

République algérienne démocratique et populaire

Ministère de L'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



UNIVERSITÉ DE BLIDA

Faculté des sciences de l'ingénieur
Département d'Aéronautique

Projet de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en aéronautique

Option : opérations aériennes

Thème :

Etude d'une procédure d'approche de
précision et application sur l'aérodrome
de TIARET.

Présenté par

AGGAD Med El Amine
BOUARFA Bachir

Dirigé par :

M^{er} LAICHI TOUFIK

Promotion : 2002/2003

Remerciements

Nos vifs remerciements vont à notre promoteur M^{er} T.LAICHI d'avoir accepté de diriger ce travail.

Nous exprimons notre gratitude au lieutenant colonel AIT ABDALLAH pour son aide précieuse.

Nous exprimons notre reconnaissance à la collaboration de notre collègue et ami LAIB Med pour la documentation qu'il nous a remis, en lui souhaitant bon courage.

Amine et Bachir

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

- *Mes très chers parents pour leur amour et inquiétude*
- *Celle que j'ai choisie et qui a été toujours à côté de moi, Samira ainsi qu'à sa famille*
- *Mes très chers frères, Omar, Ali et Mustapha*
- *Ma grand-mère Kheira et ma deuxième mère Hammadia*
- *L'âme de mes grands-parents, de tante Hasnia et de mon oncle Nasr-Eddine*
- *Mes tantes et leurs familles*
- *Mon ami et binôme Bachir ainsi qu'à sa famille*
- *Capitaine Benhouna*
- *Mes amis : Fayçal, Fouad, Hakim, Bachir, Badri, Haddou, Abbes, Abbad, Rezgui, Brahim, Amine, Farid, El hadj, Cherif, Chakir, Hariz, Hammad, Mihoub, Aissa, El hadj, Oualid, Mansour, Karim, Hassan, Issam, Mustapha, Zoubir, Mes amis du bloc 02 et à ma promotion sortante*
- *La mémoire de mes amis : Boudiba, Abdallah, Nabil*
- *Mes sœurs : Nora, Zahra, Aziza, Zahra, Zakja, Akila, Lamia, Fouzia, Samiha, Ryma et Messaouda*

Amine

Dédicace

Ce modeste travail est dédié :

- *A mes chers parents qui n'ont jamais cessé de m'aimer, me donner amour et affection, de s'inquiéter pour moi, et me guider par leurs prières.*
- *A toute ma famille, surtout à mon frère RAMDHAN à qui je souhaite de retrouver la liberté très bientôt, ainsi qu'à mes petites-nièces MOUNIRA et HOUDA.*
- *A la mémoire de mon ami le défunt BENHALIMA Hadj et à toute personne qui a offert sa vie pour ce pays, spécialement, à ceux de la promotion 95, je pense à CHABBOUBI, SABOUAA, ABBES, ANTRI, BELKADI. que dieux y leurs âmes dans son vaste paradis.*
- *A la mémoire de mon premier maître d'école le défunt HADJ MOHAMMED et à tout enseignant qui m'a appris quelque chose dans la vie.*
- *A l'âme de ABDALLAH EL HARTZI.*
- *A mon ami et binôme AMINE et à toute sa famille spécialement à OMAR.*
- *A vous mes amis et collègues ACHOUR, FOUAD, MEROUANE, HOUARI, NADIR, NADJEM EDDINE, RAID, TOUFIK, BACHIR, HAKIM, CHAKIR.*
- *A mes amis SALIM, DJAMEL, ABBES, AMMAR, TALHA, ABD EL KADER, HIMI, les KADA, LAID, DAHMANE.*
- *A mes amies MASSAOUDA et HAYAT.*

Bachir

Liste des figures

	Page
Fig-I-1- Segments d'une procédure d'approche aux instruments	4
Fig-I-2- Section droite de l'aire d'un segment en ligne droite montrant les aires primaire et secondaire	5
Fig-I-3- Aires de tolérance des repères définis par une intersection	9
Fig-I-4- Couverture ILS ou radioborne « Z »	11
Fig-I-5- Aire de tolérance du repère VOR	12
Fig-I-6- Aire de tolérance de repère NDB	13
Fig-I-7- Aires théoriques de tolérance de repère pour radiale/relèvement ou distance DME de garde	14
Fig-I-8- Distance entre repères	15
Fig-I-9- Zone exigeant une marge de franchissement d'obstacles	15
Fig-I-10- Repère de descente avec double OCA/H	16
Fig-I-11- Pente de 15% utilisée pour indiquer les obstacles dont il n'y a pas lieu de tenir compte	17
Fig-II-1- Segment d'arrivée- aire de protection [longueur du segment d'arrivée supérieure ou égale à 46 km (25 NM)]	19
Fig-II-2- Entrée en virage conventionnel	22
Fig-II-3- Aire d'approche intermédiaire dans une procédure d'inversion ou une procédure en hippodrome avec un repère	27
Fig-II-4- Alignement pour l'approche finale directe	28
Fig-II-5- Alignement pour l'approche finale indirecte	29
Fig-II-6- Phases d'une approche interrompue	32
Fig-II-7- Marge de franchissement d'obstacles pour la phase finale d'approche interrompue	33
Fig-II-8- Aire de tolérance d'un MAPT défini par un repère	35
Fig-II-9- Aire de tolérance d'un MAPT défini par une distance	36
Fig-II-10- MAPT défini par une distance-dimensions de l'aire de tolérance (catégories A à D)	36
Fig-II-11- MAPT défini par un repère-calcul du SOC	37
Fig-II-12- MAPT défini par une distance-calcul du SOC	37
Fig-II-13- MAPT défini par une distance-graphique de la distance MAPT nominal SOC en fonction de la distance FAF nominal - MAPT nominal (catégories A à D)	38
Fig-II-14- Aire d'approche interrompue en ligne droite	39

Fig-II-15- Approche interrompue avec virage de 180° et DME comme repère TP	42
Fig-II-16- Virage d'approche interrompue supérieur à 15° au MAPT	43
Fig-III-1- Jonction de l'approche finale et du segment précédant-vue en perspective	47
Fig-III-2-Segment de précision sans repère d'approche finale	48
Fig-III-3-Segment de précision	49
Fig-III-4-Repère d'approche finale défini par un repère de mise en descente situé au point d'approche finale	50
Fig-III-5-Illustration des surfaces d'évaluation d'obstacles ILS	52
Fig-III-6-Illustration des surfaces d'évaluation d'obstacles ILS-vue en perspective	53
Fig-III-7-Système de coordonnées	53
Fig-III-8-Obstacles à l'approche interrompue au-delà de 900m	56
Fig-III-9-Segment final d'approche interrompue en ligne droite	59
Fig-III-10-Marge de franchissement d'obstacles pour approche interrompue en ligne droite	60
Fig-III-11-Virage à une altitude désignée	61
Fig-III-12-Virage au TP désigné (avec repère de TP)	64
Fig-IV-1- Radio-bornes reçus visuellement (voyants colorés) et auditivement (télégraphie)	65
Fig-IV-2-Les antennes et le shelter du localizer	67
Fig-IV-3-Diagramme des taux de modulation (localizer)	68
Fig-IV-4-Le plan du localizer et les déviations des aiguilles associées	68
Fig-IV-5-L'antenne et le shelter du glide	69
Fig-IV-6-Diagramme des taux de modulation (glide path)	69
Fig-IV-7-Le plan du Glide et les déviations des aiguilles associées	70
Fig-IV-8-Récepteur des markers	70
Fig-IV-9-Disposition des markers sur l'axe d'approche finale avec les signaux sonores et lumineux associés	71
Fig-IV-10-Délimitation des aires critiques de l'ILS	73
Fig-IV-11-Condition de dégagement et de nivellement	74
Fig-IV-12-Conditions d'implantation d'un localizer	74
Fig-IV-13-Indicateur du VOR	75
Fig-IV-14-Antenne émettrice VOR	76
Fig-IV-15-Schéma de principe du DME	78
Fig-IV-16-Récepteur DME où sont affichées la distance oblique à la balise et la vitesse sol de l'avion	79

Fig-V-1-Gabarit des surfaces d'évaluation d'obstacles	85
Fig-V-2-Calcul de Z	86
Fig-V-3-Obstacles à l'approche interrompue du segment de précision	87
Fig-V-4-Calcul de la position du FAP	90
Fig-V-5-Calcul du MAPT	91
Fig-V-6-Détermination du SOC	92
Fig-V-7-Aire de la finale d'approche interrompue en ligne droite	94
Fig-V-8-Aire d'approche intermédiaire	96
Fig-V-9-Altitude minimale de secteur	98
Fig-V-10-Gabarit de circuit d'attente/en hippodrome avec points de construction correspondants	101
Fig-V-11-Distances associées	102
Fig-V-12-Procédure VOR/DME en rapprochement Aire de base et aire associée d'entrée	103
Fig-V-13- Attente VOR/DME en direction de station	104
Fig-V-14-Secteurs d'entrée	104
Fig-V-15-Gabarit de l'aire de manœuvre à vue	111

Liste des tableaux

	Page
Tableau I-1-Vitesses pour le calcul des procédures (kt)	6
Tableau-I-2- Tolérance de repère d'intersection et angles de divergence de l'aire pour le VOR et NDB	10
Tableau-II-1- Descente maximale à spécifier pour une procédure d'inversion ou une procédure en hippodrome	21
Tableau-II-2- Longueur minimale de la trajectoire d'approche intermédiaire	25
Tableau-II-3- Distance d	35
Tableau-III-1- Distance minimale entre les points d'interception de l'alignement de piste et de la trajectoire de descente	46
Tableau-III-2-Marge de perte de hauteur/erreur altimétrique	57
Tableau V-1-Coordonnées des points :C, D, E, C'', D'', E''	82
Tableau V-2-Constantes pour le calcul des surfaces d'évaluation d'obstacles	83
Tableau V-3-Liste des obstacles à l'approche (entre FAP et -900 m)	84
Tableau-V-4-Liste des obstacles à l'approche interrompue (après -900)	86
Tableau-V-5-Conversion des hauteurs des obstacles en hauteur d'obstacle équivalent	88
Tableau-V-6-Liste des obstacles dans l'aire du final d'approche interrompue	93
Tableau-V-7-Paramètres de construction du gabarit de l'hippodrome et de l'attente	100
Tableau-V-8-Détermination des rayons pour la construction de l'aire de manœuvre à vue (unités SI)	109
Tableau-V-9-Détermination des rayons pour la construction de l'aire de manœuvre à vue(unités hors SI)	110
Tableau-V-10-Marge de franchissement d'obstacles OCA/H pour l'aire de manœuvre à vue (approche indirecte)	110

SOMMAIRE

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Sommaire	
Abréviations	
Introduction	Page
Chapitre I : Définitions et critères généraux	
I-1-Définitions	1
I-2-Critères généraux	4
I-2-1-Construction d'une procédure	4
I-2-2-Désignation des points de repère	4
I-2-3-Utilisation des segments	4
I-2-4-Aires	5
I-2-5-Marge de franchissement d'obstacles	5
I-2-6-Guidage sur trajectoire	5
I-2-7-Guidage vertical	6
I-2-8-Catégories d'aéronefs	6
I-2-9-Augmentation des altitudes/hauteurs en terrain montagneux	7
I-2-10-Précision des cartes	7
I-2-11-Pentes de descente	7
I-3-Repères de région terminale	8
I-3-1-Repères définis par des intersections	8
I-3-2-Repères définis par référence à un VOR et un DME ou par référence à un NDB et un DME	8
I-3-3-Repères radar	8
I-3-4-Aires de tolérance des repères définis par une intersection	9
I-3-5-Marges de tolérance de repère	10
I-3-6-Repères et points satisfaisants pour la planification des Procédures de vol	13
I-3-7-Emploi de repères pour la descente et marges de Franchissement d'obstacles	15
Chapitre II : Différents segments d'une procédure d'approche	
II-1-Segment d'arrivée	18
II-1-1-Arrivées normalisées aux instruments	18
II-1-2- Arrivées omnidirectionnelles ou par secteur	19
II-2-Segment d'approche initiale	20
II-2-1-Généralités	20
II-2-2-Choix de l'altitude	20
II-2-3-Segments d'approche initiale fondés sur des trajectoires rectilignes et des arcs DME	20
II-2-4-Segment d'approche initiale pour procédure en hippodrome	21
II-2-5-Segment d'approche initiale utilisant une procédure d'inversion	22
II-2-6- Aires de procédure en hippodrome et de procédure d'inversion	23

II-2-7-Marge de franchissement d'obstacles	24
II-3-Segment d'approche intermédiaire	25
II-3-1-Généralités	25
II-3-2-Choix de l'altitude/hauteur	25
II-3-3-Segment d'approche intermédiaire fondé sur une Trajectoire rectiligne	25
II-3-4-Aire	25
II-3-5-Marge de franchissement d'obstacles	26
II-3-6- Pente de descente	26
II-3-7-Segment intermédiaire dans une procédure d'inversion ou une procédure en hippodrome	27
II-4-Segment d'approche finale	28
II-4-1- Généralités	28
II-4-2- Alignement	28
II-4-3- Pente de descente	30
II-4-4-Altitude/hauteur de franchissement d'obstacles (OCA/H)	30
II-5-Segment d'approche interrompue	32
II-5-1-Généralités	32
II-5-2-Approche interrompue en ligne droite	39
II-5-3-Approche interrompue avec virage	40
 Chapitre III : Procédures d'approche avec ILS	
III-1-Généralités	44
III-1-1-Application	44
III-1-2-Construction de la procédure	44
III-1-3-Conditions normalisées	44
III-1-4-Altitude/hauteur de franchissement d'obstacles(OCA/H)	44
III-1-5-Calcul de l'OCA/H	45
III-2-Segment d'approche initial	45
III-3-Segment d'approche intermédiaire	46
III-4-Segment de précision	49
III-4-1-Origine	49
III-4-2-Repère de radioborne extérieure	49
III-4-3-Repère de mise en descente	49
III-4-4-point d'approche interrompue	51
III-4-5-Fin du segment de précision	51
III-4-6-Marge de franchissement d'obstacles du segment de précision-application des critères des surfaces d'évaluation d'obstacles (OAS)	51
III-4-7-Publication de l'OCA/H	58
III-5-Approche interrompue après le segment de précision	59
III-5-1-Approche interrompue en ligne droite	59
III-5-2-Approche interrompue avec virage	60
 Chapitre IV : Différents instruments de radionavigation	
IV-1-ILS(Instrument Landing System)	65
IV-1-1-Introduction	65
IV-1-2-Equipement de bord	65
IV-1-3-Fonctionnement	66
IV-1-4-Pyramide de sécurité ILS	67

IV-1-5-Composition	67
IV-1-6-Les spécifications à satisfaire	72
IV-1-7-Conditions d'implantation	72
IV-2-VOR (VHF Omnidirectional Range)	75
IV-2-1-Composition	75
IV-2-2-Fonctionnement	76
IV-2-3-Précision	77
IV-3-DME (Distance Measuring Equipment)	78
IV-3-1-Composition	79
IV-3-2-Fonctionnement	80

Chapitre V : Elaboration d'une procédure d'approche de précision pour l'A/D de Tiaret

V-1-Présentation de l'aérodrome	81
V-1-1-Caractéristique de l'aérodrome	81
V-1-2-Espace aérien	81
V-1-3-Installations radioélectrique	81
V-1-4-Catégorie d'aéronefs utilisant l'aérodrome	81
V-2-Réalisation de la procédure	82
V-2-1-Besoins	82
V-2-2-Calcul de l'OCA/H	82
V-2-3-position du FAP	90
V-2-4-Emplacement des markers	90
V-2-5-Alignement	91
V-2-6-Point d'approche interrompue	91
V-2-7-Segment d'approche intermédiaire	95
V-2-8-Altitude minimale de secteur	97
V-2-9-Aire de protection des procédures en hippodrome et procédures d'attentes	99
V-3-Etude de l'attente	104
V-3-1-Repère d'attente	104
V-3-2-Tolérances de repère	104
V-3-3-Procédure d'entrée	104
V-3-4-Estimation du nombre de niveau	105
V-3-5-Elément de protection	105
V-3-6-Orientation de l'attente	105
V-3-7-Altitude mini d'attente	105
V-4-Hippodrome	106
V-4-1-Eléments de protection	106
V-4-2-Aire de protection	106
V-4-3-Altitude mini de vol en hippodrome	106
V-4-4-Perte d'altitude max au cours du vol en hippodrome	106
V-5-Aire de manœuvre à vue (approche indirecte)	108
V-5-1-Tracé de l'aire	108
V-5-2-Paramètres	108
V-5-3-Détermination de rayon	108
V-5-4-Calculs des paramètres	109
V-5-5-Calcul de l'OCA/H	110

Conclusion

Bibliographie

Annexes

Abréviations

ATC	Contrôle de la circulation aérienne
CRM	Modèle de risque de collision
DA/H	Altitude/hauteur de décision
DME	Dispositif de mesure de distance
DR	Navigation à l'estime
FAF	Repère d'approche finale
FAP	Point d'approche finale
GP	Alignement de descente
HL	Perte d'altitude
IAF	Repère d'approche intermédiaire
IF	Repère d'approche finale
IFR	Règles de vol aux instruments
ILS	Système d'atterrissage aux instruments
IMC	Conditions météorologiques de vol aux instruments
ISA	Atmosphère type internationale
LLZ	Alignement de piste
MAPT	Point d'approche interrompue
MDA/H	Altitude/Hauteur minimale de descente
MM	Radiophare intermédiaire
MOC	Marge minimale de franchissement d'obstacles
MSA	Altitude minimale de secteur
MSL	Niveau moyen de la mer
NDB	Radiophare non directionnel
OAS	Surface d'évaluation d'obstacles
OCA/H	Altitude/Hauteur de franchissement d'obstacles
OCA/H _{fin}	OCA/H pour l'approche finale et l'approche interrompue en ligne droite
OCA/H _{ps}	OCA/H sur le segment de précision
OM	Radiophare extérieure
PAR	Radar d'approche de précision
R	Taux de virage
RDH	Hauteur du point de repère (ILS)
SOC	Début de montée
THR	Seuil
TNA/H	Altitude/Hauteur de virage
TP	Point de virage
VI	Vitesse indiquée
VOR	Radiophare omnidirectionnel très haute fréquence
VV	Vitesse vraie

Résumé

Tout aérodrome doit être doté d'une procédure d'approche aux instruments, cette procédure fait l'objet d'une étude visant la topographie du dit aérodrome et son environnement, les aides de radionavigation et d'atterrissage nécessaires, ainsi que les catégories d'aéronefs susceptibles d'utiliser cet aérodrome.

Dans ce contexte intervient notre travail pour élaborer une procédure d'approche de précision pour l'aérodrome de TIARET.

Abstract

Any aerodrome must be equipped with a procedure of approach to the instruments, this procedure is the subject of a study aiming at the topography of the known as aerodrome and its environment, the assistances of radionavigation and landing necessary, as well as the categories of aircraft likely to use this aerodrome.

In this context our work intervenes to work out a procedure of precision approach for the aerodrome of TIARET.

ملخص

تهيئ المطارات بطريقة إقتراب بالأجهزة، يحتاج إنجاز هذه الطريقة إلى دراسة تلم بطبوغرافية الميدان و المحيط، أجهزة الملاحة اللاسلكية و الهبوط اللازمة، و كذا أصناف الطائرات التي يمكنها استعمال مدرج المطار.

في هذا الإطار تأتي هذه الدراسة لإنجاز طريقة اقتراب دقيق لمطار تيارت.

Introduction

Amener un aéronef au seuil de piste depuis le vol de croisière nécessite le suivi d'une trajectoire normalisée imposée à tous les aéronefs desservant l'aérodrome. Cette trajectoire appelée procédure d'approche repose sur des repères, des points de repères, des caps et des distances définis et publiés.

Très tôt après les premiers vols, les pilotes ont cherché à surmonter les contraintes imposées par les mauvaises conditions météo.

En 1929 l'utilisation d'un horizon artificiel, un altimètre de précision et une aide au sol rend possible le vol sans références visuelles au sol, c'est l'ère de vol aux instruments qui commence. En 1930 GASTON GENIN effectue le premier atterrissage en conditions réelles aux instruments. Le développement des vols commerciaux d'abord de courrier, puis de fret et de passagers et l'évolution des aides à la radio navigation et afin de canaliser le trafic aérien autour des aérodromes par souci de sécurité et d'économie a poussé les organismes de l'aviation civile à faire recours à des procédures d'approche normalisées utilisant ces aides dite « procédures d'approche aux instruments ».

Trois grands principes gouvernent l'élaboration de toute procédure d'approche aux instruments : la procédure doit être sûre, simple et économique (à la fois dans le temps et dans l'espace). La sécurité exige bon sens et jugement opérationnel. La simplicité s'impose car la procédure intervient au moment où la charge de travail du pilote est très importante et où toute erreur risque d'être fatale. Pour ce qui est de l'aspect économique il est de plus en plus important le temps de vol coûte cher ; quant à l'espace aérien il est souvent restreint.

Une procédure d'approche aux instruments peut comporter cinq segments distincts, à savoir les segments d'arrivée, d'approche initiale, d'approche intermédiaire, d'approche finale et d'approche interrompue.

Une procédure d'approche aux instruments utilisant le système d'atterrissage ILS et appelée « procédure d'approche de précision », elle se distingue par son segment de précision qui comporte le segment final ainsi que les phases initiale et intermédiaire d'approche interrompue.

Notre travail a pour objet d'étudier et construire une procédure d'approche de précision pour l'aérodrome de Tiaret qui est un aérodrome ouvert à la circulation aérienne civile et qui est utilisé régulièrement par les avions de transport militaire, sa piste doit être desservie par un ILS de catégorie II.

Le présent travail sera réparti sur cinq chapitres :

- Dans le premier chapitre, on expose des définitions OACI pour les termes ou mots utilisés ultérieurement ainsi que des généralités sur la construction des procédures.
- Quant au deuxième chapitre il présente les critères généraux de la construction des différents segments d'une procédure.
- Le troisième chapitre traitera une procédure particulière d'approche aux instruments en l'occurrence procédure d'approche de précision en citant les différences par rapport aux critères généraux.
- Le quatrième chapitre présente une description des différents instruments, d'aide à la radio navigation et à l'atterrissage, intervenants dans la construction de la procédure.
- Le cinquième chapitre présente l'étude et la réalisation de la procédure pour l'aérodrome de Tiaret.

Enfin le travail sera clôturé par une conclusion

Chapitre I

Définitions et critères généraux

I-Définitions et critères généraux**I-1-Définitions****Procédure d'approche aux instruments**

Série de manœuvres prédéterminées effectuées en utilisant uniquement les instruments de vol, avec une marge de protection spécifiée au-dessus des obstacles, depuis le repère d'approche initiale ou, s'il y a lieu, depuis le début d'une route d'arrivée définie, jusqu'en un point à partir duquel l'atterrissage pourra être effectué, puis, si l'atterrissage n'est pas effectué, jusqu'en un point où les critères de franchissement d'obstacles en attente ou en route deviennent applicables.

Aire d'approche finale et de décollage

Aire définie au-dessus de laquelle se déroule la phase finale de la manœuvre d'approche jusqu'au vol stationnaire ou jusqu'à l'atterrissage et à partir de laquelle commence la manœuvre de décollage.

Aire de manœuvre à vue (approche indirecte)

Aire dans laquelle une marge de franchissement d'obstacle devrait être prise en considération pour les aéronefs qui exécutent une approche indirecte.

Aire primaire

Aire définie située symétriquement de part et d'autre de la trajectoire de vol nominale, à l'intérieur de laquelle une marge constante de franchissement d'obstacles est assurée.

Aire secondaire

Aire définie située de part et d'autre de l'aire primaire, le long de la trajectoire de vol nominale, à l'intérieur de laquelle une marge décroissante de franchissement d'obstacles est assurée.

Altitude

Distance verticale entre un niveau, un point ou un objet assimilé à un point, et le niveau moyen de la mer (MSL).

Altitude de décision (DA) ou hauteur de décision (DH)

Altitude ou hauteur spécifiée à laquelle, au cours de l'approche de précision, une approche interrompue doit être amorcée si la référence visuelle nécessaire à la poursuite de l'approche n'a pas été établie.

Altitude de franchissement d'obstacle (OCA) ou hauteur de franchissement d'obstacle (OCH)

Altitude la plus basse ou hauteur la plus basse au-dessus de l'altitude du seuil de piste en cause ou au-dessus de l'altitude de l'aérodrome, selon le cas, utilisée pour respecter les critères appropriés de franchissement d'obstacles.

Altitude d'un aérodrome

Altitude du point le plus élevé de l'aire d'atterrissage.

Altitude minimale de secteur

Altitude la plus basse qui puisse être utilisée et qui assurera une marge minimale de franchissement de 300 m (1000 ft) au-dessus de tout les objets situés dans un secteur circulaire de 46 km (25 NM) de rayon centré sur une aide de radionavigation.

Altitude topographique

Distance verticale entre un point ou un niveau, situé à la surface de la terre ou rattaché à celle-ci, et le niveau moyen de la mer.

Arrivée normalisée aux instruments (STAR)

Route désignée d'arrivée suivie conformément aux règles de vol aux instruments (IFR) reliant un point significatif, normalement situé sur une route ATS, à un point où peut commencer une procédure d'approche aux instruments.

Cap

Orientation de l'axe longitudinal d'un aéronef, généralement exprimée en degrés par rapport au nord (vrai, magnétique, compas ou grille).

Distance DME

Distance optique (distance oblique) entre la source d'un signal DME et l'antenne de réception.

Hauteur

Distance verticale entre un niveau, un point ou un objet assimilé à un point, et un niveau de référence spécifié.

Navigation à l'estime (DR)

Estimation ou détermination de la position en déplaçant une position connue antérieurement par l'application de cette dernière de données de direction, de temps et de vitesse.

Niveau

Terme générique employé pour indiquer la position verticale d'un aéronef en vol et désignant, selon le cas, une hauteur, une altitude ou un niveau de vol.

Niveau de vol

Surface isobare, liée à une pression de référence spécifiée, soit 1013,2 hectopascal (hpa) et séparée des autres surfaces analogues par des intervalles de pression spécifiés.

Note : Un altimètre barométrique étalonné d'après l'atmosphère type :

*Calé sur le QNH, indique l'altitude.

*Calé sur le QFE, indique la hauteur par rapport au niveau de référence QFE.

*Calé sur une pression 1013,2 hectopascal, peut être utilisé pour indiquer des FL.

Point d'approche interrompue (Mapt)

Point d'une procédure d'approche aux instruments auquel ou avant lequel la procédure prescrite d'approche interrompue doit être amorcée afin de garantir que la marge minimale de franchissement d'obstacles est respectée.

Procédure d'approche de précision

Procédure d'approche aux instruments qui utilise les informations d'azimut et de trajectoire de descente fournies par un ILS.

Procédure d'approche interrompue

Procédure à suivre lorsqu'il est impossible de poursuivre l'approche.

Procédure d'attente

Manœuvre prédéterminée exécutée par un aéronef pour rester dans un espace aérien spécifié en attendant une autorisation.

Procédure d'inversion

Procédure conçue pour permettre à l'aéronef de faire demi-tour sur le segment d'approche initiale d'une procédure d'approche aux instruments. Cette suite de manœuvres peut comprendre des virages conventionnels ou des virages de base.

Procédure en hippodrome

Procédure conçue pour permettre à l'aéronef de perdre l'altitude sur le segment d'approche initiale et/ou le placer sur le segment en rapprochement lorsqu'il est trop difficile de lui faire amorcer une procédure d'inversion.

Route

Projection à la surface de la terre de la trajectoire d'un aéronef, trajectoire dont l'orientation, en un point quelconque, est généralement exprimée en degrés par rapport au nord (Vrai, Magnétique ou Grille).

Segment d'approche finale

Partie d'une procédure d'approche aux instruments aux cours de laquelle sont exécutés l'alignement et la descente en vue de l'atterrissage.

Segment d'approche initiale

Partie d'une procédure d'approche aux instruments située entre le repère d'approche initiale et le repère d'approche intermédiaire, ou, s'il y a lieu, le repère d'approche finale.

Segment d'approche intermédiaire

Partie d'une procédure d'approche aux instruments située soit entre le repère d'approche intermédiaire et le repère ou point d'approche finale, soit entre la fin d'une procédure d'inversion, d'une procédure en hippodrome ou d'une procédure de navigation à l'estime et le repère ou point d'approche finale, selon le cas.

Seuil

Début de la partie de la piste utilisable pour l'atterrissage.

Virage conventionnel

Manœuvre consistant en un virage effectué à partir d'une trajectoire désignée, suivi d'un autre virage en sens inverse, de telle sorte que l'aéronef puisse rejoindre la trajectoire désignée pour la suivre en sens inverse.

Virage de base

Virage exécuté par un aéronef au cours de l'approche initiale, entre l'extrémité de la trajectoire d'éloignement et le début de la trajectoire d'approche intermédiaire ou finale. Ces deux trajectoires ne sont pas exactement opposées.

