

N°4

AEROMED

Le lien aéronautique



Automatisation
AIRBUS
Vol parabolique
REMF
Algorithmes (suite)
Illusions
Nord 3202

Aeromed N°4 Janvier 2004

é d i t o r i a l

Concorde, prince déchu, commence à s'ennuyer sur le tarmac d'**Airbus Industrie**. Ses roues deviennent carrées. Allons-nous le laisser ainsi se fossiliser ? Qu'en est-il devenu des autres, éparpillés en ce bas monde ? Existera-t'il encore un équipage capable, dans dix ou vingt ans, de le piloter comme il en est du **Constellation** ? Une page aéronautique semble tournée ! Passons à la marche suivante :

A l'heure où tout est *automatisé, auto-induit, autofinancé, auto-immunisé, autonomisé, autopropulsé* et surtout *autosuggéré et autorégulé*, enfin, c'est ce que nous croyons. N'allons-nous pas vers notre propre **auto-destruction** ? Ne devons-nous pas autopsier cet état de fait ? Nos chers enfants ne savent plus extraire une racine carrée sans leur machine à calculer ! L'informatisation a pris le pas sur la réflexion . L'ère des robots est arrivée ! L'homme sera-t-il un jour asservi aux machines qu'il a créées ? Les règles élémentaires, « *élémentaire mon cher Watson* », sont oubliées, inutilisées, reléguées au fond d'un panier. Ne soyons pas sombres. Toutes ces auto-manettes, auto-land, auto-poussée,,,, jouent pour notre sécurité ! Remercions-les.

L'aéronautique grand pourvoyeur de tous ces **Automatismes Automatiques** créés pour nous seconder, nous assister, nous rassurer, nous sécuriser, est devenue **le grand précurseur du Tout Auto**. Heureusement me direz-vous que tous ces **Auto-quelque-choses** sont là, car nos chers avions sont devenus si performants, si compliqués, que deux seules personnes ne sauraient les gérer. Grâce à tous nos chercheurs, techniciens, ingénieurs et pilotes d'essai, les différents **AUTO** facilitent la vie de nos chers pilotes et assurent notre sérénité. Remercions les encore, mais prenons garde à ne pas en abuser.

Docteur Simone marie becco

Sommaire

Est-ce bien raisonnable. **A.A.A.** p4

Une page d'histoire. **B.Z.** p7

Automatisations des avions commerciaux. **E.T.** p11

Automates, automatismes, automatisation. **S.B.**

3A. **S.B.** p14

Voler. **E.D.** p15



Vol parabolique. **P.V.** p 18

Vitesse verticale. **J.I.** p20

Remf. **G.V.** p25

Du côté du médecin aéronautique. **S.B.** p26

L'avion de Roger . **RN** p29



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

Est-ce bien raisonnable?

Aaahh ! Les temps modernes !

Il était un temps, où, dans les avions, prenaient place à bord, un ou plusieurs mitrailleurs et bombardiers et leurs tirettes rouges. Le calme désormais revenu, exit les mitrailleurs et les bombardiers !

Il était un temps, où, dans le cockpit des avions, prenaient place un opérateur radio, ses innombrables quartz, vumètres et rotacteurs. Le transistor désormais survenu, exit le radio et son manipulateur morse.

Il était un temps, où, dans le cockpit des avions, prenaient place un radionavigateur puis un navigateur tout court, ses cartes et ses éphémérides. La centrale à inertie, désormais reconnue, exit le navigateur, son « astrodôme » et son sextant.

Il était un temps, où, dans le cockpit des avions, prenait place un officier mécanicien navigant, ses mètres carrés de cadrans et voyants psychédéliques et sa boîte à outils bien rangée. L'ECAM (Electronic Centralized Aircraft Monitoring) désormais inclus, exit le mécano et sa lampe test.

Tous ces changements profonds sur la composition des cockpits, s'ils furent très douloureux pour les corporations affectées, ne soulevèrent pas de la part de la seule gente survivante (celle des pilotes) des protestations à la mode *Blondel*.

Et moi qui croyais que la solidarité au sein d'un poste de pilotage était sculptée dans le granit. **Grand Dieu** suis-je déçu ! La plaisanterie, pour la petite histoire, révélait avant que ne disparaisse totalement le mécanicien navigant, que ce dernier était surnommé « *le petit Jésus* » car, situé entre le bœuf et l'âne ; il n'allait pas tarder à être sur la paille....



Ainsi fût dit, ainsi fût fait.

Néanmoins, il en reste tout de même deux dans le poste de pilotage.

Qui du boeuf ou de l'âne disparaîtra avant l'autre?

A moins qu'ils ne disparaissent tout les deux en même temps ?

Après tout, c'est vrai. Qu'est-ce qu'ils fabriquent ces deux là, devant et cachés maintenant derrière leur porte blindée ?

N'est-il pas venu le moment où cette question doit se poser ?

Voyons un peu les statistiques. Nous taïrons ici les chiffres, tellement ils font frémir. Mais il n'en demeure pas moins que la majorité plus qu'absolue des accidents d'avion ont une cause d'origine humaine et que la majorité de cette majorité est due à un mis-comportement des humains qui sont justement dans le cockpit. Il y a un nom pour cela, « CFIT » pour Controlled Flight into Terrain.

« *Qu'à cela ne tienne* », dit le béotien. Virez-moi ces pilotes des avions ou mettez-les en grève non rémunérée et permanente et il y aura moins d'accidents.

Que la tentation est grande !

D'autant que les nouvelles technologies donnent toute latitude pour envisager cela comme un projet plus que sérieux. Il suffit tout bonnement d'avoir un oeil attentif à tout ce qui fut proposé par les différents constructeurs de choses aéronautiques dans les divers derniers salons aéronautiques pour se rendre compte de la belle part laissée aux « **DRONES** »

Vous savez ! Ces drôles de machins volants sans pilote. Maintenant presque aussi gros qu'un A 318, ils ne sont utilisés, pour l'instant, que par les soldats militaires pour aller dénicher quelques armes de destructions massives cachées par tous les « Saddam » du monde. Allez, encore un effort. On enlève toute l'électroespionique de ces bazars volants, on met des sièges et des hublots (des écrans plats peuvent aussi faire l'affaire) et on a bricolé avec génie un avion de transport sans pilote...

Au fou ! Vous entendez-je crier.

Ben oui ! Certainement !

Mais, hélas peut-être pas tant que cela. Il faut bien se rendre à l'évidence, ils servent à quoi, les deux *uniformés* de devant ? Bon, c'est vrai, pour leur décharge, avec les avions à commandes de vol électrique et « *side stick* » on leur a enlevé ce qu'ils avaient de plus précieux entre les jambes, « *le manche* ». Ils se sont donc retrouvés frustrés et désormais boudent, les bras croisés. Que peuvent-ils faire d'autre, les pauvres. Déjà, lors du décollage, on leur laisse le soin de tirer sur le *joystick* pour leur faire croire qu'ils maîtrisent la bête, mais en fait, c'est la loi de commande de vol préprogrammée pour cette phase, en particulier pour ne pas frotter la *queue* lors la rotation..., qui fait tout. Et puis après, à partir de **400 ft**, les humains passent le relais aux *Pilotes Automatiques* qui exécutent le reste du vol jusqu'à l'atterrissage. Ah oui ! Parce qu'il faut que je vous dise, dans les avions modernes, il y a deux **PA**, composés chacun, de deux canaux identiques. En fait, si on compte bien, ils sont six pour faire le même boulot... ! De là à dire qu'il y en a deux de trop... !



Il faut bien se rendre à l'évidence. Plus les automatismes, aussi performants fussent-ils, prennent une place prépondérante dans la conduite des aéronefs, plus le pilote humain est déresponsabilisé, moins il est susceptible d'appréhender à sa juste mesure le niveau d'intégration des systèmes de bord (car il faut bien l'avouer, seul le spécialiste **BAC + 15**, est en mesure de savoir comment son système fonctionne) et plus, il ne devient que l'exécutant de procédures qu'on aura bien pris soin de lui écrire pour qu'aucun doute ne s'installe. **En clair, il sort de la boucle.**

C'est, de mon point de vue, le travers vers lequel il ne fallait surtout pas aller. Nous constatons maintenant que même ce qui devrait faire partie des éléments de pilotage de base a disparu de la connaissance des pilotes. Ils n'effectuent plus que ce que le manuel d'opération de l'avion leur impose et si d'aventure malheureuse ce beau livre (ou **CD ROM**) ne dit pas tout et absolument tout, alors le constructeur se retrouve face au jury populaire.

Aéromed N°4

Il n'est pas rare en effet d'entendre par exemple, qu'une mise en route moteurs s'est effectuée sans que l'équipage se soit préoccupé de l'état de la pression dans les freins et ce dernier crie au scandale une fois arrivé sur les pieds de l'opérateur sol car ce n'était pas précisé dans le manuel... ! Ou bien que ce même équipage s'étonne que l'avion dérape lors d'un roulage à dix ou quinze noeuds si la dirigibilité est violemment orientée du côté du virage souhaité. Il est bien évident qu'à bord de leur voiture, ces gens là ne ralentissent pas avant de prendre un virage. Des comme celle-ci, il y en a plein...!



- **Alors**, pour cet équipage, on invente des alarmes et encore des alarmes, qui doivent apparaître au bon moment pour avertir l'humain qu'il est en train d'en faire une belle...!
- **Alors**, pour cet équipage, on protège le domaine de vol de l'avion, parce que comme il n'est plus vraiment entraîné, il se loupe parfois dans ses manoeuvres.
- **Alors**, pour cet équipage, on invente des systèmes nouveaux pour lui dire que, face à la montagne, s'il ne vire pas bientôt, alors il va alimenter les chroniques faits divers et nécrologique du quotidien local.
- **Alors**, pour cet équipage, on invente des zones de repos, parce qu'après quinze ou dix-huit heures de vol, il faut qu'il soit en forme pour poser le total sur une piste étonnamment toujours trop courte. D'ailleurs s'il déclare forfait et « ne se le sens pas » l'atterrissage automatique le fait très bien et de manière très répétitive...



CQFD. Plus d'automatismes et moins le pilote est dans la boucle. Moins le pilote est dans la boucle et plus il faut d'automatismes pour pallier ses déficiences humaines et c'est l'escalade ou plutôt la dégringolade...!

Est-ce bien raisonnable de continuer ainsi ?

Est-ce bien raisonnable de continuer de construire des avions de plus en plus chers et monstrueux (un million d'euros la tonne) pour que le pilote n'y soit plus qu'un figurant.

