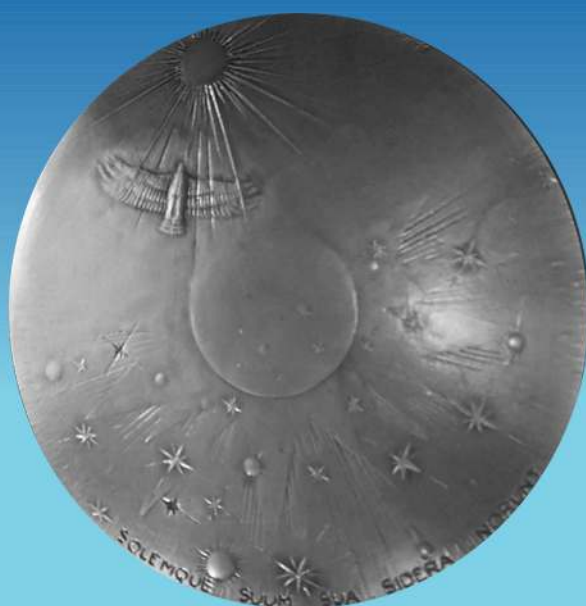


ANNALES

ACADÉMIE DE L'AIR ET DE L'ESPACE

2008-2010

Tome 2 – Communications



SOMMAIRE

Académie de l'air et de l'espace

ANNALES

2008-2010

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, 2015 - Tous droits réservés

ISBN 978-2-913331-61-7

Impression :

Evoluprint – Parc industriel Euronord – 10, rue du parc – 31150 Bruguères

Académie de l'air et de l'espace

Ancien Observatoire de Jolimont

1, avenue Camille Flammarion - 31500 Toulouse

tél : +33 534 250 380

Courriel : contact@academie-air-espace.com – Internet : www.academie-air-espace.com

- TABLE DES MATIÈRES -

1- CONFÉRENCES

- **Les grandes lignes et les enjeux du projet IAGOS**, Daniel Guedalia..... 7
- **L'apport de l'observation spatiale à l'étude du changement climatique**, Anny Cazenave 9
- **Les femmes de l'A380**, Sylvie Loisel-Labaste et Patricia Haffner 11
- **GOCE – Premier gradiomètre spatial électrostatique pour le champ de gravité de la Terre**, Jean-Pierre Marque et Rune Floberghagen..... 13
- **L'A350 XWB, le nouveau long-courrier d'Airbus**, Didier Évrard 29

2- ALLOCUTIONS DE RÉCEPTION

- **Passage de la thermopropulsion à la promotion du patrimoine historique**, Denis Parenteau 37
- **L'Aéronautique, une aventure industrielle**, Jean-Claude Chaussonnet .. 41
- **Évolution des équipements d'avions civils**, Gérard Delalande 47
- **Rêve de Lune – Poussières d'étoiles**, Général Gérard Paqueron 51
- **Situation, perspectives et enjeux de l'exploration spatiale privée**
Jean-Pierre Haigneré 55
- **Les aspects juridiques des applications spatiales pour le changement climatique**, Sergio Marchisio 67
- **Dassault Aviation : 45 ans d'innovation aéronautique**
Bruno Revellin-Falcoz..... 69
- **Opérations d'un Airbus en Antarctique : une authentique première**
Pierre Baud 77
- **De l'aéronautique à l'espace ; de l'espace à l'aéronautique : comment catalyser la recherche ?**, Anne-Marie Mainguy 87
- **Aviation civile au Maroc : chronologie, évolution et relations**
Mohamed Moufid 93
- **Une quête scientifique**, Paul Kuentzmann..... 99
- **De l'intelligence artificielle aux grands systèmes aérospatiaux**
Claude Roche..... 105

• Une contribution au développement de l'industrie spatiale et européenne , Claude Goumy	113
• De l'air à l'espace : une carrière à ciel ouvert , Bernard Molard	121
• A Career at the service of German aerospace industry in the context of European Space programmes , Horst Rauck.....	125
• Journaliste de défense : un métier, ses particularités , Bernard Bombeau	135
• Sécurité aérienne : le retour aux sources , Bertrand de Courville	141
• Le CFM... 35 ans de vie commune , Jacques Renvier	149
• Observer l'espace... Observer depuis l'espace , Pierre Bauer	157
• Du désert à l'espace ; regards d'un RAH sur les 49 ans passés Bernard Deloffre	161
• Living aerospace at different altitudes , Antonio Fuentes Llorens	165
• L'histoire de l'industrie aéronautique helvétique , Georges Bridel	173
• Vivre et travailler dans l'espace , Jean-François Clervoy	181
• Anglo-European cooperation in the aeroengine industry Ian Cannock	187
• Learn to test, test to learn , Bernard Fouques	197
• L'Aviation de montagne – les conquérants de l'inutile ? Michel Ziegler	207

3- HOMMAGES

• Jiri Benes , par Marc Pélegrin	227
• Jean Cabrière , par Bruno Revellin-Falcoz	227
• André Flourens , par Marc Pélegrin	228
• Professeur Heinz S. Fuchs , par Jean-Pierre Crance	229
• Général Pierre Gallois , par Pierre Sparaco	230
• Professeur Paul Germain par Marc Pélegrin	231
• Jean Lasserre , par François Rude	232
• Général Pierre Lissarrague , par Lucien Robineau.....	233
• Jacques Maillet , par Jacques Bouttes.....	235
• Jacques Plenier , par Georges Ville et Pierre Sparaco	235
• Wolfgang Schmidt , par Jean-Pierre Marec	236
• Professeur Josef Singer , par Philippe Cazin	238
• Pierre Usunier , par André Motet	238

NB :

Du fait de leur taille, ces Annales ont été organisées 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 2008 à 2010 ainsi que les hommages à nos membres décédés.

- | -

CONFÉRENCES

Ce chapitre et le prochain contiennent les communications présentées au cours des différentes séances de l'Académie et pour lesquelles un texte a été fourni.

Le détail de toutes ces communications se trouve dans les comptes rendus officiels archivés au secrétariat de l'Académie.

LES GRANDES LIGNES ET LES ENJEUX DU PROJET IAGOS (Integration of routine aircraft measurements into a Global Observing System)

Daniel GUEDALIA

*Directeur de recherche au CNRS,
Laboratoire d'aérodynamique au sein de l'Observatoire Midi-Pyrénées*

Toulouse, séance publique du 7 février 2008

Résumé :

La surveillance de l'environnement est à l'heure actuelle un besoin à la fois pour des raisons scientifiques et pour répondre à de nombreux problèmes sociétaux tels que la qualité de l'air et de l'eau, l'occupation des sols, les modifications climatiques, etc.

Pour ce qui concerne l'atmosphère, il existe depuis pratiquement un siècle un réseau international d'observation des principaux paramètres météorologiques (température, pression, vent, ...). Ces observations permettent en particulier d'initialiser les modèles de prévision du temps.

Par contre, le problème se pose pour ce qui concerne la surveillance de la composition de l'atmosphère, soit pour des besoins scientifiques, soit encore pour des besoins de contrôle de la pollution.

Le programme MOZAIC, lancé par des scientifiques toulousains dans les années 1990, avait pour but d'équiper des avions commerciaux A340 d'une instrumentation automatique permettant de mesurer pendant toute la durée du vol les concentrations d'ozone, oxyde de carbone et vapeur d'eau. Le succès rencontré au niveau international par ce projet a conduit à une demande de prolongation à travers le programme européen IAGOS.

Enfin, en dernière partie est présentée une nouvelle extension, le programme INFOAIR, qui se propose d'équiper des avions de la famille des A320 de manière à répondre aux problèmes de qualité de l'air. En effet, la qualité de l'air est un domaine soumis à réglementation et il existe une forte demande pour mettre en place un véritable programme de prévision de cette qualité. On ne dispose à l'heure actuelle que des mesures proches de

la surface (réseaux urbains) et les mesures satellitales actuelles, qui ne sont pas très efficaces en dessous de 10 000 mètres. Ce projet d'utilisation de données obtenues par les A320 permettra de combler ce manque d'observations dans les 8 premiers kilomètres de l'atmosphère. INFOAIR et IAGOS s'insèrent dans le programme européen de surveillance de l'environnement GMES (Global monitoring of environment and security).

L'APPORT DE L'OBSERVATION SPATIALE À L'ÉTUDE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Anny CAZENAVE

*Membre de l'Académie de l'air et de l'espace et de l'Académie des sciences, directeur
adjoint du Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales au CNES*

Toulouse, Cité de l'Espace, 24 septembre 2008

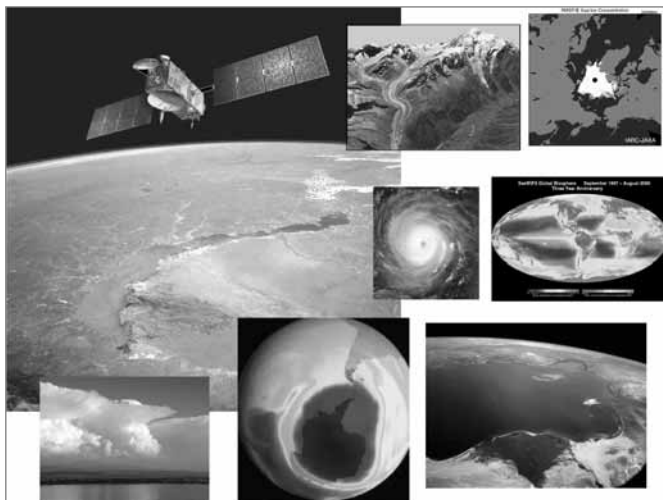
Résumé :

Depuis plusieurs décennies, diverses observations collectées par les satellites artificiels ont relevé quantité d'informations sur la planète Terre, sur l'atmosphère et les terres émergées et, depuis quelques années, sur la dynamique des océans et les variations du niveau de la mer, enfin plus récemment sur les eaux continentales et les calottes polaires.

La Terre est un système complexe dont les différentes composantes (de la partie la plus interne du globe jusqu'à l'atmosphère et la biosphère) interagissent sur des échelles

d'espace et de temps
extraordinairement
variées.

Pour décrire la
globalité des phéno-
mènes observés, les
satellites sont devenus
des outils irremplaça-
bles. Leurs avantages
sont bien connus : ils
offrent une vision
globale et une résolu-
tion spatiale fine. Leurs
observations couvrent
des régions d'accès



difficile, elles sont réalisées de manière quasi continue ou souvent répétées. Leurs mesures sont bien étalonnées et accessibles rapidement.

Dans cet exposé, on présente quelques applications de l'observation spatiale à l'étude du système climatique. Après une brève introduction sur le changement climatique actuel, on montre l'apport décisif des observations spatiales à l'étude des diverses composantes du système climatique. Quelques aspects sont plus particulièrement détaillés, tels que le rôle des nuages dans le bilan radiatif de la terre, celui de l'océan comme régulateur du climat global, la hausse du niveau des mers, la fonte des glaciers de montagne et des calottes polaires, enfin le cycle de l'eau et son interaction avec l'évolution du climat.

LES FEMMES DE L'A380

Sylvie LOISEL-LABASTE

Flight Test Engineer, AIRBUS Central Entity

Patricia HAFFNER

Commandant de bord A380, Air France

Conférence présentée lors de la séance solennelle du 27 novembre 2009

Sylvie Loisel-Labaste et Patricia Haffner ont exposé leurs rôles prépondérants dans le développement et la mise en service du gros porteur européen.

ESSAIS EN VOL DE L'A380 par Sylvie Loisel-Labaste

- Les essais en vol à Airbus.
- Rôle de l'ingénieur navigant d'essais. Les moyens d'essais pour l'A380.
- Campagne d'essais de l'A380 : les grandes lignes, quelques spécificités.

Sylvie Loisel-Labaste obtient son diplôme d'ingénieur de l'ENAC en 1986, avec une licence de pilote privé. En 1990, elle devient la première femme ingénieur d'essais en vol (classe A) après son passage à l'EPNER à Istres.

Elle est qualifiée multi-moteurs en 1993, puis pilote professionnel en 1994. Son parcours la conduit d'abord au CEV de Brétigny où elle est chargée plus particulièrement des essais de certification des Beech 200/300, Falcon 10 et post-certification du Falcon 900. Ensuite, au CEV d'Istres, elle est ingénieur d'essais en vol sur de nombreux programmes depuis le Falcon 2 000 jusqu'au gros porteurs A 300-600ST, A330/340.

Elle rejoint le centre d'essais en vol et d'intégration d'Airbus en 2000, et se spécialise dans les essais de l'avionique sur tous les Airbus y compris l'A380. Elle est récemment nommée responsable du groupe essais avionique. Comme pilote, elle participe aux vols de production des Airbus de série monocouloir 318/319/320/321 ainsi que des A330.

Sylvie Loisel-Labaste totalise 3 000 heures de vols d'ingénieur d'essais sur plus de 50 types d'avions civils et militaires et 1 600 heures de vol en tant que pilote.

MISE EN LIGNE DE L'A380 par Patricia Haffner

L'arrivée de l'A380 à Air France et la mise en place de la formation des pilotes :

- Comment enseigner et faire adopter les nouveautés de l'A380, sont-elles nombreuses ?
- Quel enseignement dégager et comment faire partager le savoir acquis à l'occasion d'une expérience unique, la participation aux "Route Proving" avec les équipes d'essais de l'A380 ?
- Une qualification sur A380 : de la théorie aux tours de piste...

Première femme à intégrer l'Ecole nationale de l'aviation civile comme élève pilote de ligne, Patricia Haffner est aujourd'hui commandant de bord à Air France sur Airbus 380. À sa sortie de l'ENAC en février 1978 — une période gelée pour l'embauche des pilotes — elle est recrutée par Air France comme radio long-courrier sur Boeing 707.

Deux ans plus tard, elle entre en stage pour être finalement lâchée copilote sur Boeing 727. S'ensuivent onze ans sur Boeing B727, Airbus A300 et A310 avant de devenir commandant de bord en 1991 sur Boeing B737. Elle a volé depuis sur l'Airbus A310, le Boeing 777 et tout dernièrement sur l'Airbus A380 dont le vol inaugural fut le 20 novembre dernier.

Patricia a au cours de sa carrière travaillé pour la cellule de sélection des pilotes à l'embauche puis comme instructeur pilote, fonction qui lui tient particulièrement à coeur et qu'elle occupe toujours aujourd'hui.

GOCE

Premier gradiomètre spatial électrostatique pour le champ de gravité de la Terre

Jean-Pierre MARQUE

*Chef de projet des accéléromètres de GOCE au Département Mesures Physiques à
l'Onera — Centre de Châtillon*

Rune FLOBERGHAGEN

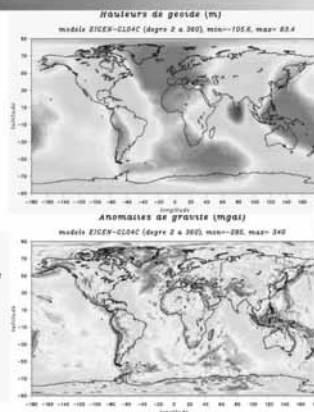
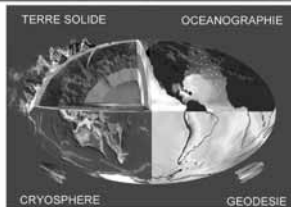
Chef du projet GOCE, centre de contrôle de la mission et des données de l'ESA

Conférences présentées lors de la séance du 11 février 2010*



* Ces conférences comprenant de très nombreuses planches, seule une sélection a pu être présentée ici.

La Mission GOCE de L'ESA



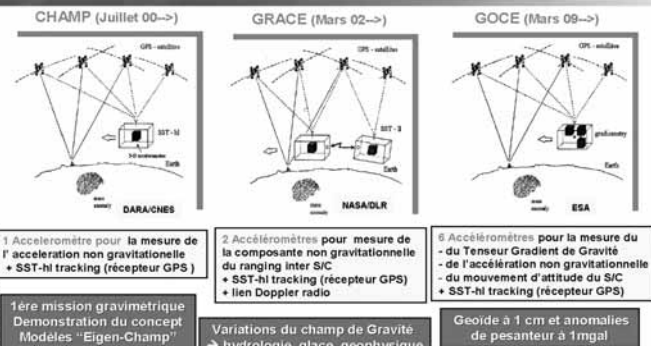
Agence de l'Environnement et de l'Énergie - Toulouse - 11 Février 2010

GOCE est une mission géodésique spatiale qui vise à une cartographie précise du Champ de Gravité terrestre. A partir de la mesure en orbite du Gradient de Gravité, par l'emploi d'un Gradiomètre 3 axes, ses objectifs sont de restituer :

- le géoïde terrestre avec une précision de 1 cm
- les anomalies de gravité avec une précision de 1mgal (10^{-6} ms^{-2})
- et une résolution spatiale de 100 km

3

Une riche séquence de missions de Géodésie Spatiale



Agence de l'Environnement et de l'Énergie - Toulouse - 11 Février 2010

3 satellites en orbite

9 accéléromètres électrostatiques

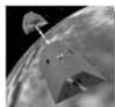
Accéléromètres Electrostatiques pour l'Observation de la Terre

→ CHAMP (CNES-DLR), Juillet 2000



- $\Gamma_n: 3 \cdot 10^{-9} \text{ ms}^{-2} / \text{Hz}^{1/2}$
- $\Gamma_{\text{max}}: 10^{-4} \text{ ms}^{-2}$
- $[0.2 \cdot 10^{-3}; 10^{-1}] \text{ Hz}$

→ GRACE (NASA-JPL), Mars 2002

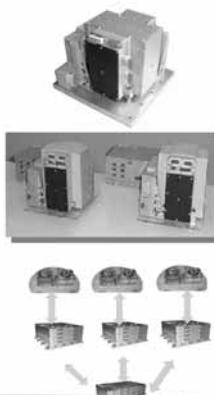


- $\Gamma_n: 1.0 \cdot 10^{-10} \text{ ms}^{-2} / \text{Hz}^{1/2}$
- $\Gamma_{\text{max}}: 510^{-3} \text{ ms}^{-2}$
- $[0.1 \cdot 10^{-3}; 10^{-1}] \text{ Hz}$

→ GOCE (ESA), Mars 2009



- $\Gamma_n: 2.0 \cdot 10^{-12} \text{ ms}^{-2} / \text{Hz}^{1/2}$
- $\Gamma_{\text{max}}: 610^{-6} \text{ ms}^{-2}$
- $[5 \cdot 10^{-3}; 10^{-1}] \text{ Hz}$



Agence de l'Environnement et de l'Énergie - Toulouse - 11 Février 2010

5

GRADIOMÈTRE & ACCÉLÉROMÈTRES EN ORBITE



Académie Ar et Espace - Toulouse - 11 Février 2010

Lancement
17 Mars 2009

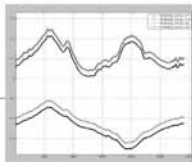
Le Gradiomètre est mis en marche

Mode Acquisition:

6 Avril

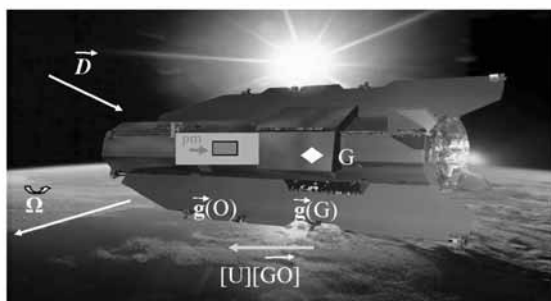
Mode Science :

7 Avril



5

PRINCIPE DE BASE DE LA MESURE ACCÉLÉROMÉTRIQUE



$$(\vec{\Gamma}_{pm} - \vec{\Gamma}_G) = \{[U] - [\Omega^2] - [\dot{\Omega}]\} \cdot [\vec{GO}] - \vec{D} - \vec{F}_{pm}/m$$

5

MESURE DES FORCES NON GRAVITATIONNELLES

Acceleromètre situé au CdG du satellite

$$(\vec{\Gamma}_{\text{pm}} - \vec{\Gamma}_{\text{G}}) = \{[U] - [\Omega^2] - [\dot{\Omega}], [\vec{G}O] - \vec{D} - \vec{F}_{\text{pm}}/m$$

La masse d'épreuve est contrôlée par des forces électrostatiques, $\rightarrow \vec{F}(V)/m$

pour se maintenir au centre de la cage.

$$\vec{F}(V) = m \vec{D}$$

Utilisation dans les missions CHAMP et GRACE

L'Espresso Art & Economy • Turismo - 11 Febbraio 2010

ONERA

CAS D'UN BRAS GRADIOMÉTRIQUE

$$\begin{pmatrix} F(V1) \\ \Gamma_{pm1} - \Gamma_G = 0 \end{pmatrix}$$



$$\begin{pmatrix} F(V2) \\ \Gamma_{pm2} - \Gamma_G = 0 \end{pmatrix}$$

Mode Commun $\frac{1}{2}\{\vec{F}(V1) + \vec{F}(V2)\} = m \vec{D}(G)$

→ Contrôle de la traînée en G

Mode Différentiel $\frac{1}{2}\{F(V1) - F(V2)\} = \{[U] - [\Omega^2] - [\dot{\Omega}]\} \cdot [\vec{O}_2 \vec{O}_1]$

→ Restitution du tenseur $U_{\alpha\beta}$

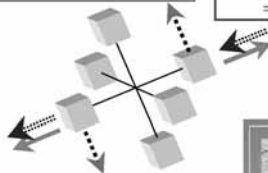
Archives de l'Observatoire de Paris - Toulouse - 11 Février 2010

ONERA

Configuration DIAMOND du Gradiomètre

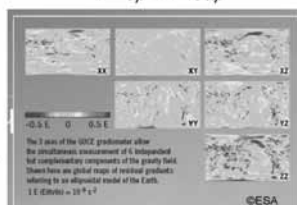
Accélération différentielle transverse
→ accélération angulaire
→ vitesse angulaire (par intégration)

Accélération de mode commun "In line"
→ accélération externe au CdG



Accélération différentielle "In line"
→ mesure du Gradient de Gravité
(après extraction des accélérations angulaires)

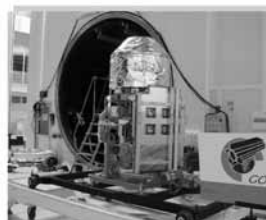
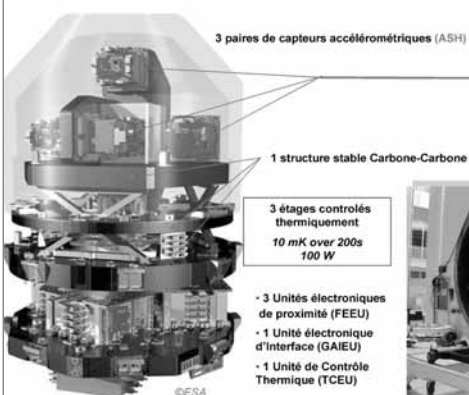
$$U_{\alpha\beta} = \frac{\partial}{\partial \beta} g_{\alpha}^U = \frac{\partial^2}{\partial \alpha \partial \beta} U$$



Archives de l'Observatoire de Paris - Toulouse - 11 Février 2010

ONERA

GRADIOMÈTRE



11

ONERA

LE COEUR ACCÉLÉROMÉTRIQUE

- Masse d'épreuve : 320g en alliage de platine et rhodium (40 x 40 x 9.992 mm)
- Fil d'or de Ø5 µm pour la polarisation DC et AC de la masse d'épreuve (ME)

Gap X :
ME - 4 x paires d'électrode pairs = 32 µm

Gap YZ :
ME - 4 x paires d'électrodes(Y and Z) = 299 µm

ONERA

DU COEUR EN SILICE AU CAPTEUR DE VOL

Coeur doré en silice ULE avec potence du fil d'or

Stabilité du coeur < 8 µm après lancement

Pompe ionique + getter

ASH
165 x 165 x 187 mm
5.1 Kg

La semelle sert de système de référence pour l'alignement des capteurs sur les bras du gradiomètre

17

CONTROL LOOP AND DATA PROCESSING

ASH FEEU GAIEU

Proof mass

Capacitive Detection

ADC

Digital Controller

offsets

DFACS Data @10 Hz

Science Data @1 Hz

processing

Readout circuit

DVA

DAC

ADC

goldwire

Vp, Vd

Gel

$$I(V_{sc}) = bias + G(1+K_1) V_{sc} + K_2 G^2 V_{sc}^2 + noise$$

PLAN DE TEST

Les Tests au sol nécessitent:

- de lever la masse d'épreuve contre la pesanteur (9.81 ms^{-2})
- de créer un environnement de faible accélération

- ❑ Axe X de l'ASH conçu pour soutenir $1g$ d'accélération
- ❑ Banc Pendulaire contrôlé en horizontalité à mieux que $1 \mu\text{rad}$
- ❑ Essais de Chute Libre en environnement de microgravité

Application aux:

- Essais fonctionnels, fonction de transfert, linearité, étendue de mesure, vérification de la raideur, ...
- Vérification du Facteur d'échelle and Facteur quadratique,
- Vérification du logiciel,

Analyse de l'Essai - Toulouse - 11 Février 2010

15

ONERA

PERFORMANCE ACCÉLÉROMÉTRIQUE (Mode Science)

Tension de Polarisation

$$V_p = 7.5 \text{ V}$$

Gain Détecteur $1.7 \text{ mV} / \text{nano-m}$

Facteur d'échelle

Données Science 100 nano-g/V

Données DFACS 1.7 micro-g/V

Résolution $< 2 \cdot 10^{-12} \text{ ms}^{-2} \text{ Hz}^{-1/2}$

Etendue $\pm 6.5 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-2}$

Contributeurs principaux in MBW

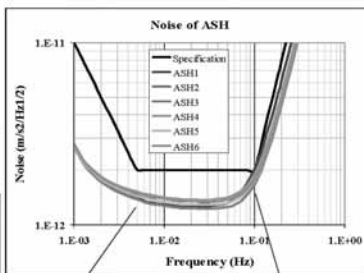
Partie HF : Détecteur-ADC1, ADC 2

Partie LF : ADC2, amortissement fil or

hermique sensibilité du biais

Tension de Détection

$$V_d = 7.6 \text{ V} @ 100 \text{ KHz}$$



$$1.38 - 1.52 \times 10^{-12} \text{ ms}^{-2} \text{ Hz}^{-1/2} @ 5 \text{ mHz}$$

$$1.67 - 2.02 \times 10^{-12} \text{ ms}^{-2} \text{ Hz}^{-1/2} @ 100 \text{ mHz}$$

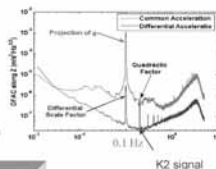
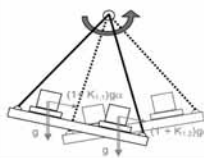
Analyse de l'Essai - Toulouse - 11 Février 2010

16

ONERA

TESTS SOL

Création d'une accélération horizontale par inclinaison du pendule



Test de Chute Libre dans la Tour du ZARM à Brême



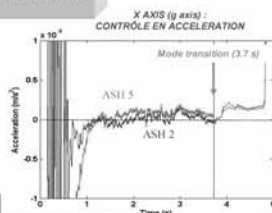
FEEU

ASH Pair

Accéléromètre

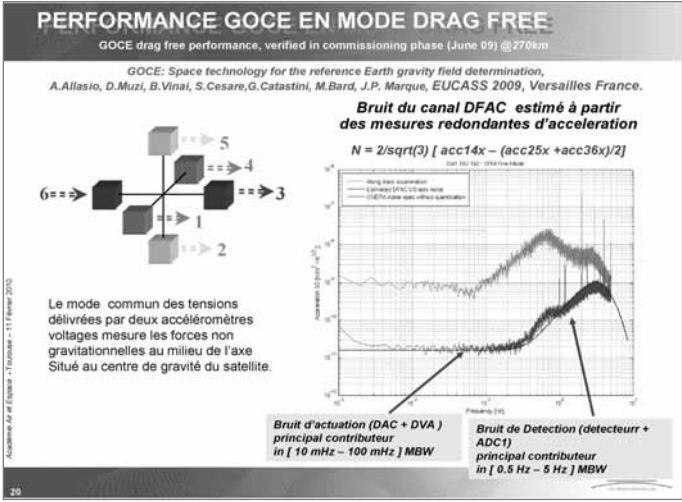
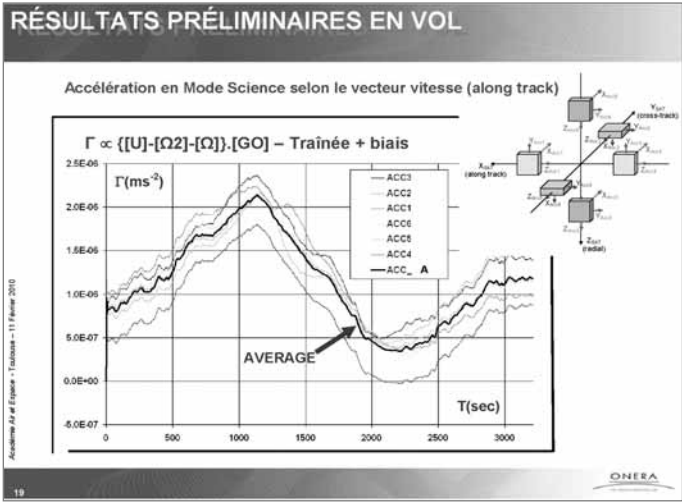
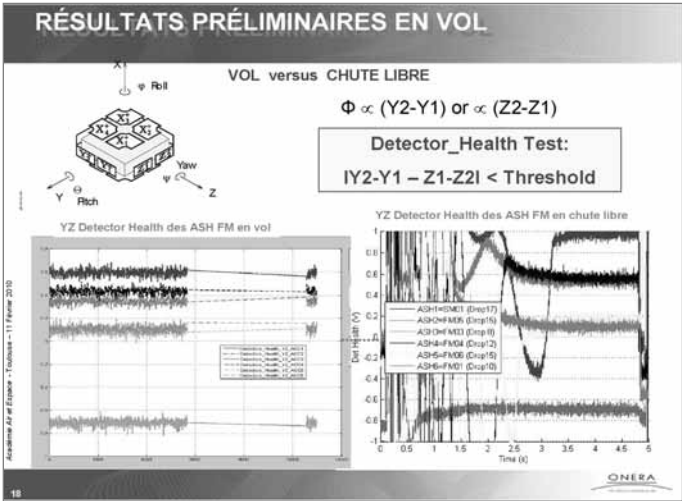
Super STAR

Capsule computer & batteries



Analyse de l'Essai - Toulouse - 11 Février 2010

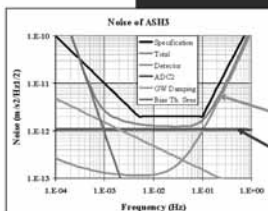
17



STATUT ACTUEL EN VOL

Accord entre la mesure de bruit en vol
et le budget d'erreur prédit au sol pour le canal DFAC

- ☒ les 6 accéléromètres fonctionnent nominalement
- ☒ Comportement identique des 6 accéléromètres
- ☒ Boucles de contrôle $\Rightarrow$ OK
- ☒ vis à vis des performances du canal science :
 - ☒ Bruit de Détection $\Rightarrow$ OK
 - ☒ Bruit d'actuation $\Rightarrow$ OK



Académie de l'Énergie - Toulouse - 11 Février 2010

21

ONERA

STATUT DES ACCÉLÉROMÈTRES GOCE

- ☒ Technologie mature du capteur électromécanique optimisé en terme de définition, de réalisation et de procédure d'intégration pour atteindre la résistance nécessaire et la **stabilité** ($< 8 \mu\text{m}$ sur la vie de l'instrument) du Système de Référence de l'Accéléromètre lors du lancement,
- ☒ Résolution en accélération de l'ordre de $2.0 \times 10^{-12} \text{ ms}^{-2} / \text{Hz}^{1/2}$ avec une large étendue de mesure de $6.5 \times 10^{-6} \text{ ms}^{-2}$,
- ☒ Flexibilité dans la restitution des 6 Degrés de liberté et redondance avec 8 paires d'électrodes organisées en 6 boucles numériques par accéléromètre,
- ☒ Capacité de test au sol par la configuration géométrique du capteur, une électronique HT sol dédiée et un plan de test assurant la fiabilité,
- ☒ Comme senseur inertiel du système Drag Free, ils fournissent une mesure précise de l'accélération du centre du gradiomètre qui est aussi le CdG du satellite et il participe à une restitution fine du mouvement d'attitude.

Académie de l'Énergie - Toulouse - 11 Février 2010

22

ONERA

CONCLUSION

Les 6 accéléromètres GOCE sont opérationnels en vol
9 Accéléromètres Electrostatiques actuellement en orbite
(CHAMP, GRACE, GOCE)

Robustesse et Flexibilité de la Définition

Adaptation de la définition au besoin en performances
(masse d'épreuve, entrefer, nombre d'électrodes,
conception de la boucle d'asservissement, ...)

Démonstration de la compensation de traînée continue
(accéléromètre ultra sensible + propulsion ionique)

Applications des accéléromètres dans GRACE et GOCE:
possibilité de combiner LL-SST avec la Gradiométrie

Académie de l'Énergie - Toulouse - 11 Février 2010

23

ONERA

GOCE: Mission status and first results

Rune Floberghagen
GOCE Mission Manager

www.esa.int

European Space Agency

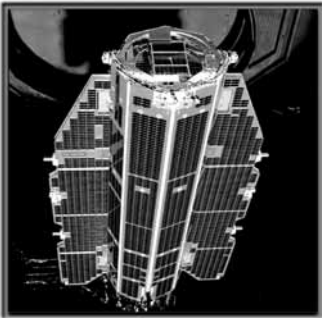
GOCE

► First ESA mission dedicated to the exploration of the Earth gravity field

► First Earth Explorer Core Mission within ESA's Living Planet Programme

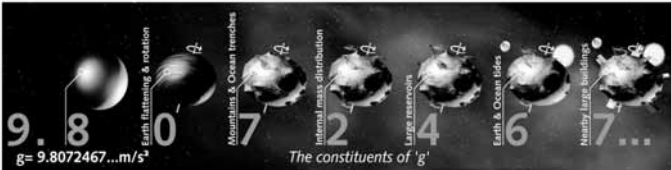
► Aims at the determination of the quasi-static gravity field at unprecedented accuracy and spatial resolution

► Launched 17 March 2009



European Space Agency

What GOCE sees...

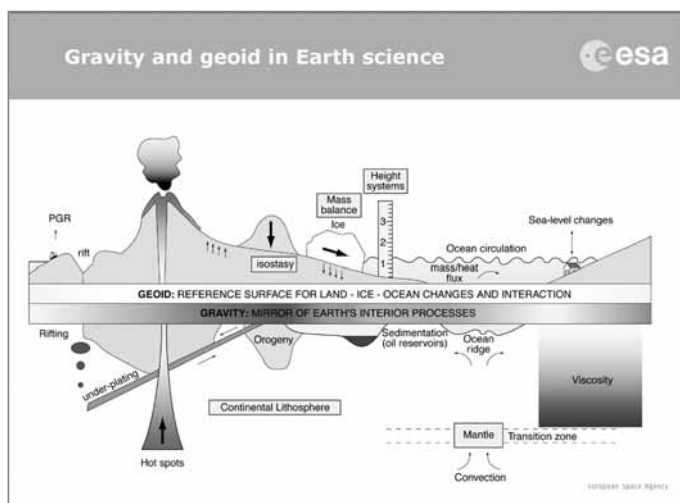


$g = 9.8072467 \dots \text{m/s}^2$

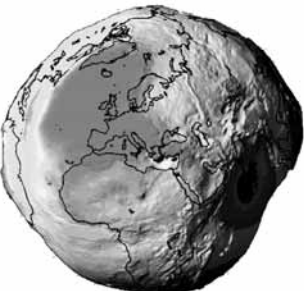
The constituents of 'g'

One-minute summary

- Current knowledge of gravity field as derived from various observing techniques is incomplete
- Need improved gravity field information for the better understanding of the Earth interior, ocean currents, ice mass balance, sea level changes, both in terms of accuracy and spatial resolution
- These goals can be achieved globally, homogeneously and within a short time only by means of satellites
- GOCE is Europe's contribution to this international quest



Geoid: the ultimate height reference 



How high is the Mount Everest?
...and in which reference frame?

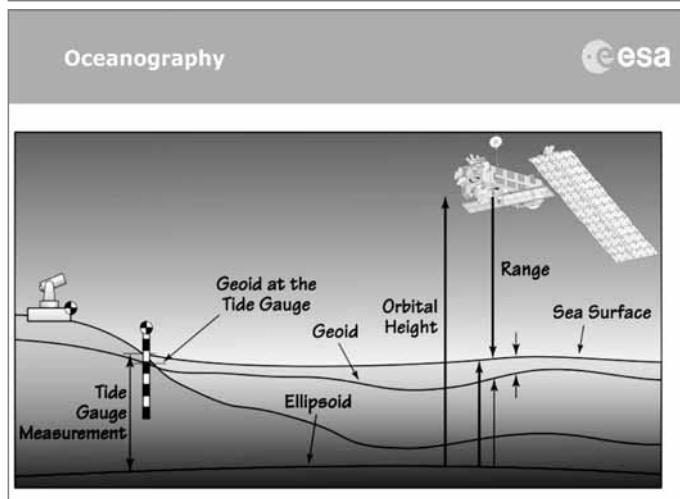
What is the direction of water flow?
What is the definition of "horizontal"?

Does the sea level rise because of
- increased melt & run-off?
- thermal expansion of the oceans?
Or do coastal regions subside?

What is really needed is a high-accuracy high-resolution height reference that connects any two points on the surface in a unique world-wide reference frame.

GEOID

European Space Agency

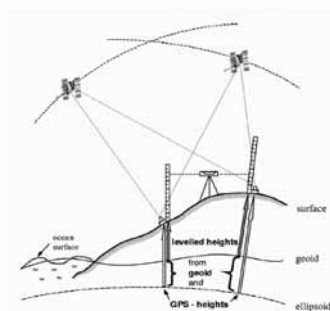


Oceanography: absolute ocean circulation



European Space Agency

Height systems



While geoid + altimetry yields ocean dynamic topography, geoid + (GPS) levelling provides information on land topography and topographic heights

GOCE provides a unique and **world-wide** reference system

Instrumental for engineering and civil protection applications

Sea level change



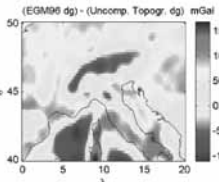
The GOCE-based geoid will:

- unify tide gauge records world-wide
- allow to connect sea level records back to the origin of data collection (more than two-hundred years)
- avoid spurious estimations of sea level rise/fall

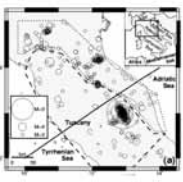
European Space Agency

Solid-Earth physics





(EGM96 dg) - (Uncomp. Topogr. dg) mGal





GOCE provides:

- high spatial resolution information on gravity anomalies due to density variations in the lithosphere and upper mantle
- information of relevance to the study of earthquakes, volcanoes and other natural hazards (e.g. landslides)
- high spatial resolution information on glacial isostatic adjustment (post-glacial rebound)
- improvements in ice sheet mass balance estimates

European Space Agency

GOCE



Key concept is simple

...but in 36 degrees of freedom and at picometres/s² (or 10⁻¹³ "g")

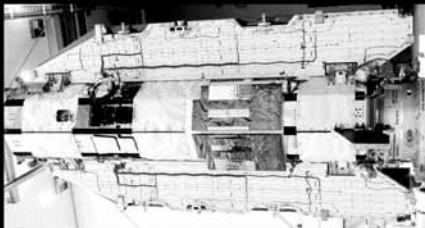
...a great challenge!





Facing the sun

Triple junction GaAs cells; red resin; quadripole helix antennas for GPS; omni-antenna for S-band communication; thruster control valves for satellite shaking; digital sun sensors; laser retro-reflectors; winglets for passive attitude stabilisation



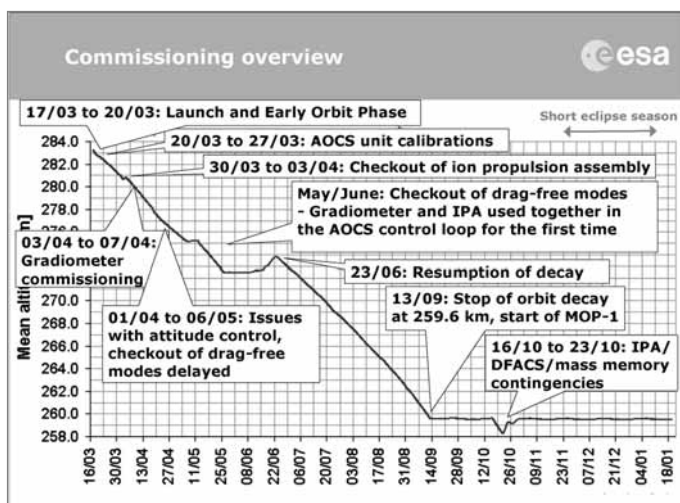
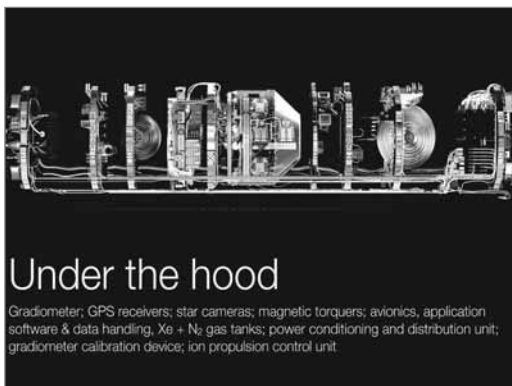
Facing dark space

White painted for thermal emissions; betacloth multi-layer insulation; three star cameras; radiator to dump heat generated by gradiometer instrument

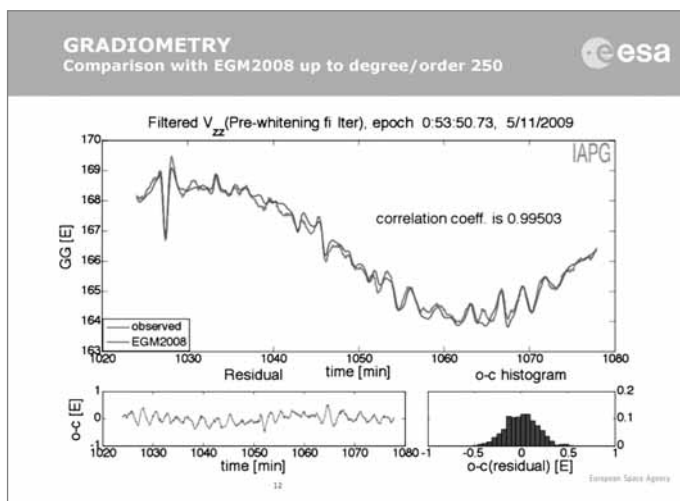


Facing the wind

Li-ion battery; coarse Earth and Sun sensor; optical solar reflectors; laser retro reflector



25



Improvements during commissioning phase



Change of proof mass angular control about less-sensitive axis

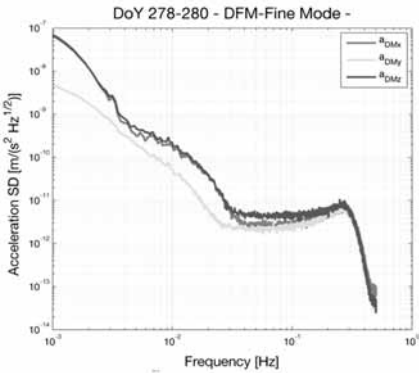
- A very significant 30% improvement has been achieved by not using electrode pairs along the directions of individual gradiometer arms in proof mass angular control
- Conclusion: there was a "noise" introduced using in-line electrodes for angular control; remaining error now in transversal axis

Parameter update for determination of centrifugal accelerations

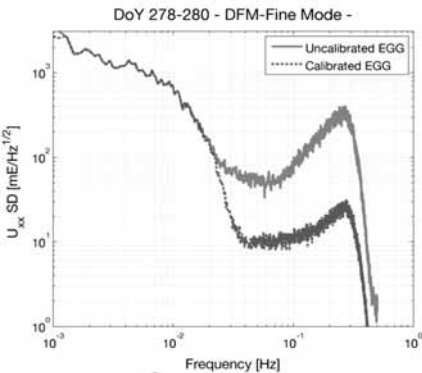
- Affects the mix of star camera and gradiometer observations
 - Implemented in dedicated Kalman filter as part of Level 1 processing
-
- Trace of gradient tensor in upper measurement band now ~ 20 mE/ $\sqrt{\text{Hz}}$

European Space Agency

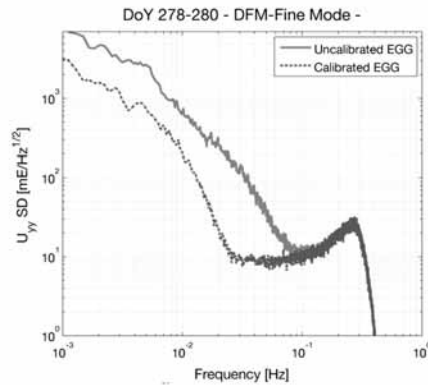
Differential accelerations



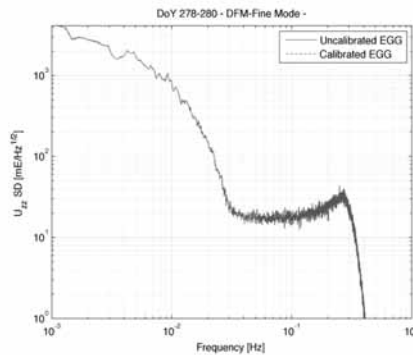
Along-track gradients (GRF)



Cross-track gradients (GRF)



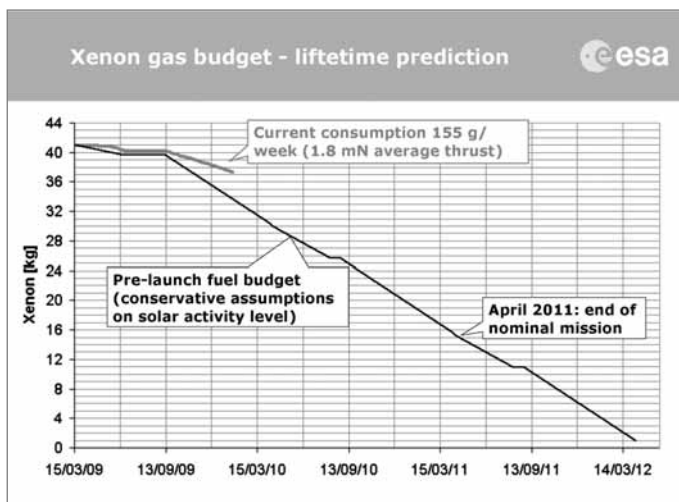
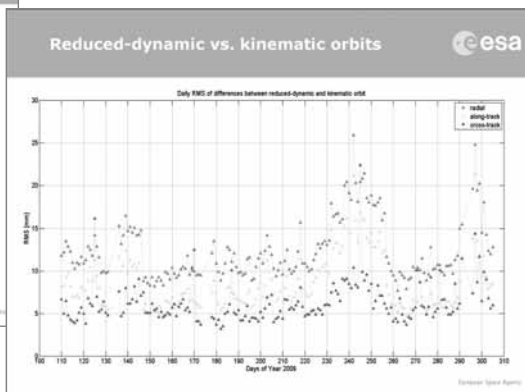
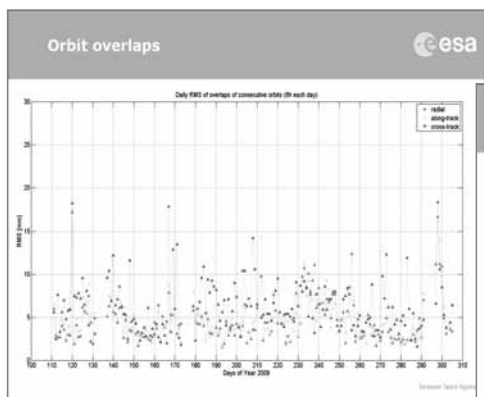
Radial gradients (GRF)



Satellite-to-Satellite Tracking Instrument



- Top class orbits: **current POD accuracy is at 1-2 cm level** in each of the three orthogonal directions
- In most cases better than 2 cm 3D RMS
- Rapid science orbits (<1 day latency) are at 3-4 cm accuracy
- Validated by Satellite Laser Ranging to within absolute differences of approximately 2.5 cm



CONCLUSIONS



- All systems and novel technologies perform excellently; no gaps in data stream
- Gradiometric observing system (satellite + instrument) performs excellently
- Precise orbit product is top-notch
- Analysis of data quality indicates that all mission objectives will be met
- Data will be made available to users from early May 2010. First official gravity field model will be presented at ESA's Living Planet symposium in Bergen, Norway, 28 June - 02 July 2010
- We are potentially looking at a longer mission than anticipated, with new applications being studied
- With the launch of SMOS (2 Nov 2009) and the upcoming Cryosat launch on 25 Feb 2010 the Earth Explorers family in orbit is growing

<http://earth.esa.int/goce>

L'A350 XWB LE NOUVEAU LONG-COURRIER D'AIRBUS

Didier ÉVRARD

Executive Vice-President Airbus, Directeur du programme A350 XWB

Conférence présentée lors de la Séance solennelle du 26 novembre 2010

November 2010

A350 XWB

Presented by
Didier Evrard
Executive Vice-President Airbus, Directeur du programme A350 XWB



WB

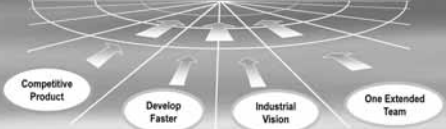
Académie de l'air et de l'espace
Toulouse , 26 November 2010

A350-900: 1st flight 14th December 2010 1st delivery 2012

New Standards, Together



Customer First



A350 XWB
Shaping efficiency

A350-900: 1st flight 14th December 2010 1st delivery 2012

Page 2



29

A complete long-range family

A350 XWB

Airbus


369 seats

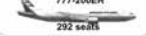

315 seats


276 seats

One new Family of technically advanced aircraft

Boeing


300 seats


292 seats


280 seats


246 seats

Two aircraft types – One generation apart

A step ahead of the 787, a generation beyond the 777

A350-900: 1st flight 14th December 2010 1st delivery 2012

Page 3



Context and objectives of today's presentation

Market opportunities 2010 - 2028

A350 XWB

Source: Global Market Forecast 2009

250 seaters
2009-2028
2164 aircraft

300 seaters
2009-2028
1913 aircraft

350 seaters
2009-2028
1057 aircraft

Open 1,126

Open 1080

Open 697

Major market remains to be captured by all three variants

A350-900: 1st flight 14th December 2010 1st delivery 2012

Page 4





CFRP Fuselage Panel Acoustic Demonstrator A350 XWB



First test flight achieved 6th September 2010

Illustration: Airbus Industrie - 2010-09-06

A350 XWB – Building on the A380 A350 XWB



A350 XWB – interfaces commonality, more integration

Illustration: Airbus Industrie - 2010-09-06

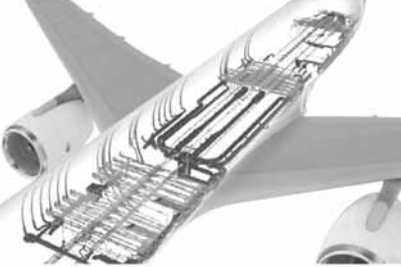
Cockpit Mock-up A350 XWB



Cockpit Design verification and maturity prior 1st flight

Illustration: Airbus Industrie - 2010-09-06

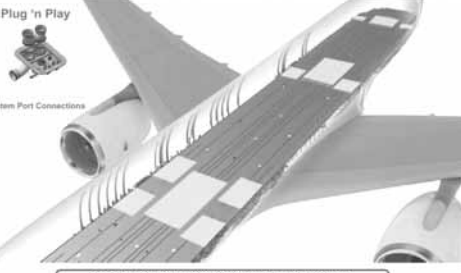
Customization - Enabling Platform A350 XWB



Adequately provisioned to ease inter-operability
(Adaptation to different market needs)

Illustration: Airbus Industrie - 2010-09-06

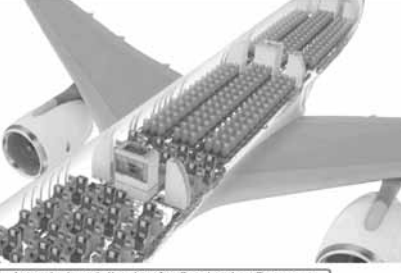
Customization - Enabling Platform A350 XWB



Customisation flexibility where it matters
(Specific operational requirements, Product branding and differentiation)

Illustration: Airbus Industrie - 2010-09-06

Customization - Enabling Platform A350 XWB



Lean Industrialization for Production Ramp-up

Illustration: Airbus Industrie - 2010-09-06

First Engine to Test June 2010 - Rolls Royce, Derby, UK A350 XWB



First Engine To Test

Illustration: Airbus Industrie - 2010-09-06

A350XWB Flying Test Bed A350 XWB

- FTB Aircraft conversion definition validated via CDR






A350XWB FTB: Integration of Trent XWB on A380 MSN1 position 2 First Flight 2011

Illustration: Airbus Industrie - 2010-09-06

High speed aerodynamic performance **A350 XWB**

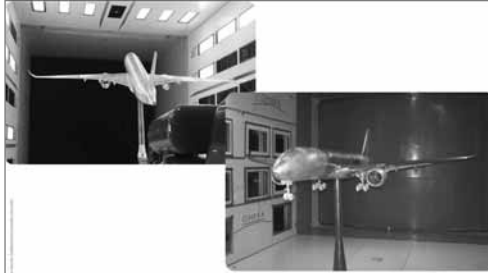


High-speed aerodynamic design completed and validated

Realisation de l'Air de la France - 20 Nov 2010

Page 11

Low speed aerodynamic performance **A350 XWB**



Low-speed aerodynamic design completed and validated

Realisation de l'Air de la France - 20 Nov 2010

Page 12

Aircraft '0' (Iron Bird) **A350 XWB**



Aircraft '0' and simulators construction well advanced in Toulouse

Realisation de l'Air de la France - 20 Nov 2010

Page 13

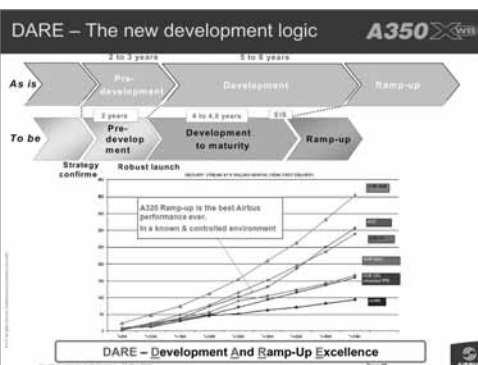
Aircraft '0' Flight Simulators **A350 XWB**



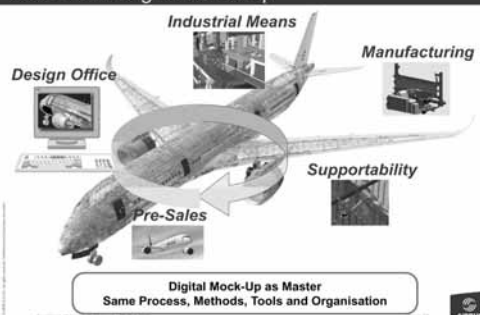
Aircraft '0' and simulators construction well advanced in Toulouse

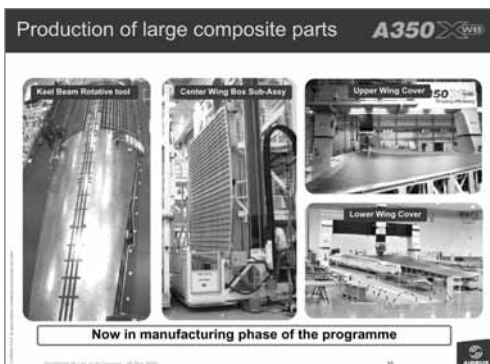
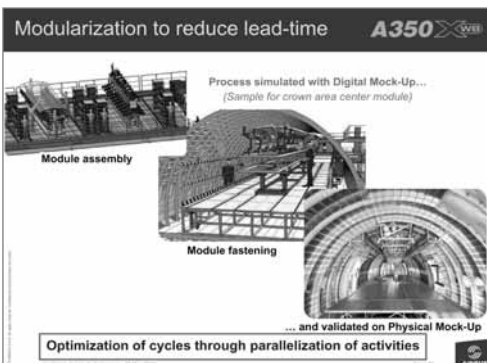
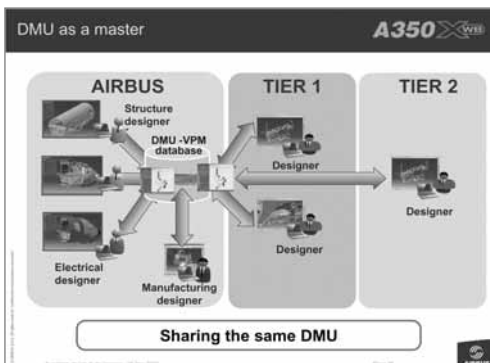
Realisation de l'Air de la France - 20 Nov 2010

Page 14



New way of working **A350 XWB** digital Mock-Up







- II -

ALLOCUTIONS DE RÉCEPTION

PASSAGE DE LA THERMOPROPULSION À LA PROMOTION DU PATRIMOINE HISTORIQUE

Denis PARENTEAU

Président de l'Association du musée Air France, élu membre titulaire de l'Académie de l'air et de l'espace le 8 juin 2007

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 7 février 2008

Je ne voudrais pas aujourd'hui m'étendre sur une carrière légèrement atypique pour un ingénieur thermodynamicien, mais essayer de vous montrer pourquoi je me consacre depuis plusieurs années à la conservation et à la mise en valeur du patrimoine historique et culturel d'Air France.

Une fois diplômé de l'ENSMA de Poitiers, où je m'étais également intéressé à l'économie et au droit, j'ai fait un stage à la direction du matériel d'Air France, sur les réacteurs, et en particulier l'Avon de Rolls Royce qui équipait les Caravelle III. À cette époque, en 1967, la compagnie rencontrait un problème grave de vibration turbine qui obligeait parfois les équipages à des demi-tours en vol. J'ai eu la chance de trouver la solution à ce problème, ce qui m'a permis de revenir dans de bonnes conditions, en 1969, après un passage dans l'aéronavale où j'ai restructuré les cours de propulsion du centre école de Rochefort.

Air France recevait ses premiers Boeing 747 et il me fallut diriger la première division de grande visite, avec de gros chantiers de plus de 25 000 heures de travail, 500 ouvriers, 50 chefs d'équipe et 10 contremaîtres. Nous avions aussi à assurer les GV des derniers 707, et la révision du KC 135 ravitailleur de la force de frappe. Au milieu des années 70, les potentiels entre visite doublèrent, et le plan de charge prévisionnel fut revu fortement à la baisse.

Le directeur du matériel et celui du contrôle de gestion me proposèrent alors de structurer le contrôle des fonctions techniques, matériel et opérations aériennes. J'ai donc rejoint le siège, et en 1975, le président Giraudet, au démarrage de l'exploitation de Concorde, me confia également la comptabilité analytique de Concorde, pour la mise au point des contreparties demandées à l'État.

Quelques années plus tard, à la fin des années 70, la possibilité me fut offerte de découvrir un autre volet de l'entreprise, le volet social. On me confia la partie réglementaire, Air France étant toujours une entreprise publique : statuts, règlements du personnel, rémunérations, protection sociale, facilités de transport, logement, etc. Après l'élection de François Mitterrand, fut lancée au niveau national la réforme de l'âge de la retraite, ramené à 60 ans. Nous étions déjà dans cette situation, et bien évidemment les syndicats demandaient le maintien d'un écart avec le régime général, alors qu'au même moment nous mesurions l'impossibilité d'assurer la pérennité de notre régime, du moins pour le personnel au sol.

Je dus rester deux ans de plus que prévu à la direction du personnel pour mener des négociations et des réformes qui nous permirent plus tard de rejoindre le régime général, et cela sans mouvements sociaux graves. Au moment de quitter mon poste, au milieu des années 80, le président Giraudet me laissa le choix de mon affectation suivante et je lui ai demandé de revenir plus près de la production et d'une population fondamentale dans une entreprise de transport aérien, les navigants. C'est ainsi qu'ingénieur en chef, je fus nommé chef de centre-adjoint, auprès du chef PN des navigants long-courriers 747 et Concorde, techniques et commerciaux, avec plus de 6 000 navigants.

Début 90, nouveau changement, je quittais Roissy, pour rejoindre Maine-Montparnasse à la tête des Affaires générales et de la direction du siège. Il s'agissait de piloter tous les domaines administratifs et sociaux non décentralisables et diriger l'établissement du siège d'Air France.

Ceci couvrait des domaines extrêmement divers, de la rémunération et de la gestion de tous les cadres dirigeants et supérieurs à l'intendance administrative, en passant par les domaines médicaux (il y avait 5 médecins à Air France, dont le centre d'expertise du PN), les assurances du personnel, les immeubles non aéroportuaires, les conditions de vie, etc.

Et, cerise sur le gâteau, le suivi, pour la présidence, de la petite structure, créée en 1972, pour conserver et présenter les collections historiques. J'allais bientôt être très préoccupé par sa pérennité.

Quelle fut l'origine du musée Air France ?

Air France s'intéressa à la sauvegarde de son patrimoine au début des années 1970, car il était important pour sa communication externe de rappeler la force des liens historiques qui pouvaient unir la France à de nombreux pays en matière de transport aérien et de développement des échanges et, en France de maintenir des liens affectifs forts, l'histoire d'Air France couvrant plus de 90% de l'histoire du transport aérien français.

Par ailleurs, en interne, l'exploitation de ce patrimoine permet de fédérer et motiver le personnel de l'entreprise, souvent d'origines diverses, autour d'une culture commune, riche

de tous les apports qui la composent (transmission de l'esprit de conquête des pionniers, éclairage sur les apports hérités des compagnies fondatrices, etc.).

Enfin, au début des années 70, les personnels anciens s'inquiétaient de la disparition des pionniers des premières compagnies et voulaient sauvegarder leur mémoire.

Une structure légère fut constituée avec des retraités, le premier conservateur étant Edmond Petit, colonel de l'Armée de l'air, écrivain et historien. Jean Lasserre, rédacteur en chef d'ICARE, lui succéda en 1986.

Avec l'aide d'Hélène Le Guernevé, ancienne assistante du contrôleur d'État d'Air France, ils réunirent toutes ces années de très nombreux témoignages, objets, photos et documents.

Absence d'une structure de sauvegarde permanente

Cette structure, mise en place en 1972, présentait deux défauts : d'une part elle n'était pas inscrite dans les circuits d'information et de décision de l'entreprise, d'autre part les retraités qui s'en occupaient étaient naturellement tournés vers le passé.

De ce fait, la constitution de la mémoire des événements présents, et de tout ce qui les accompagnait (œuvres, objets) était assurée de façon très aléatoire. Cette situation s'aggrava à la fin des années 80 du fait de la crise du transport aérien. Les moyens consacrés furent réduits à leur plus simple expression et il nous fallut même intervenir pour empêcher la vente, ou la destruction, des œuvres qui décoraient les Boeing 747.

La création d'une structure intégrée

En 1998, la compagnie s'étant redressée, le président et le directeur général ont, sur ma proposition, créé un service interne chargé de gérer le patrimoine réuni par la structure du musée, ayant pour rôle essentiel d'en organiser l'exploitation dans toutes les manifestations internes et externes, de sauvegarder ce qui était créé par la direction de la communication, y compris les objets publicitaires, de conserver également des témoins des aménagements commerciaux, et de s'assurer que les archives historiques étaient bien constituées.

Nécessité également d'une structure indépendante

La structure créée en 1972 n'avait pas une identité juridique adaptée car les retraités étaient des travailleurs indépendants. Il y avait donc un problème de propriété des dons reçus par le musée. Que deviendraient ces collections au départ, ou au décès, de ces personnes ? Et pour ce qui restait propriété d'Air France, comment valoriser ces biens, les faire apparaître au bilan, et éviter leur disparition ?

C'est la solution de l'association, régie par la loi de 1901, qui nous parut la mieux adaptée, compte tenu de sa souplesse et que nous avons retenue en juin 2001 avec les responsables de l'ancienne structure qui firent partie des fondateurs et transmirent la totalité des collections.

Durant ces 5 dernières années, nous avons repris l'inventaire des collections, et surtout nous les avons complétées par des dons ou des achats.

C'est ainsi qu'aujourd'hui nous disposons de collections importantes.

Les collections

Depuis 4 ans, nous avons travaillé, avec le service du patrimoine, pour inventorier, ranger, restaurer, les collections :

- 1 500 affiches
- 2 000 documents philatéliques
- 300 maquettes d'avions dont une vingtaine de plus d'1m50 de long
- 600 uniformes,
- 500 gouaches, peintures et dessins
- des œuvres d'art installées dans les avions (peintures et tapisseries)
- 1 000 menus
- 200 000 photos dont plus de 20 000 classées
- 2 000 bobines de films environ
- des milliers de documents et objets publicitaires
- des archives et documents historiques dont des pièces rares (lettres de Mermoz, manuscrit de Saint-Exupéry, carnets de vol de Saint-Exupéry et de Guillaumet, compas de l'Arc-en-Ciel,
- des fauteuils d'avions
- des équipements et matériels techniques divers.

Un musée Air France

Mais il nous reste à ouvrir un véritable musée, inconcevable dans les locaux de l'entreprise. Nous allons, dès cette année, ouvrir un espace Air France au sein du musée de l'Air et de l'Espace du Bourget. D'ici à 2010, nous devrions y installer également nos réserves sur près de 1 500 m².

