



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



OPERATIONS 2D 3D

Guide



Direction de la sécurité de l'Aviation civile
Direction technique navigabilité et opérations aérienne
Édition n° 3
Version n° 0
Publiée le 31 mars 2022

Gestion documentaire

Historique des révisions

Edition et version	Date	Modifications
Ed1 Version 0	27/04/2018	Création
Ed2 Version 0	30/09/2020	Clarification de la gestion MDA/OCH en CDFA et des SDF
Ed3 Version 0	31/03/2022	Détails sur l'apport pour la sécurité des opérations 3D Ajout de précisions concernant les spécificités d'un guidage VNAV SBAS par rapport à un guidage VNAV barométrique Clarification sur l'ajout d'une marge à la MDH/OCH en CDFA Autres modifications mineures

Approbation du document

Nom	Responsabilité	Date	Visa
Richard Amy Adjoint Chef de Pôle NO/ST	Rédacteur	07/03/2022	
François Cougnaud Adjoint Chef de Pôle PN/EPN	Vérificateurs	07/03/2022	 Le chef du pôle systèmes et matériels de la Navigation Aérienne Antoine HERVE
Antoine Hervé Chef de Pôle ANA/SMN		07/03/2022	
François-Xavier Dulac Directeur NO	Approbateur	31/03/2022	 Le directeur technique Navigabilité et Opérations François-Xavier DULAC

Pour tout commentaire ou suggestion à propos de ce guide, veuillez contacter la direction de la sécurité de l'aviation civile à l'adresse suivante : dsac-st-no-bf@aviation-civile.gouv.fr

Propriété intellectuelle

Ce document est mis à disposition sous « Licence Ouverte » dans sa version 2.0 (etalab-2.0).



LICENCE OUVERTE
OPEN LICENCE

Sommaire

Gestion documentaire	2
Historique des révisions	2
Approbation du document	2
Propriété intellectuelle	2
Sommaire	3
1. Préambule	4
2. Références réglementaires	4
3. Mise au Point : « Opérations d'approche » versus « Procédures d'approche »	5
Opérations aériennes	5
Procédures d'approches aux instruments	5
Opération 2D/3D et procédure d'approche aux instruments	6
4. CDFA – Continuous Descent Final Approach	7
Principe	7
CDFA et opérations 2D/3D	7
CDFA, 3D et Performance du guidage vertical	7
OCH, MDA, DA	8
SDF	8
Opérations 3D et SDF	8
Opérations 2D et SDF	8
5. Schéma de principe – L'essentiel	9
6. Terminologie et exigences réglementaires	10
7. Operations 3D avec Guidage vertical Baro VNAV – Risques associés, précautions d'usage	11
Calage altimétrique	11
Effet de la température	11
Correction de température	12
Cas des températures inférieures aux températures minimales publiées sur la carte d'approche	12
8. Exemples d'opérations 2D et 3D	14
9. Opérations 2D & CDFA : Exemple de marges pour convertir une MDA/OCH en DA	17
Détermination de la perte de hauteur en fonction de la vitesse anémométrique vraie.	17
Liste des acronymes	19

1. Préambule

Les terminologies « opérations 2D » et « opérations 3D » ont été introduites dans l'AIR OPS et l'AIR CREW. Le but de ce guide est de clarifier ces terminologies afin d'interpréter correctement les textes réglementaires prescrivant ces opérations, ainsi que de favoriser l'implémentation et l'utilisation de fonctions de guidage vertical réalisées par les systèmes embarqués de l'aéronef (fonction VNAV) en raison de leur apport à la sécurité des vols. Le guide rappelle également ce qu'est la CDFA et les liens entre CDFA et opérations 2D et 3D. Il ne prétend pas être exhaustif et ne se substitue ni à la réglementation applicable ni aux instructions élaborées par les constructeurs et les équipementiers.

2. Références réglementaires

Terminologie 2D et 3D

Règlement (UE) n°965/2012 modifié de la commission du 5 octobre 2012 (AIR-OPS), avec les AMC et GM associés dont :

ORO – SOUS-PARTIE FC – FLIGHT CREW

ORO.FC.230 Recurrent training and checking

AMC1 ORO.FC.230 Recurrent training and checking

Règlement (UE) n° 1178/2011 modifié de la commission du 6 avril 2016 (AIR-CREW) modifié en particulier par le règlement (UE) 2016/539 du 6 avril 2016, avec les AMC et GM associés dont :

FCL – FLIGHT CREW LICENSING

FCL.620 IR – Skill test

Appendix 7 – Skill test

Appendix 9 – Proficiency check

CDFA

Règlement (UE) n°965/2012 modifié de la commission du 5 octobre 2012 (AIR-OPS), avec les AMC et GM associés dont :

CAT – SOUS-PARTIE OP – OPERATING PROCEDURE

CAT.OP.MPA.110 Aerodrome operating minima

AMC3 CAT.OP.MPA.110 Aerodrome operating minima

CAT.OP.MPA.115 Approach flight technique – aeroplanes

AMC1 CAT.OP.MPA.115 Approach flight technique – aeroplanes

SPO – SOUS-PARTIE OP – OPERATING PROCEDURE

SPO.OP.110 Aerodrome operating minima — aeroplanes and helicopters

AMC3 SPO.OP.110 Aerodrome operating minima – aeroplanes and helicopters

NCO– SOUS-PARTIE OP – OPERATING PROCEDURE

NCO.OP.110 Aerodrome operating minima — aeroplanes and helicopters

GM2 NCO.OP.110 Aerodrome operating minima – aeroplanes and helicopters

NCC– SOUS-PARTIE OP – OPERATING PROCEDURE

NCC.OP.110 Aerodrome operating minima — general

AMC2 NCC.OP.110 Aerodrome operating minima – general

3. Mise au Point : « Opérations d'approche » versus « Procédures d'approche »

Opérations aériennes

Les terminologies 2D et 3D sont associées aux opérations d'approche et non aux procédures d'approche aux instruments.

