

Challenger 650 : système automatique d'auto-manette

Traduction mise en forme les Tutos du Djetdail

Modes de fonctionnement de l'ATS

Il existe deux modes de fonctionnement pour l'ATS :

- Mode N1 - Le calculateur de l'ATS élabore une commande d'accélérateur dérivée du calcul du FMS N 1 pour le décollage, en fonction des données fournies par le FMS au pilote.
- Mode vitesse - Contrôlé à l'aide du bouton SPEED sur le panneau de commande FCC.

L'ATS est capable de contrôler la poussée des moteurs du décollage au toucher des roues, en utilisant les modes verticaux de l'AFCS et les vitesses du plan VNAV.

Le système utilise la table de gestion de la poussée du FMS pour calculer la limite et la cible N 1 basés sur la table de gestion de la poussée du FMS, qui sont affichés sur les écrans de vitesse du ventilateur N 1 de l'EICAS.

Les sélections de mode de poussée ou de vitesse de l'ATS sont automatiques, en fonction de la logique de mode de l'AFCS. La référence de vitesse de l'AFCS (curseur de vitesse) est utilisée pour sélectionner les cibles de vitesse de l'ATS qui sont affichées sur l'écran de vol principal (PFD).

En vitesse VNAV, l'ATS suit le curseur de vitesse magenta du PFD.

Le tableau suivant est un résumé des modes de fonctionnement et des affichages de l'ATS :

Modes de fonctionnement de l'ATS et messages MSD

ATS MODE	THRUST/SPEED MODE	MSD MESSAGE	AFCS
TAKEOFF	N1	N1 TO	TO
TAKEOFF (≥80 KIAS to 320 ft above takeoff elevation)	SERVO COMMANDS CEASE	N1 HOLD	TO
CLIMB (except FLC)	MACH or IAS	SPEED	ANY (except FLC)
CLIMB (FLC)	N1	N1 CLB	FLC
CRUISE	MACH or IAS	SPEED	Altitude
CRUISE (N2 SYNC)	MACH	SPEED N2	Altitude
DESCENT (except FLC)	MACH or IAS	SPEED	ANY (except FLC)
DESCENT (FLC)	SERVO COMMANDS CEASE	DESCENT	FLC
MANEUVERING/ APPROACH	IAS	SPEED	ANY (except FLC)
LANDING (<50 FT RA)	THROTTLE LEVER RETARD	RETARD	DISENGAGED

Fonctionnement de l'ATS

La section suivante résume le fonctionnement du système d'auto manette pendant la mise sous tension de l'avion et pendant toutes les phases de vol.

Tests de l'ATS

Autotest de l'ordinateur ATS

L'ATS effectue un autotest automatique lorsque tous les capteurs deviennent valides après la mise sous tension de l'ordinateur de l'auto manette.

Avant que tous les capteurs ne deviennent valides et que l'autotest de l'ATS ne soit terminé, le MSD de l'ATS affiche un message ambre FAIL.

La fonction d'auto-contrôle satisfaisante de l'ordinateur se traduit par l'allumage de deux DEL vertes, situées sur le panneau de l'ATS et un message SELFTEST défilant sur le MSD est indiqué. Ce test garantit l'intégrité et la logique du système pour permettre l'engagement de l'ATS uniquement si les exigences spécifiques du système sont satisfaites. A la fin de l'autotest, les voyants verts s'éteignent et les deux MSD s'éteignent.

Si le système détecte une défaillance, le message ATS FAIL (défaillance ATS) s'affiche sur le MSD.

NOTE : Les affichages à DEL des MSD et du panneau de commande de l'ATS peuvent être testés en sélectionnant et en maintenant le commutateur LAMP TEST en position 1 ou 2.

L'ATS effectue également un test automatique du système et chaque MSD revient à un affichage vide lorsque le commutateur LAMP TEST est relâché.

Si l'ATS est mis sous tension avec l'IND LTS sur DIM, placez le sélecteur sur BRT, puis sur DIM, pour établir le contrôle de l'intensité après que la fonction SELFTEST soit passée.

Fonction de test au sol de l'ATS

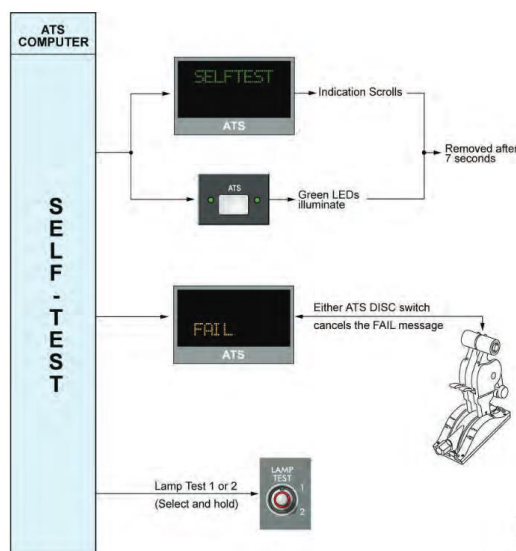
Le test au sol de l'ATS s'effectue comme suit

- Placer les leviers d'accélérateur en position de mi-course.
- Placez le commutateur LAMP TEST en position 1 ou 2, et dans les 15 secondes qui suivent
- Appuyez sur le bouton d'engagement de l'ATS et maintenez-le enfoncé.