Il nous faut également pérenniser notre action dans un contexte français qui n'est pas favorable. En France, les autorités culturelles sont préoccupées avant tout par la sauvegarde du patrimoine architectural, littéraire ou pictural. Contrairement à ce qui se passe dans les pays anglo-saxons, le mécénat est peu présent en matière technique. En conséquence, ne nous étonnons pas de la faible image de la France à l'étranger dans les domaines techniques.

Il nous faut aussi intéresser les milieux universitaires à notre domaine, leur faire découvrir le patrimoine technique. Mais pour cela les entreprises doivent ouvrir leurs fonds, qui sont malheureusement souvent inexistants.

En France, l'immense majorité des entreprises ne constituent pas d'archives historiques, et détruisent tout ce qu'il n'est pas légalement obligatoire de conserver. Pourtant, en conservant son patrimoine historique, l'entreprise communiquerait sur sa solidité, montrant qu'elle s'engage dans la durée.

Il nous faut changer les mentalités. L'aéronautique et l'astronautique font encore rêver. Profitons-en pour y intéresser le plus grand nombre de Français.

L'AÉRONAUTIQUE, UNE AVENTURE INDUSTRIELLE

Jean-Claude CHAUSSONNET

Ancien Senior vice-president, General manager Airbus France, secrétaire général de l'Académie de l'air et de l'espace, élu membre titulaire le 8 juin 2007

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 31 mars 2008

Remerciements

Merci à vous tous, mes chers confrères, de m'accueillir au sein de votre prestigieuse académie où se trouvent réunies tant de personnalités qui ont joué un rôle éminent dans le domaine de l'aéronautique ou de l'espace, durant les dernières décennies, en France et en Europe.

J'ai le sentiment d'être un peu atypique au milieu de vous, scientifiques, pilotes d'essais, responsables de grands programmes, et de bien d'autres professions au cœur des activités aéronautiques ou spatiales, alors que mon parcours s'est essentiellement déroulé dans le domaine industriel, dominé comme vous le savez par des considérations plus prosaïques de compétitivité, d'organisation, de coûts, délais et qualité.

C'est néanmoins ce parcours de 37 années que j'évoquerai rapidement.

Les années de formation

Ingénieur centralien de formation et, bien qu'ayant choisi l'option aéronautique et effectué un stage à SNECMA à Melun-Villaroche, et également ayant durant mon service militaire été affecté au service des champs de tir, participé au transfert du rail d'essais dynamique installé à Colomb-Béchar vers les Landes, ma vocation aéronautique n'était pas encore très affirmée. À tel point que je me souviens avoir hésité, jusqu'à la boîte aux lettres, entre IBM, Nerpic et Sud Aviation...

C'est ce dernier qui l'a emporté sur le poteau !

Je n'ai pas eu à le regretter par la suite, tant les projets se sont enchaînés à un rythme soutenu : de Concorde à l'A380 en passant par le Transall, l'ATR et toutes les versions d'Airbus ; avec le sentiment d'avoir en permanence à découvrir, apprendre, m'adapter, innover, tenir des objectifs.

Ceci dans une ambiance de pionniers, de professionnels passionnés et d'équipes totalement engagées et motivées.

Les neuf années de Concorde

J'ai donc rejoint en 1967 les équipes de production Concorde et Jean Pierson qui les dirigeait. Mon premier poste consistait à préparer



l'assemblage de l'installation motrice sur les Concorde assemblés en France. La responsabilité technique en incombait à British Aerospace, m'imposant de faire la navette toutes les semaines entre Filton et Toulouse.

Première expérience de coopération internationale franco-britannique et de prise de conscience de certaines différences culturelles. Pour l'anecdote, je me souviens des pauses "five o'clock" pratiquées régulièrement sous la voilure par nos collègues britanniques avec bouilloire sifflante peu discrète ; pauses très peu appréciées par le directeur qui m'en tenait pour responsable...

J'ai eu la chance durant ces années d'être en charge de la production du Concorde n°3, de bout en bout, depuis l'assemblage des tronçons jusqu'à la piste, et de participer avec les équipes de support aux essais en ligne (route proving).

Parcours formateur, précieux pour un jeune ingénieur, mais aussi souvenir inoubliable du vol Toulouse-Lisbonne-Caracas en Concorde.

Quelques années plus tard, alors responsable de production du programme, et après l'annulation des commandes américaines, nous livrons le dernier Concorde n°16 à Air France.

Ces années ont été particulièrement riches pour moi, me permettant de côtoyer et apprendre de professionnels hors pair (J. Pierson, H. Perrier, J. Muron ...) et de découvrir, outre l'apprentissage de la plupart des métiers de production, quelques points forts de l'aéronautique :

- La coopération internationale : cette première expérience de coopération franco-britannique sera suivie de bien d'autres : avec les Allemands de VFW sur le Transall, de MBB sur Airbus, les Napolitains à l'occasion de l'ATR, nos amis espagnols pour Airbus et les Chinois de Xian, Chengdu et de CATIC durant près de 17 années pour Airbus et ATR. Ce partenariat s'est également développé avec Hispano sur les nacelles moteur,

Bombardier au Canada, ASTA en Australie, et bien d'autres partenaires faisant de la coopération une constante de ma vie professionnelle.

- L'importance de l'application de méthodes rigoureuses pour assurer la qualité, piloter la configuration des avions et maîtriser le flux considérable des modifications qui, au final, définissent l'avion.
- Le rôle majeur de la relation étude-production dans la réussite de programmes, en particulier durant la phase de développement.

Mais aussi, plus généralement, l'efficacité du travail en équipes multi-fonctions et en "plateaux", méthodes de travail qui se généraliseront par la suite en particulier sur l'A320.

Les années du Transall et de l'ATR

Quelques années difficiles ont suivi l'arrêt du Concorde ; le programme Airbus stagnait avant l'obtention des commandes de Korean Air et d'Eastern Airlines.

Pour atténuer la crise, le gouvernement relance alors le Transall dans sa version ravitailleur ravitaillé.

Au sein du programme dirigé par Monsieur Hablot, je suis chargé de la partie industrielle, de mettre en place la chaîne d'assemblage final ainsi que de nouveaux concepts industriels issus de l'expérience d'Airbus : une chaîne unique assemblant des tronçons pré-équipés et ceci à l'économie !

Nous voilà donc partis, avec une petite équipe issue de Concorde, pour :

- négocier les nouveaux accords à Brême et Lemverder avec des anciens de VFW qui découvraient les méthodes d'Airbus ;
- puis récupérer, sur les parcs à ferrailles et parfois sous les ronces, des bâtis d'assemblage des trois chaînes précédentes, pour constituer après force ponçage, soudure et peinture la nouvelle chaîne unique flambant neuve.

Après l'aventure du Concorde ce fut une belle expérience de coopération avec de nouveaux partenaires, suivie d'exercices plus physiques et certainement moins high-tech de récupération d'outillages en pleine nature.

L'expérience du programme Transall fut néanmoins passionnante car, en marge des préoccupations majeures — celles d'Airbus — qui mobilisait le management, nous étions une petite équipe autonome, et avions l'impression, avec l'ingénieur en chef et le responsable du contrat, de maîtriser le programme sous tous ses aspects y compris commerciaux et relations clients, en particulier lors des CLM où je représentais le constructeur.

Puis vint L'ATR

Sous la conduite de J-P. Perrais, responsable du programme, nous avons



mis en place avec J. Diebold, chargé de la qualité et des essais, la chaîne d'assemblage final de l'ATR, la coopération avec Alenia, avant de passer rapidement le relais à J-P. Vrancken dès les premiers avions assemblés. Je prenais alors en charge l'usine de Saint-Martin et les chaînes d'assemblage des Airbus.



Les années Airbus

Ma première tâche fut d'intégrer dans une ligne d'assemblage unique — celle des A300 d'origine — l'A310, version nouvellement lancée. Cela nous semblait délicat à la cadence élevée pour l'époque de 5 avions par mois.

Comme vous le savez, Airbus a fait bien mieux depuis (cadence 28 en 2001, 36 actuellement et bientôt 40 avions par mois). Les limites sont faites pour être repoussées !

Ma seconde tâche significative, en dehors de celle d'assurer le bon fonctionnement de l'usine et la montée en cadence des chaînes d'assemblage, fut de négocier la mise en sous-traitance de tous les lots industriels de l'A320 au démarrage de ce nouveau programme.

Je dois également à J. Plenier, à cette même époque, d'autres expériences et la quasi-totalité de mes mutations — et ceci avec la rapidité de décision et de mise en application que vous lui connaissez — c'est-à-dire avec un préavis minimum !

En 1985, il m'appela à Paris pour assurer la gestion industrielle de la division avant de me "rapatrier", moins de deux ans plus tard, en tant que responsable de production de l'établissement de Toulouse.

En 1989, de retour de vacances itinérantes aux États-Unis, j'appris que j'étais muté dès le 1^{er} septembre comme directeur de l'établissement de Saint-Nazaire afin de mettre en

place la démarche industrielle qu'il avait impulsée avec D. Hué.

Pour l'anecdote, j'arrivais dans l'usine à l'occasion de la cérémonie de livraison du 500^e tronçon d'Airbus et du 100^e tronçon d'A320. J'avais bien perçu une certaine tension que je compris quelques jours plus tard. En effet, pour



me mettre dans l'ambiance des relations sociales locales, l'usine était envahie par 600 à 800 personnes, nos voisins des chantiers de l'Atlantique, en grève, qui venaient nous rendre leur visite de courtoisie de la journée. Ceci se renouvela à deux ou trois reprises.

La réussite de la démarche industrielle constituait un défi majeur pour atteindre l'objectif de compétitivité, destiné à l'époque à conquérir 30% du marché.

La transformation profonde de l'établissement, de son organisation, la disparition de certains métiers, les reconversions de personnels nécessaires, tout ceci dans un climat social sensible pour lequel le dialogue avec le personnel et ses représentants était fondamental, ont été pour moi une expérience passionnante.

J'ai eu par la suite à poursuivre et amplifier cette politique au niveau global de la division lors de mon retour à Toulouse en 1992 en tant que responsable industriel sous la direction énergique de J. Plenier et la surveillance attentive et stimulante du directeur financier, G. Ville, puis en tant que directeur du centre de compétence aérostructure lorsque C. Terrazzoni remplaça J. Plenier.

L'objectif était de construire, au service des ambitions d'Airbus, avec nos partenaires et le réseau de nos sous-traitants, un outil industriel de premier ordre capable de rivaliser avec Boeing dont la volonté affichée était de laminer Airbus en pratiquant la baisse des prix. Une planche qui nous était parvenue expliquait clairement cette stratégie. Il fallait donc les battre sur ce terrain.

Il s'agissait donc de spécialiser et de moderniser nos usines, d'en faire de véritables centres d'excellence, de mettre en place une organisation industrielle simple et efficace, décentralisée où chacun ait sa part d'initiative dans le cadre d'objectifs partagés.

Il s'agissait également de promouvoir de nouvelles méthodes de travail, de mettre en place de nouveaux outils informatiques centralisés, pour faciliter les échanges et la transparence de fonctionnement tout en réalisant des économies d'échelle.

Ce fut donc l'époque où les démarches de progrès se succédèrent à un rythme soutenu sous de multiples vocables : lean manufacturing, démarche qualité, refonte de la gestion de production (Enterprise Resource Planning), contrôle de gestion décentralisé, CAP 2001 et refonte des processus de travail dans l'entreprise, excellence industrielle, ...

Grâce à une équipe de production remarquablement compétente, volontaire et soudée, les résultats ont été au rendez-vous et les objectifs d'économie fixés, dans le cadre de la division puis dans celui de la filiale Aérospatiale Matra, atteints, comme en atteste également le volume des prises de commandes d'Airbus en route pour les 50% de parts de marché et les résultats financiers de l'époque.

Par ailleurs, et pour confirmer ce bon niveau de compétitivité, nous remportons en association avec Hispano, puis Aircelle, en compétition frontale avec Rhor, puis BF Goodrich, le marché des entrées d'air de l'A340/600 et de l'A380.

Enfin, et pour terminer cet exposé, j'ai consacré mes trois dernières années d'activité, à partir de 2001, en tant que président de la filiale Airbus France, et participé activement :

- au lancement et, en grande partie, au développement de l'A380 ;
- à la construction de l'usine d'assemblage sur le site d'Aéroconstellation dont j'avais confié le pilotage direct à G. Weissenbacher pour l'infrastructure et J-C. Schoepf pour

la mise en place de la chaîne d'assemblage. Ce ne fut pas sans quelque stress, le fournisseur du 1^{er} poste d'intégration étant en dépôt de bilan. Le délai fut finalement tenu et le premier A380 rentré dans son bâti d'assemblage le jour J ! ;

- à l'intégration de la nouvelle société Airbus dans un contexte de différences culturelles sensibles et parfois déstabilisantes, de forte évolution organisationnelle et de complexité croissante, avec pour objectif d'essayer de maintenir l'efficacité opérationnelle des équipes et de passer le relais aux nouveaux responsables transnationaux.

Rude tâche, et force est de reconnaître qu'au bout de trois années de travail l'intégration n'était pas achevée.

Je continue à observer avec intérêt et parfois inquiétude mais moins de stress la suite de ce long fleuve peu tranquille.

Je garde également le contact avec le monde aéronautique par l'intermédiaire de l'Académie, mais aussi en prodiguant quelques conseils à de petites sociétés sous-traitantes d'Airbus et en participant au conseil de surveillance de la société Latécoère engagée, elle aussi, dans une aventure industrielle passionnante.

Ceci me laisse néanmoins quelque temps disponible à consacrer à ma famille et pour quelques années encore je l'espère aux randonnées en montagne et au ski.

Merci de votre attention.



ÉVOLUTION DES ÉQUIPEMENTS D'AVIONS CIVILS

Gérard DELALANDE

Ancien directeur de la stratégie du pôle aéronautique de Thales, élu membre titulaire de l'Académie de l'air et de l'espace le 19 juin 2006

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 11 juin 2008

I- VISUALISATIONS DE PLANCHE DE BORD



Cockpit Caravelle



Cockpit Concorde



Cockpit A300-600



Cockpit A310



Cockpit A320



Cockpit A340-600



Cockpit A380

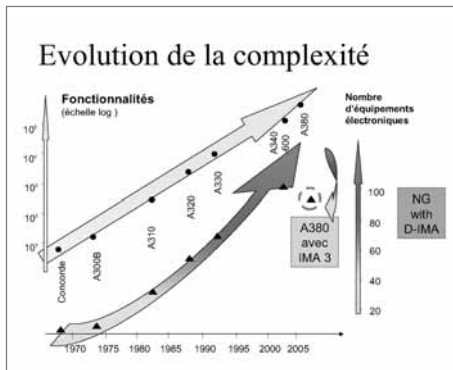


Falcon 7X



Cockpit Boeing 787

ÉVOLUTION DE LA CAPACITÉ



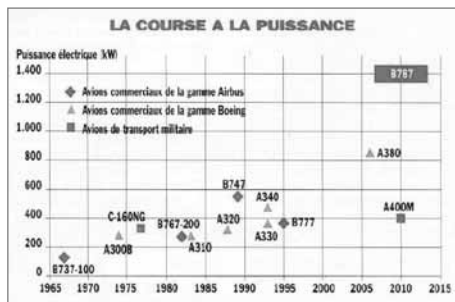
Les Spécificités Aéronautiques

(techniques et économiques)

- Criticité des systèmes: modules 10^{-6} / heure de vol
fonctions 10^{-9} / heure de vol
- Interopérabilité mondiale (pour certaines fonctions)
- Longueur des cycles de vie: 30 à 50 ans
- Séries limitées

Les grands enjeux

- Réaliser des systèmes « ouverts »
- Développer des « Middleware »
- Améliorer la productivité du développement du logiciel



LES ÉVOLUTIONS TECHNIQUES

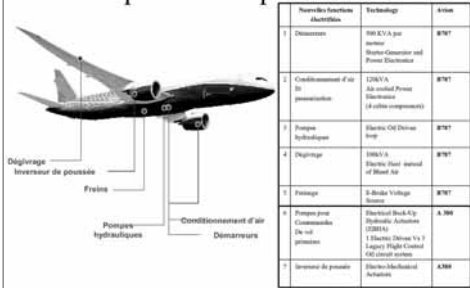
Les Évolutions Techniques

- Générateurs à fréquence variable
- Réseau 230 Volts alternatif au lieu/en plus du 115V/400Hz
- Réseau +/-270 V continu au lieu/en plus du 28V continu

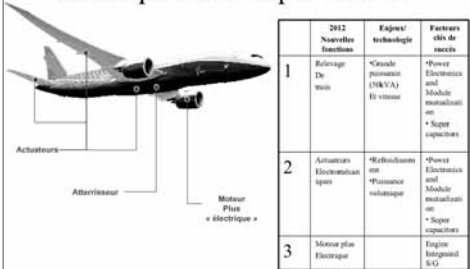
Les enjeux majeurs pour les équipementiers européens

- Maîtriser les « approches systèmes » et travailler « en plateau » avec les avionneurs
- Faire face au taux du dollar et financer les développements
- Se structurer en grands fournisseurs de « premier rang »
- Se mondialiser

Avion plus électrique Situation



Avion plus électrique : bientôt



RÊVE DE LUNE POUSSIÈRES D'ÉTOILES

Général Gérard PAQUERON

*Ancien commandant du CASSIC, élu membre titulaire de l'Académie
de l'air et de l'espace le 19 juin 2006*

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 11 juin 2008

Chères Consœurs, Chers Confrères,

Me voici, à mon tour, face à ce brillant aréopage, confronté à ce délicat exercice qui consiste au-delà des banalités d'usage à se révéler sans fard et avec la touche de modestie qui convient.

J'avoue mon appréhension pour mener cet exercice, d'autant plus que les présentations précédentes au cours des différentes assemblées étaient toutes d'excellente qualité.

Peu au fait du maniement des outils informatiques, j'ai choisi la simplicité de l'exposé en me cantonnant au simple mode oral (ce qui a l'avantage d'éviter la dispersion d'attention entre la vue et l'ouïe).

Comme tout a un commencement je me suis présenté en ce bas monde le 6 mars 1942 et, curieux, en préparant cet exposé j'ai recherché ce qui se passait ce jour-là dans le monde grâce à un moteur de recherche dont je tairai le nom et en compulsant les archives d'une publication anglaise (le Keesing's contemporary events), je n'ai pu que constater que ça n'allait pas fort pour les alliés sur l'ensemble des théâtres mondiaux.

Trois ans après la situation s'étant inversée, j'en ai déduit, peut-être hâtivement, qu'il était temps que j'arrive.

Passons sur les dix premières années d'un intérêt discutable pour en venir au premier choc de la vie avec dès l'âge de 10 ans : le début d'une longue séparation familiale due au pensionnat.

Je ne vous apprendrai que peu de choses sur ce sujet mais à cette époque les pensionnats ressemblaient plus aux "Disparus de St-Agil" qu'aux établissements actuels.

Au cours de ces études secondaires dans une ENP (à l'époque école nationale professionnelle) j'ai découvert des matières toutes fort intéressantes mais d'un intérêt discutable pour la suite. Cette école préparant au concours d'entrée aux Arts et Métiers j'ai acquis une belle pratique des machines-outils.

D'où une singularité qu'il me paraît nécessaire de souligner : je suis à peu près certain d'être le seul général de l'Armée de l'air à posséder un CAP d'ajusteur-tourneur. Dire que cela m'a aidé dans ma carrière serait un peu abusif, mais enfin... Cela développe des qualités appréciables pour les travaux domestiques.

À l'issue de ces études un peu studieuses mais surtout dissipées j'ai ressenti un premier appel du monde aéronautique et la vie n'étant ni un long fleuve tranquille ni un chemin rectiligne, j'ai voulu quitter la trajectoire des gars d'art pour celle de Supaéro.

Hélas le nombre de places offertes, joint à un dossier peu porteur, m'ont fermé les portes des classes préparatoires. Les inscriptions étant closes pour toutes les voies possibles, seul avec une mère veuve sans grande ressource à Paris, j'ai dû me résoudre aux petits travaux manuels. Ceci m'a fait découvrir en particulier le 2^e sous-sol de la poste Bonne Nouvelle où, nanti d'un bac mathématique technique avec mention, d'un balai et d'une serpillière, je nettoiais méthodiquement sinon consciencieusement la salle des groupes de secours d'un central téléphonique ultra moderne.

Découvrant de fait le monde du travail, l'action syndicale et un avenir sombre, je bifurquais à nouveau en m'engageant dans l'Armée de l'air. Nous sommes le 3 mai 1960 et cette "prise de voile" ne cessera que le 30 novembre 1997.

Durant ce laps de temps il s'en est passé des événements !!!

Dès le début, une mauvaise information du service d'information de l'Armée de l'air faillit m'être fatale. En effet, désirant rejoindre les classes de préparation à l'école de l'Air situées à Grenoble, un renseignement parfaitement erroné me conseilla un engagement afin d'intégrer Grenoble. Arrivé à Nîmes, rasé de frais, habillé de neuf je m'entends signifier que la première année de préparation est exclusivement civile et ce depuis trois ans. J'ai donc failli continuer sur une trajectoire de secours comme sous-officier mécanicien armurier (inutile de vous préciser que je ne serais pas aujourd'hui parmi vous, ce qui serait dommage pour moi à défaut de l'être pour vous).

Par bonheur, un coup de pouce providentiel remit tout dans le bon ordre autorisant l'Armée de l'air à jouir de mes compétences.

C'est également à cette époque que, je le confesse, j'ai commencé à mentir à ma pauvre mère.

En effet l'appel du vol, et plus tard un challenge constant dans la progression professionnelle, m'ont obligé à de pieux mensonges afin de calmer les angoisses maternelles.

- Concours de l'école de l'Air mécano versus pilote
- Pilote de chasse versus pilote de transport
- Pilote d'essais versus pilote de chasse.

Et la Lune ? Comme le suggère le titre de cette allocution il m'était apparu incontournable de continuer mes évolutions dans les airs vers des altitudes exprimées en centaines de milliers de pieds. À l'époque, la première sélection de nos spationautes (celle de Chrétien et Baudry) se profilait à l'horizon et l'ensemble de mon cursus m'autorisait à concourir pour espérer concrétiser mon Rêve de Lune.

Hélas, trois fois hélas, mon dossier pourtant amoureusement rempli rencontra dès la première étape hiérarchique la plume affectueuse d'un supérieur qui, avec l'humour que l'on prête volontiers aux militaires, barra le document avec la mention sans appel : autre chose à faire dans l'Armée de l'air (ce qui à l'usage s'est révélé exact).

Je me suis demandé par la suite ce qui serait advenu si j'avais atteint les derniers stades de la sélection mais l'inconnu restera toujours le verdict du corps médical. Enfin pour une fois je n'ai pas eu à mentir.

Rêve de Lune brisé mais j'ai pu, maigre consolation, avoir le privilège de côtoyer professionnellement la quasi-totalité des heureux élus que ce soit en unité opérationnelle ou au Centre d'essais en vol.

Exit le rêve de Lune, En route pour la poussière d'étoiles

La caractéristique marquante du déroulement de mon cursus professionnel est l'alternance équilibrée de mes séjours dans les unités opérationnelles et les essais en vol (5 ans F100, 6 ans CEV, 5 ans Jaguar, etc.). L'énumération d'un déroulement de carrière se révélant rapidement fastidieux pour l'auditoire je préfère vous livrer quelques réflexions qui me viennent lorsque sans nostalgie je me remémore le passé. Quelles sensations, quels enseignements ai-je retenu de ces années ?

Tout d'abord la passion, la passion de toutes les personnes qui exercent ce métier, que ce soit dans l'Armée de l'air ou dans les essais en vol, passion cimentée par la fraternité, la solidarité de tous ceux qui vivent intensément des moments empreints d'une magie difficilement descriptible.

Beaucoup de brillants écrivains se sont essayés à décrire cet indescriptible, certains avec une touche de réussite mais jamais avec la totale et profonde sensation qui vient de l'intérieur lorsque l'instant est justement magique (Décollage à l'aube, 1^{er} vol proto).

Autre ardente obligation de ce métier, le travail en équipe, que ce soit le mécano qui chouchoute son pilote ou la salle d'écoute attentive au déroulement du vol d'essai. Pour s'en persuader il suffit d'observer au retour du vol les visages rayonnants de l'attente envers l'attendu. Cette complicité affectueuse érigée en mode de fonctionnement est tellement visible qu'elle génère souvent incompréhension voire jalousie.

Que dire de plus ? Le principe du chef de bande (autorité librement acceptée, adhésion spontanée) : développement sur le commandement, les missions complexes multi avions, Comao.

Durant toutes ces années d'activités professionnelles il m'a été donné de côtoyer des femmes et des hommes de très grande qualité, intellectuelle et manuelle, et je dois porter témoignage aujourd'hui d'une modestie à toute épreuve. J'ai pour habitude de dire que dans ce métier il y a une seule chose qui n'entraîne pas de conséquences funestes c'est bien la modestie.

Les années passant il a bien fallu se résoudre à passer du pilotage des aéronefs à celui des hommes ce qui, vous en conviendrez, n'est pas beaucoup plus aisé.

Par la grâce d'une hiérarchie bienveillante à mon égard il me fut confié la direction (on dit le commandement) d'une base aérienne (comme par hasard celle d'Istres), puis mes bases de données personnelles nécessitant une solide remise à niveau je suis allé côtoyer l'assemblée civilo-militaire de l'Institut des hautes études de défense nationale et surprise... les étoiles apparaissent (pas beaucoup seulement deux toutes petites posées délicatement sur une veste d'uniforme) comme le suggérait la seconde partie du titre de cette intervention.

Donc, intelligent de neuf, étoilé donc encore plus intelligent, je me retrouvais mandaté pour mener une partie de la réorganisation de l'Armée de l'air en créant un nouveau commandement qu'avec beaucoup de tâtonnement on appela CASSIC (Commandement Air des systèmes de surveillance et de communication).

Secondé par de brillants officiers collaborateurs il a fallu faire cohabiter des cultures de métiers aussi différentes que celle du contrôle aérien, des transmissions, de la défense sol-air.

Le résultat : un commandement de 12 000 personnes réparties dans 220 unités en métropole dans les dom tom et autres lieux exotiques. Officiellement créées le 1^{er} juin 1994 les premières unités étaient engagées au Zaïre début juillet lors de l'opération Turquoise.

Inutile de vous dire les satisfactions que l'on ressent à la tête d'un tel équipage, secondé par une équipe (toujours le chef de bande) de première qualité. Les années passèrent, denses, sans cesse émaillées de plaisirs intenses et... Les étoiles continuaient de tomber de deux on passe à trois comme le bouclier d'Orion, puis à quatre comme le chariot de la grande Ourse et puis plus rien... Fin de mission ME, RAS comme sur le document de compte rendu de vol.

L'époque n'ayant pas anticipé sur les directives actuelles, à 55 ans on me suggéra d'aller exercer mes talents dans un autre milieu, ce qui se produisit effectivement. Nouvelle vie, nouvelles tâches, nouvelles expériences et de nouveau fin de mission.

Chères consœurs, chers confrères, voilà ce que je fus, voilà ce que je suis, situé à égale distance (du moins je le crois) entre l'infiniment petit et l'infiniment grand, la tête dans les étoiles et les pieds dans la glaise.

Feuilletant l'annuaire de notre académie, je ressens l'honneur d'être parmi vous tant la somme de vos talents est estimable, au moins aussi grand que la patience que vous avez manifestée à m'écouter.

SITUATION, PERSPECTIVES ET ENJEUX DE L'EXPLORATION SPATIALE PRIVÉE

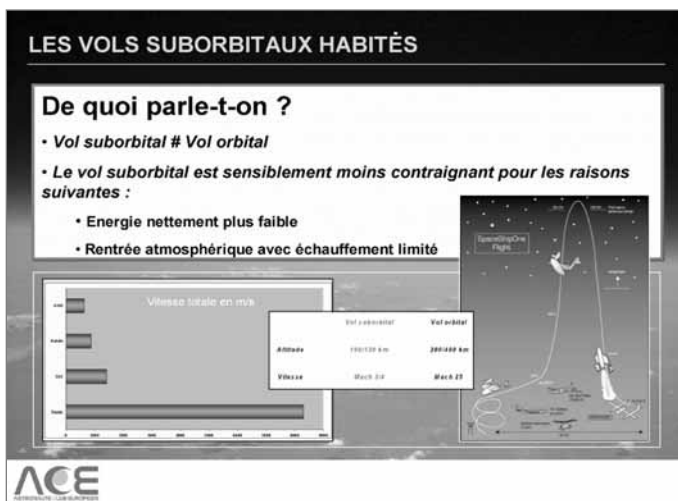
Jean-Pierre HAIGNERÉ

Astronaute, élu membre titulaire de l'Académie de l'air et de l'espace le 23 juin 2004

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 24 septembre 2008

- Introduction au vol suborbital
- Émergence des vols suborbitaux habités
- Les projets américains
- Les projets européens
- Le projet VSH
- Perspectives des vols spatiaux habités privés

55



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

Origines

• Dans les années 1940

- bombardier antipodal de Sängner (Allemagne)
- avion hypersonique de Tsien (USA)
- V-2 améliorées habitées (URSS)

• Dans les années 1950 et 1960

- Nombreux projets d'avions suborbitaux aux Etats-Unis et en URSS
- Programme X-15 (Nasa et USAF)
- Vols habités Mercury (Nasa)

• Plusieurs initiatives irréalistes dans les années 1980



ACE

LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

Phase d'émergence (1994 - 2004)

- Politique US en faveur du développement des RLV commerciaux (1994)
- Démonstrateurs Nasa de lanceurs suborbitaux (DC-X, X-34 et X-33)
- Le "mirage" des constellations de satellites engendre plusieurs projets de "RLV privés" dont la plupart sont suborbitaux (Astroliner, Rocketplane, etc.)
- Ansari X-Prize (1996)
 - 27 équipes issues de 7 pays différents
 - compétition gagnée par le SS1 de Rutan



ACE

LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

SpaceShipOne (Scaled Composites)



Type : biétagé ailé HTOL

• Développement préliminaire :

- 1994 - début des études concernant le vol spatial habité
- 1995 - développement du Proteus capable de transporter un véhicule suborbital habité
- 1997 - Début du projet Tier-1/SS1
- 2000 - Configuration "Feather mode"
- 2001 - Début de la construction du White Knight et du SS1
- 1/08/02 - Premier vol du White Knight
- 29/07/02 - Premier vol captif habité du SS1
- 7/08/03 - Premier vol plané du SS1



ACE

LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

SpaceShipOne (Scaled Composites)



White Knight (1er vol : 1/08/02)

Porteur du SpaceShipOne et aéronef de recherche

- Propulsé par deux réacteurs J-85-GE-5
- Altitude max : 53 000 pieds
- Simulateur volant du SpaceShipOne

Dérivé d'un projet précédent (Proteus) et dévolé en premier

Système de lancement aéroporté réutilisable

Premier véhicule spatial habité privé

Développé selon la méthode "Skunk Works" (capacité d'équipe, discrétion, bouclage, conception/essais, etc.)

SpaceShipOne (1er vol propulsé : 17/12/03)

Véhicule suborbital expérimental

- Propulsé par un moteur-fusée hybride (N2OHTPB)
- Altitude max : > 100 km
- Cabine pressurisée pour un pilote et deux passagers



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

SpaceShipOne (Scaled Composites)



Les vols propulsés et suborbitaux

N° du vol	Pilote	Date	Vitesse (Mach)	Altitude (km)
11P	Brian Binnie	17/12/03	1,2	20,6
13P	Peter Siebold	8/04/04	1,6	32
14P	Mike Mehall	13/05/04	2,5	64
15P	Mike Mehall	21/06/04	2,9	100,12
16P	Mike Mehall	29/09/04	3	102,9
17P	Brian Binnie	4/10/04	3,25	112

Les vols 16P et 17P permettent à Scaled Composites et son mécène Paul Allen de gagner le X-Prize et ses 10 M\$ de récompense. Mais le coût du programme est proche de 50 M\$ et plus si on prend en compte toutes les "aides en nature" obtenues par l'équipe de Rutan.



57

LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

SpaceShipOne (Scaled Composites)



Synthèse de Scaled Composites

- 6 règles pour réussir un "grand projet" selon Burt Rutan (fin Juin - 30/1/04)
- Travailler avec une petite équipe
- Avancer d'un pas par jour, pas par semaine, pas par mois
- Comprendre cette équipe avec des gens modestes, pas forcément les plus "grands"
- "Quand vous le faites à leur façon, ne leur parlez pas"
- Rechercher les limites, sans expérimenter qu'un grand pas de chaque nouvelle l'innovation
- Être la dépendance de l'État
- Accorder une grande attention à la jeune génération : il faut entrer de la "démocratie"

"We want to make our nation"

Le bilan

- Programme spatial habité complet :
 - développement, construction et essai d'un système prototype de transport spatial suborbital habité
 - développement des épreuves pour des structures en vol et volées
- Approche pragmatique
 - Ouverture progressive du domaine de vol
 - Solutions technologiques non conventionnelles
 - L'innovation se trouve dans l'approche système et la méthodologie de développement

- Changement de paradigme pour les vols habités suborbitaux et privés
- Multiplication des projets plus ou moins réalistes surtout aux Etats-Unis
- Virgin Galactic exploite le succès du SS1 avec le projet SpaceShipTwo

Evolution de la législation : adoption par le Sénat américain d'une réglementation temporaire (HR 3752) le 9/12/04 et mise en place par la FAA d'une législation adaptée.



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

SpaceShipTwo (Virgin Galactic)

Type : biétagé aillé HTOL

• *Configuration identique au composite WK1/SS1 mais trois fois plus gros (dimensions exactes non communiquées)*

• **SpaceShipTwo (le véhicule suborbital) :**

- 2 pilotes et 6 passagers dans une cabine type Learjet avec couloir central
- Cabine pressurisée à double paroi
- Propulsion hybride différente du SS1 et qualifiée "d'écologique"
- Les passagers sont assis sur des sièges inclinables ; ils peuvent quitter leur siège ; le plancher de la cabine peut être utilisé si les passagers ne pouvaient pas regagner leur siège



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

SpaceShipTwo (Virgin Galactic) • **Flotte initiale de 5 véhicules suborbitaux et 2 porteurs**• **L'organisation industrielle comprend :**

- Spaceship Company (construction des véhicules)
- Scaled Composites (essai et certification des véhicules)
- Autres sous contractants :
 - Orion Propulsion : propulsion du SS2
 - Pratt & Whitney Canada : propulsion du WK2
 - Advanced Composites Group : matériaux composites
 - Wyle Laboratories : assistance médicale de l'équipage
 - Environmental Tectonics Corp. : entraînement des équipages

• **L'exploitation sera assurée par Virgin Galactic depuis :**

- Mojave Airport (essais et 1ers vols) et Spaceport America (après 2010) ; VG a aussi démarché en Suède et en Ecosse



Spaceport America



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

SpaceShipTwo (Virgin Galactic) • **White Knight Two (le porteur) :**

- Taille identique au B757 avec une envergure de 38 m
- Deux configurations étudiées : mono-fuselage et bi-fuselage
- Cabine identique au SS2 pour
 - effectuer des vols d'entraînement dans la stratosphère et des sessions en Zero G
- Propulsion assurée par quatre réacteurs PW308 de Pratt & Whitney qualifiés "d'écologiques" (émissions de carbone réduite de 50%)
- Le WK2 pourrait transporter un véhicule de 13,3 t



WHITE KNIGHT TWO (28 juillet 2008)

LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

SpaceShipTwo (Virgin Galactic)• **Chronologie de développement**

- 2004 - Début de conception
- 03/2006 - Mise en service des simulateurs
- 09/2006 - Présentation de la cabine du SS2 (NextFest)
- Fin 2006 - Début de construction du SS2 et du WK2
- 26/07/07 - Accident industriel sur la propulsion
- Fin 2007 - Présentation des esquisses définitives
- Été 2008 - Présentation des modèles de vol
- Fin 2008 - Début des essais (100 vols prévus)
- Fin 2009 - Début des vols commerciaux
- 2010 - Exploitation de Spaceport America



Le porteur pourrait réaliser 4 vols quotidiens tandis que chaque véhicule suborbital serait limité à 2 vols

En phase de croisière, VG souhaite réaliser jusqu'à 150 vols par an, soit 30 vols pour chaque SS2

Virgin Galactic prévoit 500 astronautes dès la première année d'exploitation

Coût du siège = 200.000 \$ - Plus de 150 seraient sièges entièrement payés



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

New Shepard (Blue Origin)

Type : monoétage VTOL

- **Projet développé depuis 2002 par Blue Origin du milliardaire Jeff Bezos (Amazon.com)**
- **Peu de données sur le véhicule opérationnel :**
 - type DC-X pour vol très court de 16 mn
 - 3 personnes dans une capsule éjectable
- **Prix du siège < 100.000 \$**
- **Au moins 2 vols réussis avec le prototype New Goddard (150 vols prévus pour les essais)**
- **Profil de vol le plus risqué et prestation suborbitale très courte (15 mn)**



Démonstrateur
New Goddard



Statut du programme : Développement complètement confidentiel ; plusieurs vols d'essai auraient été réalisés. Le New Shepard serait opérationnel en 2010.



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

XP (Rocket Plane Kistler)

Type : monoétage ailé HTOL

- **Véhicule pour quatre passagers (dérivé du Learjet) avec une voilure delta et des ailerons en V**
- **Propulsion :**
 - deux réacteurs pour les phases de vol atmosphériques et un moteur fusée AR-36 (Lox/Kero) produit par Polaris Propulsion
 - contrôle d'attitude par jet pour la phase exo-atmosphérique
- **Points critiques**
 - RPK doit encore développer des technologies clés (FCS, etc.)



XP

- Masse : 8,84 t
- CV : 431 kg
- Long : 13,1 m



Statut du programme : Le début des essais en vol était prévu en 2008 mais le projet est fortement compromis par les difficultés financières du constructeur RPK.



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

Xerus (XCOR Inc)

Type : monoétage ailé HTOL

• **Démarche expérimentale pour créer un système de transport suborbital réutilisable et habité pour :**

- les vols spatiaux d'agrément (90 k\$ par siège x2)
- les missions scientifiques (type fusée-sonde)
- le lancement de micro-satellites (500 K\$ par vol)

• **Phase de conception préliminaire encouragée par des essais réussis de moteur-fusées expérimentaux et l'obtention en 2004 d'une licence spéciale de la FAA pour tester un démonstrateur de VSH**



Statut du programme : Projet en cours d'étude avec USAF. Intérêt non limité au secteur privé.



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

Dreamchaser (Benson Space)

Type : monoétage ailé HTOL

• **Véhicule pour quatre à cinq passagers**

• **Configuration basée sur les X-2, X-15 et T38 plus rapide à construire que les versions précédentes dérivées du X-34 ou du HL-20...**

• **Le véhicule utiliserait un "système de rentrée contrôlée" pour minimiser les facteurs de charge (3/4 g)**

• **Propulsion hybride directement dérivée du SS1**

• **Premier vol commercial en 2009**



Statut du programme : Projet en cours d'étude mais non financé. Pas d'intérêt exprimé du secteur privé.



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

Explorer (Myassischev)

Type : biétage ailé HTOL

• **Véhicule pour un pilote et quatre passagers qui utiliserait des "technologies Bourane"**

• **C'est la version russe du SS1, il est largué par le porteur à 17 km d'altitude avant d'être accéléré jusqu'à Mach 4+ pour atteindre 100 km d'altitude**

• **Dédié aux vols suborbitaux d'agrément (siège commercialisé à 90.000 \$)**

• **Flotte de sept avions fusées qui serait exploitée par Space Adventures (et Roskosmos ?) depuis Singapour et Dubai**



Explorer

- Masse : 3 t
- Long : 7,7 m
- Enr : 5,6 m

Statut du programme : Projet non financé. La société Prodea (famille US Ansari) étudie la viabilité économique du projet et rendra ses conclusions début 2008.



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

L'Astronaute Club Européen

• Le développement des vols suborbitaux en Europe est soutenu par l'Astronaute Club Européen (ACE) créé en décembre 2005

• L'ACE vise plusieurs objectifs :

- promouvoir l'activité émergente des vols suborbitaux habités en Europe
- sensibiliser les acteurs (lobbying) institutionnels et économiques sur le secteur suborbital pour favoriser le développement technique, juridique et financier du VSH

www.ace-asso.eu



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

Activités de l'ACE

• Lien entre industriels et le public

- Expositions
- Conférences grand public
- Publications et communications

• Lien entre le monde institutionnel et les industriels

- Défi Aérospatial Etudiant
- Atelier juridique
- Atelier médical

• Préparation de l'environnement opérationnel :

- Développement du concept de "space park" (vols paraboliques, vols en jet, concept store, etc.)



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

VSH / Défi Aérospatial Etudiant

(Dassault Aviation / Safran / Thales / ACE / IAF / GIFAS / EADS)

• Depuis 2006, les partenaires du Défi ont invité les étudiants à concourir sur le thème du VSH en proposant plusieurs work packages :

- Propulsion principale
- Propulsion secondaire
- Avionique
- Management
- Aspects juridiques
- Design

• En 2007, 15 équipes (102 étudiants)



nouvel en 2008/2009



The Challenge's organization

• The ACE has been supporting this Challenge with the assistance coming from Dassault Aviation, Safran, Thales, IAF and GIFAS

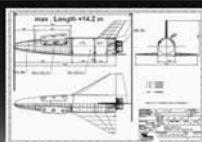
• The day-to-day management of the Challenge will come from Dassault Aviation's headquarters in Saint-Cyr sur Mer (France)



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

Etudes et projets européens

- **BEOS (Astrium)** 
 - Etude conduite depuis 2004 d'un véhicule aéroporté (Airbus) pour huit passagers
- **Flacon (UE & Esa)** 
 - Etude générale du secteur suborbital (ESA, Dassault Aviation, EADS et DLR)
- **Starchaser (Starchaser Ltd)** 
 - Description du projet et de son exploitation commerciale
- **Ascender (Bristol Spaceplane)** 
 - Projet de VSH le plus ancien (1991) ; statut du projet inconnu depuis les discussions avec la Malaisie en 2004



Ascender

- Véhicule pour 2 pilotes et 2 passagers
- Masse = 4,5 t
- Long. = 13,7 m
- Envergure = 7,9 m

BEOS

- Véhicule pour 8 passagers
- Masse = 19,4 t
- Long. = 11,6 m
- Envergure = 2 m



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

Suborbital Jet (EADS Astrium)



Type : monoétage ailé HTOL

- **Véhicule pour un pilote et quatre passagers conçu sur le modèle du jet d'affaire étudié principalement aux Mureaux :**
 - Cabine large avec nombreux hublots (aménagement conçu par Mark Newson)
 - Sièges rotatifs pour diminuer les contraintes des facteurs de charge
- **La propulsion est assurée par :**
 - Des réacteurs pour la phase atmosphérique
 - Un moteur fusée Lox/méthane aux vertus écologiques de 30 t de poussée



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

Suborbital Jet (EADS Astrium)



- **Dates clés :**
 - 2005 - Début du projet
 - 06/2007 - Révélation (salon du Bourget)
 - Fin 2007 - "Tour de table" avec les investisseurs
 - 2008 - Début du développement
 - 2012 - Premier vol
- **EADS souhaite capter 30% du marché**
- **Production annuelle envisagée de cinq aéronefs pour une flotte complète de 20 véhicules**
- **Projet estimé à 1 G€ (financement surtout privé)**

Statut du programme : Recherche de partenaires en cours pour le financement, le développement et la production.



Sécurité du vol

- retour au spaceport assuré dans toutes les phases du vol
- utilisation des réacteurs pour l'approche et l'atterrissage
- application des compétences anciennes d'EADS dans les véhicules spatiaux



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

VSH (Dassault Aviation/ACE)

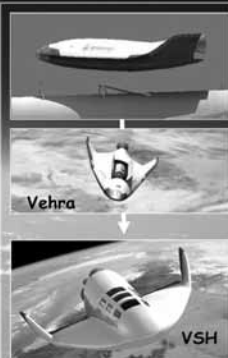
Type : biétage ailé HTOL

• Le concept de véhicule suborbital habité est issu des nombreux travaux de véhicules spatiaux conduits chez Dassault Aviation (Hermès, X-38, lanceurs réutilisables)

• Le projet Vehra pour le lancement de satellite est étudié à la fin des années 1990

- véhicule suborbital automatique réutilisable
- la version 30 t "Medium" (250 kg en LEO) a fait l'objet d'études approfondies

Le projet de Véhicule Suborbital Habité (VSH) est dérivé de Vehra



ACE
Aéronautique - Conception - Études

LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

VSH (Dassault Aviation/ACE)

• Le VSH est aéroporté par un aéronef de transport commercial (type Airbus)

• C'est un lifting body dont la forme s'inspire de l'avion spatial Hermès

• Construction métallique conventionnelle

• Pas de protection thermique

• Technologies sur étagères

• Propulsion :

- Moteur fusée Lox/kero (type RD-0110 ?)
- Contrôle par jet en phase exoatmosphérique
- Deux micro-réacteurs pour la phase d'approche et d'atterrissage



ACE
Aéronautique - Conception - Études

LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

VSH (Dassault Aviation/ACE)

• La sécurité est au centre du projet VSH (concept "Safety First")

• En plus des redondances, les concepteurs ont effectué plusieurs choix stratégiques pour renforcer la sécurité :

- Le lancement aéroporté pour diminuer les risques dans la phase de vol initiale
- La propulsion liquide qui est plus sûre que la propulsion solide
- La tenue pressurisée et, dans une phase initiale, le siège éjectable

• L'ensemble du dispositif de sécurité sera renforcé par l'entraînement adéquat des passagers



ACE
Aéronautique - Conception - Études

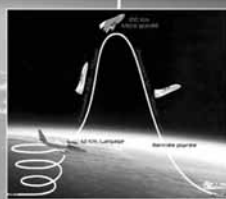
LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

VSH (Dassault Aviation/ACE)

• Séquences de vol :

- le VSH et son porteur décollent d'un aéroport conventionnel
- Séparation du composite
- La phase propulsée du VSH dure 70s, l'engin est accéléré jusqu'à Mach 3,5
- Après l'extinction du moteur, le VSH poursuit sa trajectoire balistique qui culmine au-dessus de 100 km d'altitude
- Rentrée contrôlée
- Approche et atterrissage avec propulsion secondaire
- Durée du vol = 1 h.

"L'expérience VSH" :
Vision spatiale de la Terre
et 3 mn d'apésenteur



ACE
Aéronautique - Conception - Essais

LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

Les vols suborbitaux - Evolution

- Les vols suborbitaux habités posent encore de nombreux défis techniques, économiques et juridiques
- Aujourd'hui la dynamique est américaine :
 - Plus grand nombre de projets
 - Projets en cours de développement
 - Evolution rapide de la législation (FAA)
- Mais :
 - Pas de véhicule opérationnel avant 2010
 - Beaucoup de projets irréalistes
 - Secteur risqué (ex : accident industriel SS2)
- Pourtant, Futron prévoit 15.000 passagers par an après 2020



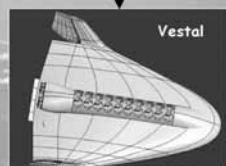
ACE
Aéronautique - Conception - Essais

LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

Les vols suborbitaux - Evolution

- Aspects positifs des vols suborbitaux
 - Ouverture de l'accès à l'espace pour le citoyen
 - Evolution de la technique aérospatiale
 - Evolution sensible de la législation sur les vols spatiaux habités privés
- A coté des vols d'agrément, d'autres missions civiles et militaires peuvent être envisagées (science, observation, etc)

Les véhicules suborbitaux réutilisables peuvent constituer une première étape vers des systèmes de transport spatiaux plus complexes (grande capacité, orbitaux, etc.)



ACE
Aéronautique - Conception - Essais

LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

Les vols orbitaux privés

• Les vols orbitaux rendus possibles par les Russes (Roskosmos) et l'ISS ; ils resteront probablement dépendant des moyens institutionnels pendant une longue période

• Un seul opérateur : Space Adventures (USA) qui vend des places à 20/25 M\$

• Inauguré en 2001 avec le vol de l'Américain Dennis Tito sur l'ISS, puis quatre autres passagers payants :

- Mark Shuttleworth (2002 - Afrique du Sud)
- Gregory Olsen (2005 - Etats-Unis)
- Anousheh Ansari (2006 - Etats-Unis)
- Charles Symion (2007 - Etats-Unis)

• Pas d'équipements dédiés sur l'ISS ; les "touristes" partagent la vie de l'équipage



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

Les vols orbitaux privés

• Aujourd'hui :

- Poursuite des vols de touristes : 2 à 4 sièges disponibles par an avec le Soyouz
- Activité complètement dépendante des Russes

• Demain :

- L'ISS pourrait être davantage aménagée pour les "space participants" (équipements dédiés et/ou module spécialisé)
- Création d'une station privée dédiée - Ex : le projet de Bigelow Aerospace
 - Deux prototypes Genesis déjà dans l'espace
 - Un Sundancer pour trois astronautes en 2010
 - Une station modulaire privée en 2015



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

Les vols orbitaux privés

• Il n'y a pas d'obstacle technique au développement des vols d'agrément en orbite

• Mais un système de transport économiquement plus adapté est nécessaire pour développer cette activité

• Plusieurs projets en cours

- Initiative COTS de la Nasa
- Capsule Dragon (Space-X)
- Dérivé commercial d'Orion (Lockheed)
- SpaceShipThree (Scaled Composites)

• A long terme, une nouvelle génération de navettes serait souhaitable



LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

Un nouvel enjeu pour l'Europe ?

- Les vols suborbitaux seront mis à disposition du public dans moins de deux ans
- Leur mise en œuvre aura un impact important sur l'opinion publique
- La question de savoir si les vols suborbitaux doivent exister ou pas n'est plus une question pertinente pour l'Europe

Le choix pour l'Europe est donc de décider à s'engager dans cette nouvelle activité ou de renoncer à récolter les bénéfices prévisibles



ACE

LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

Valeurs de l'exploration spatiale privée

- L'exploration privée de l'espace propose au public de participer à une aventure exigeante proche du sport de haut niveau et nécessitant des qualités de courage et d'engagement. Elle lui propose de partager les valeurs millénaires de l'exploration à savoir :

- La recherche des limites (ici, personnelles) comme facteur de progrès (physiologiques, intellectuelles et psychologiques)
- L'action en équilibre raisonné avec l'intelligence et la culture
- Le goût pour la conquête des nouveaux espaces par opposition à "l'obsession de la sécurité" et au "cocooning frileux"
- La fascination pour les nouvelles technologies au service du mouvement

**La tentation de l'exploit**

Refaire de l'Homme le héros de sa vie

ACE

LES VOLS SUBORBITAUX HABITÉS

Intérêt stratégique pour l'Europe spatiale

- Partager avec le public les valeurs de l'exploration spatiale
- Renforcer la notoriété et le leadership de l'Europe spatiale
- Participer à faire de l'espace un réel sujet de débat public (meilleure proximité)
- Proposer aux jeunes étudiants une vision plus attractive des activités spatiales
- Nouvelles ressources financières à disposition du développement des technologies spatiales européennes
- Introduire une nouvelle dynamique dans la production industrielle des systèmes de lancement spatiaux



ACE

LES ASPECTS JURIDIQUES DES APPLICATIONS SPATIALES POUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Sergio MARCHISIO

Directeur de l'Institut di studi giuridici internazionali (Rome), membre titulaire de l'Académie de l'air et de l'espace depuis le 1^{er} juillet 2007

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 24 septembre 2008

Les applications spatiales ont toujours eu comme résultat d'améliorer, à travers le progrès scientifique et technique, les conditions de la vie sur la Terre. Dès que la guerre froide a pris fin, le renforcement de la coopération intergouvernementale dans le domaine de l'espace a fait en sorte que ces applications se sont davantage orientées vers des buts communs et globaux, d'intérêt pour la communauté internationale dans son ensemble. Parmi ceux-ci, la protection de l'environnement et l'aménagement des ressources naturelles tiennent une place importante, d'autant plus que l'efficacité de nombre de traités environnementaux peut bénéficier des applications spatiales, pour ce qui est de la mise en œuvre de ces traités et du contrôle sur l'exécution des obligations qui en découlent.

Le changement climatique, résultant de l'augmentation rapide et incontrôlée des émissions de gaz à effet de serre, est parmi les plus graves problèmes environnementaux, pouvant compromettre le développement durable et les autres objectifs indiqués dans la Déclaration du Millénaire des Nations Unies (2000). Les engagements des États à cet égard ont connu une progression continue, de la Convention cadre sur le changement climatique (1992) au Protocole de Kyoto (1997), jusqu'à la dernière réunion des Parties Contractantes (Bali, 2007). Pourtant, le but espéré ne saurait être atteint sans un système de contrôle adapté. C'est pourquoi la convention et le protocole ont prévu l'obligation des États parties de coopérer dans l'observation systématique et dans la collecte et l'échange de données concernant les changements climatiques.

Ces éléments sont de nature à valoriser le principe de coopération inhérent au droit de l'espace, ainsi que certaines dispositions visant la protection de l'environnement de la Terre, qu'on retrouve dans le *corpus juris spatialis*. Notamment, les Principes sur la Télédétection de 1986 ont indiqué que l'observation de la surface terrestre à partir de l'espace est finalisée à l'amélioration de la gestion des ressources naturelles, à l'aménagement du territoire et à la protection de l'environnement. Cela a eu, en effet, un champ d'application spécifique dans la coopération scientifique et technique pour l'observation systématique des changements climatiques.

Considérant les politiques nouvelles en matière d'accès aux données de la télédétection, ainsi que le progrès de la coopération internationale dans les secteurs de l'espace et de l'environnement, les principes appliqués jusqu'ici semblent demander une nouvelle réflexion. Les travaux du sous-comité juridique du COPUOS pourront, comme d'habitude, aider au développement progressif du droit.

DASSAULT AVIATION : 45 ANS D'INNOVATION AÉRONAUTIQUE

Bruno REVELLIN-FALCOZ

*Ancien vice-président directeur général de Dassault Aviation, élu membre titulaire de
l'Académie de l'air et de l'espace le 19 juin 2006*

**Allocution de réception prononcée lors de la séance solennelle du
28 novembre 2008**

Dassault Aviation représente beaucoup plus que quarante-cinq années :

Au lendemain de la guerre, Marcel Dassault, revenant de Buchenwald, est très malade et repart de rien. Dix années s'étaient écoulées pendant lesquelles il a eu l'interdiction par le Front Populaire de se remettre à son compte. Il a donc toute la liberté de redémarrer en 1946. Depuis cette date jusqu'à nos jours, 185 prototypes et 7 800 avions ont été livrés. Je ne parlerai pas de la fin de la décennie 1940 où les Ouragans, les Mystères 4, les Super Mystères B2 et les Etendards ont été développés ; Dassault est 100% militaire à cette période. Je vais donner des indications sur ce qu'a représenté Dassault Aviation à partir de la décennie 1960 jusqu'à aujourd'hui.

A cette période, le Mirage 3 entre en service. Dassault Aviation produit jusqu'à treize exemplaires par mois pour satisfaire les besoins de la France et de l'exportation. Le chasseur Delta supersonique et bi-sonique a un très grand domaine de vol ; c'est un avion très robuste qui a connu un grand succès. Dans la même période, le Mirage 4 (Bombardier supersonique) est développé. Le cahier des charges est simple : faire une demi-heure à mach2. C'est une révolution importante pour les bureaux d'études et l'équipe qui mène ces travaux doit faire face à de nombreux défis techniques. Le Mirage 4, qui a commencé sa vie à haute altitude, aura une deuxième vie à basse altitude, équipé d'un missile à moyenne portée (ASMP), et sera utilisé en troisième version dans une mission de photographie.

Dans la décennie 1960, des prototypes de verticaux se trouvaient dans l'atelier de Saint-Cloud. A l'époque, nous faisons effectivement voler trois prototypes de Mirages à décollage vertical. Quarante-cinq ans après, c'est le seul exemple d'avion à décoller verticalement, faire mach2, et venir se poser verticalement. C'est une période où l'état-major cherche sa voie ; il a les Mirages 3 intercepteurs, mais cherche plus de performance. La voie du vertical est-elle une bonne voie ? Elle ne débouchera pas dans les forces françaises (les britanniques et les américains ont continué) car, après démonstration d'emport et de rayon d'action, les capacités sont faibles, et la logistique, associée à des avions destinés à des plates-formes sommairement préparées, est difficile. L'état-major abandonne donc l'idée du vertical. Dans ma présentation, je passe du militaire au civil car cela illustre, durant ces décennies, le travail des équipes de Dassault Aviation sur ces deux domaines et avec le même fond technique.

Cette décennie voit l'apparition et le succès international du premier Mystère 20 (appelé communément Falcon). C'est un prototype voulu par Marcel Dassault à l'ailé similaire à celle du super Mystère B2. Charles Lindbergh, de passage en Europe au nom de la Panam, dira : « *J'ai trouvé l'avion qu'il faut à la Panam pour servir de dispatcheur entre les vols internationaux et les dessertes locales* ». Alors que Dassault est 100% militaire (et n'a qu'un prototype d'avion d'affaires à Bordeaux), il doit s'organiser pour faire face au civil (la certification n'est même pas connue). Cela démarre avec une commande ferme de 60 avions et 120 en option, et donne lieu à la grande famille de Falcon.

Dans le même temps, il y a les opérations balistiques. La France a une organisation industrielle officielle pour faire des missiles balistiques, mais confie à Dassault la demande d'Israël de développer un missile balistique bi-étages. Les mêmes équipes qui ont fait du militaire et du civil vont faire du spatial : le MD620 est développé. Quand le Général De Gaulle décide de l'embargo définitif en 1968, les essais de développement sont terminés et les Israéliens peuvent assurer l'enchaînement.

Les envies des états-majors ont beaucoup évolué au cours de ces années. Après avoir essayé le vertical, la question posée est une pénétration lointaine pour une intervention. Il faut du long rayon d'action et de gros avions (pour suffisamment de carburant) : le prototype du Mirage F2 est réalisé. Nous sortons de la formule Delta du Mirage 3 car des terrains longs sont nécessaires pour de grandes distances d'atterrissage et décollage (le Mirage 3 approche en moyenne vers les 180 nœuds). L'idée de passer à une formule avec une aile haute et un empennage arrière est d'hyper-sustenter cette aile (par des becs et des volets) et de baisser les vitesses d'approche. D'où l'idée du prototype Mirage F2. Il est supersonique, a un long rayon d'action à basse altitude, et utilise des moteurs franco-américains. Les avions (premiers Mirages et Etendards) étaient équipés de réacteurs ATAR de Snecma qui consomment beaucoup. C'est congénital du choix technique puisque les ATAR ont un taux de compression faible. C'est adéquat pour la grande vitesse ou le supersonique mais moins pour la consommation dans les rayons d'action à basse altitude. A la suite d'un accord entre Américains et Snecma, des moteurs de Pratt & Whitney de la famille TF30 sont utilisés durant toute une décennie. Le Mirage F2 (comme d'autres avions) est donc équipé de ce moteur américain avec une postcombustion Snecma.

Toujours dans la recherche de la bonne solution, il est demandé à Dassault Aviation ce qui peut être fait avec la géométrie variable : Peut-on aller vite et loin, mais atterrir sur des pistes courtes ? La géométrie variable butait sur la principale difficulté de trouver les matériaux adéquats pour réaliser le pivot (la ferrure) d'accrochage de l'aile pivotante pour qu'elle ne soit pas trop épaisse. La maîtrise d'un acier appelé Maraging permettra de réaliser le prototype Mirage G01, qui fera tous ses essais en vol (350) et réalisera des performances remarquables en distances de décollage et d'atterrissage (un gain de 40 nœuds par rapport au Mirage 3). C'est le premier avion à géométrie variable européen. A l'époque, le Mirage G01, encore équipé d'un moteur américain, est opérationnel avant le Tornado que réaliseront les Britanniques avec les Allemands et les Italiens.

Toujours dans l'idée d'explorer cette formule à géométrie variable, il est demandé à Dassault Aviation d'étudier des biréacteurs. L'Armée de l'air voulait s'orienter vers des avions plus gros ; la capacité d'emport et d'armement externe y est plus grande, et, à motorisation donnée, on va plus loin avec plus de carburant. Deux Mirages G8 (G8 01 et G8 02) sont donc réalisés. Comme le problème de la poussée est moindre avec un biréacteur, on revient à des avions équipés d'ATAR. Ces deux avions (un monoplace et un biplace) ont des performances remarquables puisque ce sont les plus rapides de nos prototypes : ils ont fait Mach 2,35 dans leur expérimentation.

Dans le même temps, en considérant le Mirage 3, nous nous demandons comment baisser les vitesses d'approche. Nous avons l'idée de développer le Milan. Les deux plans rétractables appelés "moustaches", dans le nez de cet avion, permettent sur un Mirage 3 classique de baisser la vitesse d'approche. En dépit de la performance aérodynamique, il y a un inconvénient majeur : comme ces "moustaches" rentrent dans le nez, on ne peut plus mettre de radar. Etant donné que nous faisons des avions d'armes, il faut qu'il y ait un radar. Cette voie, intéressante sur le plan des caractéristiques aérodynamiques et du pilotage de l'avion, n'aura malheureusement pas de suite.

Avec ces différents développements, Marcel Dassault se dit que l'Armée de l'air continue à chercher sa voie. Les gros biréacteurs étant chers, il faudrait un démonstrateur d'un avion plus petit qui réponde aux besoins de décollages et atterrissages peu longs. Il a l'idée de développer et fabriquer, sur les fonds propres de la société, un Mirage 3 appelé Mirage 3 E2 et rapidement rebaptisé Mirage F1 01. Le réacteur ATAR est modifié par une postcombustion améliorée par la Snecma, et nous conservons une aile haute hyper sustentée et un empennage arrière pour équilibrer. Malheureusement, nous ne maîtrisons pas à l'époque les problèmes de stabilité dynamique des gouvernes. Le prototype, aux mains de René Bigand, connaît un problème de flottement à très grande vitesse près du sol ; l'empennage se rompt et l'avion s'écrase en une demi-seconde. Néanmoins, la formule paraissant bonne, nous avons développé (cette fois avec l'aide de l'Etat) les prototypes de la famille Mirage F1 qui sera décliné en plusieurs versions : un intercepteur, un avion d'attaque. Cet avion connaîtra le succès dans les forces françaises comme à l'exportation. Il y aura également une version biplace à l'époque où Jean-Claude Hironde rejoint l'équipe dans laquelle je travaillais.

Pour les avions civils, les mêmes équipes se demandent, après avoir fait le Mystère 20, comment aller plus rapidement en termes de liaisons. C'est l'idée du Falcon 10. C'est un

plus petit avion que le précédent, fait pour six ou sept passagers, certifié, et qui peut être piloté en monopilote. Le Falcon 10 sera qualifié de "petit chasseur" par les aviateurs et aura, à l'époque, le record mondial sur 1 000 kilomètres. Nous avons perdu le Falcon 10 prototype à la suite d'une rupture de la dérive. A l'époque, nous ne savions pas comment dimensionner les dérives face à une manœuvre particulière de l'équipage, rentrée par la suite dans les conditions de certification des avions. Celle-ci consiste à mettre l'avion en dérapage et, une fois installé en dérapage (la dérive est déjà chargée), à faire la manœuvre inverse avec le gouvernail de direction pour charger au maximum la dérive. Lors de cet essai, la dérive s'est rompue et nous avons perdu le pilote et un ingénieur d'essais.

Dans les travaux d'exploration que nous poursuivons, il est important de connaître les limites des formules auxquelles nous pensons. Dans un avion de transport, les problèmes de centrage sont essentiels. Jusqu'où peut-on aller en centrage avant (soit avec le carburant, soit avec les passagers), ou en centrage arrière (pour assurer la sécurité du vol) en ayant les meilleures performances ? Dassault développe un avion dit "à stabilité variable", dont Jean-François Georges a été l'ingénieur responsable, qui permettra d'étudier les caractéristiques aux limites dans les différentes configurations longitudinales/transversales. Cet avion est unique en son genre ; c'est un prototype expérimental. Les grandes surfaces sur les ailes serviront à créer des forces permettant de faire le tour complet de la question des limites du domaine de stabilité. Déjà à l'époque, il y a beaucoup de commandes de vol électriques sur ce type d'avion.

Dans le même temps, il nous est demandé de développer un avion de transport. Ce sera l'aventure du Mercure. Cette aventure est techniquement réussie selon Air Inter et les différents pilotes qui ont volé sur cet avion. Elle sera un échec commercial pour des raisons liées au prix du pétrole à l'époque, à la parité dollar/franc et à la volonté de compagnies aériennes (néanmoins partenaires de ce programme) de continuer à vouloir des avions américains. Le Mercure, réalisé en coopération avec des pays européens, préfigurerait dans son organisation ce qui viendra dans la famille Airbus.

Nous avons constaté que l'aviation d'affaires était trop ciblée sur quelques richissimes ou entreprises. N'y a-t-il pas un besoin de transport de type navette ou *shuttle* ? C'est pourquoi nous avons développé un prototype appelé Falcon 30. C'est encore une formule dérivée du Mystère 20 d'origine. C'est une formule à aile légèrement basse et des moteurs sur le fuselage arrière. Alors qu'il tenait les performances attendues, une analyse plus précise a révélé la probable incapacité du marché à accepter cet avion. Nous avons donc basculé sur une autre formule.

