

Navigation de gestion de vol - Navigation verticale FMS (VNAV)

Source : http://hibdz.skydiving.co.uk/757/757_tech/flight_management_navigation/vnav.htm

Navigation verticale (VNAV)

La VNAV fournit un guidage de profil vertical pendant les phases de vol de montée, de croisière et de descente.

Contraintes de vitesse/altitude

La VNAV contrôle la trajectoire et la vitesse pour se conformer aux contraintes de franchissement des waypoints . Les contraintes de franchissement des points de cheminement sont entrées sur la ligne de point de cheminement de la [page LEGS](#) en appuyant sur la touche appropriée sur le côté droit de la CDU. Les contraintes d' altitude barométrique doivent être inférieures à l' altitude de croisière pour être valides . Valeurs saisies dans le cadre d'une procédure et saisies manuellement les contraintes sont affichées en gros caractères. **Les valeurs prédit par le FMC ne sont pas agissent comme des contraintes et sont affichées en petite police.**

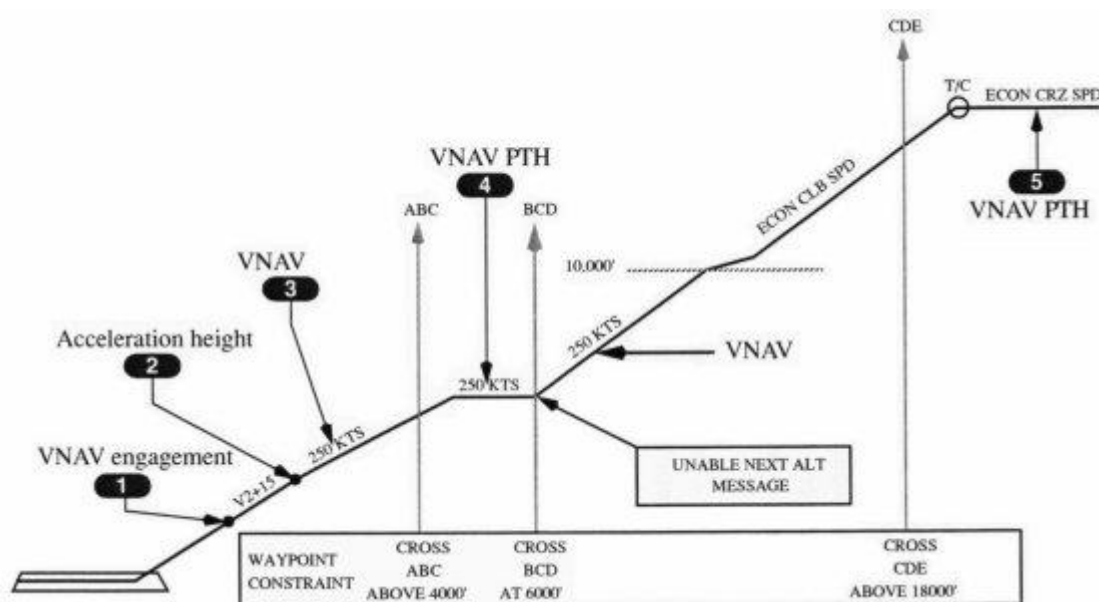
Les waypoints peuvent avoir des contraintes d' altitude ou de vitesse /altitude . Les entrées de contraintes de vitesse nécessitent une contrainte d' altitude au même waypoint . Toutes les contraintes de vitesse sont considérées par le [FMC](#) comme étant [égales](#) ou inférieures aux contraintes .

Les contraintes d' altitude ou au - dessus sont saisies avec une lettre de suffixe A (exemple : 220A). Ou à en dessous de l' altitude contraintes sont entrés avec un suffixe lettre B (exemple : 240B). Obligatoires altitude contraintes sont entrées sans aucune suffixe lettre (par exemple : 270).

Les contraintes d' altitude avec deux altitudes peuvent être saisies dans n'importe quel ordre . La contrainte d' altitude inférieure , suivie d'une lettre suffixe A, et la contrainte d' altitude supérieure , suivie d'une lettre suffixe B (exemple : 220A240B ou 240B220A).

Décollage et montée

Pégase FMC



1 Décollage

Le mode de tangage de décollage (TO) est utilisé pour le décollage et la montée initiale. La

VNAV est normalement engagée à 1000 pieds et le guidage en tangage continue de maintenir la vitesse cible.

Au décollage, la vitesse cible est comprise entre $V_2 + 15$ et $V_2 + 25$ nœuds . Lorsque la VNAV est engagée, la vitesse du **FMC** est réglée sur la vitesse cible .

La poussée de montée doit être sélectionnée avant que la VNAV puisse être engagée .