Les événements suivants se produisent pendant le test :

- Le message SERVOTEST s'affiche sur le MSD pendant 7 secondes, puis le MSD s'éteint.
- Les manettes des gaz sont ramenées à la position FLIGHT IDLE.

L'essai au sol de l'ATS qui a été décrit précédemment n'est pas représenté sur l'illustration qui suit, car il est considéré comme une fonction de test de maintenance au sol. Ce test est effectué pour vérifier le circuit d'interface entre les manettes des gaz et le moteur.



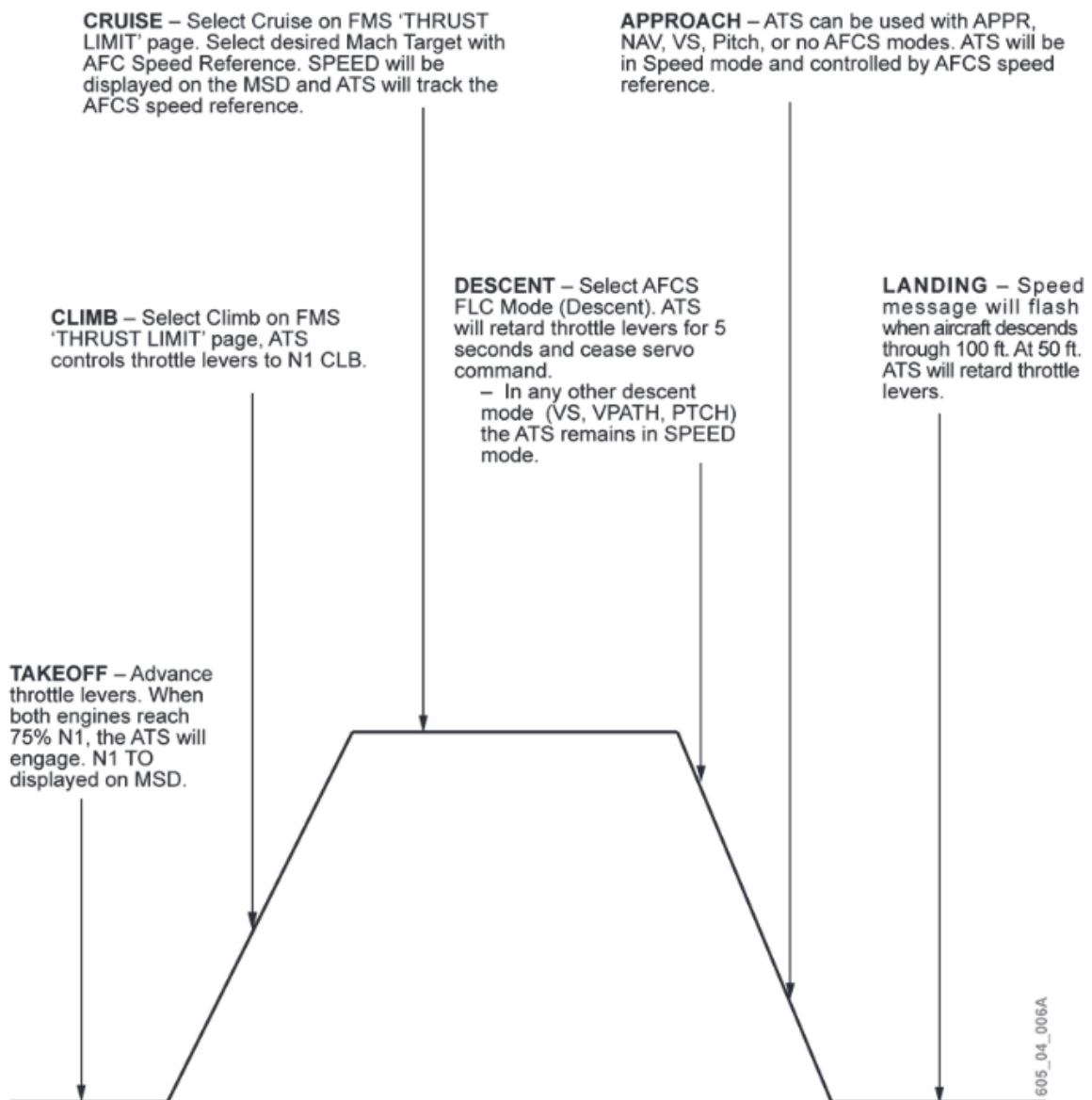
ATS Computer Testing
Figure 04-10-48

Mode de fonctionnement de l'auto manette

Le mode vertical du guidage de vol est normalement déterminé par le directeur de vol ou le pilote automatique, et est influencé par le FMS pendant le contrôle de la navigation verticale. Le mode de fonctionnement de l'auto manette permet une commande de poussée automatique, qui complète la commande de tangage effectuée par le système de guidage de vol.