Est-ce bien raisonnable de continuer ainsi à se mentir ? Qu'on la prenne **cette** bon sang de décision ! Qu'on évacue définitivement les pilotes des cockpits puisque c'est déjà virtuellement fait ou bien alors qu'on remette un équipage complet, qui lui, ne sera plus passif mais sera à nouveau totalement dans la boucle et gardera alors sa parfaite capacité de réflexion et de décision, ce qu'aucun automate ne sait encore faire.

Alors sûrement, on se rendra compte, que les avions coûteront beaucoup moins chers, que le pilote fera beaucoup moins de bêtises parce qu'il sera « **devant** » son avion et anticipera toute situation.

En fait, c'est super simple, redonnons seulement sa place à l'homme. Il ne sera alors plus question de boeuf, d'âne ou bien desinge, même savant !

Est-ce bien raisonnable ? AAA

Aéromed N°4 janv 2004



Une page d'histoire d' « AIRBUS »

By Bernard ZIEGLER

AIRBUS aujourd'hui, c'est près de **50 000** employés, **4600** avions commerciaux vendus, **3300** livrés. Tous les trimestres **Airbus** livre en valeur marchande, presque autant que l'**Aérospatiale** pendant toute la carrière de la **Caravelle**. **Airbus** fait aujourd'hui, dans le civil, part égale avec le géant **Boeing**.

Pourtant, il y a trente ans, **Airbus**, n'était rien : quelques centaines d'ingénieurs européens, pas de client et une réputation de farfelu exotique dans un monde dominé par ceux qui avaient gagné la guerre, notre guerre : par les **USA**. L'on peut utilement se demander pourquoi, car les miracles, des miracles aussi complets, n'existent pas dans ce domaine. Chacun y trouvera ses raisons. Après vingt cinq années passées dans cette équipe, dans ses bureaux, mais surtout sur ses champs de bataille, les aéroports, voici celles que j'ai retenues.



Ce fut d'abord une équipe d'hommes exceptionnels, soudés par une commune passion pour l'aviation, une foi commune en l'**Europe**, un commun désir de lui restituer sa place perdue dans le transport aérien. Et le plus grand d'entre eux dans ma mémoire ce fut mon père : **Henri ZIEGLER**, ingénieur et pilote d'essai, européen convaincu depuis les années de la résistance, aguerri tant au transport aérien qu'à l'industrie.

C'est lui qui sortit **Airbus** de la jachère. Il eut un support de poids, le « lion de Bavière », **Franck Joseph STRAUSS**, politicien redoutable et grand fanatique de l'aviation, le soutien technique d'un homme de production madré, **Félix KRACHT**, que nous surnommions « le parrain », d'un ingénieur de génie, sans doute le plus grand de son temps, **Roger BETEILLE**, qui alliait sagacité et pragmatisme et de quelques autres. Une petite cordée qui resta soudée dans les tempêtes, ne rechignait à aucune tâche, et décidait très vite même les paris les plus fous.

Ne croyez pas que ce fut facile. Je me souviens du premier roulage de l'**Airbus A300**. L'on avait dressé une estrade où se tenaient tous ceux qui portaient culotte. J'étais au commandement du proto et fier comme Artaban, nous nous sommes arrêtés en face du **Concorde** que pour faire bon poids, on l'avait présenté aussi, les discours finis, les flonflons tus, la foule a envahi le parking et s'est précipitée vers **LE CONCORDE**. Un peu dépité, je me tenais sur l'échelle de coupée, rejoint par l'un des directeurs de l'**Aérospatiale**, qui m'a dit « **Bernard, tu vois** » et me montrant le Concorde, « **ça c'est le mâle et ça la femelle** » « **Qu'est ce qu'on va pouvoir faire de cette grosse vache !** ». La grosse vache est devenue la vache à lait. mais c'était le sentiment de beaucoup à l'époque.

Guère plus d'enthousiasme du côté des services officiels, pessimistes sur les exercices de coopération, effrayés à l'idée de recommencer une coûteuse opération Concorde, et plutôt enclin à soutenir un vrai avionneur : **DASSAULT** qui faisait alors ses débuts dans l'aviation civile sur le **Mercure**. il furent franchement surpris dix huit mois plus tard lorsque notre équipe d'émigrés (même les parisiens étaient ainsi classés à Toulouse où après des années de coopération avec les britanniques, fort peu parlaient anglais) réussit à certifier son gros porteur en même temps que le **Mercure** qui avait volé un an plus tôt.

Vitalisé par l'ouverture d'esprit que suscite la confrontation de multiples cultures, unie par le désir commun de réussir, et partageant la même passion pour tout ce qui vole, cette équipe ne ratait pas une occasion de se retrouver sous les ailes comme des fans d'aéroclub. Présidents, mécanos, financiers (*combien de fois notre directeur administratif a essayé de m'expliquer comment l'on pouvait améliorer les performances de nos voilures*), ingénieurs, pilotes, vendeurs assistaient avec un enthousiasme angoissé tous les premiers vols et profitaient de toutes les démos pour essayer de se glisser dans les cockpits. *Je me souviens* de mon père, debout derrière le pilote que j'étais lors du premier atterrissage hors frontière du premier **Airbus** que nous emmenions en pleine période d'essais au salon de l'aviation de **San José Dos Campos, Brésil**, et bien des années plus tard de notre président de l'époque, le grand **PIERSON**, debout derrière moi lors d'un atterrissage un peu acrobatique dans le brouillard de **Blagnac** au retour de **Singapour** quelques semaines après le premier vol du **340**.

Car nous avions tous compris que pour satisfaire notre passion, il fallait vendre, et pour vendre, petit challenger que nous étions, multiplier les coups médiatiques. Ainsi fut « **l'Airbus Circus** » de part le monde, dès le début. Vendeurs, équipages, mécanos partageant pendant de longues semaines la même cabine, les mêmes hôtels, les mêmes horaires exténuants (*oh !; 35 h*) comme des gens du voyage, de représentations en représentations, sur tous les continents. Mais quelle ambiance ! Nous avions de charmantes hôtesse, empruntées à nos premiers clients, vêtues d'uniformes blanc et or plutôt affriolants, uniformes choisis par mon épouse chez **Courrège**. Elles devinrent des amies, adulées par les mécanos et les clients. Ce goût pour le show médiatique fut conservé. Rappelez-vous le tour du monde en une seule escale du « **world ranger** » effectué par l'« **A340** » avec à son bord ce que l'on sait peu : en plus de l'équipage, une dizaine de pistards (*en cas de problèmes à l'escale en Nouvelle Zélande*) et tous les chefs ingénieurs des partenaires, tout ce beau monde pour un vol de **48** heures avec quelques matelas à même le sol, pour se reposer. Nous n'hésitions pas à traverser le monde pour montrer notre avion à quelques personnalités. J'ai ainsi convoyé successivement trois prototypes à **Amam**, l'**A300**, l'**A320**, l'**A340**, pour les faire essayer par le roi **HUSSEIN**, fort bon pilote d'ailleurs et plein de gentillesse. Lors d'un vol vers **Akkaba**, comme je lui disais avec un peu d'inquiétude de ne pas s'approcher trop de la frontière où veillaient les chasseurs israéliens, il me répondit : « *c'est une navigation facile, là où c'est vert c'est Israël, là où c'est le désert c'est chez moi* »



Ces innombrables voyages nous firent visiter le monde. Même les essais nous faisaient voyager, de **Windhoek** en **Afrique du Sud** (temps chaud), à **La Paz** (altitude), en passant par la **Sibérie** (temps froid), ils nous firent connaître du monde de l'aéronautique civile et surtout nous firent connaître et comprendre cette attachante congrégation, par nécessité entièrement américanisée et par le matériel et par la culture. Pour en donner une idée, sachez que sur les tarmacs on ne parle pas anglais mais américain.

Bien sûr, pendant le même temps, nous faisons notre boulot, en équipe, nous préoccupant de tout : la conception de nos machines, leurs essais, leur certification, leur fabrication, l'entraînement des compagnies clientes, l'après-vente, mais tout cela avec le plaisir et l'enthousiasme que l'on porte d'habitude à un passe-temps. Car tout changeait très vite, du pire au meilleur et nous avions à résoudre les problèmes avec une imagination et, il faut dire, un culot peu commun

Cette imagination s'est exercée à l'évidence, dans le domaine technique. J'aurais eu le plaisir de voler sur **48 modèles d'Airbus** différents, et bien sûr cela ne s'est pas arrêté et aujourd'hui **Airbus** lance le plus gros transporteur du monde l' **A380**, et ce que nous avons inventé sort plutôt du commun.

Rétrospectivement je me dis qu'à tous les niveaux c'était plutôt gonflé. Sans en faire la liste, ce serait trop long, il faut au moins citer au tout début, l'idée du gros porteur bi-moteur. Aux passagers d'aujourd'hui, cela paraît évident. Une majorité de vols se font ainsi, mais à l'époque, c'était révolutionnaire. Je me souviens d'un voyage fait au tout début avec **BETEILLE**, auprès des majors américains (*mon rôle modeste, était d'expliquer combien nos essais en vol étaient brillants*), ils nous répondirent tous avec unanimité « **bravo guy** », **un bel avion, mais mettre 250 passagers dans un bi-moteur, jamais !** ». Si beaucoup de ces majors ont aujourd'hui disparus, sans doute par un manque d'imagination et de jeunesse, les « **wide-bodies-twin** » ont conquis le monde avec ces gros porteurs, nous offrirons aux compagnies, en prime, des soutes cargo-compatibles avec celles des longs-courriers. C'est aujourd'hui, une grande part de leur recettes. Eh bien, à l'époque, elles refusaient de nous en tenir crédit car le « marché cargo moyen courrier n'existe pas ». cette gamme de fuselage fut largement déclinée et permis plus tard, à une formidable idée de voir le jour : fabriquer avec le même fuselage, la même voilure, à la fois un quadri-moteur long-courrier, l'**A340**, et un bi-moteur moyen courrier, l'**A330**. du jamais vu !

Il me faut évidemment citer les nouveaux « **glass** » cockpits, les nouvelles commandes de vol électronique, le mini-manche. C'était plus que nouveau à l'époque mais tout simplement bouleversant : imaginez que demain on vous offre une voiture sans volant et sans pédales ! Ce fut un beau *charivari* dans les cockpits, une mobilisation de tous les experts en catastrophe, et pourtant le principe de précaution n'existait pas en ce temps là ! Il nous fallut convaincre. Nous firent voler des centaines de pilotes, de vieux *chibanis*, jeunes lâchés, pilotes d'essais moustachus et syndicalistes sceptiques. Cela nous apprit beaucoup sur la physiologie et le psychisme des pilotes !