Une opération d'approche 3D est une opération d'approche durant laquelle le pilote utilisera des informations de guidage latéral et de guidage vertical.

Une opération d'approche 2D est une opération d'approche durant laquelle le pilote utilisera uniquement des informations de guidage latéral.

Les informations de guidage latéral et/ou vertical consistent en déviations (angulaires ou linéaires) affichées de façon continue dans le champ visuel primaire du pilote pendant l'approche finale.

Ces informations de guidage peuvent être couplées au directeur de vol et/ou au pilote automatique.

Dans le cadre du Programme de Sécurité de l'État, la DSAC procède à l'analyse des événements de sécurité survenus en service et notifiés par les compagnies aériennes. Sur le sujet spécifique des opérations d'approche 3D, cette analyse démontre le bénéfice opérationnel sur la sécurité des vols de la réalisation d'opérations d'approche avec guidage vertical sur le segment d'approche final, que ce dernier soit barométrique ou géométrique.

Il est en particulier à noter qu'un guidage vertical géométrique (basé sur une information SBAS ou le glide d'un ILS) est indépendant du calage altimétrique du système embarqué et donc n'est pas affecté par les différences de température et les erreurs de saisie QNH.

Procédures d'approches aux instruments

Depuis l'introduction du PBN (Performance based navigation), il existe 3 types de procédures d'approche aux instruments :

Les procédures d'approche de non-précision (identifiées selon l'acronyme NPA) : A la conception ces procédures d'approche ne prennent en compte qu'un guidage latéral. Le plan vertical est protégé par des altitudes minimales en paliers successifs. Ces procédures peuvent être opérées en 2D ou en 3D (voir chapitre CDFA).

Les procédures d'approche avec guidage vertical (identifiées selon l'acronyme APV) : A la conception ces procédures d'approche prennent en compte l'existence d'un guidage latéral et vertical. Elles ont été introduites avec le PBN. Elles sont protégées des obstacles selon une surface qui prend en compte la performance du guidage vertical. Ces procédures d'approche ne peuvent prétendre à l'appellation d'approche de précision, car la performance de leur guidage ne leur permet pas d'envisager des hauteurs de décision inférieures à 250 ft. Ces procédures sont obligatoirement opérées en 3D.

Les procédures d'approche de précision : Ces procédures d'approche sont conçues à l'aide des systèmes de navigation ILS, MLS, GLS, SBAS CAT1 qui intègrent à la fois un guidage latéral et vertical et dont la performance du guidage permet d'avoir des DH inférieures à 250 ft (selon la présence d'obstacle). Ces procédures sont obligatoirement opérées en 3D.

L'Info sécurité DSAC N° 2018/01¹ mentionne des rapports d'enquête d'incidents graves liés à une mauvaise gestion du plan de descente qui auraient pu être évités avec une information de guidage vertical lors de la réalisation de procédures d'approche de non-précision.

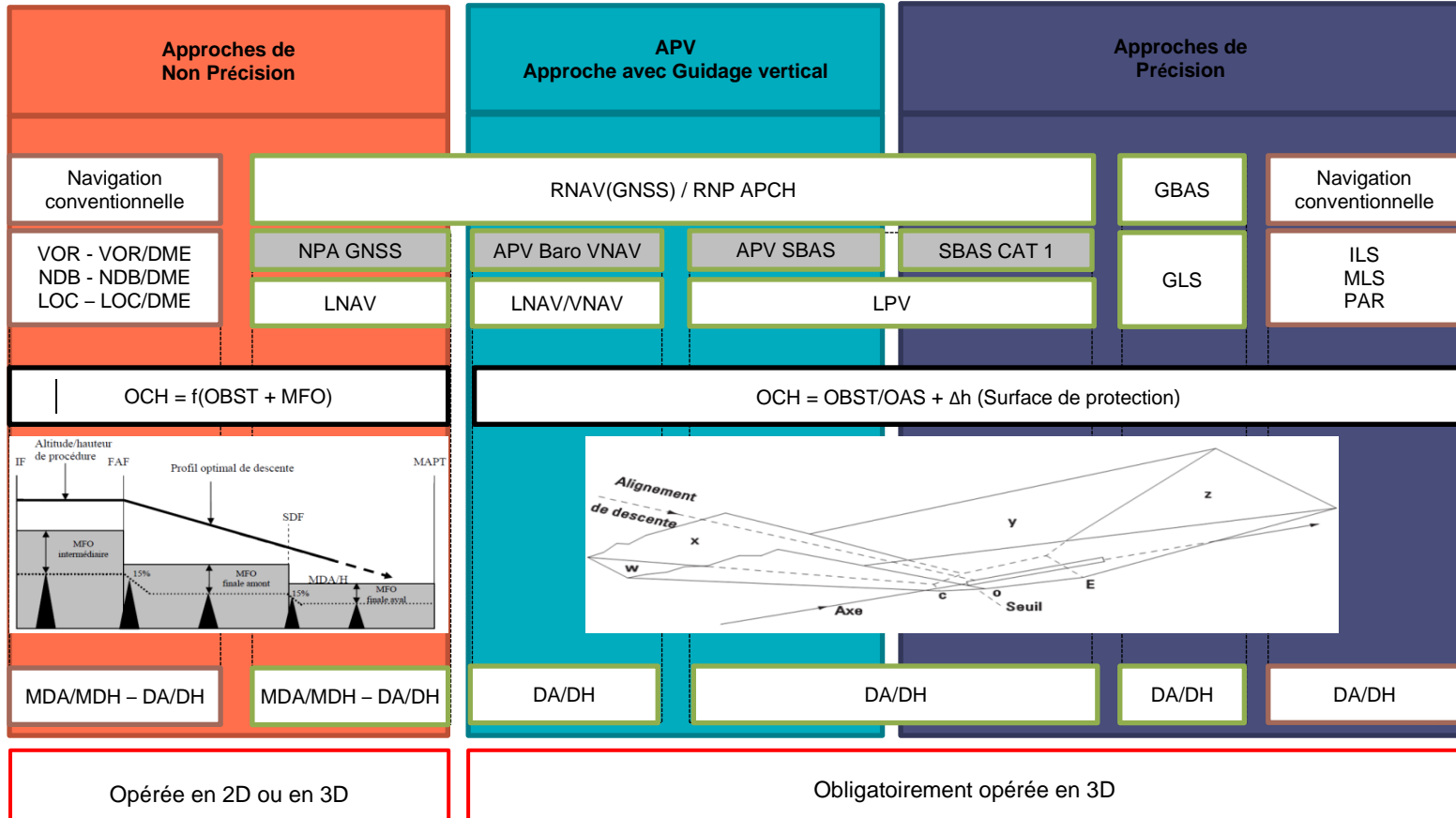
¹ https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/IS2018_01_approches_non_precision.pdf