Pourquoi le Falcon 50 ? Vus par les Américains, les avions précédents étaient *coast to coast* ; ils survolaient essentiellement des continents. Il fallait aussi être transocéanique. A l'époque, le risque de perdre un réacteur sur un biréacteur était envisagé ; la notion ETOPS a été inventée pour les gros porteurs qui doivent, sur leur trajectoire, rester à des temps de terrain d'atterrissage. A la différence des gros porteurs, les moteurs accumulent très peu d'heures de vol sur l'aviation d'affaires. Obtenir des degrés de fiabilité des moteurs sur l'aviation d'affaires est très difficile. Un avion d'affaires volant beaucoup fait environ 1 300 heures par an ; un gros porteur (Airbus ou Boeing) en fait des milliers. Donc, il est plus difficile d'assurer la notion d'ETOPS dans l'aviation d'affaires que dans le cas des gros

porteurs. Nous avons alors envisagé une formule triréacteur et le Falcon 50 a ainsi été dotée de trois réacteurs. Aujourd'hui, dans l'aviation d'affaires, nous sommes les seuls avec Bombardier (Canada) et Gulfstream (USA) à avoir une formule triréacteur. Au-delà de ce fait, le Falcon 50 a aussi la particularité d'avoir une aile supercritique. Au début, il avait une voilure un peu classique. Nous nous sommes aperçus, lors du premier vol de l'avion, que nous venions de définir en soufflerie une aile bien améliorée. Nous avons fait voler l'avion prototype quelque temps avec l'aile de base, puis nous avons simulé la nouvelle aile sortant de la soufflerie, et nous avons immédiatement décidé d'arrêter la production de série pour passer à l'aile nouvelle. Cette aile du Falcon 50 va servir à porter le Falcon 900, le Falcon 2 000 et leurs différents dérivés.

Une partie des mêmes équipes a défini l'avion Alpha Jet en coopération avec Dornier. C'est un avion-école destiné à démontrer toutes les phases d'un avion préparatoire à la chasse. Il faut savoir se mettre en vrille et en sortir. A l'époque, deux dessins sont présentés : celui de Dassault et celui de Dornier. Ce dernier se révèle meilleur en soufflerie de vrille. Marcel Dassault a simplement choisi celui qu'il estimait le meilleur. Depuis, l'Alpha Jet en circulation est un dessin Dornier et nous sommes ravis, avec nos amis allemands, du succès de cet avion.

Au milieu de la décennie 1970, l'Armée de l'air se décide, après les tests sur avions à géométrie variable, pour un biréacteur à aile fixe. Les avions à géométrie variable ont permis d'optimiser, dans la recherche en vol, la vraie valeur de la flèche. Nous lançons l'ACF biréacteur avec un nouveau moteur. Le Général de Gaulle ayant constaté les difficultés des moteurs américains à l'exportation, le réacteur M53 est lancé. L'ACF bi M53 n'ira pas au bout car, au cours d'un Conseil de défense en 1975, le Président Giscard d'Estaing décide d'arrêter le biréacteur pour passer à un mono-réacteur qui deviendra le Mirage 2000. La maison Dassault avait éventuellement prévu une étude de mono-réacteur. Le lancement du Mirage 2000 se fera en 1978.

L'accord pris par Marcel Dassault était de faire un petit mono-réacteur pour l'exportation si l'Armée de l'air poursuivait le gros biréacteur ACF. La France ayant basculé sur le petit mono-réacteur, il décide de faire un biréacteur : c'est le Mirage 4000. Il est bi M53, commence à avoir une formule canard, et possède des commandes de vol électriques complètes, comme le Mirage 2000. Malgré les performances remarquables de cet avion, comme il ne sera pas dans la panoplie de l'armée française, il ne sera pas exporté.

Après avoir lancé le Mirage 2000, la France réfléchit sur le devenir des avions de combat de la génération future. Les bureaux d'études travaillent pour définir les avions de nouvelle Génération. Toutes les formules sont balayées : ailes hautes, moyennes, basses, pas d'empennage, empennage à l'arrière ou à l'avant, dérives sur les ailes, etc. Cela a donné lieu à des études papier ainsi qu'à des essais de soufflerie. De là est née la formule du Rafale.

Le Rafale est une formule aérodynamique entièrement nouvelle avec des canards à l'avant qui protègent une entrée d'air semi-ventrale et une aile médiane. Il a un comportement à très forte incidence pour le combat, avec des entrées d'air faites sans dispositif mobile ni système d'aspiration. Ce sont les seuls avions au monde à aller à mach2 sans aucun dispositif mobile. En matière de plate-forme, le nouveau réacteur bi M88 lancé

par Snecma est adapté dès le départ aux porte-avions et à l'Armée de l'air. Ce n'est donc pas un avion pour l'Armée de l'air qui a été adapté pour les besoins en marine. Le Rafale a pratiquement la vitesse d'approche d'un avion-école (120 nœuds) ; elle est meilleure que celle d'un Super-Etendard ou Etendard déjà embarqué sur le porte-avions. Grâce à la formule aérodynamique et aux commandes de vol électriques, cet avion est facile à piloter et à poser sur un porte-avions. En matière de système, un pas important a été franchi car le Rafale Air/Marine multi-missions et multi-rôles peut effectuer des missions air-air et air-sol en même temps grâce à des radars polyvalents et des systèmes de contre-mesures polyvalents de guerre électronique. Il a un cockpit entièrement nouveau avec un pilote incliné, de grandes aides au pilotage et un manche latéral. C'est un vrai système d'armes sur une plate-forme facile à piloter. En version air comme marine, les avions sont en opération sur les théâtres étrangers.

Avec la famille des Mystères 20, Falcon 20 et 50, nous lançons nos gros fuselages. Le Falcon 900 est un avion triréacteur plus confortable étant donné sa taille intérieure. Il va connaître un grand succès avec la même aile que celle du Falcon 50. Nous avons fait une version Falcon 2 000 qui a connu aussi beaucoup de succès ; c'est un des *best-sellers* de la famille Falcon. Bien qu'il soit biréacteur, il traverse l'Atlantique car la fiabilité des moteurs a fait de grands progrès.

Au milieu de la décennie 1990, un projet spatial européen appelé Hermès est en cours. Nous sommes associés avec l'Aérospatiale dès 1985 ; l'Aérospatiale est maître d'œuvre industriel et Dassault reçoit la maîtrise de délégué pour l'aéronautique, ce qui permettra de travailler sur les formes, les systèmes de rentrée et les matériaux. De 1985 à 1991, les travaux conduits à l'occasion du programme Hermès seront très riches pour les ingénieurs, les développements des domaines de vol et le travail dans les souffleries (en France et ailleurs). L'acquis de ces travaux durant six ans a été important pour nos équipes.

Quand on fait des avions de chasse supersoniques et des avions d'affaires subsoniques, on veut faire un avion supersonique d'affaires. C'est le *Supersonic Business Jet*, le SSBJ. Nous avons lancé les études SSBJ dans la deuxième partie de la décennie 1990. Plusieurs formules ont été étudiées mais nous retrouvons celle avec des ailes familières (malgré le canard à l'avant) et une bonne logeabilité. L'emplacement des passagers est réduit car il faut la capacité de loger le carburant nécessaire à la consommation de cet avion. C'est un concept techniquement valable mais nous n'avons pas trouvé l'équation économique pour un tel programme. Cela représenterait environ 80-90 millions de dollars l'unité et, même si toutes les technologies sont acquises, des développements restent à faire. Encore à ce jour, nous considérons que l'équation économique, qui consiste à trouver le financement du développement de ces technologies pour faire quelques prototypes, les mettre en série et atteindre le jour où la mise initiale est récupérée, n'y est pas. C'est un beau et stimulant projet qui reste inabouti.

A la fin de la décennie dernière et au début de celle-ci, nous avons choisi le créneau du Falcon 7X. Le cadre est complètement changé ; l'aile entièrement nouvelle, le fuselage plus long et confortable, des commandes de vol électriques généralisées (pour la première fois dans l'aviation d'affaires) et une formule triréacteur. Le poste de pilotage entièrement nouveau est dérivé de la formule EASy. C'est le seul cockpit d'avion de transport au monde

qui soit basé sur l'utilisation de quatre écrans. Cet avion possède en plus le confort de la cabine des avions d'affaires. Le Falcon 7X se révèle avoir un succès exceptionnel ; il permet de faire Paris-Los-Angeles (6 000 nautiques) à une grande vitesse (mach 0.9). Le carnet de commandes est rempli jusqu'en 2014.

Pour l'avenir, il faudrait que Dassault Aviation ait sa place dans le non habité (la reconnaissance, le combat). Nous allons décliner la famille des Duc. Nous avons réalisé des démonstrateurs à petite échelle : le Petit Duc. Nous avons ensuite étudié un Moyen Duc. Au-delà de ces premiers investissements d'initiative privée (purement Dassault), nous sommes maintenant maîtres d'œuvre d'un programme européen à six pays appelé le nEUROn. Les maquettes ont été présentées au Salon du Bourget et cet avion est destiné à voler en 2010/2011. Dans la préparation de l'avenir, nous avons en mains les éléments techniques qui permettent aux futurs utilisateurs de préciser leurs besoins opérationnels basés sur des caractéristiques et des performances provenant de la démonstration.

Au cours de ces différentes décennies, beaucoup de choses se sont passées que les personnels de Dassault Aviation ont vécues avec passion. Il y a quelques caractéristiques à tirer sur ce groupe :

C'est un groupe dans lequel la stabilité de l'actionnaire est exceptionnelle. Aujourd'hui, c'est la famille du fondateur qui est encore propriétaire de la majorité de l'entreprise ; cela facilite la discussion avec l'actionnaire.

Il y a une grande continuité du *management*. Depuis 1946, il n'y a eu que trois présidents aux côtés de Marcel Dassault : Vallières, Serge Dassault et Charles Edelstenne.

Au niveau des équipes, quand on entre chez Dassault, soit on en sort dans les six mois, soit on y reste quarante ans.

Il y a une volonté d'investissement pour la préparation de l'avenir. C'est une règle que l'actionnaire a fixée depuis longtemps : un tiers des bénéfices sont affectés systématiquement à la préparation du futur.

Il y a une volonté de continuer à ouvrir très largement. Depuis une trentaine d'années, Dassault travaille avec des centres de recherche, des instituts et des laboratoires dans le monde entier. Nous comptabilisons environ 110 à 120 centres sur lesquels les équipes Dassault sont connectées pour obtenir le maximum d'informations.

En termes d'innovation, la constante est de démontrer en vol et pas uniquement sur le papier. Il y a eu des périodes où les dossiers papier inondaient les bureaux des états-majors et des clients civils. Dassault a toujours choisi (et continue de le faire) des démonstrations réelles, quitte à investir. Mieux vaut faire voler un prototype, même à échelle réduite, que faire des dessins.

La volonté que nous avons héritée de notre fondateur est celle d'anticiper les besoins. C'est ambitieux mais il s'agit, face aux donneurs d'ordres, de proposer un plan B en cas de doute sur un programme en cours de lancement.

Ce sont les mêmes équipes qui font du civil, du militaire et du spatial. Il y a une forme de “fertilisation croisée”, sur les différents sujets, qui fait vivre les équipes pour rester à la pointe.

C'est le développement appuyé avec Dassault Systèmes, à l'origine en 1980 constitué d'ingénieurs du Département des avions, qui a permis de se développer, devenir numéro un mondial dans les moyens et *process* de conception de produit dans le cadre du PLM (*Product Lifecycle Management*) et être en position forte pour produire, concevoir et vendre mieux.

Avec d'autres, j'ai eu la chance de vivre cela pendant près de quarante-cinq ans et j'espère vous avoir transmis une miette de ma passion.

OPÉRATIONS D'UN AIRBUS EN ANTARCTIQUE : une authentique première

Pierre BAUD

Ancien directeur de la division des vols et chef pilote d'essais d'Airbus, élu membre titulaire de l'Académie de l'air et de l'espace le 8 juin 2007

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 5 février 2009

J'ai décidé de vous présenter ce sujet car il décrit une expérience aéronautique originale et pleine d'enseignements et met en vedette un continent fascinant où nombreux sont ceux qui rêvent d'y fouler la glace.

J'ai eu ce privilège et j'ai voulu partager avec vous cette expérience.

Le titre de ma présentation est volontairement "accrocheur", et vous pouvez légitimement vous poser la question : « *En quoi le fait d'opérer un Airbus en Antarctique représente-t-il une première justifiant une communication à l'Académie ?* »

Je vais tâcher de vous en convaincre.

C'est pourquoi, en introduction, je planterai le décor avec trois remarques préalables qui apporteront un début de réponse.

1^{ère} remarque :

Il n'y a pas de piste en dur en Antarctique et il est exclu d'en construire pour des raisons environnementales. L'Antarctique est un continent de montagnes (point culminant 4 897 m) et de glaciers, plus grand que les États-Unis et le Canada réunis. L'Antarctique est le continent le plus froid (– 89°C enregistré), le plus haut (8 000 ft en moyenne), le plus sec, le plus inaccessible. Les territoires australiens de l'Antarctique représentent 46% de la surface du continent.

Les seules possibilités pour accueillir un avion sont :

- **la banquise** : car lorsque celle-ci est bien accrochée au continent, sa surface est plate et homogène sur laquelle peut être facilement implantée une piste.
De plus, du fait du mélange eau/sel, la granularité de la glace de la banquise conduit à une efficacité de freinage tout à fait raisonnable.
Il n'est donc pas étonnant que l'USAF ait choisi la banquise de Ross, au pied du Mont Erebus 3 794 m, pour implanter sa base de MacMurdo, seule piste du continent, jusqu'en 2007, capable d'accueillir de gros avions (C17, Hercules). Cette base militaire n'accepte pas d'avions civils sauf urgence ou autorisation spéciale.
- **les glaciers** : c'est la seule option possible dans les territoires australiens de l'Antarctique où la banquise, par temps d'été austral (début novembre – fin février), n'a pas la stabilité nécessaire.

2^e remarque :

Que ce soit sur glacier ou sur la banquise, deux possibilités pour décoller ou atterrir :

- des skis, nécessitant de garder le train sorti, donc incompatibles avec la mission intercontinentale dévolue à l'Airbus dans le programme Airlink que je présenterai plus loin,
- utiliser un Airbus standard, et en assumer les conséquences, à savoir que la nature des contaminants présents sur la piste, neige ou glace dans le cas présent, vont avoir des effets significatifs sur les performances d'atterrissage et d'accélération – arrêt.

D'où ma 3^e remarque :

Celle-ci est relative à la réglementation en vigueur à la date de l'expérimentation qui interdisait les décollages sur piste verglacée (limitation explicitée dans le manuel de vol : "*Take-off on very low friction surface, icy runway, is not allowed*").

Cette interdiction est la conséquence de la définition d'une piste verglacée, telle que spécifiée dans les conditions de certification européennes, à savoir : Une piste verglacée est une piste ayant un coefficient de $\mu = 0,05$, valeur extrêmement faible, plus de 15 fois inférieure à celui rencontré sur piste sèche, ce qui justifie cette interdiction.

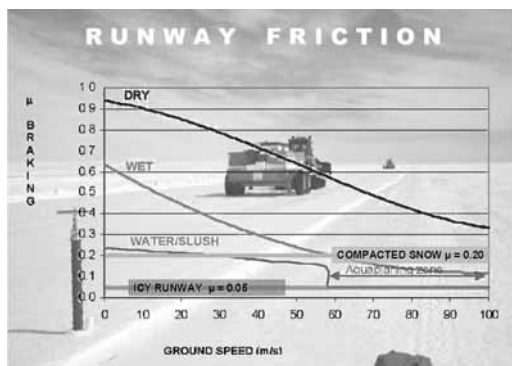
Définition du coefficient de friction

Il est temps de faire une parenthèse pour rappeler la définition du coefficient de friction μ d'un pneu sur une piste : C'est le rapport de la force de friction maximum disponible sur la force verticale s'exerçant sur le pneu. La force de friction maximum disponible est obtenue, grâce au système anti skid, au glissement optimal du pneu (de l'ordre de 8%). Elle reflète l'efficacité optimum des freins sur le contaminant. Elle est une des composantes qui participent à la décélération de l'avion, les autres étant la reverse et la traînée de l'avion.

La force verticale est la composante : poids – portance s'exerçant sur le pneu.

Coefficient de friction = f (vitesse)

Nota : certaines autorités limitent le coefficient de friction WET à basse vitesse à 0,4, d'autres non.



Coefficient de friction = $f(\text{vitesse})$

Notez les μ des 2 contaminants dont il est question dans cette présentation : ils sont considérés comme constants en fonction de la vitesse :

- μ neige compacte = 0,2
- μ glace = 0,05, valeur spécifiée dans les conditions de certification européennes.

Je ferme la parenthèse.

Résumons : si l'on s'en tient à la définition admise par les autorités, soit : *“piste verglacée correspond à un coefficient de friction $\mu = 0,05$ ”, décoller un Airbus d'un glacier n'est pas autorisé.* En tant que passager, et en voyant l'état de surface du glacier en question, vous devez vous dire : bonne idée. Et pourtant !

Cette définition, dans l'état de nos connaissances actuelles, est considérée comme exagérément conservatrice sauf lorsque la température de la glace étant proche de 0°C , un mince film d'eau recouvre sa surface. Il suffit de regarder une partie de curling, où les équipiers frottent vigoureusement la glace pour mieux faire glisser le palet, pour comprendre intuitivement que plus la glace est chaude, mieux ça glisse.

Cette intuition est validée par les mesures effectuées sur glace et neige compacte (contaminant dit solide) par des véhicules agréés par les autorités aéroportuaires et catalogués par l'OACI sous le nom de Continuous Friction Measurement Equipment (CFME).

Mais le problème qui se pose depuis des décennies est : peut-on établir avec fiabilité une relation entre le μ mesuré par le véhicule et le μ que réalisera effectivement l'avion ?

La réponse est **oui** sur contaminant **solide** au prix d'un certain nombre de précautions.

La réponse est **non** sur contaminants **fluides** (eau, neige mouillée, slush) dans lesquels le pneu s'enfonce, générant une traînée de déplacement trop différente entre l'avion et le véhicule (sans parler du phénomène d'aquaplaning propre à ce type de contaminants).

Sur ces bases, les autorités australiennes ont décidé de mener avec Airbus une expérimentation dont le but était de montrer que, moyennant des précautions à définir, une corrélation fiable pouvait être établie entre le μ mesuré par leur véhicule et le μ effectif réalisé par l'avion sur la piste que les Australiens avaient décidé de construire sur un glacier en Antarctique.

Au vu des résultats, autorisation serait donnée ou non d'opérer un avion commercial entre l'Australie et l'Antarctique avec des passagers à bord. Le décor étant planté, rentrons dans le vif du sujet.

LE PROJET AIRLINK

En 1999, l'Australian Antarctic Division, attachée au ministère de l'Environnement, responsable de la gestion de toutes les activités menées sur le territoire australien en

Antarctique, a annoncé sa décision d'utiliser l'avion comme outil pour supporter ses activités scientifiques incluant :

- une activité intra-continentale reliant ses trois bases de Casey, Davis et Mawson
- une activité inter-continentale reliant l'Australie à l'Antarctique.

Cette activité n'est prévue que pendant la saison estivale australe (soit entre début novembre et fin février) pour des raisons météorologiques.

En 2002, Skytraders, un opérateur australien, a été choisi et débuta les activités intra-continentales en 2004 à l'aide de deux CASA 212-400 équipés de skis, pouvant se poser sur des sites non préparés. L'activité inter-continentale débuta début 2008 depuis Hobart (Tasmanie), après une phase d'expérimentation fin 2007 qui fut un succès.

Les bénéfices espérés de la mise en place d'Airlink sont assez évidents :

- une réduction drastique de la durée du voyage : 4 h et demi versus 1 semaine ou plus, permettant :
 - une meilleure disponibilité sur site des scientifiques pour conduire ou superviser leurs projets ;
 - de nouvelles opportunités scientifiques telles que rapatriement d'échantillons aux fins d'analyse isotopique impossible par bateau du fait de la durée du voyage ;
 - les évacuations d'urgence ;
 - une réponse rapide à tout dysfonctionnement affectant une des bases scientifiques.
- le bateau d'exploration polaire sera plus disponible pour remplir sa véritable mission : la recherche marine ;
- développer les opportunités d'une coopération internationale, avec l'espoir de pouvoir faire bénéficier les avantages d'Airlink à un grand nombre des 46 pays signataires du traité de l'Antarctique.

Exigences requises des avions

Sans entrer dans les détails, elles résultent des considérations suivantes :

- 1) Entre Hobart et l'Antarctique, il n'y a pas de terrain de déroutement ni en route, ni à l'arrivée. Si, en approchant l'Antarctique, la météo se détériore, il faut revenir sur Hobart, d'où la première exigence d'avoir une autonomie suffisante permettant le vol aller-retour sans faire de complément de plein en Antarctique. Le demi-tour en vol est également requis si une panne compromettant le vol de retour se produit (panne NOGO).
- 2) Tout avion bimoteur s'éloignant de plus de 60 mn à la vitesse monomoteur d'un aéroport qui puisse le recueillir si nécessaire, doit répondre à des exigences particulières (génération électrique, extinction feu de soute...) dites "exigences ETOPS" (ETOPS : Extended Twin Operations).

Aujourd'hui les bimoteurs peuvent s'éloigner de 90, 120 et au mieux de 180 mn à la vitesse monomoteur d'un terrain de recueil, les exigences étant d'autant plus sévères que le temps d'éloignement est plus grand.

Le vol Australie Antarctique exige d'être certifié ETOPS 180 mn.

4 types d'avion étaient en compétition (dont le Boeing 737 BBJ).

L'A319 CJ avec 4 réservoirs centraux auxiliaires a été choisi.

La piste de Wilkins

Du nom de Sir Hubert Wilkins, pionnier australien des vols en Antarctique.

- 1) La piste de Wilkins est mono directionnelle : on décolle et atterrit toujours dans le même sens, de l'aval vers l'amont du glacier, l'air froid descendant le long de celui-ci : ce vent, dit catabatique, est généré par la gravité et non par un champ de pression.
- 2) Le site a été choisi sur un glacier à 60 km de la base de Casey, sur une portion de glace nue, donc sur un socle résistant.

La construction de la piste (qui débuta en 2004) a été conduite avec le personnel de l'Australian Antarctic Division en trois étapes :

- première étape : enlèvement de la couche de neige pour accéder à la surface de la glace ;

- deuxième étape : nivellement de cette surface de façon à gommer les irrégularités pour satisfaire les critères OACI concernant les spécifications techniques de conception des aérodomes (Annexe 14 de l'OACI). Un exemple des exigences OACI : les changements de hauteur le long de la piste ne doivent pas excéder 3 cm sur 25 m. Ces critères sont déjà très exigeants pour des pistes en dur. Qu'en dire lorsqu'il s'agit d'une piste bougeant avec le glacier de 12 mètres /an ;

- troisième étape : construction sur les 1 000 premiers mètres d'une véritable chaussée de neige compacte extrêmement dure. L'objectif est double :

- assurer un coefficient de friction effectif au moins égal à 0,2 dans la phase haute vitesse de l'atterrissage ;
- assurer une mise en rotation normale des roues à l'impact pour avoir un fonctionnement nominal de l'antiskid.

En revanche, le bénéfice sur la longueur de piste règlementairement requise pour le décollage est faible, la phase de décélération en cas d'accélération arrêt se faisant presque exclusivement sur la partie verglacée.

Pourquoi alors ne pas recouvrir toute la longueur de la piste de neige compacte ?

Trois raisons s'y opposent :

- il n'y a pas suffisamment de neige : chaque année, la quantité de neige qui tombe sur l'Antarctique est équivalente à 7 cm de pluie, soit la quantité qui tombe sur le Sahara ;
- le peu de neige qui tombe sur le glacier est balayé par le vent (jusqu'à 250 km/h en hiver austral) ;
- pour avoir une couche de neige compacte de 5cm, il faut initialement 1,5 m de neige non compactée, donc un volume important.

Caractéristiques résumées de la piste

- 100 m de large : Une piste normale est large de 45 m. Ces 100 m sont les bienvenus pour effectuer les demi-tours sur piste verglacée, demi-tour systématique après chaque atterrissage, la piste étant monodirectionnelle.
- Approche GPS : une procédure d'approche aux instruments à Wilkins est requise. Il est problématique de baser cette procédure sur des moyens au sol qui vont bouger avec le glacier et qui risquent d'être endommagés dans cet environnement sévère. D'où la

décision de baser la procédure sur des moyens satellitaires. Cette approche qui requiert un nombre de satellites minimum pour avoir un calcul précis de la position avion (mode de navigation = GPS primary) a été certifié lors d'un vol spécifique par les autorités australiennes jusqu'à des minima de 520 ft / 3 500 mètres.

- Le PAPI qui est une aide en approche pour maintenir une pente donnée, et le marker lumineux du bout de piste sont des dispositifs lumineux particulièrement utiles lorsque la visibilité du relief et l'estimation des distances sont altérées par les conditions ambiantes comme l'est la tranchée en amont de la piste qui matérialise la direction de l'entrée de piste.

La Campagne d'essais novembre / décembre 2007

Cette campagne, ainsi que le support d'Airbus, ont été requis par le Civil Aviation Safety Authority (CASA), l'ordre de mission donné à Airbus étant d'établir la relation entre le μ mesuré par le véhicule utilisé à Wilkins et le μ effectif réalisé par l'avion et d'indiquer les conditions dans lesquelles cette relation pouvait être considérée comme fiable.

Le Quick Access Recorder (QAR) de l'avion a été programmé en conséquence, et les enregistrements dépouillés et analysés par notre bureau d'études et notre équipe des essais en vol à Toulouse.

1^{er} Vol avec atterrissage à Wilkins

Ce vol a été précédé d'un vol avec atterrissage à Mac Murdo, où ont été confirmées les bonnes qualités de freinage sur la banquise (μ mesuré = 0,35, qui, comme il le sera montré plus loin, correspond à un μ effectif > 0,30).

1) Informations disponibles avant le départ de l'avion

- Infos MTO : METAR (temps présent) + TAF (prévisions) + infos sur la visibilité du relief et de l'horizon.

Bien que l'approche GPS autorise des minima de 520 ft/3 500 m visi, nous nous sommes fixé 2 000 ft / 10 km pendant l'expérimentation.

- Concernant l'état de la piste, l'équipage reçoit des informations de μ mesuré par un véhicule de marque Bowmonk AFM2. Cet équipement canadien est utilisé par l'US Air Force à MacMurdo et est agréé par les autorités canadiennes, américaines et australiennes.

Un μ est donné pour chaque portion de 500 m de piste, chaque μ étant la moyenne de trois mesures : l'une sur l'axe de piste, une 20 ft à droite, une 20 ft à gauche (les valeurs fournies sont à diviser par 100 pour obtenir le coefficient de friction mesuré).

Runway Condition Reports

- Runway braking action μ each 500 m
- Weather, including Surface & Horizon
- Operational status
- All must be OK before Descent
- Minimum 0.20 μ
- Max X-Wind 5 kt
- Max Wind 50 Kt
- Ice Temp Below -7°C

Les conditions de dispatch du vol (on peut ou on ne peut atterrir à Wilkins) sont : aucune portion de piste ne doit avoir un μ mesuré inférieur à 0,2.

Dans l'exemple à gauche, le vol aurait dû être ajourné, le μ mesuré entre 1 000 et 1 500 m étant de 0,177, donc inférieur à 0,2.

Par ailleurs, la température de la glace doit être $< -7^{\circ}\text{C}$. Au-dessus, la glace perd de sa solidité, d'où risque de détérioration de la piste et d'ingestion de glace par les moteurs.

2) Conditions à satisfaire pour avoir une mesure précise du μ effectif réalisé par l'avion

Première condition : ne pas utiliser la Reverse

La Reverse, en effet, est mal représentée dans les modèles utilisés pour déterminer quelle part de la décélération avion revient à la reverse et quelle part revient au freinage lui-même.

Deuxième condition : déterminer l'erreur sur la vitesse avion enregistrée qui proviennent des capteurs avions (ADIRS)

Il suffit de marquer l'arrêt après l'atterrissage pendant une dizaine de secondes pendant lesquelles seront enregistrées les vitesses résiduelles des ADIRS.

3) Le vol en lui-même

3.1 : Quelques chiffres

- Masse au décollage à Hobart : 73 t (Max TOW = 75,5 t)
- Carburant à bord 28 t (plein complet avec 4 réservoirs auxiliaires centraux)
- Carburant consommé à Wilkins : 12,5 t, donc 15,5 t disponibles pour le retour
- Tropopause : 27 000 ft ISA + 15°

3.2 : Navigation polaire

Pour un avion ayant l'option Navigation Polaire :

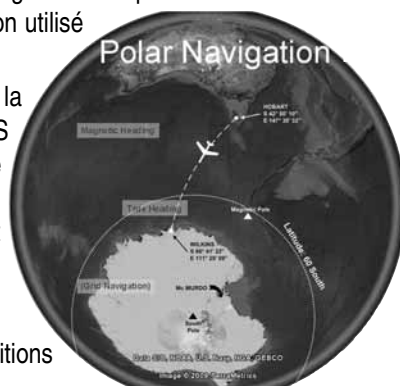
- au Nord du parallèle 60°S , l'équipage et les cartes de navigation utilisent les caps ou routes magnétiques
- approchant le 60°S , l'équipage passe en cap ou route vraie (sélecteur au cockpit).

Concomitamment, apparaît sur l'écran de navigation le cap Grille, seul cap utilisable à proximité des pôles (non utilisé à Wilkins situé à 66°S de latitude).

La précision de navigation requise commande la disponibilité d'un nombre suffisant de satellites GPS pour le calcul de la position avion, en l'absence de tout moyen de navigation terrestre : lors de nos vols, un minimum de 8 satellites étaient exploitables, et 12 en approche à Wilkins.

3.3 : Avant le début de descente

- Remise à jour des informations météo et conditions de piste



- Décision de continuer ou de faire ½ tour
- Chaque participant au vol doit revêtir les vêtements polaires + l'équipage règle le conditionnement d'air sur Plein froid pour acclimater tout le monde aux conditions d'arrivée.

3.4 : Atterrissages à Wilkins

Au départ de Hobart, pour ce premier vol avec atterrissage sur glacier, nous avons décidé d'effectuer le 1er atterrissage avec reverse et d'effectuer le 2^e atterrissage sans reverse en fonction des résultats obtenus du premier. Quelques chiffres :

- Masse à l'atterrissage à Wilkins 60,7 t (Max LW = 62,5)
- QNH 980 mb
- OAT = - 11°C
- Vent 100° True / 32 kt rafale 36 kt
- Prévision longueur d'atterrissage avec μ effectif = 0,2 de 50 ft à l'arrêt
 - Sans reverse : 1 560 m
 - Avec reverse : 1 420 m
 (- 9% d'effet reverse)
- Prévision longueur d'atterrissage avec μ effectif = 0,05 de 50 ft à l'arrêt
 - Sans reverse : 3 190 m
 - Avec reverse : 2 430 m
 (- 24% d'effet reverse)

Ci-contre on peut voir les conditions de piste du jour : μ mesuré par le véhicule. Vous serez étonnés, comme je le fus, de la différence somme toute faible, entre les μ mesurés sur neige compacte et sur glace.

- 1^{er} atterrissage à Wilkins

Avec reverse et freinage maximum, l'avion s'est arrêté 1 000 m après l'entrée de piste. Divine surprise ? Non car le μ mesuré sur les premiers 1 000 m de piste de 0,27 suggère que le μ effectif est supérieur à 0,2, conduisant à une longueur d'atterrissage bien inférieure à 1 460 mètres tel que prévu (1 460 m représentant la distance entre 50 ft et l'arrêt complet et non entre l'impact et l'arrêt complet).

- 2^e atterrissage à Wilkins (sans reverse)

J'ai demandé un atterrissage long pour avoir une partie du freinage sur glace. La longueur d'atterrissage réalisée a été de l'ordre de 1 600 m suggérant que même sur glace, le μ effectif devait être proche de 0,2 puisque la longueur d'atterrissage prévue sans reverse pour un μ effectif de 0,2 est de 1 560 m.



First landing at Wilkins	
• Runway conditions (reported μ)	
▪ Threshold – 500m	: 27.0 (SP)
▪ 500m – 1000m	: 27.2 (SP)
▪ 1000m – 1500m	: 24.7 (PI)
▪ 1500m – 2000m	: 20.1 (PI)
▪ 2000m – 2500m	: 25.4 (PI)
▪ 2500m – 3200m	: 25.3 (PI)
Lowest μ : 16.2 Average μ : 25	
SP=Snow Pavement PI=Polish Ice	

Ces estimations de μ effectif faites sur place un peu “à la louche” ont été confirmées après dépouillement à Toulouse des enregistrements.

3.5 : Analyse du bureau d'étude Airbus

Les conclusions du bureau d'études sont :

- les essais effectués sont exploitables ;
- les μ mesurés par le véhicule sont optimistes de 0,03 par rapport au μ effectif réalisé par l'avion, sur les deux contaminants présents (exemple : si μ mesuré = 0,23 le μ effectif = 0,20) ;
- cette corrélation ne peut pas être extrapolée à des qualités de contaminants et des températures très différentes des conditions d'essais, et n'est valable qu'avec le type de véhicule utilisé.

Ces deux conditions sont en général satisfaites, la météo en Antarctique dans la période estivale australe étant stable, et l'instrument de mesure utilisé toujours le même.

En conséquence : Les conditions minimales d'atterrissage qui avaient été fixées à μ mesuré = 0,2 sur chaque portion de piste avant l'expérimentation, ont été relevées à 0,23 pour tenir compte des résultats d'essais, garantissant un μ effectif de 0,2, très confortable avec une piste de 3 200 m.

4) Roulage au sol

Finalement, c'est la seule phase de vol qui nous a posé une difficulté. En entamant un demi-tour sur la piste avec un ordre trop important donné à la dirigibilité de roulette de nez, celle-ci en ripant a généré un niveau de vibrations structurales épouvantable, l'avion se dirigeant tout droit vers la bordure de piste à cap constant.

Le pilote a pu arrêter l'avion à temps pour permettre de terminer son $\frac{1}{2}$ tour en suivant les procédures recommandées par Airbus sur ce type de surface à savoir : “initier le virage à l'aide d'une poussée et d'un freinage différentiel, la dirigibilité n'étant utilisée que pour accompagner le virage et en aucun cas pour le déclencher”. Depuis, notre procédure a été complétée : “si de fortes vibrations sont ressenties, arrêter immédiatement l'avion”.

Je vous laisse imaginer la situation si le pilote avait arrêté l'avion trop tardivement, sans avoir suffisamment de place pour terminer son demi-tour, ayant à l'esprit qu'il n'y a aucun moyen de tractage à Wilkins : l'avion aurait été bloqué durant des semaines sans aucune solution pour le ramener sur la piste avec les moyens existants sur place.

5) Décollage de Wilkins

- V1 limité par VMCG
- Confortable : pas de vibrations générées par les irrégularités de la piste.
- Aucune anomalie système (ADIRS).
- Stratégie en cas de panne après V1 :
 - panne de moteur : retour à Wilkins ;
 - non rentrée du train ou volets : retour à Wilkins pour complément de plein : ça va prendre du temps (remplissage par pompe à main) et, ça va coûter cher (1 litre de fuel = 15 \$) ;
 - panne pressurisation : cap sur Hobart.



Les principales étapes de la période probatoire avant 1^{er} vol avec passagers



Sommaire de l'activité Inter continentale de la saison 2007-2008

CONCLUSION

- 1) L'expérimentation menée conjointement entre l'opérateur Skytraders, les autorités australiennes et Airbus a ouvert la voie à une desserte régulière de l'Antarctique par un Airbus standard **sans compromis en matière de sécurité**.
- 2) La 1^{ère} saison estivale australe 2007-2008 a été un succès.
- 3) Un audit récent des autorités australiennes a conduit au renouvellement de son Certificat de transporteur aérien, donc de l'autorisation d'opérer sur l'Antarctique, pour trois ans.
- 4) Skytraders planifie, chaque saison, 16 rotations sur Wilkins et un nombre équivalent sur Mac Murdo ayant semble-t-il obtenu un contrat de l'USAF.

Concernant les retombées tangibles de cette expérimentation sur les opérations aériennes :

- l'inadéquation de la relation systématique piste verglacée et $\mu = 0,05$ telle que spécifiée dans les conditions de certification européenne a été démontrée ;
- cette expérimentation a conforté la position d'Airbus vis-à-vis des autorités européennes qui ont accepté une modification majeure du manuel de vol A380 qui n'interdit plus les atterrissages sur piste verglacée.

Le nouveau texte dit : *"take off on very low friction surface (icy runway) is not recommended"*. Ce qui signifie que le décollage sur piste verglacée est autorisé à condition d'apporter la preuve aux autorités nationales de l'opérateur que ce type d'opération répond aux critères de sécurité requis (en clair cela signifie une mesure de μ et une corrélation fiable entre μ mesuré et μ réalisé par l'avion).

Courant de cette année, Airbus a l'intention de négocier avec les autorités européennes afin d'harmoniser les manuels de vol des avions à commandes de vol électriques existants (A318 -> A340-600) sur celui de l'A380.

À l'issue de cette présentation, j'espère vous avoir convaincu que cette expérimentation a été originale, fertile en enseignements avec des retombées concrètes pour le transport aérien justifiant ainsi le titre de ma présentation.

DE L'AÉRONAUTIQUE À L'ESPACE DE L'ESPACE À L'AÉRONAUTIQUE : comment catalyser la recherche ?

Anne-Marie MAINGUY

*Ancien directeur de l'Onera centre de Lille, élu membre titulaire de l'Académie
de l'air et de l'espace le 8 juin 2007*

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 5 février 2009

C'est pour moi une grande fierté de faire ce discours devant vous, cet exercice est inhabituel pour moi car il me faut non seulement parler de technique mais également de moi-même.

Pour commencer je dirais que je me considère dans cette profession comme atypique et pour plusieurs raisons : ainsi lorsque je regarde cette salle je constate que nous ne sommes que deux femmes (M^{me} Ségur et moi-même) ; ensuite je suis universitaire (souvent par provocation, je me présentais comme une autodidacte n'ayant pas fait d'école) ; je possède une thèse de mathématiques et une de physique ; de plus à l'Académie, je suis passée de correspondante de la section I à titulaire de la section II pour revenir à la section I.

Je pourrais trouver encore d'autres exemples.

Professionnellement j'ai réalisé ma thèse de mathématiques sous une bourse CNES, pour ensuite découvrir le monde de l'aéronautique en entrant à l'Onera en 1971 où mes premiers travaux ont porté sur la reconstitution du mouvement d'attitude d'une capsule de rentrée à Mach 14. Cette capsule avait été lancée par l'Onera depuis le centre d'essais des Landes pour étudier la création de plasmas à la rentrée, et comprendre le black out que cela entraîne dans les communications. Cet événement donna lieu à des inquiétudes puisque les gendarmes de l'Ariège furent obligés de vérifier qu'aucun Ovni n'avait atterri dans un champ voisin.

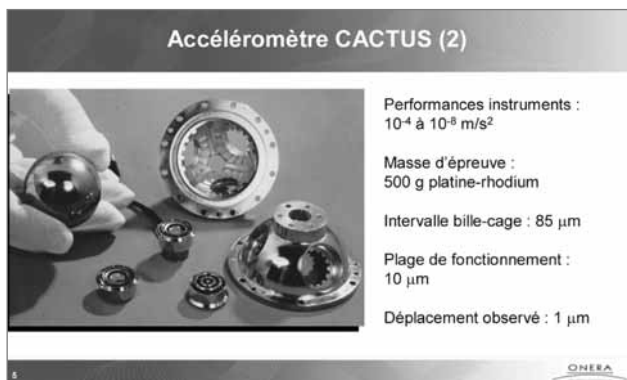
Ceci explique donc le titre de cette conférence puisque tout au long de ma carrière, aéronautique et espace ont été mêlés et j'en donnerai des exemples plus concrets. Pourquoi un tel sous-titre "comment catalyser la recherche" ? Durant toute mon activité, j'ai participé à des travaux d'équipe au début, j'étais un des éléments de cette équipe mais ensuite, j'ai coordonné des projets, sollicité la création de moyens, ou bien été à l'initiative de projets qui ont vu le jour ou le verront.

J'ai recherché les grands thèmes qui avaient été les plus marquants de ma carrière et ils sont au moins au nombre de trois :

- la pression de radiation solaire,
- la surveillance de l'espace,
- les moyens expérimentaux pour l'aéronautique.

Pourquoi la pression de radiation solaire ? Elle fut très présente durant toute ma carrière. Tout d'abord il y a eu ma thèse de mathématiques sur l'optimisation dont l'exemple d'application était la recherche de la trajectoire optimale de la Terre à Mars en utilisant ce que l'on appelait la poussée photonique. Mon souci était les algorithmes d'optimisation et je ne comprenais pas trop ce qu'était cette poussée mais par la suite le traitement des données de l'accéléromètre Cactus et le projet Biramis m'ont permis de mieux comprendre l'origine de cette force et m'ont conduite à faire une thèse de physique sur le bilan radiatif de la Terre qui est un élément important dans le domaine de la climatologie. Tout cela parallèlement, m'a amené à présider l'U3P (Union pour la promotion de la propulsion photonique), durant dix ans en tentant de monter une course de la Terre à la Lune en voiles solaires.

Revenons au sujet de l'aéronautique à l'espace : au début de l'Onera le problème posé par un homme remarquable qui devint directeur général de l'Onera, P. Contensou, fut comment suspendre les maquettes en soufflerie en s'affranchissant du dard, en utilisant par exemple la suspension électro-magnétique. Le problème ne fut pas résolu, car les forces à déployer étaient trop importantes, mais il a abouti à la création d'un accéléromètre très sensible qui ne pouvait fonctionner que dans l'espace, il s'est appelé Cactus (Capteur accélérométrique capacitif tri-axial ultra-sensible) : un vrai bijou (au propre comme au figuré) dont vous voyez ici les caractéristiques. Il fut lancé en 1975, après un premier échec au lancement en 1973. Il était placé dans le satellite Castor, mis en orbite en même temps que le satellite Pollux qui, lui, emportait un moteur dont on voulait tester les caractéristiques. Avec ces deux éléments, l'accéléromètre comme capteur et le moteur comme actuateur, une fois testés, les ingénieurs envisageaient de construire un satellite à traînée compensée afin

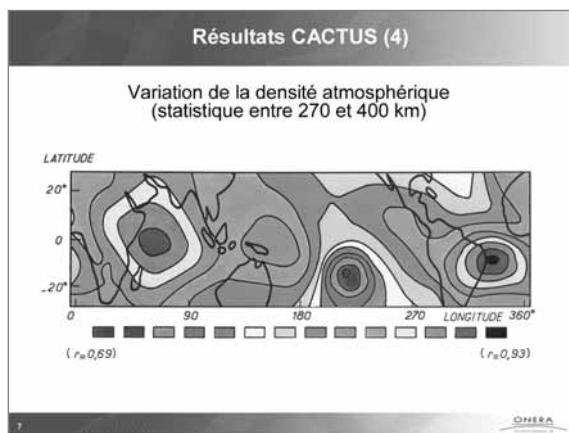


d'avoir une trajectoire très précise et pouvoir utiliser des mesures satellitaires pour faire de la navigation terrestre (GPS, Galileo avant la lettre). Pour des raisons techniques le satellite Pollux ne donna pas de résultat alors que le satellite Castor, prévu pour fonctionner six mois, fournit des données durant les quatre ans de sa durée de vie naturelle. Placé sur une orbite excentrique, il devait permettre d'étudier la haute atmosphère pour des altitudes inférieures à 800 km, et lorsque le satellite était à l'apogée et à l'ombre, il devait être possible d'étudier le fonctionnement de l'appareil lui-même et son zéro. Malgré une limitation due au pas de télémesure, il est apparu que l'instrument était meilleur que prévu et que l'on pouvait mesurer du 10^{-10} m/s² au lieu des 10^{-8} m/s² espérés au départ. Ainsi il fut possible de mesurer en plus de l'accélération due à la traînée atmosphérique, celles dues à la pression de radiation solaire, à l'albédo terrestre et à l'émission propre de la Terre dans l'infra-rouge.

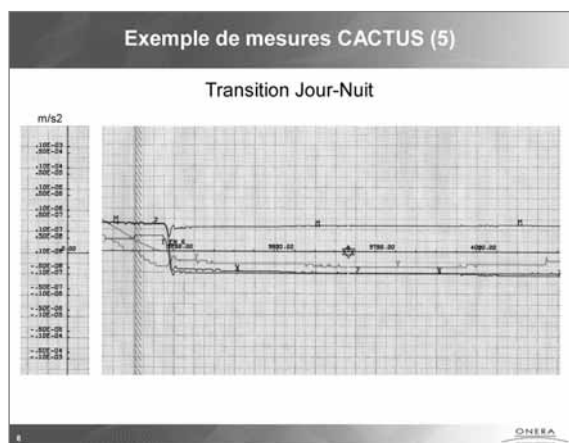
Voici, tout d'abord, une planche de résultats, obtenue par les chercheurs du CERGA sous l'autorité de F.Barlier, présentant la variation de densité atmosphérique en fonction de la latitude et surtout de la longitude, je pense que ceci est la seule fois où l'on a mis en évidence les variations avec la longitude (grâce aux caractéristiques de l'accéléromètre), et plus particulièrement l'influence de l'anomalie magnétique de l'Atlantique sud.

Maintenant voici une visualisation du décrochage de mesure due à un passage du satellite du jour vers la nuit, il permet de calculer l'accélération due à la pression de radiation solaire, cette planche est un exemple de "protohistoire spatiale", époque où les données étaient reçues sur du papier millimétrique et non sous forme informatisée. En traitant les données sur trois ans, j'ai pu mettre en évidence la variation

de la pression de radiation solaire avec la distance Terre Soleil ainsi on retrouve que la pression est plus forte en décembre lorsque l'on est plus près du Soleil. Il est ainsi possible



Il faut expliciter que deux régions de haute densité se trouvent sur la gauche et droite de cette planche (en couleur à l'origine) avec une zone de basse densité au milieu.



de remonter à l'excentricité de l'orbite terrestre qui est de 1.7×10^{-2} ce qui montre que l'accéléromètre est précis à 10^{-10} m/s^2 puisque la valeur de l'accélération due à la pression est de $3 \times 10^{-8} \text{ m/s}^2$.

Les résultats remarquables obtenus avec Cactus ont conduit à voir d'autres applications pour celui-ci. Sur une idée d'un responsable de l'ESA, l'Onera a réalisé une étude de phase A dont j'étais le chef de projet pour mesurer le bilan radiatif de la Terre, l'idée consistait à transformer l'ensemble "l'accéléromètre + le satellite" en un radiomètre large champ et large bande. Le système ainsi obtenu permettait de mesurer directement la résultante locale de l'énergie entrante et sortante du système Terre-Atmosphère. Le gain devait être significatif car elles sont mesurées, habituellement, séparément avec des radiomètres spécifiques pour chacune des composantes ; les erreurs de mesures deviennent prépondérantes, ainsi la valeur de la différence est difficile à évaluer car les grandeurs sont voisines. Ce moyen était révolutionnaire et bien que l'étude ait été concluante, le projet n'a pas été poursuivi.

Devant ce fait, j'ai pensé que l'on pouvait vendre à l'ESA, non pas un accéléromètre mais deux, en faisant une mesure de gradient de gravité. Les premiers calculs faits avec F. Barlier montraient que, compte tenu de la précision de l'accéléromètre, la conception d'un gradiomètre spatial était réaliste. L'erreur fut qu'il n'en fallait pas deux mais six, ce qu'ont démontré brillamment les collègues de l'Onera. L'idée avait percé en 1978 et le lancement du satellite est prévu pour le début de l'année prochaine soit trente ans plus tard, il s'agit de GOCE. Durant cette période l'équipe sachant construire des accéléromètres a connu des hauts et des bas, la question s'est posée un temps de la maintenir au sein de l'Onera, mais heureusement des géodésiens, tout d'abord allemands puis américains, ont été demandeurs de l'utilisation de tels instruments pour faire des calculs d'orbite de haute précision. Pour évaluer l'environnement gravitationnel de la navette, il a fallu également fournir des accéléromètres. Après Goce, d'autres missions vont en requérir, comme par exemple Microscope, mission du CNES pour vérifier le principe fondamental de la physique sur l'équivalence entre masse inerte et masse pesante.

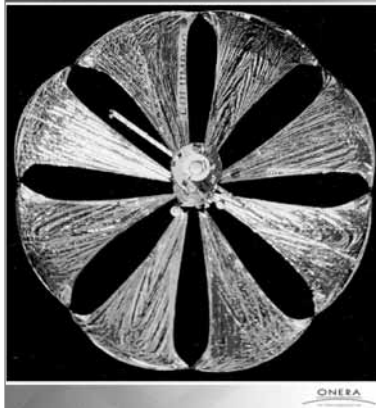
La pression de radiation fut le moteur d'une autre aventure qui m'a conduite à présider durant dix ans l'association U3P. Cette association avait, à ses débuts, pour but de monter une course de la Terre à la Lune à l'aide de voile solaire, avec le support de sponsors comme pour les transats de bateaux. Bien que le coût soit équivalent, il fut difficile de trouver de tels sponsors car ils ne sont pas habitués à contribuer dans ce domaine d'activités. Nous avons cependant trouvé trois candidats, un européen, un américain et un japonais (spécialiste des plages). La première difficulté de ce projet est le déploiement d'une voile solaire dans l'espace hors de l'atmosphère ; et bien sûr le déploiement est lié



au pliage initial. Nous avons rêvé de longues années sur ce projet qui je pense verra le jour, cependant les Russes furent les plus rapides et les premiers à en déployer une depuis la station MIR, il s'agit de Znamia que vous voyez sur cette planche.

L'autre thématique importante de ma carrière fut la surveillance de l'espace. En 1986, j'ai lancé à l'Onera les travaux sur l'espace militaire, et les ingénieurs ont travaillé, d'une part, sur la gestion des catalogues d'orbite (problèmes traités à l'époque par les Américains du Nord et les Russes) et d'autre part, sur l'imagerie optique de haute précision pour photographier les satellites en orbite. L'Onera s'est surtout investi dans le domaine de l'optique puisque les Allemands du FGAN imageaient avec des moyens radar. L'Académie a d'ailleurs reconnu leurs talents en leur donnant la médaille de vermeil cette année. Les travaux de l'Onera avançaient sous financement DGA et, au cours de discussions avec celle-ci, il est apparu qu'un radar de détection devenait nécessaire pour travailler utilement dans ce domaine. Je me suis retournée vers les spécialistes radar de l'Onera et ceux-ci ont proposé un moyen bi-statique appelé GRAVES (Grand radar adapté à la veille spatiale). La première planche vous redonne les contraintes du problème et la seconde vous définit le principe du radar, l'intérêt du bi-statisme est de permettre une émission en continu et ainsi une plus grande fiabilité de détection. Là encore, il s'est passé plus de dix ans entre les

ZNAMIA lancée depuis MIR



La surveillance de l'Espace : pourquoi ?

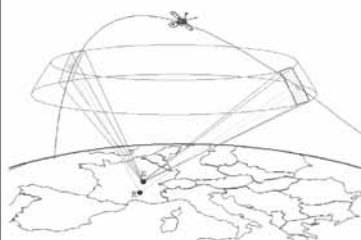


Plus de 9000 objets en orbite (dont quelques centaines de satellites actifs)
Importance croissante des systèmes spatiaux pour la défense nécessitant :

- La tenue de la situation spatiale
- La gestion des risques de collisions en orbite

70 % des objets sont en orbite basse

GRAVES : quel concept ?



Radar basse fréquence

Emission continue

Formation de faisceaux par le calcul

Calcul d'orbite automatique et autonome

Le concept GRAVES est spécifiquement dédié à la veille spatiale

premières idées, l'obtention d'un financement pour des expérimentations, le développement d'un démonstrateur avec une longue recherche de sites bien adaptés et la réalisation du radar opérationnel, qui est maintenant exploité par l'Armée de l'air. Il a donc fallu faire preuve d'une certaine ténacité pour que la France se dote d'un tel radar. Les deux planches suivantes montrent tout d'abord le site d'émission en Bourgogne, puis le site de réception dans le sud de la France. Là encore, l'Académie a reconnu le talent du chef de projet T. Michal, en lui décernant le grand prix l'an passé, en tant que représentant de toute une équipe remarquable.

Système GRAVES : vue du site d'émission



Système GRAVES : vue du site de réception



J'ai terminé ma carrière en dirigeant le Centre de Lille de l'Onera, et après beaucoup de temps passé sur le spatial, j'ai consacré mon temps aux moyens expérimentaux du centre dont ils sont une des caractéristiques. Ce n'était pas si nouveau que cela puisse paraître, car on ne passe pas plus de trente ans à l'Onera sans savoir ce qu'est un avion. Le Centre de Lille possède des moyens très originaux, à commencer par la tour de crash, mais je ne parlerai que de deux d'entre eux seulement. Tout d'abord la catapulte dans un bâtiment appelé B20. Le principe est de catapulter des maquettes dans un environnement que l'on maîtrise à l'aide, entre autres, de générateurs de rafales, elle traverse un mur de fumée que l'on a créé pour visualiser les vortex de bout d'aile que provoque un avion lors de son vol. Ainsi les aérodynamiciens peuvent vérifier leurs modèles numériques en comparant les simulations à ces mesures. Ce phénomène de vortex est très important car il a été la cause du crash qui s'est produit au-dessus du Bronx en 2001. Lorsque j'ai été à Lille, j'ai poussé pour que l'on teste également les mini-drones à l'intérieur du B20, car leur mécanique du vol est difficile à maîtriser.

Le B20



Soufflerie verticale



Pour en terminer avec les moyens lillois, voici la soufflerie verticale, elle est unique en Europe. L'essentiel des travaux qui y ont été faits portent sur l'analyse des vrilles d'avions. Cependant dans ce moyen, la capsule Huyghens a été testée : de l'aéronautique à l'espace !

Pour conclure : ma fierté a été de participer à des projets importants, dont l'histoire continue, GOCE va être lancé bientôt et j'espère que les scientifiques en tireront des résultats importants, la surveillance de l'espace est un élément du SSA (Space Security Awareness) de l'ESA qui va lancer prochainement des contrats pour une réalisation à l'échelle européenne, et enfin dans quelques jours un concours de mini-drones va avoir lieu dans le B20.

AVIATION CIVILE AU MAROC : chronologie, évolution et relations

Mohamed MOUFID

Ancien directeur de l'aviation civile marocaine puis conseiller technique du ministre des Transports, élu membre associé étranger de l'Académie de l'air et de l'espace le 11 juin 2008

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 26 mars 2009

L'avion a été utilisé au Maroc depuis le début du siècle dernier alors que le pays était l'objet de convoitises de la part de diverses puissances colonisatrices et en pleine dissidence interne. L'activité aérienne a trouvé un terrain d'expérimentation, grandeur nature, des projets industriels initiés en Europe.

L'encadrement de l'activité, son organisation et son fonctionnement ont suivi un itinéraire et un processus identiques à celui suivi par les métropoles européennes de tutelle et ce, même après le recouvrement de l'indépendance du Maroc.

À sa prise en main du secteur, l'administration marocaine a été confrontée au problème de l'harmonisation de la gestion des secteurs nord et sud du pays, précédemment zones administrées par l'Espagne, et de la partie centre, précédemment gérée sous le régime français.

Le premier plan de développement économique et social du pays a érigé le transport aérien en priorité nationale en raison de son impact sur le tourisme et les exportations. Les budgets importants qui ont été mobilisés ont permis un développement remarquable sur tous les aspects de l'aviation civile.

Les phases successives de mise à niveau et les efforts de modernisation et d'harmonisation consentis ont abouti à un système performant conforme aux standards internationaux en vigueur et aux évolutions des nouveaux concepts de gestion (libéralisation, privatisation, etc.) en s'appuyant sur une expertise nationale dans tous les domaines et une coopération internationale bilatérale.

I - CHRONOLOGIE

1^{ère} étape : Du début de la “pacification” du Maroc à son indépendance (1956)

- Aménagement des premières plates-formes d'atterrissage à des emplacements d'intérêts économiques ou de sécurité publique. Utilisation dans des conditions de vol à vue très hasardeuses et disposant d'une communication radio aléatoire et précaire.
- Utilisation de l'avion à des fins administratives et militaires (reconnaisances des lieux, appui logistique et accessoirement travaux cartographiques). Évacuations sanitaires et déplacements des responsables vers leurs postes d'affectation (à cause des difficultés d'utilisation des voies de surface).
- Expérimentation et utilisation progressive des premiers instruments de navigation aérienne, de communications et de météorologie plus fiables et efficaces.
- Gestion de l'espace aérien, des conditions d'utilisation des terrains d'atterrissage selon la réglementation militaire de l'époque, dans une première étape puis mise en œuvre de la réglementation civile conforme aux standards en vigueur dans la métropole de dépendance.
- Création d'une activité de transport aérien privée pour rejoindre le Maroc ou des régions au-delà, notamment pour l'acheminement de la poste (26 mars 2009 : 90^e anniversaire de la première liaison aérienne entre la France et le Maroc).
- Après la Deuxième Guerre mondiale, émergence d'un embryon d'aviation civile : excursions amicales ou familiales, rallyes, et premiers passagers payants dans le sillage des exploits réalisés, dès le début du siècle dernier par des pilotes téméraires (Latécoère, Saint-Exupéry, etc.).
- Création, avec l'aide d'Air France, de la première compagnie aérienne spécifiquement marocaine (Air Atlas : société d'économie mixte).
- Absence de centres locaux de formation spécifique des ressources humaines.
- Personnel administratif et technique quasiment issu de l'administration de tutelle.
- Aucune structure locale de maintenance intégrée des équipements aéronautiques et de communication.

2^e étape : De 1956 à 1968

- Gestion du secteur par la nouvelle administration marocaine dans la continuité des structures et des règlements hérités de l'Administration métropolitaine.
- Les personnels administratif et technique étrangers se convertissent en coopérants en application d'accords conclus avec les ex-autorités étrangères.
- Création de la direction de l'Air englobant trois divisions : aéronautique civile, météo et bases aériennes.
- Création de la compagnie nationale RAM (en 1957) par substitution à la CCTA (Compagnie chérifienne de transport aérien).
- Promulgation du 1^{er} décret de base, réglementant l'aviation civile au Maroc (1962) et des arrêtés d'application correspondants.
- Gestion du système en régie directe par l'administration.

- Accueil des premières promotions d'ingénieurs et leur incorporation dans le système de gestion du secteur.
- Création de centres de formation de techniciens spécialisés grâce à l'assistance de l'OACI et à la coopération avec certains pays européens.
- Octroi de bourses de la coopération technique pour la formation d'ingénieurs spécialisés dans les diverses branches de l'activité (ex : ENAC).
- Réhabilitation et renforcement des infrastructures et des équipements de navigation aérienne.
- Renforcement de la coopération avec diverses administrations étrangères et les organisations internationales concernées, notamment l'OACI.
- Création de nouveaux aéroports (constructions nouvelles et conversion d'anciennes bases militaires).
- Développement de structures de maintenance à tous les niveaux et dans les spécialités les plus prioritaires.

3^e étape : De 1968 à 1980

- *1968-1972 :*
 - Adoption d'un plan quinquennal très ambitieux qui a réservé un budget très important pour la réalisation de projets d'infrastructures d'envergure (aéroports, centre et équipements de contrôle de la navigation aérienne, etc.) en considérant le transport aérien comme un vecteur fondamental du développement du tourisme et de la promotion des échanges économiques, secteurs érigés en priorité nationale.
 - Arrivée d'un fort contingent d'ingénieurs marocains formés dans des spécialités diversifiées dans des instituts et écoles étrangers.
- *1972-1978 :*
 - Mise en œuvre d'une dynamique de développement du secteur qui lui a permis une mise à niveau conforme aux recommandations de diverses organisations internationales.
 - Extension du Plan de navigation dans l'espace aérien contrôlé par le Maroc.
- *1978-1980 :*
 - Période difficile pour les finances publiques : les instances financières internationales (FMI et Banque mondiale) imposent au Maroc un programme d'ajustement structurel (politique d'austérité).
 - Nécessité de trouver un autre mode de financement pour soutenir l'effort de développement entrepris, notamment dans le domaine des infrastructures aéroportuaires, de la gestion du personnel et des équipements de la navigation aérienne.
 - Politique d'ouverture de nouvelles dessertes aériennes par la conclusion d'accords aériens avec plusieurs pays.
 - Amorce d'une politique d'industrialisation de la compagnie aérienne nationale (RAM) : création d'un centre industriel pour la maintenance des avions et des équipements avioniques.

4^e étape : De 1980 à 1996

- Renforcement et développement du pôle industriel de la compagnie nationale RAM.
- Amélioration sensible des conditions matérielles et de travail des personnels des aéroports et de la navigation aérienne.
- Création de grandes académies de formations aux divers métiers de l'aéronautique civile.

5^e étape : De 1996 à nos jours

- Confortation de la réglementation nationale par son adaptation de façon permanente aux mutations profondes des règlements internationaux et de la technologie aéronautique des dernières décennies. Plus grande clarification des missions de chaque intervenant dans le secteur (mise en œuvre de procédures et de manuels nouveaux).
- Création des premières compagnies aériennes privées de droit marocain (régionale et "low cost") et filialisation de la compagnie nationale RAM : fin du monopole et activités à l'international, notamment en Afrique (cas d'Air Sénégal International).
- Initiation et conclusions d'accords aériens plus libéraux et même de "ciel ouvert" ("Open skies") avec tout ce que ce type d'accords impose comme contraintes et mises à niveau en termes de réglementations aéronautique et extra-aéronautique.
- Libéralisation intégrale du trafic "Charter".
- Introduction et mise en œuvre de nouveaux concepts de gestion des aéroports et de l'espace aérien contrôlé par le Maroc (en partenariat avec des pays et organismes étrangers : Groupe AEFMP, Eurocontrol etc.).
- Implantation d'unités industrielles aéronautiques dans diverses régions du Maroc en partenariat avec de grands constructeurs mondiaux.
- Mise en œuvre d'une politique de contractualisation des rapports (droits et obligations) entre le gouvernement et les deux opérateurs semi-publics du secteur (contrats de programmes).
- Amorçage d'une privatisation de certaines activités ("handling" et "catering") et entités opérationnelles en prévoyant la transformation de leur statut par conversion en société anonyme (ONDA), ouverture du capital social au secteur privé ou partenariat stratégique (RAM).

II - SITUATION ACTUELLE

- Le secteur est placé sous la tutelle du ministère de l'Équipement et du Transport.
- L'autorité régaliennne est exercée par la DGAC, la DNA et la DTA. Elle est chargée de l'élaboration de la réglementation, de sa mise à niveau et de la supervision de son application.
- L'autorité aéroportuaire est déléguée à l'Office national des aéroports qui gère également, administrativement et techniquement, le personnel et les installations de navigation aérienne. Il assure aussi la formation de tout le personnel nécessaire.

- Transformation de la RAM en groupe national fort, multi-métiers, jouant un rôle de locomotive au service du développement économique du Maroc. Principaux pôles : transport, industriel, formation, services et prestations, tourisme et hôtellerie.
- Engagement d'une politique volontariste de libéralisation du transport aérien par l'assouplissement de la réglementation et son adaptation à son environnement géographique de coopération et d'évolution (UE notamment).
- Renforcement des structures et procédures de supervision de la sécurité aéronautique et de la sûreté aéroportuaire.
- Consolidation de la politique de contractualisation des rapports entre les divers intervenants et les pouvoirs publics civils et militaires concernées par l'activité aérienne.
- Effort d'investissement continu pour le maintien des performances de tous les opérateurs du secteur.
- Développement de partenariats stratégiques dans tous les domaines sur les plans national et international.
- Engagement d'un processus de certification des entités constituant le secteur (administration, aéroports et compagnies aériennes).
- Développement remarquable d'une industrie aéronautique de pointe dans des zones spécialement aménagées à cet effet et offrant des avantages économiques appréciables (aménagement des sites, constructions des infrastructures de base, régimes fiscal et douanier avantageux, facilités de transfert des capitaux et des bénéfices).

III - RELATIONS AVEC L'EUROPE

- Ancrage du Maroc à l'Europe, institutionnalisé dernièrement par le statut avancé octroyé par l'UE au Maroc.
- 70% du trafic aérien est réalisé avec l'Europe.
- Formation de la quasi-totalité des cadres et techniciens en Europe.
- Les équipements et matériels utilisés sont, en majorité, importés d'Europe.
- Créations de "joint-ventures" avec des industriels aéronautiques.
- Partenariats divers avec des administrations, des opérateurs et des instituts ou écoles de formation.
- Mise en place de groupes de travail de coordination permanents pour l'harmonisation des méthodes de gestion de la navigation aérienne (Ex : groupe AEFMP).
- Coopération pour le recouvrement des redevances de survol de l'espace aérien sous contrôle du Maroc (Eurocontrol).
- Conclusion et mise en œuvre d'un accord aérien "Open skies", consacrant la volonté déclarée du Maroc de s'ouvrir davantage sur le monde (à signaler que d'autres accords du même type ont été conclus avec des États d'autres régions du monde).
- Assistance en cas d'accidents aériens graves.
- Partenariat de l'Académie de l'air et de l'espace en cours de finalisation avec l'ONDA, la RAM et d'autres institutions : GIMAS, DGAC.

