



Ecrits & Aides concernant l'Airbus A320

Sur des écrits de Pierre320

Par Pow87

Sommaire :

Le Sommaire

P.7 Concernant la capture du Glide avant le Loc

P.7 Concernant le Trim

P.8 Concernant le Cost Index

P.9 Concernant les Ailettes Moteur

P.9 Concernant le vol en MCDU

P.10 Concernant le circuit visuel pour une approche ILS

P.13 Concernant les grands angles d'incidence

P.14 Concernant l'utilisation des vitesses managées

P.16 Concernant les contraintes

P.17 Concernant l'utilisation des manettes de poussée au décollage

P.19 Concernant la température FLX

P.19 Concernant le trim

P.20 Concernant l'utilisation des phares

P.22 Concernant les masses Maxi

P.23 Concernant les volets FULL

P.23 Concernant les AutoBrakes

P.24 Concernant le bouton Mode-Sel X-FEED

P.25 Concernant les limitations de l'enveloppe de vol, et la Vertical Speed

P.25 Concernant le vario cabine de la pressurisation

P.26 Concernant les différences entre EPR et N1

P.27 Concernant le pilote automatique

P.28 Concernant le mode TRK/FPA

P.29 Concernant le fonctionnement de l'ATHR

P.31 Concernant l'utilisation du MCDU

P.32 Concernant le fonctionnement du vario

P.32 Concernant le choix automatique/manuel en fonction de la météo

P.33 Concernant l'APU

P.34 Concernant les Breakers

P.35 Concernant la RAT

P.36 Concernant le déploiement des volets au sol

P.36 Parenthèse sur l'A320

P.37 Concernant l'interception du LOC

P.38 Petite blague pour se changer les idées

P.38 Concernant les Packs

P.39 Concernant le pilotage sans auto-trim

P.39 Concernant les différences A320-100/A320-200

P.40 Concernant le PTU

P.41 Concernant les valeurs approchées en montée initiale

P.41 Concernant les atterrissages anormaux

P.44 Concernant les lingettes nettoyantes

P.44 Concernant le bruit de sifflement en montée initiale

P.44 Parenthèse sur les démonstrations de sûreté

P.45 Concernant le No Smoking

P.46 Concernant les cycles AIRACS

[P.48 Concernant les centrales inertielles](#)

[P.48 Concernant les calculateurs](#)

[P.50 Concernant le décollage](#)

[P.51 Concernant le déploiement des reverses](#)

[P.51 Concernant le freinage au pied](#)

[P.52 Concernant le WindShear](#)

[P.52 Concernant les alarmes TCAS](#)

[P.53 Parenthèse sur l'autoland](#)

[P.53 Concernant le FD](#)

[P.55 Concernant le calcul du vent par l'avion](#)

[P.57 Concernant Green Dot et VLS](#)

[P.58 Concernant le contrôle de la roulette avant](#)

[P.59 Concernant les modifications de l'ergonomie du 320](#)

[P.60 Concernant l'effacement des paramètres FCU au toucher des roues](#)

[P.61 Concernant la bille](#)

[P.61 Concernant le mini-manche](#)

[P.62 Concernant les alarmes GPWS](#)

[P.63 Parenthèse sur les Spoilers](#)

[P.63 Concernant le FMS](#)

[P.64 Concernant les reverses](#)

[P.65 Concernant les essais moteurs](#)

[P.65 Concernant l'hydraulique](#)

P.66 Annexe personnelle à la rubrique Hydraulique

P.67 Concernant les pinnules

P.68 Concernant l'ISIS

P.68 Concernant les turbulences

P.69 Un peu d'humour

P.70 Concernant le VHL

P.72 Concernant les FAC

P.73 Concernant l'allumage continu des moteurs

P.73 Concernant l'absence du mode VOR

P.74 Concernant l'augmentation de la Vapp par conditions turbulentes

P.76 Parenthèse sur le WindShear

P.76 Concernant l'affichage Engine Out sur le MCDU

P.77 Concernant le traitement d'une panne moteur

P.77 Concernant les freins (écrit par Degseth)

P.79 Concernant le système d'orientation des roues (écrit par Degseth)

P.80 Concernant le calcul de vitesses au décollage

P.81 Concernant le FADEC

P.82 Concernant la pré pressurisation

-Concernant la capture du Glide avant le Loc :

Il est techniquement possible d'intercepter le GS avant le LOC.

Le A320 n'acceptera de capturer le GLIDE que si le LOC remplit certaines conditions (réception d'un signal valide, déviation inférieure à deux points LOC etc.

Même si cela est possible techniquement, **on ne le fait pas**, car c'est contraire aux règles de pilotage de base IFR.

En effet, un point capital dans l'élaboration des procédures d'approche aux instruments est le respect des volumes de protection.



Ainsi, en tout point d'une trajectoire, on doit avoir une marge de survol du relief (qu'on appelle MFO, Marge de Franchissement d'Obstacle) qui dépend du type de trajectoire sur lequel on se trouve.

Sur l'axe d'approche finale, cette MFO diminue petit à petit au cours de la descente pour atteindre 0 sur la piste.

La procédure nous assure que sur l'axe d'approche finale, la diminution progressive de MFO est compatible avec le relief survolé. Sur l'axe et uniquement sur l'axe.

Descendre le long du GLIDE alors qu'on n'est pas aligné sur le LOC revient à diminuer sa marge de franchissement des obstacles alors qu'on n'est pas sûr des obstacles qu'on survole.

Si on appuie directement sur le bouton "APPR", on arme les modes LOC et G/S qui apparaissent en bleu.

Par contre, même si on est plus proche du Glide que du LOC, le mode G/S* d'acquisition du Glide refusera de s'engager tant que le mode d'acquisition du loc LOC* ne sera pas engagé.

Donc les deux modes vont s'engager au même moment, la condition LOC* permettant au mode G/S* de s'activer.

Si on était tellement près du Glide qu'on l'a dépassé avant d'être en LOC*, le mode G/S ne s'engagera jamais, et l'avion restera en ALT à l'altitude d'interception avec le G/S* engagé, en train de calculer une interception de plan qui n'aura jamais lieu (il y a alors une méthode d'utilisation des modes pour lui faire faire un rattrapage du Glide "par le dessus").

-Concernant le Trim :

Sur l'A320, le trim est réglé manuellement avant le décollage, en fonction de la valeur du centrage décollage (cet avion décolle avec les gouvernes fonctionnant de façon tout à fait classique).

Ce ne sera que 5 secondes après l'envol que les gouvernes vont se reconfigurer et que l'autotrim va entrer en action.

La position du trim de profondeur dépend du centrage de l'avion.

Donc il faut faire une feuille de masse et centrage avant chaque vol.

Eventuellement, cette feuille pourra être remplacée par un logiciel certifié qui donne les valeurs de centrage sans carburant, centrage décollage, et qui s'assure que le centrage va rester dans les limites certifiées tout au long du vol.

-Concernant le Cost Index :

Le Cost index est un rapport qui correspond au coût de l'heure de vol divisé par le prix du pétrole.

Si le pétrole est très cher et l'heure de vol avion peu chère (cas, par exemple, d'Easy Jet), le Cost index est faible.

A la limite, il peut valoir zéro.

Avec un cost index zéro, le FMS détermine une vitesse qui est... bien évidemment la vitesse de maxi range (MR), associée au niveau de vol qui est... bien évidemment le Fl opti en fonction de la masse, de la température, de l'altitude de la tropopause, etc.

Si le pétrole est peu cher et l'heure de vol très chère (cas d'Air France il y a plusieurs années), le cost index sera élevé.

A la limite, il vaudra 999.

Avec un cost index 999, la vitesse déterminée par le FMS sera évidemment la vitesse maximale avion (avec quelques noeuds de marge, quand même), et l'altitude associée sera bien évidemment l'altitude de conjonction (dépendant donc de la vitesse et de la température).

On voit bien que dans un cas, l'avion vole à sa vitesse la plus économique (en termes de rayon spécifique) et à l'altitude la plus économique, dans l'autre cas l'avion vole au taquet à l'altitude où sa TAS sera la plus élevée.

Des valeurs intermédiaires entre ces deux extrêmes vont permettre de se déplacer linéairement sur ces deux courbes.



Pour les Airbus, la variation du cost index de 0 à 100 va faire varier la vitesse du maxi range vers la vitesse max, et un cost index supérieur à 100 va commencer à faire diminuer le niveau de vol pour aller de l'opti vers la conjonction.

Et comme le prix du carburant s'exprime en bolos par kilo, le prix de l'heure de vol s'exprime en bolos par minute, bien évidemment le cost index s'exprime en kg/min.

Chaque exploitant définit, en fonction de ses caractéristiques, le Cost Index qu'il veut utiliser pour faire voler ses avions.

-Concernant les Ailettes Moteur :

Elles servent à guider les filets d'air dans la zone très perturbée entre les carénages moteurs, l'implanture d'aile et le mât réacteur.

Ce faisant, l'écoulement de l'air en amont du réacteur est plus fluide, et cela améliore le fonctionnement de l'entrée d'air moteur.

Donc augmentation des marges par rapport au pompage, entre autres.

L'A318 a même des petits ailerons sous le ventre de l'avion au niveau du train avant, ceci afin de guider l'écoulement des filets d'air pendant la manoeuvre de train à incidence élevée, et de ne pas perturber l'écoulement de l'air autour des prises statiques et des sondes d'incidence, pas très loin au-dessus, ce qui amènerait des fausses indications anémométriques.

-Concernant le vol en MCDU :

Le vol dans le MCDU est composé de plusieurs phases. On les retrouve dans les pages PERF : TAKE OFF, CLIMB, CRUISE, DESCENT, APPROACH, et GO AROUND.

Lors du déroulement du vol, le FMGC passe automatiquement d'une phase à l'autre (en principe, aux débuts de l'avion, ça marchait quand ça avait le temps...).

Au parking, avant le vol, la phase est TAKE OFF, mais elle n'est pas encore active.

Elle devient active lorsqu'on positionne les manettes de puissance dans le cran FLEX (si on a inséré une température fictive) ou TOGA.

Elle est active jusqu'à l'altitude d'accélération. Là, elle est automatiquement remplacée par la phase CLIMB.

Laquelle phase CLIMB perdure jusqu'au maintien de l'altitude de croisière inséré en page INIT ou réactualisé en page PROG.

A ce moment là, c'est la phase CRUISE qui s'engage.

Si on est à moins de 160 Nm du terrain de destination et qu'on quitte le niveau de croisière pour un niveau inférieur, alors la phase DESCENT devient la phase active.

La phase DESCENT est active jusqu'à un de ces trois évènements :

- Sortie des becs,
- Activation manuelle de la phase APPROACH via le MCDU,
- Survol du point DECEL.

La phase APPROACH reste active jusqu'au premier de ces évènements :

- Atterrissage (en fait, quinze secondes après le toucher du train principal), où elle est remplacée par la phase TAKE OFF du vol suivant, avec aucun paramètre inséré dedans.
- Positionnement des manettes dans le cran TOGA, qui active alors la phase GO AROUND.

➡ Bien sûr, l'intérêt de ces différentes phases est de présenter en mode managé une vitesse économique cohérente, qui dépend de la masse avion, de l'altitude de croisière, du vent, et du Cost Index.

Le fait qu'à tout moment on puisse activer manuellement la phase APPROACH est important : après décollage, on a besoin de se reposer rapidement, on insère les paramètres de la piste sur laquelle on va se poser et on active la phase APPROACH, qui devient active sans passer par les phases CRUISE et DESCENT. De même, après une remise de gaz, on reprépare rapidement une nouvelle approche en activant manuellement la phase APPROACH.

Le bouton APPR du FCU n'a absolument rien à voir avec tout ça.

C'est un bouton de commande de trajectoire, qui agit sur les modes AP-FD.

Sur un autre avion, ce bouton s'appellerait "GS", puisqu'il commande l'armement des modes LOC + GLIDE (alors que le bouton LOC n'active l'armement que du mode LOC, on arme d'abord le LOC, qu'on capture et suit si c'est le bon, puis le GLIDE, qu'on capture et suit si c'est le bon).

➡ Mais en plus, ce bouton sert lors d'approches classiques managées.

L'appui sur ce bouton APPR lors du palier d'interception d'une approche classique managé a pour effet d'engager le mode APPR NAV, et d'armer le mode FINAL.

Lors du passage du FAF, le mode FINAL s'engage, et l'avion est guidé sur la trajectoire FMS correspondant à la trajectoire de l'approche classique, avec tous les avantages mais aussi tous les pièges que cela comporte.

Donc il a été trouvé plus judicieux pour Airbus de nommer ce bouton "APPR", mais ça n'a rien à voir avec la phase APPROACH.

-Concernant le circuit visuel pour une approche ILS :

Le FD indique une tendance (les traits du FD, en français, on appelle ça des "barres de tendance").

C'est à dire qu'il t'indique comment effectuer la correction de pilotage pour revenir sur le Glide, et le conserver.

En gros, l'indication du FD par rapport au Glide, c'est la dérivée dans le temps de l'écart glide pondérée par les taux d'amortissement de la chaîne de pilotage (contre-réaction des asservissements commande de vol sur l'axe considéré).



En très gros, le FD te permet de faire un pilotage extrêmement précis, la visualisation du Glide te permet de faire un pilotage juste.

Si tu regardes les deux, tu es juste et précis, tu es sur la voie de la sagesse pour le pilotage aux instruments.

Si tu ne veux en regarder qu'un seul des deux, alors vire le FD et ne pilote qu'avec le Glide. Et les calculs de correction de trajectoire, tu les fais toi-même au lieu de demander au FD de les faire à ta place.

Attention, ne regarder que le FD sans regarder les paramètres primaires qui sont derrière, c'est rentrer dans la montagne avec la sérénité du mec qui croit parfaitement être là où il n'est pas.

Les instruments d'avion (surtout le PFD, ou ADI, ou Horizon, cela dépend comment on veut l'appeler) ont systématiquement le bon goût de présenter les informations par couches successives, des plus basiques aux plus évoluées.

Un peu comme si on avait des calques avec un logiciel de retouche photo.

Le fond de l'écran, l'image de base, c'est la boule de l'horizon.

Là, on y lit les paramètres les plus primaires qui soient : l'assiette, l'inclinaison et le dérapage (la bille).

Puis, sur le PFD, la couche au dessus, avec des informations déjà plus élaborées : la vitesse, le cap, l'altitude, le vario.

Si on veut modifier un de ces paramètres, les yeux vont sur le calque inférieur, sur l'horizon artificiel, on modifie l'assiette ou l'inclinaison, et on revient voir sur le calque supérieur si le paramètre qu'on voulait modifier évolue dans le bon sens et de la bonne valeur.

Quand on veut stopper la correction, les yeux vont à nouveau sur le calque inférieur voir l'horizon artificiel, on reprend les valeurs qu'on avait avant, ou d'autres si il a fallu faire des corrections, et on revient sur le calque supérieur voir si le paramètre est stabilisé à la bonne valeur.

Et on fait ça plusieurs fois par seconde, pour tous les paramètres présentés.

Il y a encore une couche superposée : la navigation. Ce sera l'indication des écarts LOC et GLIDE (pour rester sur l'unique PFD, le principe est le même avec les indications ADF et VOR, mais là en plus il faut jongler sur plusieurs instruments simultanément).

On corrige des écarts ILS en corrigeant les paramètres basiques (la couche en dessous, cap, vitesse, vario, etc), eux même corrigés en modifiant les paramètres primaires (assiette, inclinaison et dérapage).

Exemple : je fais une approche ILS, je me trouve légèrement haut et à droite.

Ca, c'est ce que je vois sur la couche supérieure, les indications ILS.

Je dois faire des corrections. Ces corrections, quelles sont elles ?

Je dois aller à gauche, et augmenter mon taux de descente.

Oui, mais de combien ?

Les yeux passent sur le calque inférieur.

Je vois mon cap, ma vitesse, mon vario, mon altitude.

Mon cap : j'étais à droite de l'axe, mais l'écart ne bougeait pas. Donc j'avais un cap correct pour tenir l'axe. Je vais aller légèrement à gauche, allez, deux degrés vers la gauche.

Mon taux de descente : quelle est ma vitesse ? Le vario que j'ai me fait-il garder la pente ? Oui, donc j'ai un bon vario moyen, mais je dois faire une correction en l'augmentant légèrement.

De combien ? Allez, de 200 ft/min.

Maintenant que l'ai élaboré mes corrections, il faut les faire.

Les yeux passent sur la couche inférieure, l'horizon artificiel.

Pour aller à gauche, je dois incliner vers la gauche, ou ne plus incliner vers la droite, ou corriger mon dérapage.

Pour augmenter le vario en descente, je dois diminuer mon assiette.

C'est sur ces paramètres que j'agis (l'avion, lui, ne connaît que l'assiette et l'inclinaison, le reste, il s'en tape !

Quand j'ai fait ma correction, mes yeux font le chemin inverse.

On remonte d'une couche.

La modification d'assiette a-t-elle le bon effet sur le vario ?

La modification d'inclinaison a-t-elle le bon effet sur le cap ?

Et les yeux remontent encore d'une couche.

La modification de vario a-t-elle le bon effet sur le Glide ?

La modification de cap a-t-elle le bon effet sur le LOC ?

Et cela de façon incessante plusieurs fois par seconde.

N'oublie pas, évidemment, la gestion de la puissance moteur, la prise en compte des effets extérieurs (vent, etc).

Plus la gestion des circuits avion (antigivrage, radar météo, EGPWS, etc).

Plus la gestion des communications radio.

Plus la gestion de l'équipage multipilote (répartition des tâches, annonces techniques).

Plus la gestion de l'équipage commercial et du reste de la cabine.

Plus un peu de disponibilité pour être prêt à faire face à un imprévu.

Plus un peu de disponibilité pour continuer à causer de tout et de rien avec le coéquipier.

Quand on arrive à faire tout ça en même temps, c'est à dire gérer du plus futile au plus important, toujours en se recentrant sur les paramètres fondamentaux qui sont une assiette, une inclinaison et une vitesse (elle même gérée au second degré par la traduction d'une puissance moteur, ou par la gestion d'une énergie totale en descente), on approche le droit d'être présenté à l'examen de la qualification de vol aux instruments (IR).

Pour l'instant, il n'est pas encore question de FD.

Le FD, c'est un instrument très paradoxal et potentiellement dangereux.

Car c'est un instrument super évolué (le plus évolué de tous), qui donne des indications de tendances de pilotage calculées par un système super puissant, qui apparaît donc sur la couche la plus élevée de l'instrument.

Y a qu'à regarder sur le PFD : **les barres du FD sont au dessus de tout le reste, elles effacent le reste quand elles passent devant.**

Or qu'indiquent ces barres ? Rien de plus qu'une assiette et une inclinaison à prendre !

C'est à dire que ces indications évoluées, sur la couche la plus supérieure, se rapportent uniquement aux paramètres primaires assiette-inclinaison, c'est à dire la couche la plus inférieure.

Là, il y a un réel effort mental à faire, pour se forcer à associer les deux types d'indication.

Regarder le FD et le Glide sans passer par les couches intermédiaires, assiette, vario, vitesse, puis glide, c'est dangereux.

Au mieux, ça conduit à mal piloter, être dans le zig quand l'avion est dans le zag.

Au pire, ça conduit à ne plus voir les paramètres primaires, à aller aux grands angles, ou en survitesse, aux grandes inclinaisons, au décrochage, à percuter la planète ou à infliger des efforts structuraux inadmissibles.

La génération d'avions Glass-Cockpit a amené avec elle cette difficulté supplémentaire de pilotage :

Toutes les informations sont représentées sur un même plan, sans parallaxe.

C'est plus précis, mais ça demande au pilote de faire l'effort mental de reconstruction de cette hiérarchie des paramètres (paramètres primaire, assiette-inclinaison, paramètres basiques, cap-vitesse-vario-altitude-vitesse, paramètres évolués, loc-glide, paramètre de tendance, barres FD).

Avec les vieux instruments à aiguilles, cette hiérarchie est naturellement aidée par la présentation même des informations, sur plusieurs plans.

-Concernant les grands angles d'incidence :

Nous supposons que nous avons mis les moteurs au ralenti, pour décélérer.

Quand l'avion ralentit l'incidence augmente.

Quand l'incidence atteint la valeur de 13° (c'est le début de la zone orangée et noire sur le ruban de vitesse), les commandes de vol activent une protection appelée "**Alpha Prot**".

A partir de ce moment, il y a débrayage du pilote automatique s'il était engagé, et activation de ce qu'Airbus appelle la "stabilité positive" : si on ne touche pas au manche, l'avion se met doucement en descente, en maintenant cette valeur d'incidence alpha prot.

Si on pousse sur le manche, l'avion augmente son taux de descente (par diminution du facteur de charge, car en fait c'est ça qu'on commande), l'incidence diminue et la vitesse réaugmente.

Si on tire sur le manche, alors qu'on est à alpha prot, l'incidence va continuer à augmenter.

Jusqu'à la valeur de 17° , qui est appelée "**Alpha Max**".

C'est le début du ruban rouge et noir sur l'échelle de vitesse.

Quand on est à alpha max, même si on maintient le manche tiré à fond, l'avion continue à descendre gentiment en maintenant cette valeur d'incidence alpha max.

Il est encore pilotable en roulis et en lacet, par contre en tangage on ne peut le faire aller que vers le bas afin de lui faire reprendre de la vitesse.

C'est pour cela qu'Airbus dit que ces avions ne décrochent pas : on ne peut pas perdre le contrôle de l'avion, qui refuse d'aller au-delà d'une certaine incidence. Pour info, il maintient cette incidence maximale de 17°, mais le décrochage réel, aérodynamique, aurait lieu aux alentours de 20 à 21° (profil supercritique).

Il y a donc de la marge.

Ca, c'est pour les commandes de vol.

Il y a une protection ATHR qui vient s'ajouter à cela, qui n'a rien à voir avec les commandes de vol.

Il y a tout d'abord une alarme faible énergie. Si l'énergie de l'avion devient inférieure à un seuil au dessous duquel la poussée doit être augmentée afin de reprendre une pente positive à l'aide de la commande de profondeur, l'alarme "**Speed Speed Speed**" se déclenche et est répétée toutes les 5 secondes.

Ceci est généré par les FAC (Flight Augmentation Computer).

Si malgré tout il n'y a pas augmentation de la poussée, alors les FAC reprennent l'autorité quand l'incidence atteint 15°, et envoient un ordre à l'ATHR.