L'illustration suivante présente la commande fonctionnelle intégrée fournie par l'auto manette pour les différents modes de commande du pilote automatique/directeur de vol et du FMS.

L'illustration représente des phases spécifiques d'un vol typique, et une explication de chaque phase est détaillée dans les pages suivantes.



ATS Takeoff Mode
Figure 04–10–49

Décollage

La limite de poussée au décollage est sélectionnée dans la page FMS "THRUST LIMIT", et confirmée sur l'EICAS sous la forme de l'affichage N1.

Au moment de l'alignement de l'avion, le pilote appuie sur l'interrupteur TOGA et confirme que le message N1 TO s'affiche sur l'unité d'affichage de l'état du mode ATS (MSD).

L'ATS peut être engagé pour le décollage selon l'une ou l'autre des méthodes décrites :

- Engagement automatique - Avancez les manettes des gaz pour le décollage. Lorsque les deux moteurs atteignent 75 % de N1, l'ATS s'engage, les DEL vertes s'allument sur le panneau de commande de l'ATS et les servos de l'ATS avancent les manettes des gaz jusqu'à la limite de poussée N1 du décollage calculé par le FMS.

- Engagement manuel - Appuyez sur le bouton d'engagement de l'ATS sur le panneau de commande de l'ATS. L'ATS s'engage, les LED vertes s'allument sur le panneau de commande de l'ATS, et les servos de l'ATS avancent les manettes des gaz jusqu'à la limite de poussée N1 au décollage calculé par le FMS.

Confirmez que la puissance du moteur est réglée sur la limite N1 du décollage avant 80 KIAS, qui est la vitesse à laquelle l'ATS cesse de commander les servocommandes.

ATS cesse de commander les servocommandes. Le message N1 HOLD remplace le message N1 TO dans le MSD et les voyants verts s'éteignent.



ATS Takeoff
Figure 04-10-50

Lors d'un décollage par fort vent de face, il est possible que la poussée de décollage ne soit pas réglée par l'ATS avant d'atteindre 80 KIAS et l'équipage doit positionner les leviers de poussée, au besoin, pour obtenir la poussée de décollage.

À une altitude barométrique de 320 pieds au-dessus de l'altitude de décollage, l'ATS réengage les servomoteurs de la manette des gaz, les servomoteurs de N1 HOLD, le message N1 HOLD est remplacé par le message N1 TO, et les DEL vertes s'allument sur le panneau de commande de l'ATS.

Si une fausse sortie d'altitude radio non détectée de moins de 320 ft se produit, le mode ATS reste en N1 HOLD.

Si une fausse sortie d'altitude radio non détectée de plus de 320 ft, le mode ATS passe prématurément en N1 TO.

Pendant la montée initiale, l'ATS reste en mode N1 TO et continue de régler la poussée des moteurs en fonction de la poussée de décollage N1 conformément au programme de limite de poussée au décollage N1 calculé par le FMS.

Montée

L'ATS reste en mode N1 TO sauf si l'une des situations suivantes se produit :

- Le pilote automatique est engagé, ce qui fait passer l'ATS en mode SPEED (sauf en mode AFCS FLC)
- La vitesse augmente jusqu'à 10 KIAS en dessous de la référence de vitesse AFCS (bug de vitesse).

L'ATS passe en mode SPEED (sauf en mode AFCS FLC).

- Une nouvelle limite de poussée FMS est choisie. Limite de poussée en montée (CLB), en croisière (CRZ) ou sur la cible N 1 (TGT) peut être sélectionnée.

La sélection de la montée (CLB) dans la page "THRUST LIMIT" du FMS entraîne la transition vers le mode de montée N 1 et le message N1 CLB remplace le message N1 TO.

