ministre des Armées.

Après s'être acquitté parfaitement de cette redoutable tâche, Jean Soissons est nommé, en 1969, directeur de la Direction technique des constructions aéronautiques (DTCA), fonction qu'il exerce jusqu'en 1973.

Il est alors détaché à Aerospatiale, comme membre du directoire et directeur de la division Avions (1974-1976), puis inspecteur général (1976-1981). Il est également président de la Société de construction d'avions de tourisme et d'affaires (SOCATA), de 1974 à 1981.

Membre du conseil du Groupement des industries françaises aéronautiques et spatiales (GIFAS), il est l'un des principaux auteurs du monumental ouvrage, en trois tomes, intitulé: "L'industrie aéronautique et spatiale française 1907-1982" que le GIFAS fait paraître en janvier 1985.

Jean Soissons termine sa prestigieuse carrière comme président du Bureau de normalisation de l'aéronautique et de l'espace (BNAE) de 1981 à 1998.

Membre de l'ANAE depuis 1984, Jean Soissons est également membre émérite de l'AAAF (2002), membre du Comité d'histoire de l'Aéronautique (Comaéro) et du Tomato.

Commandeur de la Légion d'honneur, grand officier de l'Ordre national du mérite, médaillé de l'Aéronautique, Jean Soissons incarnait l'aéronautique française dont il fut un acteur essentiel pendant quatre décennies. Grand serviteur de l'État, pendant toute la partie de sa carrière au sein du ministère de la Défense, il fut aussi un industriel particulièrement créatif.

Tout au cours de sa carrière, il s'efforça d'optimiser les relations entre l'État et l'industrie aéronautique. Ces relations, il les connaissait bien, pour les avoir vécues, mais aussi pour les avoir étudiées dans leur évolution, telle qu'il l'a décrite dans l'ouvrage introductif Comaéro : "Un demi-siècle d'aéronautique en France", publié sous la direction d'Émile Blanc, ancien délégué général pour l'Armement. À la fin de son article très documenté, Jean Soissons conclut ainsi :

"*Il est certain que le monde aéronautique est en train de changer. Tout nouveau programme important est envisagé en coopération. Les structures qui permettaient de réaliser ces programmes tendent à devenir de véritables sociétés à capital international, dotées de moyens industriels importants. Quoi qu'il en soit, la compétence technique, la rigueur des méthodes de travail, le souci de l'intérêt général qui ont caractérisé les personnels de la direction technique et industrielle de l'aéronautique et des directions qui l'ont remplacée resteront les atouts majeurs de leurs successeurs, au bénéfice de la place de la France dans l'aéronautique mondiale.*"

Cette compétence technique, cette rigueur dans les méthodes de travail, ce souci de l'intérêt général étaient aussi, au premier chef, les caractéristiques du grand décideur que fut Jean Soissons.

Mais son éminente envergure intellectuelle ne doit pas faire oublier l'ampleur de ses qualités morales. Comme le soulignait l'ingénieur général Robert Munnich, lors de ses obsèques le 19 décembre dernier, Jean Soissons fut, pour tous ceux qui l'ont approché, pour ses camarades et pour ses collaborateurs, un être

incomparable. C'était un chef, un vrai chef, un homme d'action, un homme de cœur. Il savait écouter, convaincre par la persuasion, décider ce qui était juste et réaliste.

Jean Soissons restait toujours calme, il n'était jamais impatient, jamais découragé. C'était la sérénité même, la force tranquille. Son souvenir restera gravé dans la mémoire de tous, notamment parmi les anciens des essais en vol dont il présida l'Amicale avec un total dévouement. Il fut ensuite nommé, à l'unanimité, président d'honneur de l'AAEV.

Oui, décidément, la personnalité de Jean Soissons aura marqué, d'une empreinte ineffaçable, un demi-siècle d'aéronautique en France.

Les membres de l'Académie nationale de l'air et de l'espace s'honorent d'avoir été ses confrères, se souviennent de ses interventions toujours enrichissantes dans leurs débats et gardent en mémoire l'image amicale et sereine de Jean Soissons.

Ils sont unanimes à reconnaître, en sa personnalité, des qualités rarement rassemblées à ce très haut niveau : compétence, efficacité, jugement, rigueur, enthousiasme, capacité d'écoute, chaleur humaine et discrétion.

Pour chacun d'entre eux, avoir bien connu Jean Soissons fut un vrai bonheur !