1-2-Généralités

1-2-1-Construction d'une procédure

Une procédure d'approche aux instruments peut comporter cinq segments distincts, à savoir les segments d'arrivée, d'approche initiale, d'approche intermédiaire, d'approche finale et d'approche interrompue. Il faudrait considérer, en outre, une aire destinée aux approches indirectes dans des conditions de vol à vue. Les segments d'approche commencent et se terminent en des points de repères désignés. Cependant, dans certains cas, des segments peuvent commencer en des points spécifiés où aucun point de repère radioélectrique n'existe ou n'est nécessaire ; par exemple, le segment d'approche finale d'une approche de précision peut commencer au point d'intersection de l'altitude/hauteur de vol intermédiaire désignée et de la trajectoire de descente nominale.

1-2-2-Désignation des points de repère

Les points de repère sont désignés en fonction des segments auxquels ils sont associés. Ainsi, le segment intermédiaire commence au repère intermédiaire et se termine au repère final. Lorsqu'il n'existe pas de repère radioélectrique, les segments commencent et se terminent en des points spécifiés (par exemple, point d'interception du radioalignement de descente et point d'approche interrompue des procédures ILS). On va analyser les divers segments, selon l'ordre dans lequel les pilotes les emprunteraient au cours d'une procédure complète, c'est à dire qu'ils partiraient du segment d'arrivée pour passer du segment initial, au segment intermédiaire et enfin au segment final et, s'il y a lieu, au segment d'approche interrompue.

1-2-3-Utilisation des segments

Il n'est pas nécessaire d'inclure dans une procédure d'autres segments que ceux qui sont exigés en fonction des conditions locales. Pour construire la procédure, il convient de définir en premier lieu la trajectoire d'approche finale car elle correspond au segment à la fois le moins souple et le plus critique. Lorsque le segment d'approche finale a été défini, les autres segments nécessaires devraient être combinés avec celui-ci de manière à réaliser un circuit de manœuvre rationnel qui répond aux conditions locales de la circulation.

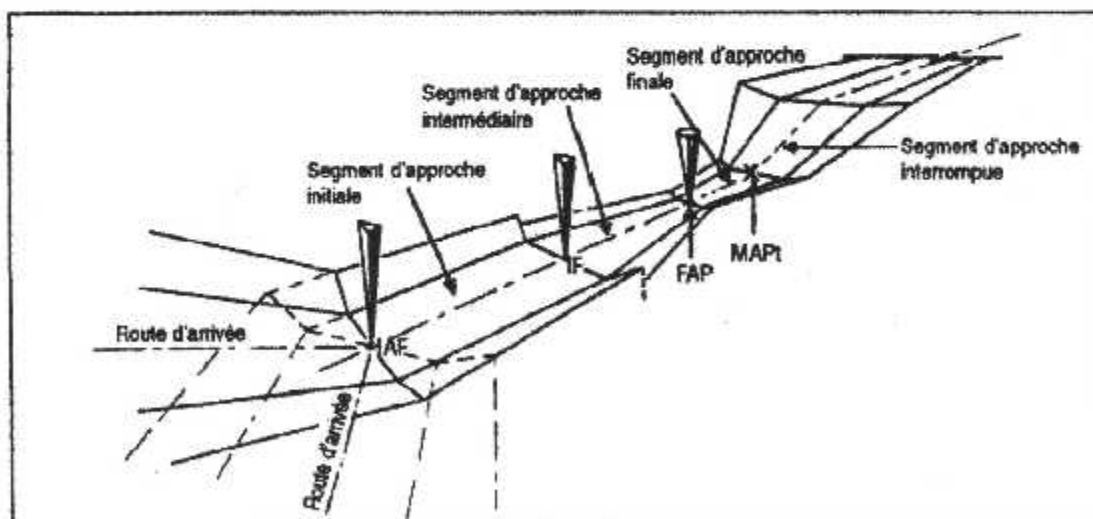


Fig-I-1- Segments d'une procédure d'approche aux instruments

1-2-4-Aires

A chaque segment correspond une aire qui lui est associée et une altitude/hauteur minimale est calculée sur la base d'une marge minimale de franchissement d'obstacles. Normalement l'aire est symétriquement répartie de part et d'autre de la trajectoire à suivre. Dans certains cas cette aire est subdivisée en aires primaire et secondaire. Lorsqu'on admet des aires secondaires, c'est la moitié extérieure de chaque côté de l'aire (normalement 25% de la largeur totale) qui est désignée comme aire secondaire.

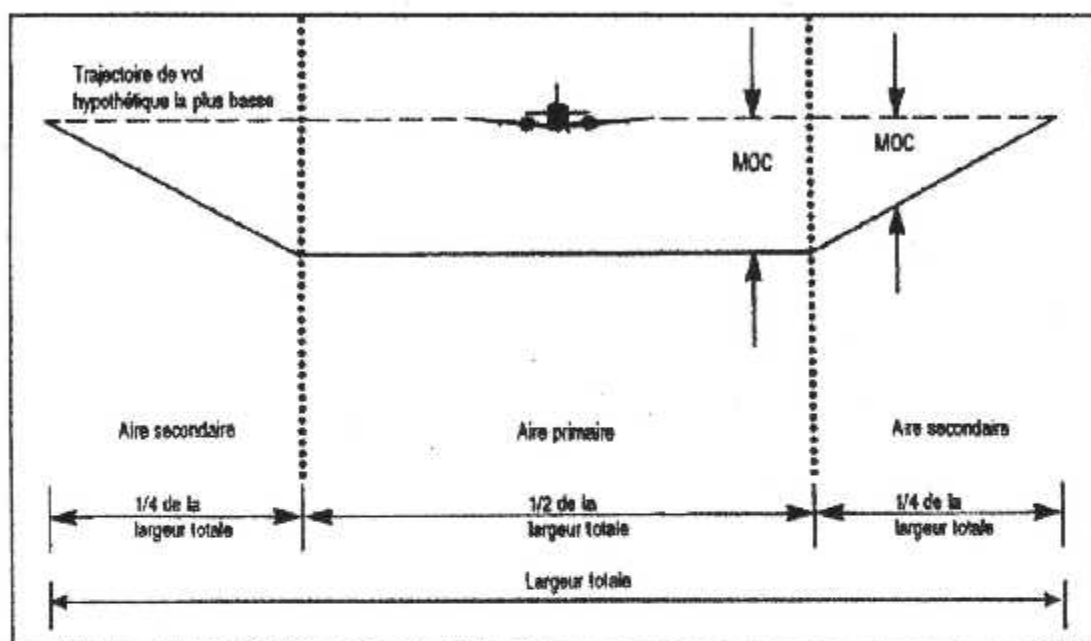


Fig-I-2- Section droite de l'aire d'un segment en ligne droite montrant les aires primaire et secondaire

1-2-5-Marge de franchissement d'obstacles

La marge de franchissement d'obstacles est intégralement assurée sur la totalité de l'aire, sauf si des aires secondaires ont été identifiées. Dans ce cas, la marge de franchissement d'obstacles est assurée intégralement sur l'aire primaire et, sur l'aire secondaire, est réduite linéairement depuis sa valeur intégrale à la limite intérieure jusqu'à une valeur nulle à la limite extérieure.

1-2-6-Guidage sur trajectoire

Un guidage sur trajectoire devrait normalement être assuré, pour toutes les phases de vol, sur les segments d'arrivée, d'approche initiale, d'approche intermédiaire, d'approche finale et d'approche interrompue. Si un guidage sur trajectoire est assuré, le segment correspondant sera situé à l'intérieur de la zone de couverture établie de l'installation de navigation sur laquelle est fondé le guidage sur trajectoire. Si aucun guidage sur trajectoire n'est assuré, l'aire de franchissement d'obstacles sera agrandie.

1-2-7-Guidage vertical

Des pentes de descente optimale et maximale sont spécifiées en fonction du type de procédure et du segment de l'approche. Dans le cas du segment d'approche finale des procédures d'approche classique, tout au moins, et aussi de préférence pour d'autres segments d'approche, le cas échéant, la pente ou les pentes de descente utilisées dans la construction de la procédure seront entamées. Lorsqu'on peut obtenir des données de distance, des renseignements consultatifs sur le profil de descente pour l'approche finale devraient être fournis pour aider le pilote à conserver la pente de descente calculée. Ils devraient figurer dans un tableau indiquant les altitudes/hauteurs auxquelles l'aéronef devrait passer, à des intervalles de 2 km ou 1 NM, suivant le cas.

1-2-8-Catégories d'aéronefs

Les différences qui existent entre les performances des aéronefs ont une incidence directe sur l'espace aérien et la visibilité requise pour l'exécution de certaines manœuvres, comme par exemple une approche directe, un virage en approche interrompue, la descente et les manœuvres d'approche finale, notamment les virages de base et les virages conventionnels. L'élément le plus important des performances est la vitesse. Les catégories d'aéronefs typiques indiquées ci-après sont fondées sur une valeur équivalente à 1,3 fois la vitesse de décrochage dans la configuration d'atterrissage à la masse maximale à l'atterrissage certifiée.

Ces catégories seront désignées par la lettre correspondante :

- Catégorie A----- moins de 169 km/h (91 kt) V_i .
- Catégorie B----- 169 km/h (91 kt) ou plus, mais moins de 224 km/h (121 kt) V_i .
- Catégorie C----- 224 km/h (121 kt) ou plus, mais moins de 261 km/h (141 kt) V_i .
- Catégorie D----- 261 km/h (141 kt) ou plus, mais moins de 307 km/h (166 kt) V_i .
- Catégorie E----- 307 km/h (166 kt) ou plus, mais moins de 391 km/h (211 kt) V_i .

Les gammes de vitesses indiquées (V_i) dans le tableau I-1 tiennent compte des vitesses de manœuvre qui sont nécessaires lorsque l'aéronef exécute les manœuvres spécifiées, et elles doivent être utilisées pour le calcul des procédures.

Lorsque les besoins d'espace aérien sont critiques pour une catégorie d'aéronefs déterminée, les procédures peuvent être fondées sur les aéronefs d'une catégorie de vitesses inférieur, à condition que l'emploi de ces procédures soit limité aux aéronefs de cette catégorie. On peut également spécifier que l'emploi de la procédure est limité à une vitesse V_i maximale établie pour un segment particulier sans faire mention d'une catégorie.

Tableau I-1- Vitesses pour le calcul des procédures (kt)

Catégorie d'aéronefs	V_{at}	Vitesse d'approche initiale	Vitesse d'approche finale	Vitesse maximale pour manœuvres à vue (approche indirecte)	Vitesse maximale pour approche interrompue	
					Intermédiaire	Finale
A	<91	90/150(110*)	70/100	100	100	110
B	91/120	120/180(140*)	85/130	135	130	150
C	121/140	160/240	115/160	180	160	240
D	141/165	185/250	130/185	205	185	265
E	166/210	185/250	155/230	240	230	275

V_{at} -----Vitesse au seuil égale à 1,3 fois la vitesse de décrochage en configuration d'atterrissage à la masse maximale à l'atterrissage certifiée.

*-----Vitesse maximale pour les procédures d'inversion et en hippodrome.

1-2-9-Augmentation des altitudes/hauteurs en terrain montagneux

Lorsque des procédures sont conçues en vue d'être utilisées dans des régions caractérisées par un terrain montagneux, il faut tenir compte de l'erreur altimétrique et des problèmes de contrôle du pilote qui surviennent lorsque des vents de 37 km/h (20 kt) ou plus sont observés au-dessus de ces régions. Lorsqu'on constate que ces conditions existent, la MOC devrait être augmentée d'une valeur pouvant atteindre 100%. Les spécialistes des procédures et les autorités chargées de les approuver devraient être conscients des dangers encourus et procéder à des additions appropriées, selon leur expérience et leur jugement, pour limiter le temps pendant lequel un aéronef est exposé à la turbulence sous le vent et à d'autres phénomènes météorologiques associés à un terrain montagneux. On peut ainsi augmenter l'altitude/hauteur minimale au-dessus des repères d'approche intermédiaire et d'approche finale, de manière à interdire un vol prolongé à une faible hauteur au-dessus du sol. Il conviendrait de solliciter les avis des exploitants pour obtenir les meilleurs renseignements sur le plan local.

1-2-10-Précision des cartes

Il faut tenir compte de la précision des cartes dans l'élaboration des procédures d'approche aux instruments en ajoutant une tolérance destinée à tenir compte de ces imprécisions à la hauteur et à l'emplacement des caractéristiques topographiques ou de l'obstacle dominants. Des tolérances verticales sont ajoutées à la hauteur ou à l'altitude de l'objet. Des tolérances horizontales sont prises en compte en présumant que l'objet est situé, par rapport à la route prévue, à une distance égale à la distance indiquée sur la carte, diminuée de la tolérance horizontale. Lorsque l'application de ces tolérances impose une pénalisation d'exploitation inadmissible, des renseignements topographiques supplémentaires devraient être utilisés pour préciser l'emplacement et la hauteur de l'obstacle.

1-2-11-Pentes de descente

Les pentes de descente optimale et maximale sont spécifiées dans toutes les parties du travail. La pente de descente optimale est celle qui est préférée du point de vue de l'exploitation, et une pente plus inclinée ne devrait être adoptée que dans les cas où il est pratiquement impossible de recourir à un autre moyen pour répondre aux exigences en matière de franchissement d'obstacles. La pente adoptée ne dépassera pas la pente maximale.

I-3-Repères de région terminale

Les repères de région terminale comprennent notamment (sans toutefois se limiter aux repères énumérés) le repère d'approche initiale (IAF), le repère d'approche intermédiaire (IF), le repère d'approche finale (FAF), le repère d'attente et, s'il y a lieu, un repère indiquant le point d'approche interrompue (MAPT), ou le point de virage (TP). L'emploi de repères mixtes (VHF/LF, par exemple) devrait être limité aux intersections où il n'existe aucune autre solution satisfaisante.

I-3-1-Repères définis par des intersections

Comme toutes les installations ont une précision limitée, le point géographique ainsi identifié n'est pas précis et peut se trouver n'importe où à l'intérieur d'une zone qui entoure le point d'intersection nominal. La figure I-3 montre comment se définit l'intersection d'un arc et d'une radiale fournis par la même installation VOR/DME et l'intersection de deux radiales ou de deux relèvements fournis par deux installations distinctes de navigation. La zone formée dans ces deux cas est désignée par l'expression « aire de tolérance de repère ».

I-3-2-Repères définis par référence à un VOR et un DME ou par référence à un NDB et un DME

Les repères VOR/DME sont déterminés par des radiales et des indications de distance fournis normalement par une installation unique dotée d'antennes co-implantées d'azimut et de DME. Cependant, lorsqu'il est nécessaire d'utiliser un repère VOR/DME déterminé par des installations distinctes, le repère n'est jugé satisfaisant que si l'angle d'intersection défini par les installations permet d'obtenir une aire de tolérance acceptable autour du repère. Lorsque l'antenne DME n'est pas co-implantée avec le VOR ou le NDB qui fournit le guidage de route, la divergence maximale entre le repère, l'installation de guidage en azimut et le DME ne dépassera pas 23°.

I-3-3-Repères radar

Le radar ne devrait normalement pas être la principale méthode d'identification d'un point de repère. Cependant lorsque l'ATC peut assurer ce service, le TAR peut être utilisé, sous réserve de certaines limitations, pour définir n'importe quel repère de la région terminale. Le radar de surveillance de route (RSR) peut être utilisé pour identifier les repères d'approche initiale et d'approche intermédiaire.

I-3-4-Aires de tolérance des repères définis par une intersection

Les aires de précision des repères définis par une intersection qui sont obtenues en utilisant les renseignements de navigation fournis par des installations co-implantées ou non sont représentées sur la figure ci-dessous. on définit ces aires en appliquant à la position du repère nominal les tolérances positives et négatives des radiales de radioalignement et, selon le cas, des arcs ou des radiales d'intersection.

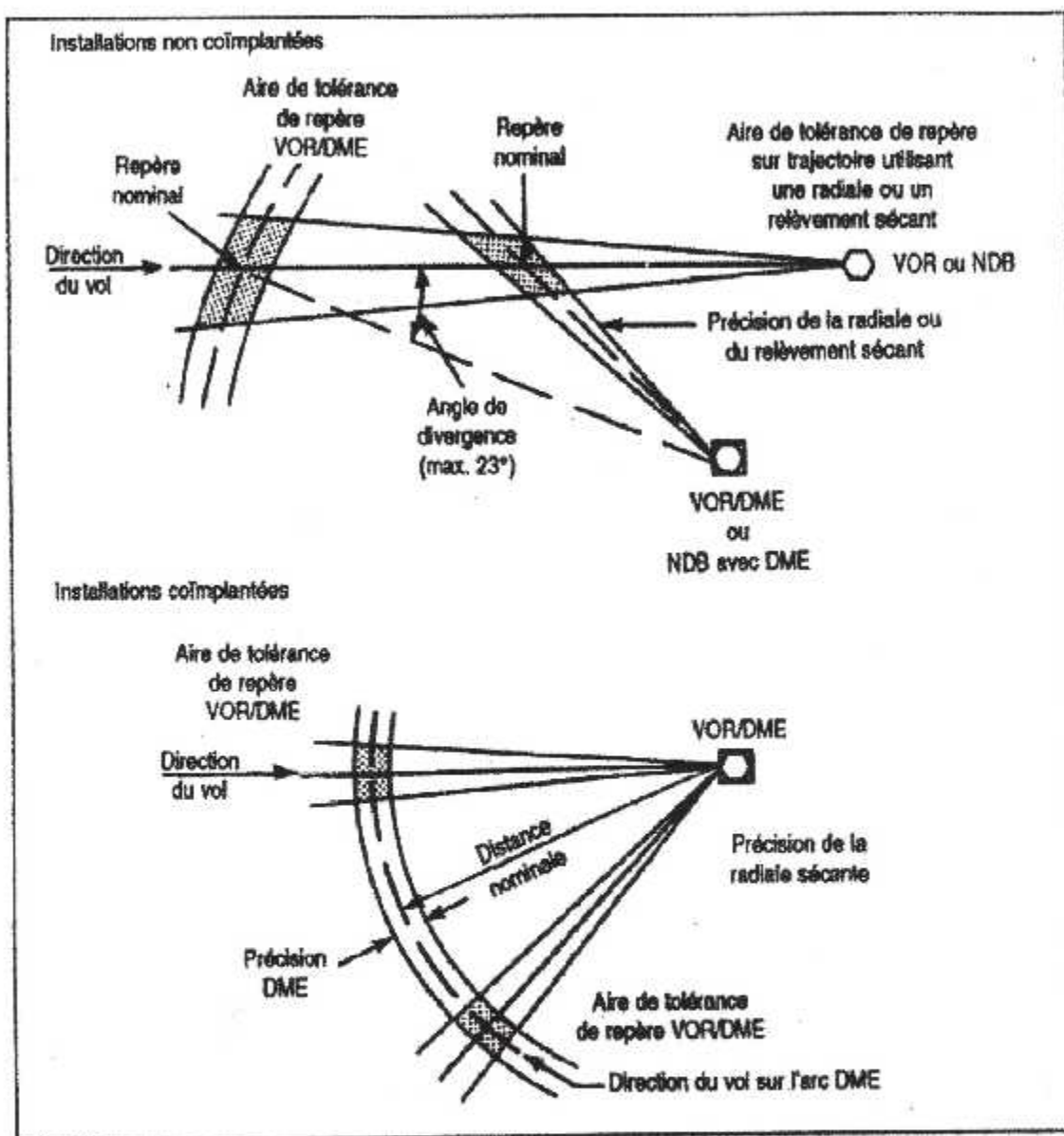


Fig-I-3- Aires de tolérance des repères définis par une intersection

I-3-5-Marges de tolérance de repère**I-3-5-1-généralités**

Les dimensions de l'aire de tolérance de repère dépendent de la précision d'utilisation des systèmes de navigation qui fournissent les données nécessaires à la définition du repère. Les facteurs qui permettent de déterminer la précision d'un système sont les suivants : tolérance de station au sol, tolérance du système récepteur de bord et tolérance technique de vol. la différence entre la tolérance globale de l'installation d'intersection et de l'installation située le long de la trajectoire s'explique par le fait que la tolérance technique de vol ne s'applique pas au premier de ces facteurs.

Tableau-I-2- Tolérance de repère d'intersection et angles de divergence de l'aire pour le VOR et NDB

Installation	VOR		NDB	
Tolérances de repère d'intersection	En alignement	En intersection	En alignement	En intersection
	5,2°	4,5°	6,9°	6,2°
Angle de divergence de l'aire	7,8°		10,3°	

I-3-5-2-précision de l'installation qui fournit le guidage sur trajectoire :

I-3-5-2-1-VOR $\pm 5,2^\circ$. Cette valeur est la somme quadratique des quatre valeurs suivantes :

- $\pm 3,5^\circ$ de tolérance pour l'installation au sol ou tolérance déterminée à la suite d'un essai en vol ;
- $\pm 1,0^\circ$ de tolérance d'équipement de contrôle ;
- $\pm 2,7^\circ$ de tolérance de récepteur ;
- $\pm 2,5^\circ$ de tolérance technique de vol.

Note

La valeur de $\pm 2,5^\circ$ peut être modifiée en fonction de la valeur a) ci-dessus obtenue après essai en vol.

I-3-5-2-2-Radiophare d'alignement de piste ILS $\pm 2,4$. cette valeur est la somme quadratique des valeurs suivante :

- $\pm 1^\circ$ De tolérance d'équipement contrôlé au sol, coudes de faisceau compris ;
- $\pm 1^\circ$ De tolérance d'équipement de bord ;
- $\pm 2^\circ$ De tolérance technique de vol.

I-3-5-2-3-NDB $\pm 6,9^\circ$. Cette valeur est la somme quadratique des valeurs suivantes :

- $\pm 3^\circ$ pour l'équipement au sol ;
- $\pm 5,4^\circ$ pour l'équipement de bord ;
- $\pm 3^\circ$ de tolérance technique de vol.

I-3-5-3-précision globale de l'installation d'intersection

I-3-5-3-1-VOR $\pm 4,5^\circ$. Cette valeur est la somme quadratique des trois valeurs suivantes :

- $\pm 3,5^\circ$ de tolérance d'installation au sol ou de tolérance déterminée à la suite d'un essai en vol ;
- $\pm 1,0^\circ$ de tolérance d'équipement de contrôle ;
- $\pm 2,7^\circ$ de tolérance de récepteur.

Note

La valeur de $\pm 4,5^\circ$ peut être modifiée en fonction de la valeur a) ci-dessus obtenue après essai en vol.

I-3-5-3-2-Radiophare d'alignement de piste ILS $\pm 1,4^\circ$.**I-3-5-3-3-NDB $\pm 6,2^\circ$.****I-3-5-4- Marge de tolérance de repère pour d'autres installations****I-3-5-4-1-DME**

la précision est égale à $\pm 0,46^\circ$ km (0,25 NM) + 1,25% de la distance par rapport à l'antenne. Cette valeur est la somme quadratique de la précision minimale de l'équipement de bord, de la marge de tolérance du dispositif de contrôle et des tolérances techniques de vol. Ces deux derniers facteurs sont si minimes qu'ils sont complètement dominés par la précision de l'équipement de bord.

Note

Aucune réduction ne peut donc se justifier d'après les résultats d'essais en vol.

I-3-5-4-2-Radioborne 75Mhz

la figure suivante est utilisée pour déterminer la tolérance de repère pour les radiobornes ILS et « Z » utilisées au cours des procédures d'approche. Si l'installation définit le Mapt, la valeur fixe de zéro est utilisée.

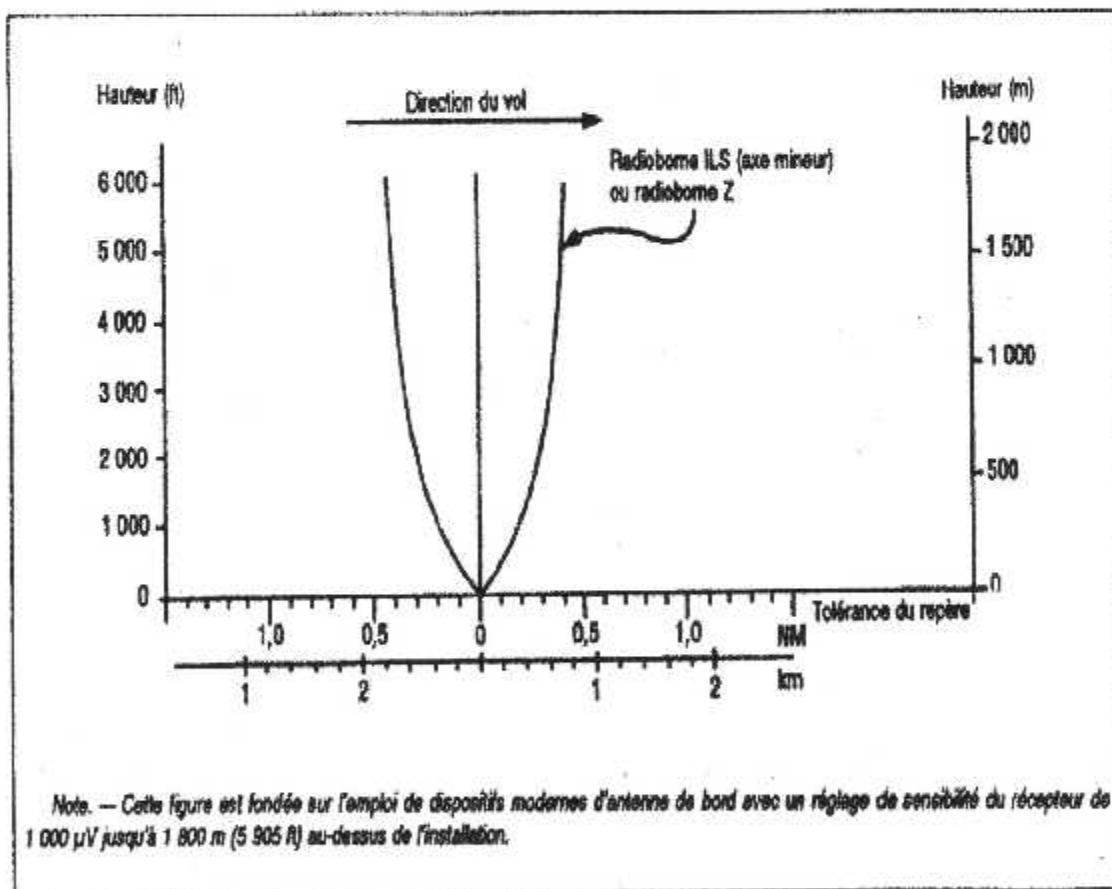


Fig-I-4- Couverture ILS ou radioborne « Z »

I-3-5-5-Tolérance de repère à la verticale d'une station

I-3-5-5-1-VOR

Les aires de tolérance de repère devraient être déterminées à l'aide d'une zone d'effet de cône représentée par un cône d'ambiguïté dont la génératrice passe par l'installation et fait un angle de 50° avec la verticale. Il est admis que la pénétration dans ce cône se fait avec une précision suffisante par rapport à la trajectoire prescrite pour que, par le travers du VOR, l'écart latéral soit le suivant :

$d=0,2 h$ (d et h en km) ; ou $d=0,033 h$ (d en NM, h en milliers de pieds).

Lorsque le demi-angle au sommet du cône est égal à 50° , la pénétration se fait avec une précision de $\pm 5^\circ$. Il est admis qu'à partir des points de pénétration, la trajectoire à travers le cône est maintenue avec une précision de $\pm 5^\circ$. Il est admis que le passage à la verticale du VOR est indiqué dans les limites du cône d'ambiguïté. Si l'installation définit le Mapt ou le point de virage dans l'approche interrompue, des valeurs fixes sont utilisées.