2 **Hauteur d' accélération** A la hauteur d' accélération , à la rentrée des volets ou à la capture d'altitude **AFDS** avant la hauteur d' accélération , la VNAV commande une augmentation de la vitesse à 250 nœuds ou la transition de vitesse associée à l' aéroport d' origine , limitée par la configuration.

3 Montée VNAV

Le profil de montée VNAV utilise VNAV SPD ou VNAV PTH à la vitesse de montée par défaut ou à la vitesse de montée sélectionnée par le pilote pour rester dans toutes les contraintes de vitesse et d'altitude qui font partie du SID entré dans la route active.

L'automanette utilise la limite de poussée de montée sélectionnée.

4 **Contraintes de montée** VNAV entre en mode VNAV PTH pour rester dans les contraintes de départ ou de point de cheminement. La vitesse maintenue pendant cette période peut être :

- Limitation de vitesse basée sur la procédure
- Limitation de vitesse au point de cheminement
- Vitesse de montée VNAV par défaut
- Vitesse de montée saisie manuellement

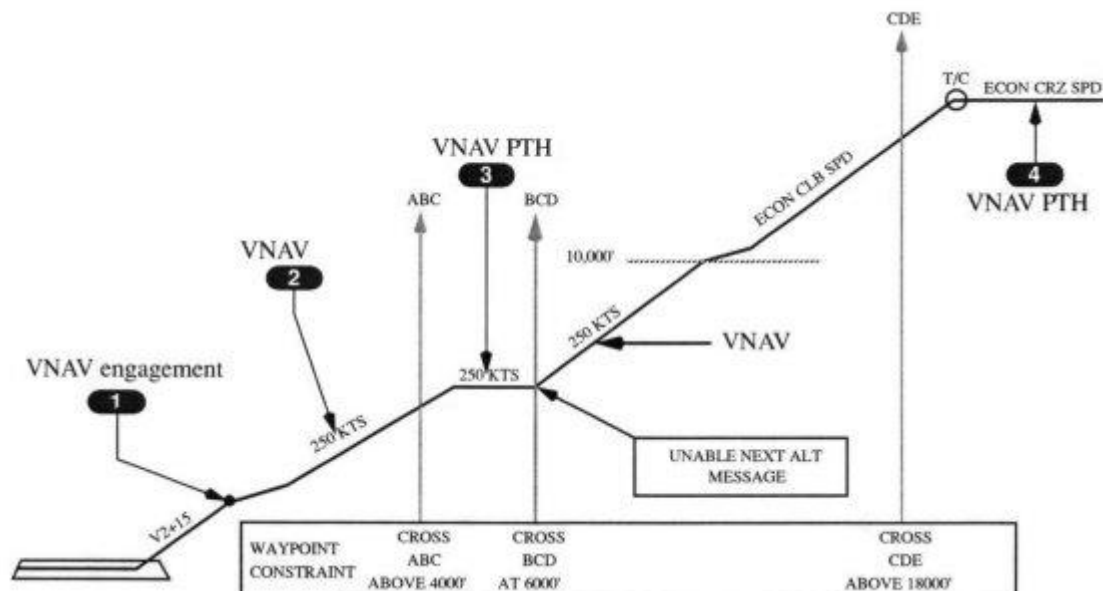
Si le **FMC** prévoit que l' avion va pas atteindre une altitude contrainte , le message **UNABLE NEXT ALT** est affiché sur la CDU. L'intervention de vitesse peut être utilisée en appuyant sur le sélecteur IAS/MACH et en réglant manuellement une vitesse anémométrique inférieure pour fournir une montée plus raide ou les déclassements de montée peuvent être supprimés .

5 Sommet de montée (T/C)

Le point où la phase de montée rencontre l' altitude de croisière est appelé sommet de montée . A l'approche de ce point, le **FMC** passe de la phase de montée à la phase de croisière . Le T / C est affiché tout le temps le **FMC** calcule un changement de la montée de phase à une vitesse de phase, tel que une étape montée .

Le point T/C est affiché sur la carte sous la forme d' un cercle vert ouvert avec l'étiquette T/C.

FMC NON PEGASUS



1 Décollage

Le mode de tangage Takeoff (TO) est utilisé pour le décollage et la montée initiale . La VNAV est normalement engagée à 1000 ft et le guidage en tangage continue de maintenir la vitesse cible .

Au décollage, la vitesse cible est comprise entre $V_2 + 15$ et $V_2 + 25$ nœuds . Lorsque la VNAV est engagée, la vitesse du [FMC](#) est réglée sur la vitesse cible .

- Comme installé - (G-FCLC) Lorsque VNAV est engagé (au- dessus de 400 pieds) la poussée de référence passe à monter .
- Comme installé - (G-FCLE) Climb poussée doit être sélectionné avant VNAV peut être engagée .