C'est l'activation du mode "**Alpha Floor**".

Il y a automatiquement mise en puissance des moteurs à la poussée TOGA, et ceci quelle que soit la position des manettes de gaz.

Tant que les conditions d'activation de l'Alpha Floor sont présentes (incidence supérieure à 13°), le message "Alpha Floor" est affiché au PFD.

Lorsque l'incidence diminue, les moteurs restent à la poussée TOGA et le message "**TOGA LK**" (pour TOGA Lock) s'affiche. Il faut alors une intervention manuelle pour sortir de ce mode, en coupant l'ATHR, les moteurs se mettent alors à nouveau à répondre aux manettes de poussée (et on peut bien évidemment réengager l'ATHR si on veut).

-Concernant l'utilisation des vitesses managées :

Au cours d'un vol, les vitesses "managées" sont :

Décollage et montée initiale : **V2+10, par le biais du "SRS"**.

A partir de l'altitude "acc alt" entrée en page PERF TAKE OFF, la vitesse managée est la vitesse de limitation de vitesse (**SPD LIMIT**, accessible en révision verticale au premier point de page FPLN, par défaut c'est 250/100, pour dire que la vitesse est limitée à 250 kt sous le F1100).

Ensuite, une fois l'altitude ou le niveau de limitation de vitesse franchi, la vitesse cible est la **vitesse optimale**.

Celle-ci dépend de la masse, du vent, du niveau de croisière, du cost index, etc.

Il y a une vitesse optimale de montée, une vitesse optimale de croisière, une vitesse optimale de descente. Elles sont visibles sur les pages **PERF**.

Eventuellement, si des contraintes de vitesse sont associées à des waypoints, la vitesse cible est la vitesse de contrainte, jusqu'à ce que le waypoint soit passé.

En descente, la vitesse cible est la vitesse optimale, jusqu'à ce qu'il y ait une limitation de vitesse. Là aussi, si des contraintes de vitesse sont associées à des waypoints, la vitesse cible est la vitesse de contrainte.

La décélération est anticipée de façon à ce que la vitesse à la contrainte soit effectivement acquise (le PSS, comme le vrai, décélère beaucoup trop tôt).

La limitation de vitesse à l'arrivée est par défaut également de 250 kt sous le Fl 100.

Puis la vitesse cible part brusquement à la valeur de la vitesse d'approche.

Pour cela, il faut soit activer manuellement la phase approche dans le MCDU (Activate APPR Phase, confirm APPR Phase), soit survoler le point "DECEL" (le D entouré d'un rond sur le ND).

La vitesse cible est la VApp, mais l'avion maintient la vitesse mini d'évolution en fonction de la configuration.

En lisse, c'est donc Green Dot.

On sort les volets à 1, la vitesse va vers S.

On sort les volets à 2, la vitesse va vers F.

Volets 3, idem.

Volets Full, la vitesse va vers VApp.

Ce n'est pas très "aéronautique", comme façon de faire.

Cela suit un schéma de vol idéal d'Airbus, correspondant à un avion seul dans le circuit d'aérodrome, qui fait une longue finale et qui serait totalement libre de ses vitesses.



Donc dans la pratique, on a besoin d'avoir une influence sur la vitesse.

On passe donc en vitesse sélectionnée.

On tire sur le sélecteur de vitesse, et la valeur apparaît.

L'index de vitesse violet est remplacé par un index bleu, maintenant la vitesse suivie est celle qu'on sélectionne manuellement, par le biais du bouton de sélection de vitesse.

En général, **on sélectionne la vitesse aux alentours du Fl140 ou 130, en descente.**

Ainsi la décélération vers 250 kt se fera uniquement aux ordres du pilote (c'est l'humain qui dirige la manoeuvre, pas l'automatisme, règle de base !).

Il suffit juste de cliquer avec le bouton droit sur le sélecteur de vitesse, la vitesse instantanée apparaît et est maintenue.

En approchant du Fl100 (ou du niveau de limitation de vitesse, par exemple en Espagne, c'est le Fl120), on sélectionne la vitesse de limitation (250 kt ou autre selon le pays, par exemple 270 kt en CEI).

Quand on quitte un niveau de vol pour une altitude, on active la phase approche. Cela n'a aucune influence sur la vitesse réelle, puisqu'elle est sélectionnée.

Si on le fait à ce moment là, c'est pour ne pas oublier de le faire (c'est également le moment où on fait la check-list approche).

Quand on veut poursuivre la décélération (à environ 5 Nm du plan de descente finale si on est en palier), on sélectionne **Green Dot**.

Volets 1, on sélectionne S.

Volets 2, on sélectionne F+20 (la vitesse d'évolution n'est pas F mais F+20, c'est un bug d'airbus qui a dû ne plus se rappeler ce jour là que l'on doit être en mesure d'incliner à 30° !)

Volets 3, on sélectionne F si on est en ligne droite, F+10 si on doit incliner à 30° (même remarque que précédemment).

Volets Full, on appuie sur le bouton de sélection de vitesse pour repasser en vitesse managée, il va nous donner la VApp corrigée du vent réel, assurant ainsi la protection GS mini.

➡ Sur cet avion, même en tout automatique, même si on veut faire un autoland, il y a un moment où on doit passer par la vitesse sélectionnée.

-Concernant les contraintes :

Pour que le profil de vol suivi respecte ces contraintes, il faut et il suffit d'être dans un mode de montée ou de descente "managée". C'est le mode "**CLB**" en montée, et le mode "**DES**" en descente.

Attention, pour que ces modes soient possibles, il faut obligatoirement que dans le plan horizontal on soit en mode "**NAV**".

En effet, il est pour Airbus illogique de respecter des contraintes associées à des points si on ne passe pas à ces points. C'est bien dommage car les contrôleurs anglais, par exemple, adorent faire tracer dans la nature mais imposent des contraintes "par le travers" (abeam en anglais) des points qu'on ne survole pas.

➡ Depuis l'arrivée de nouveaux FMGC sur les A320, on peut garder les travers de waypoints et donc y associer des contraintes, qui seront respectées dans ce cas.

Si on quitte le mode "NAV", par exemple pour passer en "**HDG**", alors le mode "CLB" ou "DES" se dégage automatiquement, et est remplacé par le mode "**OP CLB**" en montée et "**V/S**" en descente, c'est à dire les modes les plus basiques qui soient, maintien de la vitesse instantanée en montée (en s'affranchissant des contraintes), et maintien du vario instantané en descente, en s'affranchissant également des contraintes.

Sur le PFD, on voit une différence s'il y a une contrainte ou non.

Imaginons que nous sommes en descente vers le F1100, et qu'il y a sur notre chemin un point avec une contrainte au F1140.

➡ Si on affiche 10 000 dans la fenêtre du FCU et qu'on passe en mode "DES", on va voir que la cible d'altitude est F1140, écrit en **magenta**. Cela veut dire que bien que nous demandions une descente vers le F1100, l'avion descend vers le F1140, jusqu'au waypoint qui fait la contrainte, puis reprend sa descente vers le F1100.

Ce genre de comportement de l'avion est bien sûr totalement inacceptable.

Cet affichage est donc à proscrire.

Ainsi, dans ce cas, on passera en "OP DES", c'est à dire qu'on descendra au F1100 (F1100 est alors écrit en bleu au PFD), et il n'y a pas d'arrêt au F1140.

Cela correspond tout à fait à la logique du **contrôle aérien en Europe** : ou bien nous sommes autorisés à descendre au F1100, et cela sous entend qu'il n'y a pas besoin de respecter la contrainte, ou bien le contrôle souhaite que nous respections la contrainte, et dans ce cas il ne nous claire que vers le F1140.

Sur le **continent nord-américain**, c'est un peu différent, puisqu'il existe les "Profile descent", qui sont des descentes commencées depuis le niveau de croisière jusqu'à une altitude faible (en général l'IAF, point de début de procédure), et la clairance d'altitude est immédiatement l'altitude finale, cependant cette "profile descent" sous entend que les contraintes et paliers intermédiaires seront respectés.

Alors c'est à chaque exploitant d'avoir une politique claire de gestion des contraintes.

Il est juste à noter que les modes de montée ou descente managée, forcément associés au mode "NAV", ne sont pas incompatibles avec une vitesse sélectionnée.

➡ Par contre, il faudra faire attention au fait que le FMGC calcule son profil de montée ou de descente avec sa vitesse économique, et donc ceci pourra être faussé si on utilise une autre vitesse.

On aura donc intérêt à faire varier la vitesse **en jouant sur le Cost Index**, ce qui aura comme conséquence de donner la vitesse que l'on souhaite, tout en forçant le FMGC à calculer ses pentes avec cette vitesse.

-Concernant l'utilisation des manettes de poussée au décollage :

Ces manettes sont bien plus que des poignées d'accélérateur, ce sont aussi des commandes d'engagement de modes A/THR.

L'A/THR est elle-même bien plus qu'une simple automanette, c'est une gestion complète de la poussée avec des modes de protection et de réversion.

➡ Ces manettes de gaz comprennent donc un secteur libre, proportionnel, où l'on peut ajuster manuellement le N1 (ou l'EPR sur les moteurs V2500).

Le minimum de cette commande est le ralenti (sol, vol ou approche, cela dépend de la phase de vol), le maximum de cette commande est la poussée "**Climb**".

Si on veut aller au-delà de cette puissance "**Climb**", on ne va pas le faire directement, mais au travers de modes **A/THR**.

Si l'on avance les manettes, à la fin du secteur proportionnel on arrive à un cran. La poussée est à la valeur "**Climb**".

Si on continue à avancer les manettes, on va les sortir de ce cran, et on va trouver un nouveau cran, correspondant à une poussée plus importante.

➡ **Ce cran affecte en fait deux poussées** : si on est au sol et qu'on a inséré une température fictive en page PERF TAKE OFF, alors ce cran **arme l'A/THR** et demande aux moteurs la poussée correspondant au maximum de puissance à la température fictive, c'est à dire la puissance de décollage à poussée réduite.

C'est la position "**FLEX**" (flexible take off, décollage à poussée réduite pour les anglophones).

Si on est en vol, il n'y a plus de notion de décollage, puisqu'on a déjà décollé..., aussi ce cran correspond à la poussée maximale continue que peut fournir le moteur avec les conditions actuelles (température, pression, etc).

C'est la position "**MCT**", pour "Maximum Continu" (ajouter "ous" pour faire british).

Comme c'est le même cran qui va activer une puissance ou l'autre en fonction des conditions, il s'appelle "**FLEX/MCT**".

➡ Si on avance encore les manettes de gaz, on va les sortir du cran "**FLEX/MCT**", et on va rencontrer un nouveau cran. Celui-ci demande aux moteurs la puissance maximale qu'ils peuvent fournir (en tenant compte des conditions de température et de pression).

Airbus aurait dû l'appeler "A FOND" ou "A DONF", ça aurait été rigolo.

Mais bon, ce sont des gens sérieux, avec des costumes et des cravates, alors ils lui ont donné un nom sérieux. Comme c'est la puissance qu'on va demander aux moteurs en cas de décollage à pleine puissance, ou en cas de remise de gaz, ils l'ont appelé "**TOGA**", pour "Take Off and Go Around".

Une fois qu'on a la poussée de décollage, on la garde jusqu'à l'altitude de réduction de poussée, insérée en page PERF TAKE OFF.

On a vu au décollage (prenons le cas d'un décollage à pleine poussée) que les modes engagés sont :

"MAN TOGA", "SRS", "RWY", et "ATHR" est apparu en bleu.

Cela veut dire "MAN TOGA", poussée TOGA, que seule une action manuelle sur les manettes de poussée pourra changer (c'est ce que veut dire le "MAN").

"SRS", mode vertical de guidage de l'avion en "Speed Reference System", c'est à dire maintien au minimum de V_2+10 sur 2 moteurs, de V_2 ou de la vitesse instantanée en cas de panne moteur.

"RWY", lorsqu'il y a un loc en bout de piste, c'est un guidage latéral sur l'axe du LOC (qui préfigure ce que sera peut-être un décollage en pilote automatique, pour l'instant ça n'est pas possible).

"ATHR" en bleu, veut dire "ATHR armée, mais non active".

➡ A l'altitude de réduction de poussée, il y a un message qui clignote dans la première colonne. c'est "**LVR CLB**".

Cela veut dire, en clair "Mon chou, s'il te plait, veux tu bien positionner les manettes de poussée (leviers) dans la position Climb, afin que je te donne la puissance correspondante, étant donné que je suis bloqué à TOGA avec les manettes dans le cran TOGA".

Bon, Airbus a trouvé que "LVR CLB", c'est moins long à écrire (mais beaucoup moins convivial également).

On déplace les manettes vers l'arrière.

On est dans le cran **Flex/MCT**, il tirer encore un peu les manettes.

On est dans le cran **Climb**.

Et là, le mode devient "**THR CLB**", pour "THRUST CLIMB", et dans la colonne de droite le message "**ATHR**" est passé en blanc.

Ce qui veut dire "ATHR active", donc l'ATHR, commandée par le FMGC, pourra faire varier la poussée, quand d'autres modes s'engageront (SPEED ou MACH, par exemple).

La poussée pourra être commandée par l'ATHR entre le ralenti et la poussée CLIMB.

Donc les manettes resteront dans le cran CLB jusqu'à ce qu'on décide de se passer de l'ATHR et de prendre le contrôle manuel de la puissance moteur.

-Concernant la température FLX :

Elle est déduite à partir des courbes et tableaux de performances fournis par les constructeurs de l'avion et des moteurs.

En général les services techniques des compagnies aériennes ont fait une synthèse de ces courbes pour fournir des tableaux directement utilisables, qui donnent en fonction de la piste et des conditions extérieures, soit la masse maximale décollable et les vitesses associées, soit, si la masse réelle est inférieure à cette masse maximale, la température fictive et les conditions associées.



Maintenant, chez bien des exploitants, c'est une application informatique qui fait ce calcul et présente les résultats.

Il est à noter que **cela dépend du QFU utilisé**, qu'il faut donc une base de donnée avec les particularités de chaque piste (longueur, pente, altitude, mais aussi obstacles, particularités de la trouée d'envol, etc).

-Concernant le trim :

L'A320 a un trim de profondeur, comme tout avion de géométrie classique.

En effet, l'équilibre longitudinal à long terme est effectué par un plan horizontal réglable, ce qui, en attendant de futures évolutions de commandes de vol, est ce qu'on fait de "moins pire" en termes de traînée (mais faire de la portance sur une aile pour tout de suite la gâcher en déportance sur un empennage horizontal... bonjour le rendement !).

Bref, l'A320 a un trim tout à fait classique.

Là où ça diffère un peu, c'est que le trim est commandé, en plus de sa commande manuelle normale, par des calculateurs de commandes de vol qui viennent en permanence aligner le trim avec les gouvernes de profondeur, pour deux raisons.

➡ Un, **assurer un équilibre permanent**. En effet, cet avion a un centrage relativement arrière, il est donc du point de vue stabilité longitudinale un peu plus "pointu" que les autres avions de même taille. Il est donc bon, pour le certificateur, que le trim se trouve en permanence proche de la position d'équilibre.

➡ Deux, **diminuer la traînée de l'empennage** en réalisant en permanence un équilibre correct au trim, donc en réduisant la déflexion des gouvernes de profondeur.

Donc en vol, même en pilotage manuel, le trim suit les évolutions de l'avion, pour remplir ces deux missions.

Au pilote automatique, il est comme tous les avions, qui font exactement la même chose.

Il n'en reste pas moins qu'au sol, avant **décollage, le trim doit être manuellement positionné** à une valeur correspondant au centrage de l'avion, comme sur tous les avions, et qu'**il revient automatiquement à zéro quelques secondes après l'atterrissage**, alors que cette manoeuvre est manuelle sur bien d'autres avions.

-Concernant l'utilisation des phares :

La méthode d'utilisation des différents éclairages d'avion n'est pas normalisée.

Les Règles de l'Air stipulent simplement que l'éclairage extérieur doit être utilisé de façon appropriée... c'est du langage administratif, c'est normal !

➡ Donc voici une des façons d'utiliser l'éclairage extérieur, employée par plusieurs exploitants, d'autres faisant différemment.

- **Strobe Lights** : signifie qu'un avion est en phase "vol", c'est à dire en vol ou sur une piste. Ils seront mis sur "ON" dès que l'autorisation d'alignement est obtenue, et remis sur "Auto" après

dégagement de la piste. On ne les met pas sur "Off", la position "Auto" permet d'avoir leur allumage automatique dès que le train principal n'est plus comprimé, utile au cas où on aurait oublié de les positionner sur "On" (malgré le guide normal à effectuer avant alignement).

- **Beacon.** Ce sont les feux à éclats rouges sur et sous le fuselage.

En gros, ça veut dire "attention", avion dangereux.

Ils sont donc mis sur "On" avant la mise en route des moteurs ou avant le push back si celui-ci précède la mise en route des moteurs, ils seront mis sur "Off" après l'arrêt des moteurs, avion immobilisé dans ses cales, et réacteurs ayant suffisamment ralenti pour éviter tout risque d'aspiration des personnes en piste (en piste, les différents agents ont un casque sur les oreilles, ils ont bien du mal à distinguer le bruit d'un avion au milieu des autres, le clignotement du beacon sous l'avion est donc un signal important pour savoir s'ils peuvent approcher ou non).

- **Wing Lights.** Servent à deux choses. En vol, ces projecteurs éclairent le bord d'attaque des ailes et les entrées d'air des moteurs. Ils sont donc utiles pour l'observation de ces parties de l'avion, de nuit. Le cas le plus fréquent de leur utilisation est l'inspection en vol des bords d'attaque en condition givrante.

Au sol, ces projecteurs éclairent les entrées d'air des moteurs, ils montrent ainsi au personnel de piste si le réacteur est en fonctionnement ou pas. Donc, de jour on ne les utilise pas, de nuit on les met sur "On" avant de démarrer les moteurs, et sur "Off" après le démarrage (lors du guide normal après mise en route).

En vol, on les utilise selon les besoins. Au sol à l'arrivée, on les remet sur "On" avant d'arriver au parking (en faisant attention à ne pas éblouir les autres avions), et on les met sur "Off" après l'arrêt des moteurs. Il est important de bien les mettre sur "Off" au parking si on a une passerelle, certaines passerelles ayant un bourrelet de caoutchouc qui vient se plaquer sur le fuselage à cet endroit précis, et qui se met à brûler au contact de la verrine très chaude du projecteur allumé (c'est déjà arrivé).

- **Nav et logo :** sur "Off" lorsque la luminosité permet de bien distinguer l'avion sans éclairage, sur "On" dans le cas contraire.

Il n'y a aucune contre-indication à les laisser sur On en permanence (c'est pas pour ce que ça consomme...).

-**RWY Turn Off lights :** ce sont des projecteurs qui éclairent latéralement de part et d'autre du train avant. Ils complètent le phare Taxi light, ils sont donc utilisés conjointement à celui-ci.

-**Taxi Light :** c'est un petit projecteur qui éclaire vers l'avant depuis le train avant. On le met sur "On" avant de commencer à rouler (c'est d'ailleurs le signal pour les agents de piste que l'avion a reçu son autorisation de roulage et qu'il peut se mettre à bouger), on le met sur "Off" dans le guide après décollage (il s'est de toute façon éteint automatiquement à la rentrée du train), on le remet sur "On" à la sortie du train, on le met sur "Off" en approchant du parking, avant d'arriver dans l'axe du placier qui n'apprécierait pas de recevoir quelques centaines de watts en plein dans les yeux.

Les phares Rwy Turn Off sont utilisés de la même manière.

Ne me demandez pas pourquoi il y a deux boutons pour une même fonction, ni pourquoi on ne les laisse pas sur "On" pendant le vol, sachant que tant que le train est rentré, c'est automatiquement éteint...

-Take Off light : c'est un gros phare très puissant (600W halogène) qui éclaire dans l'axe de l'avion depuis le train avant. Il est mis sur "On" quand l'autorisation de s'aligner est obtenue, il est mis sur "Off" lors du guide après décollage (là aussi, il s'est automatiquement éteint lors de la rentrée du train).

Il est remis sur "On" à la sortie du train, il est mis sur "Off" une fois que la piste est dégagée.

-Landing Lights : ce sont deux gros phares (600W) qui sortent sous le ventre de l'avion. Ils sont mis sur "On" quand l'avion est autorisé à s'aligner, ils sont mis sur "Off" et rentrés au moins en passant 10 000 ft/sol en montée (dans certaines régions au fort trafic, il est bon de les garder plus longtemps... voir et être vu), ils sont remis sur "On" en passant 10 000 ft en descente au plus tard (même remarque que précédemment), et ils sont mis sur "Off" une fois que la piste est dégagée.

En vol, ils peuvent être utilisés sans restriction.

➡ Lors d'approches de nuit dans le brouillard, toutes ces lampes peuvent gêner l'équipage (fort halo blanc et flashes gênant la perception du balisage de piste).

On peut donc adapter l'éclairage à la situation, et éteindre tout ce qui gêne (on gardera dans ce cas les feux de nav, peu puissants et bien en arrière, ainsi que le beacon, peu puissant et rouge, ne gênant pas la vision de nuit, mais on pourra éteindre tous les phares ainsi que les stobe lights, on les rallumera au sol jusqu'au dégagement de la piste).

C'est simple et logique, et **en gros, on fait ce qu'on veut.**

-Concernant les masses Maxi :

Basiquement, lors de la certification du modèle de démonstration, l'A320-200 est limité au décollage à la masse de **73.5 tonnes**.

Ensuite, il y a eu des versions bidouillées, avec train renforcé, pour aller jusqu'à **77 tonnes**. Certaines versions light sont à **71 tonnes** (ce qui permet d'allonger les cycles entre deux vérifications de la structure du train).

La masse maxi bloc est toujours égale au MTOW plus 400 kg.

Le maxi ZFW est de 59 t.

A l'atterro, c'est 64.5 tonnes.

Pour la masse de base, on est aux environs de **43.5 tonnes** à Air France.

Pour les A320-100, c'est MB environ 42 t, MZFW 59 t, MLW 63 t, MTOW 67 t, MBW 67.4 t.

-Concernant les volets FULL :

Sur certains avions, il est interdit d'évoluer avec les volets à la position maxi (si mes souvenirs sont bons, sur B747 l'inclinaison est limitée à 10° volets 30).

Avec l'A320, tu peux évoluer sans problème.

