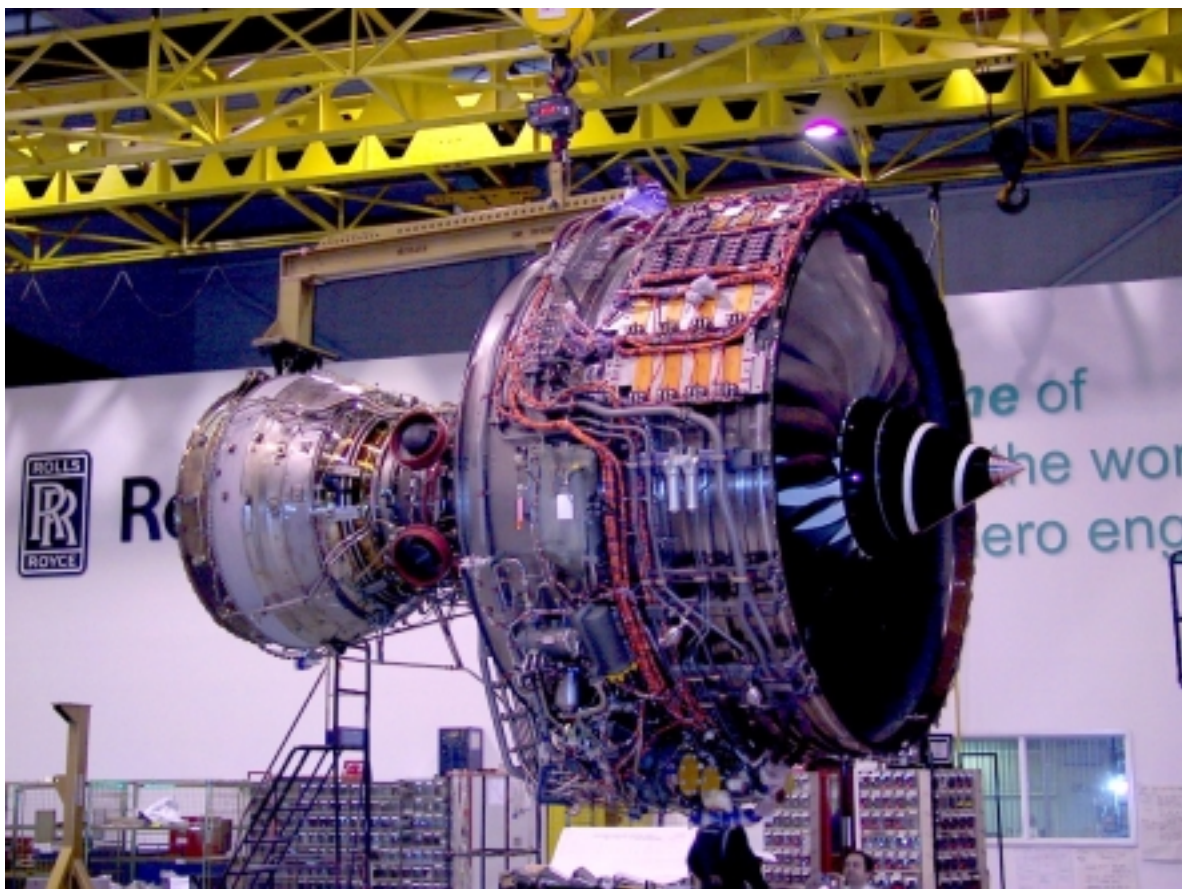


N°8

AEROMED

Le lien aéronautique



Banc volant

Eole (suite)

La folie des grandeurs

Fœhn

Sommeil et perfo

Satellites

Placebo

Larnaca 4

Aéromed N°8 Septembre 2004

Sommaire

Un banc volant. p 4 **A.A.A.**

E ole. p 10 **Claudius L.B.**

La folie des grandeurs. p 12

Pilotage des satellites. p 13 **Jean Louis G.**

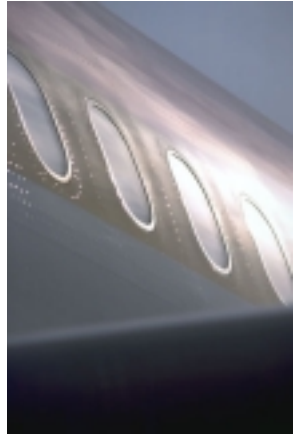
Diable de foehn. p 18 **Stéphane R.**

Sommeil et perfo. p 20 **S.B.**

Placebo. p 22 **S.B.**

Carte palu. p 24

Larnaca. Ch IV p 25 **Gilbert M.**



Toute utilisation des textes ci-après est interdite sans l'approbation expresse des auteurs

© septembre 2004 Aéro-med n°8

© éditions SMB septembre 2004

EDITORIAL

Fin des vacances !

L'industrie aéronautique a pris ses congés d'été, exception faite pour les essais du moteur du 380 qui ont eu lieu dans le désert tunisien. (p4)

La canicule, quant à elle, n'était pas au rendez-vous ; mais vous auriez pu le prévoir, si vous possédiez quelques vagues notions de rayonnement cosmique. Mais pourquoi nous laisser duper par les discours médiatiques et les dirigeants. Que font donc, nos illustres savants pour laisser dire autant de sottises ? Sont-ils muselés ou laissent-ils glisser ? Cet état de faits a au moins le mérite d'occuper quelques cerveaux pendant que se dissimulent d'autres problèmes.

La guerre du pétrole n'aura pas lieu ! Mais que nenni ! Nous y sommes . Tiens ! E trange, cette affaire, alors que notre super-Go va sortir de son hangar, tel Pégase du mont Hélicon. Car nous le savons tous, A 380 sera très gourmand en nutriments hydrocarburés pour sa course trans-atmosphère. Cela ne vous rappelle pas quelque chose ? Non ?

Une piste à Hambourg un peu trop courte, un baril de pétrole un peu trop cher, un A 380 un peu trop ventru, mais tous nos aéro-penseurs réfléchissent à la vitesse Mach3, tous ces problèmes seront résolus, malgré tout, en temps et heures . Faisons leur confiance.

Que nous prévoit donc cette rentrée après cette inertie estivale ?

Nous ne pouvons parler de langoureuse chaleur anesthésiant tous les esprits rebelles ! Nous ne pouvons parler d'éclaircies sauvages dans l'horizon noirci d'une rentrée moribonde ! Le besoin d'espoir se refait sentir ! La civilisation se délite au gré des fluctuations de la marée politique. Et l'économie me direz-vous ? Que devient-elle ? Mais c'est dans les grands fonds que les esprits se réveillent, que les cerveaux bouillonnent, les solutions seront trouvées.

L'homme devient-il préfabriqué ? E mpli de connaissances, tel une trousse de secours d'urgence où tous les éléments de survie sont bien à leur place ; il manque l'essentiel, le S avoir-Faire, afin d'être en mesure de s'en servir avec une plus grande efficacité. Que nos enfants nous pardonnent.

Banc Volant, Nouveau Moteur

Du sens commun

Croyez-vous sincèrement que l'on puisse placer pour son premier vol, sous les ailes d'un monstre volant totalement nouveau tel qu'un **Airbus A 380**, quatre moteurs d'un même type sans qu'au moins un de leur clone n'ait jamais volé ailleurs que sur un banc de test chez le motoriste ? Cela vous paraît peut-être un tantinet osé et farfelu, n'est-ce pas ? Alors vous avez encore un peu de bon sens et c'est heureux.

C'est ce même bon sens, qui depuis maintenant bon nombre d'années et de programmes développés, qui d'après un argumentaire sans faille, structuré et conséquent, martelé par les opérationnels chargés des essais en vol dont l'expérience ne peut être mise en doute que par des ignorants des vrais métiers de l'aéronautique, a fini par l'emporter. Il s'agissait alors de convaincre de puissants directeurs, avionneurs et motoristes, déjà plus préoccupés par les cotations boursières que par la technologie dont ils étaient pourtant les promoteurs, du bien fondé d'un banc d'essai volant. Force est de constater que cet aspect du fonctionnement des grandes entreprises devient hélas, maintenant, un peu trop récurrent. La main mise – dans un gant de fer – de ce gigantesque imbroglio *administrativoéconomique*, sorte de prédateur ne se réalisant que dans le court ou très moyen terme, sur le fondement même de l'entreprise, soit; son produit donc sa culture, est la pire incongruité qui puisse s'exprimer en toute impunité en ce début de siècle nouveau. En effet, les techniciens, les vrais, ceux qui savent comment fonctionne "la chose" qu'ils fabriquent, ont quelques fois de grandes difficultés à faire valoir leur point de vue de spécialiste face à la nouvelle culture du "*share-holder value*"

Le paysan sait bien, lui, que s'il ne prend pas le temps de soigner ses cultures, s'il ne leur apporte pas l'engrais nécessaire parce que trop coûteux, s'il n'élimine pas dès le départ le chiendent des jeunes pousses assurant ainsi pérennité et qualité de son produit, s'il récolte avant la maturité alors il sait bien, le paysan, que la coopérative acceptera de plus en plus difficilement son grain plein d'ivraie et que l'année suivante il essuiera un refus. Certes, il aura fait des économies cette année là, mais se sera sabordé pour l'avenir... !

Le sens commun n'est plus à la mode. Trop ringard, trop rural, pas assez snob puisque s'exprimant dans un langage trop trivial, il a été évincé et banni de toute logique de pensée et de réflexion des grandes écoles ; le pompon revenant aux grandes écoles commerciales.

J'ai toujours pensé que, pour le bénéfice de toute notre nouvelle élite "*bac plus une décennie*" fraîchement émoulue de ces machines à remplir des têtes pas vraiment finies, une immersion de deux ans en milieu agricole au contact des réalités de la nature serait salutaire à toute prise de décision future au cours de leur carrière de traque aux stock-options.

Ce préambule, réquisitoire en faveur du bon sens étant posé, abordons avec maintenant plus de sérénité le sujet de cette petite chronique ; le banc volant ou **FTB** pour "**Flying Test Bed**" *in english in the text*.

Est-il utile de préciser ici, que l'invention du banc volant n'est pourtant pas nouvelle. En effet, déjà, le moteur du **Concorde – Olympus 593**- avait été installé puis trituré en lieu et place d'un des quatre moteurs d'un bombardier anglais gigantesque "**Vulcain**".

Aéromed N°8sept2004



De même, le moteur du *Mirage 2000* ; le “*M 53*” avait été avionné sur une *Caravelle* exploitée sur la base d’essais du CEV à *Istres*. En l’occurrence, s’agissant de ces deux moteurs cités ci-dessus et bien que leur poussée fut quelque peu différente du moteur basique de leur porteur, leur taille restait sur une même échelle de grandeur. Le premier moteur qui déséquilibra l’esthétique de son banc volant fut le “*CFM 56*” qui lui aussi fut installé sur une *Caravelle*. Cela restait cependant acceptable à l’œil.

Pour ce qui est d’un moteur d’*A 340-600* ou d’*A380*, il en est tout autrement puisqu’on approche tout doucement la démesure.

En effet, imaginez un moteur dont les dimensions sont voisines du double de celle des moteurs installés de façon basique sur son porteur.

Dans le cas du moteur du *380*, l’avion choisi comme banc volant fut un *A 340* basique : le *001*, prototype déjà équipé d’une abondante et imposante installation de mesure. Un observateur attentif se demandera certainement pourquoi le choix s’est porté sur un *A 340* équipé de *CFM 56* plutôt qu’un *A 340/600* sur lequel sont déjà installés des moteurs doublement puissants et de dimensions plus proches de celles du moteur du *380*. Effectivement cette question est plus que légitime lorsque l’on connaît l’ampleur des modifications nécessaires à “l’avionnage” d’un tel moteur si monstrueux.