2 Montée VNAV

Le profil de montée VNAV utilise VNAV SPD ou VNAV PTH à la vitesse de montée par défaut ou à la vitesse de montée sélectionnée par le pilote pour rester dans toutes les contraintes de vitesse et d'altitude qui font partie du SID entré dans la route active.

[L'automanette](#) utilise la limite de poussée de montée sélectionnée .

3 Contraintes de montée VNAV entre en mode VNAV PTH pour rester dans les contraintes de départ ou de point de cheminement . La vitesse maintenue pendant cette période peut être :

- Restriction de vitesse basée sur la procédure .
- Limitation de vitesse au point de cheminement .
- Vitesse de montée VNAV par défaut .
- Vitesse de montée saisie manuellement .

Si le [FMC](#) prévoit que l' avion va pas atteindre une altitude contrainte , le message IMPOSSIBLE ALT SUIVANT est affiché sur la CDU. L'intervention de vitesse peut être utilisée en appuyant sur le sélecteur IAS/MACH et en réglant manuellement une vitesse anémométrique inférieure pour fournir une montée plus raide ou les déclassements de montée peuvent être supprimés .

4 Sommet de montée (T/C)

Le point où la phase de montée rencontre l' altitude de croisière est appelé sommet de montée . A l'approche de ce point, le [FMC](#) passe de la phase de montée à la phase de croisière . Le T / C est affiché tout le temps le [FMC](#) calcule un changement de la montée de phase à une vitesse de phase, tel que une étape montée .

Le point T/C est affiché sur la carte sous la forme d' un cercle vert ouvert avec l'étiquette T/C.

Croisière

À l' altitude de croisière , le [FMC](#) commande la vitesse de croisière économique ou la vitesse entrée par le pilote jusqu'à ce qu'il atteigne le point de sommet de descente (T/D). Les options de vitesse de croisière alternatives sont :

- [Longue portée](#) (LRC).
- [Moteur en panne](#) (ENG OUT).
- Vitesse saisie par l'équipage.

Si l' indice de coût est mis à zéro, le [FMC](#) commande la vitesse de croisière de plage maximale. Le coût des modifications de l' indice sont autorisés jusqu'à dans les dix miles de la partie supérieure de la descente .

Croisière Montée

Lorsque VNAV est engagé , la réinitialisation de la [MCP](#) à une altitude plus élevée que l' actuelle croisière altitude provoque la nouvelle altitude à être affichée dans le scratchpad de la CDU. L'altitude peut alors être saisie sur la ligne CRZ ALT de la [page CRZ](#) . Lorsque la modification est exécuté l' avion va monter à la nouvelle croisière d' altitude. La [page CRZ](#) affiche ACT ECON CRZ CLB.

Étape Climb - PEGASUS FMC

Les prévisions de carburant et d'ETA supposent que l' avion monte à chaque point de montée prévu à mesure que la masse de l' avion diminue . [Les](#) incréments de montée de marche prévus par le [FMC](#) sont basés sur la taille de pas saisie sur la [page CRZ](#) . La saisie d' une taille de pas de zéro amène le [FMC](#) à assumer une croisière à altitude constante . La saisie par l' équipage de conduite d'une altitude de palier sur la [page CRZ](#) annule les prévisions de montée de palier du [FMC](#) .

L'entrée d'un point et d'une altitude de pas planifiés sur la [page RTE LEGS](#) remplace une entrée " Step To " effectuée sur la [page CRZ](#) .

Les altitudes de pas prévues ou planifiées sont affichées sur la [page RTE LEGS](#) . La distance et l'ETA jusqu'au point de pas suivant sont affichés sur les [pages CRZ](#) et [PROGRESS](#) . Les points de pas sont affichés sur la carte [HSI](#) avec un cercle vert et une étiquette S/C.

Étape Climb - Non-PEGASUS FMC

Les prévisions de carburant et d'ETA supposent que l' avion monte à chaque point de montée prévu à mesure que la masse de l' avion diminue . [FMC](#) a prédit étape escalades sont basés sur l' OACI croisière altitudes ou l' équipage entrée STEP à l' altitude sur la [page CRZ](#) . La saisie par l' équipage de conduite d'une altitude de palier sur la [page CRZ](#) annule les prévisions de montée de palier du [FMC](#) .

Les altitudes de pas prévues sont affichées sur la [page RTE LEGS](#) . La distance et l'ETA jusqu'au point de pas suivant sont affichés sur les [pages CRZ](#) et [PROGRESS](#) .

Descente en croisière

La réinitialisation du MCP à une altitude inférieure à l'altitude de croisière actuelle entraîne la copie de la nouvelle altitude sur le bloc-notes si le changement d'altitude est de 4000 pieds ou moins.