En fait, les volets FULL n'apportent pas grand chose.

La portance de l'avion volets FULL est à peu près la même que volets 3 (d'ailleurs la vitesse d'évolution, F, est la même).

➡ Par contre les volets FULL **rajoutent énormément de traînée**, ce qui impose d'augmenter la puissance moteur en approche, et permet donc d'avoir des réacteurs qui repartiront très rapidement en puissance en cas de remise de gaz.

D'ailleurs, **la deuxième chose qu'on fait lors d'une remise de gaz, c'est ramener les volets de FULL à 3, afin de réduire la traînée** (la première chose étant simultanément de prendre l'assiette de remise de gaz et de renvoyer les manettes de gaz au tableau).

-Concernant les AutoBrakes :

L'autobrake est déclenché par la sortie des spoilers.

Les spoilers sortent selon une logique qui leur est propre.... un A320 de Lufthansa à Varsovie et un A340 d'Air France à Toronto montrent que cette logique est parfois floue (La sortie des spoilers, c'est "peut-être", des Airbus normands auraient peut-être une modification avec des spoilers "p'têt' ben qu'oui p'têt' ben qu'non").

Bref, une fois que les spoilers ont daigné sortir, **l'autobrake est activé s'il était armé.**

➡ En fonction du mode choisi, **une temporisation va être activée** (4 secondes en LOW, 2 secondes en MED, 0 secondes en MAX), et une décélération va être recherchée (1,7 m/s² en LOW, 3 m/s² en MED, au taquet de l'antiskid en MAX).

Particularité : sur A318 et A319 équipés du BSCU A318, le mode MAX n'est pas sélectionnable en vol, et si on a armé le mode MED, l'autobrake va fonctionner en LOW jusqu'au toucher du train avant et passer en MED ensuite.

Normalement, c'est autobrake sur MED sur piste courte ou mouillée et avec du vent de travers, LOW dans les autres cas.

Bien sûr, l'équipage a le choix souverain du mode qu'il veut utiliser.

Se poser sur de la neige ou autres cochonneries comme le slush ? Dans ce cas, c'est **autobrake sur MED** sauf si le contaminant (la cochonnerie sur la piste) n'est pas uniformément répartie, dans ce cas, c'est **pas d'autobrake**, et démerde-toi (surtout si tu utilises les reverses).

➡ Pour le constructeur Airbus, il y a un moment avant lequel il n'est pas conseillé d'armer l'autobrake : **la sortie du train**.

En effet, lors de la sortie du train, le BSCU, calculateur qui gère les freins, fait un autotest. Il se peut que l'autobrake, s'il était armé, se désarme.

Lors de la sortie du train, le voyant du mode autobrake armé s'éteint, puis se rallume.

Airbus a peur qu'il arrive qu'il ne se rallume pas. Donc **ils conseillent d'armer l'autobrake après la sortie du train**, une fois que l'autotest est terminé.

➡ A Air France, nous n'avons pas cette restriction, il est même conseillé d'armer l'autobrake au moment où on en parle, c'est à dire lors du briefing arrivée, en fin de croisière. Cependant, connaissant cette faiblesse possible du circuit, nous n'omettons pas de vérifier, lors de la sortie du train, que l'autobrake se réarme bien dans le mode où on l'avait armé auparavant.

-Concernant le bouton Mode-Sel X-FEED :

C'est la commande de la logique de fonctionnement des pompes du réservoir central.

Sur OFF, les pompes sont commandées directement par leur bouton.
ON, ça tourne, OFF, c'est arrêté.

Sur "AUTO", le fonctionnement des pompes du central répond à une logique :

- Démarrage des moteurs sur le central
- Coupure du central au bout de trois minutes pour faire le roulage sur les réservoirs d'aile (test de toutes les sources d'alimentation carburant)
- Décollage sur les réservoirs d'aile
- Remise en route des pompes du central dès lors que 750 kg ont été consommés dans les cellules internes d'ailes
- Arrêt des pompes du central à la réception du signal de débordement cellule interne
- En cas de retour anticipé et atterrissage avec du carburant dans le central, inhibition des pompes à la sortie des becs pour forcer la configuration "chacun chez soi".

Les deux boutons à côté, ce sont les **interrupteurs de commande directe des pompes du central**.

➡ A noter que cet avion est très con, car si on lui met le "mode sel" sur "auto", lui disant "tu gères le fonctionnement du réservoir central", et qu'on lui laisse les deux interrupteurs des pompes sur "OFF", il ne peut pas les mettre en route, mais il ne le remarque pas et il ne bronche pas... le con !

Bon, on le voit très vite de deux façons : il y a des boutons allumés "OFF" au panneau supérieur, logiquement tout est éteint.

Et l'indication de quantité carburant à bord sur l'ECAM est entourée d'un demi-rectangle ambre, disant que dans cette configuration de boutons le carburant indiqué n'est pas utilisable en totalité.

Bon, pas si con, finalement !

-Concernant les limitations de l'enveloppe de vol, et la Vertical Speed :

➡ En tangage, **assiette max +30° assiette min -15°**, protection haute vitesse, protection haute incidence avec les valeurs intermédiaires **alpha prot** (stabilité positive) et **alpha max** (incidence maximale manche en butée).

Quelque part entre les deux, remise en poussée autoritaire (mode **alpha floor**).

Facteur de charge maxi manche en butée **-1/+2.5g en lisse, 0/+2g en non lisse**.

➡ En inclinaison, **à partir de 33° stabilité positive, à partir de 45° arrêt du trim automatique**, le maximum manche en butée est à **67°**.

Mise en roulis maxi manche en butée, 15°/s.

➡ **En descente**, j'ai déjà fait du -8000 ft/min (en descente sur Rome, c'est des fous là bas, il te gardent au Fl 180 jusqu'à 30 Nm du terrain. Bologne, c'est pas mal non plus).

➡ **En montée**, j'ai dû faire +7500 ft/min (pas longtemps, pour passer rapidement de 340 kt à 250 kt, sur la demande de l'ATC "expédiez...". z'ont pas été déçus !).

➡ **Au simu**, descente d'urgence au taquet avec tout sorti, ça doit friser les -12 000 ft/min.

-Concernant le vario cabine de la pressurisation :

Sur A320, c'est toujours le même vario cabine.

Il est en gros fixé à **-350 ft/min**, ça dépend de l'humeur du calculateur de pressurisation ce jour là.

Dès que l'avion quitte l'altitude de croisière (le FMGC passe en phase descente), la pressu envoie un vario à -350 ft/min.

→ Si on fait un pallier, la pressu arrête de descendre quand elle arrive à la delta P maxi. On reprend la descente, elle se remet à descendre.

→ Si on descend très vite, l'avion rattrape la cabine, une alarme se déclenche (**PRESS LO DIFF PRESS**).

On peut vraiment dire que sur cet avion ils se sont pas cassé le tronc avec la pressu. C'est simple et de bon goût, super redondant, des modes basiques, ça tombe jamais en panne.

→ Si on a des problèmes de pressu avec le nairbus, **c'est des problèmes de packs** (qui passent très facilement en surchauffe, sont sensibles ces ptits machins), donc des problèmes d'alimentation en air sous pression.

Mais la gestion de la vanne de sortie (outflow valve), elle, c'est du béton.

→ A noter que si on modifie le vario cabine en page **PERF DES sur le MCDU** (ou une autre page, je sais plus j'y touche jamais), **ça ne modifie pas le vario cabine...**

Ca change juste le calcul du point de descente pour dire que si la pressu lissait la descente (ce qu'elle ne fait pas), elle prendrait le bon vario, mais en fait ce n'est pas le cas.

-Concernant les différences entre EPR et N1 :

Certains moteurs ont comme paramètre de conduite le N1 (régime de rotation du fan), d'autres le rapport des pressions amont et aval (EPR).

C'est un choix fait par le constructeur du moteur.

Même si mécaniquement les moteurs sont très semblables, la façon dont ils sont pilotés (c'est à dire la fonction reliant le dosage du carburant à la position de la manette des gaz) peut être différente.

Les moteurs modernes sont gérés par un calculateur numérique (qu'on appelle souvent FADEC), on peut presque dire que ce choix, N1 ou EPR, répond plus à une philosophie du motoriste qu'à un impératif technique.

Rolls Royce et Pratt & Whitney sont des farouches défenseurs de l'EPR, tandis que General Electric et SNECMA sont des partisans du N1.

Cela ne les empêche pas de concevoir des moteurs très similaires, aussi géniaux les uns que les autres.

➡ On peut dire que **l'EPR est plus "aéronautique"** au sens de la mécaVOL (les formules de portance, de traînée, parlent de force, justement l'EPR se rapproche de la notion de force déployée par le moteur).

➡ **Le N1 est plus pratique** (tu conduis le moteur comme celui de ton mixeur, à 60% ça rape les carottes en grosses lamelles, à 115% ça t'en fait des copeaux).

Entre les deux le coeur balance...

Tout ce que je sais, pour avoir pratiqué les deux, c'est que pour l'EPR y a plus de trucs à savoir et à retenir, alors que pour le N1 c'est plus basique.

Mais des fois moins bien (**approche en conditions givrantes sévères**, tu as des N1 au plafond, un N2 normal et un EGT plus haut que d'habitude... tu as les aubes de fan qui givrent. Faut réfléchir cinq minutes pour s'en rendre compte. Avec un moteur à l'EPR, tu vois l'EPR qui se casse la gueule tout de suite...).

-Concernant le pilote automatique :

Le pilote automatique est une aide... qui est là pour t'aider ! T'aider à avoir de la disponibilité mentale pour l'anticipation et la compréhension de ta trajectoire, tandis que le travail "bassement matériel" de tenue du manche peut être confié à un asservissement tout bête qui ne réfléchit pas, mais applique ce que tu lui dis de faire.

Donc lors d'un arc-dme, lors d'une approche classique, toi tu réfléchis, et lui il exécute. Tu réfléchis plus que si tu pilotais à la main, car en plus de réfléchir à ta trajectoire tu réfléchis à la compatibilité de son exécution avec les possibilités et limites de l'automatisme que tu utilises (utiliser un automatisme sans en connaître le fonctionnement et les limites est suicidaire).

De même qu'en croisière, lorsque tu voudras gérer ton vol à long terme, t'occuper du carburant, d'une nouvelle route, ou te reposer les muscles des bras et des jambes, tu engageras le pilote automatique.

Il ne faut pas croire que quand l'AP est engagé tu ne pilotes pas ! Tu pilotes, c'est encore toi qui réfléchis à la trajectoire, qui prend les décisions du vol. Le machin automatique n'est qu'une boîte sans aucune intelligence qui sait maintenir une altitude, une vitesse, un cap ou un axe, mais c'est tout. Alors il ne faut pas hésiter à l'utiliser.

Le pilote de l'avion, c'est toujours toi.

➡ Sur certains avions (A320, Corvette, Concorde, et bien d'autres), **si on touche au manche alors que le pilote automatique est engagé, le PA se désengage immédiatement.**
Le pilotage à travers le pilote automatique est absolument impossible.

Sur A320, les manches et les palonniers sont verrouillés en position neutre.

Si on exerce un effort pour les sortir de leur verrou, le pilote automatique saute immédiatement (Grand claquement à l'engagement et au déengagement du pilote automatique sur l'A320, ce sont les solénoïdes des verrous qui font ce bruit).

Le déengagement du PA en sortant le manche de ses verrous est une sécurité, et en aviation on n'utilise pas les sécurités pour autre chose que ce pour quoi elles ont été installées.

En plus il faut exercer un effort certain pour dégager les solénoïdes.

Donc le manche n'est pas au neutre lorsque le PA se désengage, ce qui influencerait sur la trajectoire.

➡ Et ce déengagement du PA serait considéré par l'avion comme une action anormale, donc alarme, check-list, rapport à la maintenance, tout le toutim.

-Concernant le mode TRK/FPA :

Un avion se dirige dans l'atmosphère, et sa trajectoire va être dirigée par le pilote par un cap et un vario.

S'il y a du vent, le cap et le vario, qui sont des références "air", c'est à dire des références du mouvement de l'avion dans la masse d'air, ne seront peut-être pas très représentatifs du mouvement de l'avion par rapport au sol (ce fameux triangle des vitesses).

Par rapport au sol, l'avion se dirige suivant une **route sol**, et selon un **plan de montée ou de descente par rapport au sol**.

En anglais, ça s'appelle un "Track" et un "FPA" (pour Flight Path Angle).

Utiliser la représentation track/fpa sur un avion qui en est doté permet de **diriger son avion en utilisant des références "sol" et non pas des références "air"** comme traditionnellement. Cela veut dire que la dérive et la composante longitudinale du vent sont prises en compte dans cette représentation.

➡ Mais attention, ce qui fait voler l'avion, ce sont ses références "air" (les profils aérodynamiques ne savent pas qu'il y a du vent, les cons !).

Exemple : Tu veux faire une approche sur un axe 010° avec un avion avançant à 120 kt, sur un plan de 3° , avec un vent du 070/20 kt.

Bon, en références "air", ça va faire :

Euh, la dérive va être de 6°, donc il va falloir prendre le cap 016, et la vitesse sol étant de 110 kt, il va falloir prendre un vario de 550 ft/min.

On a calculé 15 secondes (tout en pilotant), et si on modifie la vitesse, ou si le vent change, il va falloir refaire le calcul.

→ En référence "sol", ça fait :

On affiche un track au 010° et une pente à -3.0°.

Zou, c'est fini ! Si le vent change, si la vitesse varie, c'est pas grave, le calculateur AP/FD va refaire le calcul en permanence, car ce qu'on lui demande, c'est de maintenir la route sol 010° et la pente sol -3.0°.

→ Bref, d'un point de vue opérationnel, c'est plus précis et plus pratique.

Mais pas plus facile, car le pilote continue à faire voler son avion dans la masse d'air, donc les limitations avion, vitesses d'évolution, vent maxi, etc, sont toujours à respecter.

-Concernant le fonctionnement de l'ATHR :

L'ATHR (il n'y en a qu'une, **ATHR veut dire "Autothrust"**, c'est à dire gestion automatique de la poussée, c'est différent des traditionnelles "autothrottle" qui sont des manettes de gaz automatiques, ou automanettes, on verra si tu veux que la nuance a son importance).

Donc l'ATHR s'engage au décollage dès que les manettes sont avancées au delà du cran CLB.

C'est à dire dans le cran FLEX/MCT ou TOGA (on supposera qu'on ne s'amuse pas à laisser les manettes entre deux crans, c'est pas prévu pour).

→ Si tu n'as pas inséré une température fictive en page PERF TO et que tu laisses les manettes dans le cran FLEX/MCT, **une alarme retentit, "FLEX TEMP NOT SET"**, pour te rappeler que tu n'as pas encore activé de poussée de décollage, le réflexe dans ce cas est **d'avancer les manettes d'un cran, à TOGA.**

La diode s'est allumée dès que les manettes ont dépassé le cran CLB, et le FMA affiche, en première et dernière colonnes, ce que l'ATHR fait : c'est à dire rien à ce moment là.

En effet, **le message "ATHR" apparaît en bleu** dans la dernière colonne du FMA, ce qui veut dire que l'ATHR est armée, mais non active.

D'ailleurs, en première colonne, il est écrit "**MAN FLEX xx**" ou "**MAN TOGA**", le "MAN" rappelle bien que c'est une poussée affichée manuellement et que seule une action manuelle permettra d'en sortir.

➡ Arrivé à l'altitude de réduction de poussée, on amène les manettes dans le cran **CLB** (on les ramène donc d'un cran si on était en FLEX, de deux crans si on était en TOGA).

L'indication "ATHR" dans la dernière colonne du FMA **passse de bleu en blanc : l'ATHR devient active.**

D'ailleurs le mode ATHR engagé est apparu : "**THR CLB**", poussée Climb.

Ce mode ATHR est associé aux modes verticaux CLB, OP CLB ou EXP CLB.

Lorsqu'un autre mode vertical est présent (V/S, FPA, ALT*, ALT, ALT CRZ, G/S, LAND), le mode ATHR associé est forcément "**SPEED**" (ou "MACH" à haute altitude).

L'ATHR a la possibilité de faire varier la poussée des moteurs entre le ralenti et la poussée Climb.

➡ Si on ramène les manettes de poussée un peu vers l'arrière (il faut les sortir du cran CLB), on limite l'autorité de l'ATHR.

C'est à dire que l'ATHR ne peut plus faire varier la poussée qu'entre le ralenti et la valeur correspondante à la position de la manette (ceci ne sert à rien sauf dans le cas d'un pompage moteur, où l'on peut utiliser le moteur en dessous d'un certain régime).

A cette utilisation correspond une alarme qui se répète toutes les dix ou quinze secondes (je sais plus), "**ATHR LIMITED**".

➡ **Si on amène sur plein ralenti les deux manettes, l'ATHR se désengage totalement**, la diode verte s'éteint (et le message "ATHR OFF" apparaît à l'E/WD, avec le "ding" associé).

On a alors le contrôle manuel de la poussée.

Si on avance les manettes, on fait varier graduellement la poussée jusqu'à la poussée Climb. Si on avance les manettes au delà du cran CLB, on va obtenir la poussée MCT, puis TOGA, **mais l'ATHR ne se réengage pas.**

Si on ramène les manettes de poussée vers l'arrière, on diminue la puissance des moteurs.

Ce contrôle de la poussée est donc tout à fait classique, entièrement linéaire entre le ralenti et la poussée CLB, cran par cran au dessus.

➡ Il y avait un autre moyen de désengager l'ATHR, c'était d'amener les manettes de poussée au niveau des N1 actuels (pour cela, les positions manettes sont représentées par des petits ronds blancs sur les indicateurs N1), puis de presser sur un des **boutons rouge de déconnexion ATHR.**

➡ Si on veut réengager l'ATHR, il suffit de rappuyer sur le bouton "ATHR" au FCU, la diode verte se rallume, puis de mettre les manettes dans le cran CLB (sous peine d'entendre régulièrement le "**ding**" et d'avoir le message "**ATHR LIMITED**").

➡ Si on a dégagé l'ATHR et qu'on laisse la vitesse diminuer, on va arriver aux grands angles (comme sur tous les avions).

A partir d'un certain angle d'incidence, l'ATHR va se réengager toute seule et mettre d'autorité la poussée TOGA, quelle que soit la position des manettes, même sur plein ralenti.

Cette protection s'appelle "**ALPHA FLOOR**". Sur le FMA, on va voir l'ATHR se réafficher en blanc (alors qu'il n'y avait rien d'écrit), et dans la première colonne, le message "ALPHA FLOOR".

Tant que les conditions Alpha Floor perdurent (incidence et hauteur RA), il n'est pas possible de dégager l'ATHR.

➡ Dès qu'on sort des conditions Alpha Floor (incidence en diminution), le message "ALPHA FLOOR" est remplacé par le message "**TOGA LK**" pour signifier qu'on a la poussée verrouillée sur TOGA, et qu'on peut la réduire.

Il faut alors dégager l'ATHR (il suffit de faire un aller-retour avec les manettes de poussée), et on récupère un fonctionnement tout à fait normal des manettes de poussée et de l'ATHR.

Il va de soi qu'en utilisation quotidienne on ne voit jamais ces messages !

-Concernant l'utilisation du MCDU :

Il ne faut pas oublier que le "vol type" du FM correspond à un schéma de vol que le constructeur a choisi (décollage, montée vers l'altitude de croisière sans aucune contrainte, descente sans aucune contrainte au moment idoine en fonction de la pente de plané moteurs au ralenti, passage des différents points à l'altitude et la vitesse publiées, réduction de vitesse au moment opportun pour arriver sur l'axe à l'endroit théorique à la vitesse correspondante.

➡ Dans la vie de tous les jours, beaucoup de contraintes se rajoutent à ce schéma idyllique. A commencer par l'ATC.

Limitation de l'altitude en montée, le temps de croiser un autre trafic, obtention d'un autre niveau de croisière parce que le niveau prévu n'est pas libre, descente à un moment très différent de la pure théorie, contraintes de vitesse différentes de ce qui est publié sur les cartes, caps sortant de la route publiée pour contourner des gros nuages, ou demandés par l'ATC pour permettre l'espacement avec les autres avions, demande de maintien de vitesse élevée pour la fluidité du trafic (par exemple, à Orly ou Londres, 180 kt jusqu'à 4 Nm finale), etc.

Autant de chose que le FM ne sait pas faire, ou qui prendraient plus de temps à programmer dans le FM qu'à effectuer en sélectionnant directement les valeurs de cap et vitesse.

Donc le passage par les phases de sélection de paramètres est obligé dès lors qu'on évolue dans un milieu ayant un peu plus de contraintes que la théorie pure du découpage du vol selon le constructeur.

On définit l'usage des automatismes ainsi :

On part du principe que l'avion a tendance à garder sa vitesse et sa trajectoire.

Pour une modification à long terme de ces paramètres, on utilise le FM (par exemple, changement de route, après tel point on ira survoler tel autre, c'est une insertion dans le FM)

Pour une modification à court terme, on utilise la sélection de paramètres (par exemple, pour éviter le nuage, on tourne à droite au cap tant).

Pour une modification à très court terme, on débraye le pilote automatique et on pilote à la main (par exemple, pour éviter l'avion qui nous fonce dessus, on coupe tous les automatismes et on donne immédiatement un grand coup d'ailerons pour tourner).

Programmer le FM pour éviter l'avion qui nous fonce dessus n'est pas très judicieux.

Il y a donc une gradation dans les moyens à utiliser en fonction de la durée et de l'imminence de la modification de trajectoire à effectuer.

-Concernant le fonctionnement du vario :

Sur les Airbus modernes (tous sauf A300 et A310), **le vario est inertiel**, c'est une information sortie des centrales à inertie.

Si cette information n'est pas disponible, le vario devient immédiatement un vario pneumatique, normal, sauf que là il n'est pas compensé.

On a donc un vario inertiel avec un vario de secours pneumatique (et cela multiplié par trois, évidemment, puisqu'il y a trois centrales à inertie, trois centrales aérodynamiques et trois circuits de mesure pneumatique).

-Concernant le choix automatique/manuel en fonction de la météo :

Le pilote automatique est conçu pour poser l'avion par temps de brouillard.
S'il y a du vent, il n'y a pas de brouillard.

Un pilote automatique est absolument incapable de poser un avion lorsqu'il y a du vent.

Car incapable de faire des corrections aussi rapides et aussi précises qu'un pilote humain.
L'automatisme est très doué quand les corrections à faire sont très faibles (brouillard, pas de vent), mais nul quand il faut se battre contre les éléments.