Sélection du mode vertical AFCS souhaité :

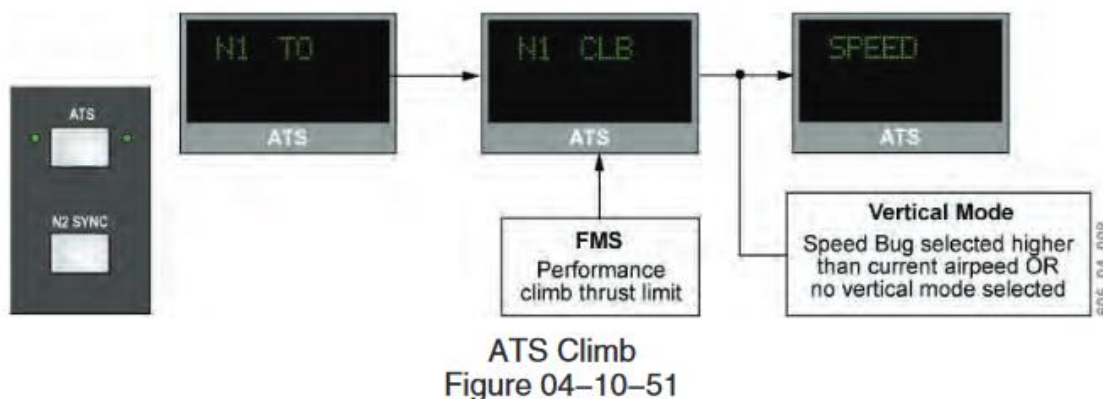
- AFCS FLC - L'ATS reste en mode de montée N1 et continue à régler les manettes des gaz en fonction de la poussée de montée du FMS conformément à la limite de poussée de montée du FMS.

AFCS non-FLC

- Si le mode vertical est sélectionné et que le curseur de vitesse de l'AFCS est sélectionné plus haut que la vitesse actuelle, l'ATS passe en mode vitesse, capture et suit la référence de vitesse de l'AFCS. Le message SPEED remplace le message N1 CLB dans le MSD.
- Si le mode vertical est sélectionné, et que le curseur de vitesse de l'AFCS est sélectionné en dessous de la vitesse actuelle, l'ATS reste en mode N1 et suit la limite de poussée du FMS.

Si l'ATS est engagé en vol sans que le mode vertical de l'AFCS soit sélectionné, l'ATS s'engage en mode vitesse.

Lorsque l'antigivrage de l'aile et/ou du capot est sélectionné à 30 000 ft ou plus, l'ATS affiche un message FAIL et se désengage.



Cible de poussée N1

Si la cible (TGT) est réglée sur la page FMS "THRUST LIMIT", le pourcentage N 1 cible peut être réglé entre 76 et 98,5.

L'ATS réglera la poussée des moteurs sur cette cible, quelle que soit la limite d'exploitation de l'avion.

Notez que ce mode n'est pas disponible pour le décollage ATS.

Vitesse de croisière

La vitesse de croisière souhaitée est réglée avec la référence de vitesse de l'AFCS (curseur de vitesse) et la limite de poussée souhaitée dans la page "THRUST LIMIT" du FMS.

Le message SPEED est affiché sur l'écran d'état du mode ATS.

L'avion accélère avec la limite de poussée sélectionnée jusqu'à ce que la référence de vitesse de l'AFCS soit atteinte.

L'ATS réduit alors la poussée si nécessaire pour maintenir la référence de vitesse de l'AFCS.

Synchronisation N2

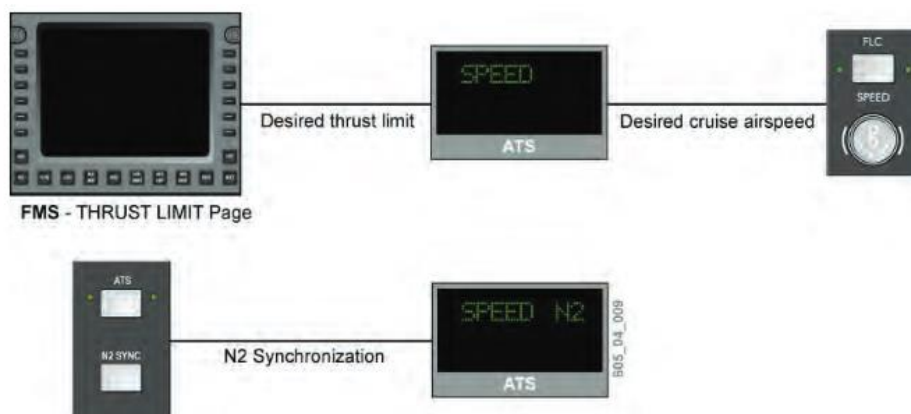
La synchronisation N2 est disponible si les conditions suivantes sont réunies :

- Le pilote automatique est engagé
- Le maintien de l'altitude de l'AFCS est engagé
- L'ATS est en mode vitesse
- La vitesse est stabilisée à la référence de vitesse (curseur de vitesse).
- La référence de vitesse en Mach est affichée sur le PFD.
- Les régimes de la soufflante du moteur N1 sont à moins de 0,6 % au moment de l'engagement.