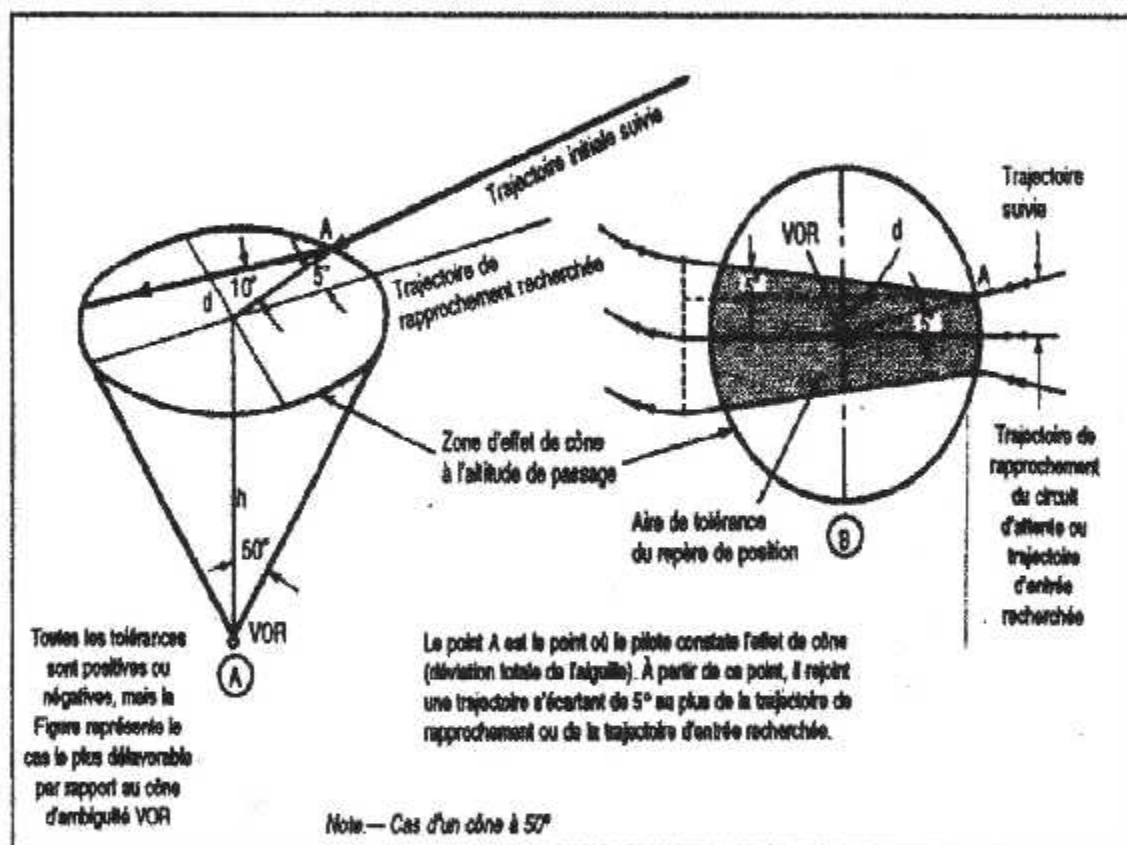


Fig-I-5- Aire de tolérance du repère VOR

I-3-5-5-2-NDB

Pour le calcul des aires, il faudrait utiliser une zone d'effet de cône fondée sur un cône d'ambiguïté inversé de 40° de part et d'autre de l'installation. Il est admis que la précision de pénétration dans le cône est égale à $\pm 15^\circ$ par rapport à la trajectoire en rapprochement prescrite. A partir du point de pénétration, la trajectoire est maintenue avec une précision de $\pm 5^\circ$. Si l'installation définit le Mapt ou le point de virage dans l'approche interrompue, des valeurs fixes sont utilisées.

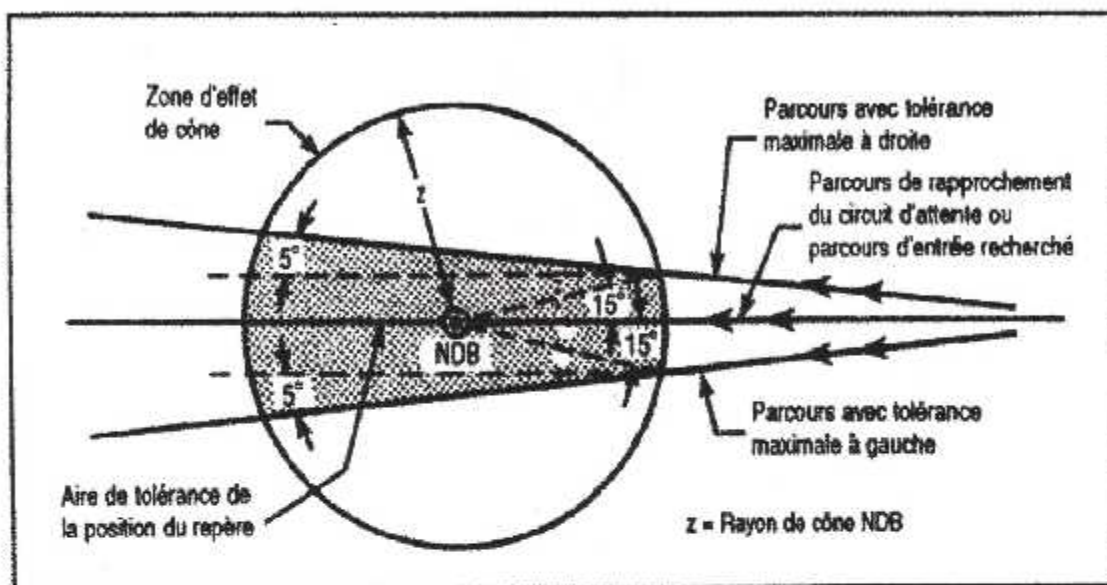


Fig-I-6- Aire de tolérance de repère NDB

I-3-6-Repères et points satisfaisants pour la planification des procédures de vol**I-3-6-1-Tolérance de position du repère**

On utilise la tolérance de position du repère pour déterminer l'acceptabilité d'un repère de position sur le plan opérationnel. La tolérance est une valeur positive ou négative et elle est mesurée le long de la trajectoire nominale de vol.

I-3-6-2-Repère d'approche intermédiaire ou d'approche initiale

Un repère d'approche intermédiaire ou d'approche initiale ne sera satisfaisant que si la tolérance de la position du repère ne dépasse pas $\pm 3,7$ Km ($\pm 2,0$ NM). lorsque le FAF est un repère défini par un VOR, un NDB ou un VOR/DME, la tolérance de position du repère peut être portée tout au plus à $\pm 25\%$ de la longueur du segment approprié, intermédiaire ou initial, qui suit ce repère. Les mesures sont effectuées à partir de la position nominale du repère sur la trajectoire nominale de vol.

I-3-6-3-Repère d'approche finale pour les approches classiques

Afin de pouvoir être utilisé de façon satisfaisante comme FAF, le repère radioélectrique sera situé à une distance de la surface d'atterrissage ne dépassant pas 19 Km (10 NM), et l'erreur de position de ce repère, au niveau de franchissement du FAF, ne devrait pas dépasser $\pm 1,9$ Km ($\pm 1,0$ NM).

1-3-6-4-Repère d'approche interrompue

1-3-6-4-1-Généralités

Un repère d'approche interrompue peut être utilisé pour les approches classiques, il est satisfaisant lorsque la tolérance de position ne dépasse pas la tolérance d'approche interrompue qui serait obtenue si le point d'approche interrompue était défini par sa distance au repère d'approche finale.

1-3-6-4-2-Utilisation d'une radio borne de 75MHZ

L'utilisation d'une radio borne de 75 MHz comme Mapt est limitée au cas d'une approche ILS avec radio alignement de descente hors de fonctionnement.

1-3-6-4-3-Radiale /distance DME de garde

Lorsque aucun guidage sur trajectoire d'approche interrompue n'est disponible, un point de virage peut être défini par l'intersection de la trajectoire nominale et d'une radiale VOR de garde, d'un relèvement NDB de garde ou d'une distance DME de garde. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un repère, on effectue les calculs d'approche interrompue en admettant l'existence d'une aire de tolérance de repère tracée de la manière indiquée à la figure ci-dessous.

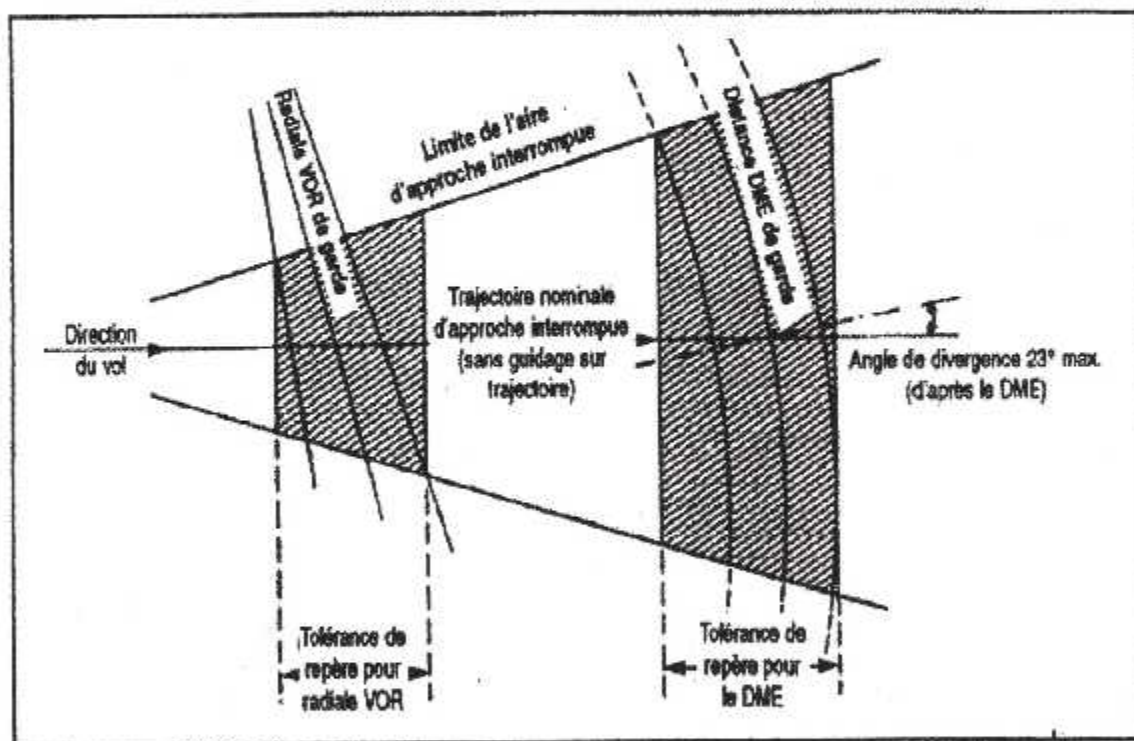


Fig-1-7- Aires théoriques de tolérance de repère pour radiale/relèvement ou distance DME de garde

I-3-7-Emploi de repères pour la descente et marges de franchissement d'obstacles connexes

I-3-7-1-distance disponible pour la descente

Lorsqu'on applique les critères appropriés de pente de descente à un segment d'approche (aires d'approche initiale, intermédiaire ou finale), le point de mesure est la position nominale du repère.

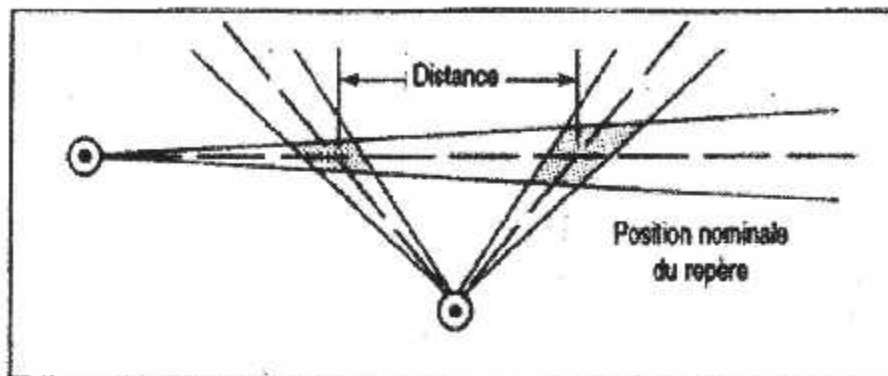


Fig-I-8- Distance entre repères

I-3-7-2-Marge de franchissement d'obstacle au-delà d'un repère de position

On suppose que la descente commencera au point le plus rapproché à l'intérieur de la zone de tolérance du premier repère de position et se terminera à la position nominale du second repère. Une marge de franchissement d'obstacles intégrale sera assurée à l'intérieur de la zone de tolérance du premier repère de position ainsi qu'entre les positions nominales des deux repères. La figure suivante représente un exemple dans le cas du segment d'approche intermédiaire.

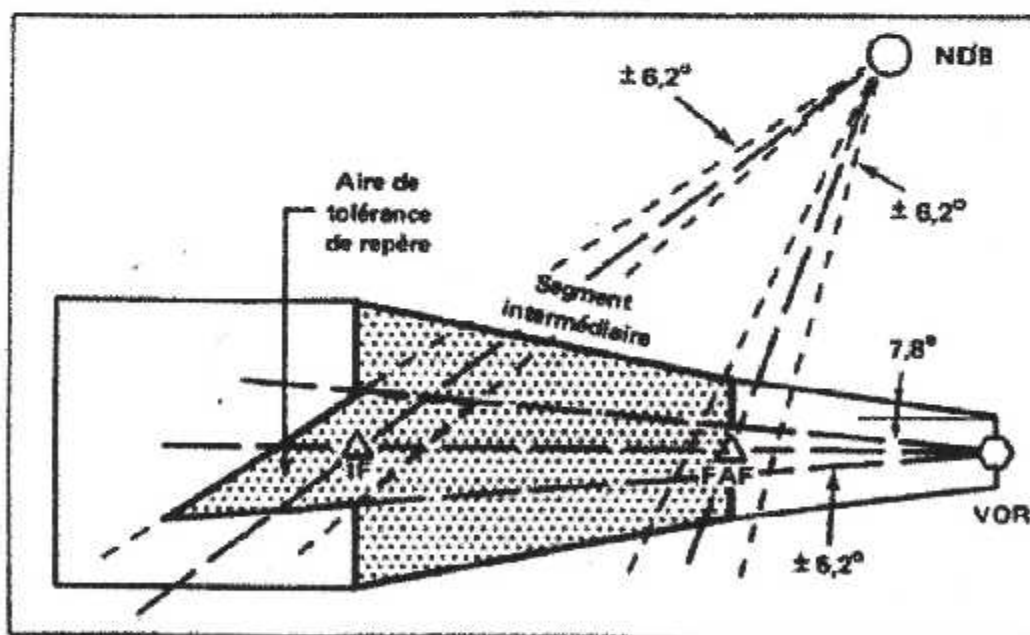


Fig-I-9- Zone exigeant une marge de franchissement d'obstacles

I-3-7-3-Repère de descente

Un repère de descente permet de poursuivre la descente à l'intérieur des limites d'un segment en identifiant le point auquel un obstacle déterminant a été franchi avec sécurité. Il est préférable de ne définir qu'un seul repère de descente dans le segment d'approche finale, sauf dans le cas où ce point peut être fourni par radar ou par DME auquel cas on ne devrait pas spécifier plus de deux repères de descente. A moins de spécifications certaines, l'emploi du repère de descente, dans le segment d'approche finale, ne sera acceptable que pour les aéronefs capables de recevoir simultanément l'indication de trajectoire de vol et une indication d'axe sécant. Lorsqu'on utilise un repère de descente dans le segment d'approche finale, une OCA/H sera spécifiée, d'une part, avec ce repère et, d'autre part, sans ce repère. Un repère devrait, dans les phases initiale et intermédiaire de l'approche, répondre aux critères applicables respectivement à l'IAF et à l'IF et, dans la phase d'approche finale, aux critères applicables au FAF.

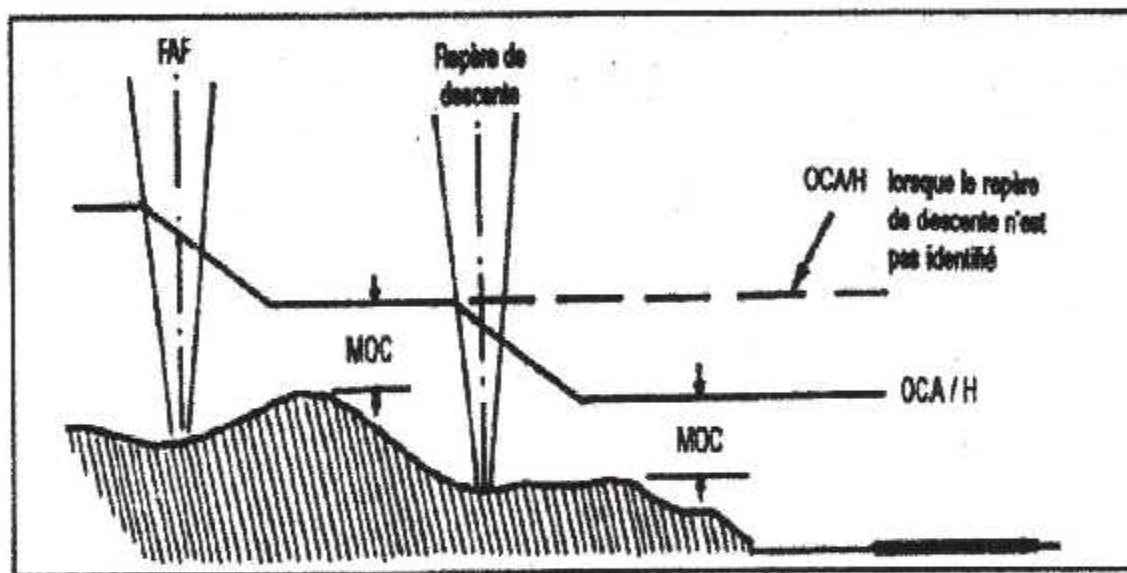


Fig-I-10- Repère de descente avec double OCA/H

Lorsque des repères peuvent être fournis au moyen d'un DME convenablement situé, il est possible de construire une série de paliers et de descentes sur un parcours spécifié ou à l'intérieur d'un secteur spécifié convergent vers l'aérodrome d'atterrissage. Cette procédure sera conçue de manière à assurer la marge de franchissement d'obstacles appropriée au segment sur lequel est situé le repère, à partir de la phase de croisière du vol jusqu'au segment d'approche finale.

I-3-7-4-présence d'obstacles à proximité d'un repère d'approche finale ou d'un repère de palier de descente

Il n'est pas nécessaire de tenir compte des obstacles situés à l'intérieur de la zone de tolérance du repère du segment dans lequel on pénètre, lors de l'établissement de l'OCA/H ou de l'altitude/hauteur minimale de segment suivant, lorsque ces obstacles se trouvent à moins de 9,3 Km (5,0 NM) au-delà de la limite amont de la zone de tolérance du repère, à condition qu'ils soient au-dessous d'un plan :

- Perpendiculaire au plan vertical contenant la trajectoire nominale d'approche finale et incliné sur l'horizontale sous une pente de 15%.
- Passant par un point situé sur la limite amont de la zone de tolérance du repère, à une altitude/hauteur égale à l'altitude/hauteur minimale requise au repère diminuée de la marge de franchissement d'obstacles applicable au segment en amont du repère.

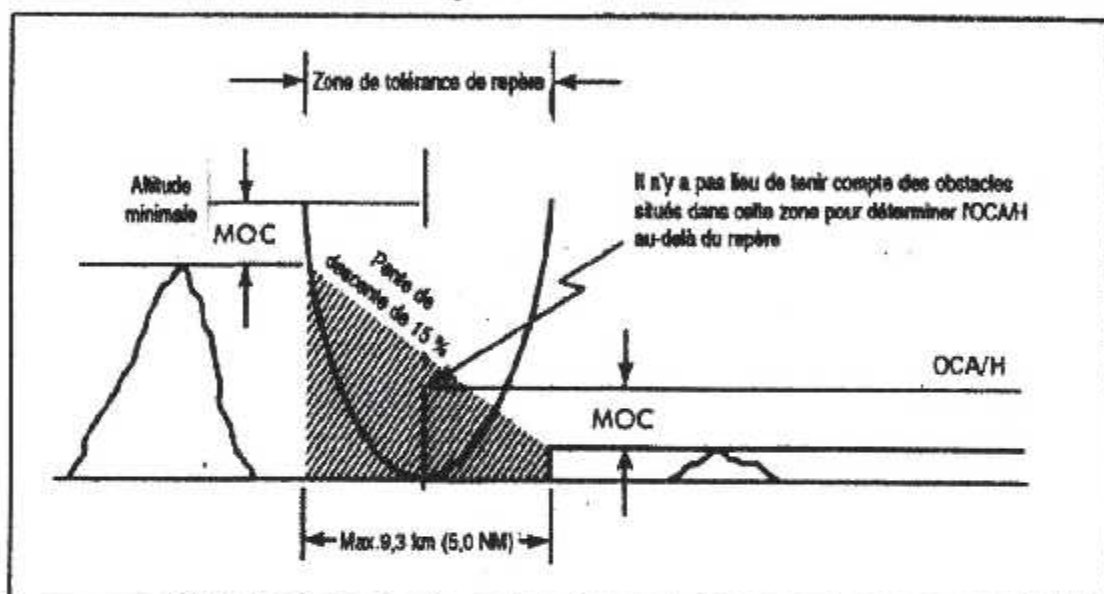


Fig-I-11- Pente de 15% utilisée pour indiquer les obstacles dont il n'y a pas lieu de tenir compte

Chapitre II

Différents segments d'une procédure d'approche

II-Différents segments d'une procédure d'approche**II-1-Segment d'arrivée****II-1-1-Arrivées normalisées aux instruments****II-1-1-1-Généralités**

Il y a lieu, dans certains cas, de définir des routes d'arrivée permettant de relier l'itinéraire de croisière au repère d'approche initiale. Seules seront définies et publiées les routes qui présentent un avantage opérationnel. Ces routes devraient s'intégrer au courant local de circulation aérienne. La longueur de la route d'arrivée ne dépassera pas la portée utile opérationnelle des installations qui fournissent le guidage de navigation.

Les STAR devraient être simples et faciles à comprendre. Seules les installations de navigation, les repères ou les points de cheminement essentiels pour la définition de la trajectoire de vol de l'aéronef et pour les besoins ATS seront indiqués dans la procédure.

Les STAR devraient être conçues pour le plus grand nombre possible de catégories d'aéronef.

Les STAR devraient commencer à un repère, par exemple une installation de radionavigation, une intersection, un repère DME ou un point de cheminement.

Une STAR devrait permettre de passer de la phase en route à la phase d'approche en reliant un point significatif situé normalement sur une route ATS à un point où commence une procédure d'approche aux instruments.

Une STAR devrait être conçue de façon à permettre aux aéronefs de naviguer le long des routes sans dépendre autant du guidage radar.

Une STAR peut desservir un ou plusieurs aéroports d'une même région terminale.

Les restrictions de vitesse et d'altitude/de niveau, le cas échéant, devraient être indiquées en tenant compte des capacités opérationnelles de la catégorie d'aéronefs considérée, en consultation avec les exploitants.

Les STAR devraient être conçues à l'aide de repères DME ou de points de cheminement au lieu d'intersections, dans toute la mesure du possible.

Un arc DME peut fournir un guidage sur trajectoire pour tout ou partie d'une route d'arrivée. Le rayon d'arc minimum sera de 18,5 km (10 NM). Un arc peut joindre une trajectoire rectiligne au ou avant le repère d'approche initiale ; dans ce cas, l'angle d'intersection entre l'arc et la trajectoire ne doit pas dépasser 120°. Quand l'angle dépasse 70°, un radial de garde sera identifié à une distance au moins égale à « d » afin de faciliter le virage ($d = r \tan(\alpha/2)$) ; r : rayon de virage ; α : angle de virage.

II-1-1-2-Construction des aires

Lorsque la longueur de la route d'arrivée est supérieure ou égale à 46 km (25 NM), les critères en route s'appliquent jusqu'à 46 km en amont de l'IAF. L'aire diminue ensuite à partir des 46 km (25 NM) avec une convergence de 30° de part et d'autre de l'axe, jusqu'à la largeur résultant des critères d'approche initiale.

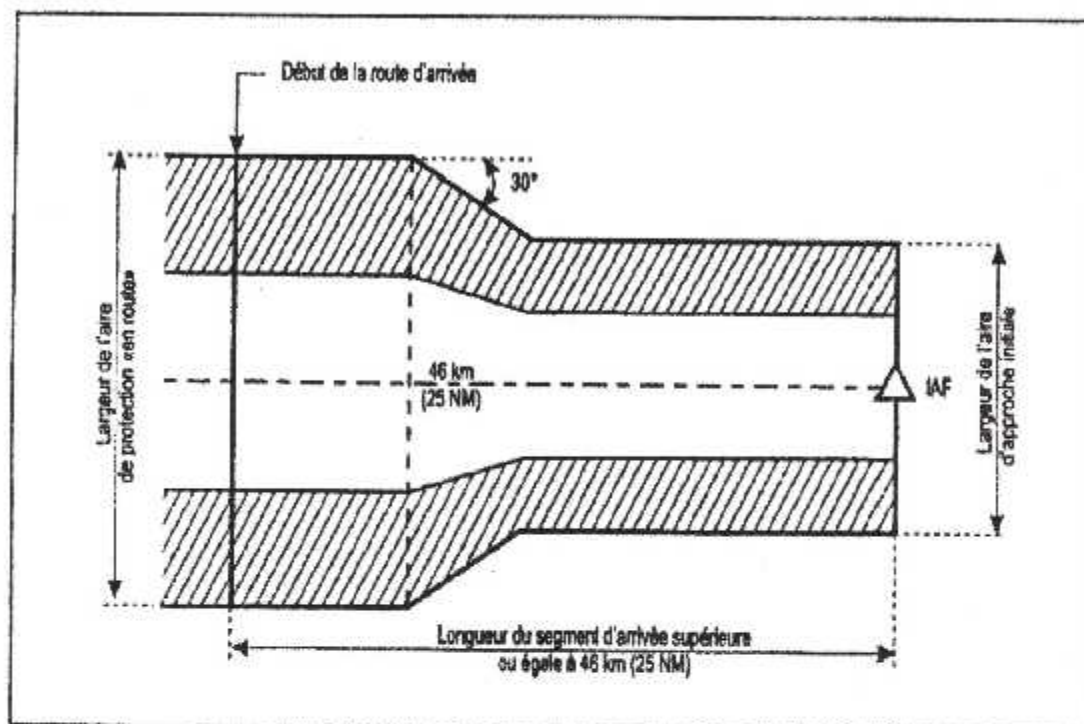


Fig-II-1- Segment d'arrivée- aire de protection [longueur du segment d'arrivée supérieure ou égale à 46 km (25 NM)]

Lorsque la longueur de la route d'arrivée est inférieure à 46 km, l'aire diminue depuis le début de la route d'arrivée avec une convergence de 30° de part et d'autre de l'axe, jusqu'à la largeur résultant des critères d'approche initiale.

II-1-1-3-Marge de franchissement d'obstacles

Dans l'aire d'approche initiale, la marge de franchissement d'obstacles sera de 300m (984 ft) au moins. Dans l'aire secondaire, on assurera, à la limite intérieure de l'aire, une marge de franchissement d'obstacles de 300 m (984 ft), qui diminuera linéairement pour devenir nulle à la limite extérieure.

II-1-2- Arrivées omnidirectionnelles ou par secteur

Des arrivées omnidirectionnelles ou par secteur peuvent être prévues en respectant les altitudes minimales de secteur (MSA).

II-2-Segment d'approche initiale

II-2-1-Généralités

Le segment d'approche initiale commence au repère d'approche initiale (IAF). Une approche initiale peut être exécutée en suivant une radiale VOR, un relèvement NDB ou un vecteur radar spécifié. Les procédures d'inversion et procédures en hippodrome, ainsi que les descentes en circuit d'attente constituent des segments d'approche initiale jusqu'à ce que l'avion soit établi sur la trajectoire d'approche intermédiaire. Un guidage sur trajectoire est normalement exigé, mais l'on peut toutefois naviguer à l'estime sur des distances qui ne dépassent pas 19 km (10 NM).

II-2-2-Choix de l'altitude

Les altitudes minimales, dans le segment d'approche initiale, seront définies par tranches de 100 ft ou de 50 m, selon le cas. L'altitude choisie ne sera pas inférieure à l'altitude de procédure d'inversion ou de procédure en hippodrome lorsqu'une telle procédure est exigée.

II-2-3-Segments d'approche initiale fondés sur des trajectoires rectilignes et des arcs DME

II-2-3-1-Trajectoires

L'angle d'intersection entre la trajectoire d'approche initiale et la trajectoire intermédiaire ne devrait pas dépasser 120°. Si cet angle dépasse 70°, une radiale, un relèvement, un vecteur radar ou des indications DME identifiant un point de mise en virage à au moins 4 km (2 NM) du point d'intersection des trajectoires initiale et intermédiaire, seront fournis en vue de faciliter le virage d'alignement sur la trajectoire intermédiaire. Lorsque l'angle d'intersection dépasse 120°, il convient d'envisager l'emploi d'une procédure d'inversion, ou encore d'un parcours à l'estime.

II-2-3-2-Arcs DME

Un arc peut fournir un guidage sur trajectoire pour la totalité ou une partie d'une approche initiale. Le rayon d'arc minimal sera de 13 km (7 NM). Lorsqu'il rejoint une trajectoire au repère d'approche intermédiaire ou avant ce point, l'angle d'intersection de l'arc avec la trajectoire ne devrait pas dépasser 120°. Lorsque l'angle dépasse 70°, une radiale de mise en virage sera identifiée à au moins 4 km (2 NM) du point d'interception afin de faciliter le virage vers la trajectoire d'approche intermédiaire.

II-2-3-3-Aire

La longueur du segment d'approche initiale n'est pas normalisée. Cette longueur sera suffisante pour permettre le changement d'altitude requis par la procédure. La largeur se divise en deux parties : une aire primaire, qui s'étend latéralement sur 4,6 km (2,5 NM) de chaque côté de la route, et une aire secondaire, qui s'étend latéralement sur 4,6 km (2,5 NM) de part et d'autre de l'aire primaire.