Les limitations dues au vent pour les atterrissages automatiques sont très faibles.
Je peux donner celles de l'A320 : **30 kt de face, 20 kt travers, 10 kt arrière.**

Qu'on se le dise une bonne fois pour toute : **les seuls atterrissages automatiques ont lieu par temps de brouillard.**

Jamais autrement, sinon pour qualification équipage, c'est à dire une fois dans la vie de chaque pilote, un autoland réel en bonnes conditions météo pour se persuader que ça marche bien, le reste c'est au simu, une quinzaine d'approches autoland par an avec une douzaine de pannes durant l'approche (et autant de remises de gaz).

Le reste du temps, et à fortiori lorsque les conditions sont orageuses, **le pilotage est obligatoirement manuel.**

-Concernant l'APU :

L'APU, c'est une génération auxiliaire de puissance, utilisable au sol, et parfois en vol.

La puissance générée par cet accessoire est sous forme **électrique** (alternateur), parfois **pneumatique** (air comprimé).

Sur certains avions à turbopropulseurs, l'APU peut être le générateur de gaz d'un des moteurs. C'est le cas par exemple sur l'ATR.

L'hélice est freinée, et le corps intérieur du moteur tourne pour entraîner un alternateur.

Sur beaucoup d'autres avions, **c'est un moteur spécial (semblable à une petite turbine d'hélicoptère)**, qui délivre une puissance allant de 150 à 500 cv pour les plus gros, qui tourne en **entraînant un ou plusieurs alternateurs**, et qui fournit aussi de l'air sous pression.

L'énergie électrique fournie alimente l'avion, ce qui rend celui-ci autonome et il n'y a ainsi pas systématiquement besoin d'un groupe de parc électrique.

➡ L'air comprimé généré par l'APU pourra servir à deux choses : **la climatisation de l'avion au sol, et le démarrage des moteurs** (sur les gros réacteurs, les démarreurs sont des moteurs pneumatiques).

S'il y a besoin d'hydraulique au sol, des pompes électriques génèrent la pression nécessaire.

L'utilisation de l'APU est très variable d'un avion à un autre.

Par exemple sur B747-200, le fonctionnement de l'APU est interdit en vol.

Et sur A320, le démarrage et l'utilisation de l'APU sont possibles dans tout le domaine de vol de l'avion (on peut démarrer l'APU au F1390 !).

➡ En général, lorsqu'il n'y a plus besoin de l'APU, on l'arrête après le démarrage des moteurs.

Dans certains cas, on peut être amené à le garder en fonctionnement.

Par exemple, décollage sur un aéroport limitatif, **pour avoir plus de puissance moteur** on garde la pressurisation et le conditionnement d'air sur l'APU, on l'arrêtera ensuite, quand il n'y en aura plus besoin.

Autre exemple, en cas d'atterrissage sur une **piste déneigée par des produits chimiques**, on démarre l'APU avant l'approche et on l'utilise pour pressuriser l'avion pendant l'approche à l'atterrissage, ça évite que les produits chimiques répandus sur la piste et absorbés par les réacteurs aillent polluer les circuits d'air .

-Concernant les Breakers :

Le panneau de "breakers" d'un avion, c'est exactement le tableau électrique de la maison, avec des **disjoncteurs** qui protègent les différentes parties du circuit électrique.

En aviation, il n'y a absolument aucun équipement électrique qui ne soit protégé par un disjoncteur. On n'aura pas la moindre lampe de lecture branchée directement sur la batterie, ça passera forcément par un disjoncteur.

Tous les équipements, quels qu'ils soient, sont protégés par un disjoncteur.

Les pompes carburant aussi, bien évidemment.

Les causes principales d'un défaut électriques sont le court-circuit et le défaut de mise à la masse. Les protections individuelles sont des disjoncteurs thermiques, qui réagissent à la surintensité, mais les bus principales sont aussi protégées par des interrupteurs différentiels, qui comparent l'intensité sur les différentes phases.

Les circuits peuvent être très puissants (plusieurs centaines de kilowatts), les disjoncteurs sont calibrés en conséquence.

Il n'y a pas d'interférence entre les circuits cabine et les équipements de navigation dans la mesure où les équipements cabine ne sont pas de grosses sources émettrices de rayonnement électromagnétique.

Ces disjoncteurs sont la plupart du temps des modèles mécaniques à réenclenchement.

➡ Le système est très simple : un contacteur électrique est maintenu enfoncé par un bilame dans lequel circule le courant du circuit à protéger.

Si le courant devient trop élevé, le bilame se déforme, il libère le contacteur qu'un ressort pousse en position ouverte. Le circuit est interrompu, le bilame refroidit et reprend sa forme d'origine.

Le disjoncteur peut alors être réenclenché.

D'où quelques précautions élémentaires :

- Ne JAMAIS réenclencher un disjoncteur sans savoir pourquoi il a sauté, et sans avoir éliminé la cause de la surcharge électrique.

- Si on peut réenclencher un disjoncteur, TOUJOURS attendre au moins deux minutes avant de le faire : il faut laisser au bilame le temps de refroidir. Si on ne fait pas cela, on réenclenche le disjoncteur chaud, si le courant est encore là, il va y avoir arc électrique, et soudure du bilame à sa position chaude, le disjoncteur ne joue alors plus son rôle de protège circuit. On a vu avec le vol Swissair 111 ce qui arrive lorsqu'un circuit électrique est mal protégé.

Les breakers verts sont "surveillés" par l'ECAM et leur déclenchement génère une alarme.

→ A noter que l'apparition de cette alarme est temporisée de **1 minute 30 secondes**... pour empêcher de se ruer dessus et repousser un breaker chaud.

Il faut aussi parler des breakers jaunes :

Il y a en tout **8** breakers comme ça sur le panneau d'un A320, ce sont les **breakers à tirer pour appliquer une check-list bien particulière.**

→ Si on est en panne électrique sévère (ELEC EMER CONFIG), on fonctionne avec juste quelques équipements alimentés par la RAT et une génératrice de secours. Cette génératrice est perdue à la sortie du train (aérodynamiquement désalimentée), et on finit l'approche sur les batteries seulement.

Si on remet les gaz, une procédure permet de réenclencher la génératrice de secours. Si cela ne marche pas, alors on reste sur les batteries seules, et il faut délester certains équipements pour récupérer quelques minutes d'autonomie électrique : **ce sont ces 8 breakers que la check-list demande de tirer pour faire ce délestage.**

-Concernant la RAT :

C'est en fait une source d'énergie indépendante des moteurs, qui entre en oeuvre si les moteurs ou les accessoires liés aux moteurs cessent de remplir leur rôle.

Il y a **deux modèles** de RAT installés sur les A318---A321.

→ **Les RAT de première génération** (vieux A320 et peut-être quelques A321) sont très peu performantes quand le train est sorti. Pour cette raison, il y a carrément **coupure automatique de la génératrice de secours à la sortie du train.**

En cas de rentrée du train, il faudra réarmer la génératrice de secours en réappuyant sur le **bouton RAT MAN ON** du panneau EMER ELEC POWER.



Sur les avions plus récents, nouveaux A320, nouveaux A321, A318 et A319, une nouvelle RAT est installée, avec un profil de pales plus performant.

Ces RAT peuvent continuer à fonctionner avec le train sorti, il faut alors ne pas descendre en dessous de 140 kt.

Si la RAT décroche, on peut réarmer la géné avec le même bouton.

Les 8 breakers jaunes sont installés sur les avions équipés des anciennes RAT, afin de récupérer un peu d'autonomie électrique en cas de non-entrée du train en remise de gaz (cas où il est impossible de récupérer la RAT, alors que sur les avions équipés de la nouvelle RAT, on peut réaccélérer vers 180 kt et réenclencher la géné de secours si elle avait déclenché).

On dispose de quinze minutes d'autonomie avec la RAT.

Faut pas trainer et se poser vite !

Néanmoins, si le constructeur a prévu cette éventualité, elle est reléguée à une probabilité tellement faible que pour 18 ans d'exploitation et plusieurs milliers d'A318-321 en circulation, le cas n'est jamais arrivé.

-Concernant le déploiement des volets au sol :

Lorsque les pistes et taxiways sont recouverts de neige ou de gadoue neigeuse (le "slush"), les constructeurs d'avions **recommandent de laisser les volets sortis jusqu'à l'arrivée au parking**, ils seront rentrés au parking après confirmation qu'il n'y a pas de **neige ou de glace qui pourrait entraver et casser les mécanismes de la cinématique des volets**.

A noter que si le prochain été est chaud, vous verrez la même chose... en effet, depuis peu Airbus recommande, **en cas de forte chaleur au sol**, de laisser les **becs sortis** afin de laisser les bords d'attaque des ailes se ventiler et de diminuer les déclenchements d'alarmes surchauffe circuit pneumatique dans les ailes (**wing leak**).



Suite à un dégivrage, les volets sont mis en position décollage juste avant le décollage, là aussi pour diminuer le risque d'avoir de la neige dans les cinématiques de volets.

-Parenthèse sur l'A320 :

Avec cet avion, il faut compter sur 5 Nm pour passer, en palier, de 300 kt à 250 kt.

Il faut 3 Nm pour aller de 250 kt à green dot.

A Green dot, l'avion ne décélère pas sur le glide.

Il faut compter environ 1200 ft sur un plan à 3° entre la sortie des volets 1 et la configuration atterrissage.

Avec tout ça, tu fais ta moulinette comme tu veux, afin d'être en configuration atterrissage à **1000 ft sol**, poussée réajustée et check list effectuée, sachant que beaucoup de contrôleurs aiment bien avoir les avions à 180 kt depuis le début de la finale jusqu'à environ 5 Nm du seuil.

En tenant compte du fait que des fois il y a du vent et que la pente de la finale n'est pas toujours à 3°.

Si tu te loupes, c'est pas grave, ça peut arriver à tout le monde, tu remets les gaz et tu fais une nouvelle approche.

→ Un des secrets est de connaître par coeur les vitesses placard volets et train, comme sur tous les avions.
Et de s'entraîner.

-Concernant l'interception du LOC :

Ne surtout jamais oublier qu'une Qualif de Type chez Airbus avec la doc Airbus ne sert qu'à une seule chose : préparer le vol réel qui servira de fin de qualif.

Ce vol se déroulera dans un environnement aéronautique particulier (les zones de Toulouse Essais, protégées de tout trafic), se terminera par un ILS bien connu et très fiable, une remise de gaz, et une nouvelle approche.

La manière d'utiliser l'avion est très différente de celle qui sera utilisée pour les vols "normaux", dans un environnement chargé, avec des restrictions de vitesse, de cap, des faux locs, des faux glides, des altitudes de sécurité bizarres, etc.

→ C'est la raison pour laquelle on est obligé à un moment ou un autre de **passer en vitesse sélectée**... étrange pour un avion aussi automatisé.

C'est la raison pour laquelle la **capture du LOC en mode NAV**, après avoir été formellement interdite pendant de longues années (jusqu'à 1996, il me semble, soit 8 à 9 ans après la certification de l'avion), est tolérée mais **à surveiller comme le lait sur le feu**.

→ C'est la raison pour laquelle, en utilisation normale, on va faire comme avec tous les avions : **intercepter le LOC en mode LOC, puis après avoir confirmé le glide, appuyer sur la touche APPR.**

D'ailleurs, sur A319, jusqu'à il y a peu de temps (un ou deux ans), l'armement du mode APPR à plus d'un point du glide avec le pilote automatique engagé se traduisait par une embardée en altitude de plusieurs centaines de pieds... (l'avion est certifié, mais ses bugs sont homologués aéro).

→ La raison pour laquelle on intercepte TOUJOURS un ILS en mode LOC puis on arme la capture du glide avec la touche APPR est réglementairement obligatoire : elle traduit les volumes de protection de l'approche ILS.

Une capture de glide pour un avion qui n'est pas sur le LOC se traduit éventuellement par une sortie de ces volumes de protection, et boum la montagne.

-Petite blague pour se changer les idées :

On raconte à ce sujet qu'aux débuts de l'A320, vers 1988/1989, un A320 était aligné pour décoller d'un aéroport français, et que malgré l'autorisation il ne s'élançait pas.

Le contrôleur demande alors "vous avez un problème ?"

Et l'équipage répond "oui, on a beau mettre les manettes de poussée en position décollage, les moteurs restent au ralenti".

Le contrôleur aurait alors répondu "vous avez essayé de taper 3615 code take off ?"

Je ne sais pas si elle est véridique.

-Concernant les Packs :

Sur la majorité des avions, les performances sont publiées avec les packs en fonctionnement et avec les packs arrêtés.

Si la masse le permet, on **préférera décoller avec les packs en fonctionnement.**

→ Sur les avions style A320, cela a même une utilité supplémentaire : la fonction "prépressurisation" de la pressu gonfle légèrement l'avion pendant le décollage, rigidifiant ainsi le fuselage (les cadres et les lisses travaillent moins avec les vibrations, cela allonge la durée de vie du fuselage).

Si la masse est limitative, en mettant les packs sur OFF **on gagnera un peu de puissance**, et donc on pourra décoller à masse plus élevée.

En fait, sur bien des avions, on ne les mettra pas sur OFF, mais sur **l'APU**, qui fait l'air sous pression tandis que les moteurs sont entièrement dévoués à la poussée.

→ La plupart du temps (999 fois sur 1000), **l'A320 décolle avec les packs sur ON**, et les packs étant alimentés par les prélèvements pneumatiques sur les moteurs (mais c'est un avion possédant une très grande réserve de puissance).

Le décollage packs OFF est d'ailleurs une procédure d'utilisation particulière, lorsqu'on a besoin de gagner encore quelques chevaux sous le capot (piste courte ou obstacles pénalisants par temps très chaud, entre autres), alors que c'est la procédure standard, par exemple, sur B747 200).

-Concernant le pilotage sans auto-trim :

Pour ce qui est de piloter le 320 sans autotrim, le problème n'est pas dans la force musculaire.

L'A320 a un joystick exactement comme ton ordinateur, avec un ressort qui est ce qu'il est, indépendamment de la masse, de la vitesse et de l'âge de l'hôtesse de l'arrière.

Lorsque l'autotrim n'est pas disponible (donc réversion des commandes de vol en loi directe, un avion tout ce qu'il y a de plus standard, quoi !), **il faut trimmer manuellement** (avec les volants de trim) pour annuler l'effort.

Effort qui n'est pas insurmontable, puisqu'il est généré toujours par le même ressort.

Là où c'est coton, c'est **qu'il n'y a aucun retour d'asservissement des gouvernes vers le manche**, donc tu trimes pour annuler un effort, mais tu ne sens pas l'effort diminuer. Tu sens que tu dois petit à petit relâcher le manche, puisque le trim agit, et quand l'avion tient son assiette avec le manche au neutre, c'est trimé !

Bref, c'est comme les autres, sauf que c'est un peu différent.

-Concernant les différences A320-100/A320-200 :

Les winglets et le réservoir central qui sont absents sur le -100 sont les principales différences entre les deux.

On rajoutera des petites variantes structurales (le -200 est limité à l'atterrissage à la masse de **64,5 tonnes**, le -100 est limité à **63 tonnes**, au décollage la masse maxi basique est de **73,5 tonnes** pour un -200 contre **67 tonnes** pour un -100).

Les vitesses recommandées en turbulence sont également différentes.

Les performances ne sont pas les mêmes, le -200 est plus performant que le -100.

 En fait, des -100, il y en a assez peu.

Seuls AF et British Airways en sont équipés, me semble-t-il, et en nombre restreint.

La fabrication des -100 s'est très vite arrêtée au profit des -200.

Sinon, pour tout le bazar embarqué dedans, c'est les mêmes.

-Concernant le PTU :

Le **bruit singulier** entendu parfois au démarrage des moteurs a lieu lorsqu'un des moteurs et démarré, et l'autre pas.

Dans ces conditions, **un des circuits hydrauliques est sous pression**, car sa pompe entraînée par le moteur fonctionne, **et l'autre pas** (je ne parle pas du troisième, qui est mis en pression par une pompe électrique).

→ Si une condition logique supplémentaire est remplie (frein de parc desserré), alors il y a **alimentation d'un système de transfert de pression hydraulique (qui s'appelle PTU, Power Transfer Unit)**.

Ce dispositif est en fait l'accouplement de deux moteurs-pompes hydrauliques sur le même arbre mécanique.

→ **Ce truc est situé dans la baie de train principal**, juste sous les passagers des rangs 14 à 16.

Le circuit sous pression alimente le moteur hydraulique, tandis que la partie reliée à l'autre circuit fonctionne comme une pompe. Le système est réversible.

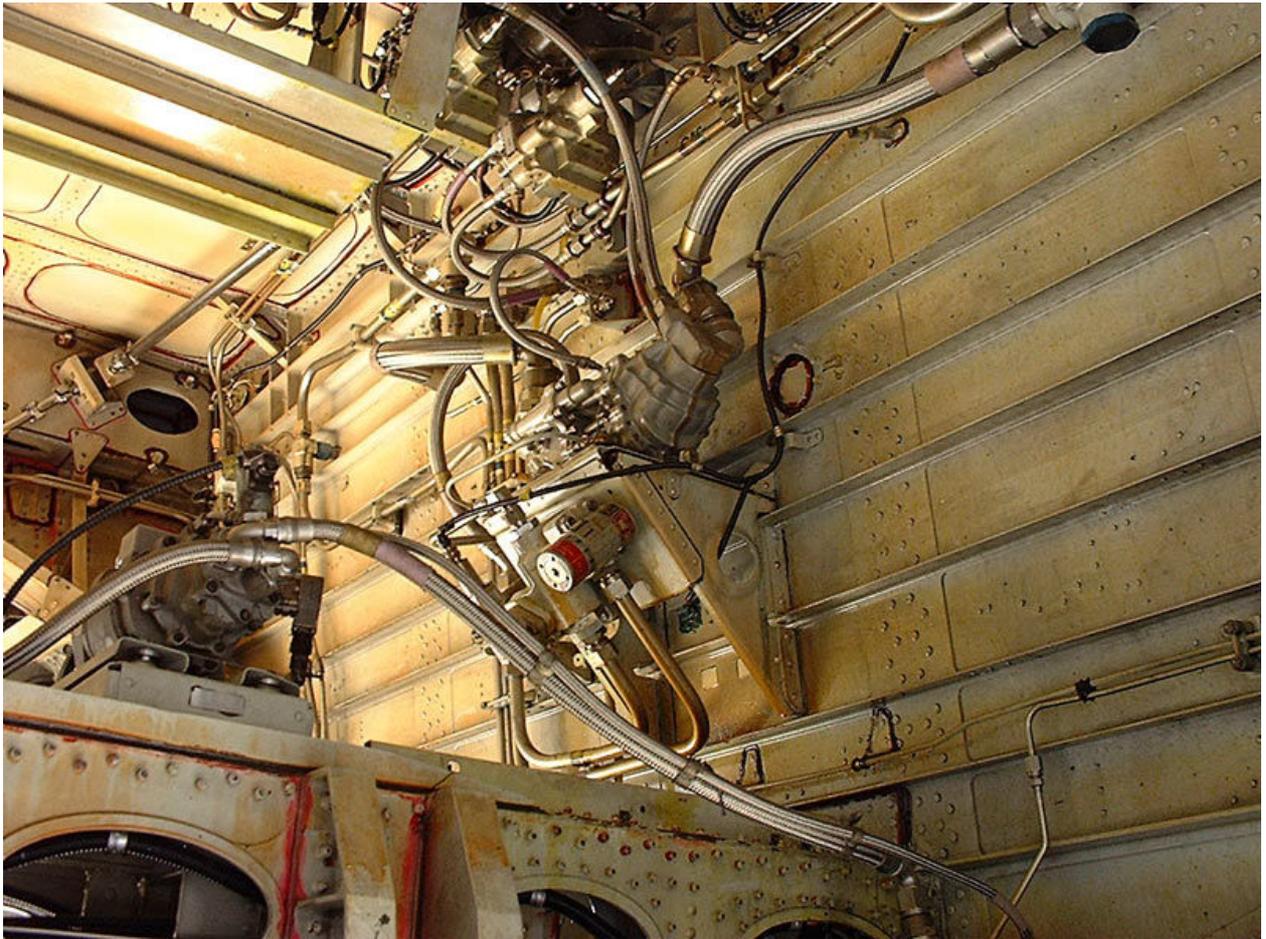
Cependant, la pompe débite sur un circuit peu sollicité. Donc **dès que la pression est atteinte, le dispositif s'arrête**. Dès que la pression descend en dessous d'un certain seuil, le dispositif se remet en route.

D'où ce bruit saccadé.

Heureusement, on ne l'entend pas depuis le cockpit (sinon on aurait trop peur !).

Si tu es observateur, tu remarqueras que ce **bruit se fait entendre également à la rentrée et à la sortie du train d'atterrissage** : cette manoeuvre étant un très gros consommateur hydraulique, le circuit dédié voit sa pression chuter, et le système se met en route pour suppléer ce circuit avec l'aide de l'autre circuit.

Photo d'un PTU :



-Concernant les valeurs approchées en montée initiale :

A = Assiette
Vz = Vario

Sur un A320 léger : $V_2=140$ kt, $A=17^\circ$, $V_z=2200$ ft/min
Sur un A320 lourd : $V_2=170$ kt, $A=14^\circ$, $V_z=1200$ ft/min.

-Concernant les atterrissages anormaux :

Lors de la qualif, on ne fait pas l'atterrissage avec roues en travers.
On fait l'atterrissage (au simu) avec train avant non sorti : il s'agit de **laisser le nez en l'air le plus longtemps possible, quitte à frotter de la queue**, puis quand la vitesse a tellement chuté

que le nez ne peut plus être maintenu en l'air, l'accompagner jusqu'au sol et **freiner énergiquement dès le toucher du museau** afin de limiter la distance sur laquelle le fuselage frotte.

Il est à noter que dans le cas d'un train avant complètement effacé, le dessous des entrées d'air moteurs frotte également sur le sol.

➡ Si c'est une jambe de train principal qui reste non sortie, **on éteindra les moteurs juste avant le toucher des roues**, et on maintiendra aux ailerons l'avion horizontal le plus longtemps possible.

Quand le bout d'aile touchera le sol (le moteur touchera également, **on freinera le plus fort possible**, mais le cheval de bois est assuré.