NOTE : Tous les paramètres doivent être stables pendant un minimum de 30 secondes avant l'engagement de l'engagement de N2 SYNC.

Lorsque le bouton N2 SYNC est activé, le message SPEED N2 s'affiche sur l'écran d'état du mode ATS s'affiche sur l'écran d'état du mode ATS. Le système revient en mode de synchronisation N 1 dans l'une des conditions suivantes :

- Appuyer sur le bouton-poussoir N2 SYNC une seconde fois après l'engagement.
- Changement de la référence de vitesse de l'AFCS
- Changement de vitesse de plus de 20 KIAS depuis que N2 SYNC a été engagé.



ATS Cruise
Figure 04-10-52

Descente

Opération de descente dans le mode de changement de niveau de vol (FLC) de l'AFCS :

- Message DESCENT affiché sur le MSD
- Une réduction de poussée de quatre secondes se produit, puis les servocommandes s'arrêtent.
- Les LEDs vertes du panneau de contrôle ATS s'éteignent.

Les manettes des gaz doivent être commandées manuellement pour régler la poussée des moteurs, afin d'obtenir le taux de descente souhaité.

Opération de descente en mode non-FLC :

- Message SPEED affiché dans le MSD
- Sélectionner la vitesse désirée à l'aide du curseur de vitesse ou du FMS, VNAV PLAN SPD.

L'ATS contrôlera la poussée des moteurs pour maintenir la vitesse de référence souhaitée.

Approche

L'ATS peut être utilisé pendant l'approche avec les fonctions suivantes :

- APPR, NAV, VNAV, VS, Pitch ou avec aucun mode AFCS sélectionné.

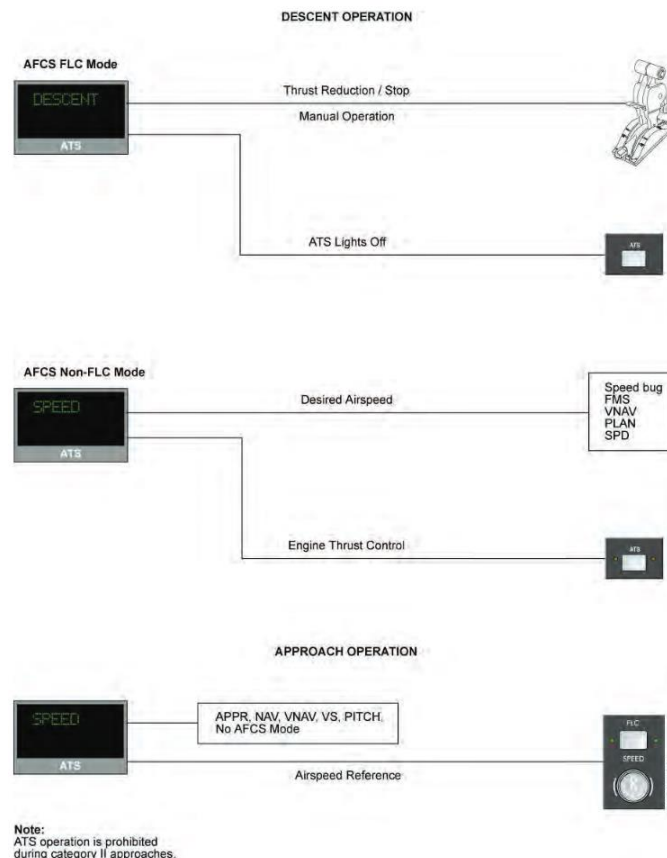
L'ATS sera en mode SPEED, et sera contrôlé par la référence de vitesse de l'AFCS.

NOTE : Le fonctionnement de l'ATS est interdit pendant les approches de catégorie II.

Lorsque le train d'atterrissage est sorti et que les volets sont positionnés à 45 degrés :

- Le système d'auto manette entre en mode HI gain dans les servos ATS, ce qui permet un suivi plus précis de la vitesse.

Ce gain permet une réponse plus rapide du moteur en raison de la vitesse de déplacement plus élevée de l'angle du levier de puissance (PLA)



Descent/Approach Modes
Figure 04-10-53

Atterrissage

Le message SPEED commence à clignoter pendant la descente à une altitude radio de 100 pieds pour indiquer que le mode retard est activé.

Si le message SPEED clignotant n'est pas présent, l'ATS doit être désengagé et les manettes des gaz contrôlées manuellement.

NOTE : L'ATS doit être désengagé si les volets sont réglés à un angle différent de 45 degrés pour l'atterrissage.

La fonction "retard" n'est pas active avec des réglages de volets autres que 45 degrés.

A 50 pieds d'altitude radio, le message RETARD de l'ATS remplace le message SPEED clignotant et l'ATS retarde les manettes des gaz à un taux fixe programmé.

