



Pour ce premier vol nous disposons du JAGUAR E n° 15 au meilleur standard de modification ; l'avion est prêt et nous décollons dans trois quarts d'heure. J'ai choisi un programme de vol qui va vous permettre de toucher du doigt les particularités de cet avion qui rompt très franchement avec les familles connues et les traditions aéronautiques purement françaises. Pour ceux qui ont déjà pris place dans cette cabine, en voisin, souvenez-vous du dépaysement que vous avez ressenti. Eh bien il en sera de même tout à l'heure quant aux qualités de vol de cet avion, à sa motorisation et à son pilotage en général. Mais je ne vous donne pas trois vols pour être conquis et devenir un pilote de JAGUAR acharné.

Après le "briefing" on signe les ordres ; on jette un coup d'œil au tableau des modifications, les premiers avions de série ne sont pas tous au même standard ; on signe la forme et on va à l'avion.

Le tour de l'avion : le mécanicien a sa liste des vérifications et la lit. On contrôle en même temps que lui. Veillez à ce qu'il n'enlève pas la sécurité de crosse avant que l'inspection des deux tuyères ne soit terminée. Le coup de crosse ne pardonne pas... En haut de l'échelle il n'y a pas la place pour deux ; vous serez tout seul pour faire les dernières vérifications : état de l'extrados, alignement des "spoilers", fermeture des portes de visites.

Le brélage : c'est celui du Martin Baker avec quelques particularités.

- Le régulateur d'oxygène est fixé au siège, à main gauche ; entraînez-vous à manœuvrer la cuillère de sélection des différentes fonctions ainsi que le robinet du pantalon anti G alimenté en oxygène.
- Ne cherchez pas le cordon radio. Il est intégré à la chenille de masque. Le verrouillage

du connecteur de poitrine assure le branchement radio et ouvre automatiquement le robinet.

□ L'éjection est possible au travers de la verrière ; la temporisation est ramenée à 0,5 seconde.

○ assurez-vous que le réglage du siège vous donne la position correcte pour l'éjection et celui du palonnier le plein débattement des pédales, en particulier pour le roulage.

○ laissez le mécanicien fermer et verrouiller lui-même la verrière ; vous éviterez ainsi de le blesser un jour ou l'autre. Elle peut tomber assez brutalement...

Vérifications avant la mise en route et démarrage des moteurs : consultez le mémento pilote.

○ un risque : la surchauffe au démarrage. Avoir l'œil sur la température des gaz à la turbine (TGT) et couper dès que l'aiguille amorce une accélération sans attendre qu'elle atteigne la valeur limite. Une fois partie elle peut aller très loin ou plutôt très haut !

Vérifications après la mise en route : consultez le mémento pilote.

On roule. Avant de lâcher les freins, embrayez le couplage au palonnier de la roulette de nez et donnez deux petits coups de pédales, le nez de l'avion vous répondra... Utilisez autant que possible un seul moteur pour contrôler la vitesse et surveillez la TGT, seule indication d'un pompage éventuel.

○ au sol le pompage n'est pas forcément audible mais le moteur, lui, est certainement endommagé si vous ne réagissez pas immédiatement à une accélération anormale de l'aiguille TGT.

Avant de s'aligner : consultez le mémento pilote.

○ à la mise des gaz montez le régime des moteurs l'un après l'autre pour mieux surveiller les paramètres y compris le débit instantané qui, avec la position de la tuyère, permet entre autres de contrôler le fonctionnement de la postcombustion.

DECOLLAGE

L'avion est capable de décoller à 135, à 160 ou à 190 kt selon que l'on veut décoller en 500 m sur les pistes courtes, diminuer la fatigue du train ou bien, et la tentation est grande, assurer la sécurité monomoteur au décollage comme sur un avion de transport. Nous n'y résisterons pas et nous décollerons à 170 kt, en atmosphère standard, avec 20° de volets, en 1000 m ; tant pis pour la performance ! L'accélération est très rapide et la rentrée des éléments doit être prompte et enchaînée, train, volets dans la foulée. En 1 mn on est à 500 kt et on attaque la montée P.C., 15° à la boule. 2 mn 50 s après le lâcher des freins on est à 30.000 pieds.