➡ Si rien ne sort (cas quasiment impossible), on se posera sur le ventre, on choisira la piste la plus longue (ça fait longtemps qu'il n'y a plus de bande de crash en herbe sur les aéroports, et les tapis de mousse disparaissent également). **On arrête les moteurs avant l'impact**, on essaie de toucher le sol en entrée de bande, **et on laisse faire !** (à part un peu de contrôle directionnel avec la dérive, tant qu'il y a un peu d'hydraulique, les circuits se crevant dès que les moteurs frotteront un peu trop sur le sol, on ne dirige pas grand chose).

On n'a plus qu'à espérer que les pompiers de l'aéroport sont performants.

➡ Dans tous les cas, préparation cabine, délestage au maximum, et préparation à l'évacuation de l'avion dès qu'on est immobilisé.

Et s'attendre à passer la nuit à rédiger des rapports.

En temps normal, les roues avant sont maintenues au neutre par un système de came conique, quand l'amortisseur est complètement détendu les roues sont maintenues dans l'axe.

L'orientation des roues ne se faisant que de 75° de part et d'autre, **pour que les roues soient à 90° il faut que quelque chose soit cassé dans la mécanique d'orientation du train avant.**

Cela se traduira donc par un désaccord de position entre la roue et son circuit de commande. Il y aura donc l'alarme "**WHEEL N/W STRG FAULT**", défaut de l'orientation train avant détectée par le **BSCU**, le calculateur qui s'occupe des freins et de l'orientation roues avant.

➡ Comme il y a de la ferraille en morceaux dans le train avant, l'amortisseur a sans doute du mal à se détendre complètement.

Il y a alors l'alarme "**L/G SHOCK ABSORBER FAULT**".

Bon, on va voir dans le manuel d'utilisation ce qui est marqué... :

"ATTENTION : Si l'alarme WHEEL N/W STRG FAULT est accompagnée de l'alarme L/G SHOCK ABSORBER FAULT, cela peut signifier que le train avant est tourné à 90°. Dans ce cas, à l'atterrissage, poser le train avant le plus tard possible."

Bingo !

Bon, on n'en restera de toute façon pas là, puisqu'on ira appliquer la check-list "**Atterrissage avec configuration anormale de train**", qui demandera elle aussi de laisser le museau en l'air le plus longtemps possible dans ce cas de figure.

➡ Dans la check-list "atterrissage avec configuration anormale de train", il est demandé de ne **pas armer les spoilers** et de ne **pas utiliser les inverseurs** afin de ne pas faire sortir les spoilers et parce que l'avant des réacteurs va toucher le sol en fin de roulage (cette check-list prévoit le cas où le train avant n'est pas du tout sorti, c'est la même qui s'applique avec les roues en travers, qui peut le plus peut le moins).

La décélération se fera juste avec les freins de roues.

On ne cherche pas la décélération maximale à grande vitesse (utilité des spoilers et des inverseurs).

On cherche à garder le nez en l'air le plus longtemps possible, puis quand la vitesse est tellement faible qu'on ne peut plus maintenir le nez haut, on laisse retomber l'avant, et quand il touche le sol, **on freine au maximum**.

Mais à une vitesse réduite, à laquelle les spoilers et les inverseurs n'auraient aucune efficacité. Cela ne change donc rien.

➡ Si les roues sont tournées de **20°**, ou de **23,492°**, il y aura une alarme "**N/W STRG FAULT**", peut-être sans l'alarme "**SHOCK ABSORBER FAULT**". L'atterrissage se déroulera normalement (il n'y a pas lieu de suspecter une orientation à 90°), et le **guidage aux freins différentiel permettra de surpasser l'orientation des roues** (qui reviendront dans l'axe sous l'effort, il y a des fusibles sur les compas d'orientation, ils casseront et le train avant sera libre en orientation, comme sur Rallye ou Fouga ou Alphajet, bref, c'est gérable.

Le problème des roues à 90°, c'est que l'effort exercé dessus ne va pas les ramener dans l'axe, pour un autre angle la nature et les forces mécaniques feront leur travail.

➡ Si les fusibles ne cassent pas et que les roues restent bloquées (cas d'un avion très léger et centré très arrière), **le contrôle aux freins est prépondérant** car les roues avant déraperont sans problème, il est toutefois possible qu'à très basse vitesse on aille visiter le gazon sur le côté de la piste, mais c'est pas grave, c'est à 10 kt, ça s'arrête vite et sans bobo.

Après délestage du carburant, il doit rester de quoi faire au moins une remise de gaz, un tour de piste, une nouvelle approche (en fait, il reste très certainement beaucoup plus).

➡ Ce n'est pas un problème de risque d'incendie, qu'il y ait une tonne de kérosène ou trois tonnes, ça ne change pas grand chose au brasier éventuel. C'est surtout qu'il faut alléger l'avion afin de diminuer sa vitesse d'approche et son énergie cinétique à absorber en freinage.

Le risque d'incendie dans ce genre de situation (train avant non déployé) est très faible.

Sur un train principal manquant, cas où l'aile et le moteur frottent sur le sol, il est un peu plus élevé, mais reste faible.

De plus, les pompiers savent bien où se positionner, et les lances à incendie sont prêtes à arroser un éventuel départ de feu.

-Concernant les lingettes nettoyantes :

Ce sont quasiment les mêmes que les "Vu" et autres qu'on trouve au supermarché, mais comme elles sont homologuées aéro et qu'il y a un avion dessiné dessus, elles doivent coûter cent fois plus cher !

Sinon, les lingettes désinfectantes parfumées, **on ne doit pas les utiliser pour les écrans**, parce que du fait de leur teneur en parfum, elles laissent plus de traces qu'elles en retirent.

 Le mieux, vraiment le top du top pour bien nettoyer, c'est un mouchoir en papier avec un peu d'eau chaude dessus.
Mais chuuuuuuuuut, c'est pas homologué...

-Concernant le bruit de sifflement en montée initiale :

Les sifflements qui se produisent lors des premières minutes de la montée, après le décollage, **ce sont les joints des portes passagers qui se mettent en place.**

La pressurisation gonfle l'avion peu à peu, les joints fuient, ça siffle, les joints se calent bien dans leur rigole, ça fuit plus, ça siffle plus.

-Parenthèse sur les démonstrations de sûreté :

Imaginez que toutes les actions de votre vie soient soumises au même cadre réglementaire que l'aviation civile :

- **Vous allez au supermarché**, à peine arrivé sur le parking, on vous explique comment va s'ouvrir la porte du magasin, ce qu'il faut faire si elle ne s'ouvre pas. Puis on va vous détailler votre chariot à commissions, son fonctionnement normal (comment le pousser) et son fonctionnement anormal (comment essayer de le faire aller droit quand une saloperie de sac plastique s'est pris dans une roue). Puis on vous détaillera votre passage en caisse, on vous dira comment mettre les articles sur le tapis roulant, puis comment faire en cas de non fonctionnement dudit tapis. Evidement, on vous aura donné une plaquette avec la localisation des issues de secours, des extincteurs et des boutons d'appel.

- **Vous allez au bureau**. Avant de vous laisser rentrer, on vous explique comment utiliser l'ascenseur, puis comment faire s'il tombe en panne. Evidement, avant d'entrer dans votre bureau vous faites le tour de l'étage pour vérifier l'état et la date de validité de tous les extincteurs. Tous les matins, avant que le travail ne commence, bien sûr, on aura essayé le signal d'évacuation de l'immeuble.

Ca parait loufoque ! Et bien c'est ce qu'il se passe tous les jours dans les avions.

Alors on en fait trop ? Ou pas assez ?

Il y a des gens qui prennent l'avion pour la première fois, il y en a d'autres qui le prennent tous les jours.

De toute façon, que tout le monde écoute ou que personne ne regarde, ça ne change rien. C'est réglementairement obligatoire de vous le montrer, point !

Les américains commencent leurs démonstrations de sécurité par "Le règlement de l'Aviation Civile nous oblige à vous montrer les équipements de sécurité..."

Ce qui veut dire que quoi qu'on en pense, **c'est réglementaire et c'est comme ça.**

-Concernant le No Smoking :

Les consignes "no smoking" ne s'éteignent jamais...

➡ Sur beaucoup de compagnies aériennes, la consigne "No Smoking" permet aux PNC de savoir s'ils peuvent se déplacer, et la consigne "Seat Belt" leur permet de savoir s'ils peuvent faire le service.

Donc rien à voir avec le fait de fumer dans l'avion.

Dans les avions modernes, une programmation (via le CIDS pour les Airbus) permet de **configurer la cabine comme étant entièrement non fumeur**, c'est à dire que les consignes lumineuses "défense de fumer" restent allumées quelle que soit la position du bouton.

Il reste le bruit et l'allumage des boîtiers "exit" qui permet aux PNC de savoir s'ils peuvent se déplacer.

➡ A Air France, on libère les PNC lorsque les volets sont à zéro. A ce moment, en effet, il y a peu de chances qu'on soit obligé de revenir se poser cause problème de configuration (genre volets qui ne veulent pas rentrer).

Donc **on peut libérer les PNC à ce moment**, sachant qu'ils vont partir en cabine très peu de temps après.

Si on a des couches nuageuses à traverser, on va bien sûr garder la consigne sur "On" plus longtemps, afin d'éviter qu'ils n'aillent se blesser dans une turbulence.

Faire une annonce stipulant que le vol est non fumeur est une obligation légale.

Indépendamment du fait qu'il y ait des consignes allumées ou pas.

En effet, comment porter plainte contre un passager qui fume si on ne lui a pas dit que c'est interdit ?

Là, au moins, on est sûr que tous les passagers sont au courant, et qu'ils ne peuvent pas jouer les innocents devant les forces de l'ordre qui viendront les cueillir à l'arrivée.

-Concernant les cycles AIRACS :

Les databases de tous les avions sont mises à jour **tous les 28 jours**, avec les cycles AIRAC. Ca se passe exactement comme la mise à jour d'un firmware quelconque, on branche un ordi portable via une prise spéciale ("**FMS LOAD**" dans le cockpit de l'A320), et les données sont transférées.

A la fin de l'opération, un calcul de checksum vérifie l'intégrité du transfert, et c'est reparti pour quatre semaines.

A noter qu'il n'y a pas que les coordonnées des waypoints qui sont mises à jour, mais aussi les courbes de performance avion, les tables de déclinaison magnétique, les évolutions des softs des FMS, etc).

➡ Lors de la mise à jour, les agents de maintenance enlèvent le cache **FMS LOAD**, une prise se trouve derrière, ils branchent leur valise de transfert de données, et zou.

Les MCDU affichent qu'ils passent en mode maintenance, le transfert a lieu.

A la fin, quelques opérations sont effectuées pour vérifier l'intégrité des données et le bon fonctionnement du bazar.

Si ça plante, le système le dit, et on recommence.

Un exemple de panneau FMS LOAD :



➡ Des fois, on est en panne sur un des FMS, et il faut le remplacer.

On fait un échange standard avec un qui marche bien, qui attend sur son étagère d'être monté à bord.

Une fois monté et branché, ça clignote de partout : les databases ne sont pas les mêmes, car le truc sur l'étagère n'a pas été mis à jour.

Il faut lui transférer la nouvelle database. En général, c'est l'opération la plus longue de l'affaire.

A noter que les FMS embarquent en permanence deux databases, entre le premier jour et le vingtième jour du cycle AIRAC, à peu près, ils ont la database en vigueur, et la précédente en sauvegarde.

A partir du vingtième jour du cycle AIRAC à peu près, le chargement de la database suivante est fait, **les avions contiennent la database en vigueur et la prochaine, en attente.**

Le jour du changement de cycle AIRAC, il n'y a qu'une simple opération à faire pour que le FMS change de database, et passer sur la nouvelle. Celle qui était active passe alors en secours, et elle reste ainsi en sauvegarde éventuelle pour la vingtaine de jours qui suit, et ainsi de suite.

Ca permet en plus d'avoir un peu de flexibilité sur la mise à jour des avions, cela s'étale sur quelques jours, et il faut prendre en compte le fait que bien des avions ne dorment pas à la base la nuit du changement de cycle AIRAC.

-Concernant les centrales inertielles :

Les centrales à inertie sont réalignées à chaque vol.

Sur les centrales classiques, mécaniques, le réalignement sert à remettre la plateforme inertielle à l'horizontale.

Pendant cette phase, le coeur de la centrale ne doit pas subir d'accélération ni de rotations autres que la rotation terrestre.



Sur les centrales modernes à gyrolasers, c'est un peu différent.

Comme le coeur mécanique ne bouge pas (pas de plateforme à inclinaison constante), il n'y a pas besoin de le remettre à l'horizontale...

On refait toutefois un alignement des centrales à chaque vol, et celui-ci peut être de deux sortes :

- **réalignement rapide** : c'est simplement la remise à zéro des vitesses résiduelles et la prise en compte des conditions initiales : coordonnées du parking. **Ceci prend 2 minutes.**

- **réalignement complet** : toutes les mémoires des IRS sont effacées, et elles se relancent depuis le départ, commençant par le calcul de leur latitude d'après la rotation terrestre, et s'étalonnant ainsi. **Ceci prend 7 minutes.**



Les centrales gyrolaser, surtout de piètre qualité comme celles des A320, **sont très peu sensibles aux mouvements lors de l'alignement.**

On peut secouer l'avion tant qu'on peut, ça leur fait rien du tout.

Par contre les centrales mécaniques y sont très sensibles, et elles génèrent un code de panne pendant l'alignement si elles ont été secouées, il faut tout recommencer.

Avec les centrales mécaniques, il arrivait de temps en temps que l'alignement soit délicat à cause du vent. Depuis les gyrolasers, je n'ai pas entendu parler de tels soucis.

-Concernant les calculateurs :

Le PHR, c'est plus que le trim, c'est le Plan Horizontal Réglable.

Les anglosaxons appellent ça un THS, Trimmable Horizontal Stabilizer. C'est la grosse partie de l'empénage horizontal, en avant des gouvernes de profondeur.

Son calage réglable permet l'optimisation du vol par **obtention d'un équilibre aérodynamique et la réduction de traînée par la mise au neutre des gouvernes de profondeur une fois l'équilibre atteint.**

Bien entendu, c'est sur cet angle de calage qu'agit le trim.

Les FAC, ce sont les "Flight Augmentation Computers".

Ces calculateurs ont plusieurs fonctions.

→ **En premier lieu**, ils calculent l'enveloppe de vol et les vitesses caractéristiques (sur la page PERF APPROCHE du MCDU, tu as les vitesses Green Dot, S, F, VApp calculées par les FMGC, mais sur l'indicateur de vitesse PFD, les vitesses Green Dot, S, F, VApp, VLS, etc, sont **calculées par les FAC** en fonction des sondes d'incidence, donc de la masse réelle instantanée, du facteur de charge, etc.

→ **Ensuite**, ces calculateurs calculent en temps réel les performances avion, en condition bi et monomoteur.

→ **En troisième lieu**, puisqu'ils s'occupent d'optimisation du vol, ils s'occupent de la symétrie du vol.

Ce sont donc eux qui s'occupent de la gestion de la gouverne de direction. Ils assurent la fonction **Yaw Damper**, coordination de virage, et si le pilote automatique est engagé, **ils contrent automatiquement la dissymétrie en cas de panne moteur**.

→ **Ensuite**, ils servent de relais entre les FWC et les calculateurs de commandes de vol. Donc lorsque les FWC disent "**on est posé**", ils relaient l'information aux **ELAC** et aux **SEC** (les autres calculateurs de commandes de vol) afin de faire les changements de lois de pilotage et, dans le cas qui nous intéresse, **le retour au neutre du PHR**.

→ **Enfin**, ces calculateurs prêtent de l'espace mémoire et de la puissance de calcul à d'autres calculateurs.

Les FWC, ce sont les Flight Warning Computers.

Ils ont deux rôles :

-Elaboration des alarmes

-Présentation des alarmes et check-lists sur l'ECAM (pour les alarmes complexes, sinon pour les détections simples la signalisation basique sur les boutons-poussoirs et voyants est faite par les SDAC (System Data Acquisition Concentrators) et reprise par les FWC pour la présentation à l'ECAM).

→ **Ils servent également de relai sol-vol**, en liaison avec les LGCIU (Landing Gear Control and Interface Units) et décomposent le vol en plusieurs phases, gérant les inhibitions (cas des alarmes inhibées au décollage et à l'atterrissage, par exemple), en fonction des phases de vol.

Y en a environ 160, de calculateurs, avec tous des noms aussi exotiques !

Le plus étrange, c'est que quand on met tout ça sous tension, au bout de 45 secondes, on entend "**clic clic clic**", ce qui veut dire que tout ce petit monde s'est autotesté, a dialogué, et que tout fonctionne bien...

Un miracle, quand on voit la complexité de l'architecture du bazar !

-Concernant le décollage :

➡ A partir de 100 kt (Boeing pensait à 80 kt, mais comme tous les autres constructeurs dont Airbus avaient choisi 100 kt, ils ont fini par suivre), on considère que l'avion va vite et qu'il **n'est plus opportun de l'arrêter sur un problème mineur.**

Donc lorsque l'avion est à basse vitesse, entre 0 et 100 kt, on s'arrête s'il y a la moindre anomalie.

➡ A partir de l'entrée dans la plage "haute vitesse", donc à partir de 100 kt, on ne s'arrête que :

- en cas de **panne moteur.**
- en cas de **feu moteur ou APU.**
- **si on a la certitude que l'avion ne pourra pas voler** (dommage structurel important, du style on a percuté un camion qui traversait la piste et on est sûr d'avoir arraché la moitié d'une aile...)

Toutes les autres anomalies, considérées comme secondaires, ne conduisent pas à l'arrêt de l'avion, elles seront traitées en l'air, peut-être amèneront-elles à se reposer, mais c'est moins risqué que d'arrêter un avion à 120 kt..

➡ **A partir de V1, aucune panne, aucun feu, ne justifie l'arrêt de l'avion,** car justement V1 est la vitesse à partir de laquelle on n'est plus certain d'arrêter l'avion dans les limites de la piste.

Toutes les compagnies ont adopté ce mode de fonctionnement, et la notion de "plage haute vitesse" a été assorti d'une démarche dite "**go minded**", sur laquelle on est en train de revenir. En effet, ceci avait été pensé à une époque où les avions étaient équipés de freins en acier.

De nos jours, avec les freins en carbone, une accélération-arrêt présente beaucoup moins de risque.

Donc la notion de "plage haute vitesse" n'a pas fait disparaître celle de "V1".
Au contraire.

De nos jours, **un décollage se fait en trois phases.**

➡ **Basse vitesse** : je m'arrête s'il y a la moindre alarme.

➡ **Haute vitesse** : je ne m'arrête que si j'ai une panne moteur, un feu moteur, ou la certitude que je ne pourrai pas voler.

➡ **V1 +1kt** : je ne m'arrête plus et je décolle.

-Concernant le déploiement des reverses :

Les reverses ne connaissent que **2 positions** : **complètement rentrées ou complètement sorties.**

Dès que les manettes sont positionnées sur la zone "REV", les reverses sont complètement déployées.

Ensuite, le régime moteur peut être ajusté, entre le ralenti reverse et le maxi reverse en amenant plus ou moins les leviers de poussée vers l'arrière.

Le maxi-reverse est aux alentours de 70% de N1.

-Concernant le freinage au pied :

Il ne faut pas freiner continuellement, ça fait énormément chauffer les freins.

Avec des freins au carbone, il faut laisser l'avion prendre de la vitesse, puis arrivé aux alentours de 20 à 25 kt (30 kt maxi), freiner un bon coup pour ralentir à 5-10 kt, puis relâcher complètement les freins et le laisser réaccélérer tout seul (au ralenti sans freiner, sur le plat, il cavale aux environs de 40 kt).

➡ Cependant, **en cas de perte de génération hydraulique**, la seule source d'énergie pour freiner l'avion est l'accu de freinage.

Celui-ci, par construction et certification, ne peut délivrer qu'une énergie équivalente à **7 coups de freins**.

➡ Donc si on a l'habitude de pomper sur les freins, **on a vidé l'accu et on n'a plus de freins** du tout alors qu'on est encore à 120 kt...

Une seule application, bien dosée, et on va à l'arrêt complet de l'avion sans vider l'accu. Cet entraînement fait bien sûr partie de la qualif sur la machine.

Quand tout va bien, il y en a un qui pompe sur les freins comme un malade : **l'antiskid** (l'équivalent de l'ABS).

Tu te doutes donc bien qu'en cas de panne hydraulique affectant le circuit de freinage, il n'y a plus d'antiskid.

Soit qu'il se soit automatiquement inhibé (avions modernes tels que l'A320), soit que la check-list correspondant à la perte de génération hydraulique ait demandé de mettre l'antiskid sur OFF.

➡ Freiner en permanence pour maintenir la vitesse constante est une **cause importante d'usure et de surchauffe des freins** (et pour information, un bloc frein coûte environ 30 000\$, il y en a 4 sur un avion, chaque atterrissage coûte environ 100\$ en usure des freins, on en conclut donc qu'un bloc freins fait environ 1200 vols, sensiblement plus qu'un pneu, qui dure aux

alentours de 400 à 500 vols, et qui coûte un peu plus cher encore... faut pas chercher loin si on veut commencer à comprendre le prix d'un billet d'avion...).

-Concernant le WindShear :

Il y a deux types de détecteurs de windshear.

➡ **Le détecteur réactif**, qui est en fait une activation d'alarmes sonores et visuelles à partir d'un certain seuil d'accélération latérales et longitudinales.

➡ **Le détecteur prédictif**, basé sur le radar météo, qui détecte par effet Doppler les mouvements des gouttes d'eau devant l'avion (jusqu'à 10 Nm environ pour garder une bonne précision), et qui déclenche une alarme visuelle et sonore si les vitesses mesurées des particules d'eau dépassent certains seuils.

-Concernant les alarmes TCAS :

Sur avion A320, une alarme TCAS entraîne de la part des pilotes, outre la recherche visuelle du trafic, **la mise des FD sur OFF**.

Pourquoi ? C'est très simple.

➡ Cet avion est équipé d'une ATHR, qui en montée est en mode THR CLB, en descente est en mode THR IDLE.

Si on met les FD sur OFF, tant qu'on est au pilote automatique, rien ne change, mais **si on déconnecte le PA** (en cas de **RA TCAS**, par exemple), l'ATHR passera automatiquement en **mode SPEED**, et les régimes moteurs s'adapteront au **maintien de vitesse** (alors qu'une mise en palier avec les moteurs en THR CLB entraînerait rapidement un **dépassement de VMO**, par exemple).