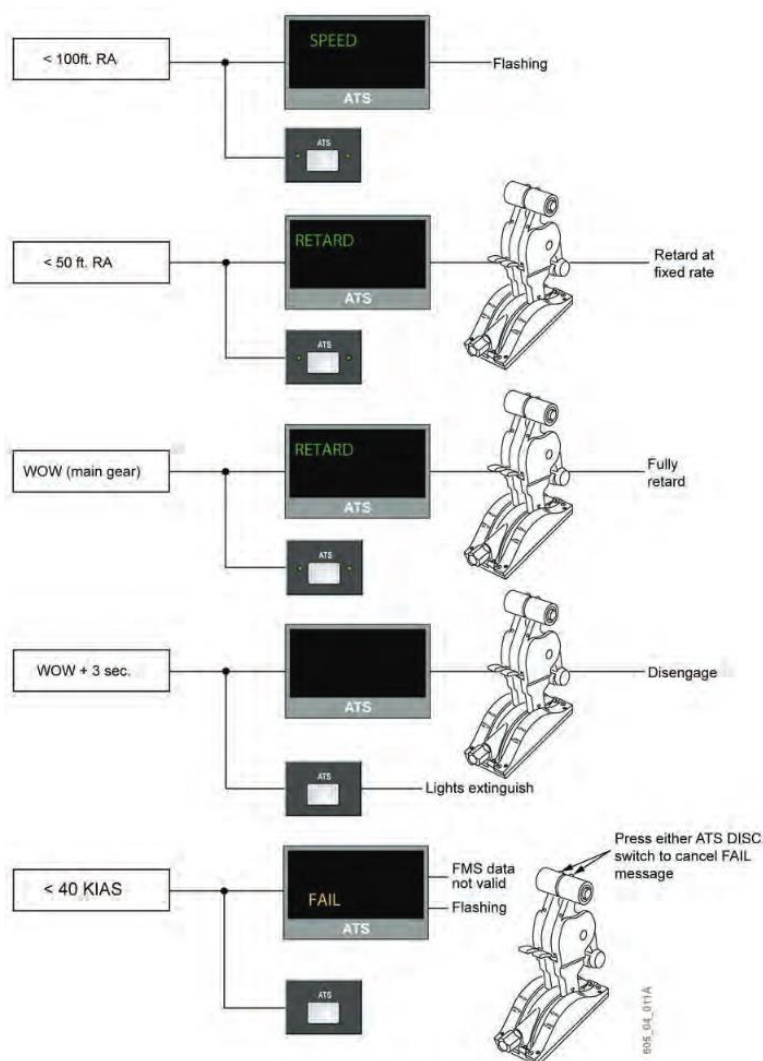
Au poids du train d'atterrissage principal sur les roues, l'ATS retarde complètement les manettes des gaz, puis se désengage trois secondes après le toucher des roues.

Les voyants verts des commandes ATS s'éteignent et le MSD s'éteint.

Après l'atterrissage, lorsque la vitesse tombe en dessous de 40 KIAS, l'ATS peut afficher un message clignotant ambre

FAIL sur le MSD. Cette situation est due au fait que les données FMS ne sont plus valides.

L'appui sur l'un des commutateurs DISC de l'ATS annule le message FAIL.



Landing
Figure 04-10-54

Désengagement de l'ATS

L'ATS est désengagé automatiquement par l'ATS, ou manuellement par sélection du pilote.

Désengagement automatique de l'ATS

L'ATS se désengage automatiquement et le message ambre clignotant DISENG'D est affiché dans l'une des conditions suivantes :

- Un fractionnement N1 de 13 % ou plus se produit
- L'un ou l'autre des inverseurs de poussée se déverrouille
- Une vitesse N1 du moteur supérieur à 98,4 % est détectée.