La nouvelle altitude de croisière peut être saisie sur la page croisière. Lorsque la modification est exécutée, la page CRZ affiche ACT ECON CRZ DES. Si l'altitude définie dans la fenêtre d'altitude est inférieure à l'altitude de transition de vitesse (SPD TRANS) ou de restriction (SPD RESTR) affichée sur la page DES, ces altitudes et vitesses sont supprimées et l'avion maintient sa vitesse de croisière pendant la descente.

Remarque : Une descente en croisière ne permet pas de régler la vitesse pour respecter les restrictions de vitesse ou les vitesses de l'altitude de transition. Les restrictions de transition ou de vitesse doivent être maintenues par l'action de l'équipage de conduite.

Mode Panneau de contrôle Vitesse Intervention

Lorsque la VNAV est engagée, le fait d'appuyer sur le sélecteur IAS MACH permet d'intervenir sur la vitesse. L'intervention en vitesse permet à l'équipage de modifier la vitesse de l'avion à l'aide du sélecteur IAS/MACH.

L'illustration ci-dessus montre le mode VNAV pour chaque phase de vol pendant l'intervention de vitesse.

Remarque : le FMC n'utilise pas la vitesse réglée sur le MCP pour les prévisions de carburant ou d'ETA, les prévisions du FMC ne sont donc pas précises si l'intervention de vitesse est utilisée pendant une période prolongée.

En mode VNAV PTH, la poussée contrôle la vitesse ; en mode VNAV SPD, le tangage contrôle la vitesse.

FMC non PEGASUS

Pendant une descente en mode VNAV, le FMC maintient la trajectoire de descente même si l'intervention de vitesse est sélectionnée. Par conséquent, l'intervention de la vitesse a un effet limité lorsque l'avion est sur la trajectoire de descente VNAV.

FMC PEGASUS

Dans une trajectoire de descente, la VNAV PTH devient la VNAV SPD pendant l'intervention de la vitesse. Dans toutes les autres phases, le mode de tangage reste le même. En mode VNAV PTH, la poussée contrôle la vitesse ; en mode VNAV SPD, le tangage contrôle la vitesse.

PEGASUS FMC

En phase d'approche pendant l'intervention de la vitesse, le mode de tangage est en VNAV PTH après l'intervention de la vitesse et la trajectoire verticale est conservée indépendamment des changements du sélecteur IAS MACH.

La VNAV passe en phase d'approche lorsque :

Le passage du premier point de passage d'une approche FMS (ILS, VOR, etc.) ou

La piste d'atterrissage est le point de passage actif et la distance directe à la piste est de 25 nm ou moins.

Si un point de cheminement "Direct To" sur l'approche est exécuté, la VNAV passe en phase d'approche lorsque l'avion passe le point de cheminement "Direct To". Si un nouveau point de cheminement est ajouté à l'approche et exécuté, la VNAV peut ne pas passer en phase d'approche.

Descente

Le FMC calcule une trajectoire de descente en fonction des contraintes de vitesse et d'altitude et du point de fin de descente (E/D). Un E/D est créé lorsqu'une contrainte d'altitude est ajoutée à un point de cheminement dans la phase de descente. La contrainte d'altitude peut être saisie manuellement ou peut faire partie d'une procédure d'approche VFR ou aux instruments sélectionnés. L'E/D peut être créé à l'une de ces positions :

Le repère d'approche finale

Le repère extérieur (pour certaines approches ILS)

Le seuil de piste pour une approche VFR

Le seuil de piste pour une approche de non-précision avec un point de cheminement de piste sur la page RTE LEGS.

Le point d'approche manqué pour une approche de non-précision ne présentant pas de point de cheminement de piste sur la page RTE LEGS.

La saisie d'une procédure d'arrivée fournit un point E/D.

Le FMC calcule le point de début de descente (T/D) une fois l'E/D saisie. Le T/D est le point où la phase de croisière passe à la phase de descente. Le T/D est affiché sur l'HSI sous la forme d'un cercle vert avec l'inscription T/D. La trajectoire de descente commence au T/D et comprend des contraintes d'altitude de point de cheminement. La trajectoire jusqu'à la première contrainte est basée sur :

poussée au ralenti

aérofreins rétractés

la vitesse cible applicable

la vitesse du vent de descente qui diminue avec l'altitude.

L'altitude du MCP étant inférieure à l'altitude actuelle de l'avion et au point T/D, le FMC commande la poussée au ralenti pour le segment de décélération en palier et le tangage pour suivre la trajectoire de descente. Habituellement, la vitesse de descente est économique au-dessus de 10 000 pieds et de 240 nœuds au-dessous de 10 000 pieds. La décélération finale est commandée pour arriver au repère d'approche finale ou à la balise extérieure à 170 nœuds.