Bref, la mise sur OFF des FD fait qu'en cas de déconnexion de l'AP, l'ATHR se transforme en automanette toute bête.

-Parenthèse sur l'autoland :

Pour qu'un pilote automatique fasse un auto-land il faut :

- Plusieurs alimentations électriques avec des circuits séparés.
- Une redondance d'alimentation électrique des pilotes automatiques.
- Plusieurs pilotes automatiques (au moins deux) ou un seul pilote automatique, mais à double chaîne de calcul.
- Au moins deux radiosondes.
- au moins un panneau avertisseur de modes PA et d'élaboration d'alarmes autoland (gros pavé rouge dans le champ visuel du CDB).
- plein d'autres trucs.

En gros, un système autoland pour Beech Baron, ça pèse le poids d'un Beech Baron...

-Concernant le FD :

Un pilote automatique comprend deux parties :

Une partie "cerveau" qui calcule, qui élabore les ordres de modification de trajectoire,
Une partie "muscle", qui se charge de l'amplification des ordres de la partie calcul, de l'alimentation des moteurs de débattement des gouvernes, et du retour d'asservissement de ces positions gouvernes.



Un directeur de vol, c'est juste **la symbolisation sur l'horizon artificiel des ordres issus de la partie "calcul"**.

Exemple : on demande au pilote automatique un cap supérieur au notre. La partie "cerveau" calcule qu'il faut aller vers la droite, et qu'il faut pour cela agir sur les ailerons afin de braquer l'aileron droit vers le haut et l'aileron gauche vers le bas.



La partie "muscle" amplifie ce signal pour alimenter un moteur qui va actionner les ailerons comme demandé.

Lorsque les ailerons arrivent à la bonne position (retour d'asservissement), **la partie "muscle"** cesse d'alimenter le moteur qui bouge les ailerons.

L'avion prend une inclinaison à droite.

Lorsque l'inclinaison arrive à la bonne valeur, **la partie "cerveau"** calcule qu'il est temps de diminuer le braquage des ailerons pour maintenir l'inclinaison constante.

La partie "muscle" exécute cet ordre en alimentant le moteur de commande des ailerons dans l'autre sens.

Lorsque les ailerons sont arrivés à la position désirée, **la partie "muscle"** cesse d'alimenter le moteur.

On est en virage à droite, le cap augmente.

➡ Lorsqu'on arrive près du cap fixé par le pilote humain, **la partie "cerveau"** calcule qu'il est temps de sortir du virage, et qu'il faut diminuer l'inclinaison.

Elle en déduit qu'il faut braquer les ailerons dans l'autre sens, l'aileron gauche vers le haut et l'aileron droit vers le bas.

La partie "muscle" amplifie cet ordre, et alimente le moteur d'action des ailerons. Lorsque les ailerons arrivent dans la position désirée, **la partie "muscle"** cesse d'alimenter le moteur. L'inclinaison diminue.

➡ Lorsqu'elle est nulle, **la partie "cerveau"** calcule que le cap est correct, que l'inclinaison est nulle, et qu'il faut garder ces valeurs.

Elle émet donc un ordre de ramener les ailerons au neutre.

La partie "muscle" amplifie cet ordre, alimente le moteur qui fait bouger les ailerons pour les ramener au neutre, lorsqu'ils y sont, l'alimentation du moteur est stoppée.

➡ Sur l'horizon artificiel, **toute cette séquence se traduira par une barre verticale qui va partir à droite, puis revenir au milieu lorsque l'inclinaison augmente vers la droite, puis aller à gauche pour faire diminuer l'inclinaison, puis rester au milieu lorsque tout est fini.**

Si **la partie "muscle"** suit exactement et rapidement **la partie "cerveau"**, on l'aura deviné : **la barre verticale restera au milieu** car ses ordres sont exécutés à la lettre.

➡ Le directeur de vol, formé par deux barres, une verticale et une horizontale, sert donc à deux choses :

- Si le pilote automatique est engagé, à vérifier qu'il exécute bien les ordres de pilotage (si les barres sont au milieu, c'est que le pilote automatique suit bien les ordres de la partie "cerveau").
- Si le pilote automatique n'est pas engagé, la partie "cerveau" calcule et élabore des ordres de pilotage. En fait, cette partie "cerveau" dit au pilote humain "si c'était moi qui pilotais, voilà comment j'agis sur les gouvernes".

Donc si le pilote humain s'efforce de garder les barres de guidage au milieu... il remplace la partie "muscle" du pilote automatique, ni plus ni moins.

➡ Cet instrument permet donc de **diminuer un peu la charge de travail du pilote humain** en le délestant de quelques opérations fastidieuses, comme par exemple les **calculs d'anticipation de sortie de virage, la limitation d'inclinaison ou d'assiette**, l'anticipation à la **capture d'une altitude**, etc.

De même, la rapidité de calcul de cette chaîne électronique permet **d'améliorer la précision du pilotage manuel par la détection très rapide d'écarts infimes** (alors que l'humain aura tendance à attendre qu'un écart soit sensible avant de le corriger).

Cette particularité se vérifiera principalement sur **le suivi d'un ILS**, ou la précision de pilotage manuel avec directeur de vol est bien plus grande que sans directeur de vol.

➡ Par contre, le directeur de vol a des inconvénients. Le plus important de ceux-ci est une **tendance à l'aveuglement du pilote à le suivre sans discernement.**

Si un directeur de vol amène les barres de guidage à incliner à 60° et à prendre 45° d'assiette à piquer, la tendance naturelle du pilote humain sera de suivre ces barres et à mettre l'avion dans des positions pour le moins inconfortables.

Donc piloter en manuel en utilisant les barres de guidage du directeur de vol (la partie "cerveau" du pilote automatique) impose de **garder du recul** et de **valider en permanence les ordres** de guidage avec les paramètres primaires (assiette, inclinaison, vitesse, vario, cap, altitude, incidence pour les plus chanceux...).

Ce qui est faisable vu le gain en disponibilité donné par cet instrument.

➡ Je tiens à préciser que pour obtenir sa qualification IFR (IR maintenant), il faut bien sûr être capable d'amener son avion sur l'ILS jusqu'au sol avec un moteur en panne et le vent de travers maximal... sans l'aide du directeur de vol.

-Concernant le calcul du vent par l'avion :

Avec le tube pitot, les sondes de température et l'altimètre, l'avion (sa centrale aérodynamique, ou ADC) détermine ses références "air".

Altitude, vitesse propre, nombre de mach, etc.

Il a également un compas qui lui donne son cap.

Avec le cap et la vitesse, il connaît sa trajectoire "air".

➡ Si l'avion possède un instrument de navigation terrestre (centrale à inertie, GPS, LORAN C, Omega (qui a disparu), etc), **il a la possibilité de connaître sa trajectoire "sol".**

Et la différence entre la trajectoire "air" et la trajectoire "sol", **c'est le vent.**

Avec le fameux triangle des vitesses.

Exercice : le pitot mesure une vitesse de 250 kt, l'altimètre mesure une altitude de 12 000 ft, la sonde de température mesure une température de -4°, le compas mesure un cap de 217°.

La centrale à inertie mesure une vitesse sol de 280 kt et une route sol de 226°.

Quel est le vent ?

Quel est l'âge de la chef de cabine ?

➡ Bon, c'est simple.

On va utiliser des formules approchées, le résultat sera cohérent.

12 000 ft, ça fait 20 tranches de 600 ft.

Notre vitesse propre est donc d'environ **250 kt + 20% = 300 kt**.

Environ car on va donner plus de précision.

A 12 000 ft, la température standard est de **-9°C (elle est de $15 - 2 \times 12 = -9^\circ$)**

La vitesse du son (Mach 1) vaut à 12 000 ft la bagatelle de **39 x racine de (273-9)=633 kt**.

Comme on va à 300 kt, on va à $300/633 = M \mathbf{0.47}$.

La température mesurée est de **-4°**. Ca, c'est la température d'impact. Mais la température statique de l'air ambiant, quelle est-elle ?

Tout simple : **$T_i/T_s = 1 + 0.2 M^2$** .

Donc **$T_s = T_i / (1 + 0.2 M^2)$** avec des températures exprimées en Kelvin.

Soit **$T_s = 269 / (1 + 0.2 \times 0.47^2)$, donc $T_s = 258 \text{ kelvin} = -15^\circ \text{ C}$** .

➡ Comme il fait **-15°C** et que la température standard à 12 000 ft est de **-9°C**, on en déduit que l'air est **6° plus froid** que la standard (on dit qu'on est en ISA-6).

On va pouvoir appliquer une correction altimétrique, et une correction anémométrique.

Correction altimétrique : celle-ci vaut 4 ft par tranche de 1000 ft et par degré d'écart avec la température standard (avec toujours la règle "plus haut plus chaud plus vite").

La correction est donc de **$4 * 12 * 6 = 288 \text{ ft}$** .

En plus ou en moins ? Appliquons la règle : **comme l'air est plus froid, on est plus bas**.

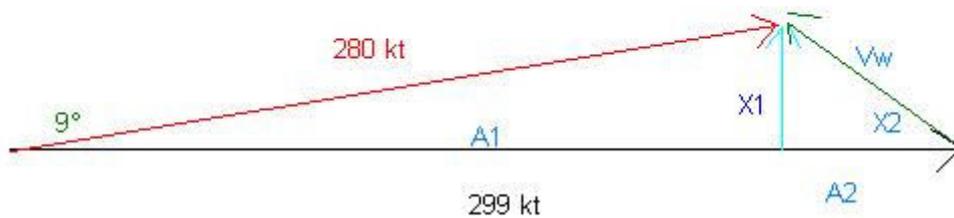
Donc notre altitude réelle n'est pas de 12 000 ft, mais de 11 710 ft.

➡ A partir de cette nouvelle altitude, redéterminons notre vitesse : **$250 + (11\ 700/600) \% = 298.75 \text{ kt}$** .

Notre vitesse propre (TAS) est exactement de **298.75 kt**.

On va à 298.75 kt pour ne pas dire 299kt au cap 217, et notre trajectoire sol donne une vitesse sol de 280 kt et une route sol de 226°.

Résolution du triangle des vitesses :



C'est un tout bête calcul de trigo.

On a $\sin 9^\circ = X1/280$
 et $\cos 9^\circ = A1/280$.

Donc $X1=43.8$ et $A1=276.5$.
 Comme $A1+A2=299$, $A2=22.5$

Et de même dans le second triangle, $\tan X2=X1/A2$
 et $A2^2+X1^2=Vw^2$

donc $X2=63^\circ$ et $Vw=49$

Le vent est donc du 334° pour 49 kt.

C'est vraiment tout simple.

➡ Bon, ça nous a pris deux minutes 15, mais le calculateur embarqué refait ce calcul quelques centaines de fois par seconde...

-Concernant Green Dot et VLS :

Green Dot représente 1,3 VS1g de la configuration lisse.

Soit **1,38 VS** (une petite marge par rapport aux 1,3 VS des avions classiques).

➡ Airbus considère que **Green Dot est la vitesse de traînée mini en lisse (séparation premier et second régime)**, en fait les courbes de traînée montrent que la traînée mini se trouve 7 à 8 kt au-dessus de Green Dot, **cette vitesse est donc déjà légèrement dans le second régime.**

C'est la vitesse préconisée en attente en lisse, c'est aussi la vitesse de descente en drift-down, et c'est la vitesse mini d'évolution en lisse.

En mode expédite, en montée, c'est la vitesse cible de montée.

➡ Cependant, en vol, le PFD présente une information importante, **la VLS.**

Cette vitesse est égale à :

1,13 VS1g pendant le décollage
1,23 VS1g en configuration non lisse
1,28 VS1g en lisse.

Au dessus de 20 000 ft, la VLS est corrigée du Mach afin de maintenir une marge de 0,2 g par rapport au buffeting.

La VS1g prise en référence pour le calcul de la VLS est dynamique, elle **augmente avec le facteur de charge, avec les aérofreins sortis**, etc.

Sur le PFD, la VLS est matérialisée par le sommet de la ligne ambre sur l'échelle des vitesses.

-Concernant le contrôle de la roulette avant :

Sur cet avion comme sur la majorité des autres, il y a conjugaison entre les palonniers et la roulette avant.

Mais l'action sur les palonniers **ne va braquer que très légèrement la roulette avant**. De plus, plus la vitesse de l'avion est élevée, moins le braquage de la roulette avec le palonnier est important.

➡ Sur Airbus A320, les palonniers commandent un braquage de la roulette de **6°** de part et d'autre à l'arrêt, pour atteindre un braquage de **0° à la vitesse de 130 kt.**

Ceci, évidemment, afin que le contrôle de la trajectoire par vent de travers au décollage et à l'atterrissage **ne conduise pas l'avion à sortir de la piste** par braquage trop important de la roulette.

Donc pour braquer de façon plus importante la roulette de nez, **il y a un volant**, qui ne fait que ça.

Là, le braquage est de **75°** de part et d'autre, jusqu'à la vitesse de **20 kt**, puis décroît pour arriver à **0° à la vitesse de 70 kt**.

Cela veut dire qu'à 80kt à l'atterrissage, on peut tourner le volant à fond, rien ne se passe. Heureusement !

A cette vitesse, **si on veut tourner, c'est l'action sur les palonniers** qui va - un peu - braquer les roues, et - beaucoup - braquer la gouverne de direction.

➡ **Lorsque la vitesse diminue, l'efficacité de la gouverne de direction diminue, et celle de la roulette avant augmente.**

La finalité est que l'ensemble est homogène et que **l'avion est contrôlable à toute vitesse**, avec une **sensibilité diminuant si la vitesse augmente** (comme la direction assistée dégressive de la plupart des voitures).

-Concernant les modifications de l'ergonomie du 320 :

➡ Par exemple, lorsqu'on passe de V/S à FPA, **l'afficheur digital au FCU passe de 4 à 2 digits**. Ce n'était pas comme ça aux débuts de l'avion (2 digits en permanence).

➡ Lorsqu'on sélectionne un mode V/S ou FPA, **le FMA affiche V/S xxxx, où xxxx est la valeur de consigne en ft/min, ou FPA x.x, où x.x est la valeur de consigne en degrés de pente sol**. Aux débuts de l'avion, il était juste écrit "V/S" ou "FPA".

➡ De même, lorsque l'avion arrive à l'altitude de croisière en mode navigation et à la vitesse économique de croisière, l'affichage de l'indicateur de modes (FMA) est désormais "**MACH ALT-CRZ NAV**", aux débuts de l'avion le FMA indiquait "---- --".

Il y a environ une soixantaine de modifications comme ça qui ont petit à petit changé l'ergonomie du cockpit de l'A320 depuis sa mise en service (1988).

Le B747-200, en 36 ans, n'aura subi qu'une dizaine de modifications mineures, surtout dues à des améliorations des niveaux d'équipement).

➡ On voit que toutes ces modifications vont vers une **meilleure implication et information du pilote humain dans la boucle de pilotage**.

On s'éloigne donc du discours de B. Ziegler à la sortie de l'avion (il disait que cet avion était fait pour être piloté par sa concierge et que, de fait, les pilotes n'avaient pas besoin de savoir ce que fait l'avion.)

-Concernant l'effacement des paramètres FCU au toucher des roues :

Au toucher des roues, certains paramètres s'effacent, d'autres pas.

→ Quoi qu'il en soit, l'avion se considère comme **complètement posé si les deux jambes de train principal sont comprimées depuis plus de 30 secondes sans interruption.** Alors, à ce moment-là, il y a **effacement de toutes les données du vol effectuées**, le FMGS est prêt à recevoir la programmation du vol suivant.

→ Néanmoins, sur cet avion, le FCU a une particularité : **en dessous de 750 ft radiosonde, tous les paramètres présents dans ses fenêtres sont mémorisés.** Puis, vers 350 ft radiosonde, à l'apparition du mode "LAND", les fenêtres sont "gelées" et les paramètres ne sont plus modifiables.
Vitesse, course, cap, mode engagé, on ne peut plus rien changer.

Les seules façons de sortir de cela sont au nombre de 3 :

- Atterrir
- Faire une remise de gaz
- Couper les directeurs de vol (FD).

→ Ce n'est pas un bug du système, c'est au contraire une sage décision de la part du constructeur : **cela protège contre une éventuelle double panne des FCU en courte finale.**

Imagine une approche cat III, tu arrives à l'arrondi, et là, pas de bol, double panne FCU, le course part à 000°, et l'avion décroche en allant chercher la route sol 000°... pas une solution d'avenir si tu ne te poses pas à Meigs !

Donc pour faire face à ça, à l'arrondi, le FCU peut bien tomber en panne, la valeur de course reste mémorisée et tout se passe bien.

→ La contrepartie de ça est que des paramètres restent en mémoire et traînent par ci par là, et tu verras tous les pilotes d'Airbus du monde entier avoir le même geste qui sauve : **une fois au parking, comme un réflexe, les 2 FD sur OFF, puis les 2 FD sur ON, afin de vider toutes les mémoires des FCU.**

-Concernant la bille :

La bille est l'instrument le plus simple qui équipe un tableau de bord.

En repérant la position centrale, **l'écart de position de la bille avec cette position centrale est donc le reflet de l'accélération latérale que subit l'avion.**



Sur les avions à avionique récente, **un autre capteur mesure également les accélérations latérales : la palanquée d'accéléromètres** qui équipent les centrales de référence inertielle (centrale de verticale, parfois couplée à un système de positionnement, cela devient une centrale inertielle de navigation INS, ou IRS).

On peut donc exploiter l'information d'accélération latérale et l'afficher sur les instruments électroniques EFIS.



Cela pourra prendre plusieurs aspects, par exemple **sur Airbus c'est le petit triangle pointeur en haut de l'horizon artificiel** qui se décompose en deux parties, la position relative des deux parties indique l'accélération latérale (et non pas le dérapage).

On peut même attribuer un codage de couleur (**en cas de panne moteur, ce triangle passe de jaune à bleu**), et indiquer des positions préférentielles (sur Airbus A320 toujours, la traînée mini en monomoteur ne se fait pas avec le pointeur au milieu, mais avec environ 1/4 de déviation...)

Donc même cet instrument des plus rustiques a subi la modernisation et l'informatisation.

-Concernant le mini-manche :

Les manches d'A320 sont de vulgaires joysticks sans aucun retour de force.

Pour ne pas être trop vulgaire quand même, ils sont entièrement **métalliques**, et **chaque axe actionne 12 potentiomètres** (que ceux qui se la pètent appellent "resolvers", mais c'est pareil), afin d'éviter parasites et mauvaises mesures de position du manche.



L'entrée retenue par les calculateurs de commandes de vol est **la somme algébrique des positions des deux manches.**

Sur le manche tu as **deux boutons**...L'alternat situé derrière le manche et un bouton rouge, qui a deux fonctions :

- **Déconnection AP**
- **Prise de priorité.**

Si le bouton est gardé appuyé plus de **30 secs** continue, l'autre manche est désactivé.



Mais c'est pas définitif, c'est jusqu'à ce qu'on rappele sur un des boutons.

Cela n'est pas fait pour gérer un désaccord entre les humains qui pilotent l'avion, mais **pour palier à un défaut mécanique ou électrique d'un des minimanches.**

-Concernant les alarmes GPWS :

Le système tient compte de la vitesse de l'avion et du temps de réaction de l'humain.

A 300 kt, il réagit beaucoup plus tôt qu'à 180 kt.

C'est étudié pour...

➡ Aux débuts du GPWS, dans les années 70, ce système était caractérisé par un taux très élevé de fausses alarmes.

Il sonnait alors que rien ne le justifiait. De la même manière qu'un propriétaire dont l'alarme de la maison se déclenche à chaque mouche qui passe finit par débrancher son système de protection, les utilisateurs avaient la bien humaine tendance à ne plus prêter crédit aux alarmes du GPWS.

➡ Dans la deuxième partie des années 80, une grande campagne internationale, à force d'affiches, de messages, a cherché à réconcilier les utilisateurs avec ce système. Le message était, en gros, "Appliquez les manoeuvres associées au GPWS. Au pire, vous remettrez les gaz pour rien, mais ça vaut mieux que de rentrer dans la montagne alors qu'il vous a prévenus".

Puis, la technologie évoluant, les taux de fausses alarmes ont diminué.

Mais les mauvaises habitudes avaient la vie dure... Certaines compagnies préconisaient, dans leur manuel d'exploitation, de mettre le GPWS sur OFF lors de certaines approches au milieu du relief, afin de ne pas être dérangé par l'alarme !

D'autres compagnies ont préféré réétudier les approches dans les endroits mal pavés et publier des trajectoires conformes avec les seuils de déclenchement GPWS.

La fiabilisation du système a conduit les utilisateurs à lui réaccorder leur confiance.

➡ Dans la seconde moitié des années 90, **le GPWS réactif s'est doublé d'un système prédictif**, possédant une base de donnée du relief et donc capable, bien avant la détection, d'afficher et de prévenir un conflit éventuel de trajectoire avec le relief. Ce système s'appelle "EGPWS".

De nos jours, il y a 0% de fausses alarmes, le GPWS est fiable à 100%.

-Parenthèse sur les Spoilers :

→ Sur Airbus, il y a le message **SPEEDBRAKES** qui clignote en ambre sur l'**ECAM** si les manettes de poussée ne sont pas à zéro avec les aérofreins sortis, puis une alarme avec master caution "**SPEED BRAKES STILL OUT**" au bout de quelques secondes, mais à part te rajouter un "**ding**" dans les oreilles, ça aide pas à mieux prendre en compte la situation...

Sur A318-319-320-321-330-340, si une des manettes est amenée au-delà du cran Flex-MCT, les aérofreins rentrent.

-Concernant le FMS :

→ Pour avoir une idée de ce qu'est un FMS, tu vas dans le premier magasin d'électronique venu et tu t'achètes un mini GPS avec cartographie, genre TomTom ou autre.

Si tu le configures en lui indiquant les vitesses sur route et autoroute, il te fera les estimées.

Tu as là absolument toute la partie "navigation latérale" d'un FMS.

Tu ajoutes une petite fonction qui te calcule les **consommations de carburant**, et tu as un FMS complet...

→ Attention, sur Airbus tu trouveras le terme "**FMGS**". Ce terme signifie que le FMS contient également en lui-même la partie "**cerveau**" du **pilote automatique** : le "G" veut dire "Guidance".