Il nous fallut, aussi, parfois réinventer un règlement de certification qui datait des avions à ficelles et soumettre notre avion à une batterie de tests pour le moins inusuels comme de le faire bombarder sur une base secrète de l'armée par le rayonnement des radars, lasers et autres joujoux électroniques, joujoux tellement nocifs que l'on nous fit descendre des cockpits pour protéger notre cerveau. Mais l'avion résista, je me rappelle y avoir gagné une bouteille de champagne. C'était tellement surprenant qu'ayant présenté l'avion à « **la dame de fer** », à **Farnborough**, de mauvaises langues prétendirent que je lui avais dit que nous n'avions inventé le mini-manche que pour lui permettre de piloter en jupe. Nous dotâmes tous nos avions de ce cockpit électronique du plus petit **A318**, au plus gros l'**A340/600** et demain à l'**A380**, permettant aux équipages de passer plus facilement de l'un à l'autre.



Ce que j'admire le plus de toute cette panoplie mise sur le marché, ce n'est pas tellement les ingénieurs-inventeurs, car ils aiment inventer, c'est leur hobbies, ni les pilotes car ils aiment piloter, c'est leur passion, ce que j'admire, ce sont les dirigeants qui ont eu l'audace d'investir dans ces aventures de grands aviateurs et de grands entrepreneurs.

Cette imagination s'exerçait dans tous les domaines, confrontés à la nécessité, malgré une production répartie dans l'ensemble de l'Europe, d'avoir une seule ligne d'assemblage, un seul terrain d'essais, un seul siège pour éviter la paralysie de précédents programmes. L'idée vint de faire comme la **NASA**, pour le transport de ses corps de lanceurs spatiaux. Nous rachetâmes quelques **SUPER GUPPY**, transporteurs de fusées, qui ressemblaient plus à des dirigeables qu'à des avions cargos, pour transporter des tronçons de fuselage fabriqués à **Hambourg**, des voilures entières fabriquées à **Filton**, des empennage fabriqués à **Getaffe**. Plus tard, lorsque ces avions furent trop fatigués, nous fabriquâmes nous-même notre baleine, le **Bélouga**, en coupant au ras du plancher notre vieil **A300** et juchant au-dessus un vrai hangar volant.

Imagination dans le domaine commercial. Lorsque l'astronaute **BORMANN**, devenu président d'*Eastern Airline*, notre premier client US, déclara qu'il était prêt à acheter l'avion, mais qu'il offrait plus de sièges qu'il ne pouvait remplir, il lui fut proposé de l'acheter au siège : plus il mettrait de sièges et plus cher il payerait. Très bien ! mais il hésitait encore face à la pression des lobbies américains, à faire l'acquisition d'un avion aussi « exotique ». alors il lui fut proposé quatre avions en prêt pour un an. Il garda l'avion, il garda les sièges et après des années de galère ce fut pour nous le succès, le résultat d'un formidable coup de poker.

Imagination aussi dans la gestion. Le droit français **Airbus** parlait cependant anglais, pardon américain (Il avait fallu une dérogation du président **POMPIDOU** pour cela), traitait en dollars. Notre meilleur vendeur était indien et notre directeur commercial né sous la bannière étoilée, ne savait dire en français que « *voilà, voilà ;* ». Arriva *Eastern Arline*, une compagnie US . Il fut décidé de frapper un grand coup pour redresser un service après-vente, qui, comme la plupart des services-après vente européens, étaient entaché d'une réputation désastreuse. J'étais patron des essais en vol . Il me fut demandé de prendre en charge le service après-vente (j'ai toujours soupçonné **Franck Bormann** d'avoir suggéré ce mauvais coup). Comme je n'y connaissais rien, il me fut répondu que c'était un état d'esprit et que j'apprendrais. Ma première initiative fut d'organiser à Toulouse, une première « *operators conference* ». La séance inaugurale eut lieu en présence du maire de Toulouse dans la magnifique « *salle des illustres* », la préfecture nous avait prêté des motards qui, toute sirènes hurlantes allaient chercher les « operators » à leur hôtels, et le soir nous allâmes dîner dans un château du XII siècle, où en attaquant à la toulousaine nous fîmes chanter les coréens, américains, brésiliens, allemands,,,,,. Après cela, la conférence se passa aimablement avec les clients, certainement plus convaincu de nos talents de batteurs d'estrade que de nos capacités à maintenir leurs avions. Il nous fallut certes des années pour réussir cette évolution culturelle, mais aujourd'hui Airbus offre sans doute l'un des services au client le plus performant.



Au passage, cela me donne une occasion de dire combien partout et toujours, nous avons été soutenus localement. A **Toulouse**, bien sûr où le support de la mairie fut sans faille, où fut créé un lycée international, mais aussi à **Hambourg** malgré les « grünes », à **Filton** , à **Getaffe**. J'en garderai le souvenir d'une grande famille réunie chaleureusement autour d'un même projet, d'une Europe des villes, réussie bien avant l'Europe des nations. Il est d'ailleurs frappant que les services officiels aéronautiques n'aient pas réussi leur intégration dans le même temps malgré tout les efforts de conviction que nous avons pu déployer. Peut être, parce que confinés dans des capitales trop politisées.

Passion dans le produit et même, une petite dose de fanatisme, imagination raisonnée, rapidité et audace des décisions, cela n'explique pas tout. Il faut aussi rajouter la chaleur humaine qu'apportait cet effort de réconciliation entre frères européens traditionnellement concurrents et surtout ennemis. **De Havilland, Messerschmidt, Dewoitine**, s'étaient affrontés non seulement sur les marchés mais dans les cieux, aussi ce ne fut pas toujours facile mais quelle récompense ! Et puis ayons la modestie d'avouer que nous avons profité d'une chance formidable : le mépris dans lequel nous tenaient nos concurrents qui régnaient alors en maître sur le marché, et leur vaniteux conservatisme de potentats ?

J'ai essayé de vous donner un tout petit peu d'Airbus, la petite histoire sans doute, mais c'est celle que j'ai aimée. Je n'ai ni le temps ni le talent de vous en dire plus et seules quelques photos peuvent illustrer la passion du vol, la fascination des essais, la fraternité des terrains autour du monde et la beauté somptueuse de ces sculptures vivantes que sont nos oiseaux en vol. **BZ**

AéromedN°4 janv 2004

Automatisation dans les avions commerciaux : aujourd'hui et demain

Nous rapportons ci-après, un résumé du brillant exposé du **Captain Etienne TARNOWSKI, pilote d'essai d'AIRBUS**, à l'occasion de la dernière conférence de la journée d'étude **FEDESPACE-ANAE** qui s'est tenue le **mercredi 26 novembre** à **TOULOUSE**, dans les locaux de l'**ONERA**.

La sécurité des vols, les besoins opérationnels et les performances économiques sous-tendent l'évolution technologique de nos futurs avions.

La démocratisation du transport aérien est à l'origine de la transformation du monde aéronautique à savoir :

- une augmentation du nombre d'avions,
- une augmentation des exigences de la sécurité des vols,
- une augmentation de la rentabilité économique.

L'ensemble aboutissant à une automatisation de la conduite du vol afin de pallier les défauts des hommes. Celle-ci, leur permettant, outre de les compléter, surtout de les assister dans l'exercice de leurs fonctions. Il en est, pour les tâches de pilotages requérant un niveau de sécurité et de performance élevés, pour les calculs complexes d'optimisation du vol, pour améliorer les perceptions du pilote.

Nous décrirons **quatre boucles d'automatisme** :

- 1 **Première boucle ou boucle de pilotage** permettant une meilleure manipulation de l'avion par l'intermédiaire des commandes de vol électriques, par l'établissement des lois de pilotage.
- 2 **Deuxième boucle automatique ou boucle du pilote automatique** permettant l'asservissement de l'avion aux bases de trajectoire (auto-poussées, auto-land,,,))
- 3 **Troisième boucle ou boucle de navigation**, permettant d'optimiser les paramètres de vol et le facteur coût (**FMS, CDU**) calculs de plan de vol, paramètres optimaux et échanges avec le **PA** qui entraînera un guidage de l'avion, une surveillance des paramètres basiques de la part du pilote par une instrumentation évoluée (écrans **LCD, CRT**) par une présentation judicieuse et adaptée de l'information.
- 4 **Quatrième boucle automatique**, basée sur les leçons tirées de l'exploitation en ligne et la réponse aux problèmes posés par la saturation de l'espace aérien.



La majorité des exploitants semblent, pour le moment, satisfaits des fonctions qui équipent les avions actuellement. Il existe toutefois quelques difficultés de compréhension ou d'utilisation, d'où une nécessité d'améliorer les interfaces.

La saturation de l'espace aérien conséquence de :

La saturation des *moyens de communication* sera résolue par la **sectorisation** de l'espace aérien, l'extension des **VHF**, le transfert de données par l'intermédiaire de **DATALINK**, la modification des méthodes du contrôle.

La saturation de *l'espace* lui-même, sera améliorée par un contrôle *procédural* en créant des *volumes d'espace*, un *contrôle radar* plus performant, un contrôle des *trajectoires* (« airborne spacing, special keeping ») désignant un avion cible et se positionnant par rapport à lui, l'« airborne separation » étant déléguée à l'équipage et l'*asservissement* des avions aux autorisations du contrôle (réseau sol, calculateur de bord, guidage au PA) et dont l'équipage sera informé.

L'avenir avec pour objectif : **mission, sécurité environnement**

- L'avion sera architecturé selon les quatre boucles d'asservissement,
- L'opérateur sera au centre du système,
- L'évolution se fera progressivement vers un passage au **TOUT AUTOMATIQUE**,
- L'évolution des cockpits vers plus d'autonomie,
- L'amélioration des informations fournies aux opérateurs dans un environnement tridimensionnel,
- L'intégration croissante en système intégré bord-sol dans la gestion de l'espace aérien



Mais l'avenir le plus probable et plus raisonnablement se fera vers un accroissement des tâches automatisées selon le principe du complément de l'opérateur.

Automates, Automatismes, AutomatisationsSSS

La dernière réunion de *l'Académie Nationale de l'Air et de l'Espace* ce mercredi 26 nov. 2003 avait pour thème : les automatismes et leur évolution possible vers le « **TOUT** » **Automatique** dans le transport aérien. L'ensemble est sous-tendu par des notions de rentabilité, de sécurité, d'efficacité, de flexibilité de gestion de l'espace aérien, de gestion des flux, de contrôle de l'information.

L'homme est-il le maillon faible dans cette histoire ? Mais n'est-ce pas lui le créateur ?

Que penser de tout ceci ? Où va se situer la place de l'homme dans cette affaire ?

Aéro-med N°4

Le tout automatique va-t-il résoudre tous les problèmes ou bien en créer de nouveaux ? Comment mettre en place un tel système ? Ce système est-il réellement efficace ? Et surtout est-il réellement nécessaire ? Comment vont se diluer les responsabilités en cas de bug de l'automatisation et quel sera le prix à payer ;;;;;;??????