De tout cœur, Merci, Jean !

PIERRE VELLAS

Par Habib Slim, professeur émérite à la Faculté de Droit et des Sciences Politiques de Tunis

Au début du mois de juillet dernier, nous avons appris, avec infiniment de tristesse, la nouvelle du décès subit du professeur Pierre Vellas qui fut président de l'Académie nationale de l'air et de l'espace. Tous ceux qui l'ont connu, ses amis, ses disciples, ses anciens étudiants ont été très peinés d'apprendre sa disparition, car aucun d'eux n'a oublié et ne pouvait oublier les grandes qualités intellectuelles, morales et humaines de cet homme exceptionnel. Et je n'ai pas du tout le sentiment d'être excessif en disant qu'il s'agit pour nous tous d'une grande perte, celle d'un humaniste aux multiples talents et aux multiples facettes : austère, discret et gai à la fois, très exigeant, mais aussi très sensible, chaleureux et d'une générosité extraordinaire, esprit très rigoureux et rationnel, mais également passionné par tout ce qu'il entreprenait, visionnaire, mais ayant aussi une approche lucide et pragmatique des problèmes de la vie…. Et ceux qui l'ont bien connu savent combien il est difficile d'évoquer, fidèlement, sa personnalité si riche et si attachante, ainsi que ses activités si débordantes.

Je l'ai connu en 1960, à la Faculté de droit de Toulouse où il enseignait et où, le grand maître du droit international public qu'il était, a formé des générations d'étudiants parmi lesquels j'ai eu la chance de compter. Je découvris, alors, le pédagogue à la pensée si riche et à qui je dois surtout la passion que j'ai contractée pour cette science qui allait engager mon avenir universitaire. Car, c'est tout

naturellement, dans cette discipline que j'entrepris, sous sa direction, une thèse de doctorat. Il fut donc, le maître talentueux qui guida, avec beaucoup de sûreté, mes premiers pas dans la recherche et m'initia à la méthodologie, avant de former mon jugement et ma curiosité intellectuelle. Maintenant qu'il n'est plus là, je me rends compte à quel point son influence fut décisive.

C'est grâce à lui que je découvris toute la richesse et toute la complexité du droit international public, notamment à travers certaines de ses branches, telles le droit humanitaire, le droit du commerce international et surtout le droit international économique qu'il était, alors, l'un des rares professeurs à enseigner en France. En fait, très vite, il mit une autre corde à son arc, en se passionnant pour le droit du développement et en créant l'Institut d'études internationales et des pays en développement où il assurait la formation de très nombreux cadres venus d'Afrique, du monde arabe, d'Asie et d'Amérique latine. En même temps, il menait une grande activité de réflexion sur les problèmes du développement économique et social des pays du tiers-monde.

C'est ce qui l'amena à s'intéresser à mon pays, la Tunisie où il effectua sa première visite, en 1968, à l'invitation du gouvernement tunisien. L'initiative de cette visite était due au Président Bourguiba qui, au cours d'un conseil des ministres, incita tous ses ministres à lire l'excellent ouvrage écrit par un professeur de droit international de Toulouse sur les implications sociales du développement économique. Je crois que cette première visite a été, pour lui, une réelle découverte de la Tunisie. Et depuis, son intérêt n'a fait que croître, pour devenir une véritable passion pour ce pays. Il disait que la Tunisie le fascinait beaucoup, parce qu'il y retrouvait les empreintes d'un passé extrêmement riche, à travers les innombrables marques des civilisations et des cultures qui s'y croisent et s'y entremêlent. En tout cas, il aimait y découvrir les syncrétismes nés à la fois des influences de l'Orient complexe et secret et de l'Occident pratique et rationnel. Il y venait souvent, avec son épouse et ses enfants, puis avec ses petits-enfants, pour "sentir battre le cœur de la Tunisie", disait-il, au cours de petites escapades à Sidi Bou Saïd où il installa un de ses fils. Il y venait aussi pour travailler, puisque, grâce à lui, nous avons lancé, il y a plus de vingt ans, un programme de tourisme de santé, dans la ville thermale de Korbous, sur le modèle de celui de Luchon, avec l'appui de l'Organisation mondiale du tourisme ; ce qui a permis à de nombreux médecins tunisiens de découvrir la gérontologie. C'est là que l'on trouve la facette du visionnaire, puisqu'à l'heure actuelle, la thalassothérapie, associée au tourisme du troisième âge, est devenue le produit phare du tourisme en Tunisie.