Là encore les voies des décideurs sont aussi impénétrables que le défi au bon sens conduit à l’inconséquence. Faut-il préciser ici, que lorsqu’une telle décision est prise, le ou les décideurs sont généralement promus vers d’autres fonctions avant même que celle-ci soit mise en application.

Cette démarche est généralement baptisée de cette locution bien française :

« *Après moi, le déluge !* »

Le Chantier

Il va sans dire que l’implantation sous voilure d’un tel moteur ne s’est pas faite d’un claquement de doigt, loin s’en faut.

Tout d’abord, où installer ce moteur ? En position interne ou externe ? L’avion ayant un dièdre très prononcé, cette dernière, compte tenu des dimensions énormes du moteur et afin qu’il ne “frotte” pas par terre une fois installé, aurait pu avoir la préférence car la distance voilure/sol est maximale et donc nous affranchi de tout problème de garde au sol. Mais alors quid de la contrôlabilité de l’appareil avec ce moteur trop puissant très écarté du fuselage. A moins de multiplier par deux la surface de dérive, cette solution n’était pas envisageable et ne fut bien évidemment pas retenue. Le moteur serait donc avionné en position interne.

Il fallut donc lui concevoir un mât (ou pylône) spécifique préservant une distance par rapport au sol maximale par construction. Le reste de la garde au sol nécessaire sera donné par un autre artifice tel que le sur-gonflage d’amortisseur du train principal du côté gauche.

Aéromed N°8 sept 2004

Hélas un pylône d'une telle taille ne remplace pas innocemment celui déjà en place. On pourrait imaginer en effet réutiliser la même interface pylône/voilure, mais c'est alors faire fi de la multiplication des efforts due à la masse et à la poussée énorme du nouveau moteur. Cette interface fut donc modifiée, ce qui impliqua de nombreuses modifications à l'intérieur même de la voilure du fait de l'ajout de nombreux renforts. Cette opération fort délicate fut menée à son terme sans retard par de brillants spécialistes anglais de la structure des voilures. Qu'il leur soit ici rendu hommage.

De plus, ce mât moteur étant beaucoup plus large que celui qu'il remplace, il fallut d'adapter en particulier l'envergure des surfaces mobiles voisines que sont les becs de bord d'attaque. Les becs 1 & 2 furent donc modifiés en conséquence du côté gauche.

Vous devinez déjà qu'un certain nombre d'essais vont s'imposer du fait du changement de l'aérodynamique locale et induiront peut-être quelques limitations. Les premiers essais en vol seront là pour ôter tout doute sur le sujet.

Mais ceci n'est que la partie apparente de l'iceberg. En effet, tous les systèmes de bord de l'avion dont l'énergie est fournie par le moteur sont aussi affectés quant à la production de celle-ci. Que ce soit génération hydraulique, génération pneumatique où génération électrique, tout est plus important et le cheminement des divers tuyaux et câbles, entre autres dans le bord d'attaque derrière les becs, dut être totalement repensé. Il va de soi que ces énergies, en particulier hydraulique et pneumatique restent fournies à l'avion porteur qui en est le principal consommateur mais doivent être adaptées aux nécessités de ce dernier en termes de pressions, débits et puissances.

En effet, il ne s'agit pas de tester le moteur seul, mais bien l'ensemble "PPS" ou **Power Plant System** soit le moteur flanqué de tous ces périphériques. En outre l'alimentation carburant est, elle aussi affectée, car si la poussée du moteur en essai est de l'ordre du double de ses voisins, sa consommation est multipliée d'un facteur équivalent.

Enfin, pour surveiller et enregistrer le comportement de ce nouvel ensemble propulsif, une installation de mesure conséquente de plusieurs centaines de paramètres se rassemble en un toron de câbles oranges qu'il fallut aussi faire transiter jusque dans la cabine.



Il y eut donc, de conserve, à l'installation du moteur à l'extérieur de l'avion, un important travail à l'intérieur. Baies "IEV" (**I**nstallation d'**E**ssais en **V**ol) et station ingénieur d'essais en cabine, soute hydraulique et compartiment avionique sont affectées d'importantes modifications.

Quant au générateur électrique type **380**, il mérite qu'on s'y attarde un tantinet. En effet, d'un concept totalement anachronique, peu conventionnel et incompatible avec une génération classique, il ne pouvait pas, par essence même, être utilisé comme fournisseur privilégié d'électricité du banc volant. Cependant, ce nouveau type d'alternateur doit aussi passer avec succès bon nombre de tests, de charge en particulier. Il débitera donc toute son énergie sur des consommateurs résistifs simulés. Mais la puissance développée par un tel générateur est énorme.

Pour la petite histoire, la puissance électrique générée à bord d'un **380** frôle le mégawatt... ! Un petit bout de *Golfech* sans les écolos... Qui dit énorme veut aussi dire câbles d'alimentation (ou feeders) tout aussi *maouss-costauds*.

Comment faire donc pour faire passer toute cette puissance jusqu'au nouveau cœur électrique, sans avoir à totalement re-cheminer dans le bord d'attaque des conducteurs de section accrue ? Ceci représentant, en terme d'étude et de travail sur la voilure une tâche énorme alors que budget et temps sont toujours très serrés.

La solution adoptée en l'occurrence n'est certes pas la panacée mais présente l'avantage d'être rapide et efficace. En fait et sans entrer dans le détail, cet avion ayant quatre moteurs, on s'est servi des feeders du générateur 1 qui cheminent eux aussi dans le bord d'attaque pour doubler la section des feeders 2 entre alternateur 2 et cœur électrique.

Hélas, cette astuce est toute fois entachée d'une conséquence non négligeable ; l'alternateur 1 devient inutilisable pour l'avion.

Résumons : le générateur **2** débite uniquement sur des charges non liées à l'avion, l'alternateur **1** est inutilisable, l'avion basique n'a donc plus d'alimentation électrique provenant de son côté gauche. **L'APU** tournera donc continuellement pendant tous les vols afin que sa génératrice alimente par le biais des reconfigurations de générations, tout le côté gauche. Toute panne **APU** devient donc désormais **no-go** avant le départ ou conduit à l'arrêt du vol si elle survient **airborne**.

L'avion étant maintenant totalement configuré en banc volant est prêt pour débiter sa première campagne d'essais. Première car, vous l'aurez compris, il y en aura une deuxième qui sera dévolue à la certification du moteur en conditions givrantes plus tard.

La première campagne d'essais

Une campagne d'essais "banc volant" se décompose en général en plusieurs grands chapitres qui peuvent être traités séparément ou combinés selon l'architecture des différents ordres d'essais rédigés par l'ingénieur navigant responsable du projet.

En voici quelques-uns ; la liste n'étant bien évidemment pas exhaustive. Nous retiendrons :

- Premiers point-fixes de fonctionnement du nouveau moteur
- Mesures des contraintes sur les aubes du "fan" (grande hélice carénée que voit lorsqu'on regarde le moteur de face)
- Evaluation des qualités de vol du "porteur" (Modifications voilure/pylône)
- Mesures de la poussée au décollage et décroissance de celle-ci avec l'altitude
- Calibrage de la poussée au début, en cours et à la fin de la campagne d'essais pour évaluer la dégradation du moteur
- Détermination du domaine d'utilisation du moteur
- Détermination de son domaine de rallumage (vitesse/altitude, en moulinet ou avec assistance démarreur)
- Validation du fonctionnement du système d'antigivrage nacelle
- Evaluation du refroidissement des zones et compartiments moteur
- Facteur de charge négatif
- Analyse complète du fonctionnement du "FADEC" (calculateur à pleine autorité, cerveau tout puissant du moteur) en mode normal ou dégradé.
- Analyse et surveillance de tous les systèmes de fourniture d'énergie attelés au moteur
- Etc...
- Sans oublier une phase toute particulière du processus de développement ; "la Campagne Temps Chaud"...

La Campagne Temps Chaud

Les températures élevées sont, comme chacun le sait, des ennemis avérés en terme de rendement des moteurs thermiques quels qu'ils soient. Ainsi, il devient indispensable de vérifier et valider en conditions réelles tous les résultats issus des hypothèses de calcul du bureau d'études du motoriste.

En l'occurrence, il importe de s'assurer que la poussée délivrée n'est pas affectée autrement que par la décroissance connue de la densité de l'air par la température, que tous les composants électroniques du **FADEC** résistent sans soucis à une exposition prolongée sous un soleil de plomb et que les systèmes utilisant un soutirage d'air chaud du moteur ne vont pas atteindre trop tôt leur température maximale de fonctionnement autorisée.

Pour cette dernière assertion, il en est une qui retient tout particulièrement notre attention. Il s'agit de l'anti-givrage nacelle pour laquelle le matériau utilisé dans la fabrication de l'entrée d'air est de par nature assujéti à des limites de température drastiques sous peine de déformations et détériorations irréversibles. Lorsqu'on connaît toute l'importance de la perfection du profil d'entrée d'air dans le bon fonctionnement d'un réacteur, on comprend pourquoi la surveillance des paramètres associés est cruciale.

On peut aussi se demander pourquoi on parle d'anti-givrage alors que la température extérieure serait de nature à faire fondre l'asphalte sur lequel est parké sagement l'avion. Remarque judicieuse si elle en est. Hélas ou plutôt fort heureusement, le dispatche de l'avion doit être permis avec certains matériels en panne. En l'occurrence, il doit être autorisé avec une vanne d'anti-givrage d'entrée d'air bloquée ouverte. Charge alors au constructeur de s'assurer que l'entrée d'air ne se déforme pas en un profil de "chapeau de frère" dès lors que la poussée décollage est installée (parce que ça souffle fort et chaud dans le tuyau.. ! Poil de chameau). L'intérieur de l'entrée d'air du moteur prototype étant, elle aussi bardée de diverses sondes de températures auxquelles le bureau d'études associe des "flags" ou valeurs maxi à ne surtout pas atteindre au travers de l'installation de mesure, tout risque de dépassement est ainsi prévenu.

Ceci dit, il faut quand même jouer le scénario en vraie grandeur.



Aéromed N°8

Où aller pour ainsi trouver de telles conditions de températures, et quelles sont-elles ? Celles recherchées sont comprises entre **38** et **40°C** donc pas vraiment extraordinaires si on en juge par celles atteintes durant la canicule de **2003** en France. Une telle campagne aurait donc très bien pu se réaliser à **Toulouse** si elle avait eu lieu cette année là. Il n'y a que les politiques et quelques ayatollahs du principe de précaution pour croire qu'une telle canicule pourrait se reproduire deux années de suite sous nos latitudes tempérées. Alors, le réalisme paysan aidant, il fut décidé après une période d'observation de la météo toulousaine, "**d'assurer le coup**" et de trouver un endroit, où avec certitude les températures souhaitées seront atteintes et ce pour une durée de **4** jours minimum. Le choix s'est donc porté pour ce gros moteur de **380** sur le désert tunisien où l'air est plutôt sec et où les vents de sable sont rares en été. Le trafic aérien y est si peu dense en cette saison (tout le show-biz est revenu à **St Trop.** après ses vacances de printemps...) que l'on peut mobiliser toute la piste pendant des heures sans que même un chameau ne vienne y pointer la djellaba de son berbère... Ce dernier aspect n'est pas négligeable, car souvenez-vous ; ce moteur "aspire tout" ne peut être mis en route que sur des aires préalablement balayées ou, sur la piste.