II-2-3-4-Marge de franchissement d'obstacles

Dans l'aire primaire d'approche initiale, la marge de franchissement d'obstacles sera de 300 m (984 ft) au moins. Dans l'aire secondaire, on assurera, à la limite intérieure de l'aire, une marge de franchissement d'obstacles de 300 m qui diminuera linéairement pour devenir nulle à la limite extérieure.

II-2-3-5-Pente de descente

La pente de descente optimale dans l'approche initiale est de 4%. Lorsqu'il est nécessaire de prévoir une pente de descente plus inclinée pour éviter des obstacles, la pente maximale admissible est de 8%.

II-2-4-Segment d'approche initiale pour procédure en hippodrome

II-2-4-1-Généralités

Des procédures en hippodrome sont utilisées lorsqu'on ne dispose pas d'une distance suffisante en ligne droite pour permettre la perte d'altitude nécessaire et lorsque l'entrée dans une procédure d'inversion n'est pas pratique. Des procédures en hippodrome peuvent aussi être spécifiées en remplacement des procédures d'inversion afin d'accroître la souplesse opérationnelle.

- La procédure en hippodrome commence à une installation ou un repère désigné.
- L'entrée dans une procédure en hippodrome sera semblable à l'entrée dans les circuits d'attente, auxquels il y a lieu d'ajouter les éléments suivants :
 - a) Dans le cas d'une entrée oblique à partir du secteur 2, le temps passé sur le parcours oblique à 30° sera limité à 1 min 30 s, après quoi le pilote devrait virer pour prendre un cap parallèle au parcours d'éloignement pour le reste du temps de vol en éloignement. Si le temps de vol en éloignement n'est que de 1 min le temps passé sur le parcours oblique à 30° sera également de 1 min.
 - b) Dans le cas d'une entrée parallèle, l'aéronef ne retournera pas directement à l'installation sans intercepter d'abord le parcours de rapprochement (quand il rejoint le segment d'approche finale).

II-2-4-2-Forme d'une procédure en hippodrome

La procédure en hippodrome a la même forme que les circuits d'attente mais avec des vitesses de vol et un temps d'éloignement différents. Le parcours de rapprochement constitue en principe le segment intermédiaire ou le segment final de la procédure d'approche.

II-2-4-3-Temps en éloignement

La durée du parcours d'éloignement d'une procédure en hippodrome peut être de 1 à 3 min (spécifiée par intervalles de ½ min) afin de permettre d'augmenter la durée de la descente. Le minutage peut varier selon les catégories d'avions afin de réduire la longueur totale de l'aire protégée lorsque l'espace aérien est limité.

Dans le cas où l'espace aérien est limité et où un temps en éloignement supérieur à 1 min n'est pas possible, la descente peut être réalisée au moyen de plusieurs tours de circuit en respectant le rapport entre la descente et la durée d'éloignement.

Tableau-II-1- Descente maximale à spécifier pour une procédure d'inversion ou une procédure en hippodrome

Trajectoire Catégorie d'avions	En éloignement		En rapprochement ¹	
	CAT A/B	CAT C/D/E	CAT A/B	CAT C/D/E
Descente maximale pour la durée nominale du parcours d'éloignement de 1 min [m (ft)]	245 m (804 ft)	365 m (1 197 ft)	150 m (492 ft)	230 m (755 ft)

Lorsque des minutages différents sont spécifiés pour différentes catégories d'avions, des procédures distinctes seront publiées.

II-2-4-4-Limitation de la longueur du parcours d'éloignement

La longueur du parcours d'éloignement d'une procédure en hippodrome peut être limitée en spécifiant une distance DME, une radiale ou un relèvement d'une installation située en un point approprié.

II-2-5-Segment d'approche initiale utilisant une procédure d'inversion

II-2-5-1-Généralités

Les procédures d'inversion sont utilisées pour amener l'avion en rapprochement sur une trajectoire d'approche intermédiaire ou d'approche finale à l'altitude désirée. Une procédure d'inversion consiste en un parcours d'éloignement suivi d'un virage afin de revenir sur le parcours de rapprochement. La procédure peut consister en un virage conventionnel ou un virage de base, et elle peut être utilisée quand :

- L'approche initiale est amorcée à partir d'une installation (ou d'un repère dans le cas d'un virage conventionnel) qui est situé sur l'aérodrome ou au voisinage de celui-ci ; ou
- Un virage de plus de 70° serait nécessaire à l'IF, et si on ne dispose pas d'une radiale, d'un relèvement, d'un vecteur radar, d'une route de navigation à l'estime ou de renseignement DME pour faciliter le virage vers le parcours intermédiaire ; ou
- Un virage de plus de 120° (90° pour l'ILS) serait nécessaire à l'IF.

Le point de départ d'un virage de base sera une installation. Le point de départ d'un virage conventionnel sera une installation ou un repère. La procédure d'inversion peut être précédée par une manœuvre dans un circuit d'attente convenablement situé.

L'entrée dans une procédure d'inversion devrait se faire à partir d'une trajectoire faisant avec le parcours d'éloignement de la procédure d'inversion un angle inférieur ou égal à $\pm 30^\circ$.

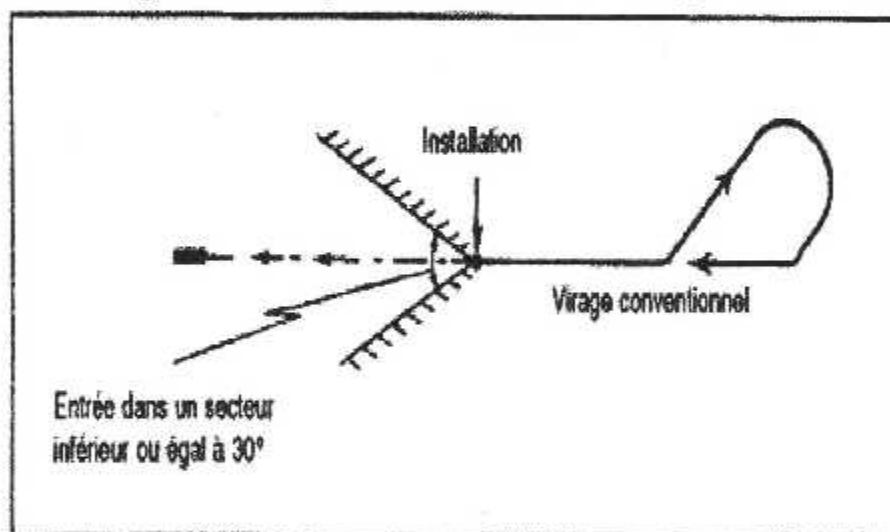


Fig-II-2- Entrée en virage conventionnel

II-2-5-2-Temps d'éloignement

S'il y a lieu, le temps en éloignement des procédures d'inversion sera spécifié. Normalement, ce temps devrait être compris entre 1 et 3 min et être exprimé en multiples d'une demi-minute. Ce temps peut varier avec les catégories d'avions afin de réduire la longueur totale de l'aire protégée dans les cas où l'espace aérien est limité. Un temps en éloignement supérieur à 3 min ne doit pas être envisagé que dans des circonstances exceptionnelles.

II-2-5-6- Limitation de la longueur des parcours d'éloignement

La longueur du parcours d'éloignement d'une procédure d'inversion peut être limitée en spécifiant une distance DME, une radiale ou un relèvement d'une installation convenablement située.

II-2-6- Aires de procédure en hippodrome et de procédure d'inversion

II-2-6-1 Généralités

Les aires nécessaires à la fois à la procédure en hippodrome et à la procédure d'inversion seront fondées sur l'application des paramètres d'aires. Ces paramètres peuvent être appliqués soit en ajoutant les tolérances, soit en utilisant des méthodes statistiques.

II-2-6-2-Paramètres de l'aire

Les paramètres sur lesquels se fondent la procédure en hippodrome et la procédure d'inversion sont les suivants :

- a) Altitude : Altitude spécifiée pour laquelle l'aire est conçue ;
- b) Température : ISA pour l'altitude spécifiée plus 15°C ;
- c) Vitesse indiquée (VI) : Catégorie de vitesses de procédure la plus élevée pour laquelle l'aire est conçue.
- d) Vitesse vraie (VV) : Vitesse VI de l'alinéa c) ci-dessus corrigée pour l'altitude a) et la température b) ;
- e) Vitesse du vent (W) : Vent omnidirectionnel pour l'altitude spécifiée h
 $W = (12h + 87) \text{ km/h}$ ou h est exprimée en milliers de mètres [$W = (2h + 47) \text{ kt}$ ou h est exprimée en milliers de pieds]
 Ou
 Possibilité d'utiliser la valeur de la vitesse du vent qui n'est pas dépassée dans 95% des cas sur une base omnidirectionnelle à condition de disposer de statistiques suffisantes ;
- f) Angle moyen d'inclinaison latérale : 25°, ou angle d'inclinaison correspondant à un taux de virage de 3° par seconde, si cette inclinaison est inférieure à 25° ;

Note

En conséquence, si la VV est supérieure à 315 km/h (170 kt), on prendra toujours 25° comme angle d'inclinaison.

- g) Aire de tolérance du repère : aire correspondant au type d'installation ou de repère et au type d'entrée ;
- h) Tolérances techniques de vol :
 - _ tolérance de temps d'éloignement $\pm 10 \text{ s}$ ($\pm 0,16 \text{ min}$)
 - _ temps de réaction du pilote de -0 à $+6 \text{ s}$ (-0 à $0,1 \text{ min}$)
 - _ temps d'exécution de l'inclinaison latérale, $+5 \text{ s}$ ($0,08 \text{ min}$)
 - tolérance de cap $\pm 5^\circ$.

II-2-6-3-Hypothèses opérationnelles

Les hypothèses opérationnelles correspondant aux critères de conception des procédures sont les suivantes :

- a) Début du minutage-procédures en hippodrome : Le minutage du parcours d'éloignement pour les procédures en hippodrome basée sur une installation commencent par le travers de l'installation où au moment où l'avion prend le cap d'éloignement approprié si ce moment est postérieur au premier. Pour les procédures en hippodrome basées sur un repère, le minutage du parcours d'éloignement commence lorsque l'avion prend le cap d'éloignement approprié.
- b) Modifications de la trajectoire d'éloignement- procédures en hippodrome : La trajectoire d'éloignement des procédures en hippodrome sera toujours modifiée pour éviter de traverser la trajectoire de rapprochement nominale avant le virage final.
- c) Corrections apportées par le pilote pour tenir compte des effets du vent : Pour les procédures en hippodrome, l'aire devrait être calculée et tracée pour la catégorie d'aéronefs les plus rapides qu'il s'agit de desservir. Bien que l'aire fondée sur les

aéronefs lents [165 km/h (90 kt)] par vent fort puisse, dans certains cas, être plus grande que l'aire qui serait ainsi construite, il est jugé que les ajustements opérationnels normaux effectués par les pilotes sont tels que les aéronefs ne sortiront pas de l'aire en question. Cependant, pour les virages de base et les virages conventionnels, l'aire relative à 165 km/h (90 kt) devrait aussi être vérifiée.

II-2-6-4-Construction des aires

II-2-6-4-1-Construction des aires par des méthodes statistiques

Si on utilise des méthodes statistiques pour combiner les variables, puis pour extrapoler les distributions afin de construire les aires, le niveau de probabilité associé à cette extrapolation devrait correspondre à un niveau de sécurité acceptable.

II-2-6-4-2-Construction des aires par addition des tolérances

Diverses méthodes peuvent être utilisées. Quelle que soit la méthode choisie, les critères de conception des procédures et les paramètres de construction des aires s'appliquent.

II-2-6-5-Réduction de l'aire

L'aire peut être réduite dans des cas particuliers. Cette réduction peut se faire notamment en appliquant l'une des méthodes suivantes :

- a) Réduire la (les) vitesse(s) maximale(s) spécifiée(s) pour la procédure. Dans ce cas, il ne sera pas spécifié de vitesse(s) inférieure(s) à la valeur minimale, sous la rubrique « approche initiale » pour la catégorie d'avions appropriée, sans exclure ces avions de la procédure.
- b) Limiter l'utilisation de la procédure à des catégories d'avions spécifiées.
- c) Limiter l'entrée de la procédure à une ou plusieurs trajectoires déterminées.
- d) Utiliser le DME, une radiale ou un relèvement pour limiter le parcours d'éloignement.

II-2-6-6-Utilisation du DME, d'une radiale sécante ou d'un relèvement sécant

Si une distance DME, une radiale sécante ou un relèvement sécant sont utilisés pour limiter le parcours d'éloignement, l'aire peut être réduite en appliquant des modifications appropriées. Dans ce cas, la distance, la radiale ou le relèvement de garde laisseront suffisamment de temps pour effectuer la descente spécifiée. La longueur du parcours d'éloignement est donc limitée par le minutage ou par l'arrivée à la distance DME, à la radiale ou au relèvement limite, si ce point est atteint d'abord.

II-2-6-7-Aires secondaires

Des aires secondaires seront ajoutées à l'extérieur du périmètre de toutes les aires calculées. La largeur de l'aire secondaire est de 4,6 km (2,5 NM).

II-2-7-Marge de franchissement d'obstacles

Les altitudes minimales prescrites pour la procédure en hippodrome ou la procédure d'inversion ne seront pas inférieures à 300 m (984 ft) au-dessus de tous les obstacles situés à l'intérieur de l'aire d'approche initiale appropriée. La réduction normale de la MOC pour les aires secondaires s'applique de la façon suivante :

sur une perpendiculaire à la limite de l'aire primaire, la MOC passe de 300 m (984 ft) à la limite de l'aire primaire à zéro à la limite extérieure de l'aire secondaire.

II-3-Segment d'approche intermédiaire**II-3-1-Généralités**

Il s'agit du segment qui permet de faire la liaison entre le segment d'approche initiale et le segment d'approche finale. Sur ce segment, la configuration de l'aéronef, sa vitesse et les corrections d'alignement préparent l'établissement de l'aéronef sur le segment d'approche finale. Il existe deux types de segments d'approche intermédiaire, qui se terminent tous deux au FAF :

- a) Le segment commence à un IF désigné ;
- b) Le segment commence après l'exécution d'une procédure à l'estime, d'une procédure d'inversion ou d'une procédure en hippodrome. Dans les deux cas, un guidage sur trajectoire sera assuré en rapprochement jusqu'au FAF.

II-3-2-Choix de l'altitude/hauteur

L'altitude/hauteur minimale du segment d'approche intermédiaire sera fixée en multiples de 100 ft ou de 50 m, selon le cas.

II-3-3-Segment d'approche intermédiaire fondé sur une trajectoire rectiligne

La trajectoire à suivre sur le segment d'approche intermédiaire sera la même que la trajectoire d'approche finale. Lorsque cela est pratiquement impossible et lorsque le repère d'approche finale, dans une procédure classique, est une installation de navigation, la trajectoire d'approche intermédiaire ne s'écartera pas de plus de 30° de la trajectoire d'approche finale. Lorsque le virage au FAF est supérieur à 10°, l'aire d'approche finale devrait être élargie du côté extérieur du virage.

II-3-4-Aire**II-3-4-1-Longueur**

La longueur du segment d'approche intermédiaire sera de 9,3 km (5,0 NM) au moins, et de 28 km (15 NM) au plus, mesurés le long de la trajectoire à suivre. La longueur optimale est de 19 km (10 NM). Il convient de ne pas dépasser une distance de 19 km (10 NM), à moins que cette augmentation de distance ne réponde à un besoin de l'exploitation. Lorsque l'angle sous lequel la trajectoire d'approche initiale rejoint la trajectoire d'approche intermédiaire dépasse 90°, la longueur minimale de la trajectoire d'approche intermédiaire sera celle qui est indiquée au tableau suivant :

Tableau-II-2- Longueur minimale de la trajectoire d'approche intermédiaire

<i>Angle d'interception (degrés)</i>	<i>Longueur minimale</i>
91 — 96	11 km (6 NM)
97 — 102	13 km (7 NM)
103 — 108	15 km (8 NM)
109 — 114	17 km (9 NM)
115 — 120	19 km (10 NM)

II-3-4-2- Largueur

La largueur totale du segment d'approche intermédiaire est déterminée en joignant, au moyen de droites, les limites extérieures du segment d'approche initiale aux limites extérieures du segment d'approche finale. Pour les besoins du franchissement d'obstacles, le segment d'approche intermédiaire est divisé en deux aires : une aire primaire et une aire secondaire. L'aire primaire est déterminée en joignant, par des droites, l'aire primaire d'approche initiale et l'aire primaire d'approche finale. L'aire secondaire est déterminée en joignant, par des droites, les aires secondaires respectives d'approche initiale et d'approche finale.

II-3-5-Marge de franchissement d'obstacles

Une marge minimale de franchissement d'obstacles de 150 m (492 ft) sera fournie dans l'aire primaire du segment d'approche intermédiaire. Dans l'aire secondaire, une marge de franchissement d'obstacles de 150 m (492 ft) sera assurée à la limite intérieure, et diminuera jusqu'à devenir nulle à la limite extérieure.

II-3-6- Pente de descente

Le segment d'approche intermédiaire étant utilisé pour établir la vitesse et la configuration de l'aéronef en vue d'aborder le segment d'approche finale, la pente devrait être nulle.

Si une descente est nécessaire, la pente maximale admissible devrait être de 5%, et un segment horizontal devrait être prévu avant l'approche finale, ce qui donnerait à l'aéronef une distance suffisante pour décélérer à partir de la vitesse de croisière ou de la vitesse limite appropriée et pour procéder aux changements de configuration nécessaires avant l'approche finale.

II-3-7-Segment intermédiaire dans une procédure d'inversion ou une procédure en hippodrome

II-3-7-1-Généralités

Le segment d'approche intermédiaire commence à l'interception de la trajectoire d'approche intermédiaire. Les critères sont les mêmes que pour les segments d'approche intermédiaire fondés sur une trajectoire rectiligne, les aires, la marge de franchissement d'obstacles, ainsi que la pente de descente, sauf en ce qui les spécifications suivantes :

➤ Largeur de l'aire

Lorsqu'il est utilisé avec la procédure d'inversion ou la procédure en hippodrome, le segment d'approche intermédiaire a une largeur qui croît uniformément à partir de la largeur du segment d'approche finale à l'installation de navigation jusqu'à 9,3 km (5,0 NM) de part et d'autre de la trajectoire, à une distance de 28 km (15 NM) de l'installation.

Au-delà de 28 km (15 NM), la largeur reste égale à 19 km (10 NM). L'aire d'approche intermédiaire est subdivisée en aires primaire et secondaire.

➤ Longueur de l'aire

Lorsqu'un IF est disponible, le segment d'approche intermédiaire a en principe une longueur de 19 km (10 NM). Lorsque aucun repère n'est disponible pour marquer l'IF, l'aire d'approche intermédiaire s'étend jusqu'à la limite la plus éloignée de l'aire primaire de procédure d'inversion.

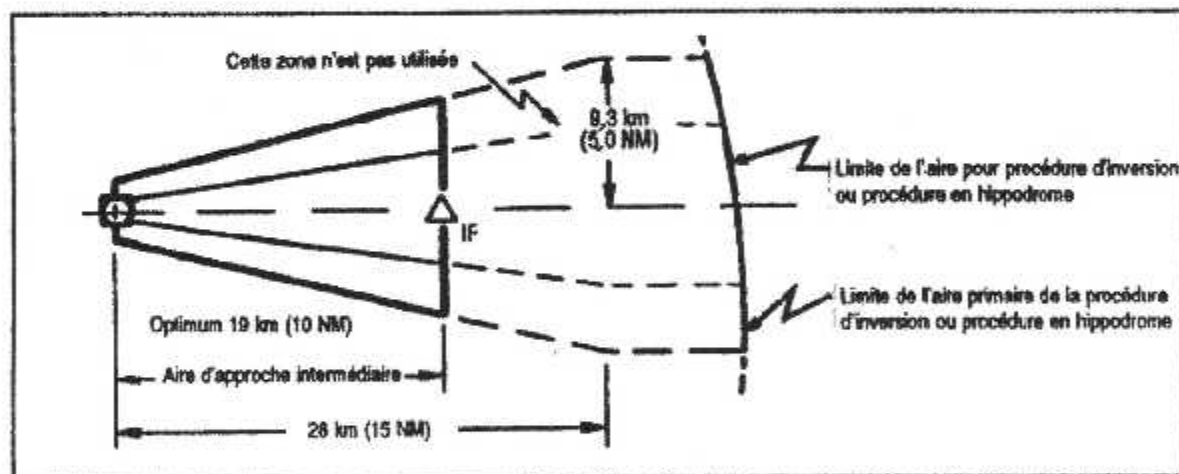


Fig-II-3- Aire d'approche intermédiaire dans une procédure d'inversion ou une procédure en hippodrome avec un repère

➤ Virage effectué ailleurs qu'au-dessus de l'installation

Si la procédure d'inversion ou la procédure en hippodrome est prévue au-dessus d'un FAF qui n'est pas l'installation, l'aire d'approche intermédiaire s'étend à 9,3 km (5,0 NM) de part et d'autre du parcours d'approche intermédiaire à 28 km (15 NM) à partir de l'installation, et cette largeur diminuera uniformément jusqu'à la largeur de l'aire d'approche finale au FAF.

II-3-7-2- Pente de descente

Les contraintes spécifiées au sujet des parcours de rapprochement s'appliquent : 150 m (492 ft) par minute pour les avions des catégories A et B et 230 m (755 ft) par minute pour ceux des catégories C, D et E.

II-4-Segment d'approche finale

II-4-1- Généralités

Il s'agit du segment dans lequel sont exécutés l'alignement et la descente en vue de l'atterrissage. La partie instrumentale du segment d'approche finale commence au repère d'approche finale et se termine au point d'approche interrompue (MAPT). L'approche finale peut être exécutée vers une piste, pour un atterrissage en ligne droite ou vers un aérodrome pour une approche indirecte. Le segment d'approche finale devrait, dans toute la mesure possible, être aligné sur une piste. Un guidage sur trajectoire sera assuré pour la partie instrumentale du segment d'approche finale.

II-4-2- Alignement

II-4-2-1- Approche directe

Les critères d'alignement pour les approches classiques sont les suivants :

➤ **Angle maximal :**

Pour une approche directe, l'angle formé par la trajectoire d'approche finale et l'axe de piste ne doit pas dépasser :

- 30° pour les procédures réservées aux aéronefs de catégories A et B seulement ;
- 15° dans le cas des autres catégories d'aéronefs.

➤ **Distance minimale :**

La distance entre le seuil de piste et le point auquel la trajectoire d'approche finale coupe l'axe de piste ne sera pas inférieure à 1400 m.

Une approche finale qui ne coupe pas le prolongement de l'axe de piste (θ égal ou inférieur à 5°) peut aussi être établie, à condition que la trajectoire soit à moins de 150 m du prolongement de l'axe de piste, dans le plan latéral, à point situé à une distance de 1400 m vers l'extérieur à partir du seuil de piste.

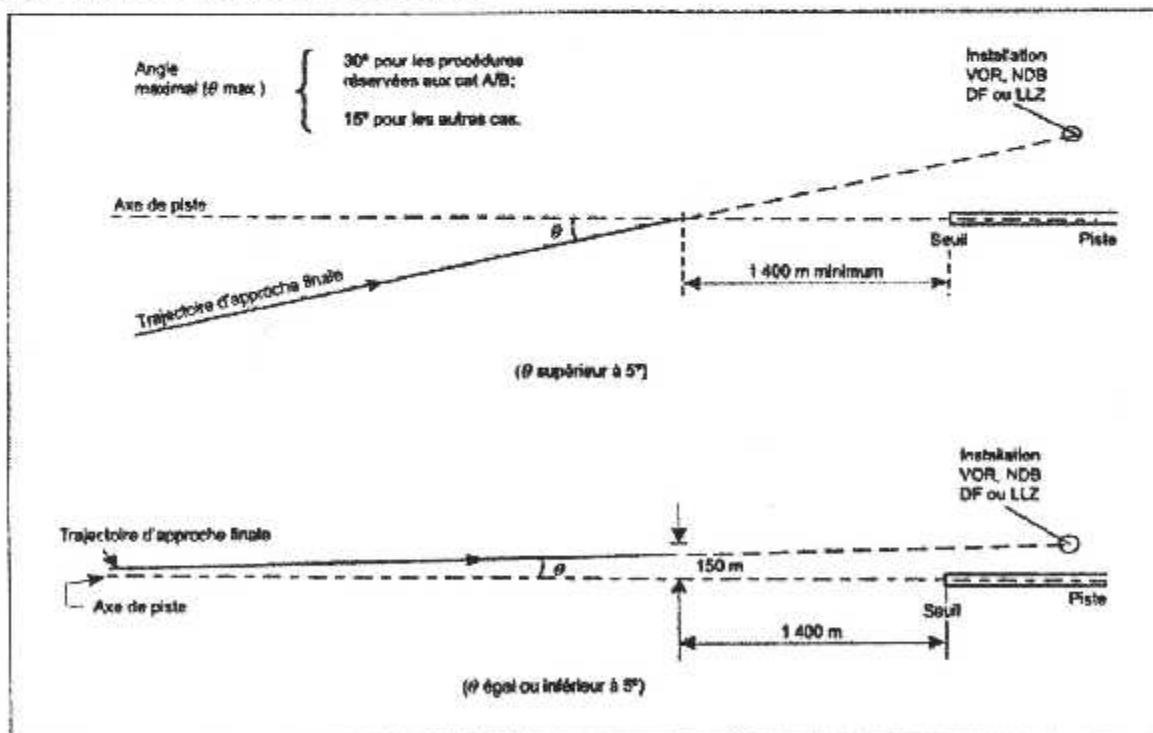


Fig-II-4- Alignement pour l'approche finale directe

➤ OCH minimale

Pour des angles d'interception entre l'approche finale et l'axe de la piste qui sont compris entre 5° et la valeur maximale, l'OGH de la procédure doit être égale ou supérieure aux valeurs suivantes :

Catégorie d'aéronef	OGH minimale [m (ft)]	
	$5^\circ < \theta \leq 15^\circ$	$15^\circ < \theta \leq 30^\circ$
A	105 (340)	115 (380)
B	115 (380)	125 (410)
C	125 (410)	
D	130 (430)	
E	145 (480)	

Ces valeurs ont été déterminées en tenant compte de la distance maximale d'interception de 1400 m, d'une hauteur de passage au seuil de piste de 15 m, d'une pente de descente de 5%, d'une vitesse indiquée égale à V_{at} , d'un vent arrière de 10 kt et d'un délai supplémentaire de 5s de vol.

OGH minimale = $15 \text{ m} + L \times p\%$.

Avec $L = 1400 \text{ m} + r \text{ tg } (\theta/2) + 5 \text{ s de vol}$.

Pour des pentes nominales de descente supérieures à 5%, majorer de 18% les valeurs du tableau pour chaque pour cent de pente au-dessus de 5%.

II-4-2-2- Approche indirecte

Lorsque l'alignement de la trajectoire de l'approche finale ne répond pas aux critères d'un atterrissage direct, seule une approche indirecte sera autorisée et l'alignement de trajectoire devrait dans l'idéal être établi sur le centre de l'aire d'atterrissage. Si nécessaire, la trajectoire d'approche finale peut être alignée de façon à passer au-dessus d'une partie de la surface d'atterrissage utilisable. Dans des circonstances exceptionnelles, elle peut être alignée au-delà de la limite de l'aérodrome mais en aucun cas à une distance supérieure à 1,9 km (1,0 NM) de la surface d'atterrissage utilisable.

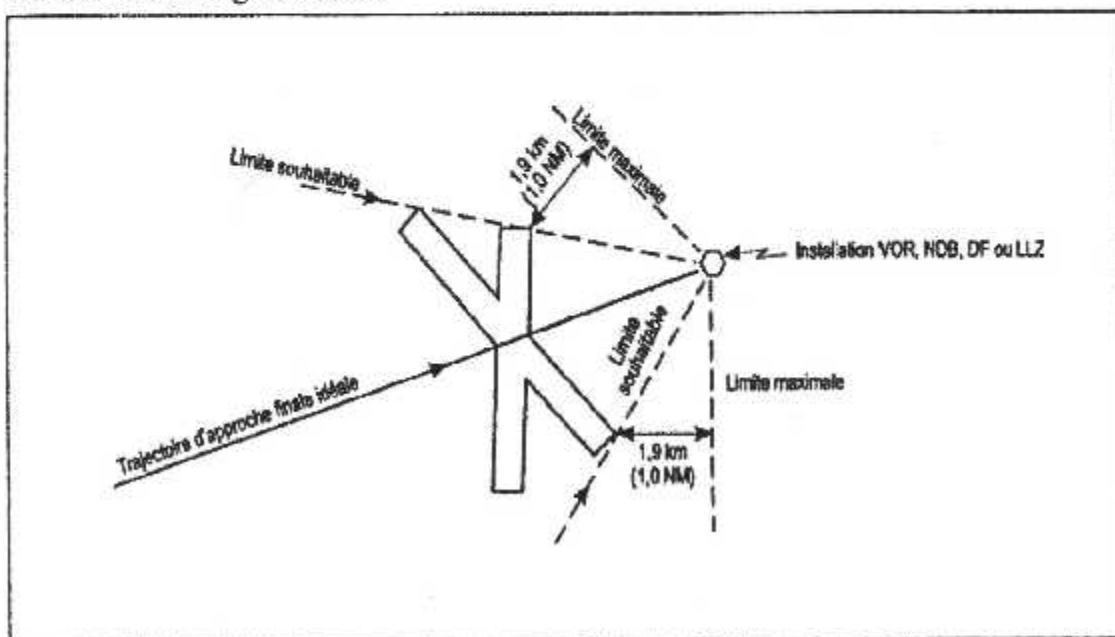


Fig-II-5- Alignement pour l'approche finale indirecte

II-4-3- Pente de descente

L'utilisation de pentes de descente plus inclinées que la pente optimale devrait être le dernier recours lorsque tous les autres moyens d'éviter un obstacle auraient échoué, car de telles pentes de descente peuvent entraîner des vitesses verticales de descente qui dépassent les limites recommandées pour certains aéronefs en approche finale. Lorsqu'on utilise un repère de palier de descente sur FAF, la pente de descente s'applique aux aires comprises entre le repère d'approche finale et le repère de palier de descente, ainsi qu'entre ce dernier et le seuil de la piste. La distance verticale applicable correspond à la différence entre l'altitude spécifiée au(x) repère(s) et l'altitude qui correspond à une hauteur de 15 m (50 ft) au-dessus du seuil de la piste.