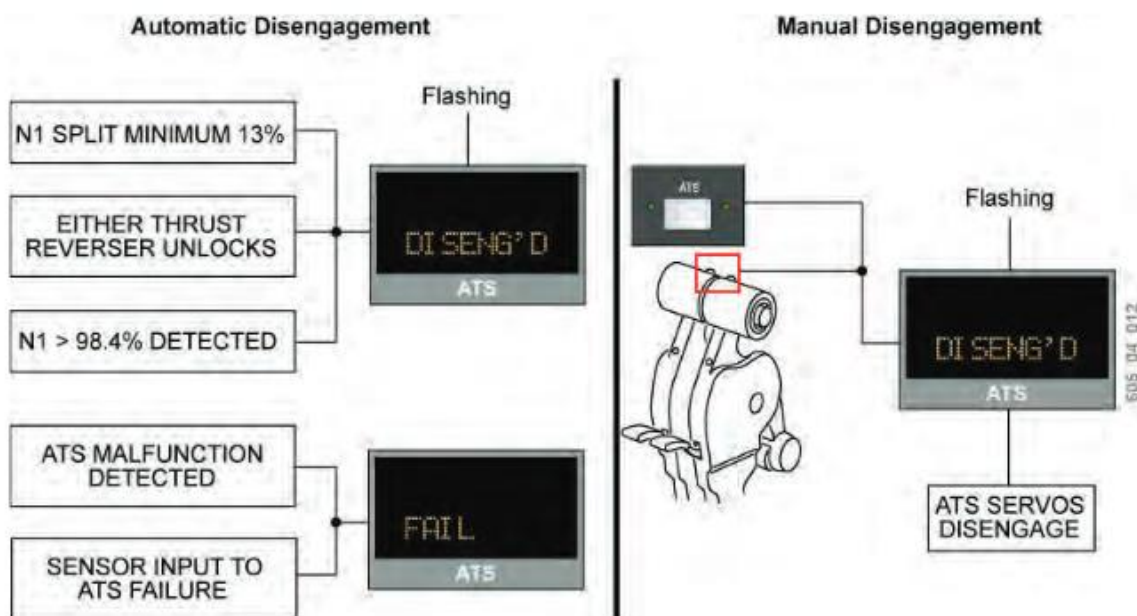
L'ATS se désengage automatiquement et affiche le message FAIL, si le désengagement est dû à une défaillance du système d'auto manette ou d'un capteur. Exemple : Un dysfonctionnement de l'ATS est détecté ou l'entrée du capteur de l'avion dans l'ATS échoue.

Désengagement manuel de l'ATS

En cas d'action indésirable sur la manette des gaz (ATS engagé), l'équipage prend manuellement le contrôle des manettes et désengage l'ATS par l'une des méthodes suivantes :

- En appuyant sur le bouton-poussoir ATS du panneau de commande de l'ATS. Le message ambre clignotant DISENG'D s'affiche et les servos ATS se désengagent.
- En appuyant sur l'un des commutateurs ATS DISC situés sur la face avant de la manette des gaz. Le message ambre clignotant DISENG'D s'affiche et les servos de l'ATS se désengagent.

Le message DISENG'D peut être annulé en appuyant sur l'un des commutateurs ATS DISC.



ATS Disconnect
Figure 04-10-55

Protection contre les basses vitesses

La protection contre les basses vitesses de l'ATS est assurée dans le cas où la référence de vitesse de l'AFCS est réglée en dessous de 1,2 VS pour la configuration des volets en mode SPEED.

L'équivalent de l'AOA (plus tout (plus tout incrément de vitesse du taux d'AOA) est atteint, le système utilise la référence de vitesse correspondante comme cible et ajuste les manettes de gaz pour tenter de maintenir cette cible.

Le message clignotant ambre AOA LIMIT remplace le message SPEED sur le MSD. La réinitialisation s'effectue en réglant la vitesse de référence de l'AFCS à un niveau supérieur à la vitesse limite équivalente de l'AOA.

Protection de la limite de poussée

Si la vitesse est inférieure de 20 KIAS à la vitesse de référence de l'AFCS, que la poussée des moteurs est à moins de 1 % N1 de la limite de poussée du FMS la limite de poussée du FMS et que la décélération de l'avion est supérieure à 0,1 nœud/seconde pendant plus de 10 secondes, le message ambre clignotant SPEED s'affiche si l'ATS est engagé en mode SPEED.

Protection contre la survitesse

Si l'avertissement de survitesse VMO/MMO est activé, le message ambre clignotant VMO LIMIT ou MMO LIMIT s'affiche sur le MSD de l'ATS. Si l'ATS est dans un mode N1, l'ATS revient au mode SPEED.

L'ATS ralentit les leviers d'accélérateur pendant quatre secondes afin de protéger la limite VMO/MMO, puis les servocommandes s'arrêtent. Le message LIMIT s'annule lorsque la vitesse est inférieure à la vitesse limite et l'ATS reste en mode SPEED.