Bien sûr, les initiés misent sur une augmentation du trafic aérien. Mais celui-ci pourrait évoluer : soit vers une saturation, soit vers une diminution. Cela n'est-il pas envisageable ? N'est-ce pas l'origine de la création de l'**Airbus 380** : transporter un maximum de passagers dans un seul et même avion afin de diminuer non seulement les coûts mais également le trafic. Un seul avion pouvant transporter autant de passagers que trois réunis. Ceci ne va-t-il pas dans le sens d'une diminution des créneaux horaires nécessaires ?



Mais aussi, ne peut-on envisager une forme différente de piratage ? Car, outre le plan économique, le plan sécurité a été mis en exergue !

Allons-nous pour cela, créer des avions sans pilotes, contrôlés depuis le sol, afin de ne pas subir des déroutements intempestifs ou criminels ?

Mais que penser alors, du cyber piratage. Si nous sommes capables de piloter nos avions du sol, d'autres peuvent également le faire.



Toutefois, une autre forme de piratage n'a pas été évoquée, ni même envisagée : « **le piratage biologique** » : ne peut-on penser que quelques esprits malfaisants et kamikazes, puissent introduire, dans nos chers avions quelques *molécules virales*, d'incubation, soit longues, soit semi-retardées. La contamination s'effectuant par le recyclage de l'air dans la cabine infestant tous les passagers, pilotes compris. Ensuite quelques jours plus tard, les virions se développant à bas bruit, chez l'hôte porteur, ces abominables virus se répandent chez tous les sujets-contacts, et leur environnement immédiat. N'est-ce pas là, une méthode de terrorisme possible ? La guerre biologique a déjà commencé (souvenez-vous du **SRAS** et de l'**HIV** il n'y a pas si longtemps que ça ! **Mais chuut !!!!** il ne faut pas en parler)

A quoi va donc pouvoir servir une porte de cockpit blindée dans ces cas-là !

Le tout automatique va-t-il résoudre tous les problèmes ou bien en créer de nouveaux ?

Bien sûr, il est nécessaire d'automatiser les tâches difficiles pour l'homme !

Bien sûr, ces automates sont conçus pour lui simplifier la vie, le rendre plus performant, plus fiable !

Bien sûr, l'automatisme nous rend de sérieux services et continuons dans ce sens.

Mais par pitié, ne soyons pas asservis à ces robots que nous allons créer, mais asservissons nos robots à nos besoins ! **SB**



Mais qui donc se cache derrière 3A ?

Beaucoup me demandent : - *mais qui est donc « 3A »* ??? Toutes les hypothèses sont émises . Il me semble nécessaire, pour lui rendre hommage, de révéler enfin qui est cet *adorable énergumène !*

En fait, « 3A », ne se cache pas. Il s'agit d'un pseudonyme que je lui ai offert un jour et dont vous ne saurez rien ! *Eh oui ! c'est ainsi !* Cela ne veut pas dire pour autant que je ne vous révélerai pas son identité.

Nous allons, si vous le voulez bien, découvrir, pas à pas, cet *aéro- poète* qu'Airbus possède, sans le savoir, en son sein .



Tout d'abord sachez qu'il a obtenu son brevet de **Pilote Privé** en **1977**, cela peut, déjà, vous donner une idée. Dans la foulée, il a fait ses classes à l'**ENAC** avant de rentrer comme « hôtesse de l'air » sur **DC8** et oui ! Alors, toujours rien, **un homme ;;;, une femme ;;;; chalalabababa bababa**



Notre cher « 3A » ne s'est pas arrêté là, après **St Yan** pour sa formation de **Mécanicien Navigant** (voir *panne en Stampe: Aéromed N°2*). Il devient rapidement **Pilote Professionnel**, puis intègre l'**Aérospatiale** en **1982**, devient stagiaire **MNE** sur **Transall, Gabriel, Astarté**. Il doit sa formation **EPNER** à **Henri PERRIER**, l'éminent dépisteur de matière grise. Il devient le plus jeune diplômé **MNE** à 29 ans. Il travaille à la **Sogerma** (**Jaguar, Nord 262, C130 Hercules, F27, DHC 5 Buffalo, CM170, TB30, Mystère 20, Xingu, F27 « Arat »**)

Il va sans dire que cette fonction lui demande des contrôles médicaux tous les six mois en **CEMPN militaire**. Nous avons un exemple de ses visites de contrôle dans *Aéromed N°2*. Eh oui ! **GDB** c'est lui aussi !

Quelle plume n'est-ce pas ?

Alors toujours rien ?



Vraiment vous y mettez de la mauvaise volonté !

On continue. Phagocyté par **AIRBUS** en **1991** le voici, intégrer l'équipe des essais de l'**A340**, puis **A319** et enfin *son bébé adoré* le **A340/600** (entre nous, c'est le mien aussi,,,,,et,,,,), sous la houlette de son Grand Patron : **CL**.

Ce cher **A.A.A.** totalise **5250** heures de vol dont **700** comme pilotailon sur **30** types d'avions légers et son fidèle autre **BB**, « **IK** ».

Alors ça y est , vous l'avez ! ! ! !

Aéromed N°4 janv 2004

Sinon rendez vous ,, à la fin !



Voler. . . .



Voler,
Voler de ses propres ailes,
Voler sans l'aide d'une quelconque machine,
S'affranchir ne serait-ce qu'un instant de cette force de pesanteur qui nous attire inexorablement vers le sol,
Tel n'est-il pas le rêve le plus tenace d'un esprit humain normalement curieux ?

Grâce à l'émergence des technologies spatiales, le rêve est devenu réalité pour les spationautes en orbite; en effet, la pesanteur, non seulement diminuée par l'altitude, est alors compensée par la force centrifuge due à la rotation autour de la planète.

Mais sans aller si loin, il existe un moyen de simuler ces conditions d'apesanteur en restant dans la troposphère, en réalisant une manœuvre spécifique avec un avion.

Bien sûr, cette simulation a ses limites, en particulier en durée et en précision du zéro de l'accélération apparente, mais une vingtaine de secondes à une accélération inférieure à cinq centièmes de **g** permet de réaliser des expériences significatives dans de nombreux domaines scientifiques, et aux quelques heureux individus à bord de vivre des sensations exceptionnelles !

Trois pays disposent d'un tel appareil : les **USA** avec un **C135**, la **Russie** avec un **Il 76** et la **France** avec l'**Airbus ZERO-G**, lequel a succédé à la **Caravelle** depuis **1997**.

Alors, comment ça marche, me direz-vous?

Rien de plus simple:

Le principe.

Aussi sophistiqué soit-il, l'avion ne permet évidemment pas de s'affranchir de la gravitation universelle, force naturelle due à l'attraction de deux corps et proportionnelle à leur masse.

Mais le principe est de manœuvrer l'appareil de telle façon que son plancher se dérobe sous les pieds des occupants, selon la trajectoire que ceux-ci auraient s'ils tombaient dans le vide; l'avion suit alors la trajectoire balistique du vide, en compensant l'effet de la résistance de l'air par ses gouvernes et ses réacteurs.

Chacun se souvient avoir un jour traité le classique exercice de Mécanique ,qui consiste à calculer la trajectoire dans le vide d'un obus sortant d'un canon avec une vitesse et un angle initial donnés; les pilotes du **ZERO-G** ne font rien d'autre que l'application pratique de cet exercice, en suivant cette trajectoire parabolique jadis calculée!



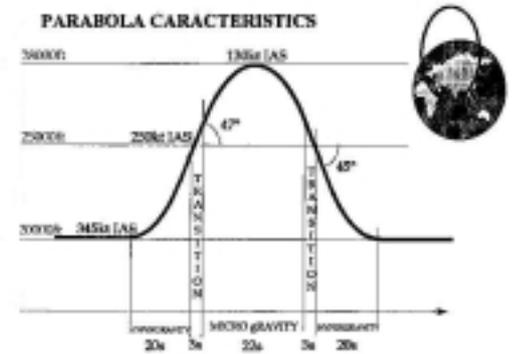
La manœuvre.

La manœuvre consiste à amener l'avion sur une forte pente ascendante, avec une vitesse maximale, afin d'optimiser la durée de micro-gravité, puis à "rendre la main" : c'est le départ de l'obus.

Le travail de l'équipage consiste ensuite à piloter l'appareil sur cette fameuse trajectoire qu'aurait alors un corps inerte dans le vide.

Passagers et matériel embarqué se retrouvent alors soumis à leur seul poids, sans réaction du plancher de l'avion, puisque celui-ci se dérobe sous leur pieds à la vitesse de leur chute : ils sont donc bien en trajectoire balistique, et l'avion joue le rôle d'un cocon qui les isole de la résistance de l'air.

A300 ZERO-G



Le pilotage.

Le principe est tout bonnement génial, la trajectoire est parfaitement connue, mais le problème se complique quelque peu pour le suivi précis de cette trajectoire avec un avion de plus de cent tonnes, dont la vitesse évolue entre le maximum autorisé (**VMO**) et une vitesse inférieure à la vitesse de décrochage (possible car la portance est alors très faible), et dont l'assiette varie entre **50°** à cabrer et **45°** à piquer ! Ces attitudes ne sont guère banales pour un **Airbus** !..

Afin d'optimiser la précision du pilotage, celui-ci est dissocié suivant les **trois axes** de référence, et chacun des trois membres d'équipage a en charge un de ces axes.

Le pilote, en charge de l'axe vertical **Oz**, a la tâche la plus importante et la plus délicate, car c'est à lui de piloter l'avion sur la trajectoire nominale. Il agit sur la gouverne de profondeur au moyen d'un faux manche rapporté sur la colonne, évitant ainsi l'interaction sur la commande de gauchissement.

Le deuxième pilote, en charge de l'axe latéral **Oy**, veille à garder les ailes horizontales et le dérapage nul, afin d'annuler toute force latérale. Caricature du système D à la française, ce pilote agit sur le volant par l'intermédiaire de ficelles afin de ne pas perturber le pilotage de la profondeur.

Il reste l'axe longitudinal **Ox**, confié au mécanicien navigant qui agit sur les manettes de puissance des réacteurs afin de garder une accélération longitudinale nulle. En effet, si les pilotes travaillent bien, les corps non arrimés flottent dans la cabine, et toute accélération longitudinale les regrouperaient alors, soit dans le cockpit (*cas de l'accélération négative*), soit dans les toilettes à l'arrière (*cas de l'accélération positive*)!...

Les difficultés de la manœuvre.

Tout pilote, digne de ce nom, sait tenir une altitude précise à vitesse et puissance stabilisées (*la trajectoire nominale correspond à une position fixe du manche*); l'exercice devient plus délicat si la vitesse varie (*position variable du manche*). Il est facile de comprendre que si d'autres paramètres varient également, et en suivant une loi précise évolutive, le suivi de la trajectoire devient un exercice très complexe.