IV - CONCLUSION

- L'aviation civile au Maroc a consolidé tous ses fondamentaux en termes d'infrastructures, d'équipements, de réglementation et de qualification de ses ressources humaines.
- Elle dispose d'un potentiel de développement remarquable, de par la position géographique stratégique du Maroc et les possibilités offertes par la proximité des centres économiques importants, générateurs de ressources dans tous les domaines, notamment économiques et touristiques.
- Les secteurs industriel et aéroportuaire offrent de grandes possibilités de partenariats et d'investissements dans des conditions économiques avantageuses.
- Existence de grandes opportunités de pratique des sports aéronautiques de loisirs et de compétition (aviation légère et sportive, vol à voile, parachutisme, planeurs, deltaplane, etc.).

Merci de votre attention.

UNE QUÊTE SCIENTIFIQUE

Paul KUENTZMANN

*Directeur scientifique branche Mécanique des fluides et Énergétique de l'Onera,
élu membre titulaire de l'Académie de l'air et de l'espace le 11 juin 2008*

Allocution de réception présentée le 22 juin 2009

Chères Consœurs, Chers Confrères,

C'est un réel honneur d'avoir été reçu au sein de cette académie et je remercie tous ceux qui m'ont supporté lors de l'élection. Je fréquente l'Académie depuis plusieurs années comme correspondant, j'ai participé à quelques-unes de ses activités et j'ai pu à cette occasion mesurer la somme exceptionnelle de talents qu'elle représente. Aussi lui suis-je très reconnaissant d'avoir bien voulu m'y accueillir.

Pour être tout à fait franc, je n'aime pas me raconter ni même tellement parler, préférant le plus souvent l'action aux discours mais cette circonstance exceptionnelle m'invite à me livrer un peu plus que d'habitude et je vais essayer d'illustrer par quelques faits saillants ma formation et mon parcours professionnel, lesquels peuvent se résumer en une suite de carrefours et de rencontres déterminantes.

Ma prime formation a été technique. Les familles modestes optaient à l'époque pour des parcours sûrs, les garçons étaient souvent dirigés dès la quatrième vers les sections "Arts et Métiers" des collèges dits modernes ou des ENP. C'était l'assurance, comme l'a rappelé précédemment le général Paqueron dans son discours de réception, de terminer un cycle secondaire, soit dans le meilleur des cas en étant admis aux Arts et Métiers, ce qui constituait le "Graal", soit de passer un CAP ou un BEP et de trouver immédiatement un emploi. Mes souvenirs d'adolescent retiennent que les horaires étaient assez démentiels puisqu'aux enseignements traditionnels il fallait ajouter au moins deux demi-journées d'atelier, intercalant le travail de lime ou sur machines-outils, et deux demi-journées de dessin industriel. J'ai été un élève moyen dans ces matières techniques, ce que je compensais par de meilleures dispositions pour les matières théoriques, en particulier en mathématiques et en physique-chimie.

J'ai été reçu, brillamment je crois, à la seconde partie du baccalauréat, grâce surtout aux mathématiques et à la philosophie, on m'a proposé de passer en Maths Sup mais j'ai préféré jouer la sécurité en continuant vers les Arts et Métiers que j'ai intégré en 1959. Un petit mot sur les Écoles d'arts et métiers qui sont parmi les écoles les plus anciennes de notre pays. Leur origine remonte à la période précédant la Révolution française et s'inscrit dans le mouvement philosophique de l'époque, comme en témoigne cette citation de Lazare Carnot : « *Chaque citoyen a le droit d'exiger de la société les moyens d'acquérir la connaissance et l'instruction qui l'assisteront dans ces activités destinées à accroître le bien public* ». Deux points sont à remarquer. D'une part, l'École polytechnique et les Écoles d'arts et métiers ont été liées par la Révolution française : les diplômés de l'École polytechnique avaient, je cite, « *pour mission républicaine de transmettre l'hypothèse scientifique supérieure aux travailleurs et aux élèves des Arts et Métiers* ». Le second point tient à l'essaimage des Écoles d'arts et métiers. On s'émerveille aujourd'hui que les grandes écoles françaises créent des centres dans des pays étrangers, comme par exemple l'École centrale de Pékin ; dès le XIX^e siècle, des Écoles d'Arts et Métiers étaient créées, à l'image des Écoles françaises, en Amérique du Sud et Centrale (Brésil, Argentine, Chili, Pérou, Nicaragua), en Italie et en Egypte (1867).

Me voici donc pour trois ans à Lille. Un début un peu difficile, perturbé pendant un mois et demi par ce qu'on appelle encore les traditions et une vie d'internat un peu austère. Encore beaucoup d'ateliers et la découverte des arts du feu comme la forge et la fonderie, découverte qui va constituer pour moi une révélation et qui va structurer quelque peu mon devenir professionnel. L'intérêt pour le feu a bien entendu quelque chose d'étrange et je vous renvoie au livre de Gaston Bachelard, "Psychanalyse du Feu" pour les explications.

Ce qui marquera mon passage à Lille, c'est, en premier lieu, la possibilité qui m'est donnée de suivre les enseignements universitaires, dans la mesure où cela ne perturbe pas ma scolarité aux Arts et Métiers ; ce n'est pas le cas et je parviens à réussir à passer un certain nombre de certificats de licence. Et c'est, d'autre part, la fréquentation de l'Institut de Mécanique des Fluides dirigé à l'époque par les professeurs Martinot-Lagarde et Gontier. Cela fera certainement plaisir à Anne-Marie Mainguy de savoir que j'ai connu l'IMFL bien avant qu'il ne soit rattaché à l'Onera et qu'elle en soit la directrice.

Diplômé des Arts et Métiers, je me trouve à nouveau à un carrefour. J'ai depuis longtemps un projet, c'est de travailler dans le secteur aérospatial. Ma passion pour les avions date de 1955, date à laquelle mon père m'a emmené au Salon du Bourget ; par ailleurs j'ai suivi avec enthousiasme les premiers pas de la conquête spatiale. Cette période était vraiment extraordinaire car il se passait quelque chose toutes les semaines et le progrès ne semblait pas avoir de limite. J'apprends donc par un entrefilet de la Revue française d'astronautique que SupAéro, encore parisien, lance une année de spécialisation en mécanique spatiale et je me porte candidat en omettant d'en parler au directeur des Arts et Métiers à Paris, ce qui bien entendu déclenche des coups de téléphone entre les directeurs de SupAéro et des Arts et Métiers et je me fais aimablement "remonter les bretelles" ! Tout s'arrange finalement et je suis admis à SupAéro. Cependant il faut encore régler les problèmes d'intendance et je cherche un contrat de pré-emploi auprès des sociétés aéronautiques du moment. Je contacte en particulier Snecma, ce qui était assez

simple puisque Snecma avait un petit bureau boulevard Jourdan, juste en face de la Cité universitaire où je résidais ; la réponse a été : « *on vous écrira...* » J'attends toujours... J'ai un peu plus de chance avec Sud Aviation qui m'affecte au Laboratoire des Structures nouvelles à Courbevoie.

Me voici donc à SupAéro en 4^e année avec quelques autres élèves issus de SupAéro, de l'École centrale de Paris et de l'École de l'Air ; Bernard Ziegler faisait aussi partie de cette première promotion. Sans conteste, l'enseignement dispensé dans ce cadre est ce que j'ai connu de plus enthousiasmant sur le plan intellectuel durant toute ma scolarité. Bien sûr, j'avais connu durant les cours suivis à l'Université de Lille d'excellents professeurs qui alliaient rigueur et pédagogie. À SupAéro, on avait en plus l'impression d'être amené à la pointe du progrès scientifique et technique. Trois professeurs m'ont particulièrement marqués, ils étaient tous en fonction à l'Onera : Pierre Carrière pour l'aérodynamique, Pierre Contensou pour la mécanique spatiale et Marcel Barrère pour la propulsion ; Pierre Contensou était en outre assisté pour les petites classes par Jacques Bouttes et Jean-Pierre Marec. Toutes ces hautes personnalités allaient être décisives dans ma future carrière. À la fin de la scolarité, il fallait soutenir une petite thèse, mon jury était présidé par Maurice Roy, la sommité scientifique de l'Onera : le sujet qui m'avait été imposé, du fait de ma situation à Sud Aviation, était sans doute trop appliqué pour Maurice Roy et la soutenance a été assez difficile. Il m'a été reproché en particulier de confondre chaleur et énergie. Pourtant quelques décennies plus tard, j'ai été président de la Société française de thermique, au sein de laquelle la chaleur est définie comme la forme ultime et dégradée de toute autre forme d'énergie, comme quoi...

Après une interruption de 18 mois due au service militaire s'est naturellement posé le problème de la reprise. J'ai exploré plusieurs pistes : rester à Sud Aviation, trouver un poste dans un secteur plus amont, j'avais une recommandation pour entrer au LAAS car j'avais été aussi passionné par l'automatisme, rejoindre un centre européen à Glasgow. L'entrevue avec le directeur technique de Sud Aviation a été assez originale. J'avais émis le souhait de préparer un doctorat d'État et je m'entends recevoir la réponse suivante : « *vous n'êtes pas à Sud Aviation pour étudier des satellites lunaires* ». Pour ce directeur, ce devait être le comble de la perversion ; on m'a finalement proposé de rejoindre le bureau des Plans à long terme de Sud Aviation à Puteaux, ce que j'ai accepté. Le sujet principal d'études était dans ce bureau le transporteur aérospatial qu'on appelle aujourd'hui le lanceur réutilisable, un concept qui n'a pas encore débouché. Le travail n'était pas inintéressant et m'a permis de m'initier aux mystères du statoréacteur, en particulier à l'occasion de réunions avec les spécialistes de l'Onera, dont Roger Marguet et Monsieur Huet. Cependant, je ne voyais pas mon avenir avec clarté au sein de Sud Aviation et personne ne souhaitait m'éclairer sur ce sujet. Après quelques mois, j'ai décidé de rompre mon contrat avec Sud Aviation et de rembourser les sommes qui m'avaient été avancées pour les études à SupAéro, après avoir eu l'assurance que l'Onera était prêt à m'accueillir.

À l'époque, en octobre 1967, c'était une chance, l'Onera embauchait et Pierre Contensou m'a laissé le choix entre un poste à la direction des Études de Synthèse pour faire de la mécanique spatiale et un poste à la direction Scientifique de l'Énergétique dirigée

alors par Jean Surugue. J'ai finalement opté pour l'énergétique, toujours par attrait pour les arts du feu.

J'ai encore eu beaucoup de chance car mon premier mentor, Pierre Larue, m'a mis dans les meilleures dispositions pour continuer à apprendre ; l'Onera m'a en outre autorisé à préparer le doctorat d'État auquel j'aspirais. Mon premier travail à l'Onera et mon sujet de thèse : "Contribution à l'étude des pertes d'impulsion spécifique des moteurs à propergol solide" étaient au départ relativement liés mais inexorablement se sont écartés au fil des ans si bien que j'ai eu un peu de mal à conclure en 1973, bien aidé cependant par la pression et la bienveillance de Marcel Barrère et par celles de mon directeur de thèse Raymond Siestrunck.

Je ne vais pas détailler tout ce que j'ai pu faire au cours d'une carrière à l'Onera qui s'est étendue d'octobre 1967 à décembre 2005, carrière somme toute très linéaire depuis un poste d'ingénieur de recherches jusqu'à la fonction de directeur scientifique de la branche "Mécanique des Fluides et Energétique". L'Onera est une entreprise qui correspondait parfaitement à mes aspirations : une microsociété relativement ouverte où seul est reconnu le travail et constamment tendue vers le progrès scientifique. Seuls quelques points marquants vont vous être proposés. J'ai choisi trois exemples portant sur les moteurs-fusées, des systèmes de propulsion assez terrifiants si on prend conscience de la densité énergétique qui s'y développe (30 GW par mètre cube pour les moteurs à ergols liquides).

J'ai commencé à travailler sur le fonctionnement des moteurs à propergol solide sous le double aspect expérimental et théorique. Sous l'angle expérimental, j'ai été assez vite responsable des petits centres d'essais qui existaient alors à Satory et au Bouchet ; j'ai repris ou créé un certain nombre de dispositifs d'essais destinés à l'identification et l'analyse des mécanismes de base de la combustion des propergols solides et du fonctionnement des moteurs-fusées. Ma formation technique m'a grandement aidé dans cette tâche : la plupart des projets que je préparais étaient technologiquement sains, les discussions avec le bureau d'études étaient faciles, les montages étaient rapidement opérationnels. En parallèle, j'ai poursuivi des travaux théoriques dans le domaine de l'aérothermochimie ; l'aérothermochimie est un terme créé par Théodore von Karman, c'est la science des écoulements dans lesquels se produisent des réactions chimiques en phase gazeuse ou entre phases gazeuse et condensée, bref c'est le nom savant de la combustion. Une de mes constantes intellectuelles a été de chercher à maintenir les liens les plus étroits entre la théorie et les applications pour les systèmes énergétiques. Je ne sais pas si j'ai complètement réussi mais j'ai essayé en permanence. Une autre caractéristique de mes objectifs scientifiques a été de remplacer une vision stationnaire des phénomènes de propulsion par une vision instationnaire, c'est-à-dire dépendante du temps. À ce titre, l'un des problèmes très généraux qui m'a le plus occupé tout au long de ma carrière a été celui des instabilités de fonctionnement des systèmes propulsifs : j'ai abordé cette question lors du développement des étages des missiles stratégiques, puis pour les moteurs à ergols liquides, pour les statoréacteurs et statofusées et à partir de 1990 pour le MPS d'Ariane 5. Ce problème est encore imparfaitement maîtrisé mais des progrès significatifs me semblent avoir été accomplis, notamment pour tous les phénomènes élémentaires qui déclenchent et entretiennent les instabilités.

Un autre instant intéressant a été vers 1980 et les années suivantes, la recherche menée sur le moteur à propergol solide sans tuyère. L'application visée était l'accélérateur du missile, appelé statofusée rustique, développé par Matra et l'Onera. On avait observé qu'un chargement très simple muni d'une perforation cylindrique mais sans tuyère délivrait une poussée, retrouvant en cela une technologie ancienne encore utilisée pour les feux d'artifice ; mais la SNPE éprouvait quelques difficultés à prévoir la pression initiale et la poussée, lesquelles n'obéissaient pas aux formules classiques. Des calculs assez simples, analytiques, et des expériences instrumentées ont permis d'expliquer et de prévoir le fonctionnement du moteur sans tuyère. L'explication tient en deux parties :

- L'écoulement est bloqué aérodynamiquement en sortie du canal car il s'y crée une tuyère fluide résultant de l'injection de produits de combustion perpendiculairement à la surface de combustion (conservation de la quantité de mouvement).
- Les formules classiques ne fonctionnent pas car elles supposent que l'écoulement est à faible vitesse ($M_2 \ll 1$) dans la chambre de combustion, en présence d'une tuyère ; or pour le propulseur sans tuyère, l'écoulement est transsonique en fin de canal.

La gestion scientifique des équipes (évaluation, orientation et rayonnement) a occupé la dernière partie de ma carrière. Je pense avoir été relativement performant dans ce domaine, même si, comme le rappelait l'ingénieur général Marcel Bénichou au cours d'une cérémonie, mes méthodes étaient efficaces bien que "non standard". J'ai participé à la création de divers laboratoires, le Centre de Propulsion du Fauga-Mauzac, le laboratoire Laerte de Palaiseau, le banc Mascotte de Palaiseau, le banc Turma de Modane-Avrieux, le laboratoire Lacom du Fauga-Mauzac. Peut-être pouvons-nous nous arrêter un court instant sur le banc Mascotte. Ce banc est destiné à l'étude des phénomènes de combustion d'ergols cryogéniques oxygène-hydrogène ou oxygène-méthane. Vers 1990, le CNES, la SEP et le DLR avaient décidé la création du banc P8 à Lampoldshausen, banc extrêmement performant mais également extrêmement coûteux à faire fonctionner et donc relativement peu accessible aux chercheurs. J'ai donc eu l'idée de proposer la construction d'un banc plus petit et d'accès plus facile ; Mascotte signifie "Montage Autonome Simplifié pour la Cryocombustion dans l'Oxygène et Toutes Techniques Expérimentales". Pour dire vrai, une fois traités les problèmes d'alimentation en ergols cryogéniques et les questions de sécurité, le banc a quand même coûté 10 MF d'investissements à l'Onera ; Marcel Bénichou avait fini par accepter le projet mais sans enthousiasme. Mais cela a été une grande réussite, grâce à une équipe Onera performante et grâce aux apports d'équipes extérieures du CNRS, parmi lesquelles je distinguerai l'équipe EM2C de l'École centrale de Paris, toujours animée par Sébastien Candel. Le rapport coût/efficacité a été excellent et si la France peut s'enorgueillir d'être en pointe sur ces problèmes, c'est en partie grâce à l'initiative Mascotte.

J'en arrive aux conclusions, en espérant ne pas vous avoir trop ennuyé. Mon parcours a été tendu vers le progrès scientifique et sa relation avec les applications aérospatiales. La science est une aventure et mon principal souci a été d'affronter la complexité des systèmes de propulsion. Beaucoup de chemin reste à parcourir et les relations entre physique et mathématiques restent à approfondir. Rares sont ceux qui dans le monde actuel développent une pensée philosophique permettant de passer du niveau de

compréhension existant à un niveau de compréhension supérieur englobant le précédent ; Ilya Prigogine, prix Nobel de Chimie 1977, est peut-être celui dont les idées me paraissent les plus fécondes et je vous recommande vivement la lecture de ses livres. Mais ceci nous éloigne un peu. Je reconnais avoir eu beaucoup de chance en parvenant à concilier mes passions avec une activité professionnelle et c'est ce que je souhaite à tous les jeunes qui rentrent dans la profession.

Encore une fois, merci de m'accueillir au sein de l'Académie de l'air et de l'espace et un grand merci aussi pour votre attention.

DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AUX GRANDS SYSTÈMES AÉROSPATIAUX

Claude ROCHE

*Vice-Président Advanced Concepts France EADS/DS,
élu membre titulaire de l'Académie de l'air et de l'espace*

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 22 juin 2009

I- LE TERREAU DE BASE DE CES RÉFLEXIONS

Par leurs chromosomes ou leur éducation, mes parents m'ont profondément inculqué quatre tropismes forts qui ont assuré, comme on dit en aéronautique, le pilotage de mes activités professionnelles. Je leur en sais gré, puisque c'est ce qui a eu comme conséquence de me retrouver parmi vous dans notre Académie.

- Etant "dans la lune" très souvent dans mon jeune âge (et même quelquefois encore maintenant), j'ai été très vite attiré par les avions et tout ce qui volait, *a fortiori* par l'astronomie et l'espace. J'ai lu et relu des dizaines de fois "On a marché sur la Lune" et "Objectif Lune", et presque plus "Objectif Lune" que "On a marché sur la Lune", comme si je m'intéressais au moins autant à la construction du voyage qu'au voyage lui-même. J'ai fabriqué une lunette astronomique et je me rappelle encore mon éblouissement lorsque j'ai vu d'un seul coup les quatre satellites principaux de Jupiter. Vers 15 ans j'ai aussi fabriqué un avion à propulsion vapeur qui inquiétait grandement mes parents, mais heureusement qui ne faisait qu'avancer sans voler. Et à 19 ans je passais mes week-ends à voler sur Stampe sur le terrain d'aviation des Mureaux, qui avait vu l'accident de notre consœur Jacqueline Auriol, et qui est maintenant au centre d'EADS Launch Vehicles le fabriquant notamment d'Ariane et de nos missiles stratégiques.
- Avec des parents professeurs, j'ai appris la curiosité intellectuelle, avec le besoin d'observer et de comprendre. Cela m'a amené à l'École polytechnique et l'École des télécommunications, et surtout à des recherches en informatique et un doctorat d'État en intelligence artificielle.

- Cette curiosité était mise en brèche par un problème extrêmement difficile à comprendre, qui me tracassait particulièrement : qu'est-ce que l'intelligence elle-même, qu'est-ce que le raisonnement, qu'est-ce que l'intuition, qu'est-ce que la conscience ? C'est en effet un problème difficile ! J'ai commencé à étudier la neurophysiologie, en aidant même à des recherches en laboratoire. Très vite j'ai eu l'impression que c'était comme faire de la géographie en n'ayant comme instrument que ses yeux et une loupe. J'ai ainsi "changé de prise de vue" et démarré des recherches en intelligence artificielle en 1968, au moment où les ordinateurs commençaient à exister, principalement dans les centres de recherche, avant de se développer dans l'industrie et maintenant partout dans le grand public. Cela a constitué le sujet de ma thèse de doctorat ès Sciences.
- Enfin, mon père était issu d'une très longue lignée de menuisiers-charpentiers en Auvergne. Je ne pouvais donc à leur suite qu'avoir envie de créer, de construire, de fabriquer. Et donc à terme de satisfaire cette envie dans l'industrie. Petite exception à cette règle : comme c'était à l'époque dans l'armement qu'on risquait de faire avancer plus rapidement la science de l'intelligence artificielle et des systèmes opérationnels intelligents, je suis entré d'abord à la Délégation générale pour l'armement, pour créer un laboratoire dans ce domaine après ma thèse.

C'est ce que j'ai fait à Arcueil au Laboratoire Central de l'Armement pendant 5 ans.

J'ai ensuite dirigé 5 ans le programme Hélios de satellite militaire d'observation, quand il s'appelait au début SAMRO. J'ai rédigé les spécifications, établi les responsabilités industrielles et démarré les développements.

Enfin je suis entré dans l'industrie : 5 ans à Thomson-CSF, 20 ans à Matra/Aerospatiale-Matra/EADS, principalement dans des responsabilités de business development et de stratégie au niveau des directions générales.

À Thomson-CSF au début, j'étais responsable de la stratégie de la division Espace avant qu'elle devienne Alcatel Space, puis directeur d'une division, celle qui réalisait les satellites d'observation et les satellites scientifiques.

À Matra, j'étais d'abord directeur général adjoint de MS2I, réalisant les systèmes de renseignement, et de commandement avec les systèmes sol de traitement d'images de satellites.

Puis directeur des Systèmes de Matra auprès de Noël Forgeard. J'ai démarré alors dans ce groupe les études anti-balistiques, les systèmes de télécommunications militaires, les études et réalisations de l'environnement système du missile Scalp-EG/Storm Shadow.

Enfin à EADS, responsable de la stratégie produit dans les systèmes de commandement, les grands systèmes et les nouveaux concepts opérationnels, comme par exemple celui lié aux drones, aux UCAV et aux "Network Centric Operations".

II- LES RECHERCHES EN INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

On pouvait à l'époque, et encore pour beaucoup maintenant, distinguer deux types de recherche en intelligence artificielle, avec en général deux esprits différents et peut-être deux "chapelles" différentes :

- Les recherches en reconnaissance des formes, et leur extension à la détermination et

à la manipulation des concepts. Il s'agit souvent de réflexions probabilistes, ou basées sur des algorithmes ou fonctions floues. C'est la partie "intuition" de l'intelligence, et c'est ce qui a fait principalement l'objet de mes recherches. Les applications principales se retrouvent dans les systèmes de reconnaissance de la parole, de traitement des images spatiales, d'armements intelligents...

- L'intelligence artificielle par manipulation informatique logique des concepts, donnant lieu aux recherches sur la démonstration automatique de théorèmes, la théorie des jeux, la création automatique d'algorithmes de recherche opérationnelle... Il s'agit là de la partie raisonnée et logique de l'intelligence. Elle a aussi un certain nombre d'applications, principalement en recherche opérationnelle.

On retrouve de nouveau, 350 ans après Pascal, la différence et l'alliance entre l'esprit de géométrie et l'esprit de finesse !

1. La reconnaissance des formes ("Pattern Recognition")

La définition d'une forme est éminemment liée au système qui la "reconnait", qu'il soit humain ou automatique. S'il est automatique il existe quelque part dans ce système une variable dont l'état représente cette forme. S'il est humain, on peut dire que cette "variable" est le mot que la personne prononce en observant par exemple un animal dans la prairie : s'il prononce le mot "vache", c'est qu'il a reconnu la "forme vache", s'il prononce le mot "âne", c'est qu'il a reconnu la "forme âne".

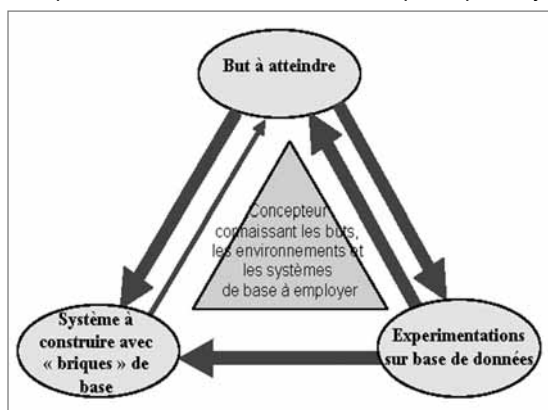
Maintenant, qu'est-ce qu'une forme ("pattern" en anglais) ? Une forme existe-t-elle *a priori* ? Pourquoi et comment existe-t-elle ? Existe-t-elle dans un autre environnement et avec d'autres acteurs ? On pourrait éventuellement dire que pour qu'une forme existe, il faut qu'il existe un système tel que l'état d'une variable de ce système ait une probabilité d'occurrence dans un certain environnement qui ne soit pas la même que dans un autre environnement. Mais qu'est-ce qu'un environnement ? On arrive très vite soit à des pétitions de principe soit à des discussions philosophiques qui dépassent le domaine de la recherche scientifique.

Dans les faits, le chercheur a intérêt à définir son problème comme la réalisation de systèmes efficaces, automatiques ou semi-automatiques, qui reconnaissent les formes qu'on connaît et dont on a besoin pour qu'un système plus grand fonctionne. De manière

générale, la construction d'un opérateur de reconnaissance obéit à la logique de la figure 1 ci-contre.

Le concepteur peut être un humain, ou un système automatique construit par un humain, ou, de manière intermédiaire, un humain utilisant ensuite un automatisme pour adapter finement certains paramètres.

Les méthodes de construction sont basées sur un mélange de logique et d'intuition



À l'époque de ces recherches, Jacques Monod ayant rédigé "Le Hasard et la Nécessité", nous avons imaginé de programmer l'ordinateur pour qu'il essaye au hasard les combinaisons les plus informantes des opérations élémentaires (+, -, x) pour qu'il construise l'opérateur de reconnaissance adapté à la reconnaissance de segments longs et de segments courts. Il a construit très vite : $(x^2-x^1)^2+(y^2-y^1)^2$. Il a donc utilisé son "intuition" pour ce faire, sans démontrer le théorème de Pythagore....

2. L'intelligence artificielle comme utilisation des automatismes pour démontrer logiquement des concepts

Les systèmes sont programmés pour faire des manipulations logiques de concepts dans un but déterminé à chaque fois. Tout réside dans ce cas dans la représentation de ces concepts, dans la rapidité de leur manipulation, et dans le processus dirigeant ces manipulations. Ils obéissent aussi au schéma précédent mais dans ce schéma le mot "concepteur" est le programme automatique lui-même qui construit la logique de démonstration ou d'optimisation.

Au moment où nous effectuions nos recherches, un laboratoire américain ayant programmé un ordinateur pour faire des démonstrations de géométrie a obtenu des résultats tout à fait intéressants : il a inventé pour un théorème, une démonstration que personne auparavant, semble-t-il, n'avait trouvée, en tous cas pas le laboratoire en question. Le théorème en question était le théorème connu : « *tout triangle isocèle a les angles à la base égaux* ». Les jeunes étudiants en mathématiques habituellement, pour démontrer ce théorème, construisent la médiane AM du triangle ABC, ensuite démontrent que les deux triangles ainsi obtenus ABM et AMB sont égaux grâce au troisième cas d'égalité des triangles, et ainsi les angles ABC et ACB sont égaux. L'ordinateur a trouvé une démonstration beaucoup plus élégante : prenons les deux triangles ABC et ACB, ils sont égaux car $AB=AC$, $AC=AB$, et $BC=CB$, donc les angles ABC et ACB sont égaux.

L'ordinateur peut donc inventer, même si la programmation qui lui a été donnée vient de l'homme.

De ces recherches, on a pu tirer un certain nombre d'idées importantes :

- On pourrait imaginer, et certains chercheurs l'ont entrepris, qu'on ait intérêt à chercher à imiter le comportement humain. On ferait la même erreur que certains pionniers de l'aviation qui voulaient imiter le vol des oiseaux. Aujourd'hui les avions ne battent pas des ailes, et vont beaucoup plus vite. De même les sous-marins n'agitent pas la queue pour avancer.
- Les systèmes informatiques seront de même de plus en plus puissants dans leurs fonctions intelligentes, qu'elles soient raisonnées ou intuitives. Mais ils le feront différemment de l'homme. Ils utiliseront au mieux leur avantage en rapidité et puissance de calcul. En particulier en 1980 les chercheurs en intelligence artificielle étudiaient comment faire jouer les ordinateurs aux échecs. Ils cherchaient les critères de choix des coups à jouer les plus élaborés, trouvaient même des critères d'invention automatique de nouvelles stratégies. Mais leur ordinateur ne jouait à l'époque qu'à un niveau tel qu'il était battu par un bon joueur classé en dessous de maître. Maintenant les ordinateurs battent les grands maîtres internationaux avec des programmes bien moins sophistiqués, mais parce qu'étant plus puissants, ils peuvent analyser la partie à plus de coups d'avance.

- Les systèmes informatiques utiliseront aussi le fait qu'ils communiquent de plus en plus en réseau, et en échangeant entre eux infiniment plus d'informations que les hommes. Malheureusement pour nous les hommes, nous n'avons principalement que la parole et les images pour communiquer, avec des débits qui resteront toujours limités.
- Les formes sont toujours un ensemble de formes plus élémentaires dont les caractéristiques (ou qualificatifs) relatives obéissent à des conditions particulières ou, dit autrement, qu'elles sont reliées entre elles de manière particulière. Les formes de plus bas niveau sont par exemple les valeurs d'un paramètre mesuré d'un capteur : pixel d'une image, intensité du son à un moment donné et à une fréquence donnée. Deux points d'une image donnent lieu à la forme de niveau supérieur : le segment de droite. Les caractéristiques des points peuvent être leurs coordonnées, les caractéristiques du segment sont sa position, sa longueur et sa direction.
- Les systèmes informatiques qui reconnaissent ces formes se retrouvent constituer des formes de la même façon, mais informatiques cette fois. On pourrait donc dans l'avenir traiter ces nouvelles formes comme les précédentes ce qui amènerait à une méthodologie d'apprentissage automatique des algorithmes de reconnaissance. Les systèmes de plus haut niveau qui reconnaissent les formes de plus haut niveau utilisent naturellement les systèmes de niveau inférieur pour effectuer la reconnaissance des formes de niveau inférieur. Il y a donc un réseau de correspondance très forte entre les systèmes de reconnaissance et les formes elles-mêmes. Dans l'exemple précédent il y a correspondance forte entre la forme segment avec ses paramètres et l'algorithme de mesure de sa longueur, de sa direction et de la position de son centre.
- Le langage est une représentation de formes de niveau en général très élevé (sauf quand on parle de segments de droites !...) qu'on peut alors appeler concepts, et qui permet d'échanger entre humains des informations sur ces mêmes concepts. Il suppose une relation forte entre ces concepts et ces mots pour qu'il y ait compréhension, et que les formes ou concepts évoqués correspondent à des systèmes de traitement internes largement semblables. On peut supposer que les systèmes de traitement humains et les systèmes informatiques obéissent à peu près à ces principes, tout en fonctionnant à la base de manière différente.

III- LES TRAVAUX MENÉS AU LABORATOIRE CENTRAL DE L'ARMEMENT EN INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET RECONNAISSANCE DES FORMES

En 1972 le LCA disposait d'un appareil numériseur de photographies, le Calife, qui d'une photo 24 x 36 donnait un fichier numérique de 2 400 x 3 600 valeurs : ce sont maintenant des "pixels". Il s'agissait d'une armoire d'une dizaine de mètres de long dans une pièce réfrigérée et qui ne pouvait numériser que quelques photos par jour... Il avait coûté plusieurs millions de francs de l'époque. À partir de cet appareil et d'un ordinateur 10070 de la C2I, nous avons pu commencer et bien avancer un certain nombre de ce qui pouvait à l'époque s'appeler des futurs systèmes :

- Un autodirecteur intelligent, extrayant de l'image les contours et les formes élémentaires à poursuivre, en isolant les formes à poursuivre des formes fixes derrière lesquelles

pouvaient passer les cibles. On a pu observer que le guidage terminal intelligent du Scalp-EG est basé sur les mêmes idées que celles développées à cette occasion.

- La navigation d'un missile de croisière utilisant le suivi de terrain et la corrélation sur relief.
- La reconnaissance de bruiteurs sous marins pour l'écoute passive acoustique.
- La corrélation automatique de photographies aériennes stéréoscopiques pour la création des cartes de relief.
- Le traitement d'images de satellites en vue de détection automatique d'infrastructure.
- Traitement d'images aériennes pour la détection de mines.
- Reconnaissance automatique de la parole, à partir de données vocodeur.
- D'autres systèmes plus particuliers et confidentiels.

De ces études et surtout de ce qui s'est passé depuis, on a pu tirer un certain nombre d'idées importantes pour la suite :

- En vingt ou trente ans les idées de base de ces traitements restent à peu près les mêmes, et il n'y a pas d'avancées significatives des théories.
- Par contre ce qui permet les avancées les plus considérables, c'est la vitesse et la puissance des ordinateurs, la manière de les utiliser et la qualité des capteurs.
- Tout traitement dégrade l'information, donc il est important que les capteurs soient bons, et que les traitements soient de bonne qualité à tout niveau.
- Dès qu'une forme est complexe, sa reconnaissance est quasiment impossible à réaliser en automatique, sans s'imposer des conditions de prise de vue irréalistes. Par contre, effectuer des opérations de tracking, de corrélation intelligente, cela est possible, et d'ailleurs utilisé opérationnellement.

IV- LES GRANDS SYSTÈMES AÉROSPATIAUX

Comme beaucoup parmi vous, j'ai observé l'arrivée des grands systèmes opérationnels, ou systèmes de systèmes. Ils se sont imposés petit à petit, et deviennent maintenant extrêmement présents, pour les utilisateurs, l'industrie et les concepteurs.

Prenons l'exemple du transport aérien. Dans les années 1920, les avions eux-mêmes étaient déjà complexes, mais l'organisation des aéroports, des compagnies aériennes, du contrôle du trafic était extrêmement simple et s'effectuait pratiquement avec papier, crayon et télex. Maintenant il y a des milliers de personnes dans les aéroports importants, dans les compagnies aériennes et dans les centres de contrôle aérien. Il y a des dizaines de milliers d'ordinateurs, l'ensemble travaillant en réseaux. Et chacun des éléments de cet énorme système ne peut être conçu indépendamment des autres éléments.

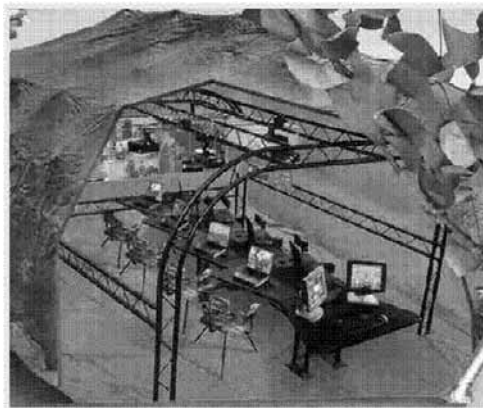
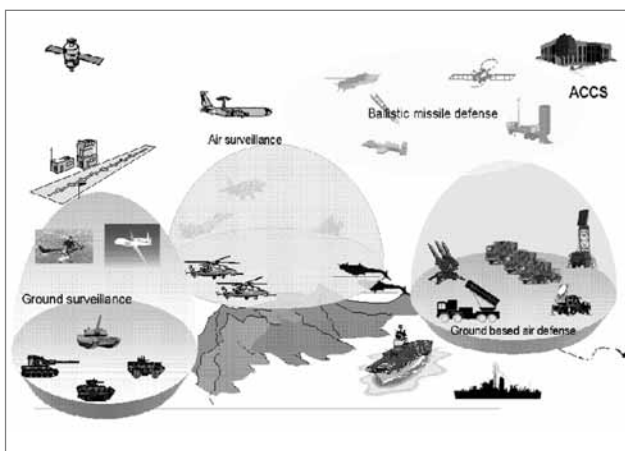
On a bien sûr beaucoup d'autres exemples de tels grands systèmes :

- les systèmes de renseignement par satellite : il n'y a pas que le satellite qu'il faut lancer, qu'il faut contrôler et piloter, dont il faut planifier la mission. Il faut aussi organiser l'exploitation des données, organiser l'archivage, envoyer les données traitées aux utilisateurs, prévoir leurs besoins, etc. ;
- les systèmes de dissuasion nucléaire par sous-marins ;
- les systèmes de défense anti-missiles ;
- les systèmes de commandement des coalitions ;

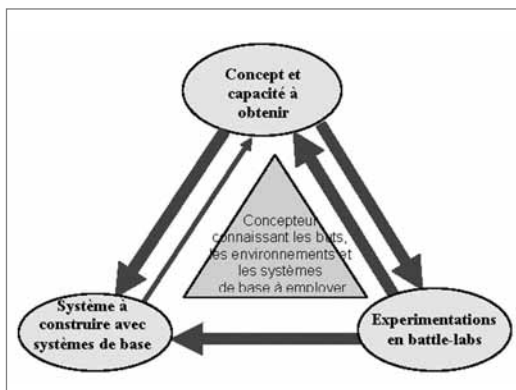
- les systèmes complets d'acquisition du renseignement tactique ;
- les systèmes de défense aérienne ;
- les systèmes de défense-Time Sensitive Targeting. Par exemple : un membre d'un service spécial détecte dans un véhicule une personnalité ennemie extrêmement importante pour le destin de la guerre en cours. En quelques minutes, il faut déterminer sa position, l'observer et la suivre par un moyen aérien, actionner un système aérien de bombardement (bombardier ou drone) pour qu'il largue une bombe précise sur le véhicule au bon moment ;
- les futurs systèmes de contrôle du trafic aérien ;
- les systèmes de contrôle de la sécurité des mers et océans ;
- le système complet lié à la mission du Scalp-EG : récupération des données de la caméra stéréoscopique de Spot 5 pour créer les bases de données de navigation utilisables dans toutes les missions probables futures, récupération des données du satellite Hélios pour le guidage terminal des missions prévues à court terme, préparation de la mission complète des pilotes, contrôle des effets.

Les méthodes pour concevoir et définir ces systèmes ressemblent

beaucoup aux méthodes classiques de définition des systèmes habituels. Il y a néanmoins des outils qui sont utilisés de manière plus systématique, ce sont les outils de simulation élaborés, ou battle-labs pour les systèmes de défense, qui permettent de se dispenser d'essais complexes et onéreux. On les utilise dans toutes les phases de conception, définition et développement. Ils servent aussi à valider les définitions avec le client-utilisateur. Cela permet d'appréhender plus concrètement les capacités du système qui va être utilisé.



Le maître d'œuvre industriel de tels systèmes utilise alors ces moyens et les compétences systèmes et méthodologiques qui existent chez lui, pour concevoir, définir et développer le système, tout en s'assurant de l'adéquation du système avec les besoins de l'utilisateur.



On reconnaît déjà ici une première ressemblance avec les processus de construction des systèmes de reconnaissance des formes décrits plus haut.

Mais il y a encore à mon avis un point commun encore plus important entre les grands systèmes et l'intelligence artificielle :

Depuis quelque cinq ans, la communauté industrielle de défense (une centaine de compagnies dont

tous les grands du domaine : Boeing, Lockheed Martin, Northrop Grumman, EADS, Thales, Saab, BAES, Finmeccanica,...) a décidé de manière extrêmement cohérente de se lancer dans une opération difficile : construire des normes, des méthodes, des processus qui lorsqu'ils sont employés dans la conception et la réalisation des systèmes et des systèmes de systèmes permettront une interopérabilité beaucoup plus facile entre ces systèmes. Et cela dans tous les domaines opérationnels : défense, aviation, maritime, catastrophes, sécurité.

Il est un fait que depuis que des systèmes opérationnels existent et qu'on dit qu'on va les rendre interopérables, il s'est passé à peu près 50 ans et qu'ils ne sont toujours pas interopérables, à l'intérieur même d'un pays.

L'idée est donc de laisser aux industriels seuls le soin de s'en occuper. Les problèmes seulement techniques sont déjà suffisamment importants sans qu'on ajoute les problèmes politiques nationaux et les rivalités entre les services étatiques.

Il s'agit du consortium industriel NCOIC (Network Centric Operations Industry Consortium) qui maintenant a bien défini ses buts, les moyens d'y arriver et la feuille de route correspondante.

Il est tout à fait intéressant d'observer que ce consortium est en train de réaliser ce que nous appelons les "patterns" utiles à l'interopérabilité, qui représentent de manière détaillée les fonctions des sous-systèmes de base qui interopéreront. Ces patterns décrivent les concepts opérationnels élémentaires sous-jacents qui doivent être communs.

On retrouve les mêmes schémas que pour les systèmes de reconnaissance des formes : pour permettre la communication utile entre deux systèmes de reconnaissance, il faut que les concepts soient les mêmes de chaque côté pour qu'il y ait communication du sens et non pas seulement des données.

Laissons ces idées se développer plus avant dans des groupes de réflexion philosophique !

UNE CONTRIBUTION AU DÉVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE SPATIALE EUROPÉENNE

Claude GOUMY

Ancien président directeur général de Matra Espace, ancien Chairman-CEO de MATRA Marconi Space, élu membre titulaire de l'Académie de l'air et de l'espace le 11 juin 2008

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 25 septembre 2009

Chères Consœurs, Chers Confrères, Mesdames, Messieurs,

Je suis très honoré d'avoir été reçu au sein de l'Académie de l'air et de l'espace et de sa section II et je remercie tous ceux qui ont supporté mon élection, en particulier le président Georges Ville qui a présenté ma candidature.

Mon exposé n'aura pas de caractère scientifique ou technique et portera essentiellement sur l'industrie des satellites au travers de l'exemple de Matra où j'ai effectué plus de 35 années de ma carrière professionnelle jusqu'à la création d'EADS. Mon confrère académicien Georges Estibal serait mieux placé que moi pour évoquer la contribution de Matra aux lanceurs Diamant et Ariane. Je commencerai par quelques mots sur ma jeunesse et mon éducation comme c'est l'usage.

Grands-parents paysans et tapissiers de la Creuse, parents instituteurs de l'enseignement public, aîné de quatre frères et sœur, je suis un exemple de l'ascenseur social des classes laborieuses avec la montée classique de la province à Paris. Mes études m'ont conduit du lycée Pierre Bourdan de Guéret au lycée Gay-Lussac de Limoges en mathématiques supérieures puis au lycée Louis-le-Grand de Paris en mathématiques spéciales, où j'ai découvert que la compétition était plus intense dans la capitale. J'ai intégré en 3/2 l'École Nationale Supérieure des Télécommunications, étoile montante du concours commun Ponts-SupAéro-Télécom car j'étais déjà attiré par les nouvelles

technologies de l'information et de l'électronique et aussi par une bourse d'études substantielle du Laboratoire Central des Télécommunications (LCT), centre de recherche parisien d'ITT Europe, ce qui me donnait à 19 ans une autonomie financière par rapport à mes parents. Disons aussi que j'étais saturé de la vie d'internaute depuis l'âge de 10 ans. Après mon diplôme ENST en 1962, je fis 15 mois de service militaire comme sous-lieutenant où je fus détaché à la DRME pour participer à des études de radar transhorizon puis à l'École Militaire où je supportais avec des IBM 360 des jeux de guerre nucléaire qui occupaient des officiers sans troupe et ex-pro OAS.

J'épousai Annie à la fin du service militaire.

Ma carrière professionnelle démarre donc en mars 1964 au LCT par des travaux de recherche sur le traitement du signal de radar Doppler militaire par transformée de Fourier où le stockage des algorithmes se faisait dans une mémoire à fils et à tores, dont le top était de stocker 512 K octets dans 1 dcm³ (à comparer maintenant avec 10 giga octets stockés dans une puce semiconducteurs de quelques mm³ !).

Mon premier projet en responsabilité pour le compte du STTA fut le développement d'un prototype de télémètre laser embarqué sur avion. Ce projet de 24 mois dans une équipe de deux ingénieurs et trois techniciens m'a été très formateur : multidisciplinarité avec optique-mécanique-thermique-électronique, découverte de composants élaborés comme les cristaux lasers au néodyme et les premiers circuits intégrés logiques, parcours complet de la spécification, la réalisation jusqu'aux essais en vol sur un vieux DC3 non pressurisé...

Je rends hommage à mon chef de département Henri Bosc, qui sut capter mon intérêt pour la technique et l'expérimentation avec un bon sens physique mais aussi me faire respecter la rigueur de gestion du contrôle des coûts et du planning comme l'exigeait la culture américaine d'ITT Europe à Bruxelles, ce que je n'avais pas appris à l'ENST. Malheureusement Henri Bosc aimait garder les ingénieurs qu'il avait formés et ne voulait pas me laisser partir du troisième étage au premier étage du LCT, où se déroulait le projet de satellite ESRO1, premier satellite scientifique de l'agence spatiale ESRO et dont le LCT était maître d'œuvre au sein d'un consortium européen comportant en majorité les filiales européennes d'ITT. Rappelons qu'à cette époque ITT USA était associé à TRW Systems pour la réalisation des satellites de télécommunications Intelsat3. Je côtoyais l'équipe de projet ESRO1 à la cantine du LCT et leurs discussions enthousiastes en anglais m'émoussaient. Je voulais faire du spatial comme eux, dans un contexte de haute technologie et d'environnement international.

C'est ainsi que la lecture d'une annonce des Engins Matra recherchant des ingénieurs pour le développement de ses activités spatiales attira mon attention et le 16 juillet 1966 je rejoignis Matra dans un baraquement du plateau de Vélizy, dans l'attente de la livraison fin 1966 de la nouvelle usine construite à Vélizy, celle de Boulogne étant saturée et obsolète pour les activités de missiles et d'espace.

Le département Espace qui faisait partie de la Division des Missiles était alors auréolé de gloire par ses succès sur les satellites A1 et D1 et sur les cases équipement et le basculement du lanceur Diamant. Il était aussi responsable du contrôle d'attitude du satellite ESRO2 sous la maîtrise d'œuvre d'Hawker Siddeley Dynamics (HSD) qui était déjà partenaire industriel de Matra pour les missiles air-sol Martel. Au total une petite centaine



de personnes alors que les activités spatiales d'HSD, qui était constructeur du "Blue Streak" devenu le premier étage de la fusée Europa de l'ELDO et maître d'œuvre des satellites britanniques Ariel et Skynet et aussi premier partenaire européen de TRW sur Intelsat3, concernaient plus de 600 personnes.

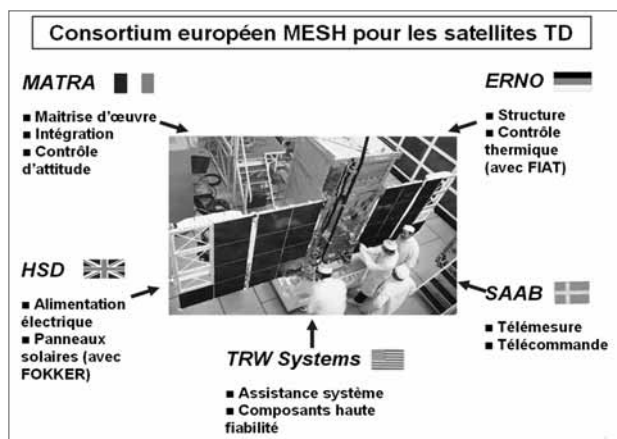
Un point important pour le futur, qui avait attiré mon attention : HSD, suivi par Matra en 1964, avait passé des accords d'assistance technique avec la société californienne TRW Systems, qui était un maître d'œuvre de satellites pour la NASA, le DoD et Intelsat.

Ma chance fut d'être nommé dans l'équipe de proposition pour répondre fin 1966 à l'appel d'offres de l'ESRO pour la fourniture des satellites scientifiques européens TD1-TD2. C'était mon vrai début dans l'industrie spatiale.

J'ai ainsi découvert le stress des grandes propositions mais j'ai surtout été impressionné par le talent et l'audace de Jean-Luc Lagardère nouveau directeur général des Engins Matra, pour revendiquer la maîtrise d'œuvre de ce programme au sein d'une équipe européenne formée de puissants groupes. Le consortium MESH fut ainsi formé avec ses fondateurs Matra en France, ERNO en Allemagne, Saab en Suède, HSD au Royaume-Uni, auxquels se joignirent ensuite ! Fiat-Aviation (devenu Aeritalia) et Fokker en

Hollande, TRW étant le consultant américain du consortium pour le management, la gestion de la charge utile scientifique et l'approvisionnement des composants haute fiabilité.

MESH remporta la compétition devant les deux autres consortiums STAR et Cosmos eux aussi créés pour cette compétition européenne. Matra devenait maître d'œuvre



du programme scientifique le plus important de l'ESRO avec la fourniture de deux satellites TD1 et TD2 d'environ 500 kilos utilisant la même plate-forme. En plus de la maîtrise d'œuvre et de l'intégration, Matra avait la responsabilité du sous-système de stabilisation trois axes aux performances de pointage et de stabilité de pointage qui étaient alors l'état de l'art dans le spatial américain. Au sein du groupe projet de maîtrise d'œuvre installé dans la nouvelle usine de Vélizy, je me retrouvais responsable du sous-système de télémesure et de télécommande qui était sous-traité à la société SAAB dans son établissement de Göteborg. Bien que SAAB ait été un coopérant exemplaire, je découvris la lourdeur de la chaîne de décision "maître d'œuvre – coopérant – sous-traitants" avec l'empilement des marges "techniques – coût – planning".

Très vite ma fonction fut enrichie de la responsabilité des spécifications d'interfaces électriques et de leur gestion pour tout le satellite ce qui m'amena à connaître tous les équipements de la plate-forme et de la charge utile scientifique, ce qui me fit aussi beaucoup voyager en Europe et aux États-Unis. Je me formai au métier d'ingénieur système satellite ce qui me permit en fin de projet de prendre la responsabilité du manuel d'opérations en orbite au travers de la boucle télémesure-télécommande, en interface directe avec le centre d'opérations ESOC de Darmstadt. La solidité du consortium fut mise à l'épreuve lors de la redéfinition du projet qui en 1968, passa de deux satellites à un seul satellite TD1A, qui fut tiré avec succès en mars 1972 par une fusée Delta N sur le champ de tir californien de Vandenberg. Je me dois de citer Noël Mignot qui fut le patron du projet de l'appel d'offres jusqu'à la fin du programme et qui prit ensuite la responsabilité de la Division Espace de Matra. En plus de ses qualités techniques et humaines, Noël sut conduire ce grand projet européen avec le client ESRO et les coopérants MESH.

Un trou d'air de plan de charge suivit la fin du projet TD et un travail intensif d'études et de réponses à des appels d'offres du CNES et de l'ESRO fut mené dans les années 72 à 74 où je fus nommé chef du département d'études Système Espace, avec des périodes de travail à ERNO Brême, HSD Stevenage et TRW Redondo Beach. MESH réussit alors ce que l'on peut appeler un grand chelem en étant présent comme maître d'œuvre ou coopérant principal dans les nouveaux programmes du fameux package deal de l'ESA, qui venait de succéder à l'ESRO et à l'ELDO à savoir : lanceurs Ariane, les vols habités avec Spacelab, les satellites de télécommunications OTS et MAROTS, les satellites d'observation et de météo ERS et Meteosat. On peut dire sans prétention que MESH était devenu en 1975 le premier consortium européen, dans lequel Matra avait particulièrement bien tiré son épingle du jeu. En 1978, suite à l'acquisition des programmes de satellites français SPOT et Telecom1, J-L. Lagardère décida la construction d'un nouveau centre industriel pour l'Espace à Toulouse dont il me confia la direction. Cet établissement par sa modernité, l'enthousiasme et les compétences de son personnel, allait assurer la crédibilité internationale de Matra Espace.

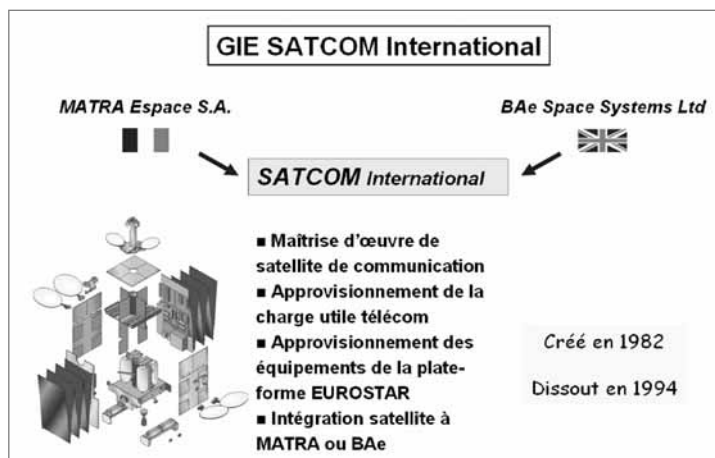
Fort de ses programmes institutionnels et d'application, le consortium MESH estima en 1977 qu'il était prêt pour aller sur le marché commercial export des satellites de télécommunications dominé par l'industrie spatiale américaine et en réutilisant la plate-forme OTS.

Après plusieurs échecs, dont un cuisant au Brésil où notre prix était le double de celui de Hughes (il y avait déjà un dollar faible), Matra et BAe Space Systems (issu de la fusion entre HSD et BAC ayant créé British Aerospace) décida de créer une structure plus souple et plus compétitive que la formule du consortium optimisée pour la distribution géographique de l'ESA, dans laquelle le prix final était en général chargé d'un facteur proche de racine de n , n étant le nombre de coopérants, et où le maître d'œuvre contrôlait en interne au mieux 30% du prix.

C'est ainsi qu'en 1982 fut créé le GIE Satcom International à parité 50/50 entre Matra Espace et BAe Space Systems pour le marché commercial des satellites de télécommunications où les deux sociétés mettaient en commun leurs compétences de marketing international et de maîtrise d'œuvre et surtout décidaient d'investir en commun le développement d'une nouvelle plate-forme, Eurostar, plus adaptée au marché des satellites télécoms des années 80 et 90 et technologiquement plus performante que celle d'OTS. Notons qu'aujourd'hui Eurostar en est à sa troisième génération avec plus de 50 satellites en orbite géostationnaire. Chaque société fournissait sa part de plate-forme sur la base de coûts industriels et Satcom International vendait le satellite avec un profit commun

mis dans l'intéressement en orbite. Satcom contrôlait ainsi environ 60% du prix du satellite, intégration comprise, le reste correspondant à l'approvisionnement de la charge utile télécoms.

Cette plate-forme connut ses premiers succès en 1986 sur les programmes

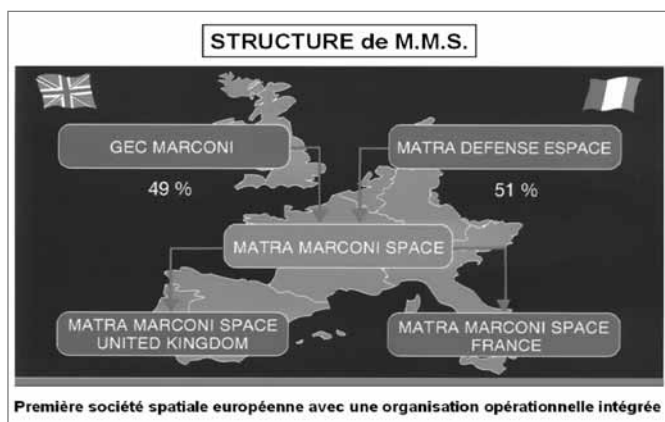


Inmarsat 2 et Telecom 2 mais il s'avéra que nos offres étaient encore trop chères à l'export. Cela était dû d'une part à la plate-forme qui n'optimisait pas les ressources industrielles pourtant assez complémentaires des deux partenaires, d'autre part à la charge utile que nous achetions en bloc et non pas sur une base compétitive au niveau équipements sans possibilité de décision make or buy et sans capacité d'intégration des équipements de la charge utile avec les moyens Satcom. BAe Space Systems essaya de se doter d'une compétence interne de charge utile, réussissant partiellement dans les antennes mais les investissements technologiques à consentir s'avèrent trop importants et les clients préféraient des fabricants confirmés. Il devenait évident que le GIE Satcom International n'était pas la solution et qu'il fallait trouver un autre modèle industriel apportant une compétence charge utile dans une intégration verticale efficace. Pour cela Matra Espace fut d'abord filialisée en 1986 et Jean-Luc Lagardère m'en confiait la direction générale. Notons que Matra qui venait d'être reprivatisée, obtenait ainsi plus de flexibilité pour des alliances

capitalistiques. Un autre constat était qu'une société de satellites ne pouvait être profitable sur la seule base du marché commercial des télécoms, certes croissant mais très concurrentiel ce qui nécessitait de partager les coûts fixes de l'entreprise avec les programmes spatiaux institutionnels de l'ESA, du CNES et de la Défense, la réciproque étant aussi constatée.

Après des tentatives infructueuses de rapprochement avec Alcatel Espace, fournisseur unique de charge utile télécoms en France, Matra décida de trouver un partenaire de charge utile non français mais européen.

L'annonce en juin 1989 de la joint-venture franco-britannique Matra Marconi Space (MMS), rassemblant toutes les activités spatiales des groupes GEC Marconi et Matra, éclata comme un coup de tonnerre. C'était inattendu car Marconi Space Systems était le coopérant britannique du consortium Cosmos et le compétiteur britannique de BAe Space systems. Cette fusion, qu'avaient décidée Jean-Luc Lagardère et Lord Weinstock, se faisait sur la base de 51% Matra et 49% GEC dans un schéma de holding NV à Amsterdam contrôlant deux entités légales en France et au Royaume-Uni qui prenaient chacune en compte les aspects sociaux et légaux de chaque pays et portaient les contrats institutionnels nationaux.



C'était basiquement

le mariage d'un "plate-formiste" et d'un "charge utiliste" très complémentaires et leaders en Europe dans leur domaine industriel respectif. Les actionnaires Matra et GEC me nommèrent Chairman-CEO de la Joint-venture avec mission d'assurer dans les meilleurs délais une intégration opérationnelle et d'obtenir les gains de compétitivité espérés de la fusion. Au prix d'une implication personnelle importante en Angleterre et d'une mobilité du management et des experts-clés, je réussis à mettre en place et à faire accepter une organisation industrielle franco-britannique qui permettait le fonctionnement technique vertical et transverse, un contrôle total des coûts et délais sur les projets et productions et un management intégré des projets et des départements industriels. Notre part d'activités contrôlée en interne sur les satellites télécoms put atteindre 80% et notre compétitivité à l'export s'améliora ; le gain du programme Hispasat en 1990 en fut la première démonstration.

Afin de compléter notre contrôle des équipements et d'assurer une distribution géographique pour les programmes institutionnels européens, des filiales où MMS était majoritaire furent créées dans les années 90 : Spacebel en Belgique, Intecs en Italie, Crisa en Espagne. Cette fusion MMS déstabilisa les trois consortia, ce qui perturba le client ESA, créa le risque de transfert de technologie financée par les États d'un pays à l'autre ce qui

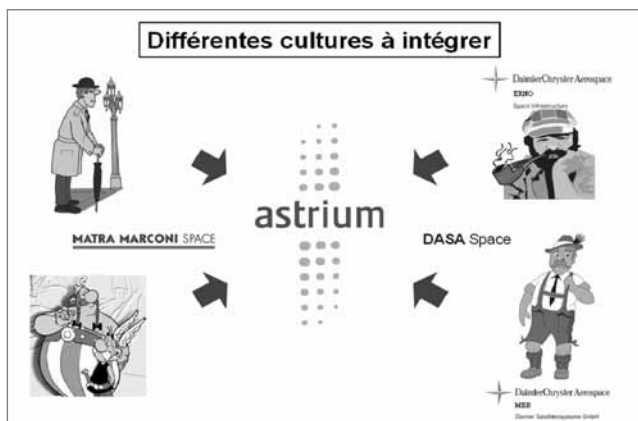
du être maîtrisé et surtout affecta le lien privilégié avec BAe pour leurs fournitures Eurostar dans le cadre de Satcom International. Ce dernier point put être parfaitement résolu en 1994 avec l'acquisition de BAe Space Systems, via GEC Marconi, ce qui entraîna une modification de l'actionnariat de la Joint-venture MMS vers un 50/50 compte tenu du renforcement de MMS.UK, qui devint ainsi l'unique acteur britannique dans les satellites.

Ce parcours d'intégration de la Joint-venture ne fut pas complètement idyllique et des rationalisations eurent lieu, surtout en Angleterre où les sites espace de Marconi et BAe à Bristol furent fermés. Heureusement la croissance du marché spatial dans les années 1990 permit d'en atténuer les conséquences sociales. À la fin 1994 lorsque je passe le relais de la présidence à Armand Carlier suite à un grave accident d'automobile, MMS était le premier constructeur européen de satellites avec un chiffre d'affaires d'environ 1 milliard de dollars et avec la capacité de produire en interne plus de 80% de la valeur d'un satellite de télécommunications. Je prenais alors la responsabilité de vice-président exécutif de Matra Défense Espace.

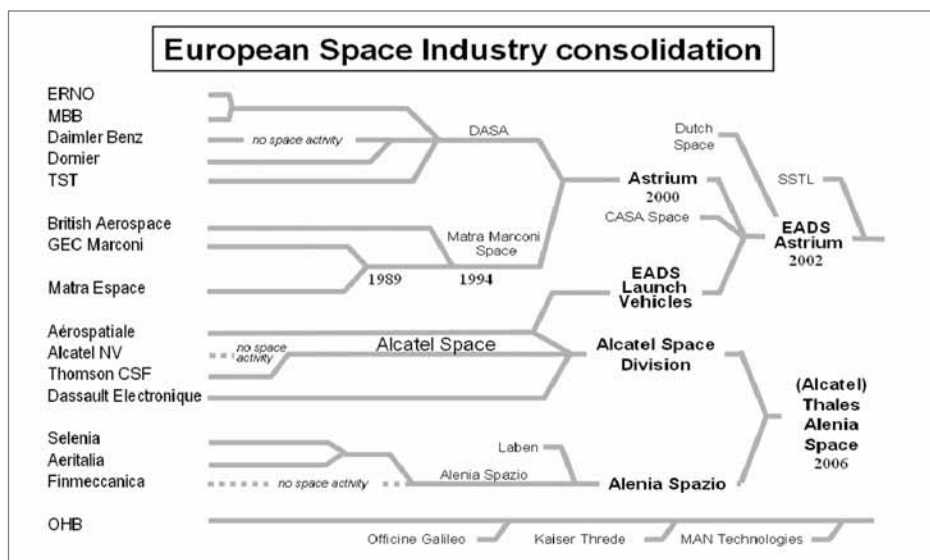
Le modèle de joint-venture MMS et de son organisation fut utilisé en 1996 pour la fusion des activités missiles de Matra et BAe au sein de la joint-venture Matra BAe Dynamics appelée MBD.

Mais ces joint-ventures qui optimisaient l'alliance franco-britannique n'étaient pas encore des sociétés complètement européennes car elles n'avaient pas encore des bases industrielles importantes dans deux grands pays européens : l'Allemagne et l'Italie. Matra Hautes Technologies, actionnaire français direct des deux Joint-ventures, entreprit l'élargissement européen dans le cadre du groupe Lagardère, nouvellement formé après la fusion de Matra et Hachette. Pour l'espace, les discussions furent menées avec DASA Space qui venait de regrouper les activités spatiales allemandes d'ERNO, de MBB et de Dornier qui avaient respectivement fait partie des trois consortia MESH, Cosmos et STAR. Mais le rapprochement MMS-DASA Space ne put être concrétisé que par les opérations successives de fusion d'Aérospatiale et Matra Hautes Technologies en 1998, puis de fusion d'Aérospatiale Matra, de DASA et de CASA au sein d'EADS en juillet 2000. Dans le même temps, BAe Systems qui avait racheté les activités Défense Espace de GEC Marconi en 1999 confirmait son désengagement capital-istique de MMS qui ainsi n'avait plus qu'un seul actionnaire européen EADS et prit le nom d'EADS-Astrium, regroupant à présent les activités satellites et de lanceurs-transport spatial après l'intégration d'EADS-lanceurs en 2002.

L'intégration européenne eût été parfaite si Astrium avait pu acquérir une composante italienne. Les groupes EADS et Finmeccanica ne purent s'entendre et Alenia Spazio, issue du regroupement



spatial italien d'Aeritalia et de Selenia, choisit l'alliance avec Alcatel Space qui avait acquis en 2001 les activités satellites d'Aérospatiale de son établissement de Cannes, les autorités françaises et la direction européenne de la concurrence ayant souhaité maintenir deux grands constructeurs de satellites en France et en Europe. Notons que ce ne fut pas le cas pour les missiles où MBD put fusionner avec Alenia pour créer MBDA.



Aujourd'hui Astrium, sous la présidence de François Auque, est une grande division d'EADS et est le leader européen des satellites et des lanceurs avec un chiffre d'affaires excédant 3,6 milliards d'euros. Le développement de son activité de services aval en télécommunications spatiales et en imagerie spatiale, que j'avais mis sur pied au sein de Matra Hautes Technologies dès 1996, va assurer sa croissance et entraîner sans doute de nouveaux partenariats pour EADS-Astrium.

Voilà ce que je souhaitais vous exposer sur l'évolution de l'industrie des satellites en Europe à laquelle j'ai eu la chance de contribuer, de la PME française au leader européen. Je dis bien chance car c'étaient les 30 glorieuses, le développement économique de l'Europe, la motivation des États et du public pour l'espace et ses nouvelles frontières. Je dois remercier toutes celles et tous ceux qui m'ont guidé et soutenu dans ce parcours, et surtout notre regretté Jean-Luc Lagardère sans qui je n'aurais pas connu cette belle aventure à Matra.