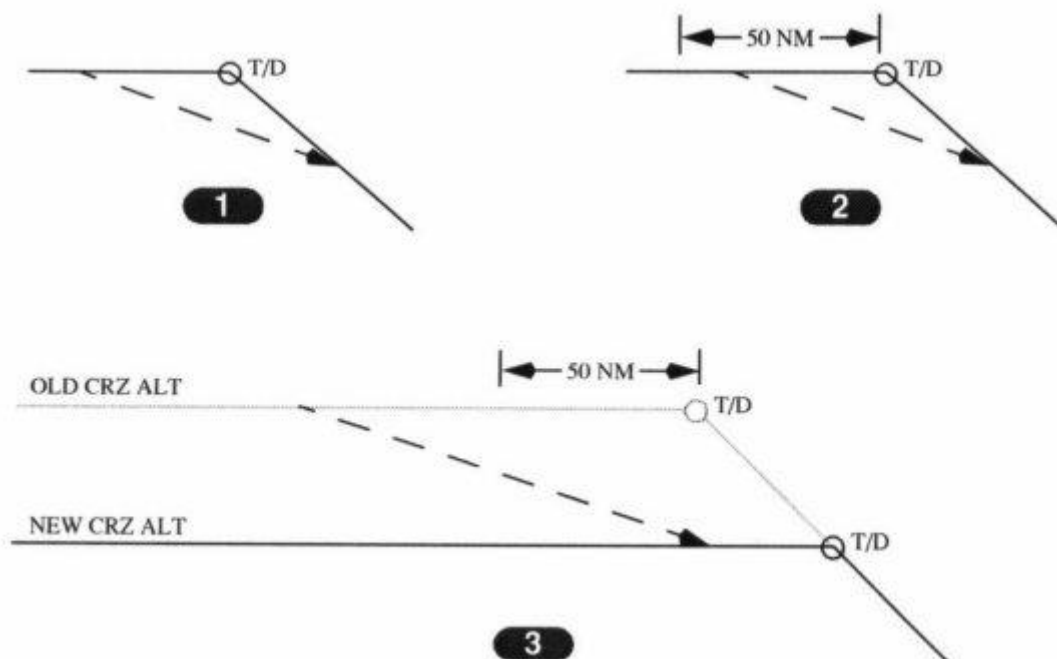
Si l'avion passe le T/D et que la fenêtre d'altitude n'a pas été réglée plus bas ou si l'avion atteint l'altitude du MCP en descente, le mode de tangage passe en maintien d'altitude. Le MCP doit être réinitialisé et la VNAV réengagée pour continuer la descente.

Les vitesses cibles sont modifiées par des entrées sur les pages LEGS ou DESCENT. Les vents de descente prévus et le TAI/ON ALT pour la poussée de ralenti d'approche peuvent être entrés sur la page DESCENT FORECAST.

Si un vent de face inattendu (non entré sur la page DESCENT FORECAST) entraîne une réduction significative de la vitesse pour maintenir la trajectoire, la poussée augmente. Le message CDU THRUST REQUIRED s'affiche si l'A/T est déconnecté et que la poussée est nécessaire pour maintenir la trajectoire. Le message CDU DRAG REQUIRED s'affiche si un vent arrière inattendu entraîne une augmentation significative de la vitesse. Si l'écart de vitesse pour maintenir la trajectoire est excessif et que la vitesse limite risque d'être dépassée, le FMC ordonne à l'avion de quitter la trajectoire.

Descente précoce

Une descente précoce est initiée en forçant le **FMC** dans la phase de descente avant d'atteindre le sommet du point de descente. La VNAV commande une descente à un taux de descente réduit jusqu'à ce que la trajectoire de descente au ralenti soit interceptée.



1 **DES NOW**

Utilisez l'invite DES NOW sur la [page DESCENT](#). La VNAV démarre une descente précoce et capture la trajectoire de descente au ralenti.

Remarque : À plus de 50 NM du sommet du point de descente , effectuez une descente en croisière plutôt qu'une descente maintenant pour une descente à des altitudes intermédiaires . Pendant la descente de croisière , le **FMC** calcule un nouveau sommet de descente pour la nouvelle altitude de croisière et des prévisions précises de carburant de destination . L'utilisation de DES NOW à plus de 50 NM du sommet du point de descente peut provoquer une erreur de calcul de carburant .

- 2 **À moins de 50 NM du sommet du point de descente** Utilisez le sélecteur d' altitude **MCP** pour démarrer une descente précoce . À moins de 50 NM du sommet du point de descente , la VNAV commence une descente précoce et capture la trajectoire de descente au ralenti .
- 3 **À plus de 50 NM du sommet du point de descente** Utilisez le sélecteur d' altitude **MCP** pour démarrer une descente en croisière . Si la distance de la partie supérieure de la descente est plus de 50 NM, VNAV commence une croisière descente à la nouvelle croisière altitude et le nouveau T / D est affiché . Surveillez le profil de descente pour vous assurer que la nouvelle altitude de croisière est atteinte avant T/D.