Sur un avion "classique", le FMS élabore des ordres de cap, de vario, de maintien d'altitude, de maintien de loc ou de glide, etc.

Puis un pilote automatique fait l'interface entre le FMS et les gouvernes de l'avion.

→ **Sur Airbus, comme les commandes de vol utilisent une entrée électronique, on peut supprimer la partie interface, et ainsi le FMS élabore directement les ordres interprétés par les commandes de vol.**

Sur A320, les 2 récepteurs GPS couplés en mode NAV avec chacun une réception de 10 à 12 satellites donnent une EPE de 11 mètres.

→ Cette intégration permet, de plus, de réaliser un **meilleur couplage entre les commandes de vol et la gestion de la puissance**. C'est ainsi que l'ATHR n'est pas une simple auto manette, mais un système complet de gestion de l'énergie de l'avion.

-Concernant les reverses :

Oui, la cinématique des manettes de gaz **comporte un crantage de sécurité.**

→ Une fois les manettes au ralenti, **il faut soulever ces palettes avec le bout des doigts pour faire reculer les manettes d'un cran, et les faire passer dans la partie "reverse".**

En même temps, cela provoque le déverrouillage et la **sortie des "coquilles" de reverses** sur les moteurs, ainsi que le positionnement de la puissance moteur au "ralenti reverse", qui est un peu plus élevé que le ralenti sol normal.

→ Si, une fois ce cran passé, on continue à amener les manettes vers l'arrière, on est dans une plage linéaire qui commande la mise en puissance progressive des moteurs, avec les coquilles sorties, **on peut ainsi appliquer plus ou moins de puissance en mode "reverse".**

Si on tire les manettes complètement en arrière, alors les moteurs partent à la puissance **maxi-reverse.**

Il suffit de ravaner les manettes pour revenir au ralenti reverse, puis les avancer encore d'un grand **coup sec** pour les faire revenir dans la partie "positive" de leur course, les palettes reviennent alors en position normale et les **coquilles de reverses rentrent et se reverrouillent.**

→ Airbus n'a rien inventé, c'est comme ça sur tous les avions. A une petite variante près : sur bon nombre d'avions, ce sont les manettes de reverses, l'équivalent des petites palettes sur Airbus A340, qui sont tirées plus ou moins pour appliquer plus ou moins de puissance sur les reverses, tandis que là c'est la manette des gaz.

Sur A320 comme sur tous les avions, il faut quelques conditions pour que les reverses s'engagent (que les coquilles se déverrouillent et sortent).

L'une de ces conditions est que la **palette de reverse soit en position reverse.**

Une autre de ces conditions est que les **amortisseurs de train principal soient comprimés.**

Et d'ailleurs, **un loquet interdit** de passer les palettes en position reverse si les amortisseurs ne sont pas comprimés...

→ Donc en vol, en admettant qu'on arrive à bousiller le loquet de sécurité et passer quand même la palette en position reverse, les coquilles de reverses sur les moteurs ne sortiront pas pour autant.

-Concernant les essais moteurs :

Les moteurs à turbine n'ont pas besoin d'essais moteurs avant le décollage.

→ Sur A320, il faut que les moteurs soient en route depuis au moins **3 minutes**, et l'huile moteur au moins à **40°**, et on peut appliquer la puissance décollage sans autre forme de procès. Les essais des commandes de vol, les check-lists et les briefings sont effectués **en roulant**.

-Concernant l'hydraulique :

Au parking, avion arrêté et moteurs éteints, l'avion n'a pas besoin d'hydraulique...
Donc aucune pompe ne fonctionne.

En fait, il y a un truc qui a besoin d'hydraulique : **le frein de parc**.
Pour garder la pression sur le frein de parc (circuit jaune, freinage secours), **il y a l'accu de frein**.

→ Si on a besoin d'hydraulique à ce moment là, c'est pour une chose : **la manoeuvre des portes de soute**.

Dans ce cas, l'action sur les sélecteurs de porte de soute **met en fonctionnement la pompe jaune**, qui fonctionne le temps de manoeuvre des portes, puis s'arrête.

Le reste du circuit jaune n'est pas pressurisé en hydraulique puisque dans cette configuration les vannes d'isolement (leak measurement valves) sont fermées.

Dans cette configuration, seuls sont alimentés en hydraulique **les portes de soutes, le circuit frein de parc** (l'accu se regonfle, c'est bien, la dernière action qu'on fait avant de quitter le bloc, fermer les soutes, regonfle l'accu de frein) et, si mes souvenirs sont bons, **la reverse 2**.

→ Dans le cas d'un push classique, **il n'y a pas besoin d'hydraulique**.

Donc le moteur 2 est démarré, et **la pompe moteur 2 alimente le circuit jaune assez rapidement** (à partir de 7 à 8% de N2, la pompe fournit déjà de la pression).

Dans cette configuration, les vannes d'isolement (les leak measurement valves) sont ouvertes, et les commandes de vol sont alors alimentées.

On voit d'ailleurs à ce moment là les ailerons, les gouvernes de profondeur et le drapeau de la dérive venir se mettre au neutre (au lieu de pendouiller lamentablement comme lorsque l'avion est au parking).

→ Une fois que le moteur 2 est démarré, **la pompe hydraulique bleue se met en route**. C'est la seule source de pressurisation normale du circuit bleu.

Elle fonctionnera jusqu'à l'arrêt des moteurs.

Le moteur 1 est démarré, et sa pompe moteur va alimenter le circuit vert de la même façon que la pompe moteur 2 alimente le circuit jaune.

Si on réunit quelques conditions (frein de parc relâché, au moins une pression d'huile, un circuit à 3000 psi et l'autre à moins de 500 psi, le PTU se met en fonctionnement pour faire du vert à partir du jaune (ou réciproquement, mais c'est en général dans ce sens que ça marche dans cette configuration de démarrage).

➡ Dans le cas d'un push avec PPU, **on a besoin d'hydraulique verte avant de commencer le push.**

Pour cela, on **démarre le moteur 2 au parking. La pompe moteur 2 fait de l'hydraulique jaune.**

Dès qu'on relâche le frein de parc, les conditions sont réunies pour que le PTU se mette en fonctionnement et **fasse de la pression hydraulique verte.**

La pompe bleue est mise en route selon sa logique, qui est la même que dans le cas précédent.

A la fin du push, le frein de parc est resserré, et le PTU s'arrête.

Le moteur 1 est démarré, et **le circuit vert est mis en pression par la pompe moteur 1.**

➡ La pompe à main sur le circuit jaune sert à une chose et une seule : permettre la manoeuvre des portes de soute en absence totale d'électricité dans l'avion (pas d'APU, pas de GPU).

C'est d'ailleurs, pour l'avoir pratiqué, un excellent exercice de musculation.

Oh purée ! Elles sont lourdes, ces portes, et faire le shaddock quelques centaines de fois, les bras en l'air, pour les manoeuvrer, ça fait transpirer.

➡ Il me semble qu'il y a d'autres pompes à main, mais elles ne sont pas représentées dans les schémas, elles sont dans les baies de remplissage des bâches hydrauliques et permettent le remplissage, la répartition et le transfert, au sol avion tout arrêté, de liquide hydraulique dans les différentes bâches.

En temps normal, dans les escales équipées, le remplissage se fait à partir de nourrices hydrauliques sous pression, montées sur remorque, mais il est possible de faire les niveaux hydrauliques à partir d'un bidon tout simple.

Et dans ce cas, il faut pomper...

-Annexe personnelle à la rubrique Hydraulique :

Il y a la théorie, et il y a la réalité.

En vrai de vraie dans la vraie vie, **si le circuit dont la pression la plus élevée descend en dessous de 1400 PSI, le PTU cesse de fonctionner.**

➡ Je me suis rendu compte de ça de façon tout à fait fortuite :

Il nous arrive, lorsque le roulage après l'atterrissage est un peu long, de rouler avec le moteur 2 arrêté.

Dans ce cas là, on a le 1 en route, le 2 stoppé, et la pompe électrique jaune en fonctionnement, prête à prendre le relais pour fournir de l'hydraulique de freinage et d'orientation au cas où.

Si la pompe verte se mettait à défaillir, le PTU se mettrait en route.

➡ A l'arrivée au parking, on serre le frein de parc. Frein de parc serré, un moteur en route, l'autre arrêté, **le PTU est inhibé.**

On arrête le moteur 1, comme les deux moteurs sont dans le même état (arrêtés tous les deux), **le PTU est désinhibé**, et il peut fonctionner le cas échéant.

On coupe la pompe électrique jaune, et j'ai remarqué que le PTU se met en fonctionnement dans ce cas là.

C'est normal, la pression dans le circuit jaune chute très vite (car il y a eu début d'ouverture des portes de soute avant la fermeture des vannes d'isolement), alors que la pression verte ne descend que très lentement.

Comme ce bruit de PTU est plus qu'agaçant, il m'est arrivé d'appeler la page Hydraulique sur l'ECAM, de voir 2800 PSI sur le vert, 2300 PSI sur le jaune, faits par le PTU.

➡ Dans ce cas, je "**vide**" le circuit vert en le sollicitant : je tire et pousse sur le manche, afin de faire bouger les gouvernes de profondeur.

Je n'agis pas sur les ailerons parce qu'ils ont la jolie manie de faire sortir les spoilers, et si je me retrouve avec la pression à 0 et les spoilers dehors, j'ai l'air d'un con...

De plus, les ailerons, y a les camions pour les soutes et le pétrole qui passent très près, alors qu'à la profondeur, là bas derrière, y a personne (y a déjà l'APU qui fait du bruit et du chaud).

Et **j'ai constaté que la pression diminue plus rapidement** (c'est normal, à force de tirer dessus).

Lorsque **la pression verte arrive à 1400 PSI et la pression jaune à 900, le PTU s'arrête**, son bruit inquiétant aussi.

C'est une constatation, et je ne l'ai pas vue dans les bouquins.

Ou alors j'ai mal lu.

(J'ai remarqué aussi qu'autant lors de l'embarquement, les passagers sont inquiets par le bruits du PTU, autant au débarquement ils s'en foutent. L'être humain ne penserait-il qu'à lui ?...)

-Concernant les pinnules :

Les A320 possèdent des pinnules sur les alti et anémo de secours, mais Airbus préconise de ne pas les utiliser...

➡ Pourquoi ? Parce que sur les nouveaux avions, les instruments de secours sont remplacés par un instrument intégré appelé **ISIS**, et sur cet instrument le réglage des index est délicat et peut amener à des erreurs de manipulation.

Donc pas d'utilisation des index sur l'ISIS.

Donc pas d'utilisation des index (ou pinnules) sur les autres non plus.

D'où tous les index à zéro.

Va comprendre...

-Concernant l'ISIS :

Je ne sais plus si l'ISIS fonctionne en continu ou en alternatif (en fait je ne l'ai jamais su et je m'en contrefous royalement), mais on peut mettre sa pinnule à couper qu'il est relié à la **DC ESS BUS** s'il fonctionne en continu, ou à **l'AC ESS BUS** s'il fonctionne en alternatif.

Bref, **il est toujours alimenté**, même avec les trois alternateurs dans les chaussettes.

-Concernant les turbulences :

Le principe même des commandes de vol fait que, en manuel comme en automatique, **on est toujours un petit peu au PA...**

L'avion est certifié dans un domaine de vol précis, les systèmes de commandes de vol garantissent qu'on ne sortira pas de ce domaine de vol (quitte à percuter la montagne).

Dès lors que le pilote automatique est lui aussi certifié sur tout le domaine de vol, **il n'y a pas de raison qu'il se déconnecte**, puisque l'avion est censé ne jamais se trouver dans une situation qui sort du domaine de certification du PA...

➡ En ce qui concerne le guidage, le PA de l'A320 (et assimilés) est payé pour tout faire avec des variations très faibles de facteur de charge.

Donc le mode TURB est incorporé dans le mode CMD...

➡ Enfin, sur les premiers A320, il avait été fait un truc super chiadé : des **accumulateurs hydrauliques en pied de spoilers** permettent d'envisager un déploiement très rapide de ceux-ci (300° par seconde).

En cas de turbulence, si le facteur de charge ressenti par l'avion dépasse de **0,3g** le facteur de charge demandé par le joystick ou par le PA, le système de commandes de vol s'estime subir une rafale et **diminue le facteur de charge... en diminuant la portance.**

Pour ça, **sortie très rapide des spoilers et débattement très rapide des ailerons vers le haut.**

La portance de l'aile diminue brusquement, le facteur de charge également.

Quelques fractions de seconde plus tard, tout rentre dans l'ordre, les gouvernes reprennent leur position initiale, et ça continue comme si de rien n'était.

Ce système s'appelle "LAF " (Load Alleviation Function).

Un système similaire, d'un autre nom, équipe les A340.

➡ Devant le poids de ce système et les problèmes techniques soulevés (notamment fuites sur les accumulateurs hydrauliques), **le système a été abandonné sur les A318, A319 et A321**, remplacé par... des longerons plus costauds, plus lourds mais moins que tout le bazar monté sur les ailes.

Néanmoins, être assis au hublot près de l'aile en turbulence avec cet avion est assez rigolo, on voit les spoilers se démener comme des fous...

Quand ça secoue sec, on peut voir sur la page **FCTL** les ailerons aller **tous les deux vers le haut** (c'est bizarre, après avoir appris que quand l'un se lève, l'autre s'abaisse...) mais c'est tout.

➡ Et des fois, ça ne marche pas.

Si un élément de tout ce tintouin ne fonctionne pas correctement, le bazar entier se met en rideau et le message "**LAF DEGRADED**" apparaît à l'écran.

Cela ne change ni le domaine de vol de l'avion, ni son comportement en turbulence.

Bref, à se demander pourquoi ils l'ont mis (d'ailleurs ils ne l'ont pas remis sur les autres!)

-Un peu d'humour :

Pour les réductions tardives, à l'époque, en A320, c'était 340 kt jusqu'à 3000 ft sur le plan, sortie des traînées au placard, stabilisé à 500 ft sol.

En fait, cet avion a les qualités de décélération et d'accélération du B727, qui est une référence en la matière.

Le Mercure, sa seule qualité était d'avoir une VMO à 390 kt.

Pour les perfos en montée, derrière en A320, ils nous arrivait de klaxonner...

Par contre, le bouzin descendait comme un caillou (d'ailleurs les passagers en descendaient en se tenant les oreilles, les tympans ayant été perdus quelque part aux environs du F1180, mais avec le bruit en cabine ils ne s'en étaient pas rendu compte tout de suite, le seuil de la douleur ayant été dépassé jusqu'à l'arrêt des moteurs).

Les seules fois où j'ai vu des ATR de près, c'est quand ils étaient à 120 kt en finale (frein à main serré, sans doute), et moi en A321 à 145 kt derrière.
Je leur dois mes plus jolies remises de gaz, et de très jolis survols de la région parisienne à basse altitude.
Merci, c'est super beau.

-Concernant le VHL :

Lors de la préparation du vol, on calcule les **V1, VR et V2** de façon classiques (feuilles de limitations).

Le premier décollage se fait de façon classique également, c'est à dire que lorsqu'on va mettre les manettes de gaz sur **FLEX** ou **TOGA**, les **FD** et **l'ATHR** vont s'engager.

➡ Il est possible d'empêcher cela, mais cela revient à ne pas insérer des données boxées ambres sur les **MCDU** et/ou à tirer des disjoncteurs, et il est interdit de dégrader volontairement l'avion, même en entraînement (exception faite bien sûr de la réduction d'un moteur après **V1**).

Donc le premier décollage est normal, comme sur un vol en ligne, et une fois le train rentré et la trajectoire de montée établie, on coupe les **FD**. **L'ATHR** passe en **SPEED** automatiquement (c'est son mode par défaut lorsqu'il n'y a aucun autre automatisme engagé), on la coupe également (il est possible de couper **l'ATHR** avant de dégager les **FD**).

➡ On arrive à **1500 ft/sol**, on stoppe la montée et on met en virage (lors du premier tour de piste, on ne fait pas les deux en même temps, on tourne un peu large pour avoir le temps de tout faire proprement).

On laisse accélérer, **volets 1, vitesse S**, on stabilise à cette vitesse. Check list après décollage, activation de la phase approche dans le **MCDU**.

Même si on n'utilise aucun automatisme, on fait quand même cette manipulation car cela va avoir deux avantages :

- la vitesse managée en finale avec protection vitesse sol mini sera disponible.
- En cas de remise de gaz et conditions **IMC** subites, la trajectoire présentée sur les **ND** sera correcte.

Check-list approche.

➡ Travers plots, top, **éloignement 45 secondes** corrigées du vent (la moitié du vent effectif, c'est à dire qu'avec **10 kt** dans les dos en vent arrière, on fait un éloignement de $45-5 = 40$ secondes).

Volets 2, vitesse F+20.

➡ Fin d'éloignement, Train sur sorti, mise en virage, mise en descente à 500 ft/min. Milieu de virage, on arrive sur le plan, volets 3 et vitesse managée.

Volets Full, check-list avant atterrissage.
500 ft/sol, sur l'axe, stabilisé, poussée réajustée.

Les spoilers ne sont pas armés.

→ Toucher du train principal.

Le **PF** (le stagiaire) se concentre sur le poser de roulette et la tenue d'axe, et il lâche les manettes de poussée.

Le **PNF**, l'instructeur, remet les manettes de poussée "à la verticale", c'est à dire qu'il demande un **N1** d'environ **60%**. Le but est d'empêcher les moteurs de descendre au ralenti sol.

Volets positionnés à 2, on vérifie que le trim automatique est en train de dérouler pour revenir vers 0.

Le **PNF** met les manettes de poussée dans le cran **TOGA**, les **FD** reviennent et l'**ATHR** se rengage.

Le **PNF** remet immédiatement les manettes dans le cran **FLEX/MCT**, la poussée revient à **MCT**.

Il est possible que le **master warning** se déclenche, c'est normal, les volets ne sont peut-être pas encore à 2 et le trim peut-être pas encore revenu dans la plage verte.

Ca doit s'arrêter tout seul.

Pendant ce temps là, l'avion ré accélère.

→ Lorsqu'on arrive à la vitesse d'approche précédente, **VApp**, "rotation", le stagiaire tire sur le manche et ça décolle.

Et c'est reparti pour un tour.

Si c'est un **circuit basse hauteur**, la hauteur de tour de piste sera de **600 ft** (600 ft en vent arrière en Airbus, c'est très très bas, et avec un 747, on a l'impression d'accrocher les arbres en dernier virage...).

→ Dans ce cas, le train reste sorti et les volets restent à 2, la vitesse en vent arrière est de **F+20**.

Check-list après décollage (pas un item ne correspond à la C/L après décollage en ligne, et là ça fait travailler les neurones pour comprendre si c'est normal que ce soit pas pareil que d'habitude).

Activation phase approche, check-list approche.

→ Top travers plots, éloignement **35 secondes** corrigées du vent (1/3 du vent effectif ici).
Fin de vent arrière, 5% de plus au N1 environ, et mise en virage.

On ne descend pas tant qu'on ne se visualise pas bien sur l'axe et sur le plan.

On arrive sur l'axe, mise en descente sur le plan, volets 3, speed managée, volets full et check list avant atterrissage (comme d'habitude mais les spoilers ne sont pas armés), **500 ft** stabilisé poussée réajustée.

→ Touch and go, un tour de piste normal à suivre, mais de l'autre côté.

Les volets rentrent à 3, le trim revient à 0, manettes **TOGA** puis **MCT**, "rotation" et simultanément une des manettes de poussée sur 0.

"Panne moteur" 1 ou 2.

→ La trajectoire sera la même que sur les deux moteurs, si ce n'est que ça monte moins aux arbres (mais ça monte bien quand même, sur un moteur avec l'avion chargé, on remplace les passagers par beaucoup de pétrole, le vario en montée initiale est entre 800 et 1200 ft/min).

→ S'ensuivront des tours de piste avec rattrapage d'axe (on s'établit en finale sur le parking, et à **700 ft** on fait la baïonnette pour revenir dans l'axe de piste, il faut être stabilisé sur la nouvelle trajectoire avant **500 ft/sol**).

Rattrapage de plan, on se présente très haut sur le plan et vers **1000 ft/sol** on plonge pour rattraper le plan.

Les manettes dans la poche, toute la tôle sortie (vaut-il mieux être volets 3 et AF sortis ou volets FULL et AF rentrés ?), on revient sur le plan et on rajuste la poussée pour être stabilisé entre 800 et 500 ft.

La même chose mais sur un moteur, l'autre bloqué au ralenti.

Voilà en gros pour le déroulement d'une séance de **VHL**.

Le **VHL** ne sert pas à faire des pannes, ce n'est pas une qualif.

Il s'adresse à des gens déjà qualifiés sur l'avion.

Il est là pour faire coïncider la gestuelle apprise au simu avec le comportement de l'avion réel (et on voit souvent que l'avion réel est plus stable et plus docile que le simu).

-Concernant les FAC :

En ce qui concerne les **FAC** et la gouverne de direction en butée, le "problème" se pose lorsque le **FAC** est dit "d'ancienne génération".

Sur cet avion, les **FAC** calculent les enveloppes de vol, les vitesses caractéristiques, et contrôlent la gouverne de direction.

Lors de l'autotest des **FAC**, il y a des conditions très strictes à respecter, parmi celles-ci il vaut mieux que l'avion ne soit pas en virage et que la gouverne de direction ne soit pas trop braquée. Sinon, les conditions initiales d'autotest peuvent faire échouer le test (génération de l'alarme **FAC 1+2 FAULT**) et éventuellement dans des cas extrêmes faire considérer par les **FAC** que la position braquée est la position neutre de la gouverne. (En principe, l'alarme précédente se déclenche rapidement, mais bon, mieux vaut ne pas jouer avec).

Donc les RCT demandent de recentrer la gouverne lors de la mise en route, afin que les autotests qui auront lieu lors des transferts électriques ne débouchent pas sur ces problèmes.

Qu'est-ce qui change avec les **FAC** nouvelle génération ?

Pas grand chose, si ce n'est que les temps de tolérance à la perte d'alimentation ont été allongés, et ainsi les **FAC** ne font plus d'autotest lors des transferts électriques.

-Concernant l'allumage continu des moteurs

Sur Airbus **A320**, il y a possibilité de forcer le rallumage continu avec le bouton **Ign Start** situé sur le **Pedestal** sous la manette des gaz.