Note :

L'AIR OPS introduit aujourd'hui la terminologie OACI différenciant les approches aux instruments Type A et Type B selon la valeur de la DH.

- Type A : DH \geq 250 ft
- Type B : DH < 250 ft

Opération 2D/3D et procédure d'approche aux instruments



Remarque : Dans le schéma ci-dessus, les boîtes grises ont été insérées par souci d'exhaustivité mais n'apporte aucune information pertinente sur le plan opérationnel.

4. CDFA – Continuous Descent Final Approach

Principe

La CDFA est une technique de vol qui consiste à réaliser une descente continue sans palier sur le segment final d'une procédure d'approche de non-précision.

Dès lors, l'approche aux instruments est conduite jusqu'à une altitude de décision (DA) à laquelle le pilote décidera d'atterrir ou de remettre les gaz si les références visuelles ne sont pas acquises. La notion de MDA (Minimum Descent Altitude) et de palier jusqu'au MAPt disparaissent car aucun palier ne doit être envisagé entre le point de début de descente et la hauteur à laquelle l'arrondi pour atterrissage doit débiter.

Cette technique de vol ne préconise pas de moyen de bord particulier. Elle peut être effectuée à l'aide des indications de vitesse verticale (V/S), d'angle de descente (FPA) ou d'un guidage vertical réalisé par les systèmes embarqués de l'aéronef (fonction VNAV).

CDFA et opérations 2D/3D

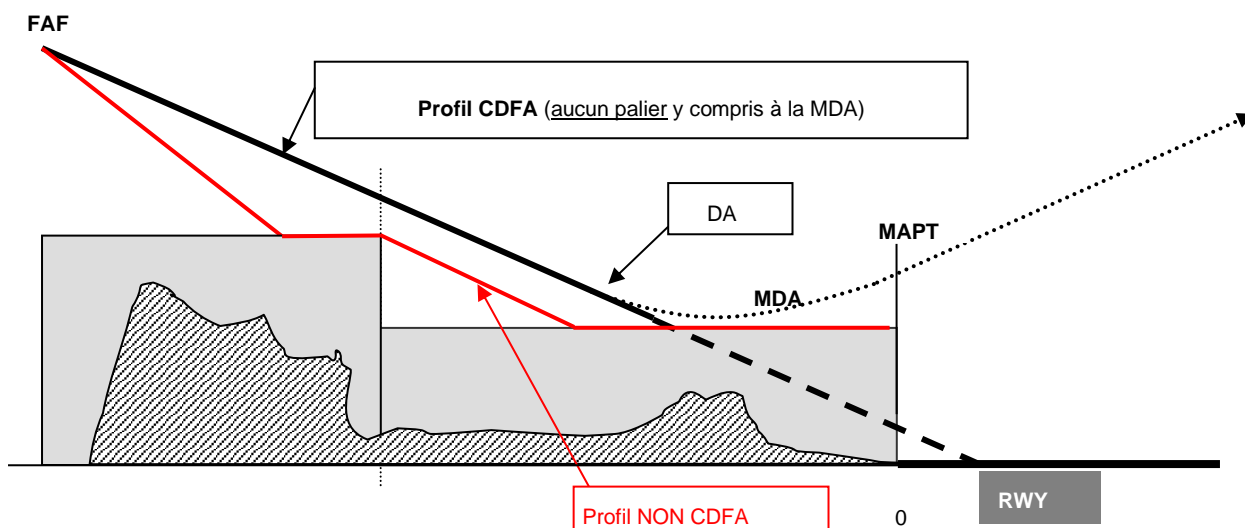
Si l'opération d'approche est réalisée en CDFA sans l'aide d'information de guidage vertical, l'opération d'approche est alors considérée comme étant une opération 2D.

Si l'opération d'approche est réalisée en CDFA à l'aide d'information de guidage vertical (VNAV), l'opération d'approche est alors considérée comme étant une opération 3D. C'est la raison pour laquelle une approche de non-précision peut être opérée en 3D.

CDFA, 3D et Performance du guidage vertical

Une fonction VNAV certifiée pour effectuer des approches LNAV/VNAV (on parle alors de BaroVNAV) ou certifiée pour effectuer des LPV (on parle de SBAS VNAV) peut permettre de réaliser des opérations 3D sur des procédures d'approche de non-précision. Les déviations verticales par rapport à un plan vertical codé en base de données devraient être alors affichées dans le champ visuel primaire du pilote. La fonction VNAV, selon les aéronefs, pourra être couplée au pilote automatique et au directeur de vol. Les limitations opérationnelles associées à la fonction VNAV doivent être respectées (vérification de la base de données de navigation, cohérence entre les informations cartographiées et codées en FMS, vérification du QNH, gestion des températures,...). Se référer à l'AFM et SOP du constructeur.