Approche

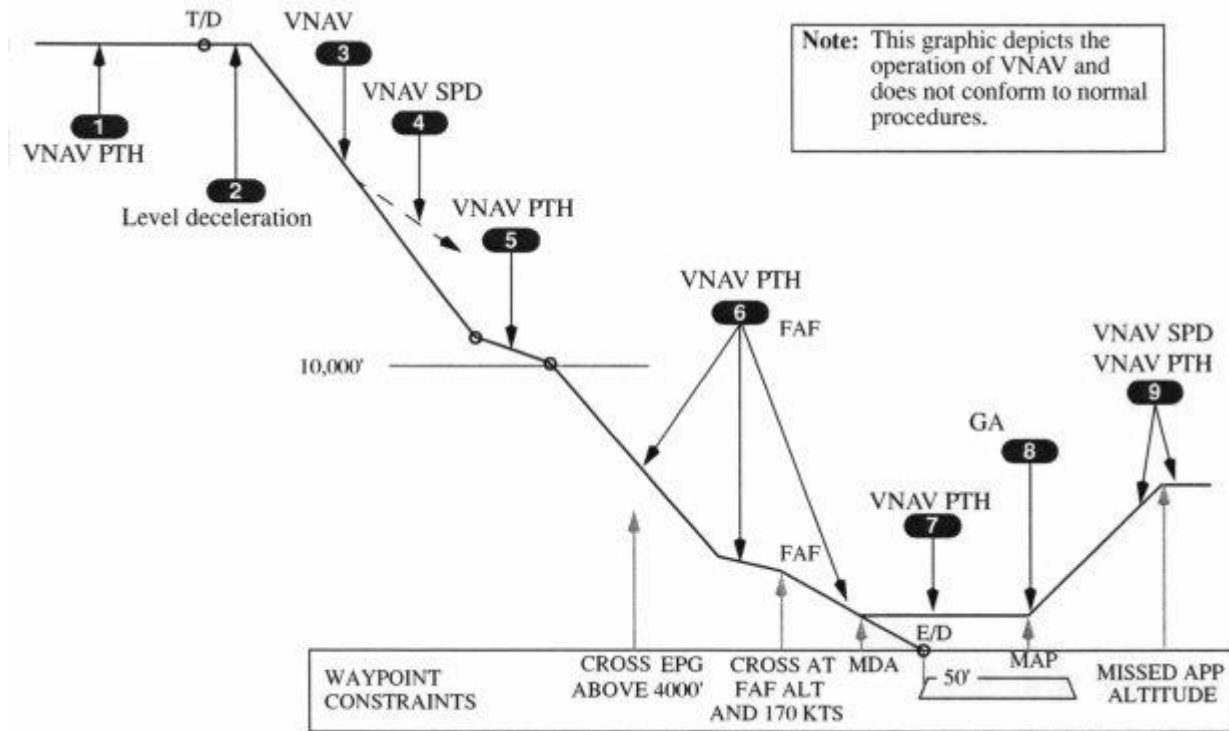
Pour les approches VFR et de non-précision affichant un point de cheminement de piste sur la page RTE LEGS, la trajectoire calculée par le FMC se fait jusqu'à un point situé à 50 pieds au-dessus du seuil de piste.

Pour une approche de non-précision sans point de cheminement de piste sur la page RTE LEGS, la trajectoire VNAV est calculée jusqu'à la MDA ou une altitude calculée au point d'approche interrompue. L'altitude calculée peut être inférieure à la MDA pour garantir l'angle de la trajectoire de vol et la hauteur normale de franchissement du seuil.

Remarque : il incombe à l'équipage de conduite de ne pas descendre au-dessous de la MDA avant d'avoir établi un contact visuel adéquat.

Le fait d'appuyer sur un interrupteur GA active la remise des gaz. L'Autothrottle augmente la poussée et le pas du pilote automatique maintient la vitesse.

Profil de croisière et de descente (approche de non- précision)



1 Croisière

Avant le début de la descente , le [FMC](#) est en mode croisière et utilise la vitesse de croisière VNAV PTH et ECON .

2 Phase de descente de niveau

Après le sommet de la descente, le FMC est en mode descente, la VNAV diminue la vitesse jusqu'à la vitesse de descente ECON et maintient l'altitude en VNAV PTH.

3 Descente

Une fois la vitesse de descente atteinte , la VNAV descend en VNAV PTH à la vitesse de descente ECON .

4 Vitesse protection limite

Si un vent arrière qui était pas entré sur la descente prévisions page entraîne l' avion pour accélérer le DRAG REQUISE scratchpad un message sera être affiché . Si les [aérofreins](#) ne sont pas déployés , le mode de tangage passera à VNAV SPD et quittera le chemin avant que la vitesse n'atteigne la limite .