Il y a aussi surveillance des paramètres moteurs par le **FADEC**, et activation automatique du rallumage continu pour raccrocher une flamme qui aurait décroché.
C'est transparent, et l'équipage ne sait même pas que le **FADEC** a redémarré un moteur qui s'était éteint...

Sur les versions **CFM56-A** quelque chose, il y a mise en route automatique du rallumage continu si les **Engine Anti Ice** sont mis en fonctionnement.

Sur les **CFM56-B** quelque chose, ce n'est pas le cas, la forme des cônes de soufflante est telle qu'il n'y a pas introduction de liquide dans le flux primaire.

-Concernant l'absence du mode VOR

Ce mode "basique" est en fait totalement obsolète.

Les modes mis à la place le remplacent très avantageusement.

Au lieu de suivre un axe **VOR**, tu fais un système de navigation qui détermine sa position, entre autres moyens plus précis, grâce aux **VOR** reçus.

Puis tu demandes à ce système de te faire aller d'un point à un autre, des points définis par leurs coordonnées géographiques.

Cela revient rigoureusement au même, avec beaucoup d'avantages en plus :

➡ Si le **VOR** que tu veux suivre ne fonctionne pas, avec un suivi d'axe **VOR** tout bête, c'est bâché ! Là, en utilisant les autres **VOR** alentour, tu reconstruis la position et tu peux continuer à suivre l'axe d'un **VOR** qui ne fonctionne pas...

➡ Il n'y a pas que les **VOR** dans la vie. En équipant ton système de navigation de centrales à inertie et de récepteurs **GPS**, tu peux suivre des axes **VOR** là où il n'y a pas de **VOR**...

Cela s'appelle de la RNAV, et c'est le standard actuel de navigation.

Les **VOR** sont appelés à disparaître (je parle des balises au sol).

Coûteuses, gourmandes en énergie et en maintenance, elles ne répondent plus aux besoins actuels, où le moindre ULM est équipé de 3 **GPS** (et certainement pas de **VOR** !).

➡ Donc pour suivre un axe **VOR** en A320, tu mets les coordonnées du premier point, les coordonnées du second, tu vérifies l'intégrité du système de navigation qui détermine ta position, et zou, fonction **NAV** !

Ca fait exactement la même chose... en mieux !

Tu auras toujours des vieux grincheux qui te raconteront leur guerre et te diront que rien ne remplace le **VOR**...

J'en connais même qui disent que rien ne remplace l'**ADF** ! J'ai à mon actif quelques centaines d'approche **GPS**, je peux te dire que l'**ADF** et le **VOR** ont bel et bien été remplacés, et de façon très avantageuse.

De nuit en Afrique, je préfère largement avoir un système inertiel vérifiant la véracité de deux récepteurs **GPS** surveillant eux-mêmes l'intégrité de leurs indications plutôt qu'une aiguille **ADF** qui bat à droite et à gauche au gré des orages du coin !

Donc le mode **VOR** n'existe plus (et pas seulement chez Airbus, Boeing l'a supprimé également).

Maintenant, c'est le mode **NAV** qui le remplace.

-Concernant l'augmentation de la Vapp par conditions turbulentes :

Sur Airbus **A320** et assimilés, l'avion calcule lui même le "**kve**" (trop fainéants ces pilotes d'Airbus !).

➡ La vitesse de référence **VLS** est égale à **1.23 VS1g** (ce qui revient à 1.3 VS pour un avion certifié antérieurement).

➡ La vitesse d'approche calculée par le **FMGC** est égale à la Vitesse de référence plus une correction de vent.
Cette correction est égale au tiers du vent effectif en finale, vent inséré en page **PERF APPR** du **MCDU**, avec un minimum de **5 kt** et un maximum de **15 kt**.

Donc VApp(MCDU) = VLS + 1/3 Ve(MCDU), avec mini VLS+5 et max VLS+15.

Ensuite, l'avion mémorise, mais ne présente pas, la vitesse sol mini **GSMIn**.

Cette vitesse est égale à **VApp-Vent** effectif inséré dans la page **PERF APPR** du **MCDU**.

$$\mathbf{GS_{min} = V_{App}(MCDU) - V_e(MCDU)}.$$

➡ Et la vitesse que l'avion va présenter (index magenta) en approche finale sera égal à la vitesse sol mini plus le vent effectif instantané mesuré par les centrales à inertie.

$$\mathbf{V_{App\ target} = GS_{min} + V_e(réel)}.$$

Ceci sans aucune limitation vers le haut.

Un petit exemple parce que ce n'est pas simple à piger du premier coup.

Nous allons vers Lisbonne, la 21 en service, le vent est du 240° pour 30 kt rafales à 45 kt.
Nous sommes en A320 à la masse de 60 tonnes.
Vu le vent et les turbulences associées, nous allons nous poser volets 3.

Nous insérons en page **PERF APPR** un vent du 240° pour 30 kt, et nous sélectionnons la ligne "**CONF 3**".

Le vent effectif va de **26 kt (30 x cos30°) à 39 kt (45x cos 30°)**

A 60 tonnes volets 3, la VLS d'un A320 est de 140 kt.

$$\text{Donc } \mathbf{V_{App}(MCDU) = 140 + 1/3 (26) = 149}.$$

Le FMGC calcule la vitesse sol minimale : $\mathbf{GS_{min} = 149 - 26 = 123\ kt}$.

C'est la vitesse sol minimale qu'on aura en finale.

➡ Pour garantir cette vitesse sol minimale, la vitesse que nous tiendrons en finale sera de :

$$\text{Vent de 30 kt : } \mathbf{V_{App\ target} = GS_{min} + V_e(réel) = 123+26 = 149\ kt}$$

$$\text{Rafale à 45 kt : } \mathbf{V_{App\ target} = GS_{min} + V_e(réel) = 123+39 = 162\ kt}.$$

On se prend d'un coup une rafale à 65 kt qui n'était pas prévue par la météo,

$$\mathbf{V_{App\ target} = GS_{min} + V_e(réel) = 123+56 = 179\ kt}.$$

Le vent chute d'un coup et passe 5 kt arrière.

$$\mathbf{V_{App\ target} = GS_{min} + V_e(réel) = 123+0 = 123, inférieure à 140, donc l'index reste à 140\ kt}.$$

Et la **GS** réelle vaut, elle $\mathbf{140+5 = 145\ kt}$, elle est bien supérieure à la vitesse sol mini.

➡ L'index magenta de vitesse managée va donc évoluer **en même temps que le vent**, si le vent de face se renforce la vitesse d'approche augmente d'autant, afin de garantir la vitesse sol minimale.

Si le vent diminue, voire passe arrière, la vitesse d'approche diminue jusqu'à **VLS**, et ne descend pas en dessous.

Ce réajustement permanent de la vitesse d'approche permet de se prémunir le mieux possible contre un éventuel cisaillement de vent.

-Parenthèse sur le WindShear :

Dans les 320, on a un **Predictive Windshear** (fonction doppler sur le radar météo) et une alarme "**Windshear Réactif**", par analyse des accélérations de l'avion.

Ca marche plutôt très bien.

-Concernant l'affichage Engine Out sur le MCDU :

Ca ne sert presque à rien !

En fait, ça dépend des databases.

Sur certaines databases, ça présente au décollage la trajectoire d'envol en cas de panne moteur (**EO SID**).

Mais comme ces trajectoires, élaborées par les exploitants, sont souvent différentes des trajectoires en databases, beaucoup de compagnies ne s'en servent pas.

➡ Certains exploitants ont même carrément demandé à ne pas avoir ces trajectoires en databases afin de libérer de la mémoire pour d'autres données.

Ensuite, ça calcule un fuel est un niveau d'accrochage monomoteur.

Bon, chouettos, mais le calcul **n'est pas certifié** (alors qu'il l'est en fonction bimoteur).

Ensuite, à l'époque, il y avait interdiction d'activer une approche classique managée en mode **EO**. Depuis une modification apportée au **FMGC**, c'est possible, mais l'approche classique managée au pilote automatique sur un moteur **n'est pas certifiée sur cet avion** (donc c'est une approche classique en sélecté à l'AP ou une approche classique managée, mais en pilotage manuel).

Sinon, les modes sont exactement les mêmes que ce soit en mono ou en bi-moteur.

Ce qui fait que ne pas avoir la fonction "**EO**" sur un simulateur à 40 balles n'est pas vraiment gênant.

➡ Déjà essayer de manoeuvrer la bestiole au ras du sol à la masse max avec un moteur dans la musette, après on verra si la fonction "**EO**" est si utile.

-Concernant le traitement d'une panne moteur :

On déconnecte l'ATHR et on passe MCT sur le moteur vif.

La vitesse va diminuer, puisque le seul moteur restant n'est pas suffisant pour maintenir le palier.

On sélectionne un niveau de vol inférieur, et on sélectionne la vitesse Green Dot.

On tire sur le sélecteur d'altitude pour passer en OP DES, et comme l'ATHR est déconnectée, il ne passe pas en IDLE, mais reste en MCT.

→ Ainsi il va descendre tout doucement en maintenant MCT, on a largement le temps d'aller voir dans les courbes quel est le niveau de rétablissement monomoteur.

Cette trajectoire s'appelle une "drift down", et sur A320 la descente du niveau de croisière vers le rétablissement (en gros un niveau compris entre le FL180 à pleine charge et le FL240 si on est léger) va prendre **une bonne heure et environ 400 Nm...**

Autant dire qu'on peut se traverser les Alpes sans problème !

Et qu'en Europe on abrègera rapidement cette descente pour passer en descente normale (fastoche, il suffit de reconnecter l'ATHR et il passera en IDLE), car on est rapidement en local d'un aéroport sur lequel se poser.

En effet, une panne moteur sur un bimoteur, c'est pas une situation désespérée, mais la première ligne de la check-list est "atterrir dès que possible sur un aéroport approprié". D'ailleurs, sur l'ECAM supérieur, un message "LAND ASAP" ambre (land as soon as possible) rappelle qu'il n'est pas prévu de rester éternellement en l'air comme ça.

→ **Réglementairement, c'est 60 minutes maxi (au niveau de la préparation du vol).**

Au delà, il faut une certification ETOPS.

-Concernant les freins (écrit par Degseth):

En gros y'a pas grand chose de compliqué. Par contre, il y'a des différences entre le système 318 et les 319/20/21.

***Les freins en eux-mêmes:

Freins carbonés multi disques sur chaque train principal, éventuellement refroidis par un petit ventilateur "Brake Fan" (en option comme pour la clim voiture...)

*Le système de freinage:

***Pour les systèmes type 319/20/21:

L' **A320** est équipé de freins avec anti-skid (**ABS** en voiture) et **AutoBrakes**.
On peut couper le circuit en deux parties (normal et secours).

➡ **Le système de freinage normale utilise le système hydraulique vert.**
Il est commandé par le **BSCU** (Brake and Steering Control unit).

*Avant de continuer, attardons nous un peu sur ce **BSCU**:

Il dispose de **deux canaux** (changement à chaque sélection de manette de train sur DOWN ou perte d'un canal).

Il commande: **les fonctions de freinage normale, l'antiskid, la fonction autobrake, les indications de températures des freins (via le BTMU Brake Temperature Monitoring Unit), le freinage secours avec le système classique 320.**

➡ En appuyant sur les pédales le **BSCU** va envoyer des ordres électriques sur des vannes qui vont admettre la pression verte dans les cylindres de freins.

Le **BSCU** élabore également les ordres de défreinage lorsqu'il détecte un glissement de la roue (**Antiskid**).

Pour se faire, il compare la vitesse de la roue avec la vitesse de l'avion donnée par les ADIRS.

Lorsque le glissement atteint **87%** un ordre de défreinage est envoyé et la pression sur la roue est relâchée pour maintenir **87%**.

Le signal électrique peut également provenir du système **Autobrake**.

*Le Freinage Secours.

➡ **Le freinage secours utilise la pression hydraulique "Jaune".**

Le changement de circuit est effectué avec un **vérin automatique** en fonction de la pression disponible sur chacun des circuits.

Deux possibilités, mais dans tous les cas **AUTOBRAKES** inopérant.

1: **Freinage secours avec anti-skid:**

Au moins un canal du **BSCU** fonctionne, il y'a de la pression jaune, l'interrupteur "**A/S NWS**" est sur "**ON**", le "**PARK BRK**" n'est pas sur "**ON**"

On n'utilise plus d'ordres électriques.

Il existe un circuit hydraulique fermé basse pression à partir des palonniers (comme sur Cessna) qui va venir faire déplacer les servos valves qui admettent la pression jaune directement.

2: **Freinage Secours sans anti-skid.**

Perte du **BSCU**, ou "**A/S NWS sur off**", ou perte de pression **JAUNE + VERTE**.

Dans ce dernier cas, la pression utilisée pour le freinage sera issue de l'accumulateur de pression hydraulique **jaune** de freinage de secours (**7 applications maxi garanties**)

De même, via le circuit basse pression.

Dans cette configuration et sans **Antiskid** on attachera une attention toute particulière à ne pas dépasser une certaine pression sur l'indicateur triple (**pour ne pas bloquer les roues**).

***Pour les systèmes type 318:

Il existe un calculateur de plus: **L'ABCU** (Alternate Braking Control unit).

Pour le freinage normal, **identique au système classique 320**.

Pour le freinage secours avec ou sans antiskid:

 **L'ABCU** gère le freinage via des ordres électrique. Il n'y a pas sur ce système de circuit basse pression.

Le transfert Vert/Jaune est automatique.

Il gère également l'Antiskid secours.

Si pas de pression jaune, utilisation de l'accu.

*Le Frein de Park:

Il utilise dans les deux systèmes le circuit jaune.

Il est mis en pression par **l'accumulateur** (si pas d'autres sources) qui peut maintenir cette pression durant **12heures**. Il n'y a pas besoin d'appuyer sur les pédales pour mettre en pression avant de le mettre sur "ON".

Le fait d'avoir la poignet Park Brake sur ON désactive tous les autres systèmes (autobrakes, antiskid..)

***Lors de la rentrée du train:

Pour le train avant, des bandes de freinage sont placées dans le logement de trains pour freiner les roues (pas de disque de freins sur les roues avant).

Pour les principaux, le **BSCU** envoie des ordres à freiner.

-Concernant le système d'orientation des roues (écrit par Degseth) :

Il utilise le système **hydraulique vert** pour faire tourner la roulette avant (si on peut encore appeler ça une roulette...) sur système classique **320**, la **pression jaune** sur système type **318**.



Un truc important est que sur système classique, **la pression verte** admise dans le vérin de manoeuvre de roue **passse d'abord par les portes de trains, qui doivent être fermées** pour laisser passer cette pression.

Si le train est sorti par gravité, les portes restant ouvertes, on perd le contrôle de direction de la roue avant.

Sur système type 318, la pression jaune est admise **directement dans le vérin** de manoeuvre.

La commande d'orientation provient de trois sources:

1° **Palonnier**: Débattement de 6° dégressif à partir de 40kt pour atteindre 0° à 130kt.

2° **Des volants de direction**: Comme pour les manches, les ordres de chacun des manches sont additionnés algébriquement si utilisés en même temps. Débattement de 75° dégressif à partir de 30kt pour atteindre 0° à 70kt.

3° **De l'autopilote**.

Un **by-pass** est installé sur le train avant **pour couper la pression hydraulique par le mécano sol en cas de repoussage**.

Dans ce cas, le débattement peut atteindre 95° par le tracteur.

Un mécanisme à came recentre le train lors de la séquence de rentrée.

-Concernant le calcul de vitesses au décollage :

Pour le décollage, la seule valeur qu'on peut déterminer comme ça est **V2** en fonction de la masse, de la configuration, et de la densité de l'air (température, altitude, QNH).

A condition de travailler à **V2/VS1g** constant.

Comme ce n'est pas le cas de mon exploitant, je n'ai aucun moyen de le déterminer (bon, je chercherai les valeurs sur un terrain où on est limité par la longueur de piste, on travaille dans ce cas à **V2/VS1g = 1.13**, le minimum réglementaire).

Sur piste longue (à partir de 3000 mètres), j'ai repéré un truc qui marche bien, c'est **V2 = m + 85**.

Exemple : à 60 tonnes, **V2=145 kt**.

A 73 tonnes, **V2=158 kt**.

Sur piste courte, ça va être environ **5 kt** de moins, je vérifierai.

Ensuite, pour **VR**, tu prends **V2-3kt**, et ça roule.

Pour **V1**, ben ça dépend tellement de la piste !

Sur piste longue et sèche, tu prends $V1=VR$.
Si elle est mouillée, tu prends $V1=VR-15$.

Si elle est courte, tu prends $V1=V1$ **mini** (en gros 115 kt)

Ce sont des valeurs approchées qui devraient à peu près marcher.

-Concernant le FADEC :

A partir de **12%** de **N2**, les deux canaux du **FADEC** sont alimentés par des alternateurs autonomes.

Un alternateur par canal.

→ Si un de ces alternateurs tombe en panne, alors le canal **FADEC** correspondant passe en alimentation électrique **sur le circuit de l'avion** (ça doit être de l'**AC ESS BUS**, mais je n'en suis pas sûr), et une alarme est générée, bien sûr.

Ce qui veut dire que pour perdre le contrôle d'un moteur, il faut :

-**La perte d'une bus essentiel avion** (donc perte de toute source de génération électrique plus panne de la **RAT** plus panne des batteries et du convertisseur statique)

-**Plus la panne des DEUX alternateurs autonomes d'alimentation FADEC...**

Tu vois un peu la probabilité...

→ Quoi qu'il en soit, si le moteur n'est plus contrôlable, il est automatiquement arrêté par le **FADEC** (sur certaines pannes de **FADEC**, sur d'autres le moteur est mis au ralenti et n'en bouge plus).

La perte de contrôle d'un moteur est donc extrêmement peu probable.

Le coup des 5 minutes, c'est le temps d'alimentation des **FADEC** sur le circuit de bord après la coupure commandée de leur alimentation.

C'est à dire que quand on arrête un moteur, le **FADEC** n'est pas arrêté immédiatement, mais il est encore alimenté pendant 5 minutes par le circuit **ACC ESS**.

Cela permet donc, à chaque vol, de vérifier le bon fonctionnement de chaque canal **FADEC** sur son alternateur ET sur le circuit **AC ESS**.

On voit la coupure complète d'alimentation d'un **FADEC**, au bout de 5 minutes, par l'apparition d'une **croix ambré** sur les paramètres moteurs à l'**E/WD** et au **SD**.

-Concernant la pré pressurisation :

Celle-ci a deux raisons d'être.

Tout d'abord, cela va **limiter les à-coups de vario cabine** au moment de la rotation (c'est mieux pour les oreilles).

Ensuite, en gonflant légèrement la structure, on la rigidifie, ce qui fait qu'avec les vibrations de la piste, il va y avoir **moins de frottements des éléments de structure** (cadres, lisses, etc) les uns contre les autres, ce qui est mieux pour la durée de vie du fuselage.

Ca se passe au début de la phase de décollage (phase 6 des **FWC**, donc la mise des manettes de poussée dans le cran correspondant au décollage choisi, **FLEX/MCT** ou **TOGA**).

Cela déclenche plein de trucs :

-**La fermeture de l'outflow valve**, pour débiter la pré pressurisation.

-**La fermeture des "écopes"**, les vannes d'entrée et de sortie de l'air de refroidissement des packs.

Pendant le décollage, **les packs fonctionnent, mais ne sont pas refroidis**, le circuit d'air frais pour les échangeurs air-air est fermé.

➡ C'est pour éviter que le circuit de refroidissement des packs avale des cochonneries soulevées par les roues avant pendant la course au décollage.

A l'atterrissage, rien de ce genre n'est prévu.

Je ne sais pas si c'est d'une utilité évidente.

Sur **B737**, il y a un réel besoin d'un système efficace de protection en permanence car le fuselage de l'avion est assez bas au-dessus du sol.

A priori, sur **A320** et assimilés, c'est beaucoup plus haut et le besoin s'en fait moins sentir.

Cela ne coûtait pas cher de mettre une petite logique électronique qui commande la fermeture de vannes déjà motorisées par ailleurs, ils ont donc fait dans le simple, facile et pas cher.

➡ Il n'y a rien de spécial à l'atterrissage, la pré pressurisation a lieu au décollage, à l'atterrissage la **delta P est à zéro**.

Deux minutes après le toucher du train principal (le constructeur estime que 2 minutes après l'atterro, on ne redécalle pas, ça ferait un peu long comme touch and go...), il y a **changement de contrôleur de pressu**.

Ainsi, les deux contrôleurs travaillent alternativement un vol sur deux.

Le changement de contrôleur de pressu s'accompagne de la **pleine ouverture de l'outflow valve** (qui va rester à pleine ouverture jusqu'à la mise en poussée suivante, pour la pré pressurisation, à moins que le bouton "**ditching**" ne soit poussé entre temps).

➡ Pour l'ouverture des portes, si la poignée d'ouverture est manoeuvrée et si la **delta P** n'est pas nulle, un gros voyant "**aircraft pressurized**" s'allume sur la porte à l'endroit du hublot, visible de l'intérieur et de l'extérieur.

A Air France, il n'existe pas de procédure particulière (pas plus que dans le **FCOM** Airbus) pour s'assurer que l'avion est bien dépressurisé avant d'ouvrir les portes, si ce n'est que le voyant remplira sa fonction dans le cas contraire.

Mais les portes "bouchon" de cet avion sont telles qu'il est **impossible de les ouvrir si une pression résiduelle est présente.**

En effet, l'ouverture étant uniquement manuelle, le "moteur d'ouverture", c'est à dire le biceps du steward ou de l'hôtesse, est trop peu puissant pour contrer l'effet de quelques hectopascals sur les 3 mètres carrés d'une porte.

➡ En cas d'ouverture en secours avec déploiement des **toboggans**, là c'est autre chose, puisque **l'ouverture va être assistée par un vérin pneumatique.** Mais dans ce cas, pression ou pas, on s'en fout, faut que ça s'ouvre.

Ne pas confondre avec l'ouverture des portes de soute. Comme celles-ci s'ouvrent vers l'extérieur, une pression résiduelle les aiderait à s'ouvrir et à partir dans la tronche de celui qui les manoeuvre.

Alors, pour ces portes, la manoeuvre de la poignée d'ouverture commande d'abord **l'ouverture d'un volet** qui laisse s'échapper l'air, puis le **déverrouillage des crochets** de porte.

Ensuite, la manoeuvre de la porte proprement dite est **hydraulique.**

Dernière mise à jour : 20/11/2006