II-4-4-Altitude/hauteur de franchissement d'obstacles (OCA/H)**II-4-4-1-Généralités**

L'altitude/hauteur de franchissement d'obstacles est :

- a) Dans une procédure d'approche de précision, l'altitude la plus basse (OCA), ou la hauteur la plus basse au-dessus du niveau du seuil de piste en cause (OCH), à laquelle une procédure d'approche interrompue doit être amorcée afin de respecter les critères appropriés de franchissement d'obstacles ;
- b) Dans une procédure d'approche classique, l'altitude la plus basse (OCA), ou hauteur la plus basse au-dessus de l'altitude de l'aérodrome ou du seuil de piste en cause, si l'altitude du seuil se trouve à plus de 2 m (7 ft) au-dessous de l'altitude de l'aérodrome (OCH), au-dessous de laquelle l'aéronef ne peut descendre sans enfreindre les critères de franchissement d'obstacles appropriés ;
- c) Dans une procédure d'approche à vue (approche indirecte), l'altitude la plus basse (OCA), ou la hauteur la plus basse au-dessus de l'altitude de l'aérodrome (OCH), au-dessous de laquelle un aéronef ne peut descendre sans enfreindre les critères de franchissement d'obstacles appropriés.

Note

L'OCA/H est l'un des facteurs dont il est tenu compte pour fixer les minimums d'exploitation à un aérodrome conformément à l'annexe 6.

II-4-4-2-Publication de l'OCA/H

Une OCA et/ou une OCH seront publiées pour chaque procédure d'approche aux instruments et d'approche indirecte. Pour les procédures d'approche classiques, ces valeurs seront arrondies au multiple approprié de 5 m ou de 10 ft, selon le cas.

➤ OCA/H pour l'approche classique

L'OCA/H pour une approche classique assurera la marge minimale de franchissement d'obstacles (MOC) appropriée au-dessus des obstacles dans l'aire d'approche finale. Elle garantira également qu'une marge de franchissement d'obstacles est assurée à l'approche interrompue. On ne publiera pas d'OCA/H pour approche en ligne droite lorsque les critères d'alignement, de pente de descente et de longueur du segment d'approche finale ne sont pas respectés. Dans ce cas seulement, on publiera une OCA/H pour approche indirecte.

➤ OCA/H pour les manœuvres à vue (approche indirecte)

L'OCA/H pour les manœuvres à vue (approche indirecte) assurera la marge minimale de franchissement d'obstacles (MOC) au-dessus de l'obstacle le plus élevé dans l'aire de manœuvre à vue (approche indirecte). Elle ne sera pas inférieure à l'OCA/H calculée pour la procédure d'approche aux instruments qui mène aux manœuvres d'approche indirecte.

II-4-4-3- Corrections de l'OCA/H

Il peut être nécessaire de relever l'OCA/H au-dessus de la valeur requise pour la marge de franchissement d'obstacles, dans les conditions suivantes :

- a) **Longueur excessive de l'approche finale :** Lorsqu'un FAF est prévu dans une procédure d'approche classique et que la distance entre le repère et le seuil de la piste pour laquelle la procédure construite dépasse 11 km (6 NM), la marge de franchissement d'obstacles sera augmentée à raison de 1,5 m (5 ft) tous les 0,2 km de distance au-delà de 11 km (0,1 NM au-delà de 6 NM). Lorsque le segment d'approche finale comporte un repère de palier de descente, la marge de base pour le franchissement des obstacles peut être appliquée entre le repère de palier de descente et le MAPT, à condition que le repère se trouve à moins de 11 km (6 NM) du seuil de piste. Ces critères sont applicables seulement aux procédures d'approche classique.
- b) **Calage altimétrique à distance :** Quand le calage des altimètres est effectué à partir d'une source autre que l'aérodrome, située à plus de 9 km (5 NM) du seuil, l'OCA/H sera augmentée à raison de 0,8 m par kilomètre au-delà de 9 km (5 ft par mille marin au-delà de 5 NM) ou d'une valeur supérieure selon la décision de l'autorité locale. Dans les régions montagneuses ou dans d'autres régions où il n'est pas toujours possible de prévoir des conditions météorologiques raisonnablement homogènes, une procédure fondée sur une source du calage altimétrique située à distance ne devrait pas être utilisée. Dans tous les cas où la source du calage altimétrique est située à plus de 9 km (5 NM) du seuil de piste, une note d'avertissement devrait figurer sur la carte d'approche aux instruments qui indique la source du calage altimétrique.
- c) **Calage altimétrique prévu :** Lorsque le calage altimétrique devant être utilisé avec des procédures sera une valeur prévue par le centre météorologique compétent, l'OCA/H sera accrue d'une valeur correspondant à la tolérance applicable aux prévisions concernant la région, selon la décision du centre météorologique, pour les périodes en cause. Les procédures qui envisagent l'utilisation d'un calage altimétrique prévu feront l'objet d'une annotation spéciale sur les cartes d'approche.

II-5-Segment d'approche interrompue

II-5-1-Généralités

Une procédure d'approche interrompue sera établie pour chaque approche aux instruments et stipulera un point auquel la procédure commence et un point auquel elle finit. On admet a priori que la procédure d'approche interrompue est amorcée à l'OCA/H ou au-dessus pour les procédures d'approche de précision ou en un point spécifié à une hauteur égale ou supérieure à l'OCA/H, pour les autres procédures d'approche. La procédure d'approche interrompue prendra fin à une altitude/hauteur suffisante pour permettre :

- l'amorce d'une autre approche ; ou
- le retour à un circuit d'attente désigné ; ou
- la reprise du vol en croisière.

Il ne sera publié qu'une seule procédure d'approche interrompue.

II-5-1-2-Phases du segment d'approche interrompue

La procédure d'approche interrompue comprend en principe les phases initiales, intermédiaire et finale du segment d'approche interrompue.

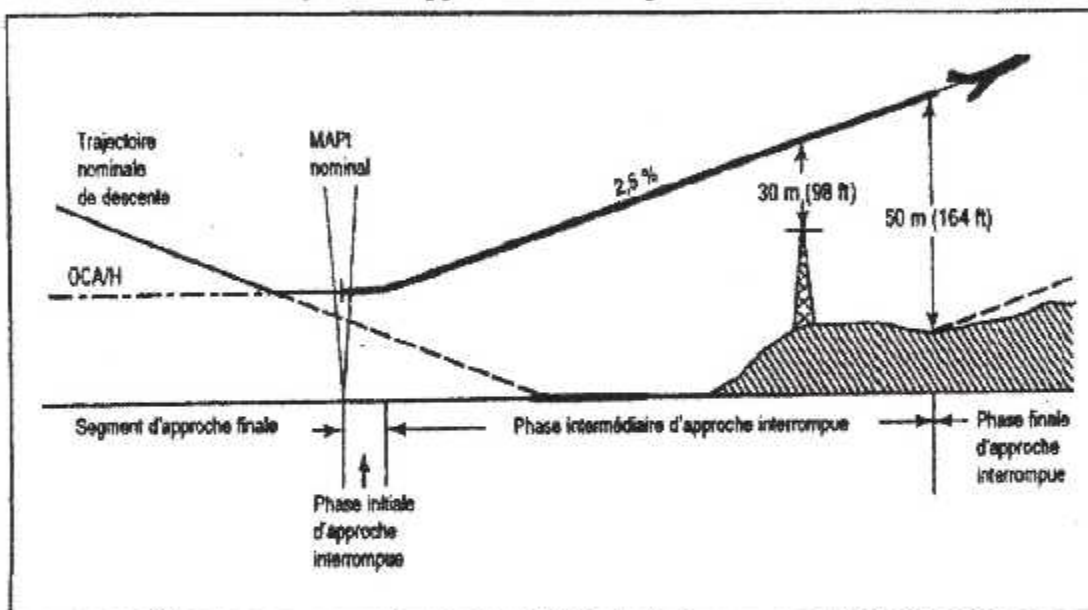


Fig-II-6- Phases d'une approche interrompue

II-5-1-2-1-Phase initiale

La phase initiale commence au point d'approche interrompue (MAPt) et se termine au point de début de montée (SOC). Elle comporte une tolérance longitudinale applicable sur toute la largeur de l'aire d'approche interrompue pour tenir compte :

- de la tolérance longitudinale du MAPt ;
- de la distance parcourue par l'avion pendant les 15 s de transition entre l'approche et la montée d'approche interrompue ;
- du vent arrière.

Pendant cette phase, la manœuvre nécessite l'attention concentrée du pilote, surtout pour l'amorce de la remontée et les changements de configuration, et l'on suppose que l'équipement de guidage ne peut pas être pleinement utilisé au cours de ces manœuvres ; en outre, aucune disposition visant à modifier la direction du vol n'est acceptable.

II-5-1-2-2-Phase intermédiaire

La phase intermédiaire est la phase au cours de laquelle la montée se poursuit en régime stabilisé jusqu'au premier point où l'on obtient une marge de franchissement d'obstacles de 50 m (164 ft) et où l'on peut maintenir cette marge. On peut utiliser le guidage de navigation disponible. Pendant la phase intermédiaire, la trajectoire d'approche interrompue ne peut être modifiée de plus de 15° par rapport à ce qu'elle était dans la phase initiale.

II-5-1-2-3-Phase finale

La phase finale commence au premier point où l'on obtient une marge de franchissement d'obstacles de 50 m (164 ft) et où l'on peut maintenir cette marge. Elle se poursuit jusqu'au point où une nouvelle approche, une attente ou la reprise du vol de croisière est amorcée. On peut exécuter des virages pendant cette phase.

II-5-1-3-Pente de montée de la surface d'approche interrompue

La pente de montée nominale de la surface d'approche interrompue est de 2,5%. on peut utiliser une pente de 2% si le levé nécessaire a été effectué, les précautions nécessaires étant prises, et avec l'approbation de l'autorité compétente, ou des pentes de 3%, 4% et 5% pour les aéronefs dont les performances de montée permettent d'obtenir ainsi un avantage opérationnel.

II-5-1-4-Marge de franchissement d'obstacles

La marge minimale de franchissement d'obstacles à assurer dans la partie horizontale de l'aire initiale d'approche interrompue sera la même que pour la dernière partie de l'aire d'approche finale, sauf dans la partie de l'air où, en raison de l'extension de la surface d'approche interrompue vers le point d'approche interrompue une marge moindre est nécessaire. Dans la phase intermédiaire d'approche interrompue, la marge minimale de franchissement d'obstacle sera de 30 m (98 ft) dans l'aire primaire et, dans l'aire secondaire, la marge minimale de franchissement d'obstacles sera de 30 m (98 ft) au bord extérieure et diminuera uniformément pour devenir nulle au bord intérieure. Dans la phase finale d'approche interrompue, la marge minimale de franchissement d'obstacle sera de 50 m (164 ft) et diminuera de façon linéaire pour devenir nulle au bord extérieure de l'aire secondaire.

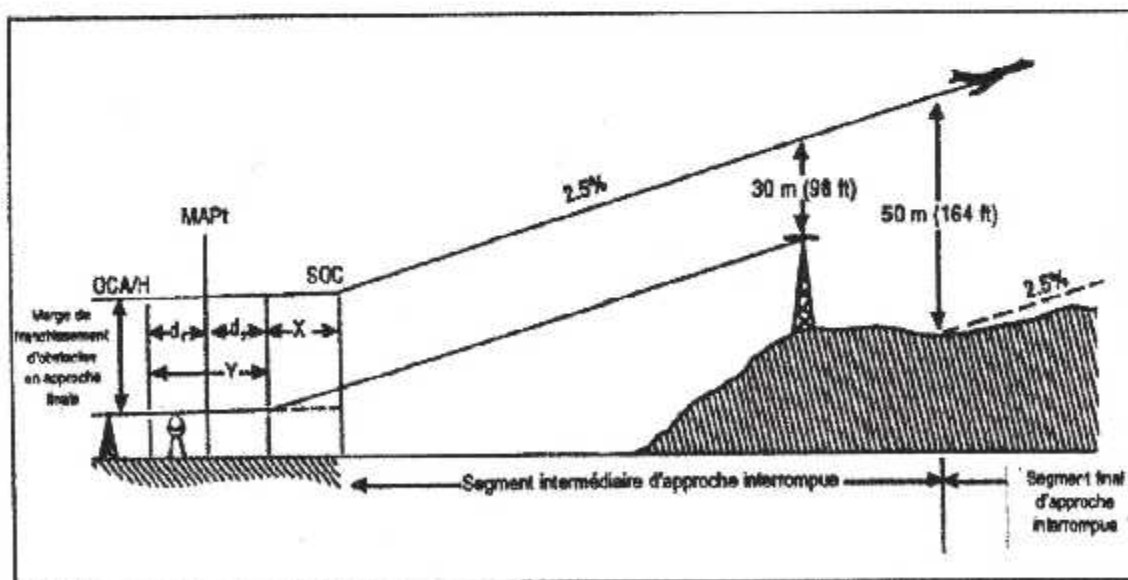


Fig-II-7- Marge de franchissement d'obstacles pour la phase finale d'approche interrompue

II-5-1-5-Tolérances utilisées dans la construction des segments d'approche interrompue

Les tolérances appliquées à la construction des segments d'approche interrompue dépendent de la méthode de détermination. Les notations suivantes sont utilisées pour désigner ces tolérances, qui sont applicables comme il est indiqué dans les paragraphes qui suivent :

a= Distance entre le point amont de la tolérance de FAF et le FAF.

b=Distance entre le FAF et le point aval de la tolérance du FAF.

c=Distance correspondant à un retard de 6 s (3 s pour le temps de réaction du pilote et 3s pour le temps de mise en inclinaison).

d=Distance correspondant à un retard de 3 s pour le temps de réaction du pilote.

d_0 =Distance à un obstacle.

d_x =Distance à un obstacle ou un niveau de référence, mesurée à partir du SOC parallèlement au segment d'approche interrompue en ligne droite.

E=Effet de vent correspondant au temps nécessaire pour un changement de cap de 90°.

O_i =Obstacle (l'indice identifie l'obstacle particulier).

R=Taux de virage.

r=Rayon de virage pour un angle d'inclinaison latérale désigné en air calme.

tgZ=Tangente de l'angle formé par la surface d'approche interrompue avec le plan horizontal.

Y=Tolérance longitudinale totale du MAPT.

X=Tolérance de transition.

II-5-1-6-Point d'approche interrompue MAPT

Dans les procédures d'approche classique sans FAF, le MAPT sera défini par une installation ou un repère. Dans les procédures d'approche classique avec le FAF, le MAPT sera défini par une installation ou un repère, s'il y en a de disponible, et par une distance spécifiée du FAF. On ne publiera qu'une seule OCA/H : l'OCA/H pour une distance spécifiée ou l'OCA/H pour une installation ou un repère, si elle est plus élevée. Cependant, lorsqu'un avantage opérationnel peut être obtenu, les deux peuvent être publiées. Dans tous les cas où le minutage ne peut être utilisé pour l'OCA/H publiée et le MAPT correspondant, cela sera consigné sur la carte d'approche au moyen de la mention « il n'est pas autorisé d'utiliser le minutage pour définir le MAPT ». Dans les procédures d'approche de précision, le MAPT est une altitude/hauteur spécifiée sur l'alignement nominal de descente. Dans les procédures d'approche classique l'emplacement optimal du MAPT est le seuil de piste ; cependant, lorsque la présence d'obstacles dans l'aire d'approche interrompue exige que le MAPT soit placé en amont du seuil, ce point peut être déplacé vers le FAF mais pas plus qu'il n'est nécessaire et normalement sans dépasser le point où l'OCH coupe une trajectoire de descente dont la pente nominale est de 5% jusqu'à la piste.

II-5-1-6-1-Tolérance longitudinale d'un MAPT défini par une aide de navigation ou un repère de position

Les limites longitudinales de l'aire de tolérance du MAPT se définissent comme suit :

- la limite amont de l'aire de tolérance du MAPT sera une perpendiculaire à la route qui passe par la limite amont de l'aire de tolérance du repère ou de l'installation.
- la limite aval de l'aire de tolérance du MAPT sera calculée à partir d'une perpendiculaire à la route qui passe par la limite aval de l'aire de tolérance du repère ou de l'installation déplacée dans la direction du vol sur une distance « d » correspondant à 3 s de vol à la vitesse maximale d'approche finale pour la catégorie considérée, augmentée d'une composante vent arrière de 19 km/h (10 kt).

Si le MAPT est défini par le passage à la verticale d'une installation de navigation (VOR, NDB ou radioborne 75 Mhz), la tolérance du repère est égale à 0 km (NM).

Tableau-II-3- Distance *d*

Catégorie d'avions	A	B	C	D	E
<i>d</i> [calculée à 600 m (2 000 ft) d'altitude]	0,18 km (0,10 NM)	0,23 km (0,12 NM)	0,28 km (0,15 NM)	0,32 km (0,17 NM)	0,39 km (0,21 NM)

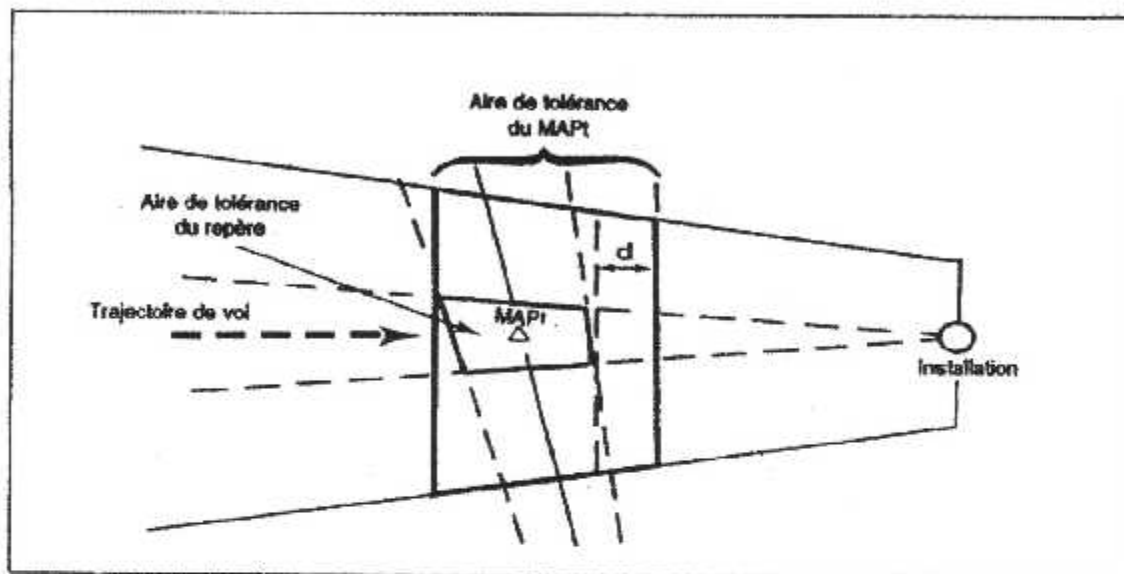


Fig-II-8- Aire de tolérance d'un MAPT défini par un repère

II-5-1-6-2-Tolérance longitudinale d'un MAPT défini par une distance au FAF

Lorsque le MAPT est situé à une distance spécifiée (*D*) du FAF nominal, les dimensions de l'aire de tolérance du MAPT sont obtenues grâce au graphique de la figure II-10. Les dimensions données conviennent aux aéronefs des catégories A à D et à tout aéroport situé à une altitude inférieure ou égale à 4000 m (13000 ft). Ces dimensions ont été obtenues par une méthode empirique de moyenne quadratique en prenant en considération les facteurs suivants :

- une erreur de repère de 1,9 km (1,0 NM) au FAF ;
- la vitesse minimale à la température ISA-10°C ou la vitesse maximale admissible à la température ISA+15°C, en retenant la valeur la plus critique pour chacune des catégories d'aéronefs considérées ;
- l'effet de vent de ± 56 km/h (± 30 kt) ;
- une tolérance de minutage de -10 à +13 s, comprenant une tolérance de minutage du pilote de ± 10 s et un temps de réaction de 0 à 3 s.

Note

La valeur indiquée en c) correspond à l'effet d'un vent de ± 56 km/h (± 30 kt) non corrigé pendant toute la durée du segment d'approche finale. Cette valeur est distincte de l'effet du vent de 19 km/h (10 kt) pris en compte dans le calcul des tolérances *d* et *x*. Dans ce dernier cas, la trajectoire de l'avion est très proche du sol et le vent réel ne peut pas être très différent de la valeur signalée pour l'aéroport.

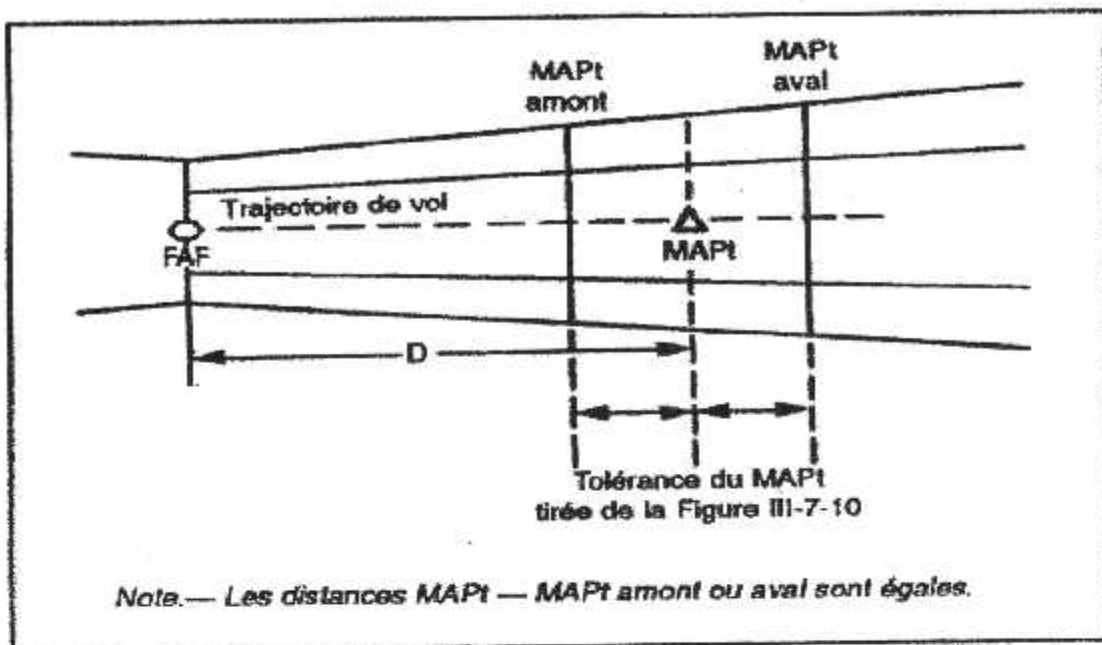


Fig-II-9- Aire de tolérance d'un MAPt défini par une distance

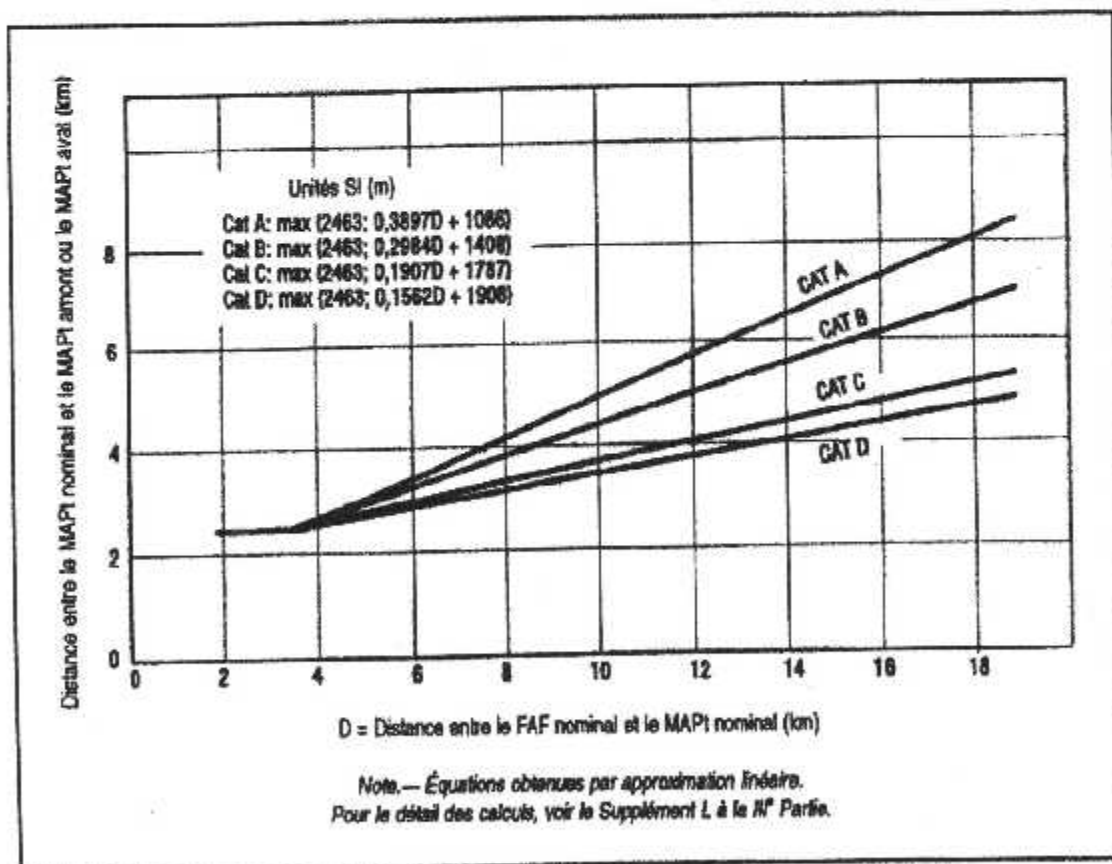


Fig-II-10- MAPt défini par une distance-dimensions de l'aire de tolérance (catégories A à D)

II-5-1-6-3-Tolérance de transition

La tolérance de transition est destinée à tenir compte des modifications de la configuration de l'aéronef et de la trajectoire de vol qu'implique le passage de la descente d'approche à la montée en approche interrompue. La fin de l'aire de tolérance de transition définit le début de la montée (SOC).

➤ Calcul du SOC lorsque le MAPt est défini par un repère

Lorsque le MAPt est défini par un repère, la tolérance de transition X est basée sur 15 s de vol à une vitesse vraie déterminée en fonction de la vitesse d'approche la plus élevée pour chaque catégorie d'aéronefs, à l'altitude de l'aérodrome avec une température égale à ISA + 15°C et un vent arrière de 19 km/h (10 kt).