5 Décélération de restriction de vitesse

Avant l'altitude de restriction de vitesse, la VNAV décélère jusqu'à la vitesse commandée à l' aide de la VNAV PTH.

6 Descente et approche

Quand à accès restreint la vitesse, descend VNAV et commence l' approche dans VNAV PTH à commandée la vitesse.

7 Minimum de descente Altitude

Lorsque la MDA est atteint avec VNAV engagé l' avion va maintenir l'altitude MDA dans VNAV PTH.

Non PEGASUS FMC - Si le raté approche le point est franchi sans sélectionner GA, VNAV va commencer une VNAV SPD montée à l' manquée approche altitude.

PEGASUS FMC - Si le raté approche le point est franchi sans sélectionner GA, VNAV va maintenir la manqué approche altitude du point jusqu'à ce que GA est sélectionné .

8 **Go- Autour (GA)**

L' manquée approche aller- autour est commencé en poussant un Go- autour de l' interrupteur. Pousser un Go- autour de l' interrupteur

- Démarre une approche interrompue .
- Ensembles Go- autour de la poussée .
- PEGASUS FMC - Supprime altitude contraintes entre l' avion et l' manqué approche waypoint .

9 **Manqué approche Niveau Off** Si VNAV est sélectionné au cours manqué approche , vient en prise VNAV dans VNAV SPD. A l' manqué approche altitude le mode pitch change à VNAV PTH.

Opération de sortie de moteur VNAV

Le [FMC](#) fournit des conseils sur les performances d' un seul moteur auxquels on accède avec l'invite ENG OUT sur la [page CLB](#) ou [CRZ](#) . Après le moteur à la page est sélectionné l' exécution clé doit être poussé pour activer le guidage unique du moteur.

Le [automanette](#) système ne dispose pas d' un seul moteur capacité et l' [automanette](#) doit être débranché après un moteur panne . Les paramètres de poussée VNAV et les modes de référence de poussée doivent être définis manuellement lors de l' utilisation d'un seul moteur.

Montée (moteur au- dessus du moteur hors max Alt)

Lorsque l' avion est au - dessus de l'altitude maximale de panne moteur, la sélection de l'invite ENG OUT> sur la page VNAV CLB crée une modification et affiche les données de performance de dérive moteur (D/D) applicables pour permettre à l' avion de descendre vers le moteur. hors altitude maximale. L' exécution de la modification active le moteur à la dérive vers le bas la fonction .

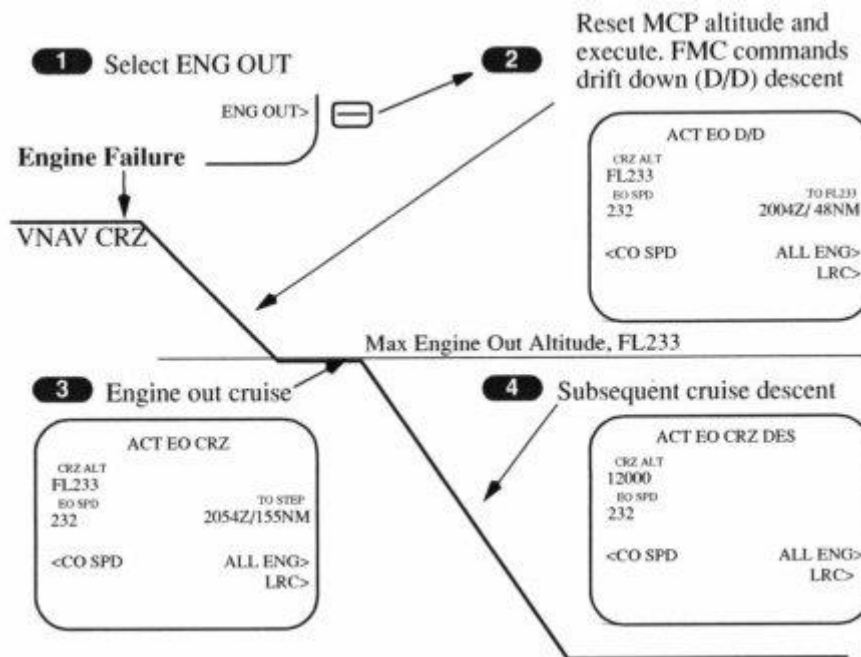
Croisière (Moteur au- dessus du moteur hors Max Alt)

La sélection de ENG OUT> peut également être sélectionnée sur la [page CRZ](#) . Si le courant d' altitude est au- dessus du moteur en altitude maximale, la [FMC](#) va commander une croisière dérive vers le bas.