Aéromed N°4 Janv 2004

Les corps flottent dans la cabine, dont la hauteur est de **2,5** mètres. Afin d'éviter des interactions indésirables avec le plafond et le plancher, le pilotage doit être extrêmement précis, et à ce niveau de précision, des phénomènes aérodynamiques naturels, habituellement transparents, deviennent perturbant, tels que l'oscillation d'incidence et l'interaction du sillage de l'aile sur la profondeur.

La coordination de l'équipage est également fondamentale car chaque action sur une commande a une réponse principale sur son axe, mais peut aussi avoir une interaction sur un ou les deux autres axes; c'est le cas en particulier d'un mouvement des manettes de gaz qui génère un couple sur l'axe vertical.

Enfin, *last but not least*, les paramètres de la manœuvre parabolique ont été définis pour optimiser le temps de micro-gravité, ce qui a pour conséquence un emploi de l'appareil proche de ses limites, en vitesse, attitudes et facteur de charge. L'équipage doit donc rester particulièrement vigilant en permanence.

L' avion.

L'appareil utilisé, l'**Airbus ZERO-G**, est le prototype n°3 de l'**A300B**, dont le premier vol remonte à plus de **25** ans. Il s'agit de la version **A300B2-1C**, équipé de réacteurs **General Electric CF6-50C2**.

La seule modification mécanique nécessaire à la manœuvre parabolique concerne l'entraînement hydraulique des alternateurs, auquel a été ajouté un accumulateur pour éviter le désamorçage du circuit.

Le cockpit a reçu quelques aménagements spécifiques, et en particulier les accéléromètres nécessaires au pilotage de la trajectoire parabolique.

La cabine a bien sûr été aménagée pour recevoir les expériences : la partie centrale est recouverte de matelas de mousse anti-choc, offrant ainsi un vaste espace de **20** mètres de long sur **5** de large. Les parties avant et arrière ont gardé un total de 50 sièges, utilisés pour les phases de décollage et d'atterrissage.

Les vols sur cet avion sont passionnants à plusieurs titres : outre l'intérêt scientifique des expériences embarqués, les sensations éprouvées sont exceptionnelles, et à une époque où l'informatique envahit les cockpits d'avion, cette mission impose un *pilotage manuel* particulièrement délicat.

Les autorités limitent actuellement ce type de vol aux fins scientifiques, mais les raisons en sont purement administratives, et il est bien dommage de priver ainsi le grand public de cette expérience extraordinaire.



Eric DELESALLE
Pilote d'essais expérimental
2000 paraboles

Le VOL PARABOLIQUE

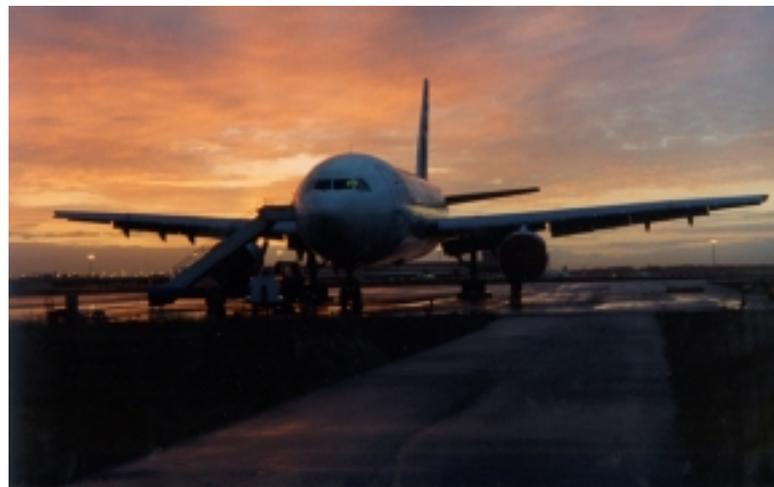
Aéromed N°4

Il faudrait savoir décrire l'émotion que je ressens après plus de **2500** paraboles effectuées à bord de la « *Caravelle G zéro* » du centre d'essais en vol de *Brétigny sur Orge* au début des années **1990**, puis deux années de suite sur le *Boeing KC135* de la NASA qui avait quitté son berceau texan pour venir, à la demande de NOVESPACE, effectuer des vols paraboliques sur le territoire français et l'*Airbus* de NOVESPACE le « *A300 ZERO G* » maintenant.

L'émotion, c'est d'abord une équipe d'amis qui vient se réunir pour faire une campagne de plus sur l'*Airbus*, pour explorer la fonction cardiovasculaire, avec des moyens technologiques qui sont à la hauteur de l'enjeu et de cet outil exceptionnel mis à notre disposition par NOVESPACE. C'est plutôt rare dans le milieu universitaire et dans les organismes de recherche, d'avoir des équipes formées d'amis. Ici, je retrouve accompagné de *Pierre Téchoueyres*, Ingénieur au Laboratoire de Médecine Aérospatiale de l'Université Bordeaux 2, *Daniel Rivière* Physiologiste à l'UPS de Toulouse, *Enrico Caiani* de l'Institut Polytechnique de Milan, *André Capderou* Physiologiste du CHU du Kremlin Bicêtre, *Olivier Bailliant* Physiologiste du CHU de Lariboisière, à Paris, *Olivier Charliac*, Ingénieur chez Siemens et qui vient nous apporter son support technique pour la machine que sa Société vient de nous prêter pour la 4^{ième} fois, (un écho-cardiographe SIEMENS-ACUSON de la dernière génération). Là aussi, c'est tout à fait exceptionnel de se voir prêter un appareillage qui coûte plus de **200.000 Euros** pour quelques jours et avoir le courage de nous le laisser l'installer dans un *Airbus* qui va faire ses séries de paraboles. *Jean-Pierre Laulom*, sera comme d'habitude, notre échocardiographe et *Süzél Bussièrès* veillera.

L'émotion c'est de se retrouver au petit matin, au soleil levant. Il fait toujours beau à **Bordeaux**, donc les levés de soleil sont superbes (parfois il a pu pleuvoir, mais uniquement dans la nuit !). On se retrouve au pied de cette machine, le troisième prototype de l'*Airbus A300*. Superbe machine que les passagers habituels que nous sommes, avons rarement l'occasion de voir d'aussi près. Il a été aménagé par SOGERMA-EADS en **1996** et **1997**, afin d'offrir à l'*Europe*, l'avion permettant de faire des vols paraboliques, le plus performant au monde avec la plus grande surface utilisable en laboratoire (**100m²**).

Il permet d'effectuer le plus grand nombre de paraboles (**31**) et la plus longue durée pour chaque phase de micro-gravité (**22 secondes**). Il n'y a que trois avions au monde : notre *Airbus*, un *KC135* de la NASA, avion ravitailleur reconverti, et un *ILYOUCHINE 76* aux portes de Moscou.



Nous sommes en **mars 2003**, lors d'une campagne de vols paraboliques organisés par le CNES. Il devait y en avoir deux en **2002**, mais il n'y en a eu qu'une et probablement une seule aussi en **2003**. Le budget du CNES est en régression, celui du laboratoire aussi ! Le nombre de

vols paraboliques programmés par le CNES se réduit. L'Agence Spatiale Européenne ESA, l'Agence Spatiale Allemande DLR, organisent aussi des campagnes de vols paraboliques et des équipes françaises peuvent y participer.

Les expérimentations que nous avons à bord concernent *l'adaptation cardio-vasculaire aux variations de pesanteur* et en particulier *l'adaptation à la micro-gravité*. Pour cela des sujets sains volontaires et plutôt enthousiastes sont examinés à bord et vont supporter les mesures de la pression artérielle avec des moyens technologiques avancés, des mesures de l'activité électrique cardiaque en collaboration avec le Centre de Recherche Cardiologique de Moscou, l'imagerie cardiaque avec l'étude par échocardiographie en collaboration avec les CHU parisiens et l'Institut Polytechnique de Milan avec la Société SIEMENS.

Le système cardio-vasculaire subit une contrainte très importante lors du passage à la micropesanteur parce que le sang qui se trouve dans les parties déclives de l'organisme (abdomen, bassin, membres inférieurs) sur un sujet debout n'est brusquement plus soumis aux forces de pesanteur et quitte donc ainsi les territoires périphériques. Il se retrouve dans la zone de la pompe cardiaque, c'est-à-dire dans le thorax. On observe alors, une très grande variation du volume éjecté par le cœur à chaque pulsation qui double, passant d'environ 100 à 200ml éjectés à chaque contraction, ainsi le débit cardiaque double passant, pour un sujet normal d'environ 5 l/min aux alentours de 10 l/min. D'autres adaptations et en particulier l'activité électrique cardiaque sont étudiées, de même que les systèmes de régulation qui se mettent en place quand les capteurs de l'organisme détectent de telles variations. Parmi les systèmes utilisés dans les vaisseaux spatiaux, comme cela a été le cas dans MIR ainsi que ceux actuellement utilisés sur l'ISS (International Space Shuttle), il y a un système qui permet de faire une dépression dans le bas du corps, appelée LBNP (Lower Body Negative Pressure). Cela lui permet, si j'ose cette expression, de se comporter comme une immense suceuse qui aspire le sang vers le bas du corps, rétablissant ainsi une vascularisation proche de ce que l'on rencontre sur la terre à 1G. Nous avons adapté un tel équipement pour être embarqué dans l'avion A300 Zéro G de NOVSPACE et ceci permet d'observer quels sont les effets de cette dépression sur le système vasculaire.



Je proposerai prochainement un article sur le déroulement des techniques aérodynamiques des vols paraboliques, et ultérieurement je développerai les circonstances qui ont fait se dérouler à Bordeaux, avec des équipes du CHU et de l'Université de Bordeaux 2, *une première chirurgicale* à bord de cet Airbus sur le rat. P.V.

Pierre Vaïda

Vice-doyen

Directeur de l'enseignement

Médecine aérospatiale/Aerospace Medicine

Université Victor Segalen Bordeaux 2

33076 BORDEAUX Cedex

La vitesse verticale d'un avion (Suite et fin)

Par *Joseph IRVOAS*

Rappels des chapitres précédents :

La présentation de la division à gauche

Pondération

Le centre de gravité pondéré

Retour sur la vitesse verticale

Où tout s'éclaire !

Où on apprend à pondérer



z_{i-1}	z_i	z_{i+1}	altitudes
\dot{z}_{i-1}	\dot{z}_i		vitesses verticales
$z^{\circ\circ}$			accélérations

- 8 Et KALMAN, qu'est-il donc venu faire dans cette galère ?