Chaque départ en vol au cours de la campagne a donc obéi scrupuleusement à cette procédure, y compris lorsque pour les besoins de l'essai, une attente de **45mn** moteurs tournants pour atteindre des stabilisations de températures était nécessaire. D'où l'intérêt d'avoir un aéroport rien que pour soi tout seul... !

Comme à l'accoutumée lors de ce type d'essais par temps chaud, les petits soucis rencontrés l'ont été plus par le fait des systèmes de l'avion de base vieillissant que par le "système" ou le moteur en essai. Classiquement en effet, quelques détections de fuites d'air chaud sur le circuit de génération pneumatique nous ont obligés à utiliser quelques petites astuces "d'expérience" pour poursuivre les essais mais rien qui puisse remettre en cause le bon déroulement de la campagne.

En résumé, cette campagne temps chaud pour ce gros moteur s'est déroulé sans plus d'ombre au tableau que de palmier en dehors de l'oasis au rythme de deux vols par jours dans des conditions parfaitement idéales. En effet les températures atteintes de lors de **40°C**, la qualité de l'avion porteur et le fonctionnement quasi irréprochable du moteur ont permis de valider les résultats d'essais sans interprétation ni discussion possible.

Sur cette dernière étape, hormis quelques bouts d'essais terminés quelques jours plus tard à **Toulouse**, devait s'achever la première grande phase d'essais de ce nouveau moteur.



Si la nécessité d'un banc volant n'est maintenant plus à démontrer, vous l'aurez compris, elle permet d'aborder les essais en vol d'un prototype comme l' **A 380** de façon plus sereine quant au système propulsif qui, au même titre que les ailes et les commandes de vol, est indispensable au maintien prolongé de l'avion dans l'azur ... ! **AAA**

Jusqu'aux années **30**, aussi bien aux *Etats-Unis* qu'en *Angleterre*, le monde de l'aviation, reconnaît **Clément ADER** et lui attribue le premier vol d'avion. Mais les procès intentés par les **Wright** à tous les Européens qui avaient volé avant la guerre de **14**, ont laissé des traces. Les historiens vont s'y perdre.

En *France*, il existe un contentieux presque familial entre **Charles Dollfus** et **Ader**. Le financement du contrat attribué à **Clément Ader** semble avoir été pris sur une ligne budgétaire initialement prévue pour un programme de dirigeable du Capitaine **Renard**. Or **Charles Dollfus** et les frères **Renard** étaient quasiment cousins car leurs mères étaient très liées. La vieille frustration des aéronautes vis-à-vis des aviateurs fait le reste. Lorsque **Dollfus** entre au Musée de l'Air, puis le dirige à partir de **1928**, il fait une part excessive à l'aérostation par rapport à l'aviation et il occulte les travaux d'**Ader**.

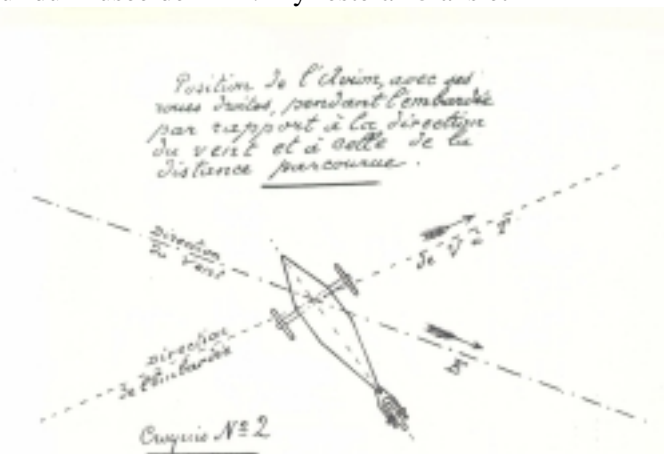
Les conséquences pour la mémoire d'**Ader** sont dramatiques. D'abord, les historiens anglais et américains, trop contents, enfourchent les doutes exprimés par **Dollfus**. Puis la revue **Icare**, d'habitude bien documentée, confie en **1974** à **Dollfus** (devenu lui aussi un vieillard au mauvais caractère) la rédaction de son numéro 68. Il l'intitule : **Clément Ader** est-il vraiment le père de l'aviation ? Ce numéro, aujourd'hui introuvable, est une **monstruosité**. Non seulement, il minimise largement l'œuvre aéronautique d'**Ader**, mais il est rédigé dans des termes tellement venimeux que le lecteur en est mal à l'aise. Hélas, le mal est fait.

En **1978**, le Général **Pierre Lissarague** est nommé Directeur du Musée de l'Air. Il y restera **15** ans et mènera à bien l'implantation du Musée au Bourget. Il songe à restaurer l'**Avion III** qui est dans un état lamentable, suspendu au plafond du Conservatoire des Arts et Métiers à *Paris*, avec une aile cassée. Il l'emprunte pour un an. La restauration durera 7 ans ; elle entraînera une série de recherches qui apporteront des **résultats extraordinaires** et qui permettent aujourd'hui d'affirmer qu'**Ader** a bien été le premier homme à décoller par ses propres moyens avec l'**Eole** en **1890** à *Armainvilliers* et avec l'**Avion III** en **1897** à *Satory* (voir le livre de Pierre Lissarague : *Ader inventeur d'avions*, ed. Privat).

Les détracteurs d'**Ader** prétendent que son moteur n'est pas assez puissant. En démontant le moteur à vapeur de l'**Avion III**, grosse surprise : **il est à double effet**, ce qui situe la puissance normale aux environs de 30cv et la puissance maximale au-delà de 45cv. Plus qu'il n'en faut pour décoller une machine de 350 kg. Mais la partie la plus passionnante de cette « expertise » concerne les qualités de vol.

Enseignant de mécanique du vol à Centrale, les étudiants viennent me parler, en **1989**, d'un projet original : construire une réplique de l'**Eole de Clément Ader** pour fêter le centenaire de son premier vol. J'applaudis. Ce sera l'**EOLE 90**, échelle 1, technologie ULM, moteur Rotax 45CV, et le soutien du Musée de l'Air pour la documentation. Le projet durera trois ans et, malgré quelques aléas, aboutira à des conclusions passionnantes.

Faire voler cette machine inquiète tout le monde. Mais une remarque va nous tirer d'affaire : l'aile de l'Eole n'est pas très différente d'une aile de Deltaplane, **à condition qu'on enlève la peau du fuselage**. Sitôt dit, sitôt fait. Le pilote est assis sur une balancelle pour trouver le bon centrage et avoir une bonne autorité en tangage. Les premiers envols sont réussis. Toutefois, la machine diverge en lacet, puis s'embarque en roulis ; il faut vite réduire les gaz et se reposer (sur la roue gauche). On met un poids de 5 kg sous l'aile droite. Dans cette configuration, la machine est volable en ligne droite sur deux cents mètres. Mais le pilote est mal à l'aise, car il sent bien que le domaine de vol est réduit à un point.



On remarque vite que les déplacements du pilote sont très faibles. Le décollage « 3 points » est donc possible. On fixe le siège, on lui adjoint un manche et la partie centrale de l'aile devient une gouverne de profondeur pour la sécurité. La machine revole ainsi. Après quelques tentatives cassantes et infructueuses, elle revole aussi « bien ». A ce stade, il est prouvé que l'**Eole** présente bien un « compromis volable », au sens de la motorisation et de l'équilibre longitudinal. Cela bien avant les autres précurseurs. En revanche, le comportement en roulis/lacet est mauvais et très répétitif, à cause du couple moteur. On renforce le train.

Il nous faut maintenant mettre en place l'entoilage du fuselage et essayer de voler avec. Je demande avec insistance que l'on fasse quelques mesures. Le **CEV** me prête obligeamment un enregistreur statique très léger. Mais, caractéristique de notre époque, les étudiants sont plus occupés à faire des opérations médiatiques autour de leur projet qu'à faire fonctionner l'informatique. Nous n'aurons presque pas de mesures exploitables.



Les essais reprennent à **La Ferté-Allais**, où **Salis** nous héberge gentiment. On ne se bat plus pour voler sur cette machine. Et les vols, au ras du sol, apportent de nombreux enseignements. La divergence en lacet est la même et on arrive à la contenir quelques temps. Ensuite, inexorablement, le roulis apparaît et il faut se « poser ». Les parois du fuselage ont augmenté le moment de roulis induit par le dérapage, dans des proportions qui rendent l'avion vraiment incontrôlable. On ajoute un système de gauchissement simple en attachant des câbles au bord de fuite des ailes. Pas assez efficace. **On ne pourra pas reproduire les petits vols du début.**

Au passage, je fais une découverte intéressante qui n'a rien à voir avec **Ader**. J'ai toujours beaucoup de mal à décoller à dérapage nul parce que je n'ai qu'un fil de laine pas très précis. Dès que j'ai le gauchissement, je constate que son efficacité au sol **en lacet inverse** est exceptionnelle. Je l'utilise donc (manche à droite, lacet à gauche) pour me mettre rigoureusement face au vent pour le décollage et cela facilite grandement les essais. Mais la divine surprise vient après. Dès que j'ai quitté le sol, je reprends une routine de pilotage traditionnel en roulis, instantanément et sans aucun effort. Constatation très forte dans le domaine des facteurs humains, qui devrait faire réfléchir les spécialistes !

Mais ces pertes de contrôle systématiques finissent par me donner des complexes. J'en parle au **Général Lissarague**, qui me sort le compte-rendu **d'Ader**. Divine surprise : c'est exactement la même chose. Donc non seulement il a volé à **Satory** en **97**, mais nous avons **reproduit les conditions de son accident** sans le savoir ! Quand en **1895** il décide de passer à la formule bi-hélices, il semble sûr d'avoir mis le doigt sur le dernier problème qui lui restait à résoudre. Malheureusement, à sa première tentative, la dérive due au vent l'incite à mettre plein pied à gauche, et il ressent exactement la même perte de contrôle que ce qu'il connaît bien sur l'**Eole** et qu'il a cru éradiquer. Il ignore que c'est le braquage de la gouverne de direction qui est à l'origine de ce comportement et non plus le couple moteur.

Les détracteurs **d'Ader** s'étonnent qu'il ait cessé brutalement ses recherches après cet accident. On peut maintenant comprendre qu'il ait été abominablement déçu que tous ses efforts n'avaient pas abouti. Le manque d'argent faisant le reste.

De son vivant, **Clément ADER** n'a été reconnu que tardivement. Il sera reçu par l'Académie des Sciences et deviendra Commandeur de la Légion d'Honneur à 81 ans en **1922**. Il mourra en **1925**. Soucieux de conserver le secret sur ses activités qu'il destinait à l'Armée Française, il n'avait pas beaucoup publié sur ses travaux et avait détruit une partie de ses archives. **CLB**

Aéromed N°8sept2004

FOLIE DES GRANDEURS



L'occident qui a de la mémoire n'a jamais oublié l'histoire *d'Icare* s'enfuyant du labyrinthe de *Knossos* avec des ailes fragiles. Il en a tiré deux leçons morales :

- la première dénonce la désobéissance du fils qui ne veut plus suivre les conseils de son père, c'est la fougue de la jeunesse contre la sagesse de l'âge ,
- la seconde, plus subtile, condamne la démesure de l'intelligence (qui ne doit voler ni trop haut ni trop bas) lorsque qu'elle veut plus qu'elle ne peut.