Schéma de principe de la CDFA



OCH, MDA, DA

La MDA/H est l'altitude/hauteur minimale de descente qui ne doit pas être franchie si les références visuelles ne sont pas acquises. Elle est déterminée à partir d'une OCA/H (Altitude/hauteur de franchissement d'obstacles) qui ne tient pas compte de la perte d'altitude de l'aéronef lors de la remise de gaz.

La technique CDFA exige une remise de gaz en cas de non-acquisition des repères visuels à une DA/H (hauteur/altitude de décision). Le « D » ici ne signifie plus « descente » mais « décision ». Comme toutes les procédures d'approches, les procédures d'approches de non-précision sont conçues avec des marges de sécurité, mais, compte tenu de la perte d'altitude lors de la manœuvre de remise de gaz, retarder la remise de gaz à la MDA peut entraîner une réduction de ces marges, en particulier si le MAPT est situé en amont du seuil de piste.

Le règlement AIR OPS n'impose plus l'ajout d'une marge à la MDA/H pour la convertir en DA/H dans le cadre des opérations 2D conduite en CDFA. Cependant pour les opérations 2D avec CDFA l'ajout d'une marge pourrait être pertinente dans certaines circonstances. Cela pourrait être le cas lorsque la pratique 2D conduite en CDFA procède d'une pratique opérationnelle occasionnelle conduisant à une érosion de l'expérience pratique des opérations 2D en CDFA des équipages. Pour ces cas, l'opérateur pourrait alors décider dans le cadre de son SMS de rajouter une marge pour convertir la MDA/H en DA/H.

Pour les opérateurs décidant d'ajouter une marge, une table des marges recommandées selon la catégorie de l'aéronef et la façon dont cette table a été construite sont fournies à titre indicatif au chapitre 9 de ce guide.

SDF

En présence d'obstacles importants, qui conduiraient à une OCA/H trop élevée, le concepteur de procédure peut faire le choix de spécifier sur le segment d'approche finale, un repère de palier de descente (SDF, pour step down fix) et de lui associer une altitude/hauteur minimale de franchissement d'obstacles pour neutraliser certains obstacles.

Operations 3D et SDF

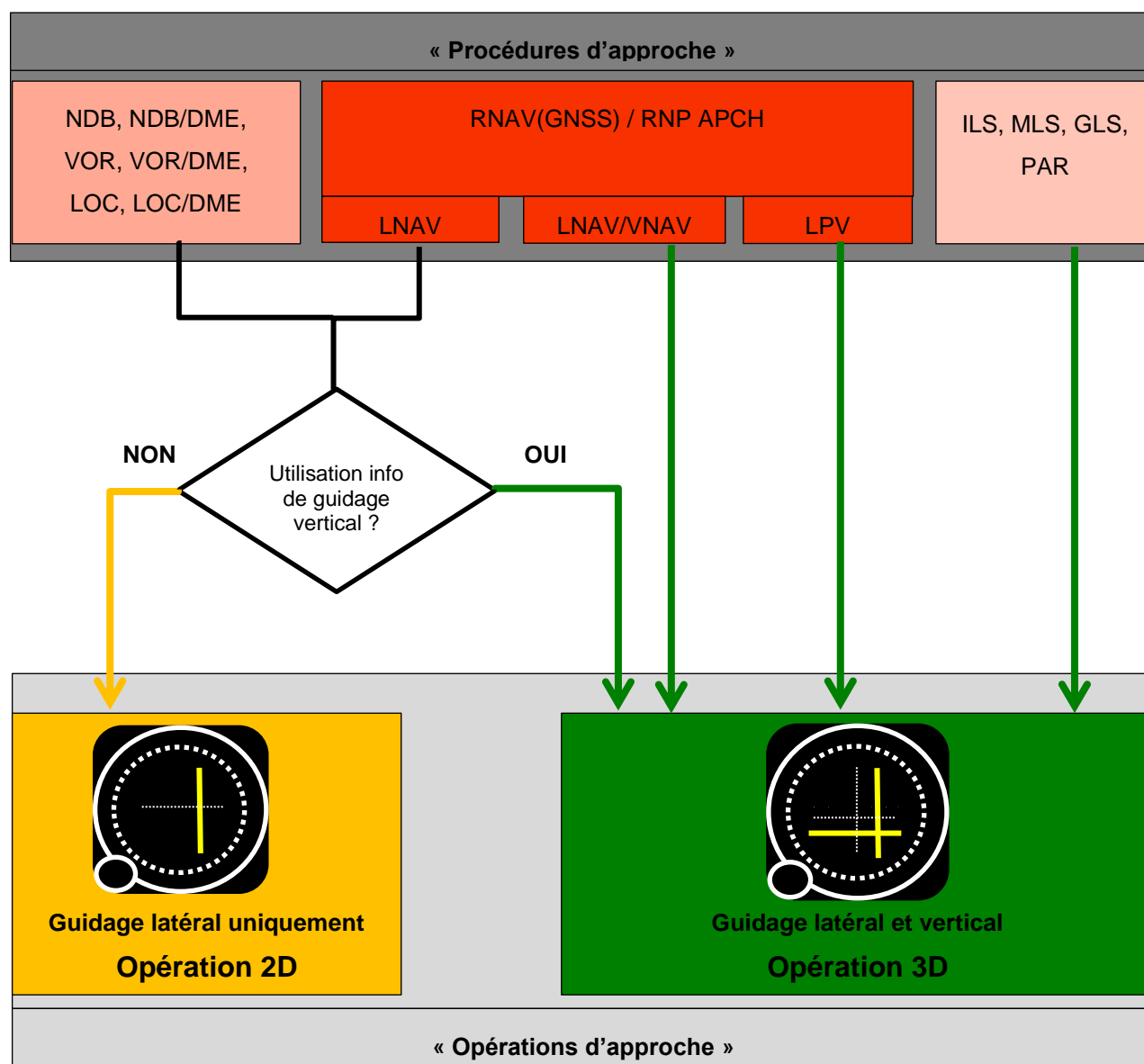
Conformément à l'ARINC 424, l'angle de descente vertical codé en base de données de navigation tient compte de l'altitude d'éventuels SDF de sorte que le profil vertical codé devrait être au-dessus ou à l'altitude du ou des SDF publiés. Cela rend non indispensable la vérification de l'altitude au passage du SDF lorsque l'approche de non-précision est opérée en 3D.