Il s'est mis à la place du pilote. Le pilote, lui, ne connaît pas l'avenir. Au moment présent t_2 où il veut connaître \dot{z}_2 , il ne peut faire l'estimation précédente du ¶ 7. La mesure z_3 est encore à venir.

Il se contentera donc de l'information suivante :

$$(1/(\sigma_{\delta z}^2 + \sigma_{\delta z^{\circ\circ}}^2) + 1/\sigma_{\delta}^2) \hat{z}_{2/2} = 1/(\sigma_{\delta z}^2 + \sigma_{\delta z^{\circ\circ}}^2) (-z_0 + z_1 + z^{\circ\circ}_1) + 1/\sigma_{\delta z}^2 (-z_1 + z_2)$$

Après tout, ce résultat n'est pas différent de celui qu'aurait donné GAUSS en éliminant la ligne de mesure z_3 .

Voici une remarque qui pourrait sembler assassine pour KALMAN, et pourtant, il y survivra. Car voici ce que dit KALMAN au temps suivant t_3 .

Il pose :

$$1/P_{2/2} = 1/\sigma_{\delta z}^2 + \sigma_{\delta z^{\circ\circ}}^2 + 1/\sigma_{\delta}^2 \text{ où } P_{2/2} \text{ est la variance de } \hat{z}_{2/2}$$

Et il écrit :

$$(1/(P_{2/2} + \sigma_{\delta z^{\circ\circ}}^2) + 1/\sigma_{\delta z}^2) \hat{z}_{3/3} = 1/(P_{2/2} + \sigma_{\delta z^{\circ\circ}}^2) (\hat{z}_{2/2} + z^{\circ\circ}_2) + 1/\sigma_{\delta z}^2 (-z_2 + z_3)$$

On peut le vérifier, c'est encore le résultat de GAUSS du ¶ 6, avec $\sigma_{z^{\circ\circ}} = \sigma_{\delta z}$

ce que KALMAN a rappelé à GAUSS, c'est un théorème bien connu du centre de gravité. Un centre de gravité partiel, affecté de son poids partiel, est représentatif des mesures partielles et s'associe sans problèmes aux mesures à venir.

KALMAN, avance pas à pas. En fait, pour tout dire, KALMAN, s'affranchit de l'inversion de la matrice $A^T A$, qui ne cesse de grossir au fur et à mesure que le temps avance. .

9 - Où *Herbert RAUCH* tient compte de l'avenir.

Il est des corps de métier qui, à tort ou à raison, le vol terminé, préfèrent porter des jugements sur le vol en consolidant les estimations précédentes $\hat{z}_{i/i}$ par toutes les mesures qui suivent le temps t_i .

Nous avons vu au ¶ 6 que la division « à gauche » de *GAUSS* nous fournissait directement de telles solutions au prix d'une inversion de matrice. Supposons de nouveau, comme *KALMAN*, que la taille de l'horizon de mesure est telle que l'on veuille s'affranchir de l'inversion de la matrice $A^T A$. L'exemple du ¶ 7, à propos de \hat{z}_2 nous suggère qu'il est possible d'appliquer le processus de *KALMAN* à rebours depuis le temps final t_f jusqu'au temps t_{i+1} .

Appelons $\hat{z}'_{i+1/i+1}$ l'estimation de \hat{z}_{i+1} déduite de toutes les mesures faites entre le temps t_{i+1} et le temps t_f . elle est obtenue avec une variance $P'_{i+1/i+1}$

$$\begin{aligned} (1/(P_{i-1/i-1} + \delta^2_{z^{\infty}}) + 1/\sigma^2_{\delta z} + 1/(P'_{i+1/i+1} + \sigma^2_{z^{\infty}})) \hat{z}'_i = \\ 1/P_{i-1/i-1} + \delta^2_{z^{\infty}} (\hat{z}_{i-1/i-1} + z^{\infty}_i) + 1/\sigma^2_{\delta z} (-z_{i-1} + z_i) \\ + 1/P'_{i+1/i+1} + \delta^2_{z^{\infty}} (\hat{z}'_{i+1/i+1} - z^{\infty}_{i+1}) \end{aligned}$$

Ce processus est dit de *H.E.RAUCH*. Il est identique à celui de *KALMAN*, à ceci près qu'il remonte le temps pas à pas depuis le temps final, et, qu'à chaque étape, il s'approprie ce que *KALMAN* avait déjà évalué.

La messe semble dite.

10 - Et si on faisait une pause

Comparons les différents résultats.



a) - Une estimation élémentaire \hat{z}_i s'écrit :

$$1/\sigma^2_{\delta z} \hat{z}_{i/1} = 1/\sigma^2_{\delta z} (-z_{i-1} + z_i)$$

Elle est vendue avec la variance $P_{i/1} = \sigma^2_{\delta z}$ obtenue avec une seule différence de mesure d'altitude.

b) - On élargit l'horizon de mesures à trois différences d'altitude. L'exemple en est donné avec \hat{z}^2_2 au ¶ 7. Sa variance $P_{i/3}$ est estimée à $P_{i/3} = 1/2 \sigma^2_{\delta z}$

c) - Elargissons encore avec cinq différences d'altitude, comme explicité au ¶ 9 la variance obtenue pour $\hat{z}_{i/5}$ vaut $P_{i/5} = 5/11 \sigma^2_{\delta z}$. Ces résultats nous remettent les pieds sur terre. Il n'est pas nécessaire d'avoir un grand horizon de mesures de part et d'autre du temps t_i pour avoir une bonne estimation de \hat{z}_i .

Inutile de s'effrayer sur la résolution de l'équation de *GAUSS*. La matrice à inverser $A^T A$ sera de taille modeste. La division « à gauche » reprend du poids. Nous voilà revenu au point de départ. La boucle est fermée. L'aventure serait-elle terminée ?

Pas tout à fait.

Aéromed N°4 Janv2004

11 - Où l'on change de point de vue

Kalman et **Rauch**, pour estimer \dot{z}_i , remontaient pas à pas des deux extrémités de l'horizon retenu t_0 et t_f vers le temps t_i où l'on cherche l'estimation.

Essayons l'inverse.

Repartons de l'équation de **Gauss** $(A^T A)X = A^T B$

Explicitons les équations du ¶ 5 autour du temps t_i

$$\begin{array}{rcl}
 \lambda^2 \alpha & \cdot & 2 z_{i-2} - \dot{z}_{i-1} & = & -z_{i-3} + z_{i-2} & - z^{\circ\circ}_{i-2} \\
 & \cdot & & & & \\
 & & - z^{\circ\circ}_{i-2} + 3 \dot{z}_{i-1} - \dot{z}_i & = & -z_{i-2} + z_{i-1} & + z^{\circ\circ}_{i-2} - z^{\circ\circ}_{i-1} \\
 \lambda \alpha & \cdot & & & & \\
 & & \dot{z}_{i-1} + 3 \dot{z}_i - \dot{z}_{i+1} & = & -z_{i-1} + z_i & z^{\circ\circ}_{i-1} \quad z^{\circ\circ}_I \\
 \alpha & \cdot & & & & \\
 & & - \dot{z}_i + 3 \dot{z}_{i+1} - \dot{z}_{i+2} & = & -z_i + z_{i+1} & + z^{\circ\circ}_i - z^{\circ\circ}_{i+1} \\
 \lambda \alpha & \cdot & & & & \\
 & & - \dot{z}_{i+1} + 2 \dot{z}_{i+2} & = & -z_{i+1} + z_{i+2} & + z^{\circ\circ}_{i+1} \\
 & \cdot & & & & \\
 \lambda^2 \alpha & \cdot & & & & \\
 & \cdot & & & & \\
 & \cdot & & & & \\
 & \cdot & \dots\dots 0 & 0 & \dot{z}_i & 0 & 0 & 0
 \end{array}$$

Une manière d'inverser ce système, lorsqu'il s'étend à l'infini, consiste à pondérer chacune des équations par les facteurs indiqués ($\alpha, \lambda\alpha, \lambda^2\alpha, \dots$) et d'additionner.

Il ne doit rester au premier membre que \dot{z}_i

Le choix de λ résulte de la condition $\lambda^2 - 3\lambda + 1 = 0$

D'où $\lambda = (3 - \sqrt{5}) / 2 \approx 0,382$

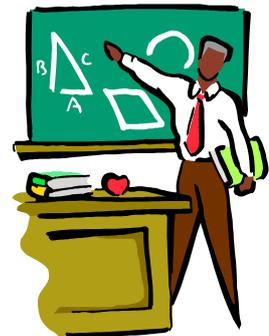
Le choix de α résulte de la condition $3\alpha - 2\lambda\alpha = 1$

D'où $\alpha = 1/\sqrt{5} \approx 0,447$

$$\begin{array}{l}
 \dot{z}_i = \alpha (1-\lambda) (-z_{i-1} + z_i) & -\alpha (1-\lambda) (-z^{\circ\circ}_{i-1} + z^{\circ\circ}_i) \\
 + \lambda \alpha (1-\lambda) (-z_{i-2} + z_{i+1}) & -\lambda \alpha (1-\lambda) (-z^{\circ\circ}_{i-2} + z^{\circ\circ}_{i+1}) \\
 + \lambda^2 \alpha (1-\lambda) (-z_{i-3} + z_{i+2}) & \lambda^2 \alpha (1-\lambda) (-z^{\circ\circ}_{i-3} + z^{\circ\circ}_{i+2}) \\
 + \dots\dots\dots &
 \end{array}$$

Résultat qu'il est tentant d'écrire sous la forme:

$$\begin{array}{l}
 \dot{z}_i = \alpha (1-\lambda) (-z_{i-1} + z_i) & -\alpha (1-\lambda) (-z^{\circ\circ}_{i-1} + z^{\circ\circ}_i) \\
 + 3 \lambda \alpha (1-\lambda) (-3z_{i-2} + z_{i+1}) / 3 & -3 \lambda \alpha (1-\lambda) (-z^{\circ\circ}_{i-2} + z^{\circ\circ}_{i+1}) / 3 \\
 + 5 \lambda^2 \alpha (1-\lambda) (-z_{i-3} + z_{i+2}) & -5 \lambda^2 \alpha (1-\lambda) (-z^{\circ\circ}_{i-3} + z^{\circ\circ}_{i+2}) / 5 \\
 + \dots\dots\dots &
 \end{array}$$



Pourquoi cette tentation? On y retrouve tout ce que tout le monde fait intuitivement sans évoquer ni **GAUSS**, ni **KALMAN**, ni **RAUCH**

Chacun prend selon son humeur $\dot{z}_i = (-\dot{z}_{i-1} + \dot{z}_i)$

Ou s'il veut filtrer un peu $(-\dot{z}_{i-2} + \dot{z}_{i+1})/3$

Ou s'il veut filtrer plus $(-\dot{z}_{i-3} + \dot{z}_{i+2})/5$

Chacune de ces expressions est vraie, si les accélérations sont nulles.