Ces deux leçons se rejoignent en une maxime : qui s'élèvera tombera. Et tout le monde bien sûr, s'est entendu pour condamner *Icare*.

Dans son livre (1) *Jacques Lacarrière* donne plusieurs interprétations du mythe connu et démontre la complexité d'une aventure qui s'apparente très largement à l'aventure de l'homme.

Or il est possible que cet *Icare* honni, qui veut obtenir un nouveau statut en gagnant un nouvel espace au-dessus de la mer, allégé parce que débarrassé de toute une série de préjugés du style, mieux vaut être un terrien réussi qu'un mauvais oiseau. Il est possible qu'*Icare* symbolise la grande et légitime aspiration de l'homme à la transcendance. Mais alors pourquoi chute-t'il, tant il est vrai qu'on ne tombe jamais du ciel sans raison ?

A y regarder de près le mythe *d'Icare* s'attache à décrire avec précision la machine à voler construite par *Dédale*, le père ingénieur. On insiste sur le subtil mécanisme mis à disposition du fils, sur son fonctionnement, sur la nature des matériaux, leur bien-façon. Le mythe, d'ordinaire, répugne à l'aspect technique des choses. Ici, au contraire, on donne des détails. Ce qui ajoute une tonalité particulière à l'histoire : il faut certes s'élever au-dessus des contraintes terrestres, se libérer de la pesanteur, mais il faut le faire avec des moyens naturels. Le mythe ne condamnerait pas l'élévation en tant que telle mais la chute sanctionnerait le moyen technique utilisé.

Un peu plus tard, *Platon*, qui, lui aussi avait de la mémoire, a prétendu que c'était avec les ailes de l'âme qu'il fallait s'élever au-dessus de sa condition de terrien, sortir de la caverne, s'évader des apparences, des naïves croyances. Il n'avait que faire d'un art destiné à fabriquer des prothèses maladroites, mais prônait l'exercice de la philosophie.

Lui, il n'est jamais retombé

Article de *Jean ROMAIN*, philosophe, Genève

L'envol d'Icare suivi du *Traité des chutes* (*Seghers* Paris 1993)

Aéromed N°8Sept2004

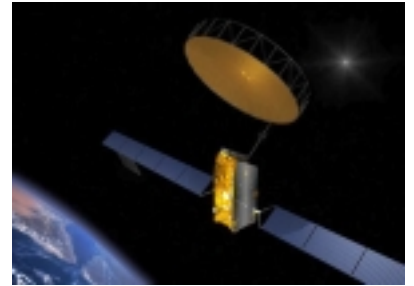


PILOTAGE DES SATELLITES: EST-CE BIEN DIFFERENT ?..

J.L. Gonnaud, EADS-ASTRIUM, 31, Ave. des Cosmonautes, F-31402 TOULOUSE CEDEX 4.

..c'est une question qui revient parfois dans les conversations d'avec mes copains d'aéroclub, lorsque après avoir échangé nos différentes façons respectives de gagner les sous qu'on dépense en heures de vol, je leur parle de la conception des "pilotes automatiques de satellites"

Comment un satellite "vole"



Une question préalable que se posent encore certains des mêmes copains, du moins ceux pour lesquels les cours de physique de terminale sont au mieux qu'un lointain et vague souvenir, souvent mauvais d'ailleurs, c'est "comment ça vole".

Une réponse assez mathématique, qui reste facile à conceptualiser dans le cas d'une orbite circulaire, est qu'en fait le satellite tourne suffisamment vite pour qu'à chaque instant la force centrifuge du mouvement qui tend à vous éjecter hors du virage, compense l'attraction terrestre (le poids du satellite).

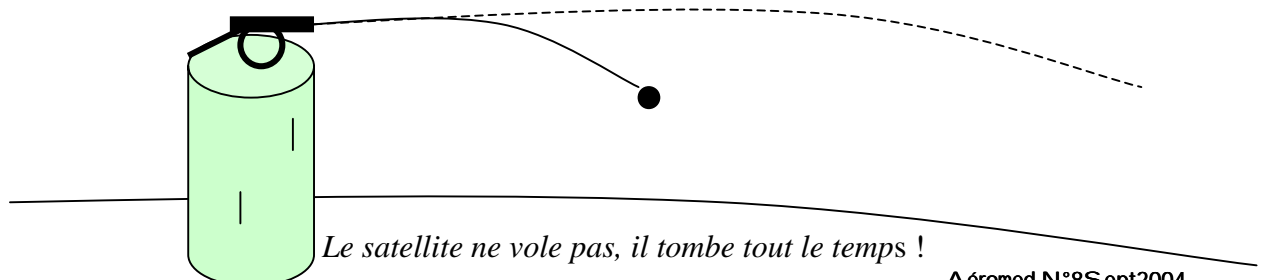
Une image que j'aime bien parce qu'elle parle aussi très bien même à ceux pour qui le concept de "force centrifuge" donne une poussée d'urticaire, est le fait que le satellite ne vole pas, il tombe en permanence sans rencontrer la terre. On s'explique :

Sur la figure ci-dessous, on a le cas de l'artilleur en haut d'une tour qui tire son boulet à l'horizontale. Au bout d'un certain temps, qui dépend de la charge de poudre et donc de la vitesse initiale du boulet, ce dernier retombe (si possible sur l'ennemi visé), avec une trajectoire courbe. Plus le boulet part vite plus il va loin.

Or, la terre est ronde (si si!). On peut imaginer (il en existe) des canons qui peuvent tirer au-delà de l'horizon. On pourrait même considérer un canon qui tire suffisamment fort pour que la trajectoire courbe de sa chute soit égale à la rotondité de la Terre. Si la tour de tir était en haut de *l'Everest*, l'artilleur se prendrait son propre boulet dans le dos après un tour de Terre.

Dans la pratique (difficulté de monter un canon en haut de *l'Everest*, mais surtout difficulté d'atteindre et de maintenir sur la durée des vitesses nécessaires de l'ordre d'un peu moins de **25 000 km/h** dans l'atmosphère), le canon n'est pas la bonne solution.

Par contre, s'il n'y a plus le problème de l'atmosphère (typiquement à plus de 100km d'altitude), il devient possible de tourner ainsi autour de la terre "en tombant". On est alors un satellite. Autour de la Terre dans ce cas, mais pour d'autres engins allant explorer **Mars** par exemple, autour de la **Terre**, puis du **Soleil**, puis de **Mars**...



Aéromed N°8S ept2004

Le vol dans l'espace

Le premier corollaire à cette "chute", c'est que contrairement à nos avions qui ont besoin de leurs moteurs pour rester en l'air, une fois qu'on est en orbite, on a a-priori rien à faire pour voler "éternellement" dans l'espace. Et de fait, un *Spoutnik* n'avait aucun équipement de pilotage embarqué : c'est ce qu'on appelle d'ailleurs communément dans notre jargon le "mode de pilotage caillou".

Dans la pratique, les satellites sont toujours lancés pour une mission particulière, des plus simples ("Faire Bip-Bip" pour Spoutnik) aux plus complexes (atterrir sur une comète, observer par les vasistas de la salle de bain d'Oussama BenLaden...) et le mode caillou ne suffit pas.

Mais, pour nos avions, les dynamiques de trajectoire et d'orientation (attitude) sont très couplées par l'aérodynamique : souvenez-vous de votre instructeur hurlant debout dans le cockpit "La trajectoire (point d'aboutissement) au manche !!!" et "La vitesse aux gaz" ou l'inverse, suivant les écoles et la réactivité du moteur, voire de l'élève... Sur un satellite, la trajectoire est très découplée de l'orientation (attitude). On aura donc la plupart du temps des systèmes de pilotages très différents pour "regarder" dans une direction (l'attitude), et pour se diriger sur une orbite (trajectoire ou contrôle d'orbite).

Environnement fun

Et le pilotage doit être assuré dans ce monde pas toujours sympathique qui commence **100 km** au-dessus de nos têtes. L'Espace est en effet un environnement assez hostile, et qui demande beaucoup aux engins et à leurs équipements embarqués. Si on reste exposé au soleil, en l'absence de convection/conduction de l'air, les surfaces peu réfléchissantes atteignent rapidement plusieurs centaines de °C. Exposées à l'ombre, les surfaces font face à un espace froid à -270°C, et une bonne isolation est nécessaire.

Les éruptions solaires vous bombardent de flots de radiations qui grillent les électroniques, changent inopinément les chiffres en mémoire des calculateurs, et vieillissent prématurément les systèmes optiques et photosensibles (panneaux solaires, caméra stellaire). La traversée des "ceintures de radiations de *Van Allen*"), entre 1000 et 5000 km d'altitude, vous expose à ces mêmes dangers de radiation, par rapport auxquels les insulations vénériennes au 3ème degré des nudistes, pendant la canicule de l'an passé ne sont qu'un coup d'éclairage par une lampe de poche.

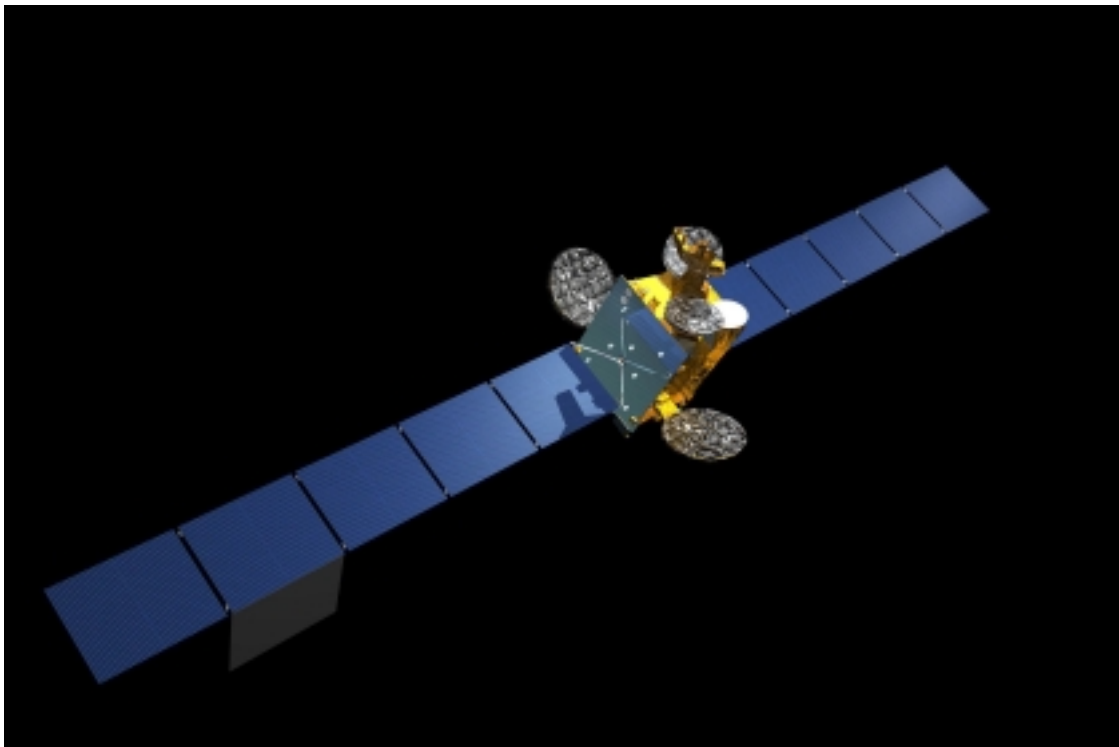
Enfin, les météorites, même plus petits qu'un grain de sable, très nombreuses en particulier lorsque l'on croise les nuages des Léonides au mois d'Août, peuvent créer des dégâts comparables à un obus de 20mm compte tenu des vitesses relatives (plusieurs dizaines de milliers de km/h).