Afin d'éviter que cette consolidation européenne n'efface la mémoire industrielle, aussi, depuis ma prise de retraite d'EADS en 2002, j'anime une association qui veille à la sauvegarde de ce patrimoine historique des ex-sociétés Aérospatiale et Matra, avec l'appui de la direction générale d'EADS.

J'espère ne pas avoir été trop long et ennuyeux et je vous remercie de votre attention.

DE L'AIR À L'ESPACE : une carrière à ciel ouvert

Bernard MOLARD

*Conseiller Défense et Sécurité du président EADS Space, élu membre titulaire de
l'Académie de l'air et de l'espace le 11 juin 2008*

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 25 septembre 2009

1954

Le 15 janvier 1954, le Gerfaut,
pilote par André Turcat,
effectue son 1er vol...



Pendant ce temps là, Bernard
Molard teste sa poussette...



1964, Bernard Molard fait sa communion



1964



André Turcat : « En 1964, l'équipe Concorde est en place. On commence les essais en laboratoire. Je donne mon avis sur les commandes de vol, le poste de pilotage, tous les problèmes de sécurité ».

Le 2 mars 1969, en direct devant des millions de téléspectateurs, Concorde 001, piloté par André Turcat, fait son premier vol.



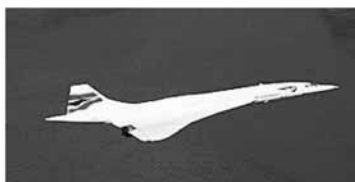
1969

Au même moment, Bernard Molard passe de paisibles vacances en Grèce...



21 janvier 1976 : Air France inaugure une ligne supersonique vers Rio, British Airways vers Bahrein.

24 avril 1976 : inauguration commune des lignes Londres / Paris – Washington.



1976

Bernard Molard est breveté pilote de chasse





André Turcat est à l'origine de la création de l'Académie de l'air et de l'espace en 1983, dont il fut membre fondateur et président.

1983

Au même moment, Bernard Molard est pilote de chasse au sein de la Royal Air Force



André Turcat est Président de l'ANAE



1987

1987 - Bernard Molard est lieutenant-colonel, Commandant d'escadre en opérations au Tchad



Le 31 décembre 1997, le F – BVFA se pose à La Havane. Fidel Castro se déplace personnellement jusqu'à l'aéroport afin de voir cet avion, et visite son cockpit et sa cabine à cette occasion.



1997

Bernard Molard est alors Directeur du Centre Satellitaire Européen de Torrejon. Il reçoit l'ANAE à Madrid. Médaille d'argent de l'Académie en 2000





2002

Michel Fournier au Canada en 2002 entouré d'André Turcat (à gauche) et de Jean-François Clervoy
Photo Gamma

Le général Bernard Molard
commande l'Ecole de l'air



2008

- Adam SOWA
European Defense Agency (EDA), Deputy Chief Executive Operation
- Bernard MOLARD
EUROSPACE, Chairman of Security and Defense Committee

Après deux années passées chez Alcatel Space, le 1er février 2005 le Général Molard rejoint EADS ASTRIUM dans les fonctions de Conseiller du Président pour les affaires liées à la Défense et à la Sécurité.

Le Général Bernard Molard préside le groupe Défense et Sécurité de EUROSPACE, le syndicat professionnel européen des industries spatiales

A CAREER AT THE SERVICE OF GERMAN AEROSPACE INDUSTRY IN THE CONTEXT OF EUROPEAN SPACE PROGRAMMES

Horst RAUCK

*Former chairman of the board of MAN Technology, Augsburg, Germany, élu membre
titulaire de l'Académie de l'air et de l'espace le 11 juin 2008*

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 25 septembre 2009

Ladies and gentlemen, it is a great honour for me to be invited by the Academy to speak about my career at MAN and my involvement in different activities there.

Biography

Born in 1938 in Offenbach/Main near Frankfurt, I made my Abitur there and afterwards went to the technical university of Darmstadt (about 30km away) to study mechanical engineering. I concentrated on Aeronautics, Space and Propulsion. I finished my studies in 1966 and took my first appointment at MAN-Turbo (Munich), in their newly formed space division.

At this time MAN-Turbo was a 100% daughter company of MAN, one of Germany's big machine building firms engaged in trucks and buses, diesel engines for large ships, printing machines, steel constructions, industrial engineering of complete processing plants etc.

In 1965, MAN had taken over 100% of BMW-Triebwerksbau, the only company in Germany engaged in design and production of gas turbines for aircraft which had started its activities in 1958. Its first series product was the J79 engine for the starfighter military aircraft, built under license agreement from General Electric, USA.

German space activities started in 1962. The companies involved at the beginning were Bölkow, ERNO and Dornier. In 1965 MAN decided to participate in this new field and specifically on the engine side.

MAN Turbo

When I decided to join MAN-Turbo in May 1966, I became the first staff member in the new space division. At that time my dream was to participate in the development of a hybrid engine combining a turbo, a ramjet and a rocket. Something that has not been done until this day.

In reality among others we dealt with glass- and carbon fibre casings for solid propellant engines for satellites.

Our first externally financed study including hardware development was the solid rocket motor for the symphony satellite, a French/German project. Much later our expertise went into the MAGE (moteur d'apogée des satellites géostationnaires européens) programme and we became subcontractor to SEP.

MAN Neue Technologie (NT)

In 1969 MAN and Daimler-Benz, who also had some gas turbine activities, decided to form a new joint company MTU with equal shares (this company comprised not only gas turbines but also diesel engines up to a certain size). MAN did not want to share the space division (which had about 75 employees) with Daimler-Benz Therefore it was moved next door to the truck and bus company and given the name MAN Neue Technologie (NT) division. The strategy also was changed: Space was no longer the only topic. The idea was to create a research centre for the whole of MAN and to develop new technologies and products for the group.

Energy projects

The first project outside the space domain was the gas centrifuge for uranium enrichment. Because of proliferation risks this project is highly classified to this date. Many of the technological requirements were closely related to our space activities. Therefore the German government invited us to participate in the development of this technology. The division grew very rapidly in size. By 1972 the total staff counted about 750 employees. NT was very successful and was able to present a centrifuge which promised to serve its purpose over a long lifetime in a big plant. Consequently a first German pilot plant was built using MAN-NT machines.

At that time the UK, the Netherlands and Germany had formed a so-called Troika company later called URENCO comprising the activities of the three countries with the aim to provide nuclear fuel for their reactors. During this period the project was fully financed by the three governments. The first Troika centrifuge was chosen among other types from the UK and the Netherlands and a first Troika demonstration plant of 200t UTA was built in Almelo, the Netherlands, using the MAN-NT design.

NT had to become a manufacturer of large numbers of centrifuges for quite a number of years. However, the development did not stop and very quickly new types of centrifuges emerged showing dramatic increases in performance. Again NT played an important role. Urenco continuously increased the plant capacity up to about 10.000t UTA to-day.

Since 2005 the enrichment Troika has become a Quadriga since France through Areva joined by paying an adequate entrance fee. To-day at Tricastin the George-Bess II plant

using centrifuges is under construction and the first cascades are expected to start up soon. So there is some late benefit from NT's work for France.

For strategic and political reasons MAN left the project around 1996.

Being the head of the project at MAN-NT I had the opportunity to gather a lot of experience in international cooperation which helped me later in the ESA environment.

Nuclear was one way to secure long-term energy requirements. But after the 'Three Mile Island' reactor failure opposition grew also in Germany. So the department in the Ministry of Research, besides strongly supporting the nuclear option financially, also started to have methods of renewable and rational use of energy investigated especially after the first oil crisis in 1974. With our good reputation in the centrifuge project NT was chosen together with a few others like MBB and Dornier (who by the way were also involved in the centrifuge business) to explore cogeneration, wind turbines, solar power and heat pumps. In all four areas we showed pioneer achievements in demonstration plants. We installed the first gas motor-driven cogeneration power plant in 1976, the Growian, a three MW wind generator in 1983, a solar thermal power plant in Almeria, Spain in 1985 and a gas motor driven heat pump with a screw compressor in 1986. We continued with these product lines until the oil price fell again and except for cogeneration all other products had to be given up for the lack of customers.

Now 25 years later the company would be in big business because if you look at the products of today in this area they are very similar to what we had in hand in those early days.

The year 1968 was the time we heard about the centrifuge project for the first time. But it was also the year when we engaged in design studies for the new ELDO launcher Europa III.

Organisation

At this point I should say a few words about the management structure of NT. The division was headed by Dr. Laußermair who had been asked by MAN to build it up and develop it. In 1968/69 when the two big projects emerged, my good friend Jörg Feustel-Büechl became the head of the space and later also of the energy projects while I was asked to lead the centrifuge activities. However, since we were operating under a matrix structure both Jörg and I were also in charge of specialists departments. So our activities were closely linked and I never lost contact to the space projects. When Jörg left NT in 1986 to become the ESA launcher director, I took over his responsibilities.

1986 also was the year of major changes in the organization of the MAN group. The GHH had been the major shareholder of the old MAN. It was decided to merge GHH and its biggest daughter, old MAN and to call this new entity new MAN. This new MAN became the holding company of 8 individual companies like "Truck and Bus", Diesel, or MAN Technology of which it held 100% of the shares. In this process NT was transformed into an AG (société anonyme) with a supervisory and a management board. The new name was MAN Technologie (MT). I became a member of the management board together with Dr. Laußermair. In 1987 Dr. Laußermair left the company and was replaced by Dr. Brunn.

Ariane 1-4

Coming back to 1968 and the launcher project it was certainly Jörg's big talent that turned NT as far as the space activities were concerned from a producer of paper work to the manufacturing of hardware using the experience of the centrifuge project. I am sure he has told you all the detailed steps in his speech to the Academy a few years ago.

To sum it up quickly: within the ELDO's Europa III studies NT was given contracts for the industrialization of the Viking turbo pump, the construction of a thrust frame and the water tank of the first stage. By 1972 there was sufficient proof that NT was capable to manufacture these components properly. As some of you may know, that with the failure of the Europa B launch from Kourou in this year the ELDO organization was abandoned. Germany wanted to get out of the launcher business and France took the initiative to present a new launcher called Ariane and at the same time was ready to finance 55 % of the development cost. Finally Germany contributed 20% which paved the way for NT's participation with the three components since the first stages of Europa III and Ariane were nearly identical.

Thus NT in 1980s signed up for roughly 8% of the shares of the evolving company Arianespace making it one of the three biggest industrial shareholders together with SEP and Aerospatiale. None of the MAN components ever failed in 144 flights of Ariane 1-4.

Ariane 5

Preliminary work on Ariane 5 had already been started in 1984 under ESA contracts based on the CNES design but the full programme was only endorsed in 1987 during the MC in Den Haag. Germany had increased its participation to 22% and the challenge for MT was to get a proper share. It seemed evident that the LOX turbo pump of the Vulcain engine should be a good target if one considered the experience gained with the Viking TP. Unfortunately Fiat with the support of the Italian government was faster than we could get the German government behind us and so this big contract went to our neighbours.

But there was another opportunity: the seamless steel booster cases. Nowhere in Europe did there exist the know-how and the facility to do this. So finally MT took the courage based on the experience of the centrifuge project to start an ESA financed predevelopment program.

The technology to be used was flow turning. A high strength steel of a specific composition which had been preformed in the steel plant into a cylinder with a certain wall thickness is put on a mandrel after grinding. Then three rollers under an angle of 120 degrees put very high pressure on the material so that the cylinder is stretched under room temperature to for example the double length. The tolerances can be kept very tight. This is the way the steel rotors of the centrifuges are made using specific machines and equipment.

The process applied to thousands of rotors was qualified for a diameter of much less than a meter and a length of say two meters. The Ariane 5 booster case called for a diameter of 3.2 meters and a length of a segment of four meters. This of course was a completely different world. We started with quarter scale and half scale segments on the centrifuge machines to demonstrate the concept. Then, together with a well skilled tool machine manufacturer a booster dedicated machine was designed which instead of a

mandrel performed the flow turning process between four pairs of rollers each one exerting a pressure of 600 tons on the material. The ambitious targets were finally met and the dedicated booster plant was commissioned in September 1988 by the famous Bavarian Prime Minister F. J. Strauß.

Without the centrifuge project this achievement would not have been possible.

On the background of the thrust frame of Ariane 4 the item somewhat similar was the frontskirt of Ariane 5 which we managed to acquire through our competitive bid.

A long-standing product line existed at MT for high pressure bottles. Thus, when Ariane 5 needed two large ones for swivelling the nozzles of the solid propellant motors (GAT) and one for the Vulcain engine (GAM) it was hard to beat us and so we finally won the contract.

The last items of the early phase were the elements for thermal protection for the aft section of the launcher specifically the motors. These were made as carbon fibre structures with insulation.

In the later phase through the acquisition of the DASA space activities in Oberpfaffenhofen in 1996 (which also included the second stage tank of Ariane 4), MT became responsible for the three large domes of the central stage including sophisticated equipment for welding these structures. Of course when a new hydrogen tank for the Ariane 5 ECA was needed, MT, by providing the dome, also won other parts of that complex structure which is finally assembled at Cryospace, Les Mureaux. Also in the late 90s the company Zeppelin Technologies, Friedrichshafen, was bought by MT bringing along the tanks for the storable propellants of the classical Ariane 5 and other important space components as well as the technology for the spin-forming process.

If one counts all these parts together MT in the second half of the 90s had a share of the Ariane 5 of over 14%, a little more than Aerospatiale and a bit less than SEP. By the way our share of Ariane 4 at the end was about 12%.

After starting production of centrifuges and Ariane 4 components in Munich the whole company was transferred to Augsburg where MAN owned more ground. All the big investments for Ariane 5 like the booster factory the large structure facility and finally the tank facility after moving its main elements from Oberpfaffenhofen and Friedrichshafen were made there.

At the very end of all these investments a new building was erected there to house the welded booster. This structure reduces the number of segments from seven to three by electronic beam welding of three segments in this new facility.

Space Transportation, other projects

After talking about Ariane 5 the biggest space project during the time of my responsibility let me say a few words about reusable space transportation systems and other related topics.

At the beginning there is of course Hermes. This reusable manned space plane was to guarantee European autonomy in the 21st century going to and from the low earth orbit and the ISS like the Shuttle and Soyuz. Ariane 5 was adapted to carry its 21 tons into LEO mainly by enlarging the boosters from 170t to 210t each. But as you know due to the

exceedingly high cost estimates of around 8 billion euros the project was stopped after 5 years in 1992.

At the beginning when the German share was envisaged to be 30%, MT actively tried to win an adequate part. Thanks to the excellent cooperation with SEP, MT became their partner in the thermal protection system dealing with C-SiC top material, insulation and fasteners. The so called Rigid External Insulation (REI) would have been the module for creating the heat resistant lower surface of the re-entry vehicle. Large numbers of those would have been the task for MT.

After the end of the Hermes project MT continued to work on re-entry material and designs of vehicles together with other partners both internationally (FLTP=Future Launcher Development Program of ESA) and nationally (TETRA=TEchnologies for future space TRAnsportation systems). MT became responsible for a project on a national basis comprising all German industrial partners as well as research institutions totalling a funding of over 100 Mio DM. The idea was to develop systems know how and hardware components that could be tested using an existing re-entry vehicle. In that respect agreements could be reached between NASA, ESA and DLR to use the X-38 demonstrator of NASA.

The components MT chose to contribute were among others the movable body flaps made from C-SiC material to control the vehicle during re-entry where the temperature level was expected to be in the order of 1500 degrees Celsius. The test flight was planned for 2001 and all the German components were ready.

The X-38 was a NASA project conceived as a demonstrator for the CRV (Crew Rescue Vehicle) for the space station. The NASA/ESA agreement of these days contained a strategic perspective calling for a CRV to be developed under US leadership with European content and a CTV (Crew Transport Vehicle) under European lead to transport astronauts on top of a man rated Ariane 5 to the space station. For that reason the shape of the two vehicles were made identical. By the way the aerodynamic shape was conceived by Dassault. In those days MT was well received by US industry. Boeing and Lockheed Martin were in competition for the CRV contract and knew the winner had to cooperate with the Europeans. Unfortunately when the NASA administrator Dan Goldin left office his successor discontinued the project. To-day everybody in the Atlantic space community would be happy to have both options.

MT did not participate in the ISS. The more important was it to find a share in the Automated Transfer Vehicle (ATV). The most challenging parts were the four fuel tanks with the propellant management devices supplied by EADS, Bremen. Also we won the tanks for gas and water and the thruster module.

Ground Infrastructure

In 1997 the MAN group holding changed the responsibilities in MAN Gustavburg by transferring a certain part to MT. These were the activities dedicated to ground infrastructures for launchers, telescopes and special military equipment for rapid deployment of bridges.

As you may know MAN Gustavsburg's steel manufacturing division had built the first thrust frames for Ariane and set up a production line which was later moved to Augsburg. Motivated and supported by us they had acquired the contracts to build the ELA1, two and three launch pads from CNES and had won respect in the international space community. So we welcomed them at MT and increased the MAN basis in Kourou through acquisition of new service contracts. The team during the overlap of Ariane 4 and 5 grew up to more than 80 people.

The most exciting contract we won was the design and construction of the EPCU (Ensemble de Preparation des Charges Utiles) the big new payload integration building which had Envisat as its first customer.

At the turn of the century MT had won its place amongst the leading space companies in Europe. It had also given up certain parts of its business and engaged in new ones. At the end of 2001 the sales had risen to 227 Million euros and the number of employees was around 1,100.

I retired in mid 2002 as chairman of the board of MT and was elected into the supervisory board. In 2005 the new chairman of the MAN group decided to concentrate on the truck and bus business and Diesel engines and give up other product lines one after the other. In July of that year MT was sold to OHB with a small partnership of Apollo Capital. OHB is owned by the Fuchs family headed by Prof. Manfred Fuchs who has been a good friend of mine since many years. The company to-day is called MT Aerospace. The management board consists of Mr. Steininger and Mr. Köppel, the former booster project manager.

Details of my work for Ariane

Looking back at my strategic cooperation with France it started in 1986 when I got involved in the design of the so-called A4-Turbo. It was a version with 8 liquid boosters and a payload potential of over 6ts in GTO. Our part was the design of a new thrust frame and we finally found a viable solution.

But at that time preliminary work on Ariane 5 had already started and the Ariane5/Hermes combination was on the minds of the forward pushing people in the community and the Ariane 4 Turbo was abandoned. If we look back to-day when we start discussing a single launch light weight Ariane with a payload of 4-6 t we can say that we have come a long way.

The other strategic topic of course was the change over from Ariane 4 to Ariane 5. Many in the community wanted to continue Ariane 4 alongside Ariane 5 and were against giving up Ariane 4. This was not backed by the market both in quantity and price. So finally the Arianespace board voted on giving up Ariane 5 and decided on a rather short overlap. I remember that I had proposed earlier to order 5 Ariane 4 more by pointing to the fact that in the case of Ariane 1 from the first 18 launches 4 (or the square root of the number of launches) were failures (V2, V5, V15, V18). If one applied that rule to Ariane 5 one would also have to expect 4 failures out of the first 16 launches and the back log of Ariane 4s would not be enough to bridge the gap. Looking back I was not so far off (V501, V502half, V510half, V517).

In another situation later when the issue at Arianespace was whether we should have a small launcher next to Ariane 5, I was appointed chairman of an expert group to come up with a solution. Our meetings took place at CNES headquarters and I conducted the meetings in French which was quite a challenge for me. Anyway, I remember that in an early meeting there was a joint proposal from Aerospatiale and SEP which looked very promising. One or two meetings later Aerospatiale informed us about the fact that they had signed an agreement with the Samara company concerning the marketing of the Soyuz launcher in the West through a joint company Starsem where the Russian shareholders held 50% and likewise Aerospatiale. They invited Arianespace to take over half of their shares. For some of us this was quite a remarkable move. Of course that was the end of our working group.

After the end of the cold war and the threat that Russian launchers would flood the world market and ruin our business there was a mission in 1993 initiated by Charles Bigot to go to Moscow and talk to M. Koptiev (head of the Russian Space Agency) and M. Kisilev (head of Khrunichev, manufacturer of the Proton) about an agreement to market the Proton in the West through Arianespace. Jörg Feustel-Büechl from ESA and myself as the German chairman of the Russian/German working group went along. It was a very intensive meeting which I shall never forget. Unfortunately President Yeltsin in an 'ukaz' a few days earlier had ruled that the Proton should be marketed by Lockheed-Martin through the ILS consortium. So our mission was in vain.

After the creation of EADS this company claimed the role of the prime contractor for the launcher vis à vis Arianespace. Those shareholders that were in the role of subcontractors felt they should combine their interests. As MT was one of the big shareholders I started to organize the so-called suppliers club comprising the supplier/shareholders throughout Europe. This took some time but finally all of them cooperated very well together and agreed on a common language towards the prime.

The biggest project which had my full support was Ariane 5. After the MC in Den Haag had voted in 1987 on the full development programme on the basic Ariane 5 with a payload of 6ts.

It was crucial to win the support from the delegations for additional financing for the necessary payload increases in the following 12 years. First in 1995 for the 7.4 t version Ariane 5E using the Vulcain 2 engine and some other improvements, then in 1998 the ministers approved the Ariane 5 ECA with a payload of 9 t and finally in 2001 the Ariane 5 ECB with a performance of 11.6 t using the new cryogenic Vinci engine. This last step was put on hold after the failure of flight 517 in 2002 except for Vinci.

It was not easy to convince the German government that a continuous effort for Ariane 5 was necessary to keep it competitive on the world market. The ministers in consecutive charge of the BMFT M. Riesenhuber, Krüger, Rüttgers, Bulmahn had to be addressed personally. And of course it was necessary to have also the contact to the French Ministry. I remember that I had communicated with the personal advisers of Curien, Quiles, Fillon, Schwarzenberg as the representative of the BDLI.

Space Politics and Mandates

Up until now I have only talked about projects and business. I would now like to say a few words about the things that go beyond this. If you talk about space you basically speak about public interest and public financing. Your partners are members of the government, their agency (DLR) and members of parliament. These you address together with representatives of other companies.

In Germany the platform for the formulation of industrial interests is the BDLI, like GIFAS in France. This organization has a space forum in which the leading space companies are present and where strategies are formulated. These are presented to the government institutions and a dialogue is started. One kind of dialogue is institutionalized: There is a regular meeting at least twice a year between the members of the BDLI space forum and representatives of the DLR space agency and the chairman of the DLR. There are no formal meetings between members of government and industry. These occur on a case by case basis. Normally once a year in the fall before the budget is voted in the Bundestag there is a so-called Parliamentary Evening where members of the BDLI and of parliament meet for presentations and discussions. I am describing this because it can be a lot of work.

I was the chairman of the space forum during 4 years from 1988-1992 and I am still a member to-day. I helped to install some of the formal rules I have described to you. From 1991-2003 I was the chairman of the Beirat (council) of the BDLI the second position next to the president who always was the chairman of MBB/DASA/EADS. The BDLI today has about 130 member companies with about 80,000 employees of which space has about 6,000.

I also organized regular meetings between the BDLI- and GIFAS space committees who sometimes issued joint statements to their politicians.

The DLR is on the one side the national aerospace center in Germany and acts on the other side as German space agency under advice of the government similar to the CNES in France.

It has over 6,000 employees. There is a supervisory board, the senate with about 40 members 10 of which come from industry. The chairman is the state secretary of the ministry in charge. He has two vice-chairmen one from industry and one from science.

I have been a member of the senate for the maximum period of 8 years. For six years I acted as vice-chairman.

The DLR board has advisory committees on earth observation, telecommunications, etc., in which members of industry and science participate. The programme commission on space is the highest level. It comprises 15 members from industry, science and media. For many years I have been the chairman and I am still acting.

The DLR has a society of friends which supports the institution. It exists for over 30 years and most of the important people of the German aerospace community have been or are members.

Over the years a donation system has collected money which enables prizes to be awarded to talented young people and other things. For seven years now I am the chairman of this organization.

After the end of the cold war Germany had a strong interest to establish good relations with Russia. One of the initiatives in this direction was the establishment of business relations between different industry sectors. Committees were created for each industry and each side nominated a chairman. I was asked to chair the aerospace committee from the German side. My Russian partner was Alavardov, the vice chairman of Rosaviakosmos. I held this position for over 10 years. One of the big achievements was the agreement between DASA and Khrunichev on the exploitation of the Rockot launcher.

The most important role in my industrial career was in my view the establishment of good relationships between MT and its French partners: SEP/SNECMA, Aerospatiale/EADS and also with CNES and sometimes even directly with the French government representatives.

Especially between industry partners real friendships developed over time.

From 1987 until 2003 I was a member of the board of Ariespace and participated in many difficult technical and financial deliberations. I helped to create the comité stratégique (which I co-chaired with Francois Auque) and the committee finance. For a long time I was also a member of the personal subcommittee which dealt with the remunerations of the management.

The unique spirit of this European enterprise which sometimes really was the spearhead of a new European identity motivated all of us. It culminated in the marvellous cultural events once a year when one member nation after the other played host to the Ariane family on industrial level. Many unforgettable moments remain in our memory till to-day.

This spirit is still there now as the retired members of the board together with their wives meet once a year in a different location participating in a well prepared programme by one of its members each one bearing their own costs. This year for the 30th anniversary of the first launch the group will go to Kourou.

As some others like Gerard I was elected to become a member of the International Academy of Astronautics. From 2005-07 I served as chairman of the commission 3, dealing with future systems and technology. Like in your Academy it is the goal to create working groups around a specific topic and write a report within three years. The reports which have been produced or are on their way are: nuclear propulsion, asteroid defence, commercial suborbital flights, energy from space etc. It is a new experience when the chairman has to put his new commission together trying to have the global community adequately represented. It is very challenging to see the Asian nations like Japan, China, India and now Korea reaching for the stars with sometimes more enthusiasm and courage than Europe. And they have so many young dedicated people.

So the challenge for Europe remains: you can stay competitive only if you work together on the right visions and you convince your public, your politicians and, above all, the young generation who will have to carry the fire on.

Thank you.

JOURNALISTE DE DÉFENSE : un métier, ses particularités

Bernard BOMBEAU

*Chef de la rubrique Défense à Air & Cosmos, élu membre titulaire de l'Académie
de l'air et de l'espace le 11 juin 2008*

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 27 novembre 2009

Mesdames, Messieurs, Chers Amis, Chers Consoeurs et Confrères,

Il y a un an, l'Académie de l'air et de l'espace me faisait l'honneur de m'accueillir dans ses rangs, au sein de la Section 5, sous la présidence de mon ami et éminent confrère, Pierre Sparaco.

L'heure est venue de me présenter à vous par le biais de ce difficile exercice appelé "discours de réception".

Je dis "difficile" au regard de la qualité de l'auditoire qui ne peut inspirer, pour premier sentiment, que celui de la modestie. Ce qui, convenez-en, relève plus de l'acrobatie que de la haute voltige, quand il s'agit de parler de soi-même ...

Plus encore peut-être, quand on est journaliste. Autrement dit, censé tout et ne rien savoir. Notamment lorsqu'on est spécialisé dans des domaines aussi techniques et réputés sensibles que ceux de l'aéronautique et de la défense.

Chaque journaliste "spécialisé" a son histoire. Il n'existe pas de tronc commun. Certains ont une formation universitaire technique, d'autres le bénéfice d'une première carrière aéronautique, civile ou militaire. Parmi les plus jeunes, nombreux sont ceux qui, aujourd'hui, sont issus d'écoles de journalisme ou de communication, généralement avec des options scientifiques.

Pour ma part, j'ai pris contact avec la presse en 1973 à l'âge de 22 ans, avec, pour tout bagage, un passage par l'École pratique des hautes études (en histoire contemporaine), et une licence de pilote privé.

Permettez que je m'attarde un instant sur cette période, pas si lointaine, que nous avons tous ici vécue passionnément mais souvent différemment. Cette période fut, pour moi, celle des terrains en herbe, des Stampe, des NC-858 et des premiers Rallye.

On apprenait encore à lancer l'hélice et à remuer le palonnier. L'heure de vol était à 65 francs (10 euros !)... Il faut dire qu'à l'époque nous nous satisfaisions d'un VOR et nos Lycoming de 80 octanes !

Est-ce là qu'est née cette passion qui ne relevait d'aucune transmission génétique ? L'origine de la contamination – pour laquelle il n'existe pas de vaccin – remonte, sans doute, à la lecture du "Grand Cirque" de Clostermann.

Mais c'est au sein d'un aéro-club, celui de Boulogne Billancourt, à Saint-Cyr et à Toussus-le-Noble, que le premier pas a été franchi.

Nous vivions au jour le jour notre passion. Et comment pouvait-il en être autrement quand nos instructeurs s'appelaient Joseph De Lélée, Paul Ducellier, Raymond Cordonnery ou Max Delhomme ? Beaucoup étaient des héros de la Guerre – celle de 14 – d'autres d'anciens pilotes d'essais de Caudron, Dewoitine ou Farman.

Avec Patrick Guérin, aujourd'hui directeur de la communication du GIFAS et membre de notre académie, nous tenions une sorte de bulletin de liaison et parfois aussi d'humeur. Un jour, Paul Ducellier nous dit : "vous savez écrire, pourquoi ne pas faire du journalisme ?".

C'est ainsi que j'entrai pour la première fois dans une salle de rédaction. Et, pas n'importe laquelle : celle d'Aviation Magazine dont Roger Cabiac était l'inoubliable président directeur général et Pierre Condom – autre membre de notre académie – le rédacteur en chef.

Nous arrivions avec, sous le bras, un mémoire, préparé à l'origine pour l'École pratique des hautes études, sur les débuts de l'aviation en Scandinavie. C'est avec ce mémoire, publié par épisodes pendant plus d'un an, que nous fîmes – Patrick Guérin et moi-même – nos premières armes dans la presse.

Quelques années plus tard nos destinées professionnelles se sont séparées, chacun passant d'un côté de la barrière... Lui dans l'industrie, moi à Aviation Magazine dont la disparition, en 1992, me propulsa à Air & Cosmos.

Si j'ai tenu à vous parler de ces débuts dans le monde du journalisme, c'est d'abord pour rendre hommage à tous nos aînés auprès desquels nous avons beaucoup appris. Et surtout qui nous ont conseillés et accordé leur confiance.

Je pense à Jacques Noetinger, à Jean Noël, à Francis Bergèse, au regretté Roger Cabiac, à Jean-Marie Riche et, bien sûr, à Pierre Sparaco – homme à la patience légendaire – auprès duquel j'ai eu le bonheur de travailler pendant plus de vingt ans ! J'espère, aujourd'hui, ne pas les avoir déçus.

Enfin, j'aimerais que ce long préambule soit aussi pour les plus jeunes un encouragement. Il est facile de dire que tout est possible dès lors qu'on a la foi. Mais à la vérité, les places sont chères et les rédactions devenues moins nombreuses.

Oui, les choses étaient sans doute plus simples il y a trente ans qu'elles ne le sont aujourd'hui...

Pourtant, je persiste à penser qu'elles n'ont pas radicalement changé. J'en veux pour preuve les jeunes journalistes avec lesquels nous travaillons quotidiennement à Air & Cosmos.

Jean-Pierre Casamayou, ici présent, qui en est le talentueux rédacteur en chef, ne me contredira pas. Quel que soit leur cursus, ces jeunes affichent la même passion. Et c'est ce "petit plus" qui fait encore la différence...

J'aimerais maintenant évoquer un des aspects particuliers de ce métier : la défense. La plupart des grands médias ont "leurs" spécialistes dans le domaine aérospatial et militaire. Même si tous, en fonction de leurs cibles, n'y accordent pas la même importance.

Il convient, bien sûr, de faire la différence entre un journaliste de l'audiovisuel, un agencier et un rédacteur de la presse écrite. Aux communicants, je ne saurais trop conseiller d'adapter les messages et les explications au profil de chacun...

À cet égard, il est d'ailleurs intéressant de constater la multiplication ces dernières années des supports informatiques et autres "blogs" consacrés à l'aéronautique et à la défense. Preuve, s'il en est besoin, que ces sujets suscitent un intérêt croissant que, paradoxalement, ne traduisent pas toujours à sa juste valeur les médias classiques, journaux, radio ou télévision.

On a coutume de dire que la bonne santé financière d'un magazine, généraliste ou semi-professionnel, transparaît dans des revenus équilibrés d'environ 60% en diffusion et de 40% en publicité. Je touche du bois, c'est globalement la moyenne réalisée par Air & Cosmos.

Mais, ne nous leurrions pas. Ces 40% publicitaires pèsent d'un certain poids dans le fonctionnement d'un journal. D'où la nécessité d'un juste équilibre dans le traitement de l'information.

À Air & Cosmos, la tradition veut que les affaires industrielles, techniques et de défense soient traitées séparément. C'est-à-dire dans des rubriques distinctes afin d'avoir, d'une part, la vision du fournisseur et, d'autre part, celle du client.

D'approfondir les problématiques des uns et des autres. De confronter des points de vues, convergents ou divergents, au regard des budgets, des calendriers, des développements ou des enseignements opérationnels.

Ce partage des compétences implique, bien sûr, des passerelles entre les différentes rubriques. Mais il n'est pas non plus dénué de risques... Tel ou tel système pouvant être différemment apprécié par son concepteur et par son utilisateur.

Mais je me dois de reconnaître qu'en tant que journaliste, je n'ai jamais eu, personnellement, à subir de pression tant de la part du monde de l'industrie que d'organismes officiels ou de ma propre hiérarchie, pourtant beaucoup plus exposée.

Je n'en dirai pas autant pour ce qui est de la publicité. Cela fait partie du jeu. Mais à condition toutefois que tous, aussi puissants soient-ils, en acceptent la règle première : la liberté d'informer.

L'information se doit donc d'être précise, argumentée et recoupée. Avec parfois, comme difficulté particulière, l'impossibilité – nous disons de “sourcer” nommément – sa provenance.

Tant il est vrai qu'en matière de défense, l'information passe plus rarement qu'ailleurs par le biais de communiqués officiels. Sa crédibilité – telle que la percevra le lecteur – dépend alors du niveau de confiance accordé au journal et à ses rédacteurs...

Pour nous aussi, la notion de “confiance” est primordiale. Même si, contrairement à une idée répandue, le journaliste est rarement détenteur de secrets d'État. A contrario, il peut lui arriver de détenir des informations dont il ne peut – faute de référentiel – mesurer le degré de confidentialité.

La “confiance” est une valeur partagée. Elle implique à chacun de ne pas dépasser le cadre de ses attributions. Au journaliste de ne pas confondre son rôle avec celui du militaire. Au militaire de ne pas être tenté par la manipulation.

De fait, la question m'est souvent posée : “ne craignez-vous pas d'être manipulé ?”. Le danger est réel. Mais aussi à double tranchant pour le manipulateur. En ce qui me concerne, je n'ai pas le souvenir d'y avoir été objectivement confronté.

“Confiance” n'est pas “collusion” même si le métier de journaliste, proche des milieux de la défense, alimente parfois, chez certains, bien des fantasmes.

Je vous livre un exemple. Il m'est arrivé, après être entré dans un pays du Moyen-Orient plus ou moins légalement, de ne pouvoir en sortir qu'en étant discrètement “exfiltré” par des moyens militaires.

Cela se passait à la fin des années quatre-vingt. Quelques mois plus tard, nous étions, avec ce pays – dont je vous laisse deviner le nom – en état de guerre. Jamais, depuis, il ne m'a été suggéré la moindre notion de dette...

La confiance, dis-je, se doit d'être réciproque. Je me souviens d'un bombardement quelques années plus tôt dans le nord du Tchad sur un terrain d'aviation occupé par des forces étrangères. Il n'existait pas à l'époque de GPS. La question était : « *comment les Jaguar français sont-ils directement arrivés sur leur cible ?* » Je pensais avoir trouvé la solution.

Bonne ou fausse, fallait-il l'écrire ? À l'évidence, non ! Peu de temps après, les chasseurs français réitéraient la même mission...

Les plus petites erreurs ou le manque de perspective, peuvent avoir de lourdes conséquences.

Les limites fixées au journaliste sont celles du bon sens.

Plus encore quand il s'agit de questions militaires. Il existe des lignes à ne pas franchir. La première : ne pas mettre une vie en danger. Avec pour corollaire, ne pas interférer dans le déroulement des opérations.

Plus délicate est toutefois la notion de sécurité nationale qui ne doit pas être confondue avec le choix politique ou l'intérêt particulier.

Le travail de journaliste aéronautique n'est pas forcément le plus exposé. Encore qu'il ne faille pas hésiter à partager les risques.

Durant plusieurs années, chaque été, j'ai eu la chance et le bonheur d'être un des rares – si ce n'est le seul – reporters autorisés à voler sur feux de forêt avec les bombardiers d'eau de la sécurité civile.

Ce fut, une des expériences les plus enrichissantes de ma carrière professionnelle. J'en garde, outre de solides amitiés, bien des souvenirs heureux mais aussi le vécu de situations douloureuses. L'expérience est peu de chose sans l'apport de cette dimension humaine.

Tout au long de ces années, j'ai accompagné aviateurs, marins et terriens dans différents conflits, de la première guerre en Irak jusqu'à l'Afghanistan.

Les techniques de combat ont évolué et les hommes se sont adaptés. En 1990, les interrogations des pilotes français se résumaient souvent à la question : saurons-nous travailler en coalition ?

J'ai le souvenir d'équipages de Transall, spécialisés dans le vol tactique à basse altitude, s'interrogeant sur leurs conditions d'engagement aux côtés des forces américaines pratiquant un tout autre mode d'intervention. Aujourd'hui, ces mêmes équipages franchissent quotidiennement en Asie les plus hauts sommets du monde...

Les pilotes de combat qui étrennaient avec des missiles AS-30 leur première capacité laser travaillent désormais avec des armements air-sol modulaires les plus sophistiqués.

Les Rafale ont succédé aux Jaguar et les drones parcourent le ciel afghan. Qui se souvient du petit "Mart", premier drone "made in France" utilisé au combat, abattu et récupéré par la Légion, aux premiers jours de l'offensive terrestre de "Desert Storm" ?

Depuis 2002 je me déplace régulièrement en Afghanistan. J'aimerais vous en dire quelques mots.

Ce conflit évolue et se durcit d'année en année. À tel point que nul ne peut sérieusement entrevoir une issue autre que politique. Nos aviateurs travaillent là-bas au sein d'une coalition dans laquelle ils sont désormais presque parfaitement intégrés.

Car cette intégration ne relève pas uniquement de facteurs humains. Elle dépend aussi de données matérielles en termes de choix et de compatibilité des systèmes.

À titre d'exemple, il aura fallu attendre quatre ans, pour disposer, en 2010, sur les avions de combat français et sur une poignée de drones, des fameuses liaisons de données air-sol compatibles avec les exigences de nos alliés et celles du terrain.

On le sait, ces systèmes, désormais indispensables dans le cadre d'une coalition, sont d'origine américaine. Permettez que j'y trouve valeur d'exemple devant nous encourager à chercher les solutions nécessaires au maintien et au développement de nos propres compétences. Quitte à mieux les partager en élargissant et en consolidant, sur le long terme, le champ de nos coopérations traditionnelles.

Je terminerai avec quelques chiffres. En 2008, principalement pour les besoins du théâtre afghan, les commandes passées en France au titre des "urgences opérationnelles" s'élevaient à 105 M€. Pour partie au bénéfice d'industries étrangères, notamment américaines. En 2009, ces commandes, plus communément appelées "crash programme", atteindront ou dépasseront 260 M euros prélevés sur le budget global des équipements !

Certes, de tels achats, généralement “sur étagère”, sont indispensables pour répondre aux besoins qui n’avaient pas été formulés dans la loi de programmation ou, plus rarement, pour accélérer quelques programmes.

Mais leur multiplication doit conduire à nous interroger sur les dangers d’interférences avec des programmes de recherche et de développement qui conditionnent, en France et en Europe, le maintien d’une base industrielle et technologique.

C’est, de mon point de vue, un risque nouveau à prendre en compte, à la lumière des exigences, sans cesse croissantes, de nos engagements extérieurs. Risque d’autant plus élevé que 31% des technologies militaires à l’étude sur ce continent sont d’ores et déjà disponibles dans un environnement opérationnel aux États-Unis.

Permettez-moi de conclure avec ce regard posé sur la recherche. Regard d’un journaliste dont le métier ne se résume pas à courir après le “scoop”. Mais aussi à comprendre pour mieux expliquer. Ce qui n’enlève rien à l’envie d’agiter au besoin quelques sonnettes... Quitte à réveiller un auditoire dont j’aurais trop longuement abusé.

Je vous remercie de votre attention.

SÉCURITÉ AÉRIENNE : le retour aux sources

Bertrand de COURVILLE

Commandant de bord, direction de la Sécurité des vols Air France, élu membre titulaire de l'Académie de l'air et de l'espace le 11 juin 2008

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 27 novembre 2009

Monsieur le Président, Mesdames et Messieurs, Chers Consoeurs et Confrères,

(...) Après ce premier retour aux sources, un peu personnel, sur un parcours de pilote, je souhaite partager avec vous ce qui m'a guidé dans le deuxième volet de mon activité professionnelle. Ce deuxième métier, je l'ai consacré à tout ce qui touche au développement des programmes de retours d'expérience tant au niveau d'Air France qu'au niveau international, l'un et l'autre s'enrichissant mutuellement. Le retour d'expérience est en fait la principale mission du service au sein duquel j'ai travaillé. J'ai en parallèle contribué activement aux initiatives de nombreux groupes de travail ou comités. Je peux citer celles de la DGAC, de notre alliance Skyteam, de l'IATA, de la Flight Safety Foundation, de l'OACI, des constructeurs Airbus et Boeing, d'Eurocontrol ou des JAA avec le JSSI, aujourd'hui devenu ECAST avec la mise en place de l'EASA. Je n'oublie pas bien sûr les initiatives de l'Académie auxquelles j'ai eu la chance de participer.

J'ai pu constater tout au long de ces années combien les solutions aux problèmes de sécurité soulevés localement au sein d'une compagnie ou d'une entité particulière sont en fait transverses. Elles nécessitent le plus souvent des stratégies coordonnées pour être efficaces et, au minimum, une large circulation et partage d'informations ainsi qu'un benchmark permanent. Les obstacles et les barrières de toutes sortes sont nombreux mais pas insurmontables. Je pense pour ma part avoir toujours cherché à les réduire. L'Académie me donne une nouvelle occasion d'élargir cette démarche.

Pour expliquer ce travail mené sur le retour d'expérience, le mieux est peut-être de l'illustrer à travers trois cas réels, trois étapes que je pense représentatives du chemin parcouru.

Le premier cas nous renvoie en 1994. Ce jour-là, un commandant de bord m'appelle pour m'informer qu'il avait dû interrompre son décollage la veille après avoir détecté une erreur de configuration juste après la mise en poussée. Il s'agissait d'un événement sans conséquence, l'erreur avait été corrigée. Mais la discussion prolongée qui a suivi avec lui nous a conduit à deux constats :

- les circonstances de cette erreur indiquaient qu'elle était facile à reproduire ;
- d'autres événements de ce type s'étaient très probablement déjà produits.

Le fait que ce type d'erreur, dans les années 1980, ait été à l'origine de deux pertes de contrôle au décollage, celle d'un MD80 chez Northwest et d'un B727 chez Delta*, nous donnait de bonnes raisons de réagir. Sur la base de l'analyse de ce cas nous avons recommandé une modification de nos procédures, mais sans succès. Sans autres données, cette erreur suivie d'un arrêt décollage restait un événement isolé et hautement improbable pour nos interlocuteurs, les check-lists et les procédures en place rendant impossibles de telles erreurs.

Nous avons dû reconnaître que nos arguments étaient insuffisants mais nous n'avons pas abandonné. Nous nous sommes adressés directement à chacun des pilotes de la compagnie avec les questions suivantes :

- au cours de votre carrière, vous est-il arrivé de commettre cette erreur ?
- si oui, pouvez-vous nous décrire les circonstances en précisant comment et à quel moment a été détectée l'erreur ?
- si la réponse est non, pensez-vous que cela puisse vous arriver ?

Nous avons reçu environ 300 réponses dont 79 "oui" à la première question. La plupart de ces réponses décrivaient des erreurs détectées grâce à une check-list ou à une vérification informelle pendant le roulage. Quatre réponses décrivaient un scénario d'arrêt décollage à la mise en poussée, semblable à celui qui nous avait été spontanément rapporté. La quasi-totalité des pilotes ont répondu à la troisième question en disant qu'ils ne se sentaient pas à l'abri d'une telle erreur, même s'ils ne l'avaient jamais commise. Trois pilotes ont répondu dans un sens différent en expliquant que selon eux, les check-lists et alarmes rendaient impossibles ces erreurs, et un accident très improbable.

300 réponses sur 4 000 ce n'était peut-être pas beaucoup mais c'était largement suffisant pour démontrer la réalité de ces erreurs et pour comprendre ce que nous cherchions : la grande majorité des 79 événements s'étaient en effet produits sur une seule famille d'avions, celle pour laquelle les procédures du constructeur prévoyaient de sortir les volets pendant le roulage. Pratiquement aucun cas n'avait été rapporté sur l'autre flotte pour laquelle les volets étaient sortis après la mise en route des réacteurs et surtout avant de commencer à rouler, donc à un moment où l'équipage garde une bonne maîtrise du rythme des actions et des vérifications**.

Avec ces données beaucoup plus précises nous pouvions proposer de réduire fortement la probabilité de telles erreurs en modifiant le moment de sortir les volets sur une

* Nous connaissons aujourd'hui l'accident de Spanair survenu récemment sur un MD80 au décollage de Madrid

** Situation dite "non dynamique" et plus résistante aux interruptions et distractions. Une fois que le roulage est commencé la situation redevient "dynamique". Au moins l'un des pilotes est concentré sur la conduite du roulage, ce qui réduit d'autant la disponibilité nécessaire à des vérifications croisées et augmente les risques d'erreurs liées à des interruptions (message ATC ou autres).

bonne moitié des avions de la compagnie. Après consultation du constructeur, notre proposition a été soutenue et mise en place. Les leçons tirées de cet exemple étaient simples et importantes pour notre démarche :

- sans données nous n'avons que peu de chances de faire bouger les choses ;
- un questionnaire ou un sondage est un moyen simple d'accéder de manière ciblée à certains types d'événements par nature peu visibles.

L'expérience acquise à travers le traitement de ce premier cas m'a fait comprendre à quel point la "visibilité des événements" était un sujet central. Ce qui nous conduit directement au deuxième cas. Entre 1995 et 1996 j'avais demandé aux officiers de sécurité des vols en place dans chaque division d'examiner, sous l'angle de leur visibilité, les événements précurseurs des familles d'accidents tels que les CFIT (Controlled Flight Into Terrain) ou les collisions sur piste. Le but de cet exercice était de conduire chacun à s'interroger sur l'exposition de la compagnie à ces risques et à vérifier notre capacité à en détecter les précurseurs.

Ce travail nous a conduits à constater que dans plusieurs domaines, malgré la quasi-certitude de l'existence d'événements significatifs, peu ou pas de rapports avaient été remis par nos équipages. Dans le domaine bien connu aujourd'hui des incursions sur piste, précurseurs d'accidents de type Ténériffe, rien n'indiquait que nous ayons connu ces événements. Il était risqué d'imaginer que nous n'avions effectivement connu aucun événement. Si ces événements n'étaient pas rapportés, il fallait comprendre pourquoi. L'explication a été vite trouvée : ces incursions existaient et n'étaient pas "cachées" ; pilotes et contrôleurs les traitaient directement entre eux à travers un débriefing "à chaud" mené à la radio ou plus souvent par téléphone après le vol. Les protagonistes en tiraient des enseignements utiles, de manière professionnelle à leurs yeux, mais les leçons restaient "locales" et ne participaient pas à un processus d'apprentissage partagé. Une conséquence directe de cette situation était que nous ne pouvions que sous-estimer notre exposition au risque d'incursion et d'accident de type Ténériffe.

Nous avons alors utilisé la même méthode que précédemment et lancé un questionnaire dédié aux incursions sur piste. Les réponses nous ont permis plusieurs choses :

- de confirmer la réalité de ces incursions qui n'apparaissait pas clairement auparavant ;
- de comprendre comment la majorité d'entre elles se produisaient*.

Nous avons alors publié ces résultats dans notre bulletin de sécurité des vols. Le simple fait de réaliser ce sondage et d'en publier les résultats a montré à tous les pilotes que les incursions étaient un vrai sujet de préoccupation. Alors que nous n'avions au départ aucun rapport sur les incursions, les équipages ont commencé à nous envoyer leurs propres erreurs, celles de l'ATC, les incursions des autres compagnies et les insuffisances des marques au sol de très nombreux aéroports. Les retours reçus les plus significatifs étaient à leur tour publiés, entretenant ainsi la conscience de ce risque et apportant la motivation nécessaire à d'autres rapports.

Nous avons alors lancé un programme sur plusieurs années qui nous a conduits à modifier de manière importante nos procédures de roulage ainsi que notre attitude vis-à-vis

* Lorsque le commandant de bord faisait l'annonce de bienvenue aux passagers à l'approche de la piste, précisément au moment où les instructions d'alignement et de décollage sont reçues ou amendées.

de cette phase de roulage trop souvent laissée pour compte et sous-estimée en termes de risque. Au-delà nous avons examiné les risques associés au développement de notre plateforme de Roissy qui, avec la mise en place des deux doublets de piste, introduisait un nouveau risque lié aux traversées systématiques de pistes après l'atterrissage.

Sur ce dernier point nous étions arrivés à la conclusion que même si nous parvenions à résoudre la totalité de nos propres incursions, nous restions vulnérables à celles des autres compagnies, qu'elles aient eu une origine pilote ou contrôleur. J'ai entrepris alors pendant cette période d'expliquer au niveau du JSSI, l'entité "Safety" des JAA, que le problème des incursions sur piste devait aussi être un sujet de préoccupations européen et pas seulement un problème américain. Beaucoup pensaient à l'époque qu'il s'agissait d'une spécificité américaine favorisée par la densité du trafic et la complexité des plates-formes aéroportuaires comprenant de nombreuses pistes croisées. L'autre argument alors avancé pour ne pas faire de la prévention des incursions sur piste un sujet prioritaire en Europe était l'absence présumée d'incursions et en tout cas l'absence certaine d'accident. Fort de l'expérience acquise à Air France, j'ai soutenu l'idée dans ces réunions qu'il fallait commencer par chercher ces événements avant de dire qu'il n'y en avait pas. La décision a finalement été prise d'entreprendre cette recherche en demandant à chaque aviation civile européenne de faire un état des lieux. La réponse a été malheureusement apportée plus tôt que prévu à travers deux collisions sur piste dont celle d'un MD80 d'Air Liberté avec un petit avion cargo à CDG puis un peu plus tard celle beaucoup plus grave d'un MD80 de SAS avec un petit avion d'affaires engagé sans le savoir sur une piste de décollage à Linat. Le plan européen "EAPRI" de prévention des incursions sur piste a alors été lancé. Nous avons activement contribué à son développement en partageant nos travaux sur le sujet. J'ai à plusieurs reprises participé à la promotion de ce thème dans des ateliers régionaux animés conjointement par IATA Europe et Eurocontrol.

Les leçons et principes tirés de cette période sont encore une fois très simples :

- quand on entend "pas de problème", il faut comprendre "pas de problème rapporté" et se poser la question de la visibilité disponible sur le problème ;
- le retour d'expérience n'est pas un processus passif, il faut savoir ce que l'on cherche, y investir de l'énergie et ne pas hésiter lorsque c'est nécessaire à l'orienter vers des zones précises ;
- la plupart des risques nécessitent un traitement transverse.

Pour poursuivre ce retour aux sources, je vous propose de nous reporter en 2002 avec cette troisième étude de cas. Notre service a reçu à cette date un rapport "anonyme"* qui expliquait une réaction de pilotage allant à l'opposé des indications d'évitement donnée par le TCAS. Il s'agissait d'un "RA" TCAS de type "Adjust vertical speed". L'erreur rapportée n'avait eu aucune conséquence car elle avait été rapidement corrigée par l'autre pilote mais l'auteur de ce rapport précisait n'avoir jamais imaginé auparavant être capable de commettre une pareille erreur. En fait il n'était pas en mesure d'expliquer ce qui s'était

* Malgré ce nom un peu suspect, le rapport anonyme n'a pas pour objectifs de permettre aux personnes de se cacher puisque la plupart signent leur rapport. Ce canal de retour d'expérience permet de capter certaines natures d'événements et d'analyses personnelles de pilotes auxquels nous n'aurions pas accès autrement. Après contact éventuel avec l'auteur et par convention, nous retirons le nom et exploitons bien sûr l'événement. Environ 200 rapports de cette nature sont transmis par an par les pilotes.

passé. Pour notre part, c'était le premier rapport de ce type. Nous avons des raisons de penser qu'il s'agissait d'un événement très probablement isolé mais, à nouveau et en raison du risque immédiat de collision en vol dans une pareille situation, nous avons décidé de le publier. Peu après cette publication, nous avons reçu plusieurs rapports ASR* relatant exactement la même erreur. Les auteurs indiquaient avoir été encouragés à rédiger un ASR après avoir lu notre publication précédente.

L'événement reçu initialement n'était donc pas isolé. La question était de savoir combien de telles réactions opposées se produisaient sur les quelques centaines de RA annuels de ce type observés sur des vols de la compagnie. Pour répondre nous avons décidé d'exploiter l'analyse systématique des paramètres enregistrés sur nos vols en développant un algorithme de détection des corrections inverses. Les premiers résultats ont alors montré qu'environ 7% des RA de type "AVS" donnaient lieu, dans les premières secondes, à des corrections à l'envers.

Nous avons lancé rapidement plusieurs actions combinées :

- une publication et campagne d'affiche sur le RA TCAS "AVS" pour tous les pilotes ;
- une recherche des causes d'erreurs** avec un questionnaire envoyé aux pilotes ;
- une communication de nos résultats vers les autres compagnies à l'aide de l'équipe d'Eurocontrol chargée du TCAS. J'ai écrit à cette occasion deux courts articles dans "l'ACAS Safety Bulletin" d'Eurocontrol.

Fin 2003, grâce à une "Safety Conference d'Airbus" à Barcelone, j'ai pu présenter devant plus d'une cinquantaine de compagnies notre préoccupation sur ces réactions inverses au RA TCAS de type Adjust Vertical Speed en partageant nos résultats, nos actions de prévention et en proposant à ceux qui étaient intéressés de leur envoyer notre algorithme d'analyse des vols. La plupart des compagnies disaient ne pas avoir rencontré ce problème mais admettent ne pas l'avoir vérifié à l'aide de l'analyse systématique des vols. L'une d'entre elles, Lufthansa, a accepté l'idée, lancé sa propre recherche et découvert exactement les mêmes résultats que nous ! Air France et Lufthansa ont dès lors agi conjointement, rejointes par la suite par British Airways et d'autres compagnies européennes. De nombreuses données et analyses ont été collectées et communiquées aux équipes chargées d'évaluer une évolution du TCAS.

Avec les études d'une équipe de l'ex CENA, le soutien de l'AEA et de l'IATA, le sujet a été par la suite porté au niveau de l'EASA et de la FAA. Enfin, début 2008, le groupe du RTCA chargé des standards techniques du TCAS validait à Bruxelles une modification du TCAS ouvrant la voie à une certification*** et concluait ainsi un processus entrepris près de

* ASR : Air Safety Report ou rapport sécurité des vol réglementaires, transmis à la DGAC et au BEA. Air France en reçoit 5 à 600 par mois, un taux comparable à celui des compagnies les plus avancées.

** Ces erreurs avaient pour origine la combinaison de trois facteurs :

- l'ambiguïté de l'annonce automatique "Adjust" qui n'indique pas dans quel sens appliquer la correction
- un manque de clarté de l'information visuelle présentée au pilote, aujourd'hui corrigé par les constructeurs
- l'impossibilité de reproduire efficacement cette alarme TCAS au simulateur et donc d'entraîner les équipages.

*** Un nouveau standard du TCAS a aujourd'hui été certifié. Sa mise en place est soutenue au moins en Europe. Au lieu de demander "d'ajuster le vario", l'annonce demande une simple mise en palier. De son côté Airbus a développé une nouvelle fonction FD TCAS qui permet un suivi direct de l'évitement, soit en manuel avec le directeur de vol (FD) soit avec le pilote automatique.

5 ans auparavant avec l'envoi d'un simple retour d'expérience anonyme par un pilote d'Air France.

Ce dernier cas nous a montré la variété, l'étendue et la complémentarité des canaux de retour d'expérience utilisables* par une compagnie pour atteindre un résultat.

Au-delà, nous avons pu en tirer les leçons suivantes :

- il n'est pas nécessaire d'avoir beaucoup d'événements pour entreprendre une action,
- un problème identifié dans une compagnie a toutes les chances d'exister ailleurs. Tout doit être fait pour partager les faits et les données disponibles le plus largement possible. Le traitement du problème soulevé en sera d'autant plus efficace.

Comment améliorer aujourd'hui les programmes de retour d'expérience ?

Les trois exemples précédents, vécus "en direct" nous ont permis de faire apparaître les différentes facettes et enjeux de nos programmes de retour d'expérience, celui d'Air France en particulier mais aussi ceux mis en place à l'échelle européenne avec des programmes comme ECCAIRS ou mondiaux comme ceux de l'OACI ou de l'IATA avec le GSIC* ou ceux plus anciens et abandonnés comme GAIN**, ce dernier ayant eu le mérite de défricher le sujet en révélant les possibilités mais aussi les limites d'un programme lorsqu'il devient trop ambitieux.

Pour traiter efficacement nos risques, nous avons besoin d'une compréhension plus fine et surtout plus pertinente des événements que nous recueillons. Les informations pertinentes sont par définition celles qui nous aident à mieux comprendre et réduire un risque. Il n'est pas nécessaire que l'événement rapporté soit décrit dans le détail, il doit contenir suffisamment d'informations pour nous permettre de comprendre quelle nature d'accident est en jeu, quelles "défenses" techniques ou humaines n'ont pas, ou ont mal fonctionné pour rendre l'événement possible et quelles "défenses" techniques ou humaines ont fonctionné pour permettre la récupération de la situation.

Nous avons ici un premier axe d'amélioration qui touche à la source même des retours d'expérience. L'objectif est de les rendre plus pertinents pour les rendre plus exploitables. Il y a plus de dix ans une étape a été franchie avec la mise en place d'une formation aux facteurs humains destinée à tous les pilotes. Le nombre de rapports évoquant spontanément des erreurs humaines avait alors augmenté significativement. La qualité de ces rapports s'était également améliorée. Les équipages disposaient d'une meilleure connaissance des principaux mécanismes d'erreurs et pouvaient plus facilement les identifier pour en parler. Nous poursuivons actuellement dans ce sens avec la démarche dite "TEM" ou "Threat and Error Management" encouragée par l'IATA et l'OACI. Elle consiste à identifier concrètement lors des briefings de départ et d'approche les principales menaces liées aux particularités du vol pour dire comment elles vont être gérées.

On trouve le même enjeu et les mêmes sources d'améliorations à une autre étape du processus, au niveau des personnes et entités qui doivent décider des actions de

* GSIC : Global Safety Information Center.

** GAIN : Global Aviation Information Network

prévention à entreprendre. Établir les conséquences possibles d'un fait rapporté et en apparence banal, sans en connaître toutes les circonstances, n'est pas toujours simple. Un bon programme de retour d'expérience dans une grande compagnie collecte des milliers d'événements de toutes natures. Les filtrer et établir des priorités dans leurs traitements constitue un vrai défi. Nous avons progressé il y a six ans lorsque, devant la grande variété de scénarios d'accidents possibles nous avons décidé de les regrouper en un nombre très limité de familles qualifiées de "génériques" et qui nous servent de référence :

- collision avec le sol (CFIT ou Controlled Flight Into Terrain) ;
- perte de contrôle en vol avec impact ;
- collision en vol entre deux appareils ;
- collision sur piste ;
- sortie de piste à grande vitesse ;
- autres dommages ou blessures en vol (consécutifs à des turbulences sévères, à des impacts de grêle ou d'oiseaux, un déplacement d'objet en cabine, etc.) ;
- autres dommages ou blessures au sol.

Ce choix d'un nombre limité de familles nous aide aujourd'hui à simplifier et à hiérarchiser les retours collectés. Il nous permet également de mieux mobiliser les personnels et le management autour de risques bien identifiés. Plus généralement, l'exploitation des retours d'expérience a gagné en cohérence : pour chacune de ces familles d'accidents il nous aide à regarder en permanence jusqu'à quel point nos équipements, procédures, programmes de formation nous apportaient les marges de sécurité attendues. Dans cet esprit nous avons complété notre dispositif en introduisant une revue régulière des accidents survenus dans le monde ainsi que celle des programmes de préventions nationaux ou internationaux en cours. Cette démarche a débouché sur l'établissement d'un plan annuel de prévention dont les principes ont été adoptés par l'IATA et par certaines compagnies. La mise en place du Système de Gestion de la Sécurité (SGS) de l'OACI ou Safety Management System (SMS) va permettre de la développer et rendre plus efficaces nos démarches avec nos principaux partenaires, aéroports, ATC, organismes de maintenance et DGAC.

Restent les outils et en particulier les bases de données utilisées aujourd'hui pour traiter les retours d'expérience. Elles permettent de stocker chaque mois des centaines de rapports, voire des milliers si l'on parle des bases de données nationales ou internationales. Mais rien n'est prévu lors de la saisie d'un événement pour mettre en évidence la famille d'accidents en jeu, la ou les défaillances des "défenses" techniques ou humaines qui rendent l'événement possible et celles qui ont permis la récupération de la situation. Une base de données construite autour de cette idée permettrait une exploitation du retour d'expérience plus efficace.

Conclusion

En matière de sécurité rien n'est définitivement acquis. Nos environnements économiques, techniques et humains changent en permanence. De réels progrès sont accomplis, certains scénarios d'accidents deviennent peu probables mais dans le même temps, et sans que nous en soyons conscients, des défenses ou protections sur lesquelles

nous comptons s'éroder, deviennent moins efficaces ou sont simplement absentes, rendant possible l'émergence de nouvelles natures d'accidents. Ne serait-ce que pour cette raison, le retour d'expérience à l'échelle la plus large et transverse possible gardera une place centrale dans toutes les démarches de sécurité.

Nous avons vu ici ses forces et ses faiblesses ainsi que certaines améliorations possibles qui doivent être prises en compte par l'ensemble de l'industrie.

Merci pour votre attention.

LE CFM... 35 ANS DE VIE COMMUNE

Jacques RENVIER

Directeur adjoint marques techniques chez Snecma, élu membre titulaire de l'Académie de l'air et de l'espace le 11 juin 2008

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 27 novembre 2009

Remerciements

C'est un réel honneur d'avoir été reçu au sein de cette Académie et je vous remercie de m'y avoir accueilli. J'ai eu le plaisir d'y revoir de nombreux collègues avec lesquels j'ai partagé mon parcours professionnel.

Je voudrais à cette occasion remercier Jean Calmon qui m'a aidé à apprendre mon métier dans mes premières années à Snecma et qui influença ma carrière en me conseillant tout au long de celle-ci.

Je suis plus à l'aise pour parler de nos produits ou de technique mais je vais essayer d'évoquer rapidement avec vous ma carrière de motoriste du développement au support client.

Les années de formation

Le premier choix que j'ai eu à faire après le Bac était un choix de priorité entre le sport et la préparation des grandes écoles. J'étais stagiaire à Institut national des sports et je pratiquais plusieurs sports dont le rugby, néanmoins je choisis les classes préparatoires... et en finale j'intégrais l'ENSMA.

C'est à l'ENSMA que j'ai définitivement choisi de faire carrière dans l'aéronautique.

Les années Concorde

À la sortie de l'école je me suis trouvé détaché au STAé section moteur dans la section de Michel Lasserre, ingénieur en chef moteur études générales. Avec M. Pianko, je vais

travailler à une proposition française de norme de bruit pour des avions équipés de moteurs de 10t de poussée ayant un taux de dilution autour de 6. Ce fut mon premier contact avec le CFM dans sa version avant-projet. Il ne s'appelait alors que M56 (Moteur 56).

À l'issue de mes 16 mois, sur les recommandations de Pierre Lachaume, ingénieur en chef de la section moteur, et de Michel Lasserre, je rejoins l'équipe Concorde de Snecma pour travailler sur les performances et la définition aérodynamique de l'arrière-corps Concorde.

Je vais entre autres y découvrir les problèmes posés par l'intégration du système propulsif à l'avion... Un intérêt que je conserverai tout au long de ma carrière.

Mon activité, au niveau de la définition aérodynamique et des performances, va rapidement avoir à se concentrer sur la définition d'un concept d'arrière-corps pour la série et ce dans un contexte où la technologie à retenir pour la série ne faisait pas l'unanimité au sein des partenaires. J'y découvrirai les interminables discussions sur la comparaison au 1/1000 près de performances mesurées au mieux à 0.5%.

Début 1974, Jean Calmon me propose de rejoindre un programme moteur en coopération qui démarrait, le CFM 56, et je n'imaginais pas que ce programme m'accompagnerait tout au long de ma carrière.

Je retrouverai toutefois avec un grand plaisir Concorde en 1993 dans mes fonctions d'après-vente et je m'engagerai personnellement dans toutes les actions à mener y compris en participant à l'enquête accident, ainsi qu'à sa remise en vol et ce jusqu'à la conclusion du programme.