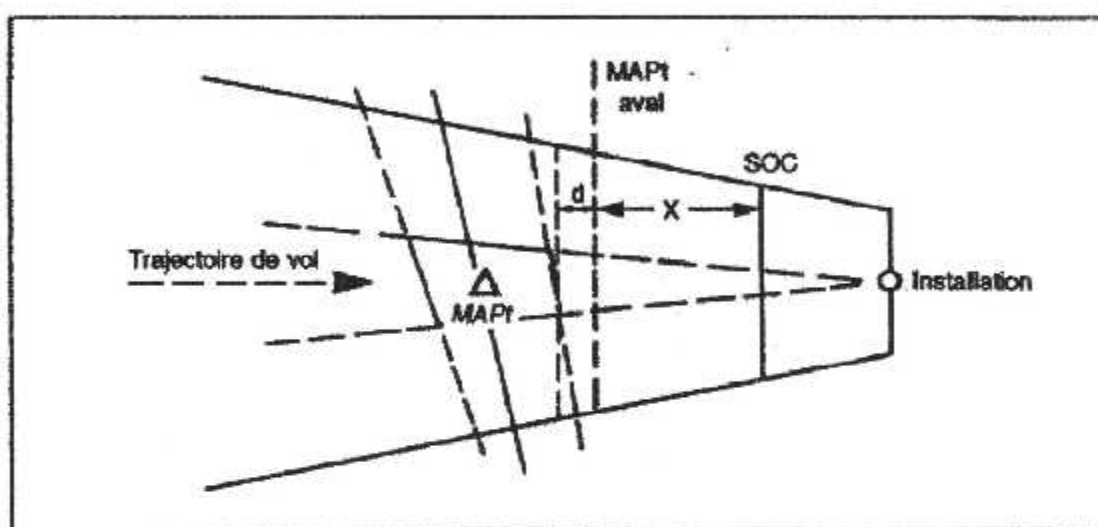


Fig-II-11- MAPt défini par un repère-calcul du SOC

➤ Calcul du SOC lorsque le MAPt est défini par une distance

Lorsque le MAPt est défini par une distance (D) à partir du FAF nominal, la distance entre le MAPt nominal et le SOC peut être fournie directement par le graphique de la figure II-13. Les distances données conviennent aux aéronefs des catégories A à D et à tout aérodrome situé à une altitude inférieure ou égale à 4000 m (13000 ft).

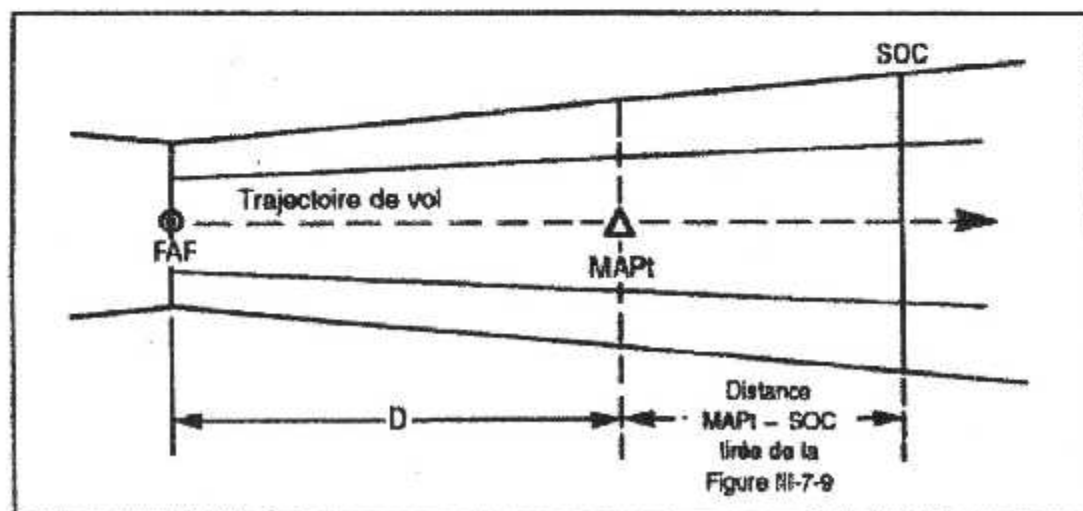


Fig-II-12- MAPt défini par une distance-calcul du SOC

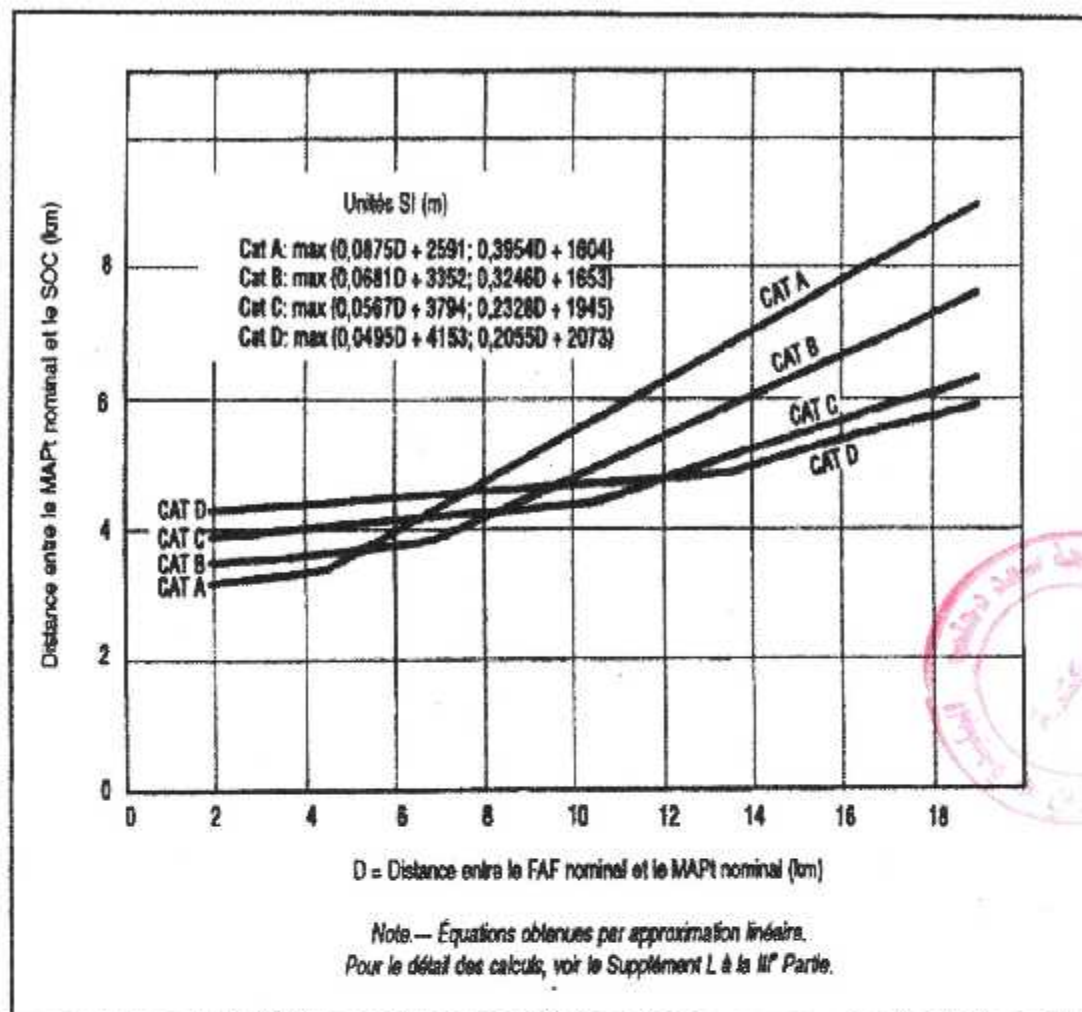


Fig-II-13- MAPT défini par une distance-graphique de la distance MAPT nominal - SOC en fonction de la distance FAF nominal - MAPT nominal (catégories A à D)

II-5-1-7-Aire d'approche interrompue

L'aire d'approche interrompue commencera au début de la tolérance longitudinale du MAPT avec une largeur égale à celle de l'aire d'approche finale en ce point. Les dimensions et la forme de l'aire à partir de ce point dépendent de la procédure d'approche interrompue, y compris du point où le virage est amorcé, s'il y lieu, et de l'ampleur de ce virage.

II-5-2-Approche interrompue en ligne droite

II-5-2-1-Aire d'approche interrompue en ligne droite

L'aire d'approche interrompue en ligne droite a une largeur initiale égale à celle de l'aire d'approche finale en ce même point. Ensuite, elle s'évase uniformément, selon un angle égal au degré de précision de l'équipement de guidage utilisé ($10,3^\circ$ pour le NDB, $7,8^\circ$ pour le VOR) ou selon un angle de 15° lorsque aucun guidage n'est disponible. Cette aire s'étend jusqu'à une distance suffisante pour assurer qu'un avion qui exécute une approche interrompue a atteint une altitude à laquelle s'appliquent les autres procédures prescrites pour le franchissement des obstacles.

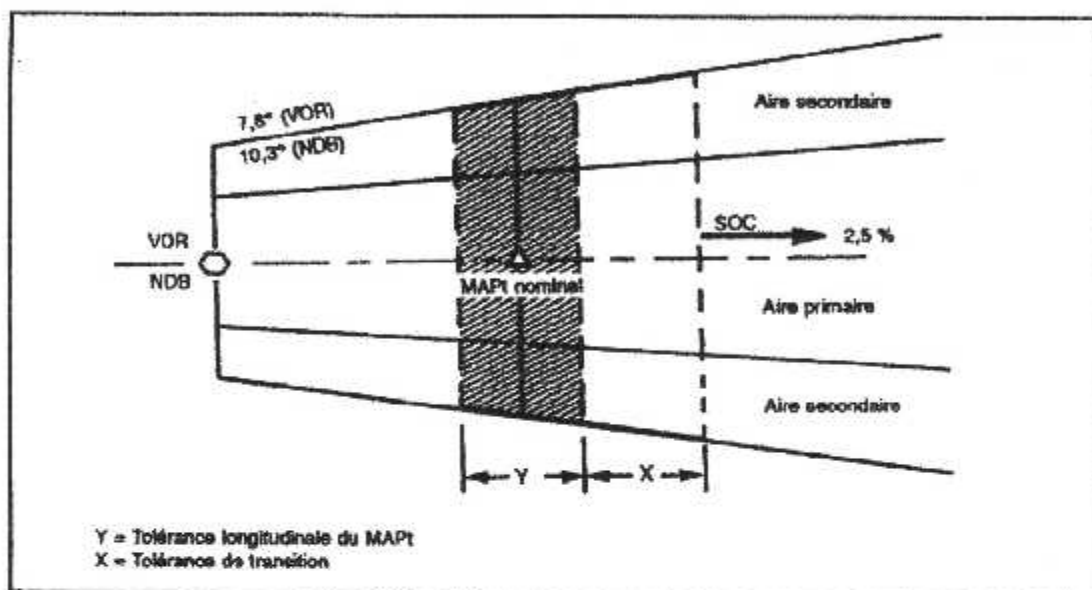


Fig-II-14- Aire d'approche interrompue en ligne droite

II-5-2-1-1-Guidage supplémentaire sur trajectoire

Il peut être avantageux pour l'exploitation d'utiliser, au cours de l'élaboration de la procédure d'approche interrompue, des installations convenablement situées pour réduire les dimensions du secteur final.

II-5-2-1-2-Guidage continu sur trajectoire

Lorsque le guidage sur trajectoire à l'approche interrompue est un prolongement du guidage assuré par l'installation utilisée pour l'approche finale, l'aire d'approche interrompue est le prolongement de l'aire ou des aires définies pour cette installation.

II-5-2-2-Aires primaire et secondaire

L'aire d'approche interrompue en ligne droite comprend une aire primaire, disposée symétriquement de part et d'autre du parcours d'approche interrompue, et une aire secondaire de chaque côté de l'aire primaire. En tout point, la largeur de l'aire primaire est égale à la moitié de la largeur totale, et la largeur de chaque aire secondaire est égale au quart de la largeur totale.

II-5-2-3-Alignement

La trajectoire d'approche interrompue devrait, dans toute la mesure possible, être dans le prolongement du parcours d'approche finale. Les approches interrompues qui nécessitent des virages sont autorisées, mais ne devraient être exécutées que lorsqu'elles peuvent présenter un avantage opérationnel.

II-5-3-Approche interrompue avec virage

Si un virage à partir du parcours d'approche finale est spécifié, il faut construire des aires d'approche interrompue avec virage. Les critères de l'approche interrompue en ligne droite s'appliquent jusqu'au TP pour les virages spécifiés par une altitude/hauteur, et jusqu'au TP amont pour les virages amorcés à un TP désigné. Pour obtenir l'OCA/H minimale, il peut être nécessaire d'ajuster l'altitude de virage désignée ou le point de virage (TP) désigné. Le nombre de variables est tel qu'on peut être amené à procéder par approximations successives.

II-5-3-1-Paramètres de virage

Les paramètres sur lesquels se fondent les aires de virage sont les suivants :

- Altitude : altitude de l'aérodrome plus 300 m (1000 ft) ;
- Température : ISA + 15°C correspondant à a) ci-dessus ;
- Vitesse indiquée : Valeur mentionnée dans le tableau I-1 pour l'approche interrompue finale en retard de la catégorie de vitesse pour laquelle la procédure est conçue.
- Vitesse vraie : V_i de l'alinéa c) ci-dessus corrigée en fonction de l'altitude a) et de la température b) ;
- Vent : vent correspondant à une probabilité maximale de 95% sur une base omnidirectionnelle lorsqu'on dispose de données statistiques sur le vent. Lorsqu'on ne dispose d'aucune donnée sur le vent, il y lieu d'utiliser un vent omnidirectionnel de 56 km/h (30 kt) ;
- Angle d'inclinaison latérale moyen : 15° ;
- Tolérance du repère : selon le type du repère ;
- Tolérance technique de vol : 3 s pour la réaction du pilote + 3 s pour la mise en inclinaison = 6 s [pour calculer c)].

II-5-3-2-Virage amorcé à une altitude/hauteur désignée

Un virage est prescrit lorsqu'on atteint une altitude spécifiée en vue de tenir compte de deux sortes d'obstacles pénalisants :

- Un obstacle situé dans la direction de l'approche interrompue en ligne droite et qui doit être évité ;
- Un obstacle situé par le travers de la trajectoire d'approche interrompue en ligne droite et qui doit être survolé après le virage avec une marge appropriée .

En pareil cas, la procédure exigera qu'un virage soit effectué pour atteindre une altitude spécifiée avant d'amorcer un virage pour atteindre un cap spécifié ou en direction d'une installation.

II-5-3-2-1-Altitude/hauteur de virage

On choisit un TP aval pour permettre à l'aéronef d'éviter un obstacle situé droit devant lui. On porte ensuite le point de virage (TP) avant le TP aval à une distance c équivalente à 6 s (temps de réaction du pilote et de mise en inclinaison) à la vitesse d'approche interrompue finale (ou à la vitesse maximale publiée pour l'approche interrompue) augmentée de 56 km/h (30 kt) pour le vent arrière. Les critères d'approche interrompue en ligne droite s'appliquent jusqu'au TP. Cela permet de calculer l'OCA/H pour les segments d'approche finale et d'approche interrompue en ligne droite (OCA/H_{fm}). On détermine ensuite le SOC et on calcule l'altitude/hauteur de virage (TNA/H) d'après la relation suivante :

$$TNA/H = OCA/H_{fm} + d_z \cdot \tan Z$$

Dans laquelle d_z représente la distance horizontale entre le SOC et le TP.

Si le TP aval doit être situé au SOC calculé pour l'approche finale et l'approche interrompue en ligne droite, ou avant ce point, le MAPT sera ramené en arrière et, s'il y a lieu, l'OCA/H sera augmentée.

II-5-3-2-2-Aires

L'aire de mise en virage est limitée par les bords des aires initiale et intermédiaire d'approche interrompue. Elle commence au TP amont qui doit correspondre au MAPT amont. Cette disposition protège les aéronefs qui, à l'arrivée au MAPT, sont déjà à l'altitude/hauteur spécifiée. L'aire de mise en virage se termine au TP.

II-5-3-2-3-Marge de franchissement d'obstacles**➤ Virage de plus de 15°****a) Marge de franchissement d'obstacles dans l'aire de mise en virage**

L'altitude/hauteur des obstacles dans l'aire de mise en virage sera inférieure à :
 $TNA/H - 50 \text{ m (164 ft)}$

b) Marge de franchissement d'obstacles dans l'aire de virage

L'altitude/hauteur des obstacles dans l'aire de virage et au-delà sera inférieure à :

$$TNA/H + d_0 \operatorname{tg} Z - MOC$$

Où d_0 est mesurée entre l'obstacle et le point le plus proche de la limite de l'aire de mise en virage et MOC est égale à 50 m (164 ft) et diminue linéairement pour devenir nulle au bord extérieur des aires secondaires, s'il y en a.

➤ Virage de 15° ou moins

Lorsqu'un virage de 15° ou moins est spécifié, les critères ci-dessus s'appliquent mais, dans ce cas, la MOC sera de 30 m (98 ft) dans les aires primaires.

II-5-3-2-4-Corrections d'altitude/hauteur de virage

S'il n'est pas possible de respecter les critères spécifiés en ce qui concerne les virages de plus de 15°, on corrigera l'altitude /hauteur de virage. Cette correction peut être effectuée de trois façons :

- corriger la TNA/H sans changer l'OCA/H. Cela signifie que le TP aval sera déplacé et que les aires feront l'objet de nouveaux tracés en conséquence.
- Ramener le SOC vers l'arrière pour augmenter d_z . Cela signifie que le MAPT et donc le TP amont seront déplacés et les aires de virage agrandies en conséquence.
- Augmenter l'OCA/H.

II-5-3-2-5-Protection des virages prématurés

Si la procédure ne spécifie pas que les virages ne doivent pas commencer avant le MAPT, il faut tenir compte d'une aire supplémentaire à l'extérieur de l'aire d'approche finale. Dans cette aire, l'altitude/hauteur des obstacles doit être inférieure à :

$$TNA/H + d_0 \operatorname{tg} Z - 50 \text{ m (164 ft)}$$

Où d_0 est mesurée entre l'obstacle et le point le plus proche sur le bord de l'aire d'approche finale. S'il n'est pas possible de respecter ce critère, la procédure doit interdire les virages avant le MAPT.

II-5-3-3-Virage amorcé en un point de virage désigné (TP)

Un TP désigné sera défini par un repère, ou par une radiale, un relèvement ou une distance DME de garde. Il est choisi pour permettre à l'aéronef d'éviter un obstacle situé droit devant lui. Les critères d'approche interrompue en ligne droite s'appliquent jusqu'au TP amont. Cette disposition permet de calculer l'OCA/H pour l'approche finale et l'approche interrompue en ligne droite (OCA/H_{fm}). On détermine alors le SOC.

II-5-3-3-1-Aire de tolérance du point de virage

Les dimensions longitudinales de l'aire de tolérance du TP correspondant aux limites de l'aire de tolérance de repère prolongées dans la direction du vol d'une distance c (réaction du pilote et mise en inclinaison latérale) équivalent à 6 s de vol à la vitesse d'approche interrompue finale (ou à la vitesse maximale publiée pour l'approche interrompue), augmentée de 56 km/h (30 kt) pour le vent arrière. Si le TP est défini par le passage à la verticale d'une installation de navigation (par exemple VOR, NDB), la tolérance de repère du TP peut être considérée comme étant de $\pm 0,9$ km ($\pm 0,5$ NM) jusqu'à une hauteur de 750m (2500 ft) au-dessus de l'installation dans le cas d'un VOR (avec un angle de cône de 50°) et de 1100 m (3600 ft) dans le cas d'un NDB.

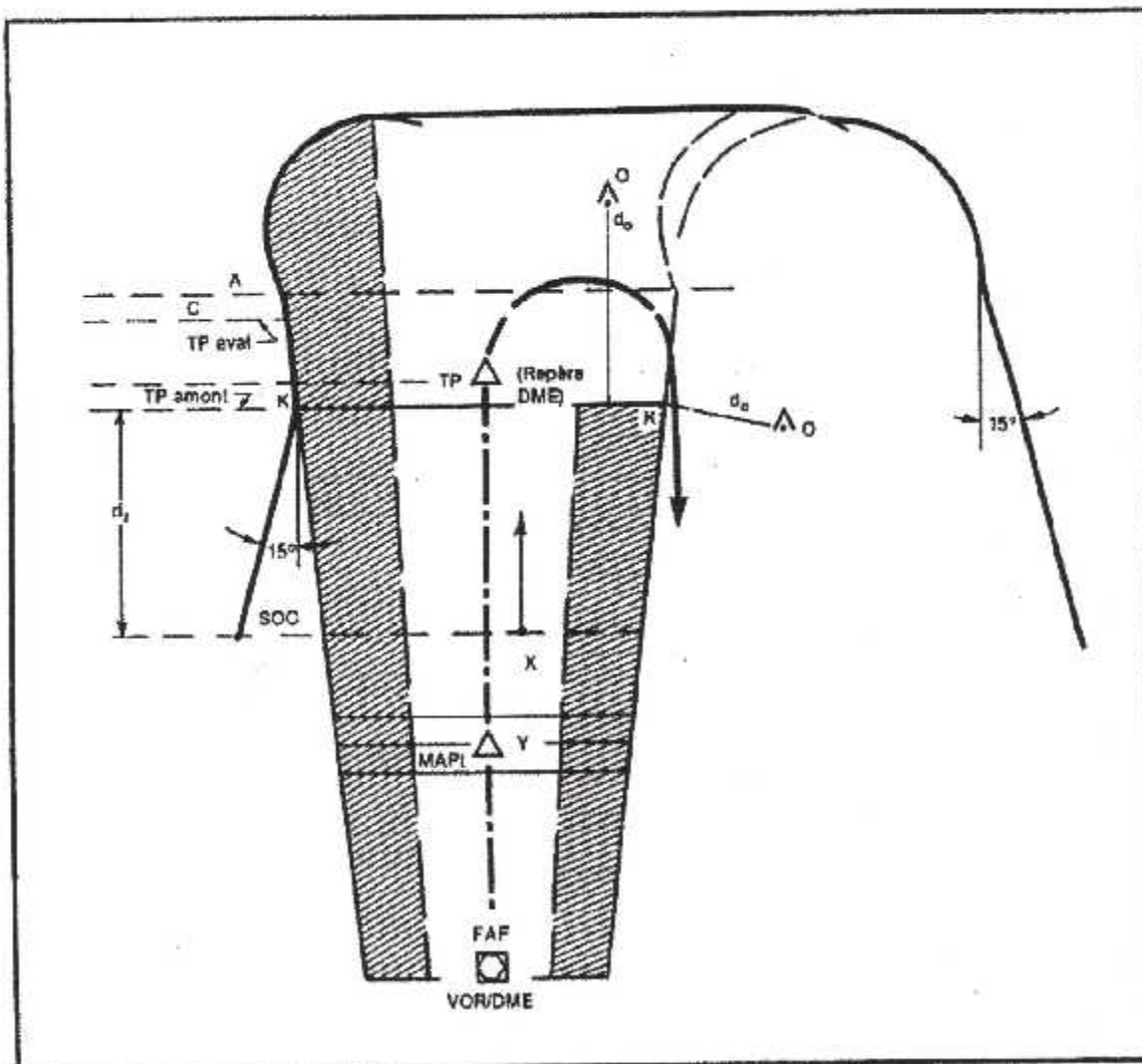


Fig-II-15- Approche interrompue avec virage de 180° et DME comme repère TP

II-5-3-3-2-Marge de franchissement d'obstacles dans l'aire de virage

L'altitude des obstacles dans l'aire de virage sera inférieure à : $OCA/H_{fm} + d_0 \text{ tgZ-MOC}$

Où :

$d_0 = d_z +$ la plus courte distance de l'obstacle à la droite k-k,

d_z —distance horizontale du SOC au TP amont

La MOC est égale à :

50 m (164 ft) pour les virages de plus de 15°

30 m (98 ft) pour les virages de 15° ou moins

et elle diminue linéairement pour devenir nulle au bord extérieure des aires secondaires, s'il y en a.

II-5-3-3-Aires secondaires

Dans l'aire de virage, l'aire secondaire s'applique toujours au côté extérieur du virage, comme prolongement de l'aire secondaire d'approche interrompue en ligne droite. Les aires secondaires reprennent dès que l'aéronef dispose d'un guidage de trajectoire.

II-5-3-3-4-Guidage supplémentaire de trajectoire

Après le virage, il peut être avantageux, du point de vue de l'exploitation, d'utiliser, pour l'établissement de la procédure d'approche interrompue, des installations convenablement situées afin de réduire les dimensions du secteur final de l'aire d'approche interrompue.

II-5-3-4-Virage spécifié au MAPT (virage de plus de 15°)

Si le virage est spécifié au MAPT, ce qui signifie que le pilote est censé établir l'avion sur une trajectoire de montée et ensuite exécuter le virage, l'OCA/H sera prise comme altitude/hauteur de virage et l'aire de mise en virage s'étendra du MAPT amont au SOC.

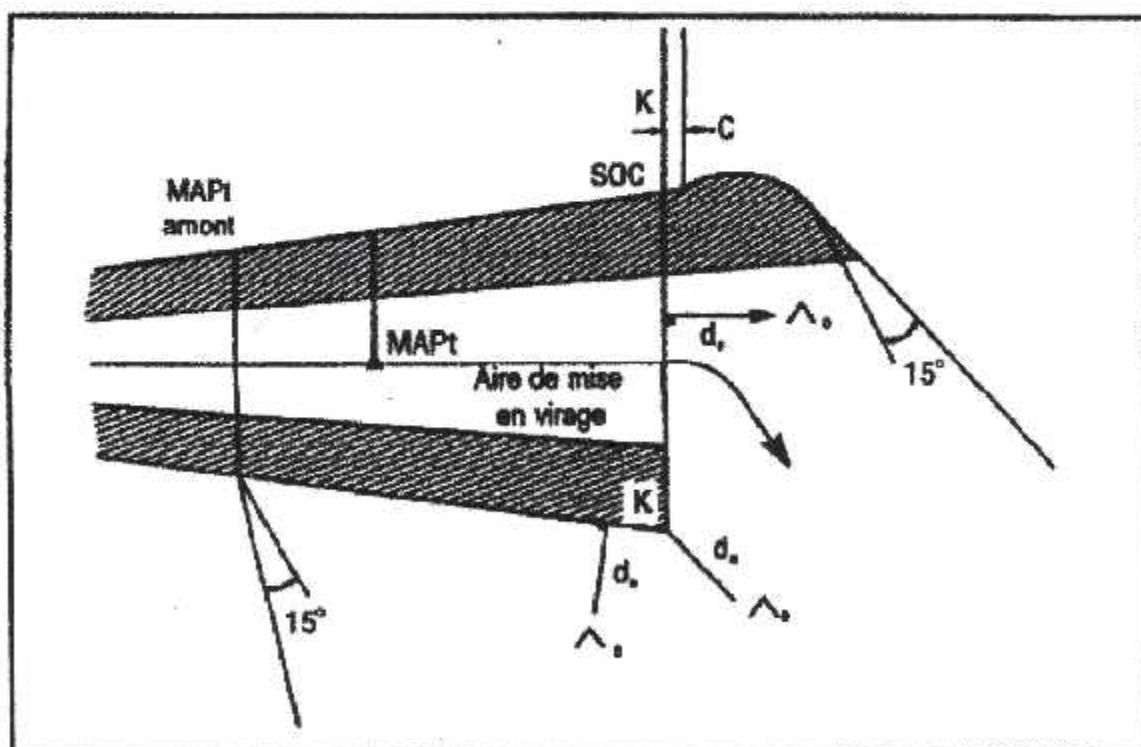


Fig-II-16- Virage d'approche interrompue supérieur à 15° au MAPT

Chapitre III

Procédures d'approche avec ILS

III-Procédures d'approche avec l'ILS

III-1-Généralités

III-1-1-Application

Les critères ILS exposés dans le présent chapitre portent sur les performances de l'équipement au sol et de l'équipement de bord et sur l'intégrité nécessaire pour répondre aux objectifs opérationnels des catégories I, II et III.

III-1-2-Construction de la procédure

La procédure à suivre depuis le vol de croisière jusqu'au segment de précision de l'approche ILS et de la phase finale de l'approche interrompue doit être conforme aux critères généraux. Les différences résident dans les caractéristiques physiques du segment de précision de l'ILS, qui comprend le segment d'approche finale ainsi que les phases initiale et intermédiaire du segment d'approche interrompue. Ces caractéristiques sont liées aux performances des systèmes ILS de catégorie I, II et III.

III-1-3-Conditions normalisées

Les hypothèses normalisées sur lesquelles reposent les procédures sont les suivantes :

- Dimensions des aéronefs : demi-envergure, 30m au maximum ; distance verticale entre la trajectoire des roues et l'antenne de radioalignement de descente, 6 m au maximum.
- Catégorie II avec directeur de vol.
- Pente de montée à l'approche interrompue 2,5%.
- Largeur du secteur ILS : 210 m au seuil.
- Hauteur du point de repère ILS : 15 m (49 ft).
- Toutes les hauteurs des obstacles sont rapportées à l'altitude du seuil.
- Pour l'exploitation des catégories II et III, les obstacles ne dépassent pas les surfaces intérieures d'approche et de transition et la surface d'atterrissage interrompu de l'annexe 14.

Des corrections sont prévues lorsqu'il y a lieu. Des corrections sont obligatoires lorsque les conditions diffèrent d'une manière défavorable des conditions normalisées et elles sont facultatives lorsque cela est spécifié.