C'est encore en visionnaire qu'il collabora avec Tunisair, lorsqu'il était à la tête de l'Académie nationale de l'air et de l'espace. À l'occasion d'une exposition itinérante de l'Académie, il avait animé un séminaire organisé par la compagnie nationale tunisienne sur les perspectives du transport aérien international et les stratégies des compagnies aériennes. Il dessinait, alors, les grandes lignes de ce qui est devenu, aujourd'hui, le programme de développement de Tunisair qui a filialisé la plupart de ses activités connexes, pour se recentrer sur son activité principale, le

transport aérien. Et la compagnie est, aujourd'hui, en bonne santé. Mais, le professeur Pierre Vellas avait tant d'autres facettes et tant d'autres activités que je cours un grand risque, celui de le trahir, en donnant de lui une image réductrice.

Je lui ai rendu visite à son domicile, au mois de novembre 2004 et j'ai encore une fois retrouvé toute sa chaleur humaine, sa grande générosité et sa courtoisie. Malgré l'âge et son handicap physique, il gardait toute sa verve et son esprit restait encore vif et alerte. Je me suis rappelé, alors, ce qu'il me disait au sujet de l'expérience pionnière qu'il avait menée à l'Université du troisième âge créée, à Toulouse, il y a trente ans. Cette expérience montrait que, contrairement aux idées reçues, les capacités physiques et mentales ne périclitent pas avec l'âge, loin s'en faut, pour peu qu'on les entretienne. Malgré sa passion pour la gérontologie, il savait que, malheureusement, les personnes du troisième âge ne sont pas immortelles. Et les grands esprits ne peuvent prétendre à l'immortalité qu'à travers les traces qu'ils ont laissées derrière eux et à travers les empreintes laissées sur les esprits. Je suis sûr que celles du professeur Pierre Vellas sont indélébiles.

Par Jean Pinet

Né en 1924 Pierre Vellas était membre fondateur de notre Académie.

Il en fut président de 1996 à 1998. Ce fait est remarquable en lui-même car parmi les douze présidents s'étant succédé jusqu'à aujourd'hui, il est le seul n'étant pas issu d'une filière technique au sens large du terme. En cela il a largement participé à notre orientation originale de multidisciplinarité, en particulier en bousculant alors notre propension à gérer l'Académie conformément à notre éducation majoritairement technique. Bien que s'irritant parfois de notre difficulté à sortir de cette quasi déformation, il exerçait une autorité ferme et volontaire mais toujours empreinte de gentillesse et de diplomatie, toujours à l'écoute de chacun.

Il insistait énormément sur la nécessité de communiquer avec le monde extérieur à notre communauté technologique, avec toutes catégories de milieux professionnels, diplomatiques, politiques, juridiques, médiatiques. Ainsi il a ouvert nos séances privées aux interventions de personnalités extérieures. Il a pris à cœur d'accélérer nos publications et d'organiser de multiples contacts diversifiés.

Ce dynamisme et cette ouverture d'esprit étaient dus à une personnalité infatigable et remarquablement efficace, et il faut bien citer ici quelques références précisant les contours de cette personnalité hors du commun :

- agrégé des facultés de droit ;
- professeur à l'université de Toulouse ;
- directeur de l'institut d'études internationales et des pays en voie de développement ;
- consultant de diverses organisations du système des Nations unies (OIT, OMS, UNIDO, UNRISD, UNESCO, CNUCED) ;
- membre du Comité de législation sanitaire de l'OMS ;
- représentant de la France dans diverses conférences internationales ;
- docteur honoris causa de l'université de Neuchâtel ;

- spécialiste en droit international économique.

Comme on le voit il était préoccupé par les problèmes liés aux pays en voie de développement et par l'entraide internationale.

Il faut aussi noter une œuvre maîtresse l'ayant rendu mondialement célèbre. Il fonda il y a plus de trente ans les universités du troisième âge. Ce type d'universités a essaimé dans le monde entier ; par exemple en Chine il en existe près d'un millier. Car Pierre Vellas estimait que ce troisième âge méritait autre chose qu'un oubli condescendant.

Il était officier de la Légion d'honneur, officier des Palmes académiques.

Il a fait honneur à notre Académie.

Il est décédé le 11 juillet 2005.