MOYENNE ALTITUDE

Evolutions : vous ferez ce que vous voudrez à l'intérieur des limitations générales suivantes : Mach 1.3, Vc 650 kt, 7,5 G, 20° d'incidence. Dans tout ce domaine vous trouverez un avion très souple, supersonique compris, efficace aux commandes jusqu'à la limite d'incidence à condition d'utiliser le pied et peu enclin à la perte de contrôle. Je vous demande néanmoins de tenir compte des particularités suivantes :

□ la motorisation en sec n'est pas heureuse, l'ADOUR est conçu pour la croisière économique à basse altitude. Aussi serez-vous bien souvent en plein gaz sec ou en P.C., à noter une limitation sur la durée du vol au régime maximum, la durée de vie des moteurs en dépend.

□ en évolution la P.C. est souvent nécessaire. Elle peut, certes, être sélectionnée dans la foulée à partir de 70 % de régime, directement en pleine charge et la poussée vient rapidement, mais il y a un domaine d'allumage et de fonctionnement très strict au dessus de 25.000 pieds. Il est recommandé d'allumer et de couper la P.C. un moteur après l'autre afin de limiter à un seul moteur les anomalies de fonctionnement lorsque l'on est hors du domaine.

○ attention un délai de 3 secondes après la coupure de la P.C. et la fermeture complète de la tuyère est imposé avant d'utiliser à nouveau la P.C.

Quelques mots sur la loi de poussée sèche très particulière à l'ADOUR, mais qui semble propre aux réacteurs à double flux.

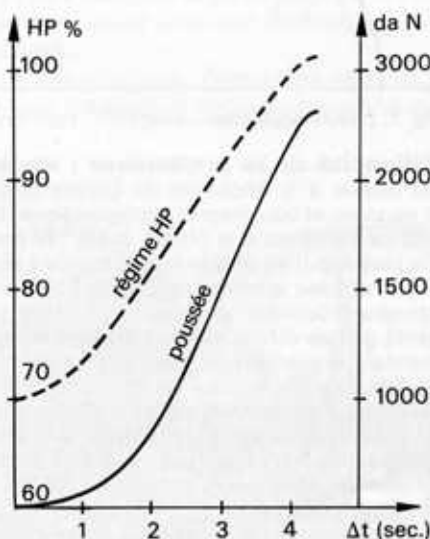


fig. 1 : régulation transitoire (au point fixe)
--- évolution du régime HP lors d'une mise plein gaz sec au sol.
— évolution simultanée de la poussée

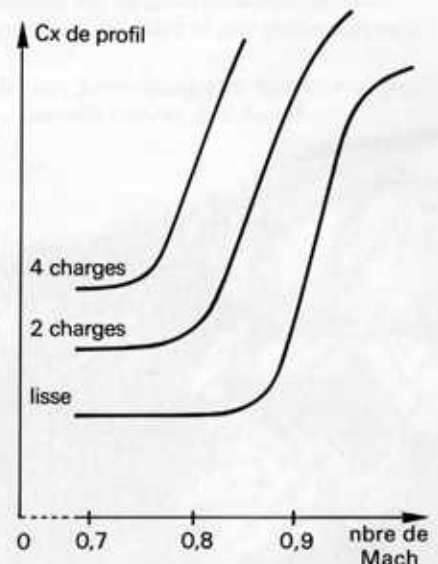


figure 2 : évolution du Cx de profil en fonction du nombre de Mach et du chargement.

Vous voyez tout de suite qu'en dessous de 80 % du régime HP il ne reste plus que 700 kilos de poussée. En revanche entre 80 et 100 % la poussée augmente très rapidement avec une pente très forte pratiquement jusqu'au maximum. En dessous de 80 % la réponse moteur est assez lente, au-delà elle est très rapide, 3 secondes pour obtenir la poussée sèche maximum à partir de 80 %. Les deux caractéristiques font qu'il y a rarement intérêt à descendre à un régime inférieur à 80 %. Nous en reparlerons au moment de l'approche.

Aérodynamique : dans ce domaine également le JAGUAR est plein d'originalités par rapport aux avions actuels qui équipent l'armée de l'air.