Les années conception CFM56

Suite à l'accord Nixon Pompidou, GE reçoit en Septembre 1973 l'autorisation du gouvernement américain de coopérer avec Snecma sur le CFM56. L'équipe CFM se structure et j'ai accepté de rejoindre cette équipe jeune, dirigée par un ingénieur en chef de grand talent Pierre Alesi, ayant un sens très fort de la notion d'équipe.

Les accords de coopération 50/50 sont signés le 24 janvier 1974 et prévoient que chaque partenaire exécutera 50% du programme, la JV partagera les revenus et pas les coûts, chaque société est responsable de sa rentabilité.

Le moteur prend le nom de CFM56 : CF pour commercial Fan, appellation des moteurs de GE de l'époque (CF6, CF34...) et M56 pour Moteur 56 appellation Snecma.

Dans le partage des tâches Snecma est responsable du système basse pression et de l'inverseur pour les tâches modulaires et pour les tâches non modulaires : du bruit, de l'installation sur avion. Pour ma part, je suis plus particulièrement chargé de l'installation, des performances et de l'intégration du système propulsif, de la nacelle et de l'acoustique.

Le premier essai moteur aura lieu en juin 1974 aux États-Unis et le premier en France en novembre 1974.

Les essais moteur se déroulent sans problème et en mars 1975 un programme de certification avec un objectif de certification en fin 1977 est défini et autorisé au plus haut

niveau de l'État. Les objectifs techniques sont ambitieux :

- une poussée de 24 000 lbs pour un diamètre fan de 1,735 m, et par rapport aux avions existants une réduction du niveau de bruit de 15 à 20 db, une réduction de la consommation de carburant de 20 à 25% ;
- des coûts de maintenance réduits, un concept de maintenance relativement nouveau dit "*on condition*" et un renforcement des essais dit "d'extra sévérité" au-delà des exigences de l'époque pour fiabiliser au maximum le moteur dès son entrée en service.

La vision du marché de l'époque est de 4 000 à 6 000 moteurs.

Malheureusement nous avons un programme de certification mais pas d'application. Une intense prospection commerciale s'intensifiait.

Après l'arrêt prématuré du Mercure et dès 1974, les discussions autour d'un avion Super Mercure démarraient et Dassault allait nous pousser à étudier un moteur de même corps HP mais de diamètre fan plus petit le CFM "Junior" à l'origine du CFM56-3.

La part de marché attribuée à ce moteur fait l'objet de débat au sein de CFM avec une vision allant de 300 à 1 200 moteurs. Nous livrerons plus de 4 000 moteurs mais avec le B737.

Les probabilités de démarrage d'un nouvel avion restant incertaines nous nous tournons intensément vers des remotorisations. Les premières études démarrent autour du KC135 (gain de 50% de l'emport carburant) et DC8-60/70 (plus de 20% de réduction de consommation) ; je vais avoir à étudier avec les avionneurs à peu près tout ce qu'il est possible de remotoriser avec un moteur de 10 t de poussée : B737, DC9, B727, Fokker, Bae, Hawker... Toutes ces options possibles impactent la définition du moteur surtout au niveau du corps basse pression et de l'installation, de responsabilité Snecma. Les études menées par l'équipe installation, suivies au plus haut niveau de GE et Snecma, sont intenses... Et les déplacements nombreux.

Les essais en vol

À défaut de lancement de programme de production, plusieurs programmes d'essais en vol sont lancés : Caravelle pour CFM, YC15 avec Douglas, B707 avec Boeing.

Je découvre alors Boeing et Douglas. Snecma est peu connue et le nom est même compliqué à prononcer pour un Américain.... Mais mon expérience Concorde va me servir de carte de visite et permettre de me faire reconnaître par nos collègues américains.

D'autant plus que le CFM est retenu pour motoriser l'avion militaire expérimental C15 à aile soufflée et un programme de démonstration en vol est décidé le YC15. Cette configuration nous impose une nacelle à flux mélangés avec un mixer à concevoir pour minimiser la température du jet moteur au niveau des volets de l'aile. Il a donc fallu rapidement conduire un programme de développement d'arrière-corps à flux mélangés adapté à l'objectif Douglas. Il inclura des essais sur notre banc volant Caravelle qui vole depuis mars 1977 dans une configuration nacelle longue à flux mélangés.

Le moteur et le système propulsif ont tenu les spécifications mais le programme de développement avion C15 sera annulé en 1978.

Sensiblement à la même époque démarre une coopération Douglas Dassault sur un dérivé du Mercure, l'ASMR (Aircraft Short Medium Range). Nouvelle pression sur CFM pour développer un moteur à diamètre fan plus petit, que nous finirons par proposer, mais cette coopération s'arrêtera en 1978.

En 1977 un programme de démonstration en vol sur B707 est lancé avec un inverseur de responsabilité et conception Snecma dont la fabrication sera confiée à Hispano, avec un démarrage de cette activité au Havre.

La campagne d'essais sera un succès donnant confiance à Boeing et dans le produit et dans la solidité de la coopération CFM.

Boeing proposera alors à l'USAF la remotorisation des KC 135.

Sur le DC8 la société Cammacorp dirigé par l'ancien président de Douglas est retenue par CFM pour assurer la maîtrise d'œuvre et la vente des avions DC8 série 70 remotorisés. Le CFM apporte un gain de carburant de 22%, un bruit au niveau stade 3, un gain de rayon d'action de 1 600 km.

Enfin Snias/Airbus vont travailler à un avion qui pourrait être mis en service en 1982. En 1978 Snias, BAe, MBB et Fokker confirment leur intention de coopérer et commercialiser le JET (Joint European Transport) au sein d' Airbus. Je vais enfin retrouver quelques collègues de l'époque Concorde, particulièrement André Bord.

Début 1979 il nous reste l'essai de 150 h à faire pour certifier le moteur. Nous sommes maintenant connus. La crédibilité de la coopération et du produit s'est renforcée... Mais toujours pas de commande... Et toujours beaucoup d'études d'avionnage. Nous travaillons à un plan de veille du programme. Le président Ravaud dira : « *j'entends le souffle des vautours tournoyant autour du siège* », des collègues américains cherchent des points de chute.

Les années avionnage

Le 29 mars 1979 UAL annonce une commande de 400 M\$ pour remotoriser 30 avions DC8-71. Les commandes Delta et Flying Tigers suivront. Nous terminons le programme de certification le 8 novembre 79 (7000 h d'essais dont 360 h de vol). Le premier vol aura lieu sur DC8 en mai 81, les vols commerciaux en avril 82...110 avions seront remotorisés.

Puis en 1981 l'USAF et l'AAF décident de remotoriser 462 KC 135, je vais découvrir Wichita. Si le moteur reste très proche de la définition qui a volé sur B707, les spécificités du programme imposent une nouvelle installation, de nouveaux équipements.

Le programme CFM est lancé au travers des programmes de remotorisation.

Les applications vont alors se développer. Les travaux progressent bien sur le projet européen et sur le B737. En 1982 je suis nommé ingénieur en chef CFM études nouvelles et je ferai une petite infidélité au programme CFM en travaillant avec A. Adamson à la définition d'un nouveau concept de propulsion : la "*new invention*" qui évoluera vers le concept "*unducted fan*".

En 1983 je suis nommé ingénieur en chef CFM 56.

Les années ingénieur en chef

B737

Les caractéristiques des avions nous imposent de proposer un moteur de plus petit diamètre fan et nous ressortons le projet "CFM Junior".

L'installation d'un moteur CFM d'un diamètre fan de 1,5m sous l'aile du B737 va être l'occasion d'un travail d'intégration difficile avec W. Gillette de Boeing pour aboutir à une configuration originale sur le plan aérodynamique à nacelle trianguloïde. Le moteur sera certifié en 1984 à 22 000 lbs de poussée puis en 1986 à 23 500 lbs. La nouvelle version apporte un gain de 20% de Fuel Burn, une réduction considérable du bruit.

Airbus

Les premières discussions avec Airbus pour l'avion de 150 pax datent de 1978.

Les avant-projets se font autour du CFM56-2, mais rapidement le moteur devra évoluer en cohérence avec les objectifs d'Airbus.

Le moteur proposé en finale sera le CFM 56-5. 25 K poussée et 10% de gain carburant dans le même diamètre fan. Ce moteur fut pour nous un vrai challenge particulièrement au niveau performance et au niveau intégration incluant la première régulation numérique pleine autorité.

La coopération technique avec Airbus a été exemplaire et nous a permis de faire un pas technologique. Airbus et en particulier A. Ortega, A. Garcia, A. Bord et G. Theron y ont joué un rôle important.

Le moteur sera certifié en août 1987 et le dernier essai perte d'aube fait et réussi en août.

Les années programme

Fin 1988, H. Bonneaud, directeur technique Snecma, me demande de prendre la responsabilité de l'audit technique et de créer un secteur sécurité des vols moteurs civils. Rapidement j'aurai à prendre contact avec l'accident aérien et malheureusement j'aurai à piloter au nom de CFM l'enquête de plusieurs accidents dans ma carrière. Cette expérience, difficile, me fera découvrir le fonctionnement de l'enquête technique mais aussi le fonctionnement de la justice avec ses procédures et ses experts. Je continuerai tout au long de ma carrière à m'investir dans le domaine de la sécurité au travers de groupes de travail, et en tant que vice-président du "Safety Standard Consultative Committee" de l'EASA.

En 1990, Snecma me proposera de rejoindre le siège social et de devenir directeur des programmes CFM et vice-président exécutif de CFM. Je tente de refuser mais après d'amicales pressions j'accepte pour deux ans maximum, j'y resterai 4 ans... Ayant à y assurer la mise en service du CFM56-3 et du 5A, le lancement ou la certification des moteurs 5C, 7 et 5 B.

J'aurai dans ces fonctions le plaisir de travailler avec Louis Gallois.

Les années Snecma Service

En 1993 j'ai enfin mon bon de sortie et je suis nommé directeur de l'après-vente moteurs civils et avec le support et les conseils de G. Sangis et quelques collaborateurs de grand talent, je vais avoir à préparer la société à la montée en puissance du nombre de clients et de moteurs en exploitation. Le support CFM est partagé en deux zones géographiques. GE a 1/3 des clients et 2/3 des moteurs en exploitation et Snecma 2/3 des clients et 1/3 des moteurs. Nous allons être constamment jugés en comparaison avec GE dont le support est considéré par les clients comme le meilleur des supports motoristes et nous n'avions pas d'autre choix que d'être au même niveau.

Entre mon arrivée et mon départ le nombre de clients CFM est passé de 140 à 400 et le nombre de moteurs en service a doublé de 7 000 à 14 000. La mise en place d'une organisation de gens motivés, d'un CSC, d'un centre de distribution rechanges performant et de représentant technique de haut niveau auprès des compagnies nous a permis je crois de relever le défi.

Puis ultérieurement je participerai en tant que directeur des opérations clients à la création et au développement de Snecma Services avec un challenge supplémentaire... démontrer à nos clients, en particulier ceux ayant des ateliers de réparation, que cette organisation amenait un plus en termes de qualité de support.

Le retour à la DT

Après 10 ans de support clients et d'activités MRO/ services je considère qu'il est temps de passer la main et demande l'autorisation de quitter Snecma Service. Je vais alors entrer à la direction technique comme DT technique adjoint, et prendre la responsabilité des ingénieurs en chef et de la division Intégration et avant-projets avec comme priorité d'apporter mon expérience au support des moteurs en service, à la préparation des briques technologiques pour le successeur du CFM, au développement des programmes TP400 et SaM146.

Je n'échapperai pas à apporter ma contribution à quelques audits et groupes de travail : pour le compte de l'ESA, pour Airbus sur l'inverseur à commande électrique de l'A380, pour GE sur le GP7000 ou pour le compte de EPI consortium en charge du développement du TP400.

Le programme SaM146 a été une nouvelle opportunité de découvrir un partenariat et un avionneur, atypique par rapport à notre expérience. Les travaux de développement et d'intégration moteur se sont faits avec beaucoup de pédagogie et la nécessité de faire l'effort de comprendre la mentalité et les modes de fonctionnements russes.

Préparer le futur

Le choix de l'architecture, du cycle moteur qui succédera au CFM56 est un vrai challenge technique et ce à quel horizon ? 2015 ou 2020 ou 2024... ? Sans exclure aucune option technologique nous avons avec notre partenaire GE retenu deux architectures privilégiées :

- LEAP X : Moteur à grand taux de dilution (BPR 10) apportant une réduction de consommation de 16% par rapport aux moteurs existants, une réduction de bruit au

niveau "Stage 4 -10 à -15 db". Pour maîtriser la masse, l'introduction de composites dans les parties froides et chaudes, développées en s'appuyant sur les compétences du groupe Safran, apporte un gain de masse potentiel de 1350 lbs par avion.

- Pour une entrée en service en 2018/2020, un moteur à aubes non carénées appelé "*Open Rotor*" apporte un gain de carburant de 26% en amenant le rendement propulsif au voisinage du maximum pratique mais avec un compromis sur le bruit vs LEAP. Beaucoup de travail reste à faire pour consolider le projet et définir les plans de mitigation des risques au niveau bruit (niveau, fréquence...), certification ensemble propulsif et avion, intégration ensemble propulsif avion...

Les briques technologiques sont en cours de développement pour ces architectures et nous travaillons étroitement avec les avionneurs et les autorités de certification pour identifier les risques et travailler à les maîtriser.

Je voudrais également évoquer enfin une action dans ma carrière qui me tient à coeur : mon soutien à mon école d'origine l'ENSMA et à ses élèves depuis de nombreuses années en participant principalement au conseil scientifique puis au conseil d'administration de l'école.

Conclusions

Je vous remercie une nouvelle fois de m'accueillir parmi vous.

Le CFM a maintenant plus de 20 000 moteurs en service, 8 100 avions propulsés par CFM, 480 millions d'heures de vol cumulées, un décollage toutes les trois secondes. Ce succès est le fruit d'un travail d'équipe constant dans toutes les disciplines : techniques, production, ventes, après-vente... Et ce depuis l'origine.

Il nous faut nous préparer pour être capables de répondre aux besoins du marché sans arrogance, une position de leader n'est jamais acquise.

Ma carrière Snecma se terminera après la certification des TP400 et SaM146... Et j'aurai grand plaisir à continuer l'aventure aéronautique avec l'Académie, mes consœurs et confrères. Merci de votre attention.

OBSERVER L'ESPACE... OBSERVER DEPUIS L'ESPACE

Pierre BAUER

*Ancien directeur adjoint de la recherche au Centre national de recherches
météorologiques de Météo-France, élu membre titulaire de l'Académie
de l'air et de l'espace le 22 juin 2009*

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 11 février 2010

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

Je suis très heureux et très honoré d'avoir été accueilli au sein de cette académie. J'ai, comme vous pourrez le constater dans la suite de mon exposé, côtoyé au cours de ma carrière de nombreux membres de cette assemblée, à commencer par Gérard Brachet, du temps où il passait ses nuits à guetter le passage des satellites artificiels du côté de la tour solaire à Meudon.

Il est de coutume ici de retracer les grandes étapes de son propre itinéraire. Je vais me prêter à cet exercice en vous donnant rapidement quelques points de repère. Je souhaite aborder ensuite trois étapes de l'observation de la Terre et de son environnement auxquelles j'ai été associé à des titres divers.

Après une classe préparatoire au Lycée Saint Louis à Paris, j'ai intégré l'Institut polytechnique de Grenoble pour y préparer un diplôme d'ingénieur électricien. Heureux bénéficiaire d'une des premières bourses de l'ESRO, agence spatiale européenne naissante, j'ai pu découvrir, au cours de ma thèse effectuée dans un laboratoire de la Nasa à l'université du Michigan, les mesures obtenues par les satellites Explorer. Dans un contexte incomparablement plus facile qu'aujourd'hui, il s'en est suivi une carrière très linéaire de chercheur au CNRS, parsemée de quelques détachements aux États-Unis, au ministère chargé de l'Espace et à Météo-France. Ce fut également pour moi l'occasion d'être à la croisée de la recherche académique et de la recherche appliquée. Après une première affectation au Centre national d'études des télécommunications, j'ai succédé à

Jacques Blamont, l'un des membres fondateurs de l'Académie, à la direction du Service d'Aéronomie du CNRS, J'ai ensuite rejoint l'Observatoire Midi-Pyrénées à Toulouse et ai finalement abouti à la direction adjointe de la recherche de Météo-France. Les différents laboratoires auxquels j'ai été associé ont tous en commun d'avoir, ou d'avoir eu, une forte implication dans les programmes spatiaux et d'avoir ainsi tissé des liens privilégiés non seulement avec le CNES, mais également avec l'Agence spatiale européenne, la Nasa aux États-Unis et l'IKI (Institut de recherche spatiale) en Russie.

Je souhaite maintenant évoquer trois domaines d'activité qui ont connu d'importantes évolutions à la fin du XX^e siècle et à l'aube du XXI^e : "l'environnement lointain de la Terre", "la couche d'ozone stratosphérique" et le projet européen GMES de "surveillance globale pour l'environnement et la sécurité". J'ai pu ainsi successivement suivre une démarche de "chercheur" de base puis, en tant que responsable d'un laboratoire spécialisé dans l'étude des atmosphères de la Terre et des planètes, être associé à des programmes d'étude dont les enjeux sociétaux constituaient un défi majeur et, enfin, assurer la coordination de la participation française à un grand programme européen, au cours de sa phase initiale.

À la fin des années 50 plusieurs éléments se conjuguent pour mobiliser fortement la communauté de la géophysique externe. Il s'agit, tout d'abord, de la préparation de l'année géophysique internationale qui suscite un déploiement considérable de moyens d'observation, notamment en Antarctique. Il s'agit, ensuite, de la course vers l'espace, dont on anticipe l'apport potentiel à l'étude de l'environnement lointain. Il s'agit, enfin, des progrès technologiques importants réalisés dans la mise en œuvre des dispositifs instrumentaux, en particulier dans le domaine de la radioélectricité (radars, radiotélescopes...). Au bout du compte, les connaissances relatives aux couches externes de l'atmosphère et à leur comportement en réponse à l'activité solaire progresseront considérablement et, par ailleurs, la physique des plasmas naturels connaîtra un important développement.

Les couches externes de l'atmosphère, soumises au rayonnement solaire et aux flux de particules issues du soleil, ou vent solaire, ont la propriété d'être ionisées. Leur distribution spatiale dépend fortement du champ magnétique terrestre qui est lui-même perturbé par le soleil. Ces couches prennent la forme d'une comète et constituent ce que l'on appelle la magnétosphère. La connaissance de la magnétosphère, dont les moyens d'étude se limitaient dans les années 50 à l'observation des aurores et à la détection d'ondes électromagnétiques naturelles, connaît un fort développement dès le lancement des premiers satellites artificiels. En effet, d'une part la mesure du frottement exercé par l'atmosphère sur les Spoutniks permet rapidement d'obtenir des données sur la densité atmosphérique et, d'autre part, les Explorer, équipés, presque par hasard, de compteurs Geiger fournissent les premières mesures de concentrations de particules chargées et conduisent en particulier à la découverte des "ceintures de Van Allen". J'ai la chance, quelques années plus tard, d'avoir accès, pour ma thèse, aux données des satellites Explorer et de pouvoir ainsi étudier une région des hautes couches de l'atmosphère ionisée dénommée "protonosphère" en raison de la prédominance des protons.

À côté de cette activité spatiale, un autre développement important voit le jour à la même époque, celui de l'observation des hautes couches de l'atmosphère au moyen de "la

diffusion incohérente” des ondes électromagnétiques par les électrons des couches ionisées de l’atmosphère ou “ionosphère”. L’idée selon laquelle des électrons soumis au champ électrique d’une onde sont mis en mouvement et ré-émettent à leur tour des ondes (“incohérentes” dans la mesure où les électrons sont distribués de façon aléatoire dans l’espace), revient à Charles Fabry au début du XX^e siècle. La vérification expérimentale de cette idée reste toutefois inaccessible à la mesure jusqu’en 1958, date à laquelle William Gordon, aux États-Unis, réalise que les progrès obtenus dans le domaine de l’électronique la rendent désormais possible à condition de déployer des antennes de grandes dimensions. À l’initiative des États-Unis deux projets pharaoniques voient le jour au début des années 60 : le radar d’Arecibo à Porto Rico doté d’une antenne de 300 m de diamètre et le radar de Jicamarca au Pérou dont la principale caractéristique est un carré de dipôles de 300 m de côté. La France à son tour, suivant la suggestion d’Owen Storey, scientifique britannique en poste au Centre national d’études des télécommunications, décide d’adjoindre, au radiotélescope de Nançay (Cher), en cours de construction, un émetteur illuminant une colonne verticale située 300 km au sud de Nançay. Le CNET, dont l’intérêt pour l’étude de “l’ionosphère” découle de ses responsabilités en matière de télécommunications à grande distance, confie le projet de “Sondeur à diffusion” à Michel Petit. Son équipe est très rapidement intégrée dans une collectivité scientifique internationale extrêmement active qui développe un programme coopératif remarquable. Non seulement le fonctionnement de l’ensemble des radars s’en trouve coordonné, mais leur exploitation s’inscrit également en totale synergie avec celle des moyens spatiaux pertinents. Les connaissances sur la structure et la dynamique de l’ionosphère et de l’atmosphère progressent alors rapidement. L’un des résultats concrets, toujours d’actualité, se trouve dans l’établissement de modèles de la haute atmosphère, d’intérêt pour les trajectographies des satellites, associant les radars et les observations satellitaires, notamment celles obtenues grâce aux microaccéléromètres de “Cactus”.

Les questions soulevées par l’interaction entre le “vent solaire” et l’atmosphère conduisent les différentes équipes à concentrer leur effort dans les régions de hautes latitudes où se produisent les phénomènes les plus remarquables. Des projets se développent en Alaska, au Groenland et en Scandinavie. Il s’agit dans ce dernier cas du système européen EISCAT implanté initialement entre la Norvège, la Suède et la Finlande et étendu ensuite au Spitzberg.

Au cours des années 1970, les craintes suscitées par l’impact de l’aviation supersonique commerciale en matière de pollution stratosphérique sont, tant en Europe qu’aux États-Unis, à l’origine de nombreuses études de laboratoire sur la chimie de l’atmosphère ainsi qu’à la mise en oeuvre de campagnes d’observation de la stratosphère. Si l’ensemble de ces travaux ne permet pas de mettre en évidence un impact décisif des vols supersoniques sur la couche d’ozone stratosphérique, ils conduisent toutefois à identifier un rôle spécifique des fréons dans les réactions chimiques affectant l’ozone. La question demeure essentiellement “académique” jusqu’en 1985 avec la découverte en Antarctique d’un phénomène de destruction temporaire massive de la couche d’ozone. Tout l’investissement expérimental et observationnel, engagé depuis une décennie, permet alors rapidement d’identifier les causes exactes du phénomène et aboutit au protocole de

Montréal en 1987 sur l'arrêt de la production et de la diffusion des fréons et des halons. Après que des organismes tels que l'Onera et l'EERM (Centre de recherche de Météo-France) eurent joué un rôle décisif dans le cadre du COVOS (Comité d'études sur les conséquences des vols stratosphériques), le Service d'aéronomie s'engage, sous le pilotage de Gérard Mégie, directeur adjoint du Service d'aéronomie et membre correspondant de l'Académie, dans de vastes campagnes de mesure à l'aide de Lidars, de moyens aéroportés et spatiaux, et de ballons stratosphériques. C'est alors que des difficultés surgissent avec une campagne médiatique visant à semer le doute sur le rôle effectif des fréons et des halons... Un point de vue indéfendable aujourd'hui à l'aune des acquis scientifiques.

À la fin des années 1990, les préoccupations en matière d'environnement et de risques naturels ou industriels conduisent l'Union européenne et l'Agence spatiale européenne à proposer le programme GMES de surveillance globale pour l'environnement et la sécurité. Il s'agit, à l'instar de la météorologie, de mettre en place, dans des secteurs spécifiques, des moyens opérationnels pérennes de surveillance (spatiaux, *in situ*) et de gestion et diffusion de l'information. Au bout de 10 ans, 5 services ont vu le jour. Ils concernent l'océanographie, l'atmosphère (chimie, pollution), les surfaces continentales, la gestion des risques et la sécurité.

Le service Myocean, piloté par le groupe d'intérêt public Mercator, est très illustratif de la démarche. Il associe les moyens d'observation spatiaux, les dispositifs en mer et les moyens de calcul "assimilant" les données dans les modèles. Myocean fournit sur l'ensemble de la planète des prévisions de l'état de la mer à une échéance de 15 jours. Il s'agit d'informations essentielles pour le transport maritime, la plaisance, le sauvetage en mer, la pêche, la pollution par hydrocarbures, la météorologie et la défense maritime.

Le service MACC (Monitoring Atmospheric Composition and Climate), piloté par le centre européen de prévisions météorologiques à moyen terme, dédié à la surveillance de l'atmosphère, permet également d'illustrer la démarche GMES. Il vise à fournir tant au citoyen qu'aux collectivités locales, nationales ou européennes des moyens de surveillance et d'alerte sur les pollutions atmosphériques. Sachant que celles-ci sont, d'après l'étude européenne CAFE (Clean air for Europe), responsables d'une diminution de l'espérance de vie pouvant aller, selon les régions, jusqu'à 36 mois, il s'avère essentiel d'en assurer le suivi ainsi que la prévision des situations de crise. Le service, désormais opérationnel, fournit des prévisions de la pollution atmosphérique à l'échelle de l'Europe, notamment en ce qui concerne la concentration d'ozone au niveau du sol.

En 2003, au cours du G8 d'Évian, la nécessité de doter l'humanité de moyens d'observation de la Terre exhaustifs, coordonnés et pérennes conduit à la création du "Système de systèmes d'observation de la Terre" ou GEOSS. GMES constitue la principale contribution de l'Europe à GEOSS.

Des plus hautes couches de l'atmosphère jusqu'à la surface de la Terre, l'observation et les moyens de traitement de l'information ont connu au cours des 50 dernières années des développements considérables. Il s'agit d'un apport essentiel à la connaissance scientifique et au service de la société.

DU DÉSERT À L'ESPACE : regards d'un RAH sur les 49 ans passés

Bernard DELOFFRE

*Directeur général Satel Conseil International, élu membre titulaire de l'Académie
de l'air et de l'espace le 22 juin 2009*

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 11 février 2010

Première affectation

- Ingénieur militaire de l'Armement
- Attiré par les grands espaces, l'Afrique, le Sahara
- Je choisis le service des Équipements de champs de tir, pour un poste à l'antenne du SECT au CIEES à Colomb-Bechar : Hammaguir
- Représentant local de 3 GT : Infra, Telecom et Optique pour l'installation de l'axe 300 km
- Qu'en ai-je retenu ? Outre des missions passionnantes, la hiérarchie des problèmes Techniques/Financiers/Humains

Seconde affectation

- Centre d'Essais des Landes : Chef des moyens optiques
- Pas follement intéressé... De plus les circonstances politiques particulières en Algérie m'ont amené à... démissionner !

Première ânerie !

Première escapade

Je suis donc parti dans le civil, dans un cabinet d'études techniques économiques et financières qui intervenait principalement en Afrique : Côte d'Ivoire, Sénégal, Libye.

MAIS les attraits conjugués de l'Outre-mer et de l'espace m'ont amené où ? **En GUYANE !** Personnage-clé : Yves Sillard.

Kourou – octobre 1967-juillet 1973

Chef de département puis directeur adjoint (de qui ?) puis directeur

Quelques souvenirs en vrac

- Le DC4 laitier
- Les deux bacs
- Le chantier... De la gadoue, des remblais et du béton
- Premier lancement : Véronique avec récupération en mer – 9.4.68
- Puis les Diamant – D5 : échec...
- ELDO F11 : échec
- *Dur, dur, mais "les installations du CSG ont parfaitement fonctionné !"*...
- La configuration B
- L' Alexandre Zubov (comparaison fusées-sonde météo)

Synthèse de cette époque

- La Guyane est l'un des derniers paradis terrestres sur la planète
- Mais elle est comme l'auberge espagnole : ce qu'on lui donne elle le rend au centuple
- Quand on a bu du bouillon d'awara, on est envoûté et on y revient toujours...

Et ensuite ?

Symphonie

- Premier satellite de télécommunications stabilisé trois axes
- Franco-allemand : coopération exemplaire

Bignier-Strub

- Lancement par Thor Delta après tentative de négociation avec les Soviétiques... : prix du lancement : "10% inférieur à celui des Américains"
- Succès technique total, mais opérationnellement révélation de la position américaine, entraînant le renforcement de la conviction que l'Europe se doit de disposer de son propre accès à l'espace : ce sera L3S devenu Ariane

Et encore ensuite ?

- Directeur du programme Spacelab à l'Agence spatiale européenne
- Trop jeune — peu motivé — je démissionne

Deuxième ânerie !

Interlude

- Je pars donc à nouveau le nez au vent à l'aventure et me retrouve où ? Chez Creusot-Loire Entreprise, directeur de programme pour la réalisation d'un complexe aciérie-laminatoire à Basrah.

- Ce programme a été mené à bien, mais se retrouvera plus tard aplati par les bombes pendant la guerre Iran-Irak, juste après sa mise en service...

1979-1985

Il y eut encore d'autres aventures, jusqu'à ce que l'espace me tienne à nouveau et qu'en 1979 (*grâce à qui ? Devinez...*), je me retrouve directeur général de Satel Conseil, une invention commune du CNES, de la DGT et accessoirement de TDF, dont l'objet était d'accompagner la vente à l'exportation des systèmes à satellites proposés par les deux industriels français Aerospatiale et Matra.

Une nouvelle aventure

Cela dure jusqu'en 1985, lorsque Pierre Madon, alors directeur Espace à Aerospatiale me propose de prendre la direction du programme de navette spatiale européenne **Hermès**.

Superbe projet dont une des caractéristiques était de faire travailler ensemble, non seulement **Aerospatiale DSBS** des Mureaux — maître d'œuvre — avec **Aerospatiale Division Avions** de Toulouse, mais surtout avec **Dassault Aviation** chargé de la maîtrise d'œuvre déléguée pour l'aéronautique !

Le projet Hermès

C'était un projet ambitieux qui a soulevé l'enthousiasme de la communauté spatiale et qui a été proposé par la France à l'Europe qui l'a rapidement accepté.

Très vite les Allemands et les Italiens ont rejoint le groupe de projet que j'avais installé à Toulouse à la demande du CNES, et d'autres partenaires européens ont été associés.

Bien sûr le développement du projet s'est avéré techniquement très difficile sur de nombreux points : l'aérodynamique hypersonique, la rentrée dans l'atmosphère, le lancement par Ariane 5 (masse, équilibrage), la sauvegarde des équipages, etc.

Nous étions cependant persuadés d'y arriver !

Personnellement, des ennuis de santé m'ont amené à la fin des années 80 à quitter le projet dont le flambeau a été très courageusement repris par le confrère Philippe Couillard, qui a entrepris et réussi l'eupéanisation du projet dans le cadre de l'ESA avec la création d'EuroHermès.

Mais les difficultés financières et les aléas de la politique ont peu à peu dégradé la motivation générale et Hermès a été – hélas – abandonné.

Enfin les satellites...

Nouvelle et (presque) dernière tranche d'activité :

Alcatel Espace

Sous l'autorité du confrère Jean-Claude Husson, je suis directeur général adjoint d'Alcatel Espace et participe au développement remarquable de cette filiale du groupe Alcatel, devenue aujourd'hui Thales Alenia Space, l'un des quatre grands fournisseurs mondiaux de systèmes spatiaux.

Et ce n'est pas fini !

Installé dès le lendemain de ma prise de retraite à mon compte comme ingénieur-conseil, je poursuis des activités diverses principalement dans deux domaines : l'Espace et la Guyane.

Le hasard m'amène aussi à reprendre l'activité du GIE Satel Conseil que le CNES et France Telecom avaient décidé d'arrêter, et c'est ainsi que je dirige encore aujourd'hui une société d'ingénierie dans le domaine des systèmes de satellite : **Satel Conseil International**, histoire de faire perdurer les satisfactions que notre beau métier nous apporte...

Et encore une nouvelle étape

C'est le grand plaisir d'être reçu au sein de votre prestigieuse assemblée, ce dont je vous suis fort reconnaissant.

Un grand merci à tous.

LIVING AEROSPACE AT DIFFERENT ALTITUDES

Antonio FUENTES LLORENS

*Ancien Senior Vice-president Strategy et IRT CASA / EADS Space Co. Paris,
élu membre titulaire de l'Académie de l'air et de l'espace le 22 juin 2009*

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 11 février 2010

Cher Président, Chères Consœurs, Chers Confrères, Chers Amis, c'est un honneur pour moi d'être écouté par une audience de votre qualité.

Je veux commencer par rendre hommage à un écrivain qui m'a fait découvrir le monde de la littérature : Victor Hugo et son livre "Les Misérables". C'est le premier livre que je me souviens d'avoir lu, en espagnol à cette époque-là. Je viens de répéter l'expérience dans la langue originale, en français. À part le fait de redécouvrir les qualités immenses de cette œuvre, j'ai aussi constaté mes limitations dans la riche langue française.

C'est pour ça que je vais continuer mon exposé en l'anglais que les Européens avons inventé et qui fait rire, quelquefois, les Britanniques.

I was born in a small village of Alicante, in the eastern part of Spain, not far from the Mediterranean coast, to a family of farmers. From my father I learnt how to grow: wheat, barley, corn and more particularly orange trees.

During High School, and because the Spanish Air Force School was located nearby, I was convinced that my future was to become a pilot. Unfortunately my eyes evolved in the wrong direction and I had to give up and look for a new potential job.

I was not bad at Mathematics and Physics, therefore engineering appeared as the second option and in particular Aeronautical Engineering.

I went to Madrid where I got the Aeronautical Engineering Masters Degree in the Polytechnic School in January 31st 1971.

1st Period: 1971-73 MBB Germany

One idea was fully clear to me at that time; my first job would be abroad.

CASA was recruiting new engineers to send them to other companies (Boeing, Northrop, and MBB) for a training period.

So I was parachuted into MBB Raumfahrt in Ottobrunn by Munich in February 1st 1971.

My first professional experience was:

- German AEROS satellite Solar Array environmental tests
- FR-GE SYMPHONIE satellite Inertial Wheel functional tests
- ESA COS-B satellite planning.

I learnt a lot during that period, particularly everything connected with the engineering processes and documentation: specifications, procedures, reports.

On the other hand I was convinced that there was room for efficiency improvement. During the test campaigns, a lot of people were around us watching and talking and one in particular taking notes, the Quality Assurance guy. I have kept that in mind all along my professional life.

1st Period: 1971 – 73 MBB Germany Starting Abroad



Lessons learnt

- Efficiency
- Processes
 - Specifications
 - Procedures
 - Reports
- Meetings

2nd Period: 1974-82 CASA Espacio (Back in Spain)

During the 1974-75 period I was appointed SpaceLab MGSE Programme Manager, running the phase B and preparing the phase C/D proposal. Our consortium led by MBB lost the competition to the ERNO Consortium.

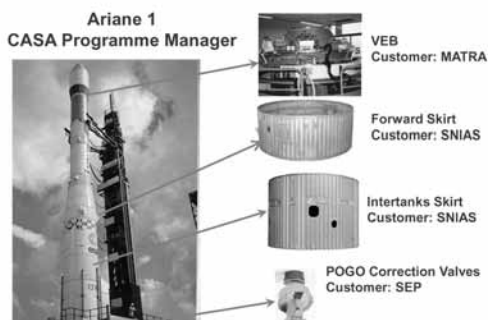
Immediately afterwards, I was appointed as Ariane 1 CASA Programme Manager to run three contracts with three different customers: SNIAS (later Aerospatiale) for the 1st Stage Skirts development (Intertanks and Forward), Matra for the Vehicle Equipment Bay manufacturing, and SEP for the PO-GO Correction Valves manufacturing.

That was a rich and successful period where I learnt a lot from:

- A well defined and structured programme
- An excellent Industrial Architect Team
- Three companies with quite a different culture.

The technology used was the classical aluminium shell structure (riveted skin and stringers) and the

2nd Period: 1974 – 82 CASA Espacio Back in Spain





engineering tools were quite different from the present ones: there was no CAD, it was the start of the FEMs with less than 1,000 degrees of freedom, the static loading was very simple and there was a lot of analytical stiffness and strength formulation.

At the end of the development phase I, as many others, was awarded with the CNES Silver Medal, handed over by Prof. H. Curien and Y. Sillard. The medal really belonged to the whole excellent CASA team.

When the Ariane 1 development was completed, and parallel to the production phase, I was appointed as CASA Olympus satellite manager in charge of the reflectors development, with a new customer Selenia.

Soon after that, in June 1982, I became CASA Space Division Managing Director.

3rd Period: 1982-97 CASA Espacio Managing Director

After one year on duty I decided to change the strategy of the division, defining new targets and concentrating the activity on space only.

The new strategy was formulated in 1984, based on:

- Stop diversification: end of renewable energies activity
- Extensive use of composite materials
- Satellite antennas
 - From reflectors to telecom antennas
 - Direct radiating arrays: slotted waveguides and strip-line planar arrays
- Systems engineering: scientific instruments and minisats.

Over that time the word Diversification was fashionable. It looked reasonable, because the aim of diversification was entering new markets with new products derived from aerospace technologies. Many companies, not only aerospace ones, did so.

End of Diversification (Stop Renewable Energies)

- 50% of the human resources were devoted to Renewable Energies
- We were active in:
 - Solar Energy: Medium and High Temperature facilities
 - Wind Energy: CFRP rotors
- We had just won a world competition for a high temperature heliostats field in Israel (against Mc Donnell Douglas and MBB)
- The product range was good but the market was not yet matured, meaning that we were making losses all the time
- The Space Market, on the contrary, was growing fast and the available resources were scarce.

The decision was simple: to concentrate on space activities only.

*Extensive use of Composite Materials***Satellites**

The Exosat Solar Array Structure (1979) was the first structure made out of carbon fibre reinforced plastics in CASA's Space Division. The design was not feasible in aluminium, therefore we had to change to the new material with much better properties but not really known to us. The development programme was very painful and difficult, but successful in the end.

Parallel to that, CASA Aircraft Division had initiated the use of Composites in secondary structure parts: Flaps, Ailerons, Landing Gear Doors, etc.

Some years later (1989), and after having used these materials in many other satellites structures, we built the Polar Platform that was the biggest satellite structure ever built in Europe, fully in composites except for the Service Module derived from SPOT.

In 1991 the Artemis Telecom satellite structure and antenna reflectors were also built fully out of composites materials.

Launchers

Ariane 4, in 1985, gave us the opportunity to introduce the composites in the launchers, namely in the Payload Adaptor and the Vehicle Equipments Bay structures.

Ariane 5, initiated in 1988, was the next. The composites designs of the Payload Adaptor, EPS and VEB structures helped us win the contracts competition.

In my opinion, the Overall Programme Management took a very conservative approach not allowing a quick introduction of the new materials that had achieved a high degree of maturity, thanks to their intensive use in the aircraft industry, and that would have improved the launcher payload performance.

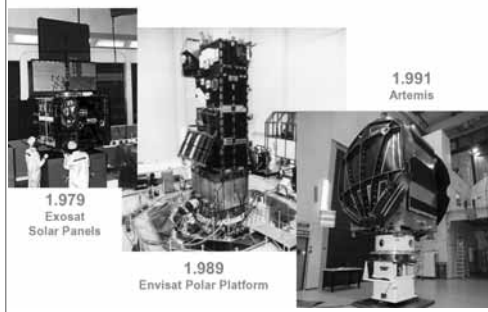
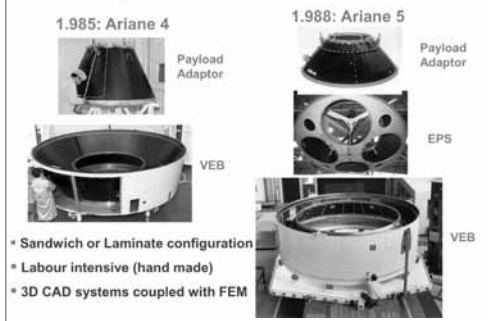
The available engineering tools had improved a lot with the use of 3D CAD systems coupled with FEM.

The structure basic configuration was the sandwich or solid laminate ones. It was labour intensive, as automation existed (cutting to shape only in those days).

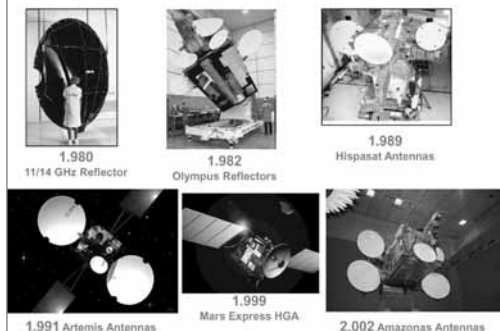
From Reflectors to Telecom Antennas

In 1980, with the arrival of the composites, we initiated the development of a Ku Band Antenna Reflector inside ESA's technology programme.

In 1982 we had the first opportunity to develop all the Olympus satellite antenna reflectors.

Composite Materials: Satellites**Composite Materials: Launchers**

From Reflectors to Telecom Antennas



The competition in the reflectors market was hard. We thought that moving towards offering antennas, and not only reflectors, increasing the contract value at the same time, was a good defensive action.

Hispasat 1 in 1989 offered us the first opportunity. It was followed by many others flying CASA antennas in all frequency bands: L, S, C, X, Ku and Ka.

Slotted Waveguides Antennas (panels)

In 1981 another ESA technology programme gave us the chance to enter the slotted waveguides antenna market, with the development of a SAR Antenna Panel.

In 1984 we produced the ERS-1 SAR and Wind Scatterometer Antennas Panels, with a newer version in 1996 for the Advanced WSA of the METOP satellite.

Strip-line Technology: From a patent to a product

In the mid eighties, and together with an Institute of the National Council for Scientific Research we registered a patent for a Microwave Patch Radiator, consisting of a circular slot printed on the ground plane of a strip-line with four spiral narrow wires connecting the central circular patch to the same ground plane to avoid electrostatic discharges. The radiator had three main layers: top and bottom ground planes and central feeding line separated by a dielectric spacer.

In 1990 we got an ESA contract to design a C-Band SAR Antenna Panel, making use of the patented radiator. The same concept was applied in 1992 for the Envisat ASAR. New applications to new frequencies were materialised in 2001 for Galileo (L-Band) and Inmarsat (S-Band).

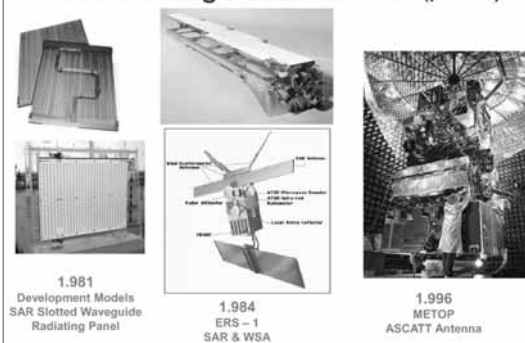
A step forward was the Spainsat X-Band active receiving antenna, with the following features: Multibeam (4 independent beams) electronically steered, and Anti-jamming.

System Engineering

We tried to develop system engineering capabilities through two types of activities:

- Scientific instruments development: Isophot, ...
- Minisats development: INTA's contract initiated in 1991 and launched in 1997.

Slotted Waveguides Antennas (panels)



4th Period: 1997-99 CASA Aircraft (Descending in Altitude)

In September 1997 I moved to the Aircraft Division becoming the Chief Operating Officer, in charge of: Engineering, Manufacturing, Procurement, Quality and Test Pilots. Soon after the appointment we realized the need to set up a new strategy to prevent the company from disappearing.

New Strategy Declination

- Military Transport Aircraft:
 - C-295 Certification, Production and commercialisation
 - FLA Consolidation (A400M precursor)
- Industrial Restructuring
 - Manufacturing technologies rationalization
 - Materialize Euro fighter's FAL
 - Engineering – Manufacturing relationship improvement (Project Data Management)
 - Fibre Placement Development
 - Aircraft GSE (Satellites GSE Experience)
- Aero structures Growth: A3XX, Do-728, F7X, Fan-Cowls
- Mission Systems: Maritime Patrol (Fully Integrated Tactical System)



Manufacturing Technologies Rationalization: 50% reduction

In 1997 the four CASA plants were acting as if they were autonomous companies equipped with practically all relevant technologies to produce complete aircraft (historical reasons). After a careful study, we reduced the technologies to nearly 50% of the previously existing ones, integrating the management and modernizing the facilities through the centre of excellence concept.

Engineering Network Deployment: Engineering is everywhere

The deployment of a new engineering network was the excuse to improve the relationship between Design and Manufacturing. The new tools, more than 400 Work Stations connected through a fibre optic network, were distributed in the different company production centres.

Digital Mock-up: A New Tool to Improve Quality and Efficiency

The introduction of the Digital Mock-up concept was carried out in 1999 with the arrival of the new product, the C-295. The single data base plus the new engineering network made the shortening of the programme duration possible as well as the introduction of new manufacturing procedures like the gaugeless process.

1.999: Airfoil Type CFRP Structures

Since 1982 CASA was producing airfoil type structures, like the A-320 and the A-340 HTP, in composites. Even a much bigger structure, anticipating the arrival of the A-380, was under development.

Fibre Placement: Targeting New Products

Automation had been introduced in several steps: Cutting, Automatic Tape Laying (ATL), Filament Winding (FW) and finally Testing. The new identified technology Fibre Placement was a combination of the FW and ATL technologies. It incorporated the capacity to produce convex-concave surfaces, and the productivity was 5-6 times higher than the manual processes. Adding the demand of the Space and Aircraft Divisions gave us a good business case justifying the investment.

FP Typical Assemblies

New structures like: Engine Fan Cowls, Fairings, Aircraft Fuselage Sections, Satellite central tubes, any type of Launcher structures, could be produced in the new facilities. The target was to produce Executive Jets complete fuselage in one single piece. Today EADS CASA operates 7 FP machines.

Computer Aided Tests System: Making the first flight reliable

That is a typical cross-fertilising idea between two sectors, in that case Space and Aeronautics. Space Systems were thoroughly tested on the ground (with the corresponding GSE) and I realized that our aircraft FAL was equipped with very little ground test equipment. In fact only a few tests were performed before the first flight, thus creating some difficulties during the hand over to the customer.

As part of the new strategy, we launched in 1999 the definition of a Computer Aided Tests System (CATS). CATS allows: Edition, Performance, Management, Analysis and Documentation of the Functional Tests.

CATS secures, before the first flight:

- Proper performance of all the aircraft systems
- Correct closure of the manufacturing process documentation.

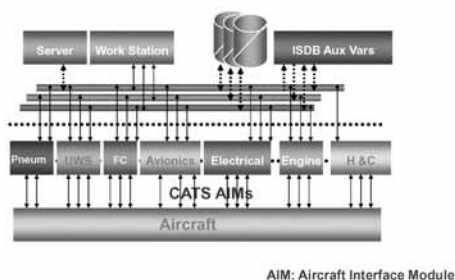
Aircraft Interface Modules were developed for all the aircraft systems: Engine, Avionics, Electrical, etc. Today all Airbus Military aircrafts: C-295, A400M and MRTT have their corresponding CATS operational.

Mission Systems: Fully Integrated Tactical System (FITS)

We had initiated the development of an integrated mission system for: Maritime surveillance and Anti-submarine/anti-surface warfare (ASW/ASuW). The most important peculiarities of that system were:

- Its open system architecture using COTS (Commercial-off-the-shelf) components, like the universal, reconfigurable and redundant consoles
- Flexible, user friendly man-machine interface with X-Windows software
- Compatible with all platform types: C-212, CN-235, C-295, P3 Orion

Detailed CATS System Work Station



5th Period: 2000-2003 EADS-MTAD

The integration of CASA into EADS implied

- the segregation of Airbus activities;
- the segregation of Combat Aircraft: Eurofighter;
- the creation of the Military Transport Aircraft Division (MTAD)

MTAD Activities / Products

- Military Transport Aircraft: Light, Medium and Heavy
- Aero structures: Do 727 Wing, HTP,VTP, Bo 777 Flaperons, Engine Fan Cowls and Falcon 7X HTP
- Mission Systems: Airbus Military Derivatives (Tankers and Maritime Patrol)



6th Period: 2003-07 EADS Astrium (back to a higher orbit)

In July 2003 I was reboosted into a higher orbit, namely EADS Astrium becoming SVP Strategy & Business Development. The situation of the company was serious, requesting a strong industrial restructuring that was carried out in two years. The activity in the plants was concentrated in several centres of excellence and the employment had to be reduced by 30%.

EADS Top Management was discussing the potential abandon of the Space activities. Part of my job was to provide the arguments to continue the activity as part of the overall EADS strategic business lines. Part of the new company strategy was to pursue the increase of the Satellite Services business, as the potential market was as big as the hardware one (satellites and launchers) and the company had built assets and means to develop that strategy:

- paradigm: to provide military satellite communications to the British Armed Forces;
- Earth Observation Services, through national affiliates in different countries: F, G, UK, Sp, and the potential control of Spot Image;
- GNSS through the potential Galileo Concession.

Personal Conclusions

Aerospace activities gave me the opportunity to:

- meet people of paramount intelligence, from whom it was easy to learn a lot;
- better know the different European countries' people, history, art and gastronomy;
- enjoy a long and rich professional career, participating in many outstanding projects: Ariane and Airbus among others.

I am convinced that Aerospace could export the right managers to run the European Union initiatives.

I will now have more time to devote to my family and in particular to my beloved wife Maribel.

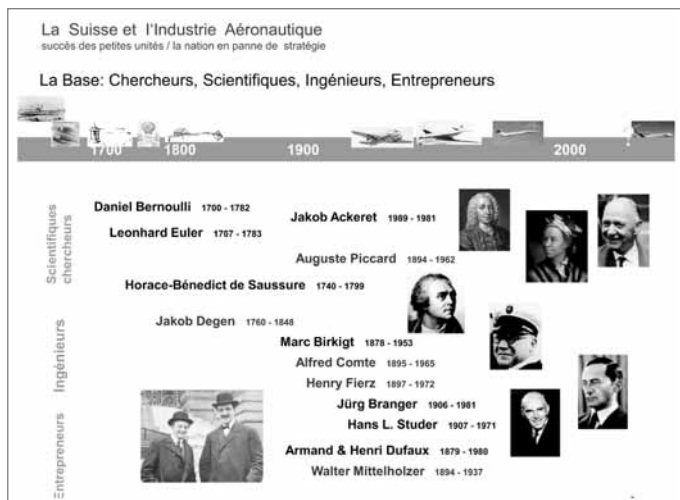
Finally, I will now look forward to corresponding properly to the Academy members' confidence, as they have decided to accept me as a new member. Merci Philippe pour m'avoir parrainé !

L'HISTOIRE DE L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE HELVÉTIQUE

Georges BRIDEL

*Ancien VP Sales & Marketing Technology EADS Défense & Security,
élu membre titulaire de l'Académie de l'air et de l'espace le 22 juin 2009*

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 25 mars 2010



La Suisse et l'Industrie Aéronautique

succès des petites unités / la nation en panne de stratégie

Horace-Bénédict de Saussure (1740-1779)

- 1740 Naissance à Conches (GE)
- 1716 Dissertation à l'Académie sur la nature du feu
- Enseignant la philosophie
- 1779 Publication *Voyage dans les Alpes*
- 1783 *Essais sur l'hygrométrie* ; appareil de mesure
- 1784 Rencontre à Lyon avec de Montgolfier et Pilâtre de Rozier
- 1787 Mesures barométriques au sommet du Mont Blanc



La Suisse et l'Industrie Aéronautique

succès des petites unités / la nation en panne de stratégie

1738 Daniel Bernoulli

- 1700 Naissance, fils d'une famille bâloise de physiciens et mathématiciens
- 1716 Université de Bâle, philosophie, logique, finit avec les études en médecine
- 1724 Honoré par l'Académie des sciences, Paris
- 1725 St. Petersburg, *Hydrodynamica*
- 1733 Rentre à Bâle, professeur en anatomie, botanique et physique
- 1782 Mort à Bâle



- Concept de maintien de l'énergie des écoulements
- Relation entre les variations de pression et de vitesse*

Aujourd'hui l'Equation de Bernoulli

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2$$

La Suisse et l'Industrie Aéronautique

succès des petites unités / la nation en panne de stratégie

1752 Leonhard Euler

- 1707 Né à Bâle
- 1720 Université de Bâle, étudie la mathématique chez Daniel Bernoulli
- 1723 Diplôme en philosophie
- 1725 Académie St. Petersburg
- 1733 Professeur de physique à St. Petersburg, successeur de Daniel Bernoulli
- 1741 90 publications, entre autres „Mechanica“
- 1741 Berlin
- 1766 Rentre à St. Petersburg
- 1783 Mort à St. Petersburg



- Formule de l'équation de Bernoulli
- Première description des équations de la mécanique des fluides sans frottement
- Publications:
 - Principles of the Motion of Fluids (1752)
 - General Principles of the State of Equilibrium of Fluids (1753)
 - General Principles of the Motion of Fluids

La Suisse et l'Industrie Aéronautique
succès des petites unités / la nation en panne de stratégie

1752 Leonhard Euler

Euler formule la deuxième loi de Newton:

$$F = M \frac{d^2x}{dt^2}$$

Equation d'Euler

maintien de la masse



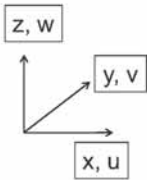
$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho V) = 0$$

$$\rho \frac{Du}{Dt} = - \frac{\partial p}{\partial x}$$

$$\rho \frac{Dv}{Dt} = - \frac{\partial p}{\partial y}$$

$$\rho \frac{Dw}{Dt} = - \frac{\partial p}{\partial z}$$

$$\rho \frac{D(e + V^2/2)}{Dt} = - \nabla \cdot (pV)$$



maintien de l'impulsion

maintien de l'énergie

La Suisse et l'Industrie Aéronautique
succès des petites unités / la nation en panne de stratégie

Bernoulli et Euler complétés...

1738 Bernoulli

1752 Euler

1788 Joseph Lagrange

Application des équations d'Euler

1789 Pierre-Simon Laplace

Simplifications, approximations

1840 Claude-Louis-Marie-Henri Navier, George Stokes

Equations avec frottement, extension des équations d'Euler

La Suisse et l'Industrie Aéronautique
succès des petites unités / la nation en panne de stratégie

1879 - 1980 Henri Dufaux
1883 - 1941 Armand Dufaux

- 1899 Fondation de la Société H. & A. Dufaux Genève
 - 1901 Motosacoche S.A. "vélo avec moteur"
 - 1901.. Moteurs légers pour aéronefs
 - 1902 Essais hélices, premiers constructions aéronautiques
 - 1905 Premier modèle d'un hélicoptère avec charge (brevets)
 - 1907 Pause, ouverture de l'usine Motosacoche à Turin
 - 1909.. Vols avec biplan, appareils 3 & 4"
 - 1910 Vol au long du lac Léman (le plus long au dessus de l'eau)
 - 1911 Vente de la fabrication d'avions à E. Faillobaz, Avenches
- Première transaction industrielle aéronautique?

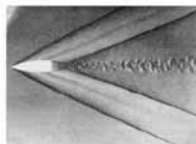


La Suisse et l'Industrie Aéronautique

succès des petites unités / la nation en panne de stratégie

Jakob Ackeret (1898 – 1981)

- 1898 Né à Zurich
- 1920 Diplôme, ingénieur-mécanicien EPFZ
assistant chez le Prof. Stodola, EPFZ
- 1921 Travaux de recherche à Göttingen
chez le Prof. Prandtl
- 1927 Rentre en Suisse, ingénieur à Escher-Wyss
- 1928 Habilitation, EPFZ Zurich
- 1931 Professeur en aérodynamique EPFZ
- 1934 Soufflerie supersonique,
EPFZ
- 1935 Soufflerie supersonique ($M=4$)
Guidonia, Italie
- 1981 Mort à Küsnacht, Zurich



Ackeret introduit „Mach“ pour désigner
la vitesse relative à la vitesse du son.
Théorie linéaire supersonique

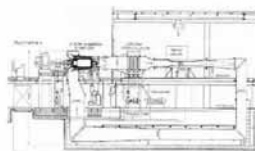
La Suisse et l'Industrie Aéronautique

succès des petites unités / la nation en panne de stratégie

Jakob Ackeret



1934, Zurich



- Soufflerie supersonique au circuit fermé
- Première mondiale, 1934, EPFZ
- Recherche fondamentale (lambda-choc)
- 1937 Guidonia, 1948 Vernon

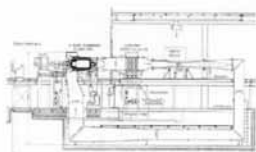
La Suisse et l'Industrie Aéronautique

succès des petites unités / la nation en panne de stratégie

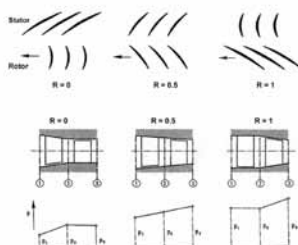
Développement du compresseur axial



Compresseur, 12 étages
soufflerie supersonique, 1933



- La Suisse au premier plan
- Développement de la théorie (EPFZ,
Brown Boveri, Escher-Wyss, Sulzer)
- Ackeret, Keller, Zoelly, Claude Seippel
- Premier compresseur axial industriel
- Choix du (bon) degré de réaction 0.5,



La Suisse et l'Industrie Aéronautique succès des petites unités / la nation en panne de stratégie

Marc Birkigt (1878-1953)

- 1878 Naissance à Genève, fils de parents allemands, bourgeoisie de Genève
- 1904 Chef technique chez le constructeur de voitures espagnol „Hispano-Suiza“
- 1915 Premiers essais avec l moteur V-8 refroidi à eau, propulsion du chasseur Spad S-VII
- 1938 Ouverture de l'usine pour machines-outils et armement à Genève



La Suisse et l'Industrie Aéronautique succès des petites unités / la nation en panne de stratégie

Marc Birkigt

Hispano-Suiza 8A/8B, 1915

Type 90° V-8, 11'760 cm³

Poids 185 kg

Puissance 150 CV (8A), 200 CV (8B)

49'800 unités fabriquées en France, Angleterre, Italie, Russie.

Installé dans SPAD S-VII, Bristol 12 F2A, Bristol 13 M.R.1, R.A.F. B.E. 2e und S.E. 5a, Sopwith Triplane, etc.

Développement jusqu'à 340 CV



La Suisse et l'Industrie Aéronautique succès des petites unités / la nation en panne de stratégie

Le Succès du PC-6 Porter

Modèle actuel B2-H4

Pratt&Whitney Canada PT6A-27 Turbine, 550 PS

524 unités construites en versions différentes

Toujours „the world's leading STOL“

Constructeur en chef Henry Fiertz



Longuer: 10.90 m

Envergure: 15.87 m

Poids au décollage: 2800 kg

Höchstgeschwindigkeit: 245 km/h

Altitude 6250 m

Record du monde: 13845 m altitude (1968)

La Suisse et l'Industrie Aéronautique

succès des petites unités / le pays en panne de stratégie

FFA P-16 (1955-1958/1964)

Avion de combat multirole, capacités STOL
 Réacteur Armstrong-Siddeley Sapphire Sa.7, poussée 5000 kp
 5 avions construits, commande de 100 unités annulée
 Ingénieur en chef Dr. H.L. Studer



Longueur: 11,14 m
 Poids au décollage: 11700 kg
 Vitesse maximale: 1140 km/h / M 0.92
 Décollage/atterrissage: < 500 m

Envergure: 12,3 m
 Charge: 2240+ kg
 Altitude: 14000 m
 Distance: 1480 km ohne ext. Tanks

La Suisse et l'Industrie Aéronautique

succès des petites unités / la nation en panne de stratégie

(SAAC) LearJet 23

Avion d'affaires à réaction
 2 réacteurs General Electric CJ610-1, à 1290 kp Schub

Construit par l'équipe du P-16 à Altenrhein/Suisse

Le propriétaire de FFA ne pouvait trouver une solution avec le financier du projet, Bill Lear. Le projet fut ensuite transféré à Wichita/Kansas.

Ensuite, succès mondial, 2000+ unités produites de toute les variantes.

Ingénieur en chef Dr. H.L. Studer



Longueur: 13,18 m
 Envergure: 10,84 m
 Poids au décollage: 8500 kg
 Vitesse maximale: 917 km/h / M 0.82
 Altitude maximale croisière: 13'715 m
 Vitesse ascensionnelle: 2100 m/min 0m S.L.
 Distance maximale: 3015 km
 2 pilotes et 7 passagers

La Suisse et l'Industrie Aéronautique

succès des petites unités / la nation en panne de stratégie

F+W N-20.10 Aiguillon (1952)

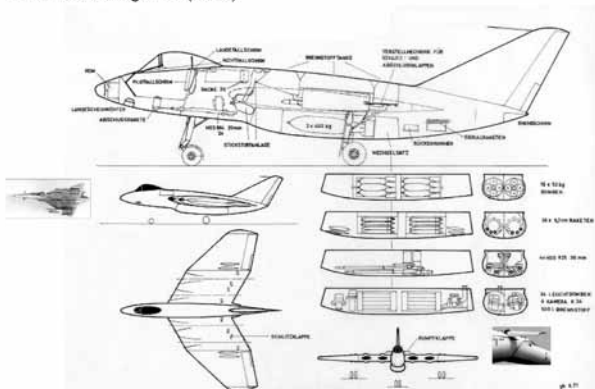
J. Branger (construction), W. Hausamman (aérodynamique), Dr. W. Spillmann (réacteur)

4 Swiss Mamba SM-01 réacteurs à double flux, avec post-combustion, renverseur de la poussée, Hypersustentation avec déflexion de la poussée
 Conteneur échangeable pour l'armement,
 Poste de pilotage séparable
 Ailes escamotables pour réduire les forces de trim (Milan, Tu-144)
 Longueur: 12,5 m Envergure: 12,6 m
 Poids au décollage: 9000 kg, décollage/atterrissage +/- 400 m
 Vitesse maximale: 1000 km/h
 Altitude: 14000 m



La Suisse et l'Industrie Aéronautique

F+W N-20.10 Aiguillon (1952)



La Suisse et l'Industrie Aéronautique

F+W N-20-2 Arbalète

Démomstrateur en 60% du N-20
4 réacteurs Turboméca Piméné
à 100 kp poussée
Longueur: 7.53 m, envergure: 7.56 m
Poids au décollage: 1800 kg
Vitesse maximale: 720 km/h
Altitude: 8000 m



La Suisse et l'Industrie Aéronautique

La Suisse n'arrive qu'à une dizaine de prototypes d'avions de combat
La Suède en produit plus de 2000 de 5 générations..

Pilatus



2000 unités
fabriquées en Suisse

Fabrique Fédérale
Emmen/Lucerne
RUAG



3 prototypes
arrêté en 1953

FFA
Altenrhein
(Dornier)



6 prototypes
programme arrêté en 1958



2000+ unités
fabriquées

Saab



Plus de 2000 avions,
5 générations

La Suisse et l'Industrie Aéronautique

succès des petites unités / la nation en panne de stratégie

Pilatus, succès d'une petite entreprise

Entreprise fondée en 1939

Aucunes subventions de l'état (après 1965)

La Suisse n'est pas le "lauching customer"

Innovations!

Alternance „entraînement militaire – avions transports légers“

La bonne chance!

- Innovation: Avions d'entraînement „turbotrainer“
- La base est le P-3
- Evolution / maintien de la compétence



- Innovations: STOL (Porter); „single engine transport“ (PC-12), risqué
- Début difficile (PC-12), un grand pas
- Evolution / maintien de la compétence



La Suisse et l'Industrie Aéronautique

succès des petites unités / la nation en panne de stratégie

Resumé

- Grande compétence des scientifiques / ingénieurs / entrepreneurs
- La Suisse travaille dans de petites unités
- La Suisse profite aussi des immigrés (Dewoitine, Bührle, Sulzer, Brown-Boveri, Birkigt....)
- ...et des échanges avec l'étranger (Ackeret, Stodola, Fierz...)
- Un pourcentage étonnant de Suisse romands

Mais...

- Manque de compétence et cohésion au niveau supérieur (état, parlement, militaire industrie)
- Manque de et même aversion contre une „stratégie nationale“
- Querelles foederalistes...

Ce qui reste...