Opérations 2D et SDF

Lorsque la fonction VNAV n'est pas certifiée pour atteindre les minima LNAV/VNAV et/ou LPV, de sorte que les écarts verticaux affichés au pilote ne peuvent être utilisés qu'à titre consultatif, la descente verticale est gérée en ajustant la V/S (vitesse verticale) ou le FPA (angle de la trajectoire de vol) en fonction de l'altitude barométrique et de la distance au seuil. Dans ce cas, l'altitude au passage du SDF doit être soigneusement vérifiée afin de ne pas descendre par inadvertance sous l'altitude du SDF. Si une table d'altitude-distance est publiée pour soutenir la CDFA, le respect de cette table est considéré comme approprié pour prendre en compte tout SDF publié.

5. Schéma de principe – L'essentiel

Schéma de principe liant les « opérations d'approche » aux « procédures d'approche »



Remarques :

Dans ce schéma ; n'apparaît pas les catégories de procédures d'approche « de non-précision, APV, ou précision ». Si elles sont utiles pour comprendre la façon dont une procédure d'approche est protégée des obstacles, d'un point de vue opérationnel elle n'apporte aucune information pertinente sur la façon dont le vol sera conduit.

Toutes les limitations opérationnelles doivent être respectées (vérification de la base de données de navigation, cohérence entre les informations cartographiées et codées en FMS, vérification du QNH, gestion des températures...). L'exploitant doit se référer à l'AFM et aux SOP développées par le constructeur.

Les informations de guidage vertical peuvent prendre différentes appellations selon le type d'aéronef.

6. Terminologie et exigences réglementaires

Les appendices 7 et 9 du part FCL ainsi que l'ORO.FC.230 requièrent de réaliser des opérations d'approche 2D et 3D dans le cadre des entraînements et contrôles des équipages.

La bonne réalisation d'une opération d'approche, qu'elle soit 3D ou 2D, requiert la mise en œuvre de connaissances, de savoir-faire et également de compétences non-techniques

Savoir réaliser une opération 3D ne donne aucun crédit sur la compétence à réaliser une opération 2D et inversement. Un pilote doit être formé et contrôlé sur les 2 types d'opération et spécifiquement sur le type d'aéronef qu'il opère.

Pour l'opération 3D il s'agit de réaliser au choix :

Un ILS, un GLS ou une approche RNAV(GNSS) en utilisant le guidage vertical (SBAS ou Baro VNAV) jusqu'à une DA/H (se reporter aux SOP du constructeur).

En toute rigueur une procédure d'approche de non-précision conventionnelle pourrait être choisie. Il faut s'assurer que le codage de la procédure en base de données est correct. En effet, le codage d'une procédure RNAV(GNSS) est standardisé et cadré par le PBN, celui d'une approche conventionnelle ne l'est pas et peut parfois être plus complexe et conduire à un comportement non attendu de l'aéronef. C'est la raison pour laquelle, lors de la réalisation d'une approche de non précision à l'aide du moyen RNAV (FMS,...) il est toujours nécessaire de contrôler la progression de l'approche à l'aide des moyens conventionnels de l'approche (par exemple VOR dans le cadre d'une approche VOR,...). Se reporter aux SOP du constructeur.

Pour l'opération 2D, il faudra impérativement sélectionner une procédure d'approche de non-précision (VOR, VOR/DME, NDB, LOC/DME ou une approche RNP APCH avec minima LNAV) et la réaliser sans l'aide des informations de guidage vertical éventuellement disponible dans l'aéronef.

Pour le suivi du plan de descente, le pilote ajuste le taux de descente ou l'angle de trajectoire en vérifiant les informations « distance – altitude » et/ou « temps de vol – vitesse verticale ».

Sur les aéronefs modernes, la probabilité de se retrouver à réaliser des opérations 2D est de plus en plus faible. Certains cas peuvent cependant se produire obligeant les équipages à envisager ce type d'opération. Il s'agirait par exemple :

Cas de pannes (panne de la station glide, problème de codage du plan vertical en base de données, perte d'un second équipement suite à vol sous dispatch MEL,...),

Nécessité d'appliquer des corrections altimétriques pour compenser les températures froides sur des systèmes Baro-VNAV dépourvus d'un système approuvé de compensation de température utilisable sur le segment d'approche finale (cf. AMC2 CAT.OP.MPA.126 (d)(2)).

Critère de choix des procédures d'approche, pour l'entraînement :

Selon l'ORO.FC.230, une des deux opérations 2D / 3D doit être conduite sur une procédure d'approche RNAV (GNSS).

Pour une opération 2D, on pourra faire le choix d'une procédure d'approche pour laquelle il n'y aura pas d'information de guidage vertical (par exemple LOC-DME sur certaines avioniques).

Il peut y avoir également plusieurs façons différentes d'opérer en 3D selon le type d'avion ou la configuration avionique de l'aéronef, ces différences devraient être prises en compte dans l'élaboration du programme d'entraînement.

7. Operations 3D avec Guidage vertical Baro VNAV – Risques associés, précautions d'usage

La fonction Baro VNAV peut être utilisée dans deux cas :

1. soit pour gérer le plan vertical des approches de non précision ;
2. soit pour effectuer une approche GNSS au minima LNAV/VNAV.