Sans parler de l'apesanteur, qui vous crée dans les réservoirs de carburant des phénomènes de déjaugage et de bulles au niveau des points d'aspiration, et demandent toute une science de la capillarité pour garder les moteurs amorcés.



En plus, on est loin de tout ! pas tant en distance - parfois en orbite basse l'équivalent d'un petit *Toulouse-Narbonne* -, mais en énergie: tout ravitaillement ou réparation nécessite un vol, donc une fusée. Chaque tir coûtant de **20 millions d'Euros** pour une petite à **200 millions** pour une **Ariane 5**, voire **800 et +** pour une Navette Spatiale... Donc le satellite devra se débrouiller tout seul, avec ses sources d'énergie électrique (panneaux solaires), ses moyens de communication, et ses instruments de secours en double ou en triple.

C'est pour toutes ces raisons que les satellites sont bardés de protections thermiques et électriques en Mylar métallisé, hérissés d'appendices (antennes et autres panneaux solaires), qui leur donnent plus le look d'une papillote de Noël à moitié déballée que d'un engin racé. Moi en tout cas, je trouve presque tous les avions plus beaux que le plus beau des satellites - comme un dauphin restera définitivement plus beau qu'une araignée.



Un satellite de communication typique, avec 35m de panneaux solaires ...

Pilotage de trajectoire

Dans la pratique, le pilotage de trajectoire est surtout le choix d'une orbite et le maintien sur cette orbite.

A part les trajectoires hyperboliques qui éloignent le satellite à tout jamais, une orbite est en général elliptique (le tour d'un oeuf) et est définie par ses paramètres : demi-axe (taille de l'oeuf), excentricité (oeuf plus ou moins rond), inclinaison (du tour d'oeuf par rapport à l'équateur), argument du périégée (position du point de l'oeuf le plus près de la terre), etc...

Une fois qu'on est sur une orbite, la trajectoire varie très lentement en fonction des perturbations rencontrées: traînée atmosphérique résiduelle pour les orbites basses, anomalies de sphéricité du potentiel de gravité terrestre (notre Terre est plutôt la tête plate aux pôles, avec un peu d'embonpoint à l'équateur), pression exercée par le vent solaire....

Aéromed N°8S ept 2004

Ainsi, une station spatiale à 400 km d'altitude met plusieurs mois avant de perdre une dizaine de kms d'altitude. Un satellite de communication à 36000 km d'altitude va mettre une ou deux semaines, ou plus encore pour quitter sa fenêtre d'émission optimale de 60 km de côté. Rien à voir donc avec la réactivité de moins d'une seconde demandée à un pilote d'avion léger en approche à *Castelnaudary* par vent d'Autan...



Pratiquement, il est donc très possible de faire tous les calculs au sol, longtemps (plusieurs heures voire jours) à l'avance, et de les envoyer par télécommande au satellite pour que ce dernier les exécute par petites poussées (quelques minutes) des moteurs dans la direction et à l'heure souhaitée ! Même pour les astronautes, ces héros surhumains au regard d'acier et aux nerfs du même métal, leur "pilotage de trajectoire" se limite en général à exécuter à la lettre les instructions calculées au sol par des boutonnières à lunettes derrière leurs équations complexes et ordinateurs surpuissants...Ca y est, le mythe du pilote astronaute s'effrite...

Une petite exception : les manœuvres des rendez-vous orbitaux. Mais cela est une autre histoire.

Pilotage d'Attitude

En fait, une des difficultés principale est d'assurer l'orientation correcte du satellite conformément aux besoins de la mission (quand tout va bien) ou à la survie du véhicule (si ça se passe mal).

Déjà que les photos de Papparazzi sont floues à 500 m de distance, une stabilité quasi parfaite est nécessaire pour prendre une photo d'un détail de dépôt d'armes chimiques depuis 800 km d'altitude; c'est comme si on essayait de prendre en photo depuis *Toulouse* les fûts chimiques d'un dépôt à *Paris*...Pour des résolutions (le plus petit détail discernable sur l'image) de l'ordre de quelques dizaines de cm, le satellite optique doit être piloté à quelques 0,001 deg. d'erreur de direction, avec une stabilité de 0,001deg./s. Quand le brevet d'avion léger vous demande de tenir un cap à 5 deg. près...

De telles précisions demandent de contrôler des phénomènes dont on imagine même pas a-priori l'origine : par exemple les "chocs et vibrations" provoqués par les petits défauts des roulements dans les moteurs qui font tourner les panneaux solaires.

Pour repérer sa direction de pointage, pas possible d'utiliser l'horizon terrestre : la plus grande



stabilité sera assurée par des gyroscopes très précis. De même, la dérive de ces gyroscopes (comme pour notre conservateur de cap aéronautique) demande un recalage assez régulier: le satellite sera équipé de capteurs détectant le soleil (à base de cellules photosensibles), la Terre (capteur Infra Rouge, la Terre étant chaude par rapport à l'espace froid), les étoiles (capteurs stellaires à base de caméra CCD type vidéo), voire le champ magnétique (genre de boussoles appelées magnétomètres).

Aéromed N°8Sept 2004

Les actionneurs de pilotage

Les mouvements fins d'orientation, demandent de réaliser avec précision des couples et des forces microscopiques à l'échelle des véhicules terrestres qu'on connaît. On a dans l'espace ni l'air, ni l'eau, ni le sol pour s'appuyer, et on doit créer les forces par "réaction". On utilise alors des tuyères (force typique: 1 kg de poussés ~10 Newton pour faire tourner un satellite de 5 tonnes gros comme une camionnette comme celui de la figure ci-dessus. Des roues aussi, qui permettent d'échanger l'énergie de rotation du satellite avec celle de la roue embarquée, sorte de camembert de 50 kg tournant jusqu'à 6000 tr/min. Mais là aussi, avec des couples (force à tourner) très petites : 0,07 Nm, c'est à dire un poids de 7 g avec un bras de levier d'1m.

On va même chercher sur certains satellites de télécommunication comme ceux fabriqués à Toulouse la minuscule force de poussée de la pression des photons solaires: sur la figure ci-dessus, des "flaps" sont accrochés aux panneaux solaires pour créer un effet "Moulin à Vent" par pression solaire différentielle entre les 2 panneaux.

Lorsqu'il faut des manœuvres "rapides", par exemple pour aller photographier l'Irak puis l'Iran en rafale, les vitesses angulaires (<5deg./s) et les amplitudes (5 à 25 deg.) sont elles aussi plus proche de la micro manœuvre que du Cap 232 en tonnes déclenchés.

Bref, pour toutes ces actuations ultra-fines, avec des temps de réactions souvent inférieurs à la seconde, un pilotage humain ou à distance du sol n'est pas adapté. Le pilotage automatique, appelé Système de Contrôle d'Attitude et d'Orbite (SCAO), s'impose.

Alors, est-ce vraiment la même chose ?

On peut dire que le vol orbital qui permet de rester à **25000 km/h** sans rien faire, avec une forte inertie et des manœuvres de trajectoires, calculées longtemps à l'avance, manœuvres aussi rares et épisodiques que complexes à calculer, le pilotage de la trajectoire tient plus de celui d'un pétrolier géant que de l'avion léger.

Inversement, le pilotage de l'orientation demande des micro-actuations ultra précises, très fréquentes (réactivité de quelques dixièmes de secondes) et en toute autonomie. Une manœuvre ratée peut envoyer le satellite dans une orientation où il perd son alimentation électrique, et où les écarts thermiques et autres flux de rayonnement le tuent en quelques dizaines de minutes...Cela ressemble plus comme contraintes au contrôle actif des gouvernes des avions instables (B2,...), des volets contrôlant le flutter sur les Airbus, qu'au maniement d'un Cessna à l'atterrissage.

Et enfin malheureusement, le plus beau des satellites n'égalera jamais l'allure d'un *Concorde* ou d'un *Caudron Cyclone*...Mais c'est vrai aussi que là haut, il n'y a personne pour les admirer! JLG



DIABLE DE FOEHN



Quelque part au Sud des Alpes, un **DR48** essaye de rentrer en **Suisse**, croisant à plus de 12 000 pieds. Il y a trois personnes à bord, pas de bagages et 2h30 d'autonomie. L'avion léger va survoler une série de crêtes, quand soudain, un uppercut du **Föhn** le met presque KO. Ça brasse, ça cogne de partout... plein gaz, le vario indique -1500ft/mn. Quelques secondes et c'est l'ascenseur...les ailes tapent dans des obstacles invisibles, travaillent de façons audibles. L'entoilage se gonfle, se dégonfle, faseye. Ça monte et ça redescend de plus belle. L'avion gigote dans tous les sens. Le pilote se bat mais le combat est inégal. Les crêtes, qui étaient bien loin dessous, semblent à présent dangereusement proches....

Chaque pilote du club a sans doute son anecdote de **Föhn**. Ce n'est qu'un mauvais souvenir que l'on exorcise une fois encore et qui mêle la conscience d'avoir ce jour là peut être entamé son capital chance et la fierté d'avoir maîtrisé la situation. Crainte et fierté font un couple diabolique : prévoir eut été préférable.

Le **Föhn** étant de saison, votre commission de sécurité vous invite à faire un petit tour de la question. Il y a du **Föhn** dès qu'une masse d'air humide traverse la chaîne des Alpes plus ou moins perpendiculairement. Qu'il soit du Sud ou du Nord (bise); le **Föhn** pose des problèmes, car son comportement local reste très difficile à prévoir. Le versant au vent se trouve noyé dans une épaisse couche nuageuse qui déborde des crêtes (mur du fœhn). Le plafond y est généralement bas et les précipitations abondantes.



Le versant sous le vent bien dégagé (fenêtre du fœhn). Des nuages en rouleaux peuvent dégueuler dans les vallées. Au-dessous ou devant les sommets, des **altocumulus lenticularis** assez stables, d'un blanc argenté, au ventre gris, se sont formés témoins de l'onde puissante qui règne en altitude. Plus bas, de petits nuages, un peu plus sombres, des **cumulus fractus** stationnaires également, surmontent de redoutables rotors invisibles. Des panaches de neige soufflée prolongent les crêtes exposées. Ce sont autant de signes de dangers : là-haut les vents sont très méchants et les turbulences sévères.

Dans de telles circonstances, un pilote averti devrait en valoir deux. Mais rien n'y fait. Des virtuoses du manche se sont faits prendre au piège pour avoir refusé l'évidence : un avion léger ne peut pas lutter contre les rabattants de Föhn et pour cause, même bien mixturé, le taux de montée d'un petit avion, n'est aux altitudes en questions, que de 2 à 3 mètres/ sec alors que les rabattants peuvent eux descendre à plus de 10m/sec.1000 pieds/sol ne constitue dès lors plus une marge de sécurité suffisante .

Par ailleurs, au passage d'un col ou d'une crête, par effet de venturi, le flux s'accélère, les turbulences se renforcent et la pression atmosphérique peut baisser de 30 H Pa ce qui se traduit par une erreur d'indication de 850 pieds à l'altimètre ! le pilote peut alors se croire plus haut qu'il ne l'est en réalité.

Pris dans des rabattants, personne n'aime sentir l'avion se dérober. Le pilote tire d'instinct sur le manche pour contrer la chute. La vitesse de l'avion diminue et s'il n'a plus de puissance disponible, l'avion s'enfonce encore plus. La limite du décrochage n'est plus très loin, le sol non plus.