MSD Messages

Mode Status Display Messages & Logic

MESSAGE	COLOR/STATE	DEFINITION
AOA LIMIT	Amber – Flashing	ATS protecting AOA limit
DESCENT	Green – Steady	Descent mode – with AFCS FLC
DISENG'D	Amber – Flashing	ATS disengaged
FAIL	Amber – Flashing	ATS failed
FAIL	Amber – Steady	ATS failed, prior to selftest, or power loss to computer
N1 APR	Green – Steady	APR thrust limit mode (FMS) – prohibited mode
N1 CLB	Green – Steady	Climb N ₁ limit mode (FMS)
N1 CRZ	Green – Steady	Cruise N ₁ limit mode (FMS)
N1 HOLD	Green – Steady	TO mode, airspeed >80Kts, alt <320ft
N1 MCT	Green – Steady	MCT limit mode (FMS) – prohibited mode
N1 TGT	Green – Steady	Pilot selected thrust limit mode (FMS)
N1 TO	Green – Flashing	TO mode, airspeed >80Kts + 4 min.
N1 TO	Green – Steady	TO mode
RETARD	Green – Steady	Throttle retard mode, RA <50ft
SELFTEST	Green – Scrolling	Self test in progress
SELFTEST	Amber – Scrolling	
SERVOTST	Green – Steady	Servo test in progress (ground maintenance test function only)
SPEED	Amber – Flashing	Speed mode, airspeed 20Kt/.06M below speed bug + 10 sec, and N ₁ at limit
SPEED	Green – Flashing	Speed mode, RA <100 ft
SPEED	Green – Steady	Speed mode
SPEED N2	Green – Steady	N ₂ synchronization set
SPEED	Green – Steady	
MMO LIMIT	Amber – Flashing	ATS protecting M _{MO} limit, speed mode activated
SPEED	Green – Steady	
VMO LIMIT	Amber – Flashing	ATS protecting V _{MO} limit, speed mode activated

Messages d'erreur MSD

Les messages d'erreur MSD suivants peuvent s'afficher. Un seul message d'erreur peut être affiché à la fois. Si plusieurs conditions d'erreur existent, la condition d'erreur doit être corrigée afin d'afficher le message suivant.

Si un message ambre FAIL s'affiche, le bouton-poussoir ATS peut être maintenu enfoncé jusqu'à ce qu'un message d'erreur FAIL s'affiche pour faciliter le dépannage de la panne.

Le tableau suivant décrit les messages d'erreur et la logique des couleurs, mais il ne couvre pas la définition de chaque message en raison de la complexité de l'interface entre les composants et la configuration des systèmes. Il convient de se reporter au manuel de maintenance de l'aéronef pour connaître la définition des messages. Messages d'erreur de l'affichage de l'état du mode

MESSAGE	COLOR/STATE
ADC ERR	Amber – Steady
AFCS ERR	Amber – Steady
AOA ERR	Amber – Steady
ATS COMM FAIL	Green – Steady Amber – Steady
BRAKE ERR	Amber – Steady
FCC ERR	Amber – Steady
FLAPS ERR	Amber – Steady
FMC ERR	Amber – Steady
GEAR ERR	Amber – Steady
IRS ERR	Amber – Steady
PFD ERR	Amber – Steady
SERVO ERR	Amber – Steady
SW ERR	Amber – Steady

EICAS MESSAGES

MESSAGE	DESCRIPTION	AURAL WARNING (IF ANY)
AFCS MSGS FAIL	No valid AFCS messages received from either IAPS side.	WARNING "TRIPLE CHIME"
CONFIG AP	Autopilot is engaged with the aircraft in takeoff mode.	"CONFIG AUTOPILOT"
AP HOLDING LWD	Autopilot is engaged with a left wing down out-of-trim condition.	
AP HOLDING NOSE DOWN	Autopilot is engaged with a nose down out-of-trim condition.	
AP HOLDING NOSE UP	Autopilot is engaged with a nose up out-of-trim condition.	
AP HOLDING RWD	Autopilot is engaged with a right wing down out-of-trim condition.	
AP PITCH TRIM	Autopilot pitch trim function has failed.	
YAW DAMPER	Both yaw damper channels are disengaged or failed.	
AFCS 1 INOP	The respective automatic flight control system is inoperative.	
AFCS 2 INOP		
FD 1 FAIL	Respective flight director is inoperative.	
FD 2 FAIL		
IAPS DEGRADED	One or more IAPS quadrant(s) failed, with either WOW or both PSEU channel invalid.	
IAPS OVERTEMP	Overtemperature condition in one or more IAPS quadrant(s).	
YD 1 INOP	Respective yaw damper channel is off or failed and the other channel is engaged and not failed.	
YD 2 INOP		

POWER SUPPLY AND CIRCUIT BREAKER SUMMARY

SYSTEM	SUB-SYSTEM	CB NAME	BUS BAR	CB PANEL	CB LOCATION	NOTES
Integrated Avionics Processing System	Left IAPS	L IAPS AFCS 2 FMS 1	DC BUS 1	1	M2	
		L IAPS AFCS 1 MDC	DC BATT	1	Q4	
		L IAPS FAN	DC BATT	1	Q5	
		AFCS 2	DC BUS 1	1	K4	
	Right IAPS	R IAPS AFCS 2 FMS 2	DC BUS 2	2	K3	
		R IAPS AFCS 1 FMS 3	DC ESS	4	D3	
		R IAPS FAN	DC ESS	4	D2	