□ En évolution la traînée est forte. Décomposons grossièrement le coefficient de traînée : C_x (global) = C_x (profil) + C_x (induit par portance de l'aile) + ...

Le C_x de profil : c'est le C_x à portance nulle (pas de braquage de la gouverne de profondeur). Pour le JAGUAR, avion essentiellement subsonique, à cabine large et à deux moteurs, il est ce qu'il est. Ce qui nous importe, surtout ici, c'est son évolution (cf fig. 2). Pour l'avion lisse il augmente rapidement au-delà de 0,85 Mach (bosse de Mach). Plus on charge l'avion et plus cette bosse correspond à des Mach faibles, 0,8 pour 2 réservoirs largables par exemple.

Le C_x induit par la portance de l'aile : là il nous faut passer par la polaire... Mais commençons par une comparaison entre la surface de l'aile et la masse de combat (avion lisse + moitié du carburant interne) pour plusieurs avions connus.

	Masse de combat (kg)	surface de l'aile (m ²)	charge alaire (kg/m ²)
MYSTERE IV A	7210	32	225
SMB ₂	8000	35	228
MIRAGE III	8350	34	245
JAGUAR	8900	24	370

Cette comparaison est très probante. Avec une telle charge alaire la portance nécessaire sera obtenue à des incidences bien supérieures à celles requises par les avions des générations précédentes et de ce fait à des traînées induites bien supérieures aux traînées habituelles des ailes en flèche. Pour compenser cette traînée il faut de la poussée.

La forme générale de la polaire équilibrée, tout rentré, montre très clairement qu'au-delà de 13° d'incidence la portance continue à augmenter mais que la traînée augmente de façon plus considérable (cf fig.3). Il faut noter que cette caractéristique qui en "break de combat" entraîne une décélération très rapide de l'avion peut être exploitée utilement. Mais n'oublions pas qu'à forte incidence la pleine poussée n'empêchera pas un fort vario négatif de s'établir.

○ Sachez vous placer sur la polaire selon ce que vous voulez obtenir.

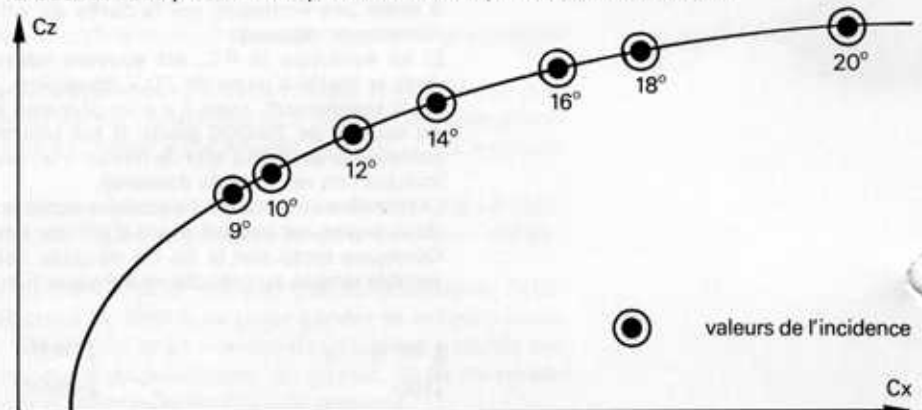


fig. 3 : polaire équilibrée - volets 0° - train rentré.

Efficacité de la profondeur : elle est très grande en combat. Ceci est dû en particulier à la nécessité de couvrir la grande plage de centrage imposée par les 4 versions et les diverses configurations d'emport, avec des différences de masse des équipements dans la pointe avant ; la pointe avant du biplace est plus longue etc... De plus il faut équilibrer le fort couple à piquer créé par la surface importante et le fort braquage des volets en approche. Enfin les clauses techniques imposaient d'avoir une structure centrale et arrière identique pour toutes les versions. Corrélativement, cette grande efficacité de la profondeur permet des "breaks" très rapides en combat, donne une grande précision de pilotage à forte incidence mais....