Si les accélérations $z^{\circ\circ}_i$ ne sont pas nulles, il n'en coûte pas beaucoup d'en faire la somme pondérée précédente.

Le lecteur inquiet vérifiera que l'on a bien :

$$\alpha (1 - \lambda) (1 + 3\lambda + 5\lambda^2 + 7\lambda^3 \dots) = 1$$

Pour information on donne :

$\alpha (1 - \lambda) = 0,276$	0,276	↓
$3\lambda\alpha (1 - \lambda) = 0,316$	0,592	↓
$5\lambda^2\alpha (1 - \lambda) = 0,201$	0,793	↓
$7\lambda^3\alpha (1 - \lambda) = 0,108$	0,910	somme

La somme converge vers 1 relativement vite. Inutile de l'étendre à l'infini.

Et si on la tronque, autant inverser directement l'équation de **GAUSS**.

Avec ce nouvel éclairage, la division « à gauche » donne sur un horizon réduit :

$$''\alpha'' = 5/11 \quad ''\lambda\alpha'' = 2/11 \quad ''\lambda^2\alpha'' = 1/11$$

$$\begin{aligned} 11 \hat{z}_i &= 3(-z_{i-1} + z_i) & -3(-z^{\circ\circ}_{i-1} + z^{\circ\circ}_i) \\ &= 3(-z_{i-2} + z_{i+1})/3 & +3(-z^{\circ\circ}_{i-2} + z^{\circ\circ}_{i+1})/3 \\ &= 5(-z_{i-3} + z_{i+2})/5 \end{aligned}$$

Le poids "α" donne le rapport de variance entre \dot{z}_i et $(-z_{i-1} + z_i)$

On retrouve bien : $P_i/5 = 5/11 \sigma_{\delta z}^2$ du ¶ 10

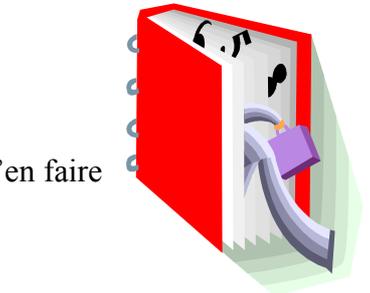
Un horizon infini de mesures nous aurait donné $\alpha = 1/\sqrt{5} \approx 0,447$

Il y a peu à gagner. Tout se confirme.

12 - puisqu'il faut conclure

Les contes finissent toujours trop tôt. Celui-ci nous a emmené si loin qu'on a oublié le prétexte de l'aventure. Pourquoi ne s'est on pas contenté de $\hat{z}_i = (-z_{i-1} + z_i)$?

A cause du bruit de l'altimètre.





On a chiffré son niveau par l'écart type $\sigma_{\delta z}$.

Et nous disposons d'indicateurs, les accéléromètres.

Notre histoire est devenue une affaire policière. A qui faire confiance ?

On a jugé la fiabilité des indicateurs par l'écart type $\sigma_{z^{\circ\circ}}$.

Gauss nous a donné un filon un peu hermétique. Des « conseillers », **Kalman** et **Rauch**, nous ont manipulés. Ils sont remontés au déluge. En reprenant les choses en main, nous leur savons gré d'avoir parlé simplement. Les conclusions de l'enquête sont consignées ci après.

Estimation de la vitesse verticale de l'avion, après le vol, sur un horizon de mesures de 3 intervalles δz

Suite aux aveux de **Kalman** et **Rauch**, on consignera :

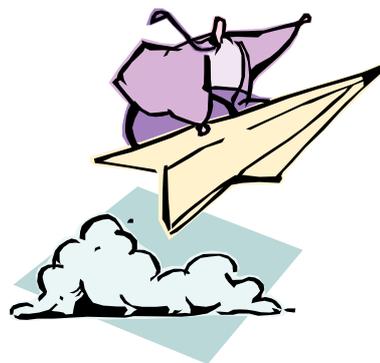
$$\left(\frac{1}{(\sigma_{\delta z}^2 + \delta^2 z^{\circ\circ})} + \frac{1}{\sigma_{\delta z}^2} + \frac{1}{(\sigma_{\delta z}^2 + \delta^2 z^{\circ\circ})} \right) z^{\circ\circ}_i = \frac{1}{(\sigma_{\delta z}^2 + \delta^2 z^{\circ\circ})} (-z_{i-2} + z_{i-1} + z^{\circ\circ}_{i-1}) + \frac{1}{\sigma_{\delta z}^2} (-z_{i-1} + z_i) + \frac{1}{(\sigma_{\delta z}^2 + \sigma^2 z^{\circ\circ})} (-z_i + z_{i+1} - z^{\circ\circ}_i)$$

aveux confirmés par **Gauss** sous la forme :

$$\left(\frac{1}{\sigma_{\delta z}^2} + \frac{3}{\sigma^2 z^{\circ\circ}} \right) \dot{z}^{\wedge}_i = \frac{1}{\sigma_{\delta z}^2} (-z_{i-1} + z_i) + \frac{1}{\sigma^2 z^{\circ\circ}} \left[\begin{array}{l} +(-z_{i-2} + z_{i-1} + z^{\circ\circ}_{i-1}) \\ +(-z_i + z_{i+1} - z^{\circ\circ}_i) \end{array} \right]$$

z_{i-2}	z_{i-1}	z_i	z_{i+1}	altitudes mesurées
	\dot{z}_{i-1}	\dot{z}_i	\dot{z}_{i+1}	vitesse verticale estimée
	$z^{\circ\circ}_{i-1}$	$z^{\circ\circ}_i$		accélérations mesurées

Fin ! ! ! !



REMF-AVIONIQUE

Parmi de nombreux autres, un équipement qui s'installe de plus en plus dans les aéronefs légers, est le *transpondeur*, appareil radar.

Le *transpondeur* réagit à la réception d'un train d'onde structuré émis par l'identification. Le transpondeur présente d'autres caractéristiques très avantageuses. Il autorise des mesures de distance, par mesure des temps entre émission et réception. Principe un peu identique à celui du radar primaire et caractérisé par le même équivalence temps/distance.



Il permet aussi des mesures d'azimuts, en utilisant une antenne directive, la fonction de surveillance étant obtenue par exploration panoramique. Enfin il permet l'information d'altitude de l'aéronef interrogé. Celle-ci provenant d'un altimètre associé et dont le transcodage d'altitude est joint à la réponse d'identification.

Ce système d'identification, donc très performant basé sur le radar secondaire, R.S., est également désigné par le sigle anglo-saxon **S.S.R.** pour "Secondary Surveillance Radar". Un système utilisant les mêmes principes, additionné d'autres fonctions secondaires, est exploité depuis bien plus longtemps (seconde guerre mondiale) pour les besoins militaires, et nommé **I.F.F** pour Identification Friend or Foe.

Un transpondeur est actuellement à l'état de prototype fonctionnel dans les bureaux d'études de la société **REMF-AVIONIQUE**. Il est destiné aux *planeurs, avions d'affaires et de loisirs, ULM* haut de gamme, *montgolfières*, etc... Du fait de son faible encombrement et de sa très basse consommation en état de veille, il en est le complément idéal. Parallèlement, le développement d'un altimètre directement inter-façable à ce transpondeur est en cours et assurera une grande précision d'altitude.

La société **REMF AVIONIQUE** s'est spécialisée dans les systèmes de radios-communications au sol et embarqués.

Cette société a vu le jour dans un *sous-sol-garage* en **1982**, à **Beauzelle (Haute Garonne)**. Sous l'impulsion de son **PDG. M. FOURCADE**. Elle s'est spécialisée dans l'étude et la conception de matériels radio-communications, des matériels plus particulièrement destinés à l'aviation. De l'émetteur-récepteur portable aux systèmes tels que **Central Radio** (nommés **PC-radio**) ou tours de contrôle (fixe ou mobile) **REMF-AVIONIQUE** est aujourd'hui le seul fabricant français d'appareils **VHS-UHF** pour l'aviation légère. Ce créneau a été délaissé par les grosses firmes. **M. FOURCADE** explique «*Les grosses entreprises se désintéressent de ce marché qui est très étroit et n'autorise pas l'amortissement des frais importants de leurs grandes structures*». A l'inverse la taille de **REMF-AVIONIQUE** lui permet d'y accéder pleinement. L'aviation d'affaire, les aéroclubs sont parmi les meilleurs clients de la société, mais pas seulement, puisque de son système de balisage de piste télécommandé fut adopté par **Aéroport de Paris**.

Bénéficiant de plus de *sept homologations* de la Direction Générale de l'Aviation Civile (**DGAC**) **REMF-AVIONIQUE** travaille aussi pour la défense nationale et à l'exportation. Elle fonde de grands espoirs dans ce domaine puisqu'une part de plus en plus importante de sa production est vendue à l'étranger

Si l'avionique reste son domaine de prédilection, **REMF-AVIONIQUE** étudie aussi et fabrique divers autres matériels tels que des casques avec émetteur-récepteur intégré pour les chantiers ou micro **HF** pour l'audiovisuel professionnel.

L'entreprise qui est devenue une SA en 1984, s'est installée dans de nouveaux locaux en 1987. Elle laissait derrière elle, sans émotion particulière, ce *sous-sol-garage* de la maison natale. Son effectif s'est rapidement multiplié.

En tant que donneur d'ordres **REMF-AVIONIQUE** a participé à plusieurs salons aéronautiques internationaux tels que celui du **Bourget** aux salons de la sous-traitance, ainsi qu'au S.i.a.m .et satisfait là, un très grand intérêt dans la rencontre d'autres sociétés et celui du contact direct avec des clients potentiels.

Les produits **REMF-AVIONIQUE**, embarqués et sol, ont fait l'objet de certifications et homologations nationales et internationales. Elle est titulaire des agréments internationaux lui permettant de concevoir - produire - assurer le support pour l'ensemble de son activité dans le domaine de l'avionique et radiocommunications civiles et militaires dans le cadre d'applications embarquées et sol.

De par l'autorité certifiante **JAA** elle a reçu **JAR TSO** pour son activité de conception et **JAR 21G** pour son activité de production. Au sein de l'organisation **OTAN**, **REMF-AVIONIQUE** a reçu le référencement **NATO F7774**, pour son activité militaire. Et enfin, pour l'aviation civile, elle a reçu l'agrément **UEA N°U426** de la part de la **DGAC** qui est équivalent à l'activité maintenance du **JAR 145**. **Guy Viel**

www.avionics-remf.com



Du côté du médecin aéronautique

Aér omed se doit de parler un peu médecine. Les congrès ne sont pas foison en cette fin d'année. Après **Bordeaux** et **Madrid** en octobre, une pause syndicale et festive s'impose. Dans tous les cas , nous ne pouvons courir partout, faut bien travailler et mes confrères ne sont pas légions à m'apporter leur concours, hummmm !!!!