Aéromed N°8S ept2004

Il faudrait, au contraire, rendre la main autant que possible, augmenter le régime moteur et suivre la ligne de plus grande pente en vérifiant que la vitesse soit suffisante, avec assez de vitesse (convertible en prise de hauteur) et avec une marge d'altitude confortable. Mais pour cela, le pilote doit avoir abordé le col en légère descente.

Par situation de **Föhn**, la plus grande prudence est de rigueur. Notre aviation légère est un sport de plaisir. Dans la turbulence et les rabattants, le sport est extrême, mais il faut être conscient et masochiste pour y trouver du plaisir.

Si vous êtes en l'air malgré tout, il faudra gérer la situation au mieux. Des que le vent souffle à plus de 10 à 20 nœuds gardez vos distances par rapport aux reliefs sous le vent. Dans la turbulence réduisez votre vitesse à 50-60% au-dessus de la valeur de décrochage, augmentez la traînée si nécessaire. Pilotez tout en douceur, sans essayer de contrer systématiquement les réactions de l'avion. Surtout ne cabrez jamais la machine, ni ne faites de virages brusques et serrés. Volez haut et contre la pente avec une marge latérale et verticale de 2000 pieds sol au moins, gardez toujours la possibilité de faire demi-tour



N'oubliez pas qu'avec l'altitude votre moteur se dégonfle singulièrement, que la traction de l'hélice et la portance diminuent alors que la vitesse minimale de portance augmente. Bref, vaut mieux parfaitement maîtriser la théorie et la pratique du vol en montagne ;;; sans parler de la gestion du stress..

Mais prévoir c'est mieux : renoncez à traverser les Alpes par situation de **Föhn**. Pourquoi tenter le diable ! rabattez-vous plutôt sur une bonne petite mousse autour de la **Stamm-Tisch** et faites y souffler le vent de la passion : vous avez sûrement plein d'anecdote à raconter.

De la part de notre Ami Suisse **Stéphane R.ouvinez**

Föhn : Le föhn venant du sud se développe essentiellement au cours de saisons transitoires, lorsque les différences de température entre les masses d'air froid du nord et chaud du sud sont maximales. Il apparaît plus facilement entre un anticyclone de sud-est soufflant sur les Balkans et le secteur de front chaud d'une dépression nord-ouest approchant de la France. L'équilibre des pressions entraîne la formation d'un courant d'air venu du sud dont les masses d'air humide et chaud doivent contourner l'obstacle que constitue la barrière des alpes dans leur course du sud vers le nord. Cette masse d'air, dont la température initiale estimée à +15°C dans les pré-alpes italiennes et dont l'altitude de départ approche les 500m, provoque tout d'abord la formation d'une zone de précipitation sud-alpine. L'air doit franchir la montagne. Il prend donc de l'altitude et se rafraîchir de 1°C tous les 100m environ. Il peut absorber de moins en moins de vapeur d'eau et s'approche rapidement de son degré de saturation. Avec un niveau de condensation de 1500 m environ, une température de +5°C et une humidité relative de 100%, d'énormes cumulus apparaissent et entraînent des pluies sur les alpes italiennes. La condensation de la vapeur d'eau libère de l'énergie qui se transmet à l'air sous forme de chaleur. Voilà le secret de la chaleur du föhn. L'air donnant naissance à des nuages s'élève jusqu'à 3000 m environ, ne perdant plus que 0,6°C tous les 100m. Il franchit la crête des alpes à - 4°C . séché après les pluies italiennes, l'air descend sur le versant nord des alpes en se réchauffant de 1°C tous les 100M Il atteint les alpes du nord sous forme d'un vent descendant à une température de 21°C . Il a donc gagné 6°C par rapport à sa température initiale de 15°C.



Le sommeil et les performances cérébrales

Une fois encore, on reparlera du sommeil. Faisant suite au premier article de **J.C. Bück** dans **Aéromed N°6** et au second de **G. Mitonneau** dans **Aéromed N°7**, le revoici en première ligne avec un sujet traitant des modifications des performances cérébrales et son rapport avec le sommeil.

Les études de **Wagner U. et all**, les commentaires de **Maquet et Ruby**, vont vous éclairer davantage sur le sujet, même si cela peut vous sembler évident.

Vous avez constaté qu'après une bonne nuit de sommeil, les leçons apprises sont bien retenues ou les solutions à un problèmes se font jour. De nombreuses études de psychologie montrent que le sommeil a un effet de consolidation de la mémoire récente, mais aussi, de la restructuration des représentations mentales. Ce phénomène serait à l'origine d'un gain d'efficacité ou de perspicacité utile dans la résolution de problèmes intellectuels.

Un groupe de neurologues allemand s'est intéressé au gain en « *insight* » : type de fonctionnement cérébral situé entre l'inspiration et la perspicacité, permettant des « *illuminations* » ou capacité accrue à la résolution rapide de problème (ex : le prix Nobel **Loewi** qui s'est réveillé avec une idée fondamentale pour une confirmation expérimentale de sa théorie sur les neurotransmissions chimiques, ou Mendeleïev a compris la règle fondamentale de sa classification des éléments en se réveillant le matin après un rêve)



Dans leur travail les auteurs ont testé l'influence du sommeil sur la résolution de problèmes mentaux nécessitant cette fameuse perspicacité. Il s'agit de tâches cognitives fondées sur une succession de 8 chiffres qu'il faut transformer en une nouvelle séquence. Le passage de une suite de chiffres à la suivante, nécessite l'apprentissage de deux règles simples permettant d'arriver à une solution finale (7eme séquence de chiffres) ; en augmentant leur pratique de ces tests, les réponses des sujets deviennent alors plus rapides. Le point le plus important est qu'il existe dans cette tâche une règle cachée que l'on ne révèle pas au sujet et qui est implicite dans l'ensemble des successions de chiffres, certains la découvrent d'autres non. On peut déterminer à quel moment le sujet comprend cette règle en mesurant les temps nécessaires pour arriver à la dernière série de chiffres. La personne qui découvre cette règle cachée fait donc preuve de perspicacité (*insight*). Ce type de tâche a été validé par des essais précédents. Le gain de perspicacité est exprimé par une réduction du temps total nécessaire pour aboutir à la solution finale des exercices. Il est ainsi mesurable.

66 personnes ont été recrutées entre 18 et 32 ans en nombres équivalent d'hommes et de femmes. Séparés en trois groupes de 22, ils ont été entraînés sur la base de trois blocks de tâches du même type dans le but d'induire une représentation mentale du problème, alors que la règle cachée restait implicite pendant cette période. La durée d'entraînement a été suivie d'un intervalle de 8 heures :

- de sommeil nocturne 22 personnes
- d'éveil nocturne 22 personnes
- d'éveil diurne 22 personnes

Immédiatement après, les trois groupes de sujets ont été re-testés, avec cette fois, dix blocks de tâches. On constate que **59%** de sujets ayant dormi ont fait preuve de « *insight* » contre **22%** des deux autres groupes.

Aucune différence n'a été notée entre les deux groupes qui sont restés éveillés que ce soit le jour ou la nuit.

Enfin, il fallait prouver que le sommeil agissait bien après entraînement et non pas par un simple bénéfice du repos.

Les auteurs ont donc testé les performances de sujets de deuxième groupe (40 personnes au total), en réalisant des tests sans entraînement préalable et ce, après un sommeil nocturne (20 personnes), soit après un éveil diurne (20 personnes) :

On ne note aucun gain de perspicacité dans le groupe sommeil par rapport à l'autre.



Au total, l'effet du sommeil sur l'inspiration ou la perspicacité ne se manifeste que s'il y a eu un période d'entraînement préalable. Ces éléments sont en faveur d'un processus dynamique des représentations mentales pendant le sommeil et non pas d'un simple bénéfice lié au repos.

En analysant le temps de réaction entre les différentes suites de chiffres, les auteurs arrivent à déduire le fait que le sommeil ne consolide pas seulement la mémoire récente, mais qu'il y a réellement un phénomène de restructuration qui survient. Ce processus pourrait avoir lieu dans *l'hippocampe*, en connexion avec les zones *corticales préfrontales*. La réactivation dans *l'hippocampe* pendant le sommeil pourrait être un mécanisme de restructuration des souvenirs récents.

La prise de conscience de la règle cachée dans ces tâches cognitives n'apparaît pas avec la pratique répétée mais semble résulter d'une réorganisation mentale survenant pendant le sommeil.

Ainsi, le tiers de notre vie passé à dormir, n'est pas simplement du temps perdu. C'est là que semble naître, aussi, la sagesse et l'inspiration artistique (**Robert Louis Stevenson** aurait écrit les scènes clés de *Docteur Jekyll et Mister Hyde* après une inspiration nocturne, **Guiseppè Tartini** sa sonate pour violon ' *le trille du diable*', ou **Jules Mallassenet** pour beaucoup de ses *opéras*, quant à **Helias Howe** il inventa la *machine à écrire* après une inspiration nocturne. **SB**

Si ceci vous passionne vous en saurez plus long avec les communications de :

- 1- **Wagner U. et al** . Sleep inspires insight. Nature.2004; N427: 352-355
- 2- **Maquet P. et Ruby P.** Insight and sleep commite.Nature.2004;427:304-305



PLACEBO



Les différents essais cliniques déjà effectués ont permis de démontrer que l'effet placebo en terme antalgique pouvait être très important y compris dans les douleurs plus organiques comme par exemple : douleur de la paroi abdominale après césarienne. Cet effet placebo, antalgique ou analgésique, a toutefois une valeur variable mais est quasiment toujours existant. Nombres d'hypothèses ont été émises pour expliquer cet effet : suggestion, effet cérébral propre, effet sur la transmission de l'information douloureuse.

Wager T.D.et coll, neuropsychologues américains, ont effectué un travail très brillant par étude IRM fonctionnelle démontrant de façon éclatante que l'effet placebo correspond bien à une diminution de l'activation des zones cérébrales responsables de la douleur.

Dans les hypothèses émises, on considère : le biais systématique ou le biais de publication. Une des premières réponses apportées, est qu'il ne s'agit pas d'un simple biais de publication puisque l'effet placebo sur la douleur peut être supprimé par les antagonistes de la **naxolone**, suggérant donc, que cet effet, a donc une base neurophysiologique. Toutefois, la **naxolone** peut induire une hyperalgésie indépendante du placebo et donc ces expériences ont donc été mises en question.

Les chercheurs ont essayé de démontrer qu'il s'agit bien d'un mécanisme qui fait appel à l'expérience sensorielle de la douleur et au processus cognitif qui en est le médiateur.

Deux types d'expérience sont effectués en utilisant la technique de l'**IRM** fonctionnelle. Cette méthode permet de déterminer de façon précise les zones cérébrales activées lors d'un processus moteur, sensitif, sensoriel ou psychologique.

En premier : si le placebo réduit l'expérience de la douleur, on devrait trouver une diminution de l'oxygénation des zones cérébrales responsables de la douleur (thalamus et zones particulières du cortex)

En deuxième : le placebo modulerait l'activité de ces zones cérébrales en créant une zone d'attente du soulagement de la douleur entraînant une inhibition de l'activité des zones cérébrales concernées dans le traitement de la sensation douloureuse (les cortex préfrontal et dorsolatéral semblent particulièrement importants dans les représentations internes des buts et des attentes, et sont capable de moduler l'activité d'autres zones cérébrales).