○ Attention l'efficacité de la profondeur permet aisément de dépasser l'incidence limite tout en conservant un contrôle jusqu'à 25 et 30° d'incidence. Pensez-y car si vis à vis de la perte de contrôle la marge est grande en profondeur au-delà de 20° d'incidence il n'en est pas de même en lacet (masque sur la direction) ou en roulis. En combat il faut respecter l'incidence limite pour éviter la perte de contrôle ou la vrille.

Supersonique : il faut considérer la capacité supersonique du JAGUAR comme une possibilité de combattre autour du Mach en toute sécurité, même à basse altitude. L'avion possède d'excellentes qualités de vol dans ce domaine. Par ailleurs il tient couramment le palier supersonique autour de Mach 1,5 à la tropopause. Je vous propose donc une accélération en palier à 36.000 pieds en pleine charge P.C. jusqu'à Mach 1,25 et une décélération en break jusqu'à 0,9 sous 4 G. La reprise

d'efficacité de la profondeur n'est pas sensible au pilote, le système de sensation artificielle AJAX asservi en Mach joue bien son rôle.

BASSE ALTITUDE

Nous descendrons à basse altitude en configuration de percée normale, 85 %, aérofreins sortis, 300 kt ce qui nous donne globalement un taux de descente de 1000 ft par nautique. En basse altitude l'appareil retrouve son milieu de prédilection.

□ Stabilité longitudinale remarquable : le pilotage à grande vitesse et très basse altitude reste très précis et sûr, même à 550, 600 kt.

□ Consommation très faible et grand rayon d'action : double flux et 4200 litres de carburant interne.

□ Mission d'assaut à 420 kt : 1 heure 30 de vol.

□ Mission en régime économique à 340 kt : 1 heure 45.

Avec 1000 kg au break on peut encore faire 50 minutes d'attente ou 10 circuits d'atterrissage à vue ou 4 GCA avant d'éteindre.

Avec le ravitaillement en vol par KC 135 ou à partir d'un autre JAGUAR l'autonomie est portée à 6 heures.

□ Motorisation puissante en P.C. : je vous propose de vérifier vous-même les performances suivantes. Elles parlent d'elles mêmes :

– accélération de 300 à 600 kt en 30 secondes

– marge de manœuvre (facteur de charge stabilisé) : 4 G à 400 kt, 5,5 G à 600 kt.

– montée de 0 à 20.000 pieds, départ 300 kt, en 1 minute 30 à 0,9 Mach.

Pour un standard européen le JAGUAR est très musclé en moyenne et basse altitude.

□ Stabilité de la plateforme en tir air-sol : vous pouvez évaluer la précision de la visée au cours de passes fictives à 400 kt par exemple. Le point est rivé très tôt sur l'objectif et je vous garantis de bons scores à 700, 800 mètres même par vent de travers...

APPROCHE ET ATERRISSAGE

Et pour terminer ce vol il va falloir se poser. Cette phase de vol est importante et il y a beaucoup de choses à dire.

Configuration : pour comprendre les caractéristiques bien particulières de cet avion mais aussi ses performances surprenantes à l'atterrissage il faut se pencher sur les polaires en approche (cf fig. 4). Elles sont étalonnées en incidence pour une masse et une V_c données...