III-1-4-Altitude/hauteur de franchissement d'obstacles(OCA/H)

Les critères ILS permettent de calculer une OCA/H pour chaque catégorie d'aéronefs. lorsque des calculs statistiques interviennent, les valeurs de l'OCA/H ont été conçues en vue d'un objectif général de sécurité comportant un risque de collision avec des obstacles égal à 1×10^{-7} , soit 1 sur 10 millions. L'OCA/H assure le franchissement des obstacles depuis le début de l'approche finale jusqu'à la fin du segment intermédiaire d'approche interrompue.

Note

Cette OCA/H est l'un des facteurs dont l'exploitant doit tenir compte pour déterminer la hauteurs de décision.

Des éléments supplémentaires ont été insérés pour permettre de calculer les avantages opérationnels de l'amélioration des performances de maintien sur l'axe des pilotes automatiques répondant aux normes de certification nationales (par comparaison avec les directeurs de vol) de catégorie II et de l'amélioration des performances de montée à l'approche interrompue des catégories I, II et III. On peut également calculer les avantages pour les aéronefs dont les dimensions sont autres que les dimensions normalisées prises comme hypothèses dans les calculs de base. Il n'y a pas d'OCA/H associée à l'exploitation de

catégorie III. Cette exploitation s'appuie sur les surfaces de limitation d'obstacles définies dans l'Annexe 14 associées à la protection des critères de catégorie II.

III-1-5-Calcul de l'OCA/H

En réalité il existe trois méthodes de calcul de l'OCA/H, qui impliquent à leur tour des augmentations progressives de complexité dans le traitement des obstacles. On admet a priori que les conditions normalisées spécifiées existent, à moins que des corrections n'aient été faites pour tenir compte de conditions non normalisées.

- La première méthode implique un ensemble de surfaces dérivées des surfaces de limitation d'obstacles d'approche de précision de l'Annexe 14 et une surface d'approche interrompue sous le nom de « surfaces ILS de base ».
- La deuxième méthode implique un ensemble de surfaces d'évaluation d'obstacles(OAS) au-dessus des surfaces ILS de base. Si aucun obstacle ne dépasse l'OAS et si la densité des obstacles au-dessus de l'OAS est acceptable en exploitation, l'OCA/H pour les catégories I et II est encore définie par les marges des catégories d'aéronefs, et l'exploitation de catégorie III reste sans restriction. Cependant, si des obstacles dépassent les OAS, la marge correspondant à la catégorie d'aéronefs est ajoutée à la hauteur corrigée de l'obstacle à l'approche le plus élevé ou plus pénalisant, si cette dernière hauteur est supérieure. La valeur ainsi obtenue représente l'OCA/H.
- La troisième méthode, qui utilise un modèle de risque de collision (CRM), est employée soit comme substitut de la deuxième méthode, soit lorsque la densité des obstacles au-dessous de l'OAS est jugée excessive. Le CRM admet tous les objets et évalue pour une valeur donnée de l'OCA/H le risque que présente chaque obstacle et le risque général que présente l'ensemble des obstacles. Ainsi, il permet un jugement opérationnel pour le choix de la valeur de l'OCA/H qui garantira que le danger présenté par les obstacles, individuellement et collectivement, peut être maintenu dans les limites globales de sécurité visées.

III-2-Segment d'approche initial

Le segment d'approche initial pour l'ILS doit faire en sorte que l'aéronef soit placé dans les limites du volume de service opérationnel de l'alignement de piste sur un cap qui facilitera l'interception du radioalignement de piste. En conséquence, les critères généraux applicables au segment initial sont modifiés conformément à :

- **Alignement :** L'angle d'interception entre la trajectoire d'approche initiale et la trajectoire d'approche intermédiaire ne devrait pas dépasser 90°. Si cet angle dépasse 70°, une radiale, un relèvement, un vecteur radar ou des indications DME assurant un guidage sur au moins 4 km (2 NM) seront identifiés en vue de faciliter le virage d'alignement sur la trajectoire intermédiaire.
Une procédure d'inversion, en hippodrome, ou une procédure à l'estime devraient être envisagées si l'angle d'interception est supérieur à 90°. Afin de permettre le couplage du pilote automatique sur le radioalignement de piste, il est souhaitable que l'angle d'interception ne dépasse pas 30°.
- **Aire :** L'aire sera la même que pour les critères généraux. Toutefois, le segment d'approche initiale se termine à l'IF, qui doit être situé à l'intérieur des limites d'utilisation du signal du radiophare d'alignement de piste ILS et, normalement, à une distance ne dépassant pas 46 km (25 NM) de l'antenne du radiophare.

III-3-Segment d'approche intermédiaire

Le segment d'approche intermédiaire pour l'ILS diffère des critères généraux du fait que l'alignement coïncide avec l'axe d'alignement de piste, que la longueur peut être réduite et, dans certains cas, que les aires secondaires peuvent être supprimées. Les aires primaire et secondaire au FAP sont définies en fonction des surfaces ILS. En conséquence, les critères généraux s'appliquent, sauf, comme il est indiqué ci-dessus, en ce qui concerne l'alignement, la longueur et la largeur de l'aire et la marge de franchissement d'obstacles.

- **Alignement** : le segment intermédiaire d'une procédure ILS sera aligné sur l'axe du radioalignement de piste.
- **Longueur** : La longueur optimale du segment d'approche intermédiaire est de 9 Km (5 NM). La distance entre les points d'interception d'alignement de piste et d'interception d'alignement de descente devrait être suffisante pour permettre à l'aéronef de se stabiliser et de s'établir sur l'alignement de piste avant d'intercepter l'alignement de descente, compte tenu de l'angle d'interception de l'alignement de piste. Des valeurs minimales de cette distance sont spécifiées au tableau suivant. Ces valeurs minimales ne devraient cependant être utilisées que si cela est rendu nécessaire par la suite du volume restreint d'espace aérien utilisable. La longueur maximale du segment est déterminée par le fait qu'il doit être situé entièrement à l'intérieur des limites d'utilisation du signal d'alignement de piste, et en principe à une distance ne dépassant pas 46 Km (25 NM) de l'antenne du radiophare d'alignement de piste.

Tableau-III-1- Distance minimale entre les points d'interception de l'alignement de piste et de la trajectoire de descente

<i>Angle d'interception du radiophare d'alignement de piste (en degrés)</i>	<i>Cat A/B</i>	<i>Cat C/D/E</i>
0 — 15	2,8 km (1,5 NM)	2,8 km (1,5 NM)
16 — 30	3,7 km (2,0 NM)	3,7 km (2,0 NM)
31 — 60	3,7 km (2,0 NM)	4,6 km (2,5 NM)
61 — 90	3,7 km (2,0 NM)	5,6 km (3,0 NM)
ou avec une procédure en hippodrome ou une procédure d'inversion		

- **Largeur** : La largeur totale au début du segment d'approche intermédiaire est définie par la largeur totale finale du segment d'approche initiale et se rétrécit graduellement pour coïncider avec les distances horizontales entre les surfaces X d'OAS au FAP. Pour les besoins du franchissement d'obstacles, le segment d'approche intermédiaire est divisé en une aire primaire délimitée de part et d'autre par une aire secondaire (toutefois, les aires secondaires ne s'appliquent pas au cas où une trajectoire DR est utilisée dans le segment d'approche initial). L'aire primaire est déterminée en joignant l'aire primaire d'approche initiale aux surfaces d'approche finale (au FAP). A la jonction avec le segment d'approche initiale, la largeur de chaque aire secondaire est égale à la moitié de la largeur de l'aire primaire et diminue pour atteindre zéro à la jonction avec les surfaces d'approche initiale.

Lorsqu'un circuit en hippodrome ou une manœuvre d'inversion est spécifié avant l'interception de l'axe du radioalignement de piste, l'aire d'approche intermédiaire s'étendra à 9,3 km (5,0 NM) de part et d'autre du parcours d'approche intermédiaire à 28 km (15 NM) à partir de l'installation, et cette largeur diminuera uniformément jusqu'à la largeur de l'aire d'approche finale au FAF, l'installation étant le radiophare lui-même et le FAF étant remplacé par le FAP.

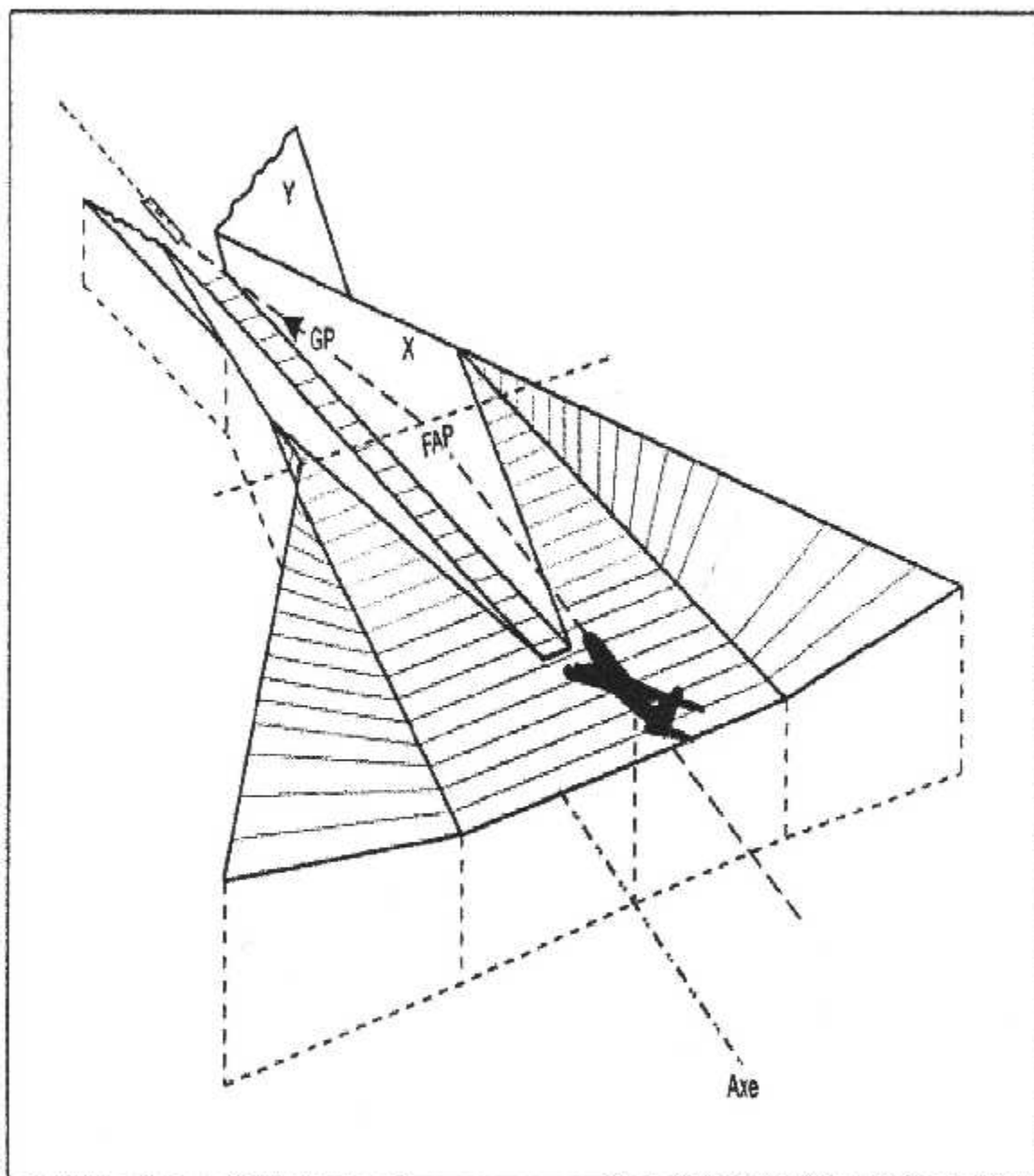


Fig-III-1- Jonction de l'approche finale et du segment précédent-vue en perspective-

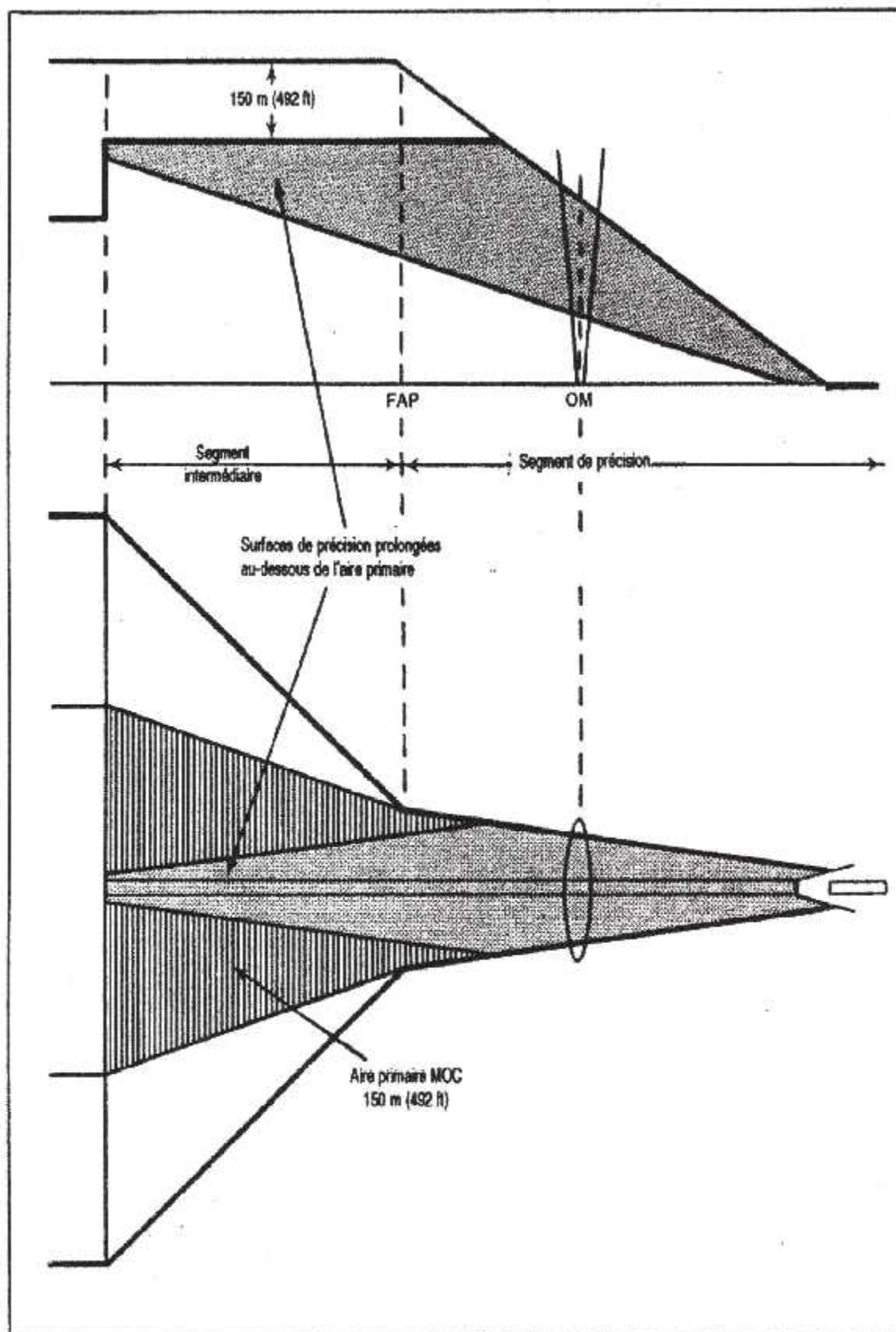


Fig-III-2-Segment de précision sans repère d'approche finale

- **Marge de franchissement d'obstacle :** La marge de franchissement d'obstacles est la même que celle appliquée dans les critères généraux; toutefois, lorsque la procédure permet une approche en ligne droite (dans laquelle l'aéronef est stabilisé sur l'axe du radioalignement de piste avant de traverser l'IF), il n'y a pas lieu d'envisager des aires secondaires aux fins du franchissement d'obstacles.

III-4-Segment de précision

Le segment de précision pour l'ILS est aligné sur l'axe du radioalignement de piste et contient la descente finale en vue de l'atterrissage, ainsi que les phases initiale et intermédiaire de l'approche interrompue.

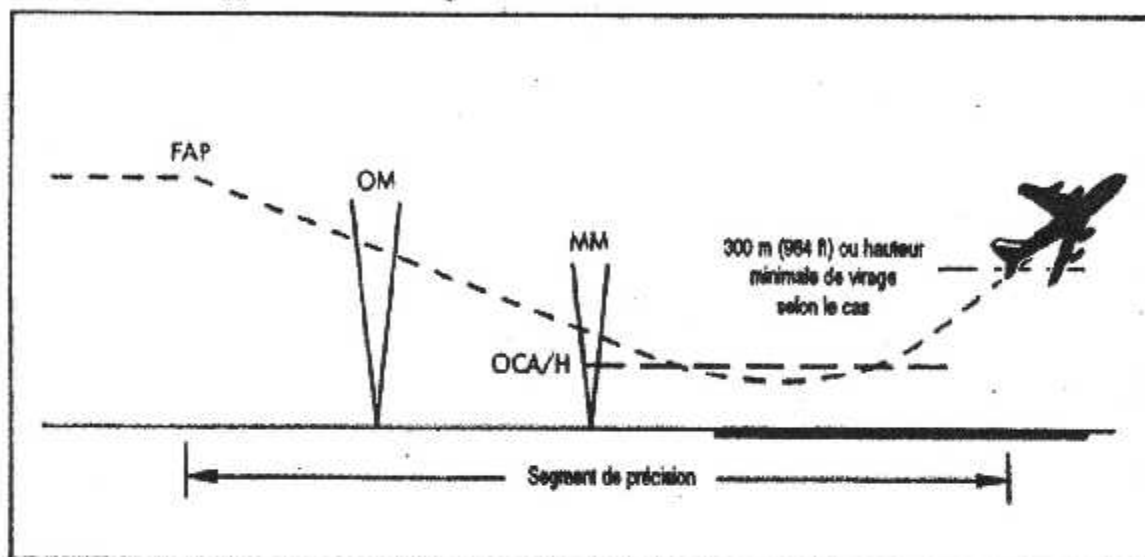


Fig-III-3-Segment de précision

III-4-1-Origine

Le segment de précision commence au point d'approche finale (intersection du radioalignement de descente nominal et de l'altitude minimale spécifiée pour le segment précédent). le FAP ne devrait pas être situé, En principe, à plus de 19 km (10 NM) avant le seuil.

III-4-2-Repère de radioborne extérieure

Un repère de radio borne extérieure (radioborne extérieure ou DME) est nécessaire pour permettre la comparaison entre l'alignement de descente indiqué et les indications de l'altimètre de bord. La tolérance du repère de radio borne extérieure ne dépassera pas $\pm 0,9$ KM ($\pm 0,5$ NM). Si un DME est utilisé pour identifier le repère, la distance sera exprimée en nombres entiers de kilomètres (milles marins).

III-4-3-Repère de mise en descente

Un repère de mise en descente peut être implanté au FAP. dans ce cas, il devient le repère d'approche finale qui assure la liaison progressive entre la MOC du segment précédent et les surfaces de précision. Le repère de mise en descente ne devrait pas en principe être implanté à plus de 19 KM (10 NM) avant le seuil, à moins qu'un guidage d'alignement de descente suffisant ne soit assuré au-delà du minimum spécifié dans l'annexe 10. La tolérance maximale du repère est de $\pm 0,9$ KM ($\pm 0,5$ NM). Lorsqu'on utilise le DME pour identifier le repère, les distances seront exprimées en nombres entiers de kilomètres (milles marins).

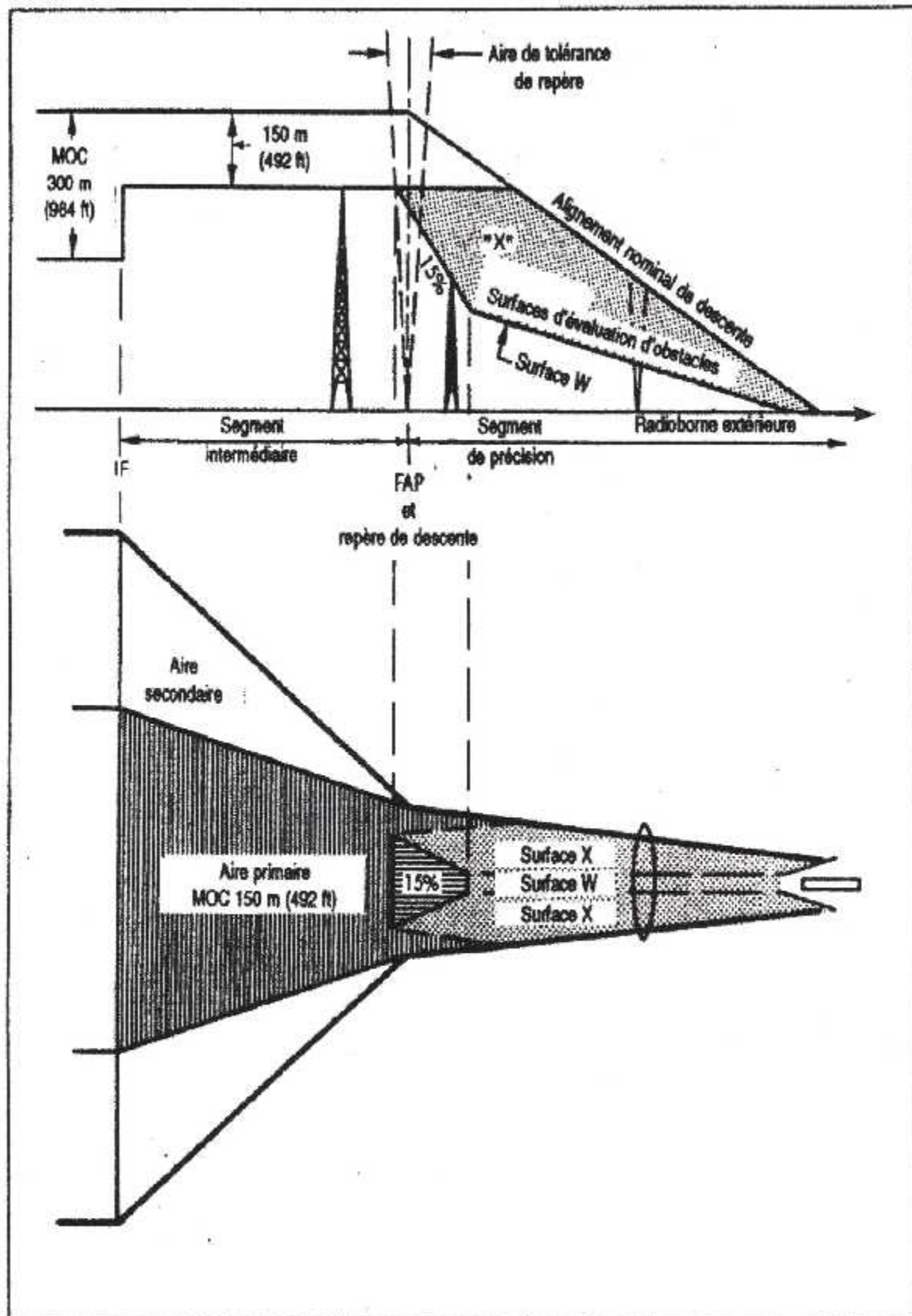


Fig-III-4-Repère d'approche finale défini par un repère de mise en descente situé au point d'approche finale

➤ Marge de franchissement d'obstacles au repère de mise en descente

Lorsque le repère de mise en descente est installé, les surfaces d'approche de précision commencent au point amont de la zone de tolérance du FAF (voir fig-III-4-). Les dispositions qui permettent de négliger les obstacles à proximité du repère s'appliquent à la zone située au-dessous de la pente de 15% à l'intérieur des surfaces de précision. Lorsqu'il n'y a pas de repère de mise en descente au FAF, aucune réduction des surfaces de précision n'est admise (voir fig-III-2-). Lorsqu'elles se prolongent à l'intérieur du segment intermédiaire qui précède, les surfaces de précision ne doivent pas s'étendre au-delà de ce segment.

III-4-4-point d'approche interrompue

Le point d'approche interrompue est défini par l'intersection de l'alignement de descente nominal et de l'altitude/hauteur décision (DA/H). la DA/H est supérieure ou égale à l'OCA/H.

III-4-5-Fin du segment de précision

Le segment de précision se termine en principe au point où commence la phase finale d'approche interrompue ou au point où la surface Z de montée à l'approche interrompue, qui commence à 900 m au-delà du seuil, atteint une hauteur de 300 m (984 ft) au-dessus du seuil, si cette dernière hauteur est plus faible.

III-4-6-Marge de franchissement d'obstacles du segment de précision-application des critères des surfaces d'évaluation d'obstacles (OAS)

III-4-6-1-Généralités

Les dimensions des OAS sont liées à la géométrie de l'ILS (distance entre le seuil et le radiophare d'alignement de piste, angle de l'alignement de descente) et de la catégorie d'exploitation ILS. Les obstacles qui dépassent les OAS sont subdivisés en deux catégories : obstacles à l'approche et obstacles à l'approche interrompue. La hauteur de l'obstacle d'approche le plus élevé, ou le dépassement corrigé de l'obstacle d'approche interrompue par rapport à la surface, est déterminée et ajoutée à une marge liée à la catégorie d'aéronefs pour obtenir l'OCA/H appropriée. Ainsi, un tableau des valeurs de l'OCA/H pour l'exploitation de l'ILS de catégorie d'aéronefs peut être publié pour l'exploitation de l'ILS de catégorie I et de catégorie II à l'aérodrome considéré.

III-4-6-2-Définition des surfaces

Les OAS comprennent six surfaces planes inclinées (désignées par les lettres W, X, Y et Z) disposées symétriquement par rapport au segment de précision et au plan horizontal passant par le seuil (voir fig-III-5- et fig-III-6-). La géométrie des surfaces inclinées est définie avec précision par quatre équations linéaires simple de la forme $Z = Ax + By + C$. Dans ces équations, x et y sont des coordonnées de position et z est la hauteur de la surface à cette position. Pour chaque surface, les constantes A, B et C sont spécifiées pour la gamme opérationnelle des distances entre le radiophare d'alignement de piste et le seuil et des angles d'alignement de descente. Des ensembles distincts de constantes sont spécifiés pour la catégories I et la catégorie II. Ces constantes peuvent être modifiées pour tenir compte des éléments suivants :

- Amélioration des performances de maintien sur l'axe due à l'emploi de pilotes automatiques certifiés pour l'exploitation de catégorie II.
- Pente de montée en approche interrompue.
- Dimension des aéronefs.
- Hauteur du point de repère ILS au-dessus de la valeur nominale.

Certains radioalignement de piste de catégorie I peuvent, pour des raisons techniques, avoir une largeur de secteur supérieure à la valeur nominale de 210 m au seuil. Pour tenir compte de cette caractéristique, une méthode simple de correction des coordonnées est spécifiée.

Les OAS de catégorie I sont limitées par la longueur du segment de précision et, à l'exception des surfaces W et X, par une hauteur maximale de 300 m.

Les OAS de catégorie II sont limitées par une hauteur maximale de 150 m.

Lorsque les surfaces de limitation d'obstacles d'approche et de transition de l'annexe 14 pour les pistes avec approche de précision dépassent les OAS ci-dessus, ce sont les surfaces de l'annexe 14 qui deviennent les OAS. Les surfaces de limitation d'obstacles intérieures d'approche, intérieures de transition et d'atterrissage interrompu protègent l'exploitation de catégorie III, à condition que l'OCA/H de catégorie II soit égale ou inférieure à la hauteur maximale de ces surfaces qui peuvent être prolongées jusqu'à 60 m, si cela est nécessaire.