Ainsi une augmentation de l'activation des zones du cortex préfrontal pendant l'attente de la douleur devrait être corrélée avec un plus grand soulagement de la douleur apportée par le placebo.

Méthodes : 23 et 24 personnes ont été étudiées en deux groupes

Pre mi è re étude :

- 1- 24 personnes ont eu un enregistrement d'IRM fonctionnelle alors qu'elles recevaient des chocs électriques douloureux et non douloureux sur le poignet droit (cela rappelle qq chose, non ?).

- 2- l'expérience dure 30 sec et débute par un avertissement de 3 secs qui indique en rouge ou bleu si le choc électrique va être intense ou modéré, puis on laisse une période d'anticipation dont la durée varie de 3 et 12 sec, suivie d'un choc de 6 sec d'intensité moyenne ou intense. Après le choc, on demande aux participants de mesurer sur une échelle, l'intensité du choc.
- 3- au total 5 blocs de 15 expériences identiques ont été réalisés.
- 4- dans 1/3 de chacune des séquences, les chocs électriques ne sont pas administrés de façon randomisée.

On a expliqué aux patients que l'on testait une nouvelle crème analgésique, donc dans le premier bloc : choc électrique sans traitement, puis dans un deuxième temps, on applique une crème que l'on signale antalgique dans la moitié des participants, deux blocs ont été réalisés dans ces conditions. Après le troisième bloc, on enlève la crème du poignet et on réapplique la même crème en disant qu'il s'agit d'une crème inefficace mais nécessaire pour contrôler le test : on réalise dans ces conditions 2 blocs de 15 séquences.

Il est bien évident que cette crème utilisée dans le premier et second cas est la même et qu'elle ne présente aucune propriété antalgique, la mesure de l'effet placebo étant mesurée par la gradation de la douleur exprimée par les sujets dans les deux conditions, ainsi que la mesure des différences de l'activité cérébrale.

Deuxième étude :

On procède à l'avertissement par les mots : « *préparation à la douleur* » en rouge pendant une seconde, stimulus électrique 20 secs. Cela permet d'analyser trois types de réponses (précoce, pic et tardive) (1,5 secs de montée de chaleur, 17 secs de pic, 1,5 de diminution) plusieurs zones de peau étaient traitées avec le placebo et le contrôle identique à l'expérience précédente avec deux ou trois manipulations différentes.

La troisième phase dite de test : 2 blocs de stimuli étaient administrés sur les zones de contrôle et placebo. On annonçait un stimulus de 8 mais les deux étaient de niveau 5 (sur une échelle de 10)

Résultats :

L'étude 1 montre que le placebo réduit la cotation de la douleur et l'activité de la zone cérébrale impliquée. L'activité des zones est celle que l'on attendait (activité plus importante à gauche sur le thalamus coté opposé à la stimulation et activation cérébelleuse homo latérale.

Dans tous les cas la douleur ressentie et rapportée était plus importante avec la crème dans la situation de contrôle par rapport à celle du placebo, indiquant un effet analgésique significatif. Toutefois, il existe une très grande variabilité de l'effet placebo chez les participants.

La réduction de la cotation de la douleur était associée et corrélée à la réduction de l'activité cérébrale des zones impliquées dans le traitement de la douleur.

L'analyse des activités du cortex préfrontal testant l'hypothèse de l'anticipation du soulagement de la douleur par ces zones, a montré ici, que l'hypothèse était juste. De plus, on a noté une relation de corrélation significative entre ces deux phénomènes ; plus la zone d'anticipation était élevée, moins celle de la douleur l'est.

Aéromed N°8S ept2004

Dans la deuxième étude avec les stimulus douloureux thermiques les mêmes conclusions ont été observées. L'effet placebo réduit bien la sensation de douleur, diminue l'activité cérébrale des zones impliquées et augmente l'activité des zones d'anticipation, en particulier du cortex préfrontal et une relation significative a pu être notée.

Conclusions :

Les études permettent de rejeter définitivement l'hypothèse selon laquelle l'effet analgésique résulte uniquement de biais de publication ou de biais liés au monde d'expression de la douleur.

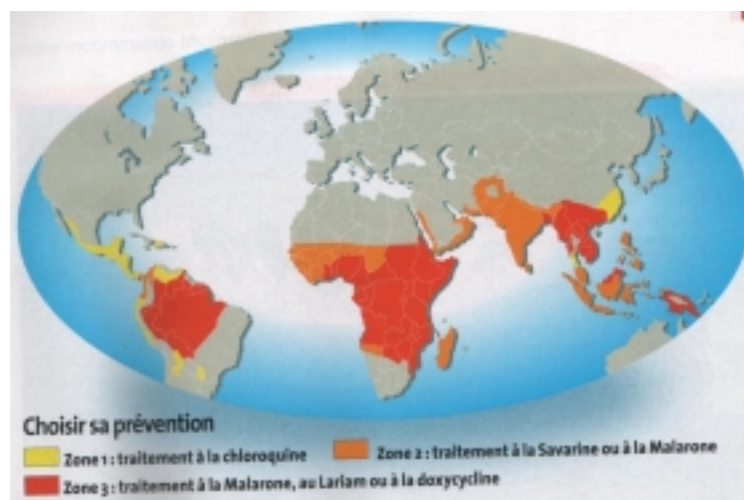
L'effet placebo, mesuré par l'évaluation de la douleur ressentie, est strictement corrélé à la diminution de l'activité cérébrale des zones impliquées dans le traitement de la douleur ; l'activation des zones générerait l'anticipation au soulagement de la douleur, l'activation des zones impliquées dans l'anticipation pourrait activer le relargage des substances opoïdes dans le cerveau médian.

Une autre interprétation est que, l'activité des zones préfrontales, pourrait détourner l'attention de la douleur. Ces résultats semblent donc compatibles avec l'hypothèse qu'au moins une partie de l'effet placebo est médié par l'inhibition des fibres afférentes véhiculant la douleur, toutefois, une majeure partie de l'effet pourrait être médiée par des modifications des zones spécifiques de la douleur dans le cortex



Cela confirme que la douleur est une expérience psychologique qui inclut un composant sensoriel mais aussi une évaluation cognitive des conséquences possible de la douleur. **SB**

Wager TD et coll. : Placebo induced changes in fMRI in the anticipation and experience of pain. Science, 2004 303:1 162-67
Cribier B : Actualités en dermatology:N°10-juin 2004



Faisant suite à l'article sur le palu du N° 5 **Aéromed p27**, voici donc la dernière carte des zones impaludées demandée .

chapi tre quatre : le départ par G.M.

Le métier militaire est fait de longues attentes. Il aura du carburant pour le vol de retour, il fera le plein de passagers, mais les délais restent inconnus : combien de temps faudra-t-il pour réunir les candidats au vol de retour vers *Brindisi* et *Paris* ?

Ces passagers égarés sont dispersés dans des locaux publics disponibles : soit des écoles où un modeste accueil de fortune leur a été préparé, soit dans quelques casernements plutôt insalubres restés disponibles. Ces passagers qui errent autour de ces points de rassemblement attendent la délivrance, une sortie de cette île devenue prison. Ils échangent des impressions, ils soulèvent des espoirs. La barrière des langues se franchit avec un mauvais accent que l'on trouve sympathique. Mal lavés, mal rasés, ils sont mal à l'aise et se sentent abandonnés. Souvent, l'estomac noué, ils se replient sur eux-mêmes dans une interminable attente. Ils ne peuvent plus fixer leur pensée, ils sont traversés par des images fugitives, des regrets et de secrets espoirs. Au moindre bruit de voiture, ils imaginent que c'est eux que l'on vient chercher, en vain. Leur attente est longue et déprimante. *Chypre* n'est pas une destination où se rendre avec des enfants dont quelques-uns qui ont accompagné leurs parents ne comprennent pas pourquoi, si rapidement, il a fallu fuir et se mettre à l'abri. Il n'y a pas eu de bruit de canon, il n'y a pas eu de bruit de bottes, ils n'ont pas vu le danger ni les risques auxquels leurs parents ont voulu les soustraire. Certains pleurent car ils ne comprennent pas cette ambiance angoissante et ils s'imaginent prisonniers pour le reste de leur existence dans cette pauvre salle commune habillée de lits de camps, sans eau chaude, sans sanitaire décent. Une pauvre ration de nourriture mal préparée n'a pas suffi à apaiser leur faim.



Sur la campagne environnante, le ciel est clair, mais ces touristes égarés ne voient plus le soleil qu'ils étaient venus chercher. Une voûte sinistre les enveloppe dans leur tristesse : la terre est devenue grise, les maisons sont grises et leurs bagages rassemblés à la hâte attendent une destination inconnue à une date indéterminée.

Pour l'équipage **d'Antoine**, la journée s'allonge et s'éternise. On lui avait promis un départ vers sept ou huit heures du soir, mais l'heure se rapproche et aucune nouvelle de ses passagers n'a apporté une quelconque lueur d'espoir pour un départ annoncé. Comme il se doute que le service des opérations de la base doit être très occupé, il rechigne à s'y rendre pour plus d'informations et espère une prochaine arrivée de ses passagers. Le soir tombe sans bruit, rapidement et le ciel sans nuage ne reflète aucune des lumières du sol. L'inquiétude étreint Antoine qui résiste encore un peu, mais cède finalement à la pression de son équipage, il décide de se rendre au bureau des informations pour se faire une idée plus précise de la situation de sa mission.

Cet officier qu'il avait rencontré dans l'après midi le calme et le rassure, on est en train de récupérer ses passagers dispersés dans les environs. Bientôt, tous seront réunis sur la base aérienne et seront conduits à son avion. L'équipage sera informé à temps, il peut continuer à attendre tranquillement.

De retour, **Antoine** doit s'expliquer : certes, rien de concret n'est visible, rien ne semble se produire ici à l'intérieur, mais dehors, tout est en ordre de marche, les passagers vont arriver, on pourra les accueillir à bord. En attendant, il faut vivre et attendre au rythme des promesses distillées les unes après les autres. Les minutes s'égrainent, interminables.

La délivrance survient lorsqu'enfin « ils arrivent ! ». Vite, un véhicule de service les reconduit à l'avion. Dans la nuit, à la lueur des torches électriques, il faut inspecter le **TRANSALL**, le vérifier, le préparer pour l'accueil puis pour le vol. Rien ne doit échapper à l'équipage. Le bruit assourdissant du moteur auxiliaire qui fournit l'énergie nécessaire à la remise en œuvre de l'avion prend possession de la nuit, il est suivi par l'allumage des feux de navigation, par l'éclairage de la voilure qui troue soudain l'obscurité et met en évidence le **TRANSALL** sur le fond noir du parking.



Il faut encore un quart d'heure d'activité pour préparer l'avion, pour le bichonner avant qu'il ne soit prêt pour l'embarquement. Bien que l'arrivée des passagers ait été annoncée, celle-ci tarde car il faut également se conformer aux exigences administratives. Ceux-ci devront franchir les multiples barrières imposées par les règles de l'aviation commerciale : se faire établir un titre de transport auprès d'un guichet improvisé, présenter une pièce d'identité, enregistrer les bagages, déclarer les valeurs exceptionnelles. Ensuite, dans une salle d'attente où ils sont regroupés, les passagers seront comptés.