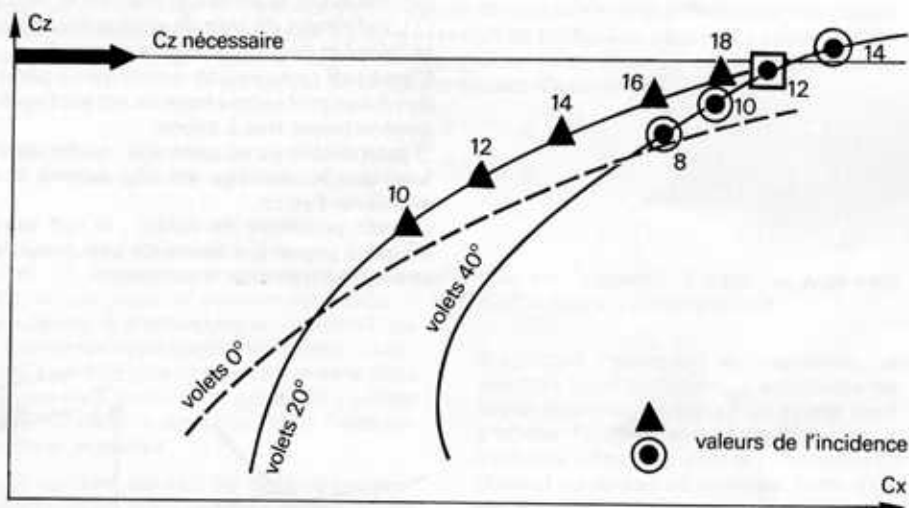


fig. 4: polaires en approche train sorti pour V_c et masse données.

Les clauses techniques demandaient 130 kt en approche avec 10 % du carburant interne soit 330 kg restants. Si on a toujours $n \text{ mg} = 1/2 \rho s v^2 c_z$ ($n = 1$, $\text{mg} = 7500 + 330 = 7830 \text{ kg}$, ρ et s sont données, $v = 130 \text{ kt}$) on voit que le c_z est déterminé.

Lorsque je rentre dans la polaire avec ce c_z je constate :

– que sans volets la courbe est toujours en dessous et que je ne peux donc pas honorer le c_z nécessaire.

– qu'avec les becs et 20° de volets je peux l'honorer mais pour une incidence très importante, plus de 18°, peu praticable en approche.

– qu'avec les becs et 40° de volets il ne faudra plus que 12°.

C'est donc cette configuration aérodynamique qui a été retenue pour l'approche. Ceci ne veut pas dire qu'il est impossible de poser le JAGUAR avec 20° de volets ou sans volets, surtout pas, mais il faudra alors trouver de la portance par un autre moyen que l'incidence, par exemple la vitesse que l'on peut augmenter en conséquence.

Ainsi pour une même incidence de 12°, les différents braquages de volets correspondent aux vitesses moyennes suivantes :

Position des volets	vitesse (kt)	
40°	135	approche normale
20°	150	approche monomoteur (traînée plus faible)
0°	190	cas de la panne de volets

A noter qu'en technique d'atterrissage court on peut pratiquer 14° d'incidence et 130 kt.

Poussée : la traînée du train et des pleins volets est importante en approche normale, il faut donc de la poussée et l'approche est du type "au moteur".

En cas de monomoteur, deux solutions. Soit n'utiliser que 20° de volets et 10° d'incidence, le moteur restant est très suffisant en lisse et la vitesse sera de l'ordre de 170 kt, ou alors si c'est nécessaire pour la performance d'atterrissage prendre la configuration normale mais utiliser la P.C. dans la plage normale ou dans la plage élargie dite P.C. modulée et qui donne plus de souplesse de pilotage de la poussée.

Incidence : C'est le paramètre de base pour l'approche, aussi a-t-on placé l'incidence-mètre linéaire au niveau du viseur. L'incidence doit être maintenue constante à l'aide de la profondeur depuis le point situé à 300 pieds dans l'axe de la piste jusqu'à l'arrondi. Afin de ne pas dépasser largement 12° ce qui pourrait être grave : on pilote l'incidence. En effet reportons-nous à la polaire en approche avec bords et 40° de volets.

□ Au-delà de 12° la polaire s'aplatit rapidement ce qui signifie qu'une augmentation d'incidence crée peu de portance mais beaucoup de traînée. Le C_x augmente autant entre 12 et 14° qu'entre 8 et 12° ! On peut ainsi atteindre une incidence ou la poussée plein gaz sec ne permettra pas d'arrêter un enfoncement de l'avion.

○ Le respect d'une incidence précise en approche est très important sur cet avion et c'est pourquoi il vaut mieux la piloter : c'est la sécurité !

"Le JAGUAR n'est pas le seul avion à posséder un incidence-mètre" me direz-vous... et sur aucun des autres avions de chasse on ne pilote l'incidence ; On ne s'en sert que pour contrôler...". Ma réponse est la suivante : sur les autres avions la précision de pilotage de la poussée n'est pas suffisante pour contrôler efficacement la pente de la trajectoire. Aussi le pilote est-il amené à dégrossir à la profondeur et l'incidence n'est plus maintenue constante donc elle n'est plus pilotable.