Dans les deux cas, il convient de signaler les précautions suivantes :

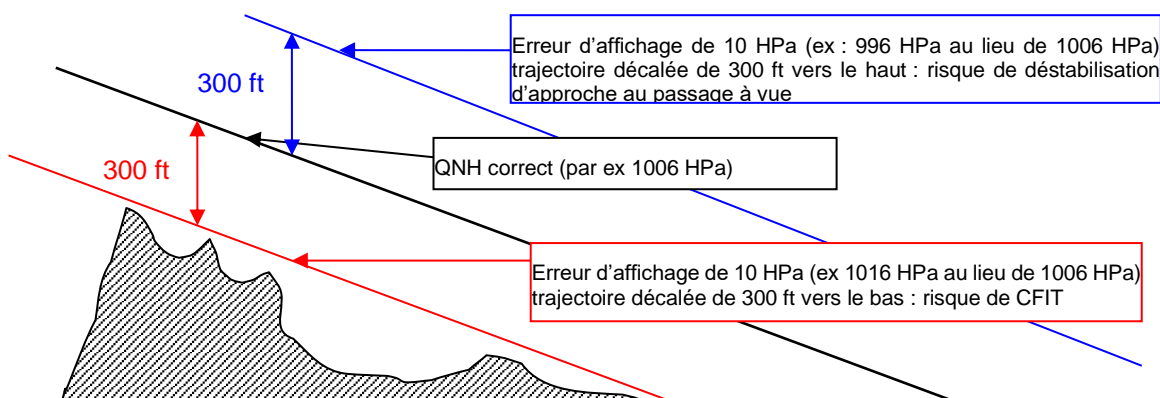
Calage altimétrique

La trajectoire verticale en Baro VNAV est influencée par les erreurs de calage altimétrique. Ces erreurs ne peuvent pas être détectées par une vérification croisée entre l'indication de l'altimètre et les valeurs indiquées sur la carte d'approche (vérification « altitude – distance ») car le guidage Baro VNAV et les altitudes barométriques dépendent du même référentiel.

Avant le FAF, une vérification des altimètres et du QNH devrait être effectuée. La différence d'altitude entre les deux altimètres ne doit pas être supérieure à 100 ft.

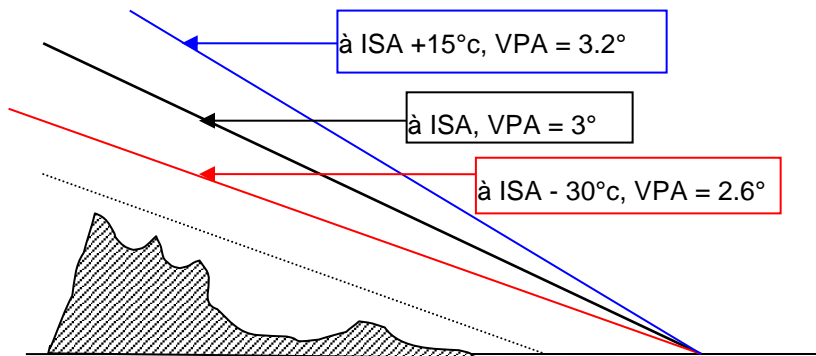
Les approches RNAV(GNSS)/RNP APCH avec minima LNAV/VNAV ne sont pas autorisées en absence de calage altimétrique local (QNH local).

Il est aussi important que le pilote dispose d'une information de calage altimétrique récente. L'équipage devrait ainsi demander la confirmation du calage altimétrique avant le passage au FAF.



Effet de la température

Si la température est éloignée de la valeur ISA, le plan vertical Baro VNAV sera différent du plan nominal de la procédure sans incidence sur les informations présentées au pilote. Ainsi une pente verticale basée sur l'information altimétrique sera plus faible par temps froid et plus forte par temps chaud sans qu'il n'y ait d'écart vertical affiché à l'indicateur de déviation verticale du pilote. (Voir schéma)



Correction de température

Pour les aéronefs possédant un système approuvé de compensation de température du segment final d'approche, utilisable sur le segment d'approche finale en Baro VNAV (cf. AMC2 CAT.OP.MPA.126 (d)(2)), il est possible de s'affranchir de la température minimale figurant sur la carte d'approche. Cette possibilité devra être précisée et encadrée par les procédures opérationnelles de l'exploitant (se référer à l'AFM et aux SOP du constructeur).

Cas des températures inférieures aux températures minimales publiées sur la carte d'approche

Sur les cartes d'approches RNAV(GNSS)/RNP APCH avec les minima LNAV/VNAV, une température minimale d'utilisation est indiquée.

Si les variations de température ne peuvent pas être compensées sur le segment final par un système avionique approuvé, les pilotes ne devraient pas utiliser leur fonction Baro VNAV lorsque la température est inférieure à cette température limite publiée sur la carte d'approche. En effet l'information de guidage vertical conduirait à un plan de descente trop faible. L'approche devrait être opérée en 2D jusqu'au minima LNAV. Les pilotes devraient alors appliquer les corrections en température froide nécessaires pour respecter les différentes altitudes minimales publiées à savoir :

- Les altitudes hauteurs pour le segment final (SDF, tableau « altitude/distance », le passage du FAF en coordination avec l'ATC) ;
- La MDA/H - DA/H ;
- Et les valeurs de V/S et/ou de FPA.

Si l'altitude au passage du FAF n'est pas corrigée, le début de descente au FAF sera retardé pour respecter la pente corrigée en cas de température froide.

Certains systèmes, une fois la température au sol de l'aéroport insérée, permettent d'appliquer automatiquement par calcul les corrections de température aux waypoints FMS/FMC de manière similaire à l'utilisation manuelle du tableau ci-dessous. L'utilisation de tels systèmes devrait être définie dans les procédures opérationnelles de l'exploitant. L'application des corrections de température devrait être coordonnée avec l'ATC.