J'ose espérer que quelqu'un me confiera quelques résumés du prochain congrès de *l'Aerospace Medical Association* qui se tiendra à *Anchorage* au début du printemps. Avis aux bonnes volontés.

Nous ferons juste une révision des illusions sensorielles

Aér omed N°4 Janv 2004

Illusions Sensorielles



On distingue classiquement plusieurs types d'illusions sensorielles : elles peuvent être visuelles, non visuelles, auditives.

L'orientation spatiale résulte de l'intégration de données provenant des récepteurs visuels, proprioceptifs céphaliques et somatiques, des récepteurs cutanés et accessoirement des récepteurs auditifs. Ceci permet à un individu de se situer dans l'espace, d'analyser son schéma corporel, d'analyser ses déplacements, les déplacements de l'environnement, de participer au maintien de la posture et de l'équilibre, de réaliser des mouvements simples ou complexes.

L'illusion se définit comme une déformation de la perception, un désaccord entre les données perceptives et les données objectives. La perception faussée de l'objet a une cause qui se situe dans le processus perceptif ce qui la différencie du mirage et de l'hallucination.

Ces illusions sont fondamentales en aéronautique quand elles induisent une évaluation erronée des distances, des objets de l'environnement des mouvements relatifs ou de l'orientation du pilote dans l'espace.

Illusions sensorielles d'origine NON Visuelles

Circonstances de survenue : en absence d'informations visuelles : VSV, vibrations, turbulence, hypoxie ;;; Accélération angulaire, dysbarisme, troubles circulatoires.

Autres possibilités : apparition de situations conflictuelles de type vertige, sensation avant le mal de l'air.

Conflit entre les informations véridiques et inadéquates. Si le sujet à conscience du conflit, normalement, il le résout, mais ceci est également fonction de degré d'éveil. Un excès entraînerait le danger de fascination, de polarisation de l'attention.

Parfois le sujet est réellement trompé : il a foi en sa perception raisonnée et s'il ne vérifie pas systématiquement son tableau de bord, le danger d'accident majeur se fait jour.

1 - Illusions mettant en jeu les récepteurs otolithiques

Otolithes : organes récepteurs de l'appareil vestibulaire (oreille interne) sensibles aux inclinaisons de la tête par rapport au vecteur gravitationnel et sensibles aux accélérations linéaires.

- **Illusions somatograviques** : mettent en jeu les récepteurs cutanés et les propriocepteurs somatiques quand l'accélération est linéaire ou radiale et de longue durée
 - Perte d'aplomb : virage glissé ou dérapé
 - Illusion de cabré et de piqué : accélération ou décélération dirigé dans l'axe de l'avion
 - Illusion de montée
 - Illusion d'inversion (trajectoire courbe et accélération radiale)
 - Illusions dues à l'hypergravité (ressources)

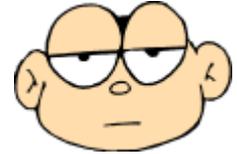
- **Illusions oculograviques** : quand l'accélération se fait en +Gz associée à des turbulences, ceci entraîne un réflexe vestibulo-oculaire des otolithes, tirant le regard vers le bas et donnant une illusion de cabré.



2 - Illusions mettant en jeu les canaux semi-circulaires

Canaux semi-circulaires : ils codent les accélérations angulaires dans les trois plans de l'espace, ne codent pas les rotations à vitesse constante, ont un seuil de sensibilité de 0,5°/s, se situent eux aussi dans l'oreille interne.

- **Illusions d'inclinaison LEANS** : effets de stimulation infraliminaire
 - * manœuvre de roulis infraliminaire-redressement supraliminaire
 - * manœuvre de roulis supraliminaire- redressement infraliminaire
 - * asymétrie de la sensibilité vestibulaire
 - * variation du seuil de perception vestibulaire
- **Illusions somatogyre** : secondaires au fait que, les rotations à vitesse constante, ne sont pas perçues par les canaux semi-circulaires et sont très dangereuses quand les informations visuelles sont perturbées.
 - illusion de roulis à la sortie d'un virage prolongé
 - vrille de la mort
 - spirale de la mort
- **Illusions oculogyres** : dues au réflexe vestibulo-oculaire venant des canaux semi-circulaires (nystagmus permettant la poursuite d'objet fixé pendant la rotation) réflexe adéquat quand le sujet ou la tête tourne vraiment, inadéquat quand c'est l'avion qui tourne.
- **Illusions dues à l'effet de CORIOLIS** : les plus dangereuses, les plus brusques et déstabilisantes. Apparaît au cours d'un virage à vitesse constante associé à une inclinaison brusque de la tête dans un plan perpendiculaire au plan de rotation de l'avion.



La prévention de ces illusions n'existe pas, d'où l'importance de l'entraînement, l'endoctrinement des équipages : donner foi aux informations visuelles, l'entraînement en SIL, l'entraînement en VSV, l'ergonomie du poste de pilotage, le rôle du médecin aéronautique.

Illusions sensorielles d'origine VISUELLES

90% des accidents de désorientation spatiale sont d'origine labyrinthique, les 10% restant sont des erreurs de perception visuelle

- **Illusions autocinétiques** : mouvement apparent d'une source lumineuse isolée, due aux mouvements incessants des globes oculaires incapables de fixer en permanence l'objet fixé sur la fovéa. Les mouvements des globes oculaires produisent des mouvements de la scène visuelle sur la rétine et donc des illusions de déplacement, d'oscillation de la source lumineuse fixée.
- **Erreurs d'inclinaison** : erreurs d'appréciation de l'horizontalité.
- **Confusion de sources lumineuses.**
- **Erreur d'interprétation en approche** : erreur due à la composition du terrain, à la pente du terrain, à la largeur, erreurs sur les distances.



On pourra rajouter les illusions auditives de type **whishearing**, par anticipation procédurale. **S.B.**

L'avion de ROGER

Le « *NORD 3202* » N° 74 F.AZIT

Propriétaire et pilote : Roger NIVOL, Chef Pilote à l'Aéroclub Airbus-France à Toulouse-Lasbordes



L'avion est aux couleurs qu'il avait lors de sa mise en service opérationnelle à Dax. Les damiers ont été ajoutés par le propriétaire en souvenir de **Léon BIANCOTTO**.

Le **N 3202 F.AZIT** a été reconstruit à partir d'une épave rachetée aux domaines et il revole depuis **1995**. Il a effectué **250** heures de vol depuis sa remise en service et participe à divers meeting chaque année.

Impressions du pilote

Le **Nord 3202** est un avion sain aux commandes très homogènes et parfaitement adapté à l'instruction. L'avion souffre cependant d'une sous motorisation. Cette faiblesse apparaît en particulier lors des évolutions verticales en voltige. A titre d'exemple, la vitesse de début d'une boucle est de **260km/h**, un léger buffeting apparaît au sommet car l'énergie se dégrade très rapidement. L'avion est en revanche très agile sur l'axe de roulis et les tonneaux effectués à une vitesse de **230km/h** mettant en exergue l'efficacité des ailerons. Un travail au pied s'avère cependant indispensable pour parvenir à réaliser des figures propres.

Le **Nord 3202** est un avion d'entraînement biplace en tandem construit à la demande de l'aviation légère de l'armée de terre (l'**ALAT**) pour succéder au **Stampe**.

Le premier prototype de cet avion, destiné au pilotage de base avancé et à la voltige, est sorti des usines **Nord-Aviation de Méaulne** en **1954**. Une centaine d'avions ont été construits, étant quasiment tous affectés à l'école de l'**ALAT** à **Dax**. L'avion est remarquable d'aspect extérieur par son train d'atterrissage classique très particulier à roue tirée.

La vie opérationnelle de l'avion a été scindée en deux temps. Cette scission est due à un problème de motorisation et de perte de pales d'hélices.

Une première série d'avion construit de **1954** au début des années **1960** était équipée de moteur **POTEZ** de **240** chevaux avec une hélice **RATIER** bipale à pas fixe. Ces **NORD 3202** ont fait l'objet d'une interruption de mise en service pour permettre de trouver une solution face au problème de rupture de pale d'hélice dont certains avions ont fait l'objet. Au début des années 60, une motorisation plus puissante a été adaptée avec un moteur **POTEZ** de **260** chevaux équipés d'une hélice tripale **HARTZEL** à pas variable. Les problèmes initiaux ont été totalement résolus. L'avion a poursuivi sa vie opérationnelle à **Dax** jusqu'en **1974**, année où il a été retiré du service.

Une patrouille de voltige et de présentation, à laquelle appartenait **Louis PENA**, bien connu du milieu de voltige aérienne, était équipée de trois **Nord 3202**

Léon BIANCOTTO, ancien instructeur **SEFA**, 3 fois champion du monde de voltige aérienne lors des années **50** a utilisé cet avion. Il s'est tué au commandement de son **Nord 3202** lors des championnats du monde de voltige à **Bratislava** en **1960**. Roger Nivol

Le NORD 3202 de ROGER

Poids : 1200 kg

Biplace tandem avec cellule semi-métallique entoîlée

Moteur *POTEZ 4D34* de 260 chevaux avec compresseur

Hélice triple pale *HARTZEL* à pas variable

Vitesse : VNE	350 km/h
Croisière 65%	180 km/h
75%	220 km/h
Attente	150 km/h
vs	100 km/h

Facteur de charge: +9/-6

Alimenté dos

Envergure : 9,50 m

Longueur : 8,20 m

Hauteur : 2,90 m



Consommation : 40 litres/ heure en croisière et 55 litres /heure en voltige

* _*_*_*_*_*_*_*_*_*_*_*_*_*_*_*_**

A screenshot of the boutique.aero website. The page features a navigation bar with icons for home, search, cart, and other functions. The main content area has a large banner for 'boutique.aero' with the text 'Pilotes et futurs pilotes : TOUS VOS PRODUITS AERONAUTIQUES AUX MEILLEURS PRIX'. Below this, it says 'Distributeur officiel JEPPESEN' and 'Commandes en ligne sur www.boutique.aero'. There is also a yellow starburst graphic that says '-5% sur de nombreux livres !'. At the bottom, contact information is provided: 'Magasin à Blagnac', 'Commandes et conseils par téléphone : + 33 (0) 534.605.604', and 'boutique.aero - Aérogare d'Aviation d'Affaires - 31700 BLAGNAC'. The footer includes the phone number '+ 33 (0) 534.605.604', the fax number '+ 33 (0) 534.605.606', and the email address 'contact@boutique.aero'.

Aéromed N°4 Janv 2004