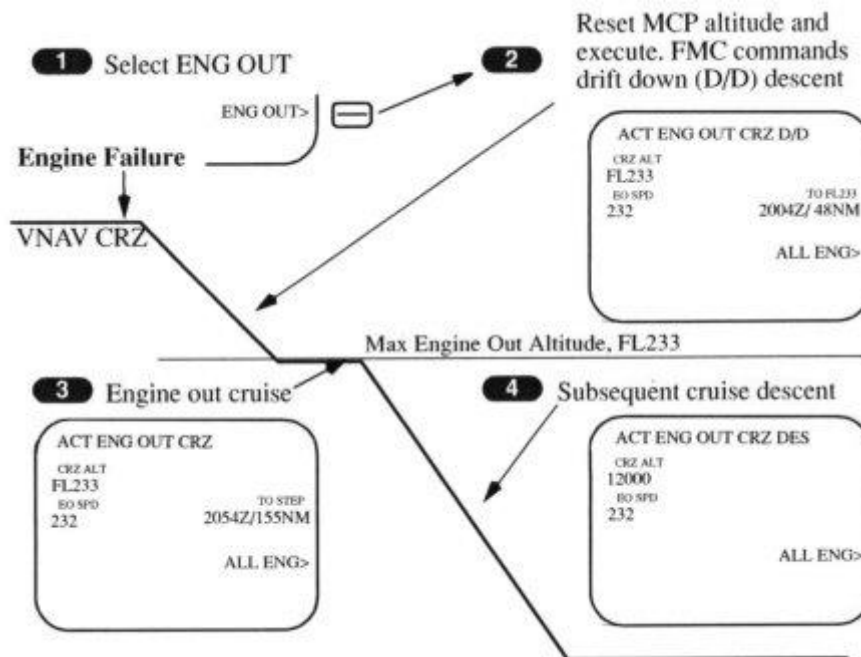
PEGASUS FMC La

sélection de ENG OUT> peut également être effectuée sur la page XXXX ALTN en conjonction avec une modification de déviation.

PÉGASE



NON PÉGASE



1 Engine Out Modification

Sélectionnez l'invite ENG OUT> sur la [page](#) VNAV [CRZ](#) . Déconnectez l' [automanette](#) et réglez la poussée continue maximale sur le moteur en fonctionnement.

Résultat : Le [FMC](#) crée une modification et affiche les données de performance de dérive moteur en panne (D/D) applicables pour permettre à l' avion de descendre à l'altitude maximale en panne moteur.

2 Exécution de la dérive vers le bas

Réglez l' altitude du [MCP](#) à ou en dessous de l' altitude maximale de sortie du moteur et exécutez la modification du [FMC](#) . Cela suppose que l'autorisation est approuvée pour descendre lentement à une altitude non standard ; par exemple , FL233.

Résultat : la VNAV commande une dérive vers le bas, et l'altitude MAX moteur en panne devient l' altitude de croisière à 1L. Le taux de descente est contrôlé pour maintenir au moins 300 pieds par minute (pi / min). Le temps et la distance entre le D/D et l'altitude MAX en panne de moteur sont affichés à 2R.

NON PEGASUS FMC - Le [FMC](#) règle la vitesse de dérive vers le bas à la vitesse EO (traînée minimale). Le réglage de la vitesse ne peut pas être effectué sur le [FMC](#) .

PEGASUS FMC - La vitesse de dérive initiale par défaut est la vitesse EO (traînée minimale). Les invites pour [LRC](#) (croisière longue distance) et CO SPD (vitesse de l' entreprise) s'affichent ou une saisie manuelle de la vitesse peut être effectuée.

3 Moteur Out Cruise

Lorsque VNAV capture le moteur en altitude maximale, la page change du moteur hors croisière page et le terrain annonce est VNAV PTH. Les prévisions pour moteur hors étape montée sont affichés à 2R.

PEGASUS FMC

Le régime monomoteur VNAV peut être ajusté à la vitesse [LRC, à la](#) vitesse de la compagnie ou à une vitesse saisie par l' équipage . Toute modification de la vitesse du moteur unique va changer l'altitude maximale.

FMC NON-PEGASUS

Le régime moteur unique VNAV est réglé sur une vitesse de croisière longue portée et ne peut pas être modifié .

- 4 **Descente de croisière ultérieure** Avec le [FMC](#) en mode moteur [coupé](#) à plus de 50 nm de T/D, réglez une altitude [MCP](#) inférieure , sélectionnez l' altitude entrée du bloc-notes CDU à la ligne CRZ ALT sur la [page CRZ](#) et exécutez .

Résultat : Descente de croisière VNAV à environ 1 250 pi/min à la vitesse actuelle . Lorsque la descente de croisière en panne de moteur croise le profil de descente planifié , le mode de descente devient actif.