Extrait du PANS OPS volume 1 des corrections à appliquer en fonction de l'altitude

Température de l'aérodrome (en °C)	Hauteur au-dessus de l'altitude de la source de calage altimétrique (en ft)													
	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000	1 500	2 000	3 000	4 000	5 000
0	20	20	30	30	40	40	50	50	60	90	120	170	230	280
-10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	290	390	490
-20	30	50	60	70	90	100	120	130	140	210	280	420	570	710
-30	40	60	80	100	120	140	150	170	190	280	380	570	760	950
-40	50	80	100	120	150	170	190	220	240	360	480	720	970	1 210
-50	60	90	120	150	180	210	240	270	300	450	590	890	1 190	1 500

Remarques :

Bien que répondant à la même terminologie d'approche à guidage vertical (APV), les procédures basées sur un guidage vertical SBAS ne présentent pas les mêmes contraintes que celles basées sur un guidage Baro VNAV d'un point de vue pilote :

- Le profil SBAS est géométrique et est indépendant du calage altimétrique du système embarqué.
- Le profil SBAS n'est pas affecté par les différences de température.

8. Exemples d'opérations 2D et 3D

Opération 2D sur une approche de non précision (VOR à LFRS)



l'équipage va opérer une descente continue. Pour cela :

- Il initie la descente au FAF (balise/distance/waypoint) en sélectionnant son mode d'approche ici V/S
- Il contrôle son plan en se donnant des rendez-vous réguliers (points de contrôle temps/altitude ou distance/altitude) où est comparée la trajectoire réelle et la trajectoire de référence (doc d'approche) Cette comparaison est régulière mais *discontinue*

Les informations de guidage vertical (déviation angulaire ou l'écart linéaire) ne sont pas affichées sur un INSTRUMENT et ne sont pas DIRECTEMENT ET CONTINUELLEMENT ACCESSIBLES au pilote durant l'approche.

C'est une OPERATION 2D

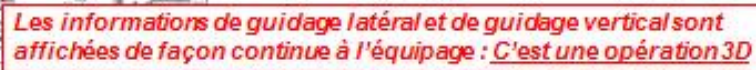
[illegible]

Opération 3D sur une RNAV(GNSS) à TFFR



Les informations de guidage latéral et de guidage vertical sont affichées de façon continue à l'équipage : C'est une opération 3D

(La procédure LOC de LFBO)



APPROCHE AUX INSTRUMENTS

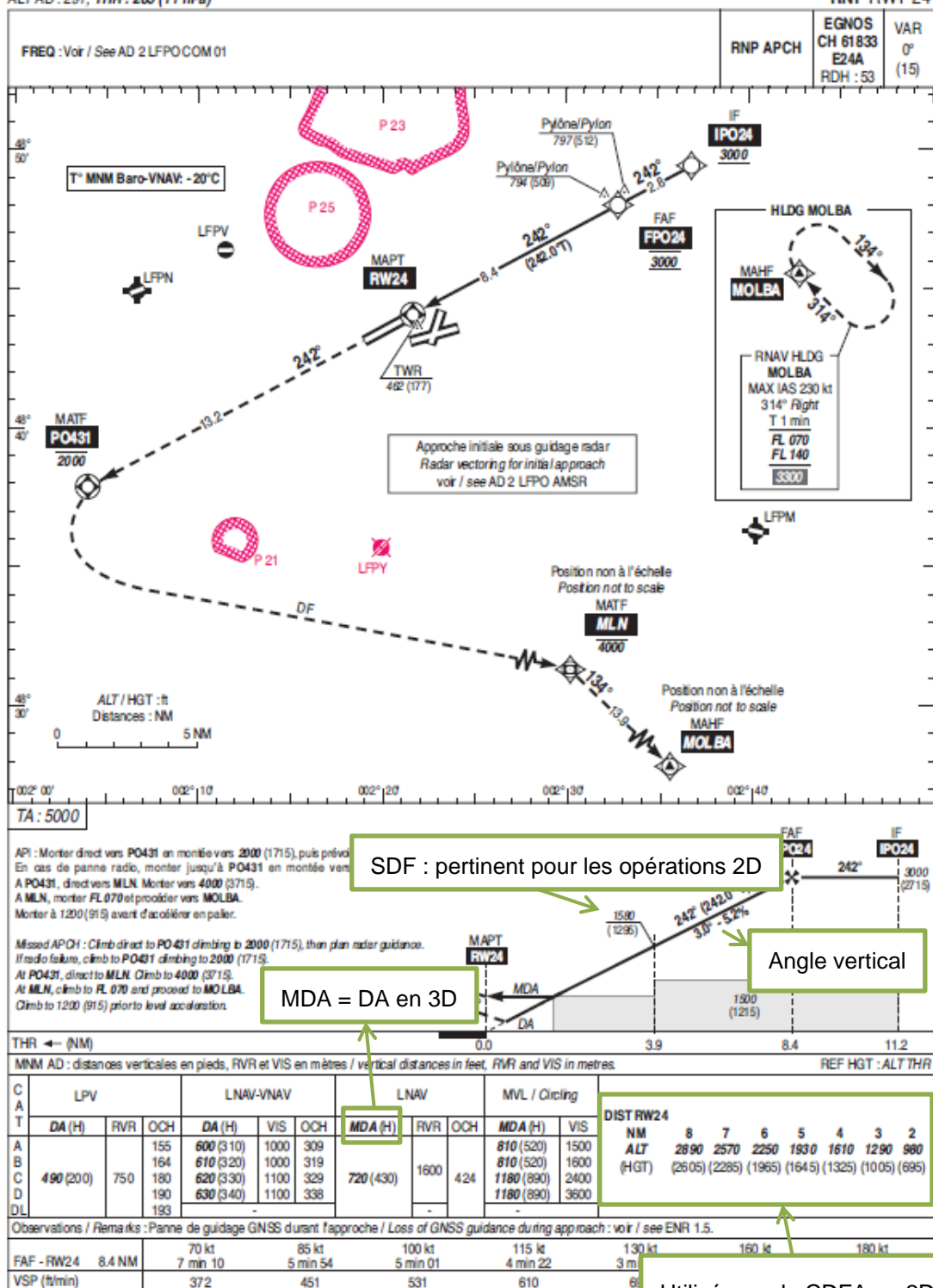
Instrument approach

CAT A B C D

ALT AD:291, THR:285 (11 hPa)

PARIS ONLY

RNP RWY 24



Utilisé pour la CDFA en 2D

Si ce tableau est strictement respecté,
une vérification supplémentaire au
passage du SDF n'est pas nécessaire.