La liste nominative est vérifiée puis visée par l'autorité britannique et enfin tamponnée. A ce moment, les messages de transport sont émis et il faudra attendre les accusés de réception avant de poursuivre les opérations. Tout cela est long, ennuyeux, inexplicable pour ceux qui ne sont pas initiés. Mais nos passagers sont patients, et acceptent bien volontiers ces formalités qui démontrent la toute puissance d'un état souverain, ils voient s'approcher et se confirmer le dénouement proche de leur aventure. Dans quelques instants, ils embarqueront dans les autocars vers le vol de retour.



Au pied de l'avion, l'équipage est prêt et guette l'arrivée imminente des passagers. Les battements de cœur s'intensifient lorsque, surgis brutalement de l'ombre, un bus, deux bus, trois bus apparaissent et s'immobilisent alignés comme pour une parade ; alors ils se vident lentement d'hommes et de femmes aux mouvements lents, aux bras encombrés des bagages qu'ils ont pu sauver dans leur fuite. Une longue colonne désorganisée se forme et se dirige vers l'avion ; le mécanicien et le navigateur chargés de les accueillir vont les installer à bord et stocker les bagages au fond de la soute de l'avion.

Les banquettes pliantes en toile rouge se garnissent peu à peu. Installés perpendiculairement au sens de la marche, les réfugiés se préparent à leur premier vol à bord d'un cargo militaire. Dans cet univers métallique, éclairé par des rangées de néons, ils ont peur d'être ballottés et secoués au cours du vol, mais cela reste préférable à un séjour prolongé sur cette île maudite.

Après d'ultimes vérifications au poste de pilotage, **Antoine** redescend pour s'inquiéter du bon déroulement de l'embarquement. Dehors, une discussion animée oppose un passager à son mécanicien d'équipage : en camping sur l'île, il a ramené dans le peu de bagage qui lui reste une petite bouteille de gaz dont il refuse de se défaire. Le règlement est formel sur ce point : le transport de gaz combustible en bouteille est incompatible avec le transport de passagers, même à bord des cargos militaires.

Notre campeur n'accepte pas cette interdiction, il estime avoir suffisamment perdu de matériel au cours de sa fuite et il s'accroche à sa bouteille inutile, pour lui c'est une brimade de plus, une brimade de trop. Son raisonnement irrationnel s'oppose au bien fondé d'un règlement. Il faut apaiser cet homme qui ne sait plus maîtriser sa détresse. Alors **Antoine** considère que le risque associé au transport de cette infime quantité de gaz est nul, il se résout à donner tord à son mécanicien qui a raison mais qui comprend qu'il est inutile d'ajouter de la frustration à la détresse de ces gens que l'on rapatrie en **France**. Il vaut mieux les accompagner et les aider.

A l'écart du groupe, une femme accompagnée de son tout jeune enfant, attend solitaire que l'on prenne enfin soin d'elle. **Antoine** s'approche avec précaution et l'interroge sur sa situation, sur sa destination finale. Elle se confie peu à peu et se vide de ses angoisses : son mari, chypriote, reste sur l'île prisonnier des turcs. Elle est française et a pu fuir jusqu'ici pour quitter ce pays où personne ne la recueillera. Elle ignore où se rendre en **France**, sa famille ignore encore son retour précipité et ne l'attend pas. Elle dispose juste du numéro de téléphone d'une tante éloignée en **Normandie**. Son espoir est un miracle à l'arrivée : être accueillie en attendant une meilleure situation pour elle et son enfant. Sinon, que faire ? Où aller ? Quel organisme humanitaire pourra s'occuper d'elle, sans argent, avec son enfant pour unique bagage, pour qui elle doit vivre et lutter ?

L'estomac noué, **Antoine** l'écoute, il lui est impossible de l'aider. A l'arrivée, il ne pourra que la confier aux autorités de son pays, que pourront-ils de mieux ? Il ne dispose même pas d'une somme d'argent susceptible de l'aider. Il l'imagine ensuite dans un train, ballottée sur une banquette inconfortable de skai gris, elle roulera vers la petite maison en pierres jaunies de sa tante où elle encombrera de façon inattendue les pièces tapissées de médaillons fanés et mal éclairées par des lustres démodés que sa tante allume avec économie. Il tente maladroitement de la rassurer et lui souhaite bonne chance, impuissant face à ce malheur. Trop ému, il évite le regard des autres passagers et surveille la fin de l'embarquement : le **TRANSALL** mange enfin ses derniers hôtes, la porte se referme sur l'avion bruyant et lumineux.

Il y a vingt quatre heures à peine, ils se posaient à **Palerme** dans l'attente des ordres. La boucle de la mission dessine à cet instant la boucle de son apogée. Tout est dit, accompli, les réfugiés sont à bord, l'équipage est regonflé par l'utilité de sa prochaine étape. Leurs existences prennent le sens souhaité. **Antoine** aimerait vivre beaucoup d'instant comme celui-là. Personne à bord n'a songé à commander un repas pour l'équipage, mais qui aurait osé le manger devant ces passagers du bout du monde qui n'ont droit à rien.



Il est déjà onze heures du soir, la nuit noire sans lune enveloppe l'aéroport de **Larnaca**, oasis de paix dans un monde malade et hostile. Alors le scénario du départ reprend : enchaînement idéal des vérifications, sans hésitation la mise en route des moteurs ébranle la masse immobile de l'avion qui se met à vibrer et à intensifier le bruit sourd caractéristique de ses hélices.

Ce bruit paraît beau et harmonieux aux oreilles de l'équipage, il rassure les passagers serrés en zone cargo. Cet éveil de l'avion, c'est déjà le début du vol de retour et le soulagement du devoir qui s'accomplit comme il faut.

Le roulage vers la piste d'envol est d'une difficulté inattendue, aucune lumière au sol ne permet de se diriger : c'est la consigne du temps de crise, l'aérodrome doit rester dans le noir absolu, aucun feu de cheminement ne balise l'itinéraire vers le seuil de piste, aucun balisage ne doit signaler la présence de la piste. La Royal Air Force avait sans doute discrètement organisé le départ de nuit pour éviter à l'adversaire de connaître les mouvements aériens de la plate-forme. Un véhicule de service va guider le **TRANSALL** jusqu'au seuil de la piste d'envol. Sans les éclairages des taxiways, les repères au sol sont bien différents, il faut être expérimenté pour reconnaître sa position sur ce terrain obscur.



Antoine éprouve un certain bonheur à circuler dans ces conditions : les réflexes accumulés au cours des séances de vols de nuit dits « tactiques » l'ont aguerri et il se félicite de son apprentissage précoce dans la nuit noire au cours duquel il a appris à se déplacer dans l'obscurité, à voler à basse altitude, à se poser sur des bandes d'atterrissage à peine balisées. Ce soir, ce n'est plus un exercice, c'est la véritable mission pour laquelle il a été formé, pour laquelle il se sent vivre pleinement. Il apprécie cette opportunité qui lui est enfin offerte. Ses gestes sont précis, efficaces. Le véhicule d'accompagnement leur libère enfin la voie sur la piste, il reçoit son autorisation de décollage et de route vers **Brindisi**.

Les puissants projecteurs de l'avion illuminent le long couloir de béton de la piste, l'accélération se fait entre les parois virtuelles noires qui clôturent les cotés du pinceau de lumière au-delà duquel règne l'obscurité totale. L'avion s'arrache ensuite à ce monde visible et pénètre dans l'obscurité.

Malgré sa concentration totale, **Antoine** est contraint à un effort considérable après l'envol : lorsque le ciel est limpide comme ce soir, le pilote se réfère instinctivement aux repères lumineux qui parsèment généralement les environs d'un aérodrome, puis il se conforte avec les indications de ses cadrans. Une transition douce permet la commutation de la vue du sol vers le pur pilotage aux instruments. Mais aujourd'hui, cette information para-visuelle est absente, il ne subsiste plus que son petit horizon artificiel gris mal éclairé : six centimètres pour remplacer cent quatre vingt degrés d'horizon. La voûte céleste habillée de milliers d'étoiles s'ouvre dans le ciel, mais le sol s'est dérobé sous ses pieds : le monde des hommes a disparu et ne donne plus signe de vie, étrange impression qui déstabilise **Antoine** qui est atteint sans en avoir conscience par le manque de sommeil, sa capacité de concentration sur une tâche en est affectée.

Le travail du pilote consiste à suivre le fil directeur d'un scénario défini et déjà vécu des centaines de fois. Cette charge de travail du temps de paix génère un confort intellectuel et de grands moments de bonheur que l'on aimerait revivre à l'infini. **Antoine** n'est plus sur l'un de ces scénarios connus, il doit donc analyser la situation pour la comprendre, puis appliquer à l'avion des ordres de pilotage bien réfléchis.

Aéromed N°8S ept2004

L'exécution d'un simple virage sort de la routine quotidienne, il faut maîtriser l'inclinaison, la vitesse. La difficulté de cette tâche redevient soudain celle qu'il avait connue au début de son apprentissage de pilote : l'exercice est facile mais l'attention soutenue qu'il nécessite ne plus être interrompu et demande une application permanente.

Pas un mot ne s'échappe des autres membres d'équipage. Comme **Antoine**, ils sont surpris par ce nouveau contexte de vol et soucieux de réaliser le meilleur travail possible. Chacun veille et gère les paramètres dont il a la charge depuis la course de décollage jusqu'à la montée stabilisée vers la croisière.

Etabli sur la montée **Antoine**, engage le pilote automatique avec soulagement : il est plus facile de superviser les paramètres de vol que les gérer directement. Ses yeux rivés sur les instruments, il craint une erreur de jugement qui serait la conséquence d'un relâchement de son effort de veille. Peu à peu, il se détend, se rassure : aucune perturbation n'altère les éléments qu'il a imposés à sa machine, tout reste stable et en bon ordre de marche. Dans le poste, où seuls les panneaux sont éclairés, les hommes ont pris des formes virtuelles. Ce sont des ombres immobiles habillées d'un regard attentif qui se détachent sur le fond gris sombre des parois.

A l'extérieur : aucune perception de déplacement de l'avion coincé entre la pluie des étoiles et la mer vide d'écho, immense abîme noir invisible. **Antoine** ressent l'immensité de la distance restant à parcourir. Le contrôle aérien s'est tu, le prochain contact radio est prévu dans trente minutes. Le regard commence à fatiguer, il lui semble que son horizon artificiel saute dans tous les sens, signe certain que le sommeil le guette et qu'il devra lutter toute la nuit contre le basculement soudain du conscient vers l'inconscient. Il a déjà connu cette situation dans le passé, aujourd'hui il sait lutter, maîtriser son corps et sa pensée. Son installation sur le siège l'alertera en cas de toute anomalie du pilote automatique.



Antoine scrute le ciel à la recherche des étoiles filantes dont le passage est une bénédiction car il paraît qu'il suffit alors de faire un vœu pour qu'il soit exaucé. Il attend et guette les messagères du ciel, il prépare même son vœu secret. Derrière, en zone cargo où sont entassés les passagers, la lumière a été baissée pour faciliter le sommeil et sauvegarder un peu d'intimité pour chacun. On ne distingue plus qui a les yeux mouillés par le chagrin, qui s'est assoupi, qui veille encore et trouve si long ce vol au travers de la mer Méditerranée. Quarante vingt dix hommes, femmes et enfants inconfortablement installés partagent cette fuite vers l'espoir d'un accueil reconfortant dès l'arrivée à destination. Les têtes d'ange des enfants reposent sur les genoux de leurs mères et les mains des couples se tiennent serrées. Ils se sentent protégés par la tôle bruyante de l'avion, ils éprouvent une confiance totale dans ce matériel qui les ramène en lieu sûr, ils se sentent protégés de tout.

Aéromed N°8S sept2004