Pente : C'est un problème de poussée. La profondeur servant à maintenir l'incidence constante, la pente en approche ne peut être contrôlée qu'au moteur et l'ADOUR assure très bien cette charge.

□ Au-delà de 80 % de régime HP, la réponse en poussée à une sollicitation des manettes est très rapide et précise. Elle permet un très bon pilotage de la trajectoire et de surcroît une grande précision sur le point d'impact. Donc en approche : pente GCA, trajectoire rectiligne à partir du point 300 pieds, incidence constante de ce point jusqu'à l'arrondi, régime moteur supérieur à 80 %, badin vérifié, centrage contrôlé (aiguille du jaugeur groupe avant et arrière et indication trim de profondeur).

□ L'indicateur de trim de profondeur placé sur le tableau de bord permet de connaître la "réserve de profondeur" à l'arrondi.

L'arrondi : encore une notion qui se périmé sur JAGUAR. On préfère parler de toucher des roues tant cette phase de vol est fugitive. Pourquoi ? En approche la profondeur est généralement très à cabrer.

□ petit problème de centrage ; certaines versions et certaines configurations d'emport font que le centrage est très avancé et il faut donc beaucoup de profondeur pour équilibrer l'avion.

□ petit problème de volets : le fort braquage des volets (cf fig.5) entraîne un fort couple à piquer qui demande beaucoup de profondeur à cabrer (recul du foyer de l'aile et augmentation de la portance).

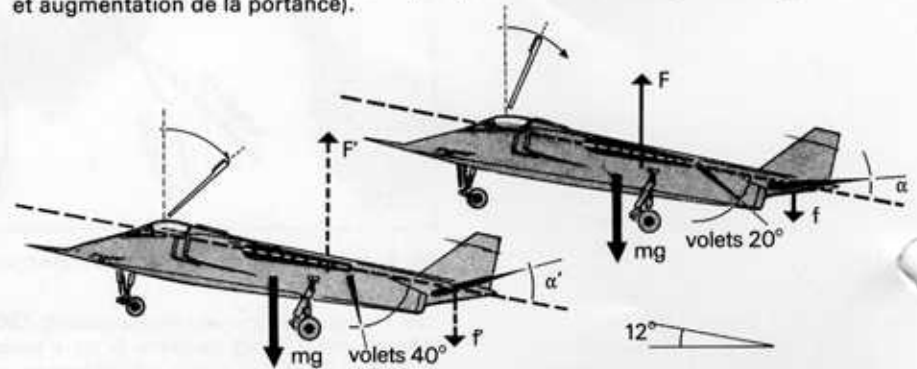


figure n° 5 : la sortie des pleins volets provoque le recul du foyer et nécessite beaucoup de profondeur pour garder la même incidence.

□ D'où la technique d'atterrissage retenue :

Ne pas réduire les moteurs avant le toucher des roues.

Commencer l'arrondi très près du sol (50 pieds environ)

Ne pas dépasser 14° d'incidence. La perte de vitesse n'est que de 5 kt pendant l'arrondi.

Cette technique permet une tenue très précise de la vitesse, une grande précision sur le point d'impact et une grande sécurité, quelle que soit la configuration vis à vis de la perte de contrôle en dernier virage ou des arrondis instinctifs pas toujours démonstratifs.

En revanche elle demande une certaine accoutumance lors des premiers vols, le biplace est là pour cela, une rigueur et une discipline sans faille car tout autre méthode débouche sur l'improvisation et l'imprécision.

□ bien que le JAGUAR possède une grande efficacité de profondeur, "il faut généralement tout ou presque tout" pour l'approche. On a donc peu de réserve à l'arrondi. Ajoutons à cela qu'une augmentation importante de l'incidence au-delà de 12° entraîne, comme nous l'avons vu, un accroissement très rapide de la traînée et, si la poussée est maintenue constante, une franche décélération de l'avion, trop franche pour que l'enfoncement soit bien contrôlé. Je ne parle pas de l'effet de sol qui diminue partiellement l'efficacité de la profondeur.