9. Opérations 2D & CDFA : Exemple de marges pour convertir une MDA/OCH en DA

Ce tableau est donné à titre indicatif pour aider les exploitants qui auraient déterminé, selon leur système de gestion, la nécessité d'ajouter une marge à la MDA ou l'OCH d'une approche de non précision afin de la convertir en DA. La valeur des marges dépend de la catégorie de l'aéronef.

Les valeurs du tableau proviennent des calculs détaillés dans le chapitre 0.

Catégorie d'aéronefs	Marge
A	20 ft
B	30 ft
C	40 ft
D	60 ft

Détermination de la perte de hauteur en fonction de la vitesse anémométrique vraie.

V_z : vitesse verticale de l'aéronef

V_{z0} : Vitesse verticale de l'aéronef à la prise de décision

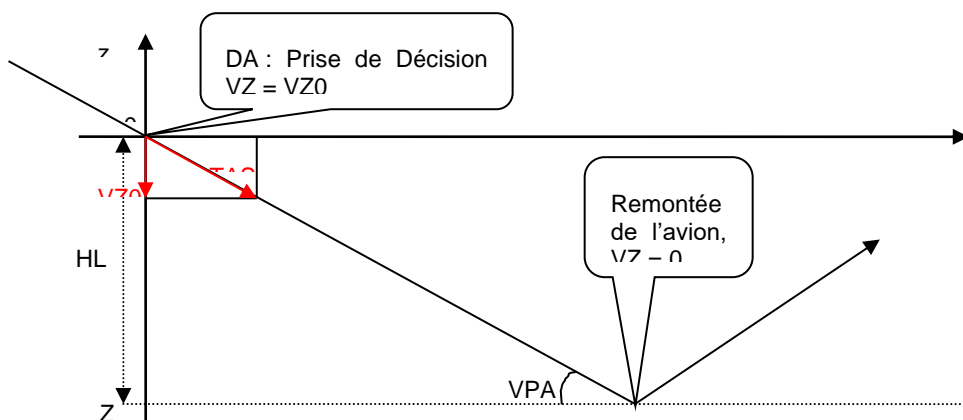
γ : décélération verticale de l'aéronef à la remise de gaz

Z : hauteur de l'aéronef

VPA : angle de trajectoire verticale

Vitesse anémométrique vraie (TAS)

HL : Height Loss, perte d'altitude après la prise de décision de remettre les gaz



$$V_{z0} = - \text{TAS} \sin (\text{VPA}) \text{ (négatif en considérant } Z \text{ positif vers le haut)}$$

$$V_z = \gamma t + V_{z0}$$

$$Z = \frac{1}{2} \gamma t^2 + V_{z0} t \text{ (en considérant } Z = 0 \text{ à la DA)}$$

$$V_z = 0 \text{ pour } t = - V_{z0} / \gamma$$

$$\text{à } V_z = 0, Z = \frac{1}{2} \frac{1}{\gamma} (V_{z0})^2 = - \frac{1}{2} \frac{(V_{z0})^2}{\gamma} = - \frac{1}{2} \frac{[\text{TAS} \sin (\text{VPA})]^2}{\gamma}$$

$$\text{d'où } \text{HL} = \frac{1}{2} \frac{[\text{TAS} \sin (\text{VPA})]^2}{\gamma}$$

Pour IAS = 100 kt (CAT A ACFT) et VPA = 3°	$TAS_{(2000\text{ ft, ISA}+15^\circ)} = 105.7\text{ kt} = 54.4\text{ m/s}$ Avec $\gamma = 0.08g = 0.08 \times 9.81 = 0.785\text{ m/s}^2$ HL = 5.16 m = 16.94 ft
Pour IAS = 130 kt (CAT B ACFT) et VPA = 3°	$TAS_{(2000\text{ ft, ISA}+15^\circ)} = 137.4\text{ kt} = 70.7\text{ m/s}$ Avec $\gamma = 0.08g = 0.08 \times 9.81 = 0.785\text{ m/s}^2$ HL = 8.72 m = 28.61 ft
Pour IAS = 160 kt (CAT C ACFT) et VPA = 3°	$TAS_{(2000\text{ ft, ISA}+15^\circ)} = 169.1\text{ kt} = 87.0\text{ m/s}$ Avec $\gamma = 0.08g = 0.08 \times 9.81 = 0.785\text{ m/s}^2$ HL = 13.20 m = 43.32 ft
Pour IAS = 185 kt (CAT D ACFT) et VPA = 3°	$TAS_{(2000\text{ ft, ISA}+15^\circ)} = 195.5\text{ kt} = 100.6\text{ m/s}$ Avec $\gamma = 0.08g = 0.08 \times 9.81 = 0.785\text{ m/s}^2$ HL = 17.65 m = 57.92 ft

Liste des acronymes

APV : Approche avec guidage vertical

CDFA : Continuous Descent Final Approach

FPA : Flight Path Angle

GBAS : Ground Based Augmentation System

GLS : GBAS Landing System

MDA : Minimum Descent Altitude

MFO : Marge de franchissement d'Obstacles

NPA : Non-Precision approach

PBN : Performance Based Navigation

SBAS : Satellite Based Augmentation System

SOP : Standard Operating Procedures



Direction générale de l'Aviation civile
Direction de la Sécurité de l'Aviation civile
50, rue Henry Farman
75720 PARIS CEDEX 15
Tél. : +33 (0)1 58 09 43 21
www.ecologie.gouv.fr