- Pilatus, RUAG dans les composantes, un bon nombre d'excellentes PME's

La Suisse et l'Industrie Aéronautique

succès des petites unités / la nation en panne de stratégie

Appendix: Pionierleistungen

Konzeptionell:

- Kompromisslose Mehrzweckauslegung: Interzeption, Luftkampf, Erdeinsatz N-20
- Einsatz ab Behelfspisten der Länge < 1000 m P-16, N-20
- Weiterentwicklung zum bekanntesten Geschäftsreiseflugzeug Lear Jet P-16
- „Unfreiwillig“ optimale Vorarbeit zu einem Stealth-Fighter (F-117, F-22) N-20

Entwurf, Aerodynamik, Antrieb:

- Modularer Aufbau, erstmalige Anwendung austauschbarer Wechselsätze N-20
- Anstatt Schleudersitz, absprengbare Pilotenkabine am Fallschirm N-20
- Verbindung hohe Geschwindigkeit mit extremen Langsamflugeigenschaften (durchströmt (N-20) bzw. dünner Flügel mit Hochauftriebshilfen „Krüger“, P-16) P-16, N-20
- Einsatz ab Behelfspisten, Niederdruckfahrwerk mit 6 Rädern, Reifendruck < 7 atm P-16, N-20
- Start und Landung innerhalb 500 m (Gras)
- Strahlumlenkung für Hochauftrieb sowie Bremsung (Schubumkehr) N-20
- Entwicklung und erstmalige Anwendung eines Zweitstromtriebwerks N-20
- Anwendung der Nachverbrennung im Nebenstrom (Zusatzverbrennung) samt Entwicklung der Verdampferbrennkammer im Nebenstrom N-20
- Entwurfsarbeiten für ein reines Schweizer Zweitstromtriebwerk SM-05 N-20

Systeme:

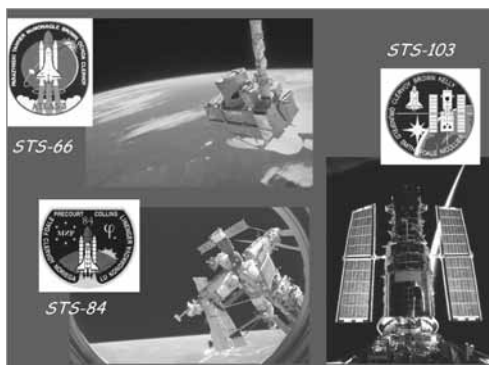
- Entwurfsarbeiten für ein Blickfeld-Darstellungsgerät (Head-up Display) N-20
- Druckbelüftung der Treibstofftanks mit Stickstoff (Verwundbarkeit) N-20

VIVRE ET TRAVAILLER DANS L'ESPACE

Jean-François CLERVOY

*Astronaute de l'ESA, élu membre titulaire de l'Académie
de l'air et de l'espace le 22 juin 2009*

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 17 juin 2010



181

Au total, plus de 500 humains ont volé environ 1000 fois sur plus de 260 missions spatiales habitées.

La Navette Spatiale est le véhicule fabriqué et opéré.

le plus complexe jamais conçu

Chaque seconde du lancement, consomment 10 tonnes et d'hydrogène liquides.

les propulseurs de la Navette de poudre et 1 tonne d'oxygène

La puissance atteint 45 Giga watts au bout des 2 premières minutes et la vitesse augmente de 0 à 28 000 km/h en seulement 8 minutes et demi.

La Navette endure des températures allant de -160 degrés Celsius dans l'espace à +1800 degrés lors de la rentrée atmosphérique.

Vivre et Travailler dans l'Espace

- du camping
- pas de sortie

Les Défis

- organisation
- rangement
- zero-g

Technique:
former une équipe maîtriser la peur

- des opérations
- tout par procédure
- Tâches complexes
- Les langues, les unités
- Pas droit à l'erreur

La Peur
c'est être face à l'inconnu, ne pas savoir

La maîtriser
c'est savoir où l'on va et pourquoi

Travail d'équipe
Le but - la compétence - la communication :

- Le but = une vision commune
- Compétence + communication = confiance
- Partage des tâches = chacun dépend des autres

La Préparation
*imaginer et répéter les scénarios:
du nominal au pire
"prepare for the worst and hope for the best"*

- quoi faire maintenant ?
- quoi faire ensuite ?
- Quel est la prochaine panne pire
- Dans le simulateur: penser "réel"
- Dans le réel : penser "simulateur"

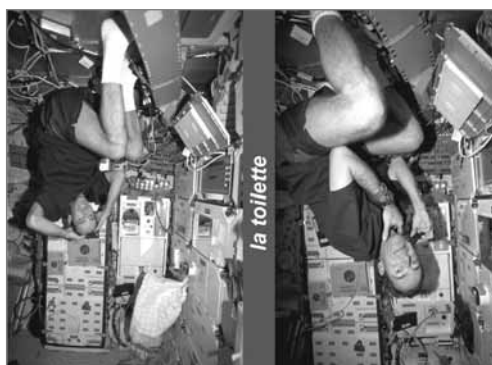
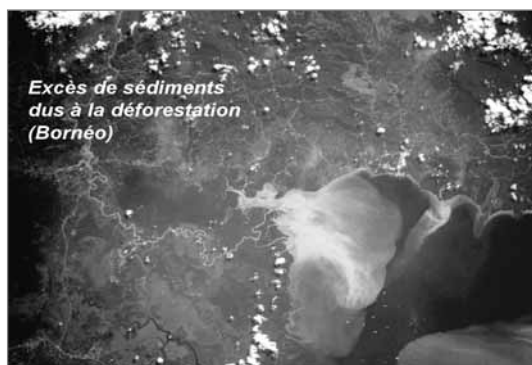
Le ciel noir en plein jour !

La Terre est belle mais la vie à sa surface est fragile

La Terre est puissante
Ouragan Florence

Volcan Sakurajima

La beauté de la vie sur Terre. Ecllosion de plancton (océan arctique)



le coiffeur



photographie



vidéo

le sport



petit besoin:
pourquoi pas à l'envers



gros besoin

gérer:

- la nourriture
- l'eau
- les déchets



Etre cobaye

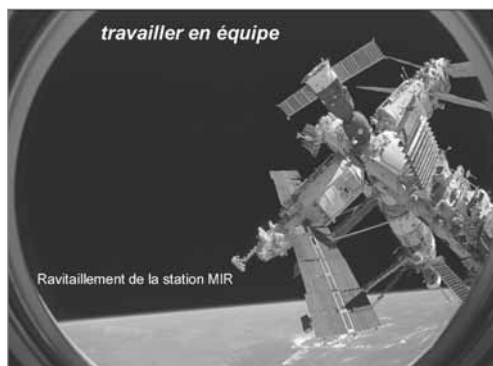


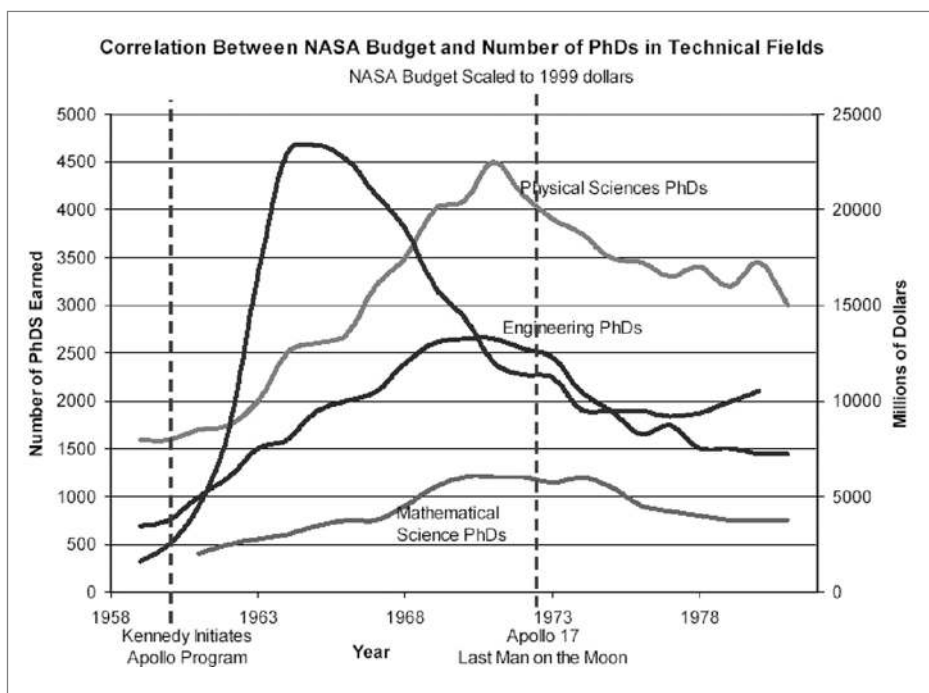
lecture



objets personnels







ANGLO-EUROPEAN COOPERATION IN THE AERO ENGINE INDUSTRY

Ian CANNOCK

*Head of Systems & Performance Rolls Royce PLC, élu membre titulaire
de l'Académie de l'air et de l'espace le 22 juin 2009*

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 14 octobre 2010

Over the past sixty years the aviation industry in Europe has moved from a model of many competing small companies, through consolidation into single national champions and then on to a model of multi-national cooperation through a variety of business arrangements.

The Aero engine industry has been part of this. For example in the UK Rolls-Royce is a consolidation formed in the 1960's when it was joined together with Napier Aero Engines (1961) and Bristol Siddeley Engines (1966). Bristol Siddeley Engines was itself formed from merging Bristol Aero Engines & Armstrong Siddeley Motors (1959), and from Blackburn Engines & the de Havilland Engine Company (1961).

More recently national champions have been cooperating internationally in partnerships and consortiums, primarily within Europe but in some cases also with US companies such as CFM and Fighter Engine Team.

In this talk I wish to review how these cooperation agreements operate, primarily but not exclusively within Europe on military programmes, and how they have evolved over the last fifty years.

I will do this by looking at a number of the engine projects in which Rolls-Royce are involved divided into three groups roughly by chronology, and how these joint companies operate, comparing them and contrasting the differences between them.

Finally I will present a personal view of the benefits and difficulties such arrangements present.

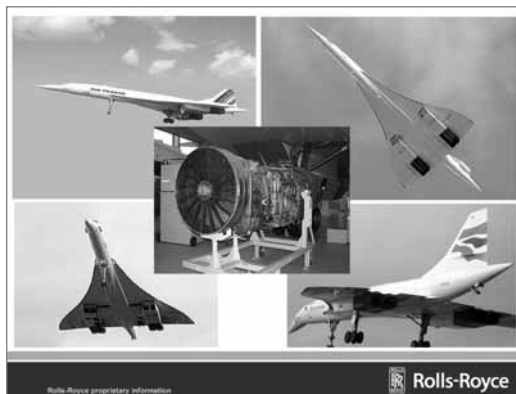
Early Collaborative Programmes

Concorde & Olympus 593

In the 1950s the British Bristol Aeroplane Company and the French Sud Aviation were both independently working on such designs. These were both ready to start prototype construction in the early 1960s, but the cost was so great that the British government made it a requirement to look for international co-operation. Approaches were made to a number of countries, but only France showed real interest.

The development project was negotiated as an international treaty between the two countries rather than a commercial agreement between the companies. It included a clause, originally asked for by the UK, imposing heavy penalties for cancellation. It was signed on 28 November 1962 launching the worlds first, and so far only, supersonic passenger carrying aircraft.

By this time, both companies had been merged into new ones; thus, the Concorde project was between the British Aircraft Corporation and Aerospatiale.



Rolls-Royce & Snecma

The Olympus 593 engine project for Concorde was formally started in 1964, using the Olympus engine family as a basis for development. This was to be the last and most powerful version of a family of engines that had powered the delta winged Vulcan subsonic bombers. It had also been used in a version known as the Olympus Mk320 for the experimental TSR2 supersonic aircraft.

Bristol Siddeley of the UK and Snecma Moteurs of France shared the project. Acquiring Bristol Siddeley in 1966, Rolls-Royce continued as the British partner. The partnership continued very successfully for forty years from design, through the first complete engine run in June 1966, first flight in September 1966 on a Vulcan Flying Testbed, Concorde's first flight in 1969, Entry into Service in 1976, until final withdrawal from service & flight operation in 2003.

People who worked on the joint programme have very fond memories and often say that it was the personal relationships rather than any formal agreements that allowed it to succeed.

Rolls-Royce Turbomeca Limited

Co-operation between Rolls-Royce of the UK and Turbomeca of France started in 1965, when Rolls-Royce was licensed to use specified Turbomeca patents. A joint company, Rolls-Royce Turbomeca Ltd (RRTM), was formed in June 1966 to control the programme for the jointly designed Adour turbofan, to power the Jaguar tactical attack aircraft and trainer. The shareholding in this engine is 50/50, and it soon gained several further applications, most notably the Hawk and Goshawk.

The relationship was extended under the Anglo-French helicopter agreement of 1967. This involved Turbomeca Turmo and Astazou engines, for RAF/Army Puma and Gazelle helicopters, being part manufactured, assembled and supported by Rolls-Royce. In return, Rolls-Royce Gem engines for French Navy Lynx helicopters were part manufactured, assembled and supported by Turbomeca.



RRTM-Adour

The Adour is a two-shaft turbofan engine, available as a complete power unit both with and without thrust augmentation using reheat. The engine cycle was chosen to meet the dual requirements of ground attack and advanced training, for either land-based or carrier operations:

- Thrust range from 5,240 lbf dry to 8,400 lbf with reheat
- Over 2,800 engines sold to date & over 6 million flying hours accumulated.

The first engine run was in 1968 closely followed by first flight the same year in Jaguar. Entry into Service was 1973. Development of a dry engine for the Hawk occurred in parallel with first flight in 1974 and Entry into Service in 1976.

Latest versions give operators increased thrust and increased life due to materials changes leading to reduced life cycle costs and greater performance functionality through the introduction of a FADEC.

Flight experience with the Adour in both ground attack and advanced trainer aircraft, such as the SEPECAT Jaguar, Mitsubishi T-2 and F-1, BAE Systems Hawk and Boeing / BAE Systems Goshawk, is now considerable and the engine's ruggedness and maintainability have been fully demonstrated in a variety of service operations.

Turbo-Union Limited

The RB199 engine was developed by Turbo Union, a joint company formed in 1969 by Rolls Royce, Motoren und Turbinen Union and Fiat Avio to respond to a European staff requirement. The first engine run was in 1971, first flight on a Vulcan flying testbed aircraft in 1972, with the first flight in Tornado 1974. Qualification followed in 1978, and Entry into Service 1980.

The RB199 is a three-spool turbofan offering low fuel consumption for long-range dry cruise and approximately 100 per cent thrust augmentation with full afterburner for short take-off, combat manoeuvre and supersonic acceleration. It sustained a production run exceeding 2,500 and all versions in service have an integral thrust reverser, and are assembled from a total of 16 modules, each individually replaceable.

The RB199 was the first military engine with Fadec without hydro-mechanical back-up. In-service experience of over 5.2 million flying hours, at low level in the most arduous

conditions, has demonstrated the resilience of the RB199 to bird-strike and Foreign Object Damage (FOD). RB199 engines are expected to remain in service with the existing air forces beyond 2020.



RB199 Engine

The RB199 is a three-spool turbofan manufactured largely in titanium and heat-resisting alloys. The low and intermediate-pressure compressors each have three stages and rotate in a clockwise direction. To minimize gyroscopic effects, the six-stage high-pressure compressor counter-rotates.

The combustion chamber is fully annular with vaporizing burners. The single-stage high — and intermediate

— pressure turbines are air cooled; the low pressure turbine, which is not cooled, has two stages. The fully-modulating reheat system has separate fuelling for the bypass air and for the hot gas stream. The convergent nozzle is fully variable.

For Tornado, the engine has an integral two-bucket thrust reverser, which deploys in one second at any thrust setting from “Idle” to “Max Dry”. Engine control is performed by an electronic system which acts on signals from the pilot’s lever and from power plant sensors.

These initial collaborations were ground breaking in many ways and the structures for each project varied and evolved. The Olympus engine and Concorde project was facilitated by an international government to government treaty which gave the project great stability when either nation contemplated cancellation.

The RRTM joint company whilst encouraged by the ministries was a 50/50 wholly owned company to company arrangement, with a minimal joint headquarters staff and all other activity retained in the partner companies.

The Turbo-Union company was again wholly owned by the partners but did have a sizable headquarters office and staff located near the equivalent Panavia aircraft and government nations’ management agency in Munich. It thus exercised more independence from the parent companies.

In each case the workshare agreement of who designed and manufactured what, was based on individual companies’ knowledge, capability and aspirations.

Second generation collaborative programmes

Rolls-Royce Turbomeca Limited

Following on from the successful collaboration between Rolls-Royce and Turbomeca on the Adour and Gem engine throughout the 1970s, RRTM launched development of the RTM 321 turboshaft demonstrator engine in 1980. This ran for the first time in November 1983.

This provided valuable background for the RTM 322 programme, which was launched in May 1984. The RTM322 first flew in 1986 in a Sikorsky S-70C Black Hawk helicopter. The initial production order was received in 1992, and the type entered service in 1998 in the EH101 Merlin helicopter.

Today, RRTM continues to produce a number of versions of both the Adour and the RTM 322 which are in production for various fixed-wing aircraft and helicopters, whilst also supporting a large in service fleet.

RTM322 Engine

The initial production order for the RTM322 to power the Royal Navy Merlin HM Mk1 helicopters was received in 1992, and the type entered service in 1998. The RTM322 also powers the EH101 HC Mk3 utility helicopters operated by the Royal Air Force, and the AgustaWestland WAH-64 Apache attack helicopters now in service with the UK Army. Rolls-Royce Turbomeca was awarded a Ministry of Defence (MoD) tri-service support contract covering all three RTM322 applications in UK service.

Denmark, Portugal and the Japan Maritime Self Defence Force have also selected the RTM322 to power their EH101's.

The RTM322 now also powers the European Nato Helicopter Industries twin-engined NH90 maritime and tactical transport helicopter. The RTM322 has been selected by over 90% of customers to power their NH90, including Australia, Finland, France, Germany, Greece, Netherlands, Norway, Oman, Portugal, and Sweden.

Eurojet Turbo GmbH

Eurojet Turbo GmbH (Eurojet), is the management company responsible for the EJ200 engine system, installed in the Eurofighter Typhoon aircraft. Its responsibilities include the management of development activity, in service support and export of the EJ200 powerplant.

It is a leading military aerospace engine consortium in Europe, Eurojet's shareholders comprise Avio (Italy), ITP (Spain), MTU Aero Engines (Germany) and Rolls-Royce (UK).

EJ200's design emerged in the late 1980s following the formation of Eurojet Turbo GmbH in 1986 to co-ordinate and manage the project with contracts placed in 1988. Development of the engine occurred during the 1990's leading to the first flight in Eurofighter during 1995.



The first series production Eurofighter Typhoon aircraft were flown in February 2003 and are now in operation with the UK, German, Spanish, Austrian and Saudi air forces. During service, EJ200 matches, or exceeds, the most demanding international standards for operational support required by the US, Europe and other international customers.

EJ200 Engine

The EJ200 is a twin shaft reheated turbofan, with three low pressure (LP) and five high pressure (HP) compressor stages, powered by two single-stage turbines (LP and HP). The combustor is annular with airspray injectors. The engine reheat system features a three-stage manifold system and a convergent/divergent nozzle. Thrust range from 13,500lbf dry to 20,000lbf with reheat.

Integration activity is shared between the partner companies with Eurojet coordinating and setting direction for activity.

The technology of the EJ200 engine makes it both smaller and simpler in layout than current powerplants of a similar thrust class while giving it lower fuel consumption and an unprecedented power-to-weight ratio – all vital factors in enhancing the multi-mission performance and effectiveness of combat aircraft.

MTU Turbomeca Rolls-Royce GmbH

MTU Turbomeca Rolls-Royce GmbH (MTR), registered in Germany, was founded in June 1989. It is the programme management company responsible for the turboshaft engine known as MTR390-2C. The MTR office in Munich is the management centre of the programme, responsible for direction and coordination of all development, production and support activities for the MTR390 engine. Furthermore, MTR is responsible for marketing and sales of the engine for other military and civil applications.

The first run occurred in December 1989 quickly followed by first flight in 1991. Military engine certification followed in 1996, civil engine certification in 1997 and full military qualification in 1999.

A production order for 332 engines was signed by OCCAR for the twin engined Tiger helicopter in 2000 on behalf of the French and German governments who ordered 80 aircraft each. In 2004 MTR received the first export order for 48 engines from Australia.

MTR 390 Engine

The MTR390 is a class leading technology turboshaft engine family in the range from 1,000 to 1,350 kW and with potential to higher shaft output power.

It has been developed as a modular engine to meet the high emergency power within minimised physical envelope whilst combining excellent acceleration and starting characteristics with modern digital control. Low fuel consumption and high cyclic life of



engine components together with the on-condition maintenance policy using a minimum number of standard tools combine to give low life cycle costs.

The MTR390 family is the sole engine power unit in the Eurocopter Tiger application, for which variants are currently ordered or in service by French, German, Spanish and Australian customers.

MTU Turbomeca Rolls-Royce ITP GmbH

In 2004 MTR and ITP signed an Instruction to Proceed to start the development and qualification programme of the MTR390-E engine following the requirement for an enhanced engine from Spain to power their order of 24 Tiger helicopters. MTU Turbomeca Rolls-Royce ITP GmbH (MTRI), registered in Germany, was founded in November 2005. It is the programme management company responsible for the turboshaft engine MTR390-E and is jointly staffed by the partner companies, where certain resources are shared with MTR. It signed the Main Engine Contract in 2005 which includes development, production investment and a first batch of MTR390-E production engines. In 2006 a second batch of production engines were ordered.

First flight occurred in June 2009 closely followed by the first production delivery in December 2009. Total orders for the E variant now stand at 150 engines.

Civil Aerospace Experience

International Aero Engines AG (IAE) is a multinational collaboration of four of the world's leading aircraft engine manufacturers Pratt & Whitney, Rolls-Royce, Japanese Aero Engine Corporation and MTU Aero Engines with headquarters in East Hartford USA that produces the V2500 engine.

IAE was founded in 1983 to develop an engine to address the 150-seat single aisle market. The collaboration was focused on delivering the best of the best technologies, and the result was the V2500 which is in direct competition with the CFM 56 a 50/50 collaboration between General Electric & Snecma which was the subject of a presentation to the Académie in 2009.

Over the last 27 years, IAE has gone from strength to strength, securing its position as a leading force in the global aviation industry. The engine maintains around a 50 percent market share where competed and production has doubled over the last five years to roughly an engine a day being delivered from two assembly lines in Connecticut, USA, and Dahlewitz, Germany.

There are now over 4,000 engines in service with approximately 2,000 more on backlog, equivalent to around six full years of production with around 190 customers across all four corners of the globe.



V2500 Engine

Each IAE partner contributes individual modules to the V2500 engine, an arrangement that enables their engineering teams to focus on continuously refining their respective modules.

- Combustor and high-pressure turbine: Pratt & Whitney
- High-pressure compressor: Rolls-Royce
- Fan and low-pressure compressor: JAEC
- Low-pressure turbine: MTU

In addition, Pratt & Whitney and Rolls-Royce assemble and test the production engines at their respective facilities as well as leading the whole engine integration tasks. IAE's employees are seconded from the four partner companies to integrate across a range of business functions including sales, marketing, engineering and product support.

These second generation collaborations built upon the experience gained and lessons learnt from those of the first generation. Civil certification of the RTM322 required Design Organisation Approval of RRTM and forced a number of changes in its structure. However it kept its model of a very small central organisation, with all other activity in the partner companies and runs the Adour and RTM projects quite separately.

Eurojet built upon the Turbo-Union model, with a multinational team located near its government agency customer NETMA in Munich giving it significant autonomy in certain aspects. MTR adopted a model somewhere between those of RRTM and Eurojet, having a very small team in Munich, with limited capability or capacity. IAE which is the only consortium reviewed here in the commercial arena, has been very successful in adopting a small central team but strong control over the dispersed teams.

More recent collaborative models*Rolls-Royce Snecma Limited*

Rolls-Royce and Snecma Moteurs set up a new joint venture company in 2001 to conduct programmes related to military combat aero engines which are supported by the UK and French governments, starting with joint technology acquisition programmes.

Rolls-Royce Snecma Limited took over responsibility for developing the joint Advanced Military Engine Technology (AMET) programme into its next phase and for collaborative propulsion studies on the Future Offensive Air System (FOAS).

The company currently has a very small central team and relies exclusively on support from within the two partner companies.

EuroProp International GmbH

EuroProp International GmbH (EPI) was formed in 2002 and won the contract to supply engines for the Airbus A400M in 2003. It is responsible for delivering the TP400 engine to its customer Airbus Military SL. Its tasks include the development of the engine, type certification, qualification, customer service, marketing, logistics and repair. The company is a multinational collaboration of the four leading engine manufacturers in Europe. The EPI shareholders are ITP, MTU Aero Engines, Rolls-Royce and Snecma.

EPI has its headquarters in Munich Germany and a liaison office in Madrid Spain close to its customer Airbus Military. The Madrid office handles day-to-day activities and is where the teams for engineering, production, contracts, programme & finance, and in service logistic support work closely together.

The first engine ground test occurred in 2005, followed in 2006 by a complete engine test with an AMSL provided propeller. The first flight test on a Hercules C130 flying testbed was in 2008 with the TP400 powered A400M first flight in December 2009. Orders currently exceed 800 engines for 9 countries in Europe, Asia and Africa.



TP400 Engine

Each EPI partner contributes individual modules to the TP400 engine, an arrangement that enables their engineering teams to focus on continuously refining their respective module.

- Lubrication system, combustor & high-pressure turbine: Snecma
- High-pressure compressor, intermediate casing & hot strut: Rolls-Royce
- Intermediate pressure compressor & turbine: MTU
- Front frame, Low-pressure turbine, turbine exit casing & nozzle: ITP

In addition Snecma & MTU jointly provide the Control and Monitoring System, Rolls-Royce the whole engine mechanical and functional design and MTU final build and test of flight engines.

Civil Aerospace Experience

More recent civil experience is to use a different mechanism where one company is the lead and other companies take a minority programme share as Risk & Revenue Sharing Partners (RRSP) with very specific responsibilities. Thus they are quite different to the models.

In this model the minority RRSP partner has very specific responsibilities virtually always in supplying and manufacturing an engine module and also often in module design. They share in the overall success or problems of the programme throughout its lifecycle.

This type of model is now seen quite frequently on large civil engine projects with RR GE or PW being the lead company and ITP, Snecma or MTU being one of the European RRSP.

AirTanker Limited

In 2008 AirTanker Ltd signed the Future Strategic Tanker Aircraft (FSTA) contract. The contract is to provide the UK RAF with an air transport and air-to-air refuelling capability over a 27-year period, including all associated support services. AirTanker Ltd holds the FSTA Contract with the Ministry of Defence and subcontracts work to AirTanker Services Ltd and EADS (Airbus-Military).

The shareholders in Air Tanker Ltd are Babcock, Cobham, EADS, Rolls-Royce and Thales. Together they deliver key infrastructure and other service elements of the FSTA programme. EADS through Airbus Military deliver the 14 A330-200 aircraft supported by Cobham, Rolls-Royce and Thales supplying other equipment which has largely already been developed.

This arrangement is significantly different to others so far discussed here. Firstly the consortium is at platform not engine level. Secondly the assets are owned by the jointly owned company, purchased from EADS, who in turn have procured the major elements from the partners. These assets are then leased not sold to the end customer together with a service offerings. Whilst aircraft leasing companies have been active for some years in the civil arena, this is a major change in the military field.

More recent collaborative models

These third generation, more recent collaborations have shown significant variation in the models adopted.

The Rolls-Royce Snecma Limited model was very much a government encouraged partnership in a similar manner to that of the original Concorde and Olympus arrangements we reviewed at the start of this presentation.

EuroProp is an evolution of the EuroJet and IAE models and like them has significant control within the central organisation even though ultimately the partners are the shareholders of the consortium.

RRSP arrangements are significantly different in that they are not a partnership of equals as one company clearly leads. This does avoid some of the disadvantages of near equal partnership models whilst retaining access to specific partner skills.

Air Tanker is quite a different model being at the integrated platform not engine level but is included here because of its leasing philosophy rather than sale of the Original Equipment.

Conclusions

Collaborative programmes offer the significant advantage of using the best capabilities from the various companies involved.

On military projects where there are often political constraints they also offer the prospect that some programmes become viable only when done in a collaborative manner because the volume of engines or aircraft is increased significantly.

On some politically driven programmes being a collaborative venture has stopped the programme from being cancelled due to the explicit cancellation clause charges in the original contract (e.g. Concorde and Typhoon).

Potential disadvantages are that such collaborations can impose some bureaucracy and delay in decision making relative to a single company model.

On balance though I believe the advantages outweigh the disadvantages and collaborative programmes are likely to increase rather than decrease.

LEARN TO TEST, TEST TO LEARN

Bernard FOUQUES

*Ancien directeur des essais en vol d'Eurocopter, élu membre titulaire
de l'Académie de l'air et de l'espace le 22 juin 2009*

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 14 octobre 2010

Je nais en Auvergne en 1943 d'un père étudiant en médecine, parisien issu d'une famille de dentistes et de médecins, et d'une mère étudiante en médecine elle aussi, alsacienne issue d'une famille de professeurs ; ils me feront un an après une petite sœur. À l'exception de nos vacances toujours passées chez nos grands-parents maternels retournés en Alsace, nous avons passé notre jeunesse en Auvergne et j'y ai fait mes études, en grande partie au Lycée Blaise Pascal.

Mes capacités en aéronautique se limitent alors à la fabrication de bombes à eau, à l'essai d'une petite fusée propulsée par un mélange de désherbant et de sucre en poudre et au collage de nombreuses maquettes ; j'admire les F100 de la patrouille de l'US Air Force lors des meetings, et j'effectue mon premier vol à 13 ans, entre Paris et Amsterdam, sur un Convair de la KLM.

197



En 1963, à la grande fierté de mes parents, et surtout de mon grand père maternel, je suis admis à l'Ecole Polytechnique. En 1964, lorsque se présente le choix du stage militaire, je bondis sur l'occasion qui nous est offerte de quitter l'air de la montagne Sainte Geneviève et d'effectuer un stage de pilotage à Dax, au sein de l'Ecole de Spécialisation de l'Aviation Légère de l'Armée de terre, et me

voici, sur mon Piper Cub L 18, confronté aux plaisirs du décollage, de l'atterrissage et surtout du roulage avec une roulette de queue.



Fouga Magister CM 170



Flamand MD 312

À la sortie de l'X (1965), je choisis, comme de nombreux camarades, le corps des Ingénieurs militaires de l'Air (IMA) et, comme je suis physiquement apte, le pilotage dans l'Armée de l'air ; quel changement, après cinq années d'équations, de se retrouver seul dans un Fouga Magister CM 170 dans le beau ciel de Salon de Provence, guidé par les charmantes voix de Mireille (la tour) et de Magali (l'approche).

En 1966 pour terminer la formation devant nous amener au macaron, de pilote de transport dans mon cas, retour vers les moteurs à piston, d'une fiabilité douteuse d'ailleurs, du Flamant MD 312, équipé en tout et pour tout de deux VHF à tripleur de fréquence et d'un radiocompas ; quel pied pour l'exercice de traversée de la TMA de Paris ou la percée par variation de QDM sur la balise de Romorantin !

Outre les joies de la reprise des études à Sup'Aéro en 1967, alors Boulevard Victor, je découvre celles de la navigation en Normandie, au départ des Mureaux, en Nord 1101, avec, en sac de sable, quelques observateurs des corps techniques.

Quand il s'agit de choisir ma première affectation en 1968, j'affiche ma préférence pour travailler directement sur des aéronefs, à l'Atelier industriel de l'aéronautique de Clermont Aulnat (bien sûr) ou au Centre d'essais en vol. Le hasard (que les fous nomment destin) me fait être affecté au CEV à Brétigny sur Orge, à la section Essais voilures tournantes, dirigée par Alain Bruneau, après avoir accepté les deux conditions de déménagement à Istres (mais cette prévision de l'administration ne se réalisera que 10 ans plus tard) et d'exécution d'un stage de pilotage d'hélicoptères de 6 mois à l'Esalat de Dax.

Je commence donc dès l'automne à parcourir les cieux landais et pyrénéens sur Bell 47G1 puis G2 puis sur Alouette II et six mois après, je reçois mon deuxième macaron ; nous ne devons pas être très nombreux à avoir été brevetés pilote de l'Armée de l'air et de l'Armée de terre ! Si l'on réfléchit après coup à cette formation au pilotage (double dans mon cas), quel atout cela a été pour nous dans la suite de notre carrière d'avoir été formé avec des officiers des armées, que nous avons retrouvés tout au long de notre vie professionnelle !

En 1969, avant de reprendre pour de bon le travail, sous la direction de Jean-Pierre Dubreuil, je me marie en juillet, quelques jours après l'alunissage



d'Apollo XI, avec Brigitte, une auvergnate issue d'une famille de pharmaciens et de notaires.

Nous avons trois enfants, Caroline, Marie et Pierre Antoine dont, malgré des débuts prometteurs, aucun ne travaille dans l'aéronautique. Ils nous ont donné, pour le moment, quatre petits-enfants ; l'espoir n'est donc pas perdu de repasser le flambeau !

Quelle chance pour ma première affectation en 1970 : ingénieur de marque CEV du SA 341 Gazelle, l'un des trois hélicoptères, avec le SA 330 Puma et le WG 13 Lynx, du programme de coopération franco-britannique.

De nombreux interlocuteurs dont les principaux, outre une direction du CEV bien lointaine de l'autre côté des pistes, sont le Service technique aéronautique à Paris, les Essais en vol Hélicoptères de Sud-Aviation à Marignane, le groupement ALAT de la Section technique de l'Armée de terre à Valence et l'Aeroplane and Armement Experimental Establishment à Boscombe Down (UK). Un programme techniquement ambitieux, pales en composite, moyeu rotor moderne, fenestron, normes civiles et spécifications militaires. Une équipe CEV peu nombreuse et motivée pour le succès de ce que nous appelons le "petit vélo" (d'où le déguisement de mon pilote). Je vous épargnerai les nombreuses photos des campagnes temps chaud au Maroc, temps froid en Norvège, d'appontage en Manche sur la Royal Fleet Auxiliary "Engadine", en montagne dans le Briançonnais, en givrage devant la grille d'Ottawa.



Déguisement de mon pilote ...



... pour le record du 341-01

km/h environ contre 277 avec le Hughes 500) ; vous remarquerez en haut à droite les deux observateurs du CEV.

En 1974, au départ de Jean-Pierre Dubreuil pour Cazaux, j'évite de partir au Service technique et je deviens chef de la section Essais voilures tournantes, 9 personnes de 8 statuts différents ! La palette de nos activités de cette période va de l'autogyre Super J2 (qui

Par contre, vous pourrez admirer les carénages du 341-01 lors de sa tentative victorieuse en 1971 de battre trois records du monde de vitesse dans sa catégorie, avec un équipage Sud Aviation (Denis Prost et Jean-Marie Besse, qui remplacera Jean Boulet à la tête des Essais en vol), au CEV à Istres (dont, sur base de 3 km, 310



Amerrissage sur le Rhône

provoque l'intérêt du DGA et du DTCA) jusqu'aux essais de dégivrage des rotors sur le Super Frelon 05.

En 1975 je reprends les essais de qualification de l'extension de masse des SA 321 Super Frelon de la Marine Nationale, l'un des essais les plus spectaculaires étant l'amerrissage sur le Rhône.

L'année 1976 fut très riche, avec :

- la certification française de plusieurs hélicoptères américains, qui nous a permis de visiter l'extraordinaire hangar en bois de Howard Hughes à Los Angeles et de voler au Texas sur Bell 206L et 212 ;



Bell 206 L1



René Romet

- une mission à Chamonix auprès de l'équipe de la Protection civile, qui nous a permis de vivre leurs missions de sauvetage dans le massif du Mont Blanc ; quelle habileté et surtout quel courage, bravo à René Romet ;

- des discussions avec une firme automobile française très chevronnée, qui avait imaginé trouver des débouchés pour son moteur rotatif dans le monde des hélicoptères ; le RE2 n'effectuera pas plus de quelques vols, la conception de son moyeu rotor – métallique – ne pouvant d'ailleurs guère être retenue en série ;



RE2



YAH 63 et 64

- une autre mission aux États-Unis pour "se faire des idées" sur ce que pourrait être un hélicoptère de combat (le contrat de développement du Tigre attendra encore 12 ans) ; j'en ai ramené une photo prise à Edwards ou l'on voit le YAH 64 de Hughes (devenu l'Apache de McDonnell puis de Boeing) et son concurrent malheureux le YAH 63 de Bell ;

- et pour terminer l'année, une mission chez MBB à Ottobrunn, pour la certification française du Bo 105 ; je ne me doute guère que j'y retournerai comme chef de leurs Essais en vol plus de 20 ans après.

En 1977 le SA 330 Puma a été équipé d'un fenestron expérimental ; résultat assez difforme et quelques problèmes de qualités de vol, le fenestron n'équipera pas les gros hélicoptères.

1978 le SA 349-002 deuxième Gazelle à avoir été équipée à titre expérimental d'une aile : plus d'inconvénients que d'avantages sur un monomoteur ; par exemple, en cas de panne du moteur, l'aile "prend à son compte" une partie de la portance, le régime rotor décroît et avec lui le contrôle du tangage et du roulis par le rotor principal, d'où le montage d'aérofreins "destructeurs de portance" et d'ailerons ; par ailleurs, la présence de l'aile, obstacle dans le flux issu du rotor principal, diminue les performances en vol stationnaire ; par la suite, les moignons d'aile ne serviront plus que sur des multimoteurs, pour l'emport d'armements sur le Tigre... En attendant de servir de support pour les hélices du X3 !



pointus biplaces, mais aussi sur planeur, CAP 10, Transall en largage très basse hauteur, Falcon 50, C135, l'éphémère Fouga 90 et d'autres.



En 1979 j'évite une deuxième fois de partir au service technique, en acceptant une proposition surprise, devenir "sous-directeur technique délégué de la base d'essais d'Istres" du CEV ; retour donc vers les "voilures paralysées", découverte de la simulation, nombreux contacts avec l'EPNER, apprentissage de l'étonnante maison Dassault, et "descente" dans le Sud qui m'avait été promise 10 ans plus tôt ; j'en profite pour me faire lâcher ou relâcher sur Fouga, Paris, HR100, MD312 et pour voler sur quelques avions

En 1980 j'ai pu voler sur un Mirage IV en essais de performances monomoteur au décollage (si l'on peut parler de performances). 1981, la campagne du Super Etendard en essais d'appontage de nuit sur le Foch (j'avais déjà été sur le Clemenceau avec Puma et Gazelle en 1977) ne fait que renforcer mon admiration pour l'aviation embarquée ! L'Alphajet 01, banc volant du petit réacteur TRI 60, avant son crash ou

l'expérimentateur du CEV trouve la mort, noyé dans le Rhône malgré une éjection réussie et un équipement de survie adéquat, seul accident mortel survenu sous ma responsabilité hiérarchique pendant ma carrière. Et qui se souvient du Microjet 200 ?



2000 B01 en 1982

Vol sur le Mirage 2000 B01 en 1982, quelque part entre Hyères et Perpignan, pour descendre (fictivement) un "hostile" que l'on ne voit pas ; j'embaucherai plus tard l'ingénieur CEV chargé des essais officiels de ce système d'armes pour être responsable chez Eurocopter des essais du système d'armes du Tigre HAP ; il faut bien avouer que le "saut" pour passer de l'Alouette III SS11 ou de la Gazelle HOT au Tigre était considérable.

En 1983 j'évite pour la troisième fois de partir au service technique, l'Aérospatiale m'ayant proposé de rejoindre la division Hélicoptères à Marignane pour en devenir, à terme, le directeur des essais en vol ; pour cela, il me faut la "peau d'âne" d'ingénieur navigant d'essais civil. L'EPNER semblant peu indiquée (j'y faisais passer des examens), l'USAF Test Pilot School d'Edwards ne donnant pas dans l'hélicoptère, l'US Naval Test Pilot School de Patuxent River trouvant mon CV trop bizarre, il me reste l'Empire Test Pilot School de Boscombe Down, où je retrouve comme professeurs mes anciens amis de la période de la Gazelle.

Vous avez maintenant compris l'origine du titre de ma conférence !

Ces amis britanniques ne me font pas de cadeau pour la rédaction des rapports et les fautes d'orthographe, ni pour l'usage des unités impériales ; mais pour le vol, pas de problème, que ce soit en avion (Hunter, Jaguar, Hawk) ou en hélico (Scout, Sea-King, Wessex, Lynx), en particulier sur Gazelle, où je suis moniteur officieux de mes six pilotes élèves. Pour l'évaluation finale, j'ai la chance de voler à Patuxent River, l'un des centres d'essais de l'US Navy, sur Boeing Vertol CH 46 Sea Knight et sur le mythique Bell AH 1 Cobra. Bref, une excellente année de transition entre les deux parties de ma carrière, complétant ma connaissance des mœurs britanniques, dont je n'aurai d'ailleurs guère à me servir par la suite.

Afin de bien apprendre la maison "Marignane", je passe mon année 1984 à "tourner" dans l'usine, puis au bureau d'études, puis aux essais en vol Série, moins connus que "le Proto" mais tout à fait essentiels, car marquant à la fois la naissance d'un aéronef et sa maturité (espérée) permettant sa livraison au client. Pendant l'été (bien sûr), il faut certifier le kit bombardier d'eau sur un Écureuil à livrer (dans l'urgence bien sûr).



Kit bombardier d'eau

Il y a le feu (aussi) en 1985 sur le programme Dauphin destiné aux US Coast Guards, et dont les entrées d'air des moteurs Lycoming semblent poser problème ; une fois réalisés des vols prolongés en stationnaire à quelques pieds au dessus de la mer, pour justifier que les dépôts de sel dans les entrées d'air ne perturbent pas le fonctionnement desdits moteurs, il reste à régler le problème de deux appareils livrés par notre filiale américaine à un client proche oriental et qui semblent ne pas réaliser certaines des performances vendues, d'où un contentieux politico-financier ; une mission sur place permet de resserrer les boulons, de retrouver presque tous nos moutons (mais pas tous), de faire cesser les lamentations (vous avez deviné quel était le client) et de permettre un marchandage final sur les prix ; on est loin de l'école !



Au 1^{er} janvier 1986, c'est parti, je deviens directeur des essais en vol hélicoptères d'Aérospatiale, ce que je n'aurais pas imaginé quelques années plus tôt. Pendant mes années à Istres, la division a considérablement fait évoluer sa gamme de produits en



introduisant le Super Puma, le Dauphin 2N et l'Écureuil bimoteur ; les évolutions et personnalisations de ces produits, ainsi que le traitement de leurs maladies de jeunesse, procurent beaucoup d'heures d'essais en vol. "L'ancienne gamme" donne, elle aussi, du boulot mais il nous faut traiter ses maladies de vieillesse, ce qui me donne l'occasion de réétudier

résonance sol et résonance air de l'Alouette III ainsi que les performances à très haute altitude du Lama, très utilisé dans les conflits himalayens... Et que l'on ne remplacera que 15 ans plus tard.

Le prototype de la version Mk2 du Super Puma prend l'air en 1987 ; il s'agit de redonner un coup de jeune à l'appareil, dix ans après le Mk1. Les modifications : moteurs plus puissants, rotor arrière modernisé, pales principales plus performantes, capacité en passagers et bagages augmentée, écrans de pilotage et PA numérique représenteront plus que le simple toilettage imaginé au début et le nouveau PA nécessitera de revoir nos méthodes de travail !

De même, nous faisons voler un Écureuil équipé d'un fenestron ; mais le choix, dans le but de maximiser la vitesse de croisière, d'un diamètre de poutre de queue non adaptable facilement sur le fuselage central de l'Écureuil de série fera que l'appareil n'aura pas de suite immédiate, et le prototype décore aujourd'hui encore le portail d'entrée de l'usine.

Depuis trois ans, nous faisons voler une version surmotorisée du Dauphin, appelée SA 365 M Panther, destinée au marché militaire ; beaucoup de visiteurs (le Président



Chirac, le Roi d'Espagne, le ministre Chevènement) ou de curieux (Clint Eastwood), mais peu (pas) d'acheteurs.

Nous utilisons le prototype à l'étude de ce que pourrait être le combat air-air des futurs hélicoptères de combat (le contrat de développement de l'HAC/PAH2-HAP est signé cette année) ; l'exécution de figures classiques de voltige, comme la boucle et le tonneau barriqué, nous permettent de valider les modèles

prédictifs du bureau d'études, de vérifier le fonctionnement des circuits comme l'hydraulique et la garde pales principales-fuselage ; le succès publicitaire est évident !

La perspective de collaboration avec nos collègues de la division hélicoptères de MBB nous amène en 1989 à échanger des vols d'information sur nos nouveaux produits ; c'est ainsi que nous volons sur le Bo 108, prévu alors pour remplacer le fameux Bo 105, et qui deviendra, quelques années plus tard, après augmentation de la taille de sa cabine et installation d'un fenestron, l'EC 135.

À défaut de vendre le Panther, nous revalorisons la Gazelle en 1990 en l'équipant des pales principales de l'Écureuil bimoteur ; l'accroissement en conséquence de sa masse maximale décollable permettra l'emport du système antichar jour+nuit HOT et lunette Viviane... et d'attendre le Tigre. Cette Gazelle Viviane accompagne aujourd'hui le Tigre en Afghanistan.

Ci-contre le Puma Orchidée, précurseur du Super-Puma Horizon, avant son départ pour la première guerre du Golfe.



Depuis très longtemps, il n'y avait pas eu de mise en vol d'un vrai-vrai prototype ; le Tigre en est un en 1991, et, qui plus est, sa conception a été partagée avec un autre constructeur, de forte culture technique lui aussi, mais pas la même, rotor articulé vs rotor rigide ! L'équipe intégrée d'essais en vol, placée sous ma responsabilité à Marignane, a permis à la mayonnaise de prendre, bière et champagne étaient là au 1^{er} vol ! La commande de série du Tigre n'interviendra qu'en 1999, le premier appareil de série volera en 2002 et sera livré en 2004.

L'année a aussi vu la campagne de vols de recherche du Dauphin (s/n 6015) dit Grande Vitesse ou DGV, qui était un peu le précurseur du dernier avatar de la famille Dauphin, l'EC155 : moteurs et transmissions un peu poussés, nouveau mat-moyeu, 5 pales, des carénages et un volet de dérive réglable, permettant, au prix d'une petite trainée

additionnelle, d'annuler la puissance transmise au fenestron et de la réserver au rotor principal ; moyennant une bonne surveillance des contraintes statiques et dynamiques, nous avons pu, lors de plusieurs allers-retours sur base de 3 km, battre avec 371 km/h (200 kt) le précédent record du monde qui était détenu par Sikorsky avec 348 km/h, le tout quelques jours avant la création officielle d'Eurocopter France ; cet appareil continuera sa carrière dans le domaine recherche, en particulier dans les études de réduction du bruit externe.

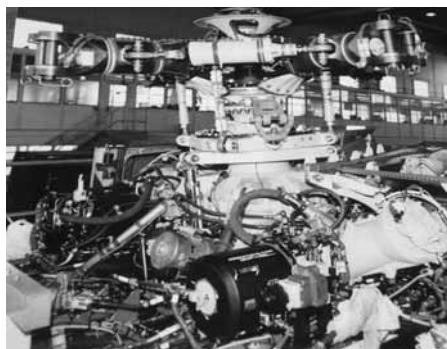
Les années suivantes ont vu se poursuivre un fort niveau d'activité, mais, les faits étant plus récents, vous les avez peut-être encore un peu en mémoire ; aussi, après ce record de vitesse, vais-je un peu accélérer ma présentation ! Par ailleurs, étant chargé de la coordination des questions de personnel navigant au sein du groupe Aerospatiale, de la présidence de la commission du personnel navigant du GIFAS, du groupe régional de la 3AF, et à partir de 2000 de la responsabilité hiérarchique des essais en vol d'Eurocopter Deutschland, je consacre moins de temps à des activités purement navigantes.



1994 a vu le premier vol de l'EC 135, dont j'ai parlé plus haut. En 1995 le premier vol de l'EC 120. Et en fin d'année 1995, premier vol du NH 90, vrai-vrai prototype lui aussi, mais développé à quatre pays, incluant notre concurrent européen ! La commande de série du NH 90 interviendra en 2000, le premier appareil de série volera en 2004 et sera livré en 2006.

En 1997 est venue la tentative de traverser l'Atlantique en Écureuil, se ravitaillant en vol stationnaire auprès de remorqueurs répartis le long du trajet ; un coup de bélier dans les canalisations mettra malheureusement fin prématurément à la tentative.

Le Super Puma Mk2 entreprend avec succès en 2000 une campagne de ravitaillement en vol derrière un C130, dont la seule modification, hors le masquage de ses cocardes, est une augmentation de la taille du panier en bout du tuyau de ravitaillement ; ce



Plancher mécanique du NH 90

système sera reconduit ultérieurement sur l'EC 225/725/Caracal, 3^e version de la famille Super Puma.

L'EC130 a été certifié en 2001, combinaison fort intelligente de la structure et des mécaniques de l'Écureuil B3, de la cabine de l'EC120 élargie et du fenestron, miroir de celui de l'EC135. Par ailleurs, signalons, une fois n'est pas coutume, le dernier vol, effectué le 31 janvier 2001, du Dauphin AS 365 s/n 6001 ; cet appareil, doyen de la famille 365N, avait effectué son premier vol le 20 décembre 1979 ; après dix ans consacrés au développement de sa "famille", il avait été transformé en appareil de recherche, testant en particulier les lois de commandes de vol qui verront leur aboutissement sur le NH90 et les mini-manches qui, eux, ne seront pas retenus.

Les premières livraisons de l'EC145, dernière version du BK117, ont été effectuées en 2002, à la Sécurité civile et à la Gendarmerie nationale.

Cette même année, à l'occasion d'un visite en Finlande pour organiser la future chaîne d'assemblage et de mise en vol des NH90 destinés à ce pays, j'ai l'occasion de me faire offrir, en copilote, un tour de Mitsubishi sur circuit hivernal ; jamais eu aussi peur en voiture... Ni en avion ou en hélicoptère !

Par ailleurs, je commence à aller régulièrement à Madrid pour mettre en place les futurs essais en vol d'Eurocopter España. En 2005 le contrat avec notre futur coopérant chinois pour l'EC175 est finalisé, les essais en vol nous sont pour l'essentiel attribués ; le premier vol aura lieu à Marignane en décembre 2009.

Ma dernière grande mission sera pour le Népal : le 14 mai 2005, Didier Delsalle et son Écureuil AS 350B3 s'est posé sur le toit du monde.



Moeurs allemandes

Et comme tout finit par des chansons, le pot de départ que m'ont offert mes troupes bavaroises a complété ma connaissance des mœurs allemandes.

Monsieur le Président, Mes Chères Consœurs, Mes Chers Confrères, Mesdames, Messieurs, merci d'avoir visité avec moi mon parcours professionnel, que la devise "apprendre à essayer, essayer pour apprendre" me semble bien résumer.

L'AVIATION DE MONTAGNE : les conquérants de l'inutile ?

Michel ZIEGLER

*Pilote de ligne, guide de haute montagne, ancien président d'Air Alpes et d'Air Martinique,
élu membre titulaire de l'Académie de l'air et de l'espace le 11 juin 2008*

Allocution de réception prononcée lors de la séance du 26 novembre 2010

Je souhaite dès l'entrée en matière indiquer que si cet exposé est fidèle à la réalité des événements décrits, il n'a pas de prétention historique. D'autres expériences de même nature ont pu se dérouler dans d'autres lieux, à d'autres périodes.

Ce n'est pas dans cette ville de Toulouse qui fut le siège de l'Aéropostale de Daurat, Mermoz, Guillaumet, Saint Exupéry.... Ce n'est pas devant cette assemblée réunissant tant d'éminentes personnalités de l'aéronautique que je vais expliquer qu'il y a dans notre vocation d'aviateur une part nécessaire de rêve qu'il faut ensuite concrétiser par la rationalité d'une technique toujours plus pointue.

Pourtant, oui je peux le dire, nous avons, pendant toutes ces années, vécu notre rêve.

Les conquérants de l'inutile ?

Ce titre est emprunté au livre du magnifique alpiniste que fut Lionel Terray. Il est suivi d'un point d'interrogation car qui sait si cette aventure ne portera pas, un jour, des fruits aujourd'hui insoupçonnés ?

Des points communs entre aviateurs et montagnards

Un regard attentif retrouve dans la littérature alpine de nombreux aviateurs qui se distinguèrent par leur enthousiasme pour la montagne, il est vrai que, comme l'aviateur, le montagnard tend à s'élever. Ils ont en commun le goût du sommet, de l'espace et de la contemplation solitaire : Chautant et Jacques Lecarme, ingénieurs et pilote d'essais, Couzy, A. Vialatte, ancien directeur des services techniques aéronautiques, Henri Ziegler, membre

du fameux Groupe de Haute Montagne, Raymond Lambert, grand guide, découvreur de la voie sud à l'Everest qui devint pilote des glaciers avec son Pilatus et tant d'autres dont les anciens de "Jeunesse et montagne" comme Gilles de la Roques et André Tournier.

Les origines

Avant d'imaginer s'y poser, le simple vol au cœur de la montagne, peuplée de turbulences et de rabattants, avait un caractère au moins mystérieux sinon effrayant. Et pourtant ce sont les montagnes les plus ventées du monde dans la région de l'Aconcagua entre Argentine et Chili qu'affrontèrent les pilotes de l'Aéropostale. Guillaumet y fit même, bien involontairement, l'un des premiers atterrissages en montagne écrivant une page glorieuse de l'histoire de l'aviation française. *"Ce que j'ai fait, aucune bête au monde ne l'aurait fait..."*

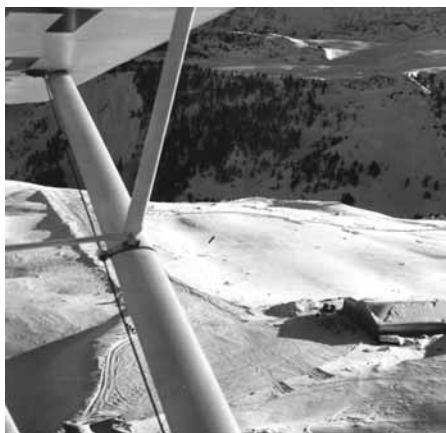
Durafour fut, à ma connaissance, le premier à se poser au pied du Mont Blanc, avec son archaïque Potez, au Dôme du Goûter, dont il re-décolla à l'aide de sandows. Quelques années plus tard Thoret, dit "Mont Blanc", s'installa au Fayet, il faisait des vols touristiques au cœur du massif du Mont Blanc et avait bâti sa réputation comme l'homme qui affrontait les diables de la montagne, turbulences et rabattants.

Puis vint le flamboyant Henri Giraud, chef pilote de l'aéroclub du Dauphiné : avec son Piper-Cub, baptisé "Choucas" puis un "Mousquetaire", il se posait partout en montagne enfreignant les règles qu'il considérait comme attentatoires à sa liberté d'aigle des montagnes. Cela donnait lieu à d'homériques et cocasses bagarres verbales avec l'administration représentée par le "redoutable" chef du district aéronautique Rhône Alpes. Il posa son Piper-Cub aux sommets du Mont Blanc et du Mont Aiguille, incroyables exploits, faisant preuve d'autant d'habileté que de bravoure.

Hermann Geiger "Le pilote des glaciers" fut le premier, avec des moyens rudimentaires, à gagner sa vie en volant en montagne.



André Tournier et Raymond Lambert



La piste de Courchevel première version

Air Alpes enfin, créée en 1961, sortant du terrain naturel, mit en application la technique des atterrissages et décollages sur pente en faisant réaliser des pistes en pente pour desservir les stations de montagne. Au fil des aménagements elles devinrent de véritables "aéroports à caractéristiques spéciales".

Une histoire d'hommes

L'on voit bien qu'il ne s'agit pas dans cette affaire d'un programme planifié mais d'une affaire d'hommes, depuis les pionniers

jusqu'au développement d'Air Alpes.

Il y eut les aventuriers : Guillaumet, Durafour, Thoret et encore Giraud ; ceux qui ont systématisé : Hermann Geiger avec son comparse Fernand Martignoni ; puis enfin ceux qui, dans l'aventure Air Alpes, ont imaginé : Michel Ziegler avec Robert Merloz, ceux qui ont soutenu : Henri Ziegler, Sylvain Floirat, Joseph Szydlowski et les secrétaires généraux à l'aviation civile Moroni puis Grimaud, ceux qui y ont cru, contre toute logique : les maires, Borget, Ancenay, de la Gontrie, Joseph Fontanet et quelques autres, ceux qui ont participé : les pilotes, mécaniciens, secrétaires et bien sûr les épouses, ceux qui ont accompagné : les pilotes du SFA, Marcel Collot et Jean Delparte et les ingénieurs et pilotes du CEV, Bernard Ziegler et Pierre Baud.



Jean Perard, H. Geiger, M. Ziegler, F. Martignoni



Gérard Domezon, Robert Merloz, Michel et Martine Ziegler, Gérard Bernadet, Janine Bloch, Gérard Billy et le chien Hopi.

Une aventure au 20^e siècle

En fait la création d'Air Alpes, son développement, en montagne d'abord puis sur le réseau régional, fut une belle aventure au XX^e siècle. Des hommes, du culot et de l'enthousiasme, tout était aventure, choix empirique des pistes, voies d'accès sommaires, logements et entretien dans des conditions précaires, réglementation inexistante.

De l'Avisurface à l'Altiport

Accompagnant les premiers pas d'Air Alpes l'administration établit un premier règlement dans lequel les points d'atterrissage en montagne, proposés par l'exploitant, étaient reconnus par l'antenne du SFASA de Challes les Eaux, nos amis Collot et Delparte, puis après avis favorable, agréés par arrêté préfectoral.

Mais, très vite apparut une différence entre les pentes naturelles de montagne et les pistes que nous faisons aménager dans les stations. C'est le 30 janvier 1962 que fut inventé le mot "Altiport" par Joseph Szydlowski.

Suivirent les altiports de Courchevel, l'Alpe d'Huez, Megève. D'autres pistes eurent des vocations plus précaires à Val d'Isère et Tignes, la Plagne, Les Arcs ...

Deux passions : l'avion et la montagne

En 1960 j'étais un jeune homme passionné de montagne et d'aviation et je me rendais avec enthousiasme, chaque automne, au gala de la montagne salle Pleyel à Paris.



1961 Inauguration de l'altiport de Courchevel

Cet automne 1960 le gala fut consacré à Hermann Geiger, "Le Pilote des Glaciers", Je fus absolument enthousiasmé par son exposé émaillé de films.

Peu de temps après, je campais, avec femme et enfant, sur les bords du Rhône en bout de la piste de l'aérodrome de Sion où opérait notre héros et son comparse Fernand Martignoni, merveilleux pilote entre tous. Après six jours "d'écolage", comme disent les Suisses, du 7 au 12 avril 1961, j'avais appris les rudiments du métier et imaginé qu'après tout, cette technique d'atterrissage en pente pouvait bien s'adapter à une piste de desserte des stations de montagne.



Atterrissage à Val d'Isère

Des parrains de qualité

De retour à Paris je racontais par le menu mon aventure à mon père, Henri Ziegler, lui-même aviateur, grand entrepreneur et montagnard passionné, il était membre du GHM, et lui demandais son aide pour me lancer. De la montagne, des avions de l'entreprise et de l'aventure il adhéra au projet et avec son ami Sylvain Floirat apporta les premiers cent mille francs nécessaires au démarrage de la société que nous avons choisi d'appeler Air Alpes.

Un aviateur savoyard

Robert Merloz est savoyard, originaire de la Côte d'Aime. Il habitait à cette époque à Levallois, comme beaucoup de savoyards, où son père exploitait une entreprise de déménagement. Nous nous étions rencontrés sur les bancs de l'école de commerce de la Chambre de commerce de Paris, rue Armand Moisant, et c'est ensemble que nous nous initiions au pilotage, à l'aéroclub Air France à Toussus le Noble sur Stampe et NC 852. Dès le début je lui avais proposé de se joindre à moi dans cette aventure, ce qu'il fit avec enthousiasme.

Air Alpes – Les fonts baptismaux

Le 19 avril 1961 les statuts de la société étaient déposés au greffe du tribunal de commerce de Savoie. La Savoie (CCI et Conseil général) avait construit, sur l'aéroport de Chambéry-Aix les Bains, une aérogare restée jusque-là sans usage, nous y trouvâmes

donc, sans difficulté, les modestes locaux dont nous avons besoin pour établir notre société.

Les premiers objectifs

Nous étions partis sur l'idée d'utiliser la technique d'atterrissage sur pente pour desservir les stations. Les stations établies, à l'époque, étaient Megève et Chamonix, c'est donc vers elles que commencèrent nos démarches pour leur proposer d'installer un modeste aéroport. En même temps nous discussions avec Firmin Guiron qui, successeur de Thoret, exploitait un petit avion sur l'aéroport du Fayet.

Ces deux démarches n'aboutirent à rien, les responsables de Chamonix et Megève nous prirent pour de doux farfelus, Firmin Guiron, lui, n'avait rien à vendre et en demandait beaucoup plus que nos moyens ne nous le permettaient.

L'accueil en Tarentaise Vanoise

C'est alors que, sans doute par une filière JM "Jeunesse et Montagne", association de résistants dont mon père était un membre éminent, que nous avons pris contact avec des stations émergentes, Meribel et Courchevel. Nous y fûmes accueillis à bras ouverts, à Meribel par André Tournier, René Beckert, le maire André Borget, et derrière eux, l'ensemble de la communauté commerçante.

À Courchevel par Émile Allais, Gilles de la Rocque, le Maire Émile Ancenay et Jean Blanc, ancien champion de ski et exploitant de la remontée mécanique de Pralong en bordure de laquelle nous décidâmes d'établir la piste d'atterrissage.

Les deux stations s'entendaient bien et décidèrent ensemble de nous suivre.

Le choix de l'implantation

Pour le choix du terrain, nous voulions une pente suffisante et surtout un lieu et un axe qui ne perturberaient pas la quiétude de la station. C'était bien le cas des deux sites choisis, avec en contrepartie un éloignement qui nous permit de mettre en valeur nos qualités sportives puisque nous rejoignons les sites, chaque jour à ski, en peaux de phoques, quand les remontées étaient fermées.

Les deux communes lancèrent donc durant l'été 1961 les modestes travaux qui permettraient de se poser, l'hiver, sur terrain enneigé. La piste de Courchevel avait une pente qui nous paraissait idéale mais elle était très exposée à des vents latéraux qui pouvaient être forts ; au contraire la piste de Meribel, un peu plate à notre goût, était magnifiquement abritée du vent et installée dans l'axe de la vallée.

Créer une réglementation

Parallèlement nous conduisions des discussions avec l'administration pour faire agréer notre activité. Le Secrétariat général à l'aviation civile s'engagea à nos cotés dans



Henri Ziegler et Gilles de La Rocque

l'aventure et, en même temps que s'écrivait un embryon de réglementation deux pilotes, Marcel Collot et Jean Delparte du centre du SFASA à Challes les Eaux, à l'époque en charge de la formation des instructeurs pilotes privés, furent chargés de contrôler les pilotes et de donner leur avis sur les plates-formes dont nous demandions l'usage.

Un premier avion le Piper Cub F-BKBP

Le 12 décembre 1961 je prends livraison de notre premier avion, le Piper Super Cub F-BKBP. Nous l'utiliserons durant des années pour effectuer les repérages des plates-formes que nous voulons exploiter commercialement et pour la formation de pilotes, ceux de la compagnie et d'autres venus de tous horizons.

Quelques années plus tard nous abandonnerons cette activité, suscitant la création d'aéroclubs à Courchevel et Meribel.



Jean Delparte et Marcel Collot entourant Michel Ziegler et Henri Giraud avec Chamond, Tissot, Jeanvoine, Berthet et Bouchet. Inauguration de la Salette.

Un avion de transport : Le Pilatus Porter

Pour démarrer nos opérations de transport nous avons naturellement réfléchi à ce que pouvait être la machine la mieux adaptée à nos besoins ; le Dornier DO 27 est examiné attentivement. Mais finalement c'est sur le "Porter" de la société Pilatus que se porte notre choix. Il est doté d'une grande cabine pouvant emporter 7 passagers sur des sièges facilement démontables pour charger du fret, il a d'étonnantes qualités de décollage et atterrissage courts et son train à la fois robuste et très astucieusement dessiné avec une voie très large, lui permet de se poser sur les terrains les plus mal préparés. De surcroît il peut être équipé, à la demande, soit de pneus basse pression soit de skis remarquables et éprouvés.

Nous commandons donc un avion chez Pilatus et comme il faut plusieurs mois pour le livrer, en attendant, nous louons le HB-FAZ.

Le 2 septembre 1961

J'en prends livraison à Stans le 21 juillet 1961. Dans les jours suivants je qualifie Robert. Et c'est tout à notre joie que le 2 septembre 1961, de bonne heure, nous décollons vers le massif du Mont Blanc pour repérer les premiers points sur lesquels nous pourrions commencer nos déposes de skieurs. Je suis aux commandes, notre premier objectif est le col infranchissable.

J'effectue trois atterrissages et passe les commandes à Robert qui fait de même avant de décoller vers le Dôme du Goûter.

Nous y avons effectué par la suite des centaines d'atterrissages, dans toutes sortes de conditions et cela reste aujourd'hui parmi mes plus beaux souvenirs. Le tout premier rayon

du soleil, très tôt le matin, touche le Dôme du Goûter, ce qui nous permettait, émergeant de la pénombre du Fayet, de nous y poser à la petite pointe du jour. C'était une grâce extraordinaire. Puis de toute notre habileté nous replongions vers la pénombre pour reprendre d'autres compagnons et rebondir vers la lumière et la gloire de ces sommets que nous avons toujours chéris de toute notre âme.

L'approche se fait en légère descente le long du Mont Blanc du Tacul puis du Mont Maudit et enfin le long de la face nord du Mont Blanc lui-même, la plate-forme est vaste avec une pente modérée, les difficultés viennent essentiellement de l'altitude, du vent qui peut être très fort, de la surface plus ou moins vaguée et de neiges très variables.

Lorsque nous arrivons au niveau du Dôme il est nappé d'un léger brouillard et nous tournons dans ce décor grandiose le temps qu'il se dégage complètement. Puis nous voila en finale, nous nous posons en douceur, arrêtons le moteur et descendons de l'avion pour faire quelques pas remplis d'une grande joie de nous trouver, avec notre avion, dans ce lieu hors du commun.

Le moteur, un gros Lycoming turbocompressé, démarre après quelques difficultés, Robert remet l'avion dans l'axe de la vallée et toute puissance affichée nous glissons vers l'aval, à mi course le moteur soudain perd sa puissance, il est trop tard pour arrêter la manœuvre, la lèvres supérieure de la première crevasse, à la rupture de pente vers le "Grand Plateau", arrive à grande vitesse.