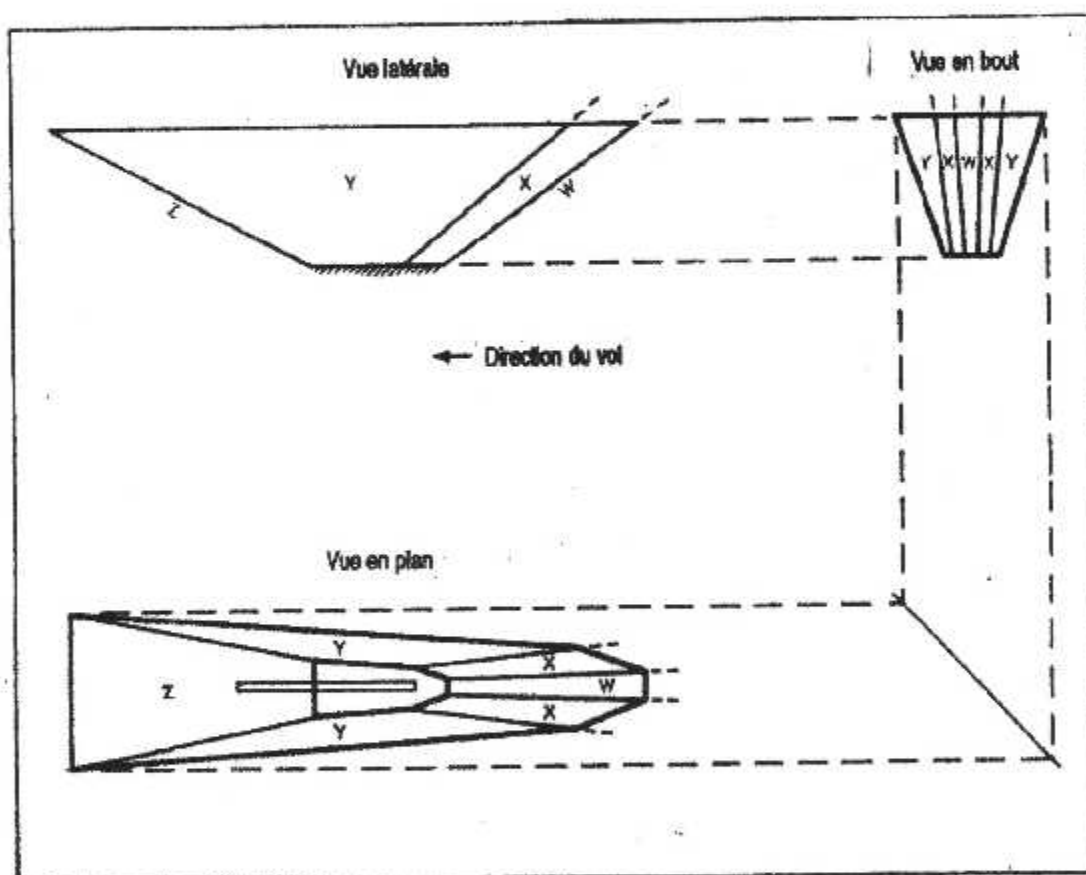


Fig-III-5-Illustration des surfaces d'évaluation d'obstacles ILS

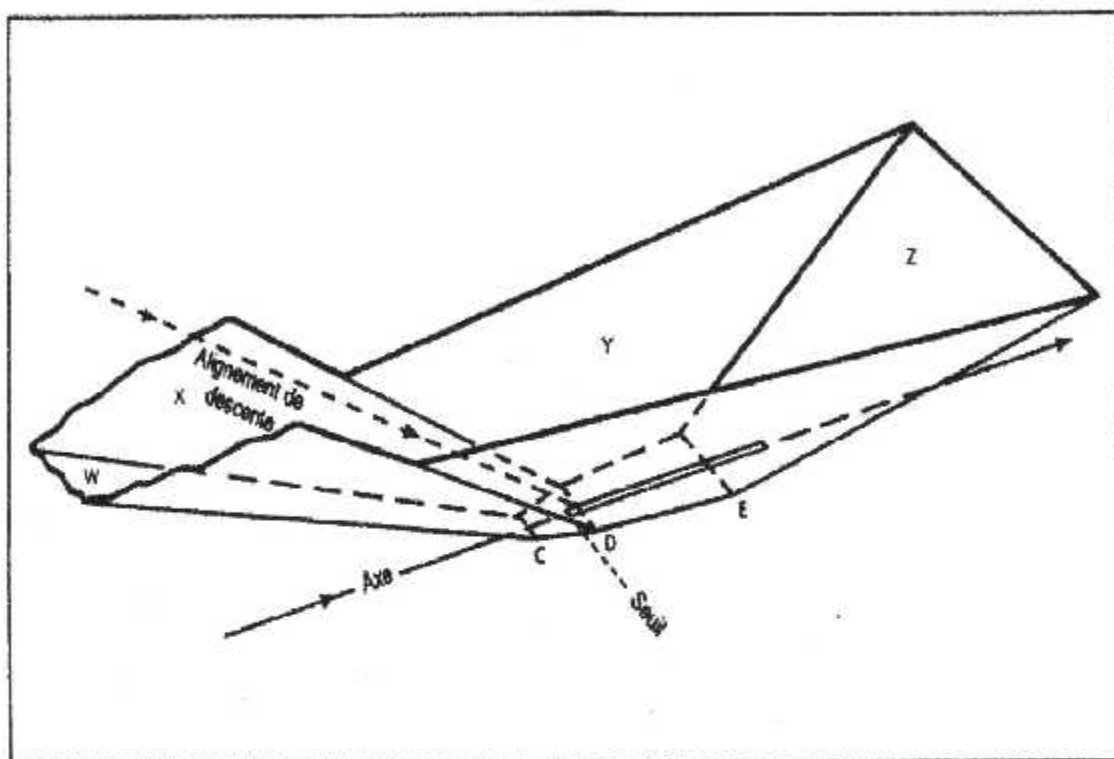


Fig-III-6-Illustration des surfaces d'évaluation d'obstacles ILS-vue en perspective

III-4-6-3-Système de coordonnées

Les positions des obstacles sont indiquées en fonction d'un système de coordonnées x, y, z avec origine au seuil. L'axe des x est parallèle au segment de précision. Les valeurs positives de x sont mesurées en amont du seuil, les valeurs négatives en aval du seuil. L'axe des y est perpendiculaire à l'axe des x . bien qu'elles soient représentées de la manière classique sur la figure ci-dessous, les valeurs y sont toujours considérées comme positives dans tous les calculs associés à la géométrie des OAS. L'axe des z est vertical, les hauteurs au-dessus du seuil étant positives.

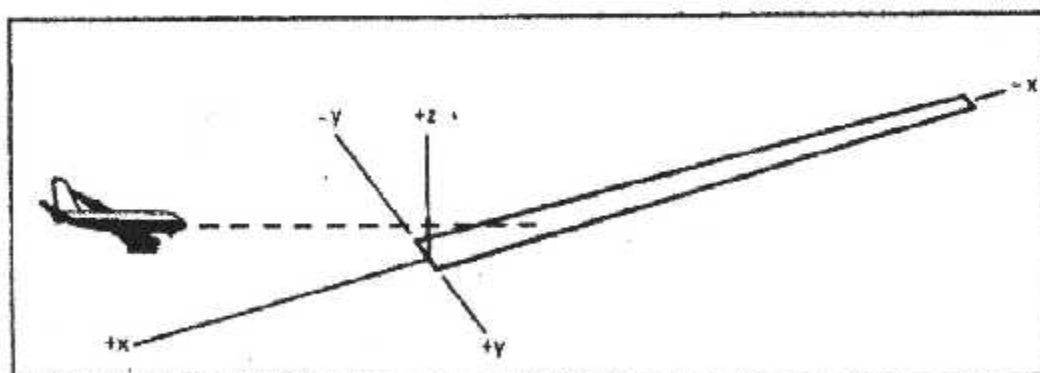


Fig-III-7-Système de coordonnées

III-4-6-4-Constantes OAS

Pour l'exploitation de catégorie I et de catégorie II, les constantes A, B et C pour chaque surface inclinée sont indiquées dans le supplément I à la III^{ème} partie du DOC 8168-PANS OPS. Elles sont données pour toutes les combinaisons de distances entre le radiophare d'alignement de piste et le seuil et d'angles d'alignement de descente pour les valeurs comprises respectivement entre 2000 m et 4500 m et entre 2,5° et 3,5° par tranches de 200m et de 0,1°. Pour les valeurs intermédiaires de la distance entre le radiophare d'alignement de piste et le seuil ou de l'angle d'alignement de descente, il y a lieu d'utiliser la valeur immédiatement inférieure de la distance ou de l'angle. Lorsque la distance entre le radiophare d'alignement de piste et le seuil ou l'angle d'alignement de descente sort des limites de la gamme de valeurs pour laquelle des données figurent dans le tableau, on doit utiliser les données indiquées pour la valeur maximale ou minimale appropriée.

III-4-6-5-Calcul des hauteurs OAS

Pour calculer la hauteur z de l'une des surfaces inclinées en un point X', Y', les constantes appropriées devraient d'abord être tirées du supplément I à la III^{ème} Partie (modifiées, si cela est nécessaire). Ces valeurs sont alors appliquées dans l'équation $z = Ax' + By' + C$. si l'OAS qui se trouve au-dessus de l'emplacement de l'obstacle n'est pas évidente, cette opération devra être répétée pour les autres surfaces inclinées. La hauteur OAS est la plus grande des hauteurs du plan (zéro si toutes les hauteurs du plan sont négatives).

III-4-6-6-Construction des hauteurs OAS

Des gabarits, ou vues en plan des contours des OAS à l'échelle d'une carte, sont parfois utilisées pour faciliter l'identification des obstacles lors de l'exécution d'un levé détaillé. Les données OAS figurant dans le supplément I à la III^{ème} partie comprennent les coordonnées des points d'intersection des pentes inclinées au niveau du seuil et à 300 m au-dessus du niveau du seuil pour la catégorie I, et à 150 m au-dessus de ce niveau pour la catégorie II. Les coordonnées de l'intersection au niveau du seuil sont appelées C, D, et E. lorsque les constantes OAS ont été modifiées, les coordonnées x et y du gabarit sont obtenues en résolvant deux équations linéaires à deux inconnues.

III-4-6-7-Correction des constantes

- **Généralités :** Les corrections sont obligatoires lorsque les paramètres considérés diffèrent de manière défavorable des conditions normalisées. Des corrections facultatives peuvent être faites lorsque cela est spécifié.

- **Dimensions des aéronefs :** Un élément qui intervient dans le calcul des critères OAS est l'élément dimensions des aéronefs. Une correction est obligatoire lorsque les dimensions de l'aéronef dépassent celles des conditions normalisées, et cette correction est facultative pour les aéronefs plus petits. Les surfaces peuvent être corrigées selon les dimensions des aéronefs au moyen des formules de correction suivantes du coefficient C pour les surfaces W, W*, X et Y :

Surface W : correction $C_w = C_w - (t - 6)$

Surface W* : correction $C_{w*} = C_{w*} - (t - 6)$

Surface X : correction $C_x = C_x - B_x \cdot P$

Surface Y : correction $C_y = C_y - B_y \cdot P$

Où : $P = [\text{le plus élevé de } t/B_x \text{ ou } S + (t - 3)/B_x] - [\text{le plus élevé de } 6/B_x \text{ ou } 30 + 3/B_x]$

Et S = demi-envergure

T = distance verticale entre la trajectoire de l'antenne du radioalignement de descente et celle de la partie la plus basse des roues.

- **Hauteur du point de repère (ILS) (RDH) :** Les constantes sont fondées sur une hauteur du point du repère ILS de 15 m. Une correction aux constantes OAS est obligatoire pour une RDH de l'ILS inférieure à 15 m, et facultative pour une RDH supérieure à 15 m. Cette correction est effectuée en modifiant le coefficient C pour les surfaces W, W*, X et Y comme suit :

$$C_{\text{corr}} = C + (\text{RDH} - 15)$$

Où : C_{corr} : valeur corrigée du coefficient C pour la surface considérée.

C : valeur donnée dans le tableau.

- **Modifications pour les radiophares d'alignement de piste de catégorie I dont la largeur de faisceau est supérieure à 210m :** Lorsque la largeur du faisceau du radiophare d'alignement de piste ILS au seuil est supérieure à la valeur nominale de 210m, les OAS définies pour cette distance entre le radiophare d'alignement de piste et le seuil sont insuffisantes. Pour tenir compte de cette situation, la coordonnée y des obstacles situés avant le point où la surface W coupe le plan du seuil à une distance $(-C_w/A_w)$ mètres doit être corrigée comme suit :

$$y_{\text{corr}} = y - [(x \cdot A_w + C_w) \cdot (\text{largeur de faisceau} - 210)] / 2 \cdot A_w \cdot \text{distance LLZ/THR}$$

où :

y_{corr} est une valeur corrigée de la coordonnée y de l'obstacle.

y est la coordonnée y de l'obstacle non corrigée.

x est la coordonnée x de l'obstacle.

C_w et A_w sont les constantes pour la surface W.

Il ne doit pas être fait de correction pour les largeurs de secteur inférieures à 210 m. La constante C_w de la formule ci-dessus doit comporter toutes les corrections relatives aux autres conditions non normalisées.

- **Emploi du pilote automatique (à couplage automatique) pour l'exploitation de la catégorie II :** Les OAS de catégorie II peuvent être réduites pour tenir compte de l'amélioration des performances de maintien sur l'axe des pilotes automatiques lorsque ceux-ci sont certifiés pour l'exploitation par l'autorité compétente. Cette réduction est effectuée en utilisant les constantes A, B et C modifiées pour la surface X et en introduisant une surface supplémentaire (appelée W*) dans les données. L'emploi de ces surfaces réduites ne devrait pas être autorisé pour les approches sans couplage automatique.
- **Pente d'approche interrompue :** S'il est démontré que les aéronefs ont des performances de montée en approche interrompue supérieures à la valeur minimale de 2,5%, les surfaces Y et Z peuvent être corrigées. Cette correction est réalisée en choisissant les constantes des surfaces Y et Z pour les pentes d'approche interrompue de 3%, 4% et 5%.

III-4-6-8-Détermination de l'OCA/H

L'OCA/H est déterminée en tenant compte de tous les obstacles qui dépassent les surfaces ILS de base et les surfaces applicables à la catégorie ILS d'exploitation considérée. Les surfaces qui s'appliquent à chaque catégorie d'exploitation ILS sont :

- ILS catégorie I : OAS ILS catégorie I.
- ILS catégorie II : OAS ILS catégorie II et partie de l'ILS catégorie I qui se trouvent au-dessus des limites de l'ILS catégorie II.
- ILS catégorie III : comme ILS catégorie II.

III-4-6-8-1-Calcul des valeurs de l'OCA/H

Les obstacles dont il y a lieu de tenir compte, sont divisés en obstacles à l'approche et à l'approche interrompue. Le critère le plus simple de classement est la distance : les obstacles à l'approche sont ceux situés entre le FAP et 900 m après le seuil, et les obstacles à l'approche interrompue sont ceux situés dans le reste du segment de précision (voir fig-III-8). Si l'autorité compétente le désire, les obstacles à l'approche interrompue peuvent être définis comme étant ceux qui dépassent une surface plane parallèle au plan d'alignement de descente et ayant son origine à -900 m, c'est à dire les obstacles ayant une hauteur supérieure à $[(900 + x) \cdot \tan \theta]$.

On détermine d'abord la hauteur de l'obstacle à l'approche le plus élevé. Ensuite, les hauteurs de tous les obstacles à l'approche interrompue sont ramenées aux hauteurs des obstacles à l'approche équivalents au moyen de la formule ci-dessous. L'OCA/H est déterminée en ajoutant la marge appropriée relative à la catégorie d'aéronefs figurant dans le tableau suivant, à la hauteur de l'obstacle à l'approche le plus élevé (réel ou équivalent).

$$h_a = [h_{ma} \cot Z + (900 + x)] / (\cot Z + \cot \theta)$$

où :

h_a = hauteur de l'obstacle à l'approche équivalent.

h_{ma} = hauteur de l'obstacle à l'approche interrompue.

θ = angle d'alignement de descente.

Z = angle de la surface d'approche interrompue.

x = distance de l'obstacle par rapport au seuil (comptée négativement si l'obstacle est en aval du seuil).

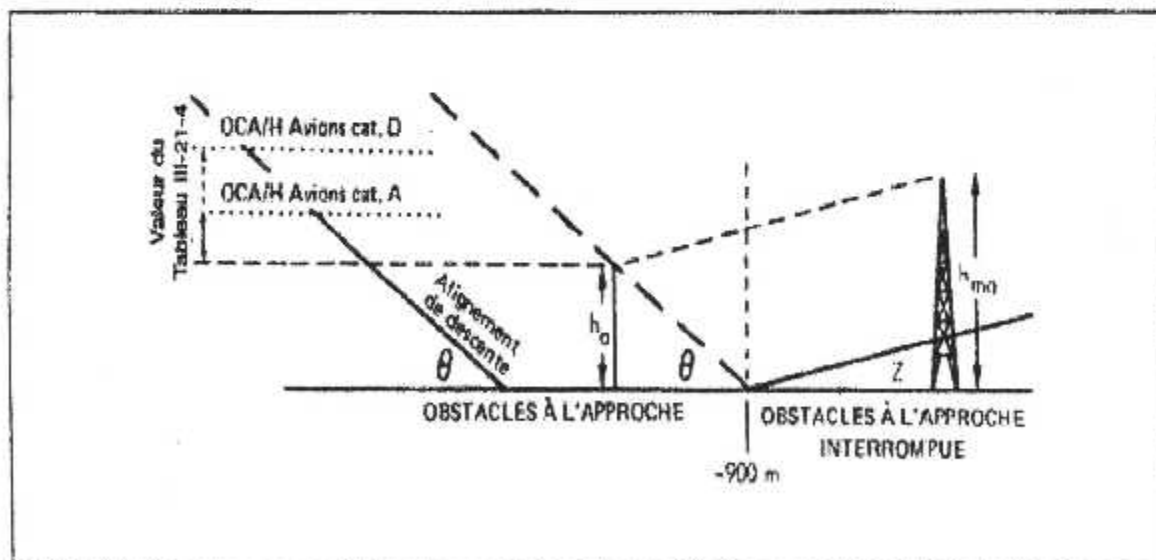


Fig-III-8-Obstacles à l'approche interrompue au-delà de 900m

Tableau-III-2-Marge de perte de hauteur/erreur altimétrique

Catégorie d'aéronefs (V _{at})	Marge avec radioaltimètre		Marge avec altimètre barométrique	
	mètres	ft	mètres	ft
A — 169 km/h (90 kt)	13	42	40	130
B — 223 km/h (120 kt)	18	59	43	142
C — 260 km/h (140 kt)	22	71	46	150
D — 306 km/h (165 kt)	26	85	49	161

III-4-6-8-2-Emploi du tableau

- Les marges indiquées au tableau seront corrigées comme suit :
 - Pour une altitude d'aérodrome supérieure à 900 m (2953 ft), augmenter les tolérances indiquées de 2% de la marge avec radioaltimètre par tranche de 300 m (984 ft) d'altitude ;
 - Pour les angles d'alignement de descente supérieures à 3,2%, augmenter les tolérances indiquées de 5% de la marge avec radioaltimètre par tranche de 0,1° d'augmentation de l'angle au-dessus de 3,2°.

Exemple : aéronef de catégorie C

- Altitude de l'aérodrome : 1650 m ; angle de l'alignement de descente : 3,5°.

Marges indiquées : radioaltimètre 22 m

(Tableau III-2-) : altimètre barométrique 46 m

- correction pour l'altitude de l'aérodrome :
 $22 \cdot (2/100) \cdot (1650/300) = 2,42 \text{ m}$
- correction pour l'angle de l'alignement de descente :
 $22 \cdot (5/100) \cdot (3,5 - 3,2)/0,1 = 3,30 \text{ m}$
- correction totale 5,72m arrondie à 6m
- Marge corrigée avec radioaltimètre $22 + 6 = 28 \text{ m}$.
- Marge corrigée avec altimètre barométrique $46 + 6 = 52 \text{ m}$.
- Les valeurs indiquées au tableau sont calculées de manière à tenir compte des avions qui utilisent des procédures manuelles d'approche interrompue à partir de l'OCA/H sur la trajectoire d'approche nominale. Ces valeurs ne s'appliquent pas à l'exploitation de catégorie III.
- Lorsque les OCA/H radioaltimétriques sont publiées, la validité des indications radioaltimétriques sera confirmée par des vérifications en exploitation.
- Si une valeur de la marge altimétrique de perte de hauteur est nécessaire pour une vitesse V_{at} donnée, on applique les formules suivantes:

- **Emploi du radioaltimètre :**

Marge = $(0,096 V_{att} - 3,2)$ mètres pour V_{att} en km/h

Marge = $(0,177 V_{att} - 3,2)$ mètres pour V_{att} en kt

- **Emploi de l'altimètre barométrique :**

Marge = $(0,068 V_{att} + 28,3)$ mètres pour V_{att} en km/h

Marge = $(0,125 V_{att} + 28,3)$ mètres pour V_{att} en kt

Où V_{att} est la vitesse au seuil égale à 1,3 fois la vitesse de décrochage en configuration d'atterrissage à la masse maximale d'atterrissage certifiée.

III-4-6-9-Effet de la densité des obstacles sur l'OCA/H

Pour évaluer l'admissibilité de la densité des obstacles au-dessous de l'OAS, le CRM peut être utilisé. Ce modèle peut être utile en comparant les environnements d'aérodrome et en évaluant des niveaux de risque associés à des valeurs données de l'OCA/H. Il y a lieu de souligner que ce modèle ne remplace pas le jugement en exploitation.

III-4-7-Publication de l'OCA/H

III-4-7-1-Publication de l'OCA/H pour les procédures d'approche ILS de catégorie I et de catégorie II

Les valeurs de l'OCA ou de l'OCII, selon le cas, seront publiées pour les catégories d'aéronefs pour lesquelles la procédure est conçue. Ces valeurs fondées sur les conditions normalisées suivantes :

- a) Catégorie I avec altimètre barométrique ;
- b) Catégorie II radioaltimètre et directeur de vol ;
- c) Aéronef de dimensions normalisées ;
- d) Pente de montée à l'approche interrompue de 2,5%.

D'autres valeurs de l'OCA/H peuvent être convenues entre les exploitants et les autorités compétentes, et publiées sur la base de preuves. L'emploi, pour les procédures d'approche ILS de catégorie I, de valeurs de l'OCA/H fondées sur la marge de perte de hauteur avec radioaltimètre peut être convenu entre l'exploitant et l'autorité compétente, et ces valeurs peuvent être publiées.

III-4-7-2-Publication des procédures d'approche ILS de catégorie III

L'exploitation de catégorie III peut être autorisée à condition que l'OCA/H appropriée de catégorie II se trouve à une hauteur inférieure à la hauteur de la surface horizontale intérieure prévue à l'annexe 14. L'exploitation de catégorie III peut également être autorisée avec une OCA/H de catégorie II comprise entre la hauteur de la surface horizontale intérieure et 60 m, à condition que la surface intérieure d'approche, la surface intérieure de transition et la surface d'atterrissage interrompu de catégorie II de l'annexe 14 soient prolongées pour protéger cette OCA/H.

III-5-Approche interrompue après le segment de précision

Les critères relatifs à la phase finale de l'approche interrompue sont fondées sur ceux qui sont présentés dans le cadre des critères généraux, avec certaines modifications destinées à tenir compte des aires et surfaces différentes qui sont associées au segment ILS de précision et de la variation possible de l'OCA/H pour ce segment en fonction de la catégorie d'aéronefs.

L'élément de référence utilisé dans le calcul des distances et des pentes pour déterminer les marges de franchissement d'obstacles est « le début de montée » (SOC). Cet élément est défini par la hauteur et la distance auxquelles le plan GP' (plan parallèle à l'alignement de descente et ayant son origine à -900 m au niveau du seuil) atteint l'altitude OCA/H - HL (OCA/H et HL se rapportant à la même catégorie d'aéronefs).

Lorsque les obstacles identifiés dans la phase finale d'approche interrompue entraînent une augmentation de l'une quelconque des OCA/H calculées pour le segment de précision, une pente plus inclinée peut être aussi spécifiée pour la surface d'approche interrompue (Z) si cette pente assure le franchissement de ces obstacles à une OCA/H spécifiée plus faible.

III-5-1-Approche interrompue en ligne droite

Le segment de précision se termine à la distance à laquelle la surface Z atteint une hauteur de 300m au-dessus du seuil. La largeur initiale de l'aire finale d'approche interrompue, qui est établie de la manière indiquée dans la figure suivante. Il n'y a pas d'aires secondaires.

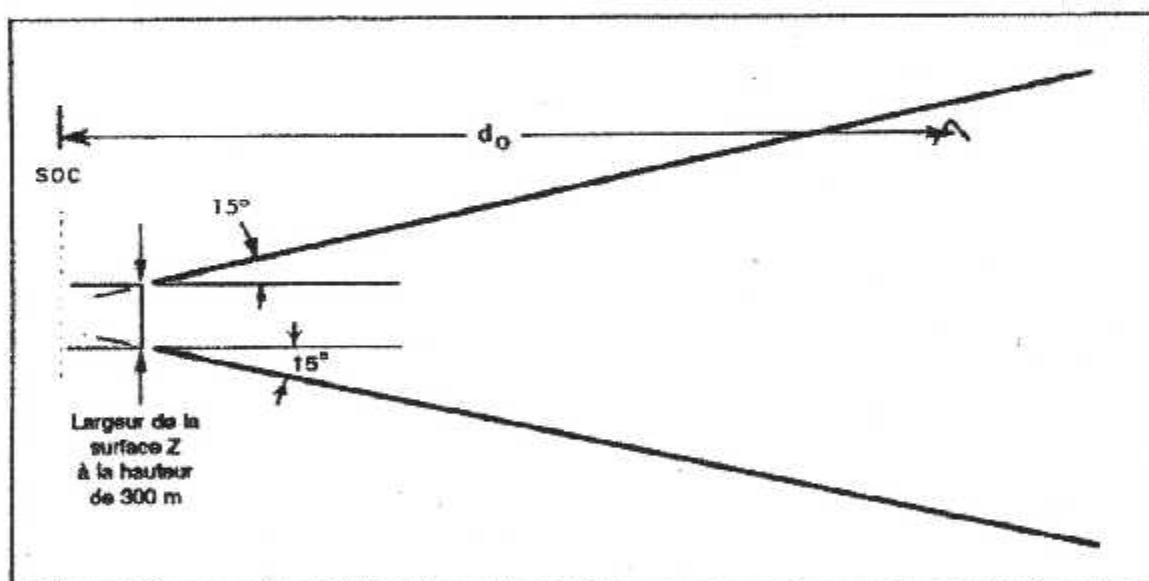


Fig-III-9-Segment final d'approche interrompue en ligne droite

➤ Marge de franchissement d'obstacles

L'altitude/hauteur de franchissement d'obstacles dans cette aire finale d'approche interrompue ne dépassera pas :

$$(OCA/H_{ps} - HL) + d_0 \operatorname{tg} Z$$

où :

- OCA/H_{ps} et HL (valeurs tirées du tableau III-2) se rapportent à la même catégorie d'aéronefs.
- d₀ est mesurée à partir du début de montée SOC parallèlement à la trajectoire d'approche interrompue en ligne droite.
- Z est l'angle formé par la surface d'approche interrompue et le plan horizontal.

Si ce critère ne peut pas être respecté, un virage sera prescrit afin d'éviter l'obstacle gênant, ou bien, si cela s'avère pratiquement impossible, l'OCA/H sera élevée.

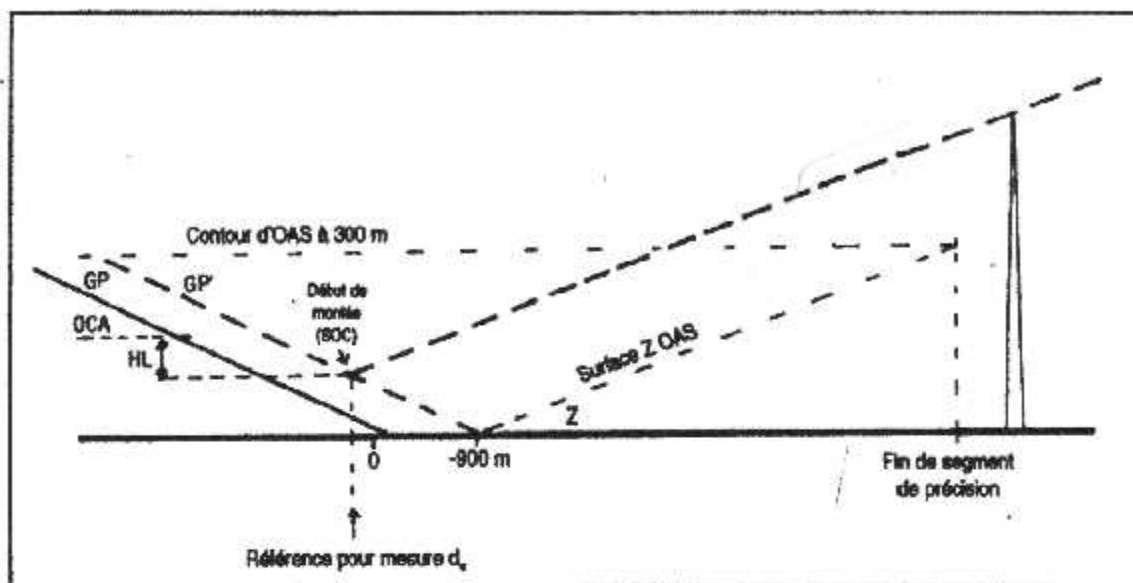


Fig-III-10-Marge de franchissement d'obstacles pour approche interrompue en ligne droite

III-5-2-Approche interrompue avec virage

Des virages peuvent être prescrits en un point de virage (TP) désigné, à une altitude de virage désignée, ou « aussitôt que possible ». Les critères utilisés sont fonction de l'emplacement du segment de précision. Ces critères sont les suivants :

- a) Virage après le segment de précision : Si un virage est prescrit après la plage terminale normale du segment de précision, les critères généraux s'appliquent sous réserve des exceptions suivantes :
 - L'OCA/H est remplacée par $(OCA/H - HL)$.
 - Le point SOC étant lié à l'OCA/H, il n'est pas possible d'assurer le franchissement de l'obstacle en corrigeant indépendamment