Robert tire le manche et l'avion manquant de vitesse s'enlève mais insuffisamment, nous accrochons la lèvres inférieure y laissant une jambe de train, l'avion hésite encore, il retouche entre les deux crevasses mais sur une seule jambe perd son équilibre et percute de plein fouet la lèvres inférieure de la seconde crevasse, le moteur et l'hélice s'arrachent du bâti, passent sous le fuselage et toujours accrochés à l'avion par les commandes nous servent d'ancre dans la pente neigeuse, nous évitant une chute fatale dans le vide.

J'ai pu mettre les pieds dans le tableau de bord pour amortir le choc mais Robert, tout à la commande du décollage, a traversé le pare-brise avec sa tête, il est K-O.

Dans l'adversité il y a deux manières de réagir, s'asseoir sur le bord de la route et pleurer ou s'engager de l'avant et parer à l'important pour en sortir. J'ai traversé dans ma vie de nombreux, et quelquefois durs, coups de tabac et me suis toujours rangé dans la deuxième catégorie. Je m'emploie donc à sortir Robert de l'avion avant qu'il ne brûle ou se décroche et de trouver le moyen de descendre vers la vallée.

L'assurance, dont pourtant la première prime n'est pas encore réglée, paiera rubis sur l'ongle.



Le premier Turbo Porter

Joseph Szydlowski, autre grand industriel de l'aéronautique française, est en plein effort de lancement, dans sa société Turbomeca, d'une turbine légère de 530 chevaux, l'Astazou.

Le lendemain il me téléphone et nous avons ce dialogue :

« — *Monsieur Ziegler, vous n'êtes pas sérieux, ces moteurs à pistons sont d'un autre temps, sur votre avion il vous faut installer une de mes turbines Astazou.*

— *Monsieur le président, ce serait avec joie mais nous n'avons pas les moyens de l'acheter.*

— *Eh bien faites une augmentation du capital, et donnez-moi des parts de votre société en échange d'un Astazou. »*

C'est ainsi que fut lancé le premier Pilatus Turbo Porter d'une série aussi longue que réussie.

*Le Pilatus Turbo Porter F-BJSZ.**Premier avion de transport d'Air Alpes*

Le 9 janvier 1962 je prends, avec fierté, livraison, à l'usine Pilatus de Stans, du F-BJSZ. Je me rends aussitôt à Sion pour le présenter à mes amis Hermann Geiger et Fernand Martignoni ; Jean Perard d'Aviation Magazine est avec moi pour ce grand événement de la vie d'Air Alpes. Puis, après un périple parisien pour faire homologuer l'avion par le CEV le 29, j'arrive à Chambéry.

Le premier atterrissage à Meribel. Le mot Altiport

Joseph Szydlowski, toujours aussi passionné, s'est tenu informé de la sortie de l'avion et de son périple parisien. Le lendemain matin 30 janvier 1962 le téléphone sonne, il est au bout du fil :

« — *Monsieur Ziegler vous avez votre premier avion de transport, avez-vous déjà transporté des passagers ?*

— *Non, Monsieur le Président, je viens d'arriver.*

— *Alors attendez-moi, j'arrive et je veux avoir le billet 001 de la compagnie. »*

Quelques heures plus tard il débarque à Chambéry à bord de son avion privé, un Beech Baron transformé avec deux Astazou, et nous indique vouloir être transporté sur la piste qu'il sait que nous avons fait construire à Meribel.

Robert et moi sommes au pied du mur, nous aurions préféré prendre notre temps pour cette opération si importante, mais les circonstances commandent et la détermination de notre si dynamique actionnaire nous décident à nous jeter à l'eau. Nous prévenons les autorités locales à Meribel de notre arrivée imminente et nous voilà partis, non sans émotion. L'atterrissage se passe aussi bien que possible devant un comité d'accueil ravi composé de : Abel Desoche, René Becker, président de l'office du tourisme, le grand André Tournier, directeur de la station, et Martine Ziegler.

Tout le monde est très heureux et émus de cette première et nous posons pour la photo.

La nuit approche et nous ne voulons pas laisser notre précieux avion dans la nature, je décolle vers Chambéry laissant Robert et Martine représenter Air Alpes au dîner qui suivra au cours duquel Joseph Szydlowski inventera le mot Altiport que nous ferons finalement adopter, des années plus tard, par l'administration puis par l'Académie française.



Abel Desoche, René Becker, Martine Ziegler, Joseph Szydlowski, Michel Ziegler, Robert Merloz, André Tournier.

Le lendemain, 31 janvier 1962, je remonte à Meribel et nous inaugurons, dans la foulée, la piste de Courchevel.

Le développement

Au fil des années suivantes l'activité se développe et progressivement les deux altiports sont viabilisés, route modeste, eau et électricité changèrent notre vie. En accord avec les municipalités nous construisîmes des chalets d'accueil, les "Altibar". Un terrain viabilisé est naturellement une cible pour un promoteur, l'Altiport de Meribel n'échappa pas à la règle et malgré tous les efforts d'Air Alpes des constructions furent entreprises sur le site bloquant son développement.

Les activités diverses

Les déposes sur glaciers

Jusqu'à leur interdiction les déposes sur glaciers furent la plus populaire de nos activités. Un guide composait une équipe de six clients, réservait son avion qui le lendemain matin les déposait sur le sommet de leur choix. Puis s'ouvrait pour le groupe une magnifique journée en montagne de ski en neige vierge sur des pentes peu ou pas fréquentées.

Le Pilatus comporte 8 sièges : un pour le pilote, six pour les skieurs que nous déposons et un à côté du pilote pour le guide. Rapidement se forma autour d'Air Alpes une équipe de guides, ils aidaient à embarquer et débarquer, assuraient la sécurité des passagers autour de l'avion, aidaient l'avion à tourner sur la neige ; beaucoup des plus passionnés devinrent de véritables copilotes donnant leur avis sur l'approche et l'atterrissage quand les conditions étaient difficiles. Ils furent des membres à part entière de la fratrie que nous formions. Deux d'entre eux devinrent pilotes, Dédé Diard et le grand Raymond Lambert. Ils proposaient de nouveaux sites quelquefois extrêmes. Nous partageons notre amour pour le ciel et la montagne et je garde au plus chaud de mon cœur la mémoire de ceux qui nous ont quittés, Dédé Simond, Robert Blanc, Serge Senti, Yves Pollet Villard, André Tournier, Gérard Devouassoux, bien sûr Dédé Diard et Lambert... Et tant d'autres que je ne peux citer.



Dépose au glacier de Gebroulaz



Au Ruitor

Les glaciers étaient plus ou moins difficiles à pratiquer selon l'étroitesse du site, la pente, la largeur de la plate-forme de retournement, l'altitude.

Bien entendu s'ajoutaient à tout cela les conditions du jour qui devaient être appréciées par le seul pilote, visibilité, état de la surface, elles pouvaient varier d'une surface dure et glacée évidemment très glissante à une neige profonde, voire très profonde où l'avion pouvait s'enfoncer. C'était tout l'art de ces pilotes que d'apprécier les conditions et de s'y adapter. Nous avons édicté deux règles de rigueur :

- 1/ Ne jamais accepter deux conditions défavorables, vent fort ET mauvaise visibilité, par exemple.
- 2/ et la deuxième, si devant l'hésitation du pilote à y aller le guide assis à sa droite lui disait « *tu vois dans de telles circonstances, un tel y irait* », alors il fallait renoncer pour ne pas se laisser forcer la main.



Sur la neige tout le monde pouvait sauter

Les vols touristiques

Comme les déposes sur glacier étaient une activité matinale, l'après-midi nous utilisions nos Pilatus pour promener des touristes dans les magnifiques massifs des Alpes. Ils en revenaient toujours émerveillés.

Formation/qualification

Notre activité en montagne fit l'objet de très nombreux articles et programmes de télévision suscitant l'intérêt de nombreux pilotes dans le monde. Ils venaient s'initier et se faire

qualifier. Au fil de notre développement nous transférâmes cette activité à des aéroclubs locaux.

Avion taxi

À cette époque les stations où nous opérons, en Tarentaise, étaient très mal desservies, nous recevions donc de nombreuses demandes de liaison vers les grands aéroports régionaux.

Liaisons régulières

Répondant à la même demande, elles furent entreprises d'abord en Pilatus vers Genève et Lyon Bron. Puis en Twin Otter de 20 places, et enfin en Dash 7 de 50 places, vers Paris le Bourget puis Orly.

Bien que les altiports ne fussent pas équipés pour l'atterrissage par mauvaise visibilité, nous avions une régularité, de l'ordre de 70%. Dans le cas contraire nous atterrissions sur l'aéroport le plus proche et le trajet se terminait en bus.



A Courchevel embarquement pour Paris

L'aventure népalaise

Comme je l'ai dit, l'activité d'Air Alpes, très spectaculaire, attirait les médias et nous faisons l'objet de nombreux articles dans la presse mondiale. C'est sans doute par cette voie que le Népal en prit connaissance. L'ambassade à Paris nous délégua un capitaine pilote d'hélicoptère dans le royaume. Il fut enthousiasmé de ce que nous faisons et imagina tout le bénéfice que le Népal, pays de montagne dépourvu de route, pourrait tirer de la mise en œuvre d'une telle activité.

C'est ainsi qu'Air Alpes, en partenaire d'Air France, chargée de la mise en œuvre de la desserte de Katmandou, et du développement de RNAC, reçut un contrat portant sur l'acquisition du matériel adapté,



Approche à Lukhla au pied de l'Everest



L'Annapurna avec Maurice Herzog à bord

deux Twin Otter et trois Pilatus Turbo Porter, de leur livraison, de la formation des personnels et de la mise en œuvre du réseau.

Négocier les contrats d'achat, convoier les Twin Otter de Toronto à Katmandou et les Pilatus de Stans, au sud de Zurich, à Katmandou.

Former les pilotes et mécaniciens d'abord à Chambéry et dans les Alpes puis sur place, fut une magnifique expérience. Elle mérite un livre à elle seule.

Des avions

Le Pilatus "Porter"

J'ai parlé plus tôt des conditions de naissance du Pilatus "Turbo-Porter". C'était un magnifique avion de travail aérien : robuste et simple d'exploitation et d'entretien, il était équipé de très efficaces turbines, Astazou d'abord puis PT6. Il emportait une charge supérieure à son poids : 960 Kg à vide 2,2 tonnes au décollage. Véritable ADAC, il était équipé d'un train à double triangulation, d'une exceptionnelle robustesse, qui nous permettait de nous poser sans crainte sur des surfaces incroyablement vagues.



Le "Twin Otter"

Comme Pilatus, la firme De Havilland Canada (DHC) était spécialisée dans la construction d'avions de petit transport, robustes et simples, elle avait rencontré un grand succès avec les Beaver et Otter avions monomoteurs très largement exploités dans le Nord. Equipé de deux turbines PT6, Il emportait 20 passagers et pouvait être aisément exploité sur terrains courts.

Comme nous voulions l'utiliser pour ouvrir une ligne directe entre Courchevel et Paris-Le Bourget, notre premier avion était équipé de skis. Lourds, représentant une forte traînée et sensibles au givrage, ces skis pénalisaient l'exploitation. Mais l'introduction d'un bimoteur, en transport public, au départ d'une piste en pente, ce qui supposait la suppression de toute possibilité "d'accélération arrêté", posa problème aux services officiels.

Ils se retournèrent vers le CEV, lequel s'engagea avec beaucoup d'intérêt dans l'affaire, monta une cellule spécialisée et acquit un avion à skis pour se construire une compétence dans ce domaine nouveau.

Bernard Ziegler, chef PN du CEV, et Pierre Baud trouvèrent une réponse adaptée à ce problème, poursuivre le décollage sur un moteur, ce qu'ils démontrèrent, et disposer d'un terrain de recueil à proximité dans la vallée.

En fait l'exploitation sur skis et sur une pente relativement forte se révéla un vrai problème pour deux raisons qui se cumulaient. En basculant dans la pente, une part

importante du poids se reportait sur le train avant et le ski avait tendance à labourer la neige réduisant d'autant l'accélération, puis la neige introduit un facteur non mesurable et éminemment variable : "la glisse". Alors souvent, le cœur entre les dents, nous arrivions en bout de piste avec une vitesse très inférieure à celle requise pour le décollage. Il fallait alors sortir les pleins volets pour créer un impact aérodynamique, arracher l'avion au sol et plonger pour prendre de la vitesse et revenir dans une configuration plus normale.



A Courchevel, décollage du Twin Otter sur skis

Inquiets, nous discussions souvent de cette question.

L'OCV nous aida à en sortir : à l'occasion d'un contrôle, Beriel, responsable du secteur, après deux ou trois tours de piste, laissa la place gauche au pilote inspecteur ; non instruit de ces difficultés, il sortit l'avion de la piste, accrocha un rocher avec le train droit qui resta sur place ; Beriel arracha l'avion au sol juste avant le trou et le posa sans trop de dégâts à Chambéry sur deux pattes.

L'exploitation du Twin Otter sur ski fut interdite et la piste bitumée et déneigée !!!

Le "Dash 7"

Les lignes remportaient un franc succès et nous fûmes naturellement intéressés par le grand frère du Twin Otter, le Dash 7. Véritable ADAC, quadrimoteur silencieux de cinquante passagers, il correspondait à nos besoins. Mais le problème réglementaire se posait à nouveau : Comment exploiter un avion de cette taille sur une piste en pente, c'est-à-dire sans "distance accélération arrêt", sans "vitesse de décision" ?

À nouveau nous pouvions démontrer que l'avion pourrait décoller sur trois moteurs, de cette piste courte mais en pente et sans obstacle. Mais était-il capable de rester sur la piste étroite en cas de panne d'un moteur extérieur ?



Je me rendis chez le constructeur à Toronto avec une petite équipe d'ingénieur et pilote d'essais pour réfléchir à une procédure qui pourrait être acceptée par l'administration. Le constructeur mit à notre disposition ses moyens, directeur des essais en vol, prototype, moyens de calcul. Nous constatâmes que la seule pénalisation venait de la VMCG : en cas de panne d'un moteur extérieur,

avant la vitesse de 40 Kts, l'embardée n'était pas rattrapable par la seule gouverne de direction insuffisamment alimentée.

Nous fîmes accepter, après expérimentation à Toronto d'abord puis à Courchevel, que la puissance jusqu'à cette vitesse critique fût appliquée à 100% sur les moteurs intérieurs et seulement 80% sur les extérieurs. Cela marchait très bien et nous pûmes, par la même occasion, démontrer que, compte tenu de la pente, la charge n'influa pas, voire favorablement, sur la distance de décollage.

Ce qui nous fit dire, un peu taquins, que les aérodromes n'étaient plats que parce que les villes qu'ils desservaient étaient dans des plaines !!!

Et des "aventures"

Bien que originale et non codifiée, pendant toutes ces années, notre exploitation fut remarquablement sûre, ce qui n'excluait pas de belles "aventures".

Atterrissage au refuge des Grands Mulets

Au printemps un point de dépose très demandé était le Dôme du Goûter, 400 mètres sous le sommet du Mont Blanc. La descente à ski de près de 3 000 mètres de dénivelée s'effectue sur un glacier très spectaculaire, crevasses et séracs s'y côtoient. Au milieu de la descente, accrochée sur un piton, se situe le refuge des Grands Mulets.

Ce matin-là, après avoir déposé au dôme une dizaine de groupes, je plongeais vers le Fayet, heureux de la perspective d'un repos mérité sur une terrasse de Chamonix.

J'y trouvais un message de Giovanni Fanton, le gardien des Grands Mulet, qui me disait « j'ai beaucoup de monde et plus rien à leur donner à boire, monte-moi de la bière et du vin que je te fais livrer de suite au Fayet. »

Je l'appelle pour lui dire qu'à ma connaissance je ne peux pas me poser à proximité, il me convainc du contraire, Giovanni était un camarade de stage, aspirant guide, je décolle, tourne autour du refuge, ne vois rien de convenable, repars vers la vallée, me reprends, reviens encore et finalement me pointe en finale sur une forte pente nommée la jonction, mais la pente est beaucoup plus raide que je ne l'avais vu, trop tard je suis en finale, pas d'échappatoire, je remets toute la puissance, me hisse en vol jusqu'au sommet, touche, débouche sur ce que j'avais pris pour une plate-forme, en fait un fort devers à droite vers une haute barre de séracs, plein pied à gauche, toujours plein gaz, l'avion s'immobilise dans la pente, nez en l'air.

Dès que je réduis un tant soit peu la puissance, l'avion recule vers le gouffre. Giovanni court vers moi avec son piolet, cramponné à la pente dans le vent de l'hélice, le plante derrière un ski, je réduis, arrache le piolet et recule. Que faire ?

Il me vient à l'idée de remonter les skis. Ils se remontent vers l'avant et acceptent de le faire bien qu'au sol. C'était la bonne idée, les roues s'enfoncent dans la neige, l'avion est ancré, prudemment je réduis la puissance et arrête le moteur, empoigne mon piolet et saute de l'avion. Giovanni et moi nous embrassons et réfléchissons, il faut sortir de cette situation scabreuse.

Le secours nous arrive d'en haut, tous les passagers déposés arrivent peu à peu accompagné de leurs guides. Nous les mettons au travail avec pelles et planches pour tailler trente mètres plus haut une plate-forme de la taille de l'avion. Puis, tous attelés avec les cordes des guides, nous halons l'avion vers cette plate-forme et le retournons face à la vallée.

Il y a environ quatre-vingts mètres entre l'avion et la barre de sérac, mais la pente est forte, la neige froide et glissante et la rupture de pente franche sans aspérités et haute d'environ cinquante mètres. Cela doit faire.

Mais l'avion est en équilibre peu stable et je crains que mon poids et les vibrations de la mise en route ne le fassent partir avant que la puissance ne soit disponible. Nous passons donc un mousqueton dans les anneaux d'amarrage sous chaque aile et, avec deux cordes, attelons une solide équipe à chaque aile avec ordre de lâcher un brin précisément quand je ferai signe pour que les deux cotés soient libérés simultanément.

Je monte à bord avec précautions, regarde mes deux équipes d'ancreurs, ils me font un sourire un peu crispé et... je lance la turbine, sors les volets, je suis prêt. Giovanni saute sur l'avion, ouvre la porte et me dit « *tu vas te casser la gueule, je serai avec toi.* »

Je baisse le bras, les deux cordes sont lâchées, pleins gaz, la barre de sérac est là en un éclair, plus de sol sous mes skis. Je vole ! ! Je ne vous dis pas la fête le soir à Chamonix avec tous les héros de cette aventure.

Anne-Marie à Val d'Isère

Un autre matin, de grand beau temps, quatre Pilatus sont en l'air au départ des stations de Tarentaise vers les glaciers de la Vanoise. Avec de petites équipes au sol et des guides bien rodés, nous effectuons chacun environ une rotation toutes les demi-heures. Quand les



Prêt à décoller à Val d'Isère

conditions sont parfaites, le décor dans lequel nous volons enthousiasmant, je suis plus attentif que jamais, ne pas se laisser aller à l'euphorie....

Vers dix heures j'entends la voie inquiète d'Anne-Marie :

« — *Je viens de décoller de Val, j'ai heurté un rocher en bout de piste, mon avion flotte...*

(La piste de la tête de Solaise est particulièrement raide et étroite).

— *Où es-tu ?*

— *Verticale VAL cap à l'ouest.*

— *Continue comme tu es, ne touche à rien, ni gouverne ni puissance, j'arrive.* »

Venant de décoller du Rutor j'étais tout près. Je la rejoins rapidement et me place derrière elle pour découvrir, horrifié, que l'ensemble plan fixe horizontal, gouverne de profondeur, a été arraché et ne tient plus que, longitudinalement, par les câbles de

commandes et verticalement par la pression de l'air qui bloque l'ensemble sous la gouverne de direction, laquelle se trouve ainsi pratiquement inutilisable. Je m'attends à l'horreur de voir l'avion basculer à tout moment et précipiter ses occupants au sol.

« Anne-Marie, rien de grave, nous allons nous poser à Courchevel, fais tout doucement 15° à gauche, nous passerons au Nord de la grande Motte et serons pratiquement dans l'axe de la piste, réduis tout doucement pour commencer une descente lente. »

Anne-Marie est une remarquable pilote, avec calme et douceur elle va ramener son avion sur la piste de Courchevel. Dès qu'il touche le sol le plan fixe et sa gouverne tombent au sol. Je me pose immédiatement derrière et réembarque ses passagers vers leur destination, ils ne sauront jamais d'où ils reviennent.

Vive Anne-Marie et le Pilatus !

Une nuit à Cointrin

C'était dans les années 60. Toutes les stations souhaitaient leur Altiport. Le groupe de travaux publics GTM réfléchissait à s'investir dans la construction de Isola 2000, et demandait les conseils d'Air Alpes pour inclure dans son projet un altiport.

Mon ami Couvelaire voulait me faire rencontrer le président de GTM mais, trop occupé, j'avais à plusieurs reprises décliné l'invitation. Finalement, il me propose une rencontre un soir à Genève Cointrin, il n'eût pas été convenable de refuser, rendez-vous est donc fixé au restaurant de l'aéroport.

À l'époque, Martine, notre fils aîné et moi couchions dans le hangar. Nos journées étaient longues et commençaient fort tôt le matin. Peller des tonnes de neige, ouvrir les portes, sortir les avions, voler toute la journée, rentrer les avions, s'occuper du planning du lendemain, une soupe, une tranche de beaufort et nous tombions sur le lit sans demander notre reste dès la nuit arrivée.

Ce soir-là, vers 21h, alors que je dormais profondément, le téléphone sonne, Martine décroche, et fermant le combiné me dit *« tu as rendez-vous à Cointrin ? »* ; je lui dis *« Cambronne, dis que je suis en route et que j'arrive »*. Nous sautons dans nos vêtements, ouvrons les portes et sortons un Pilatus, je mets en route, lui recommande de laisser, à tout hasard, les lumières du fronton du hangar allumées, et décolle.

Il fait un temps superbe, le ciel est magnifique et en bas les lumières des villages jalonnet la vallée. Un peu inquiet, je prends contact avec la tour de Cointrin :

« — Genève ici Sierra Zoulou, consignes pour rejoindre votre circuit.

— Tiens j'ignorais que Courchevel était ouvert la nuit.

— Vous voyez !

— Eh bien rejoignez le vent arrière pour la 23 »

Une fois au sol après un superbe survol de Genève.

« — Sierra Zoulou quelles sont vos intentions ? »

M'armant de culot je lui dis :

« — Je viens pour rencontrer quelqu'un au restaurant puis je repars pour Courchevel.

— *C'est en ordre, parquez-vous au pied du restaurant et avant de décoller passez au bureau de piste pour déposer un avis de vol. »*

Il est vrai que nous avions bonne réputation à Cointrin où nous venions fréquemment mais je n'en croyais pas mes oreilles. Heureuse époque bien révolue. Tout se passe comme dit, vers minuit je rentre, réveille Martine, nous rentrons l'avion et nous recouchons.

Le lendemain matin le contrôleur me dit, « *tu ne sais pas Michel je deviens fou avec vos Pilatus, cette nuit j'en ai entendu un à deux reprises et ma femme a eu du mal à me calmer...* »

L'aviation régionale – une autre aventure

Puis les déposes sur glaciers furent interdites par la loi mettant un terme à cette activité d'Air Alpes. Elle avait, quelques années plus tôt, mis le pied à l'étrier en ouvrant l'une des premières lignes régionales Chambéry/ Paris, elle s'engagea à fond dans cette voie où tout était à nouveau à défricher. Elle y fut une pionnière efficace.

Le Beech 99

Pour des raisons d'économie, les B.99 comme les Twin Otter d'Air Alpes n'étaient pas équipés P.A., ce qui garda aux pilotes de la compagnie une magnifique habileté, d'autant qu'ils faisaient de nombreuses rotations chaque jour sur des aérodromes équipés eux-mêmes de moyens de radio guidage sommaires.

La Corvette

C'est Air Alpes enfin qui mit en service le premier jet exploité sur le réseau Régional. La Corvette de l'Aérospatiale.

Mais c'est une autre histoire, à suivre.

En forme de conclusion

Dans mon nid d'aigle à 2 000 mètres, le coucher du soleil est un moment de paix.

Le soleil disparaît derrière les crêtes à l'ouest, l'ombre remonte doucement absorbant tour à tour le Roc Mugnier puis l'aiguille du Fruit, puis l'aiguille de Mey.



Le Beech 99



La Grande Casse, le Dôme de Bellecôte, le Grand Bec et le Dôme de Chasseforêt vont s'embraser, puis s'éteindre l'un après l'autre, alors le ciel derrière eux deviendra d'un bleu profond.

J'irai au Nord de la maison voir le dernier rougeoiement sur le Mont Blanc. Et la nuit viendra invitant à de nouvelles rêveries.

Quelques années plus tard, traversant l'atlantique d'ouest en est, passant des tropiques au cercle polaire, décrivant à la surface de la Terre, dont on devine ou imagine la rotondité, la courbe parfaite d'une orthodromie dessinée par les plates-formes à inertie et le ordinateurs de bord, parlant simultanément d'une voix qui ondule et grésille à New York, Gander, Santa Maria et Shannon, je fus plongé dans la même rêverie me sentant à la fois porté par le génie de l'homme qui a réalisé, générations après générations, de si merveilleuses machines à la marche desquels l'on apporte sa modeste et temporaire contribution et infiniment petit et fragile dans la création dont on perçoit mieux l'infini.

- III -

HOMMAGES

HOMMAGES

Jiri BENES

Décédé le 3 mai 2008, par Marc Pèlerin

Jiri Benes est décédé à Prague le 3 mai dernier à l'âge de 87 ans.

Il a fait ses études au Lycée français de Prague ; il fut ingénieur électricien et obtint un doctorat à Prague en 1950.

Il a toujours eu des contacts avec la France, notamment avec l'Institut Henri Poincaré.

Sa carrière a été orientée vers l'informatique et l'automatique.

Je l'ai connu lors de la création de l'IFAC (International Federation of Automatic Control) ; il fut président de cette fédération de 1969 à 1972 puis il fut "conseiller" et par la même, très actif dans le domaine du "contrôle automatique". Très francophile, il est venu fréquemment en France et il a publié un livre "Dynamique statistique des systèmes de régulation" en français (Dunod Editions).

Rendons hommage à cet honorable membre d'honneur de notre académie.

Jean CABRIÈRE

Décédé le 9 novembre 2010, par Bruno Revellin-Falcoz

Jean Cabrière est né à Avignon en janvier 1915. Il obtient son diplôme d'ingénieur à Sup'Aero dans la promotion 1939 dont il est délégué.

Marcel Dassault l'embauche au bureau d'études et il fait partie du noyau initial de la Générale aéronautique Marcel Dassault avec Benno Vallières, Henri Deplante et Xavier d'Iribarne.

Jean Cabrière conçoit et met au point le premier avion à réaction de conception entièrement française l'Ouragan. Cet avion devait par la suite être adopté par des nations qui ne désiraient pas voir leur défense dépendre des volontés politiques d'un des deux "grands". Par cette occasion, la France se trouvait rétablie dans sa vocation de grande nation aéronautique qu'elle risquait d'avoir perdue dans le cataclysme de la Seconde Guerre mondiale.

Puis, en liaison étroite avec Henri Deplante et en suivant la théorie des "petits pas" promulguée par Marcel Dassault, cette première formule évolue vers le Mystère IV ; ses qualités apparurent si remarquables que le gouvernement américain décida d'en passer

une commande off shore dans le cadre du plan Marshall. La série des Super-Mystère permet d'aborder le mur du son en palier.

Puis la commande des Étendard ajoute la Marine aux utilisateurs d'avions Dassault.

Sous la direction de Jean Cabrière sont alors développés simultanément le Mirage III, qui fut une remarquable réussite et qui amena la marque Dassault aux tout premiers rangs du monde aéronautique, en même temps que le bombardier bisonique Mirage IV. C'est alors le temps du Mirage 2000 avec les systèmes d'armes complexes, puis celui du Rafale.

Tous ces programmes militaires portent la marque de la conduite technique de Jean Cabrière.

En même temps, le développement des avions d'affaires démarre doucement avec un premier avion prototype le Mystère 20 n°01 qui sera bientôt suivi d'une belle famille : Falcon 10, 20, 50, 900, 2000. Les directives techniques de Jean Cabrière furent essentielles pour la conception et le développement de tous ces programmes, sans oublier le Mercure, challenge ambitieux techniquement très réussi.

Après la disparition de Marcel Dassault et de Benno Vallières, Jean Cabrière continue à apporter son soutien à Serge Dassault et à poursuivre la formation d'une équipe d'ingénieurs, auxquels il inculque son sens de la rigueur, de l'analyse comme de l'approche systèmes globale.

On doit à Jean Cabrière le développement de systèmes complexes, notamment des systèmes d'armes embarqués. C'est aussi sous sa direction technique que débute le développement des systèmes de conception et d'industrialisation assistés par ordinateur, qui donnera lieu à la création de Dassault Systèmes aujourd'hui leader mondial.

Il faut aussi évoquer "l'homme" : un homme généreux, charismatique, amoureux du travail bien fait, capable de créer des équipes soudées. Un homme exigeant, un débateur hors pair. Les services officiels l'avaient surnommé "l'avocat du barreau de Saint-Cloud" lorsqu'il venait défendre les projets et le bien-fondé de ses choix techniques.

Commandeur de la Légion d'honneur, médaillé de l'aéronautique, Grand prix de la 3AF, auditeur à l'IHEDN, Jean Cabrière quitte Dassault Aviation après plus de cinquante années de passion aéronautique.

Membre de notre Académie de l'air et de l'espace, il s'est éteint il y a 15 jours à l'âge de 96 ans. Il laisse à tous ceux qui l'ont connu le souvenir d'un très grand ingénieur, d'un concepteur imaginatif, d'un homme de rigueur dans ses choix et doté de qualités humaines exceptionnelles.

Les ailes françaises doivent beaucoup à Jean Cabrière.

André FLOURENS

Décédé le 22 janvier 2010, par Marc Pélegrin

André Flourens est né le 23 février 1927 à Toulouse et nous a quittés le 22 janvier 2010. Marié, il était à la tête d'une nombreuse famille de quatre fils et de 17 arrière-petits-enfants.

Il a débuté ses études supérieures à l'École polytechnique, promotion 1947, avant d'intégrer l'ENSA en 1952, puis l'ENST en 1953 pour devenir ingénieur de l'air. Sa carrière

a débuté au STTA (Service technique des télécommunications de l'Air) sur un projet de développement d'un radar sol, puis s'est poursuivie à la direction des engins spéciaux au Service technique aéronautique, et plus particulièrement au département des engins balistiques du plateau d'Albion. Il était membre du CHEAR depuis 1978.

Une partie importante de sa carrière a été consacrée à l'enseignement.

Nommé directeur adjoint de SupAéro à Toulouse de 1968 à 1978, il en a pris la direction jusqu'en 1985.

Ce fut pour moi, durant ces dix années, où j'occupais simultanément la fonction de directeur de l'ENSAE et du CERT (Centre d'études et de recherches de Toulouse), un directeur adjoint très efficace qui assumait une charge très lourde me permettant ainsi de me consacrer également à mes autres fonctions. J'ai beaucoup apprécié durant cette longue période la qualité de notre coopération, à la fois très efficace mais aussi très cordiale.

Vice-président de la Conférence des grandes écoles, il a eu l'occasion de préfacer le Livre d'Or des 75 ans de SupAéro (1984), école à laquelle il s'était pleinement dévoué.

Membre fondateur de l'Académie nationale de l'air et de l'espace, il en fut le trésorier très actif de 1987 à 1990.

De nombreuses distinctions lui ont été décernées en reconnaissance de ses mérites et d'une carrière exemplaire dédiée à l'aéronautique : Officier de la Légion d'honneur, commandeur de l'Ordre national du mérite. Il est également titulaire de la médaille de l'aéronautique.

En parallèle à une carrière aéronautique remarquable, il se passionnait pour la culture viticole dans sa propriété de Sainte-Eulalie, dans l'Aude où il aimait se ressourcer.

L'Académie perd, en la personne d'André Flourens, un de ses pionniers.

Professeur Heinz S. FUCHS

Décédé le 12 mars 2008, par Jean-Pierre Crance

Nos amis allemands ont perdu une de leurs grandes figures, le médecin général Heinz S. Fuchs, décédé le 12 mars 2008 à l'âge de 90 ans. Il faisait partie de ces grands anciens qui ont marqué de leur empreinte la médecine aéronautique de l'après-guerre. Il était très connu en France où il avait de nombreux amis. Il avait apporté une contribution déterminante dans les accords franco-allemands de collaboration dans la recherche et les échanges en médecine aéronautique militaire. Notre académie s'honorait de le compter parmi ses membres d'honneur depuis 1992.

Le professeur Fuchs était né le 12 septembre 1917 à Plauen Vogtland. Il fit ses études de médecine dans les universités de Berlin et de Vienne au titre de jeune engagé dans l'Académie médicale militaire. Au terme de ses études, il fut amené à servir dans la Luftwaffe comme médecin de l'air à la fin de la Seconde Guerre mondiale. Prisonnier de guerre, il fut libéré en 1946 et devint médecin-chef d'un centre de traitement de la tuberculose. En 1958, il fit bénéficier l'armée fédérale allemande de la très vaste expérience qu'il avait acquise en médecine interne, pneumologie, médecine du travail et médecine aéronautique. Dix ans plus tard, nommé Brigadier général, il occupa le poste de Surgeon General de l'Armée de l'air puis, de 1972 à 1977, celui de Commandant du Bundeswehr.

Medical Office, l'équivalent de directeur central du Service de santé des armées, avec le grade de Major général. De 1973 à 1978, il présida la Société allemande de médecine aéronautique.

Professeur honoraire de l'Université Giessen jusqu'en 1983, il était l'auteur de plus de 100 articles médicaux et de plusieurs ouvrages. Membre de nombreuses sociétés, notamment l'Académie internationale de médecine aéronautique et spatiale dont il fut un des directeurs (1972-1976), il était "Fellow" de l'Aerospace Medical Association, et de l'American Astronautical Association. Il accumula un nombre considérable de décorations allemandes et internationales, de récompenses, ainsi que le titre de médecin de l'air honoraire des forces aériennes de nombreux pays. En France, il fut notamment distingué par le service de santé des armées qui lui décerna sa médaille d'honneur.

L'Académie de l'air et de l'espace s'associe au deuil de nos amis d'outre-Rhin et conservera le souvenir de ce médecin d'exception qui a apporté des contributions reconnues à la médecine aéronautique moderne et qui fut un ami fidèle de la France.

Général Pierre GALLOIS

Décédé le 23 août 2010, par Pierre Sparaco

Pierre Gallois nous a quittés le 24 août, à l'âge de 99 ans. Il avait été élu membre de l'Académie en 1985.

Il fut non seulement un militaire de haut rang mais aussi industriel, écrivain, enseignant et lobbyiste, au sens noble du terme. Homme d'influence, brillant, entier, multidisciplinaire, il laisse une œuvre importante, une dizaine d'ouvrages et des centaines d'articles. Il fit beaucoup plus qu'une carrière exemplaire au sein de l'Armée de l'air en militant très tôt pour que la France se dote de l'arme nucléaire et retrouve et conforte ainsi son rang de grande nation. Plus tard, après avoir quitté l'uniforme, il avait rejoint Dassault Aviation comme directeur commercial, cela tout en exerçant un étonnant talent de peintre, spécialiste du trompe l'œil de grandes dimensions.

Né en 1911, breveté pilote à 20 ans, Pierre Gallois avait rejoint l'Armée de l'air en 1936, puis la Royal Air Force pendant la guerre, volant sur bombardier Halifax. Il devint ensuite adjoint du chef d'état-major du SHAPE, chargé des études stratégiques. Cette fonction allait lui permettre de participer en première ligne à un vaste débat d'idées, à définir un plan de modernisation de l'Armée de l'air puis de confirmer une solide conviction, celle de l'impérieuse nécessité pour la France de se doter de la bombe atomique, arme de dissuasion par excellence en même temps que symbole de nation de haut rang.

Le général Gallois va alors mettre au point dans le moindre détail la théorie de la dissuasion dite "du faible au fort", défendre ce qu'il appelle le pouvoir égalisateur de l'atome et contribuer à forger la décision du général de Gaulle de confirmer le choix de cette voie. Le défi était d'importance, ce qui a contribué à expliquer que la patiente démonstration s'appuie sur de nombreux écrits, à commencer par des ouvrages volontiers provocateurs. Souvent, les titres en disent long à eux seuls : "L'Adieu aux armées", "La Guerre de 100 secondes". Ou encore "La France sort-elle de l'histoire ? Super puissances et déclin national".

Reconnu, écouté, très sollicité, il avait notamment été courtisé par la Rand Corporation, célèbre "think-tank" de l'Armée de l'air américaine, ainsi que par Air France, à l'époque de Max Hymans. À sa manière, un honnête homme et une grande pointeure.

Il est resté, jusqu'au crépuscule de sa vie, étonnamment actif. Pour preuve, son dernier ouvrage, publié en mai 2001. Son titre dit tout : Le Consentement fatal, l'Europe face aux États-Unis. Il explique, en termes simples et percutants, que l'Europe évolue entre rêve et réalité. Qu'elle voit sa position périliter au profit de l'hégémonie américaine alors qu'elle a été l'élément phare de la civilisation mondiale jusqu'au XIX^e siècle. Il dit aussi que l'hégémonie des États-Unis est menacée de l'intérieur par les inégalités sociales et de l'extérieur par les nouvelles puissances comme la Chine et l'Inde.

En même temps, il était fasciné par les Américains. Il disait d'eux qu'ils ont été les pionniers et les missionnaires d'une véritable civilisation aérienne.

La construction européenne était son autre grand thème de réflexion. Il redoutait plus que tout ce qu'il qualifiait de vaste magma européen dont on aurait détruit les entités nationales au nom de la mondialisation. Un credo qui ne laissait personne indifférent.

Nous sommes fiers d'avoir compté Pierre Gallois dans nos rangs.

Professeur Paul GERMAIN

Décédé le 26 février 2009, par Marc Péglerin

Paul Germain est né le 28 août 1920 et décédé le 28 février 2009. Il a été diplômé de l'École normale supérieure en 1943, agrégé de mathématiques en 1942, docteur ès sciences mathématiques en 1948. Il a été commandeur de la Légion d'honneur, Grand croix dans l'Ordre national du mérite, commandeur dans l'ordre des Palmes académiques, médaillé de l'aéronautique.

Il a été à la fois un chercheur à la Sorbonne, au CNRS et à l'Onera (directeur général de 1962 à 1967) et un professeur, au niveau mondial. Il a professé aux universités de Poitiers, de Lille, de Paris, et à l'École Polytechnique. Il a été aussi un acteur dans plusieurs comités ou académies : Académie des sciences, Académie internationale d'astronautique, National Academy of Engineering (États-Unis), Académie de l'air et de l'espace, Académie royale des sciences des lettres et des arts (Belgique), Académie pontificale des sciences.

Il a donné des séries de conférences, voire des cours (6 mois ou 1 an), dans plusieurs universités étrangères, notamment aux États-Unis (Brown University, Caltech, Stanford, Berkeley). Il est docteur *honoris causa* des universités de Louvain, Strathclyde (UK), Université polytechnique de Madrid, Université libre de Bruxelles. Il a été secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences de 1975 à 1995.

Sa carrière a concerné prioritairement la mécanique et, plus particulièrement, la mécanique des fluides qu'il a généralisée vers la mécanique des milieux continus. Sa contribution au domaine aéronautique a été importante : aérodynamique linéaire supersonique, écoulements transsoniques, étude locale des ondes de choc ; ces études l'ont conduit à développer des concepts en milieux continus.

Il a publié plusieurs ouvrages, notamment, Mécanique des milieux continus (Masson, 1962, puis 1973), qui a donné lieu à un nouveau livre en 1980, Introduction à la mécanique

des milieux continus (Masson, 1980, puis 1995) sans oublier son Cours de l'École polytechnique (2 tomes, 1986). Il a publié plus de 100 articles sur l'aérodynamique supersonique linéarisée, la théorie des écoulements transsoniques, la dynamique des ondes de choc, les concepts et les méthodes de la mécanique des milieux continus.

Enfin, en parallèle à ses activités scientifiques il s'est intéressé aux évolutions de la société, et, en particulier à la place de la religion dans la vie quotidienne, principalement, dans les activités scientifiques. Il a publié un livre intitulé "Mémoire d'un scientifique chrétien" (Ed. L'Harmattan) qui est un excellent résumé de sa vie et qui montre, en particulier, combien il s'est impliqué dans le rôle de la religion dans le comportement du citoyen, plus particulièrement des jeunes dans la société.

Paul Germain restera pour beaucoup un scientifique de haute qualification dans le domaine de la mécanique mais aussi, pour une beaucoup plus vaste communauté, comme un modèle de citoyen car il a su prendre en compte les développements scientifiques dans le cadre des contraintes morales que la société humaine doit respecter".

Jean LASSERRE

Décédé le 11 mars 2008, par François Rude

Le nom de Jean Lasserre restera à jamais lié à celui d'Icare, la revue éditée par le Syndicat national des pilotes de ligne.

Né le 31 octobre 1922 à Neuilly-sur-Seine, il n'a pas 17 ans quand la guerre éclate. Le 11 novembre 1940, il est un des premiers étudiants à manifester contre l'occupation allemande de la France sur les Champs-Élysées. La manifestation des étudiants fut très sévèrement réprimée par la police française, mais surtout par l'armée allemande qui n'hésita pas à tirer sur les jeunes gens. Il y eut des blessés, de nombreuses arrestations et des disparus. Dans son numéro 169, Icare relate ce que fut ce premier acte de résistance contre l'occupant.

Jean Lasserre parvient alors à passer en zone non occupée et à s'engager dans l'Armée de l'air à Salon en juin 1941. Affecté à Alger en novembre, toujours persuadé qu'il fallait poursuivre le combat contre l'occupant, il tente de rejoindre les Forces aériennes françaises libres, mais malheureusement, il est arrêté et interné dans le Sud algérien. Après le débarquement allié en novembre 1942, il devra patienter près de six mois dans sa prison du Sud algérien avant de pouvoir s'évader avec cinq camarades déguisés en soldats anglais et rejoindre les FAFL en mai 1943.

Ce ne sera donc qu'en septembre 1943 qu'il pourra commencer sa formation de pilote, d'abord au Liban, à Rayak où il sera breveté en juin 1944. D'abord affecté au groupe Picardie, il est ensuite envoyé en Angleterre suivre un stage d'entraînement sur Mosquito. La fin de la guerre l'empêchera de participer aux derniers combats.

Il est alors envoyé d'abord au Maroc au groupe Corse, puis en Indochine en 1947. C'est là qu'il a rencontré et épousé Micheline, qui restera à ses côtés jusqu'à ses derniers instants.

C'est là aussi qu'au cours d'une mission d'appui de l'infanterie, son Mosquito fut abattu. Il ne dut son salut qu'à un amerrissage sur la mer toute proche où il fut récupéré par un

destroyer de la Marine nationale.

En octobre 1948, démobilisé, il entre à Air France, comme copilote. Nommé commandant de bord en 1953, il vole successivement sur DC 3, DC 4, Constellation, Breguet Deux-Ponts, Vickers Viscount, Caravelle, Boeing 707 et 747.

Mais le fait marquant de sa vie a été sa participation active à *Icare*, la revue éditée par le Syndicat national des pilotes de ligne, le SNPL. Très actif dans la rédaction de la revue depuis sa création en 1957, il en est devenu le rédacteur en chef en 1961. Rapidement, avec l'aide d'Edmond Petit, son directeur littéraire, et de Philippe Mitschké, peintre et metteur en page, tous deux membres de l'Académie, il a su donner à la revue sa forme actuelle : une revue de témoignages d'aviateurs civils ou militaires qui ont marqué les différentes étapes de l'histoire de l'aviation.

Tout au long de sa carrière, en parallèle avec son activité à Air France, il a pu diriger et maintenir la revue à un très haut niveau.

C'est à ce titre que l'association des journalistes professionnels de l'aéronautique lui a décerné en 1983 son prix annuel, qui — cela tombait bien — se nomme *Icare*...

À Air France, Jean Lasserre a occupé la fonction d'instructeur à plusieurs reprises. Tous ses élèves se rappellent sa grande humanité jointe à un profond sens de la pédagogie. Sur Caravelle, il est chargé en 1963 de la formation des équipages et de la mise en ligne de cet avion à la compagnie yougoslave JAT qui en avait acheté six exemplaires.

De retour en France, il fut qualifié sur Boeing 707, bientôt chargé de l'entraînement des équipages qui se faisait à partir de Marseille-Marignane.

Sa carrière de pilote de ligne s'est terminée sur Boeing 747 en 1982, année de sa limite d'âge. Mais cela ne signifie nullement pour lui une retraite car, toujours à titre bénévole, il a conservé la direction de la rédaction d'*Icare* jusqu'en 2001. En plus de son activité à la tête de la revue, depuis 1986 il avait pris la succession d'Edmond Petit comme conservateur du Musée Air France jusqu'à ce que la maladie le force à abandonner ces fonctions dans lesquelles il joua un rôle immense, rassemblant auprès des anciens documents et témoignages concernant le passé d'Air France, et celui des compagnies qui ont rejoint le groupe comme UTA et Air Inter.

Général Pierre LISSARRAGUE

Décédé le 18 août 2008, par Lucien Robineau

Général de division aérienne, historien, membre fondateur de l'Académie nationale de l'air et de l'espace, Pierre Lissarrague a quitté discrètement notre monde le 18 août 2008.

Entré à l'École de l'Air en 1939 avec la promotion Pinczon du Sel, il est pilote de bombardement puis de transport et il prend part aux opérations d'Indochine avec le groupe I/25 Tunisie. Parmi d'autres rôles, on le voit officier de marque du Nord-2501, attaché de l'Air à Madrid, commandant de la base aérienne Commandant Marzac à Cazaux, directeur de l'École supérieure de guerre aérienne, général en 1970, commandant en second des Écoles de l'Armée de l'air, adjoint au directeur technique des constructions aéronautiques, notre regretté confrère Jean Soissons. Parallèlement, président de l'association des anciens élèves de l'École de l'Air.

Après 1973, il continue d'exercer sa passion des choses de l'air et ses talents d'historien au Musée de l'Air, qu'il va diriger douze années. Ayant organisé de haute lutte son implantation sur le terrain du Bourget, il en ordonne la disposition, y installe l'espace en 1983, en fait l'un des plus importants et des plus beaux musées aéronautiques du monde, sans aucun doute le plus riche et le plus complet pour les prémices de la conquête de l'air. Il s'y enthousiasme pour Clément Ader, publie plusieurs études et deux livres sur l'œuvre de ce précurseur, conduit avec minutie et fidélité la restauration de l'Avion-3, y travaillant souvent de ses mains. Il crée la revue Pégase, organe de liaison des amis du musée, largement diffusée.

Dans le même temps, soucieux d'enseigner les jeunes générations, il introduit à l'École de l'Air un cours d'histoire de l'aéronautique et de la guerre aérienne, dont il rédige personnellement les manuels. Il sera aussi l'un des deux principaux auteurs d'une monumentale Histoire de l'Aviation militaire française, publiée en 1980 sous la double égide du Musée de l'Air et du Service historique de l'Armée de l'air.

Il sera naturellement coopté comme membre fondateur de l'Académie nationale de l'air et de l'espace. Créateur de la section d'histoire, des lettres et des arts, il la présidera jusqu'en 1995, à l'exception des deux années 1985 et 1986, quand sa renommée l'appelle à Washington pour occuper la chaire Lindbergh du National Air and Space Museum.

Ce bref résumé d'une carrière très riche montre que notre confrère était, par-dessus tout, un homme d'une rare curiosité, aussi avide de connaître qu' impatient de transmettre le résultat de ses recherches. Étant entré dans l'Armée de l'air à la période la plus noire de notre histoire, il a tenté de découvrir dans les événements du passé les causes du drame sans précédent où faillit disparaître la France. Il s'est ainsi intéressé très tôt non seulement à l'histoire de l'aviation en général et spécialement de l'aéronautique militaire, mais il a aussi longuement contribué aux réflexions sur l'avenir de la défense et sur l'évolution, conceptuelle aussi bien que technique, de son armée. C'est ainsi que le lieutenant Lissarrague occupait régulièrement, dès les premières années de l'après-guerre, les colonnes de la revue Forces aériennes françaises, aux côtés d'auteurs beaucoup plus anciens, le plus souvent étoilés ou docteurs de l'Université. On reste étonné de la pertinence de ses articles prospectifs, par exemple sur la dissuasion nucléaire à une époque où personne n'y songeait encore en France. Ce n'est donc pas par hasard qu'on verra ce non-conformiste faire bouger l'enseignement dans l'Armée de l'air, notamment à la tête de l'École de guerre aérienne, d'où il avait banni la routine et les "livres du maître" pour y privilégier l'imagination. Sans rien négliger de cet exceptionnel passé, c'est du rénovateur du Musée de l'Air qu'on se souviendra d'abord. Il en fut l'âme et l'architecte, y incarnant la volonté et la persévérance.

À l'Académie de l'air et de l'espace, nous nous souviendrons de Pierre Lissarrague, notre confrère et notre ami. Il était né le 9 février 1920 à Buenos Aires. Ses vertus lui avaient valu la cravate de la Légion d'honneur, la Grand-Croix de l'Ordre national du mérite, la Médaille de l'aéronautique et la Croix de guerre des Théâtres d'opérations extérieures avec 5 citations.

Jacques MAILLET

Membre d'honneur de l'Académie, décédé le 31 mars 2009, par Jacques Bouttes

Jacques Maillet est décédé le 31 mars 2009 à l'âge de 96 ans. Il était membre d'honneur de l'Académie de l'air et de l'espace depuis le 21 novembre 1983.

Après l'École polytechnique (promotion 1931), il entre dans le corps des ingénieurs de l'air.

Il quitte la France par l'Espagne pour rejoindre Londres où il est affecté au BCRA. Il est chargé de préparer la libération de la zone sud de la France. Au cours d'une mission clandestine en France occupée, il échappe à l'arrestation. Il est nommé délégué général du gouvernement provisoire jusqu'en septembre 1944.

Après avoir été directeur général du travail et de la main d'œuvre, il devient industriel en créant notamment la société Intertechnique. Il a été président du GIFAS.

Il est compagnon de la libération, Grand-croix de la Légion d'honneur, Grand-croix de l'Ordre national du mérite et titulaire de nombreuses autres distinctions.

Homme courageux, intelligent, patriote, industriel reconnu, Jacques Maillet a été un grand serviteur de la France.

Jacques PLENIER

Décédé le 15 mai 2008, par Georges Ville

Jacques Plenier notre confrère depuis 1995, notre ancien président de 2000 à 2002, nous a quittés le 15 mai dernier. Ce départ nous a bouleversés, Jacques nous apparaissait tellement fort, solide, indestructible. Le 11 mars il était avec nous en réunion du bureau : égal à lui-même avec sa présence, sa personnalité, son sourire et son humour, même si depuis le départ de son épouse Aleth en novembre dernier, il se détachait du monde.

Je l'ai revu à la mi-avril, j'étais à Toulouse à l'occasion des "Entretiens de Toulouse" et je lui ai rendu visite à la clinique de l'Union où il venait d'entrer pour subir des examens. Nous avons parlé mais comme souvent dans les relations avec Jacques, il était difficile de percer son intimité en esquivant les sujets qu'il ne souhaitait pas aborder. À la suite de cette visite, et à la vue de son état physique, j'étais très inquiet ; je l'ai rappelé au téléphone plusieurs fois en avril mais je me suis abstenu car il s'affaiblissait de plus en plus.

Je suis triste aujourd'hui car nous avons perdu un ami, un chef, un homme de cœur et de foi toujours au service de son pays, de l'aéronautique et aussi de notre Académie.

Je n'en dirai pas plus aujourd'hui ; en effet, à la demande de plusieurs confrères, nous pensons lui rendre plus longuement hommage à l'occasion d'une prochaine séance publique de l'Académie comme cela s'est déjà fait dans le passé pour plusieurs de nos anciens présidents. Cette manifestation devrait être organisée lors de notre séance publique de janvier 2009 qui se tiendrait dans les locaux d'Airbus France à St-Martin-du-Touch qu'il a bien connu lorsqu'il dirigeait la division avion d'Aerospatiale.

Au revoir Jacques, nous sommes bien tristes mais nous nous réconfortons en pensant que tu as retrouvé Aleth et que vous êtes repartis tous les deux pour de nouvelles et belles ascensions.

Jacques Plenier, par Pierre Sparaco

À l'occasion de sa séance du 5 février, l'Académie a évoqué la mémoire de Jacques Plenier, disparu au printemps 2008. Il avait présidé l'Académie de 2000 à 2002.

Des témoignages émouvants d'anciens collègues, d'un ami du club alpin de Toulouse et de sa fille Anne, ont rappelé à une audience émue et attentive, réunie dans une salle d'Airbus France, à Saint-Martin-du-Touch, que la communauté aéronautique a perdu un être cher, un ami chaleureux et profondément respecté.

Jacques Plenier était né en 1932. X 52 et Sup'Aéro 57, il a tout d'abord rejoint le CEAT puis a été détaché auprès d'Aérospatiale en 1971.

Ingénieur en chef des études générales puis directeur des programmes nouveaux, il a ensuite dirigé le développement de l'A310 chez Airbus avant de revenir chez Aérospatiale où il a notamment joué un rôle crucial dans le développement des avions civils européens, dont les ATR régionaux.

L'essentiel s'inscrit en marge de cette belle carrière en raison de l'exceptionnel charisme de l'homme qui, ont souligné ses anciens collègues, jouait de la persuasion plutôt que de donner des ordres. Il faisait confiance, il déléguait, il s'imposait par l'intelligence, il était sûr de ses priorités et, de ce fait, il était respecté de tous.

Passionné par la montagne, Jacques Plenier était aussi un honnête homme dans une acception du mot qui, hélas !, tend à disparaître.

Lors de l'hommage que lui a rendu l'Académie, nombreux sont ceux qui ont replongé dans les jours heureux, le souvenir de grands moments ou du plaisir de travailler entre gens de qualité. Il y avait là, pour n'en citer que quelques-uns, Jean Pierson, Henri-Paul Puel, Henri Perrier, Claude Terrazzoni, Jürgen Thomas, Bernard Keller et, bien sûr, le bureau et de très nombreux membres de l'Académie. Claude Terrazzoni, lui-même ancien d'Aérospatiale et Airbus, qui fut proche de Jacques Plenier, a résumé l'essentiel en quelques mots : « *il fut une de ces rencontres qui aident à grandir* ». Pour faire simple, Jacques Plenier était un homme remarquable.

Wolfgang SCHMIDT*Décédé le 2 novembre 2007, par Jean-Pierre Marec*

Notre confrère Wolfgang Schmidt, de nationalité allemande, élu associé étranger en 2003 et titularisé en 2007, nous a quittés très prématurément le 9 novembre 2007 à l'âge de 65 ans. Cette brutale disparition a ému tous ceux de la communauté aéronautique qui le connaissaient et notamment ses amis de l'ICAS (International Council of the Aeronautical Sciences), dont il a été président de 2000 à 2002. Certains d'entre eux ont pu assister à ses obsèques à Immenstadt sur le lac de Constance.

Wolfgang Schmidt est né en 1942 à Duisburg. Après un diplôme d'ingénieur en aéronautique et astronautique de l'université technique d'Aachen en 1966, il entre chez Dornier à Friedrichshafen, dans le département d'aérodynamique et de mécanique du vol. Il passe un doctorat en 1972 en Aeronautical engineering et il est nommé successivement chef du département de dynamique des fluides numériques (CFD), directeur du département d'Aérodynamique et vice-président du programme Dornier 328.

De 1990 à 1995, il dirige l'unité d'Ingénierie avions, dans la division des avions militaires de MBB/Dasa à Munich.

Enfin, à partir de 1995, il poursuit sa carrière chez Daimler-Benz à Stuttgart, comme vice-président pour la stratégie d'innovation technologique, puis vice-président pour le Management technologique aérospatial, et chez Daimler-Chrysler comme directeur du programme de recherches en aéronautique, défense et espace, avec des responsabilités toutes particulières dans le domaine de la coopération internationale.

Wolfgang Schmidt est l'auteur d'une centaine de publications internationales sur la recherche, l'ingénierie et le management, et il est titulaire de cinq brevets.

Outre l'ICAS, dont il a été un exceptionnel promoteur, Wolfgang Schmidt a été très actif dans diverses instances nationales (DGLR, DLR, etc.) et internationales : GARTEur, AGARD/Fluid Dynamics Panel, RAeS (Royal Aeronautical Society anglaise), NAE (National Academy of Engineering américaine), IAA (International Academy of Astronautics), et surtout AIAA (American Institute of Aeronautics and Astronautics), dans le comité technique d'Aérodynamique appliquée, le comité des activités internationales, le comité des prix et médailles. Il a notamment co-présidé le comité de programme du symposium international aéronautique et espace AIAA-ICAS 2003 de Dayton, à l'occasion du 100^e anniversaire du premier vol des Frères Wright.

En 2005, il a été élu Honorary Fellow de l'AIAA. La citation correspondante résume ses mérites et sa très brillante carrière : « *for outstanding contributions to the development of accurate and innovative computational fluid dynamics design tools for aerodynamics applications, and outstanding leadership in the formation of international collaborative partnerships around the world.* »

Ceux qui ont bien connu Wolfgang Schmidt conviendront avec moi que ce qui le caractérisait le plus c'était son dynamisme : l'action n'était jamais très loin de la décision. L'enthousiasme et l'énergie qu'il mettait dans toutes ses entreprises le rendaient parfois un peu "directif" aux yeux de certains, mais c'était un gage de succès. Je n'ai eu personnellement qu'à me féliciter de nos contacts à l'ICAS et notamment de l'aide efficace qu'il m'a apportée dans la préparation du congrès ICAS 2000 à Harrogate, alors qu'il en présidait le comité de programme.

Amical et bon vivant, il savait toujours joindre l'agréable à l'utile, par exemple en organisant une dégustation des délicieux vins des coteaux du bord du lac lors de la réunion du comité de programme à Constance en été 1999 ou en conviant ses amis à une visite du marché de Noël de Munich à l'occasion d'une réunion de travail en petit comité dans cette ville en décembre de cette même année.

J'aurai aujourd'hui une pensée toute particulière pour sa famille et notamment son épouse Ingrid, artiste peintre, dont les tableaux ou aquarelles ornent les murs de certains amis de l'ICAS. Les circonstances de la disparition de Wolfgang ont été pour elle à la fois très cruelles et cependant pleines de signification, puisqu'il peut être dit qu'il a vécu ses derniers instants dans ses bras. En effet, il avait prononcé une conférence à Munich le vendredi et tous deux étaient partis en Autriche pour une réception et un week-end. Mais laissons l'une de leurs deux filles, Maren, continuer : « *my father died Friday night in Austria, after a beautiful dinner and a good dance with my mother. His heart just stopped beating...* »

Tous ceux qui ont connu Wolfgang Schmidt regretteront la perte prématurée de cet éminent scientifique et ingénieur, qui aimait tant la vie et qui savait si bien cultiver l'amitié.

Professeur Josef SINGER

Décédé le 12 novembre 2009, par Philippe Cazin

Je n'ai pas connu personnellement le professeur Singer qui était entré à l'Académie en 1986 sur les amicales recommandations de Marcel Barrère et de Philippe Poisson-Quinton, tous deux malheureusement disparus et c'est comme, moi aussi, ancien de l'Onera et comme président de la section 2 que je vous présente cet hommage que j'ai pu réaliser grâce à l'aide de Jean-Pierre Marec.

Joseph Singer est né en Autriche, à Vienne, en 1923 et a émigré en Israël dès 1933. Il fut très actif dans la Haganah, cette organisation clandestine sioniste, créée en 1920, qui se voulait une force de protection pour les Juifs ayant émigré en Palestine ; il fut alors l'un des premiers Israéliens à obtenir un brevet de pilote alors qu'il commençait à s'intéresser activement au domaine aéronautique.

De 1943 à 1946 il servit en Angleterre dans la Royal Air Force, puis poursuivit de brillantes études à l'Imperial College de l'Université de Londres. Après son retour en Israël, il fut l'un des fondateurs du Département "Engineering" de l'Israel Air Force. Puis il compléta son doctorat à New York au Polytechnic Institute de Brooklyn et rejoignit le Technion en Israël, tout en ayant une activité de consultant au profit de l'Armée de l'air et de la marine de son pays. En 1971 il devint vice-président de la société Israel Aircraft Industries, dont il deviendra président en 1986-1987.

Ses compétences, en particulier dans le domaine de la mécanique et de la résistance des structures, que celles-ci soient métalliques ou composites, ainsi que son goût de l'enseignement, le conduisirent naturellement à devenir "Visiting professor" dans de nombreuses universités aux États-Unis, au Royaume-Uni et en France. Puis le Professeur Singer, que ses amis appelaient "Jozi" devint Président du Technion, charge qu'il assumait de 1982 à 1986 ; c'est aussi dans cette même période qu'il présidera l'ICAS (International Council of the Aeronautical Sciences).

Pour terminer, je vais vous citer le professeur Omri Rand, Doyen de la Faculty of Aerospace Engineering du Technion, qui fut élève de Jozi, et qui, la semaine dernière, disait « *Joseph Singer fut le premier Israélien choisi comme membre étranger de l'American National Academy of Engineering, le premier Israélien dans l'International Academy of Astronautics, le premier Israélien dans l'Académie de l'air et de l'espace, et le premier Israélien élu comme "Fellow" dans l'American Institute of Aeronautics and Astronautics. À ce jour des douzaines de ses anciens étudiants occupent des positions importantes dans l'industrie et dans l'enseignement.* »

Pierre USUNIER

Membre titulaire de l'Académie, décédé le 29 avril 2010, par André Motet

Notre confrère Pierre Usunier nous a quittés le 29 avril dernier, dans sa 89^e année.

Toute la première partie de la carrière de Pierre Usunier fut celle d'un haut fonctionnaire

des corps techniques de l'État :

- École polytechnique (promotion 1942)
- École nationale supérieure de l'armement
- Première affectation dans un centre de recherche et développement, le LRBA en l'occurrence
- Chef du département d'industrialisation d'engins (missiles) de la DEFA
- Sous-directeur de l'établissement de Puteaux.

Pierre Usunier était également titulaire d'une licence de droit.

En 1959, Pierre Usunier rejoignit la SEREB, société nouvellement créée pour assurer l'étude et la réalisation des missiles balistiques de la force de dissuasion dont le Général de Gaulle venait de décider la création. Comme ingénieur en chef, puis comme directeur des programmes militaires et, enfin, comme directeur technique, Pierre Usunier joua un rôle central et éminent dans le développement initial des systèmes balistiques français.

En 1970, lors de la création de la SNIAS, c'est donc tout à fait logiquement que Pierre Usunier fut nommé Directeur de la Division des Systèmes Balistiques et Spatiaux, fonction qu'il occupera jusqu'à sa retraite en 1986. Cette période de 16 ans, la plus longue de l'histoire de la division, fut riche en événements d'importance majeure et contribua largement à façonner le secteur balistique et spatial :

- Mise en service des deux systèmes balistiques de première génération S2 et M1, puis et de leurs versions améliorées M20 et S3
- Développement et mise en service du système M4 de deuxième génération
- Développement et début d'exploitation commerciale d'Ariane
- Création autour de l'établissement de Cannes d'un des trois pôles français dans le domaine des satellites.

Pierre Usunier possédait les qualités exigées par le poste : la lucidité, vis-à-vis des hommes comme des institutions, la capacité à maîtriser la complexité et à distinguer l'essentiel de l'accessoire, enfin, la capacité à prendre du recul et à penser à long terme.

Ces qualités se retrouvaient dans l'organisation de la division : simplicité, lisibilité, absence de fonctions mal définies à l'utilité douteuse.

Grâce à sa lucidité et à sa capacité à aller à l'essentiel, il sut imposer à la Division quelques réformes profondes qui demeurent encore : mise en application d'une doctrine de qualité globale, introduction des contrats à intéressement pour les phases de développement, création de directions de programmes distinctes des directions de moyens.

Les qualités humaines de Pierre Usunier étaient à la hauteur de ses qualités intellectuelles et d'organisateur.

Il était le directeur de la division tout entière et non un chef de bande. Il n'était pas un "tueur", et les quelques mises à l'écart qu'il eut à prononcer furent toujours perçues comme justes. Les rapports avec ses collaborateurs étaient marqués par la confiance et la simplicité et il ne manquait jamais de valoriser leur action.

S'il existe actuellement une industrie balistique et spatiale française de classe mondiale, intégrée dans le tissu européen, c'est à l'action de quelques hommes comme Pierre Usunier que nous le devons.

Les annales de l'Académie de l'air et de l'espace ont pour objet de donner un aperçu des points forts de l'année écoulée. Au cours des années 2008, 2009 et 2010, l'Académie a maintenu ses efforts en vue d'atteindre ses deux objectifs stratégiques : la réussite de son ouverture européenne et le renforcement de son enracinement toulousain. C'était une période fertile en événements majeurs – colloques, forums, le lancement des Entretiens de Toulouse, de cycles de conférences, etc.

Le tome 1 donne un compte rendu des réflexions et des actions menées, des travaux des sections et commissions, des manifestations, de l'attribution des prix et médailles, et donne des informations sur l'organisation de l'Académie.

Ce tome 2 fournit les textes des communications présentées en séance, des allocutions de réception et des hommages rendus à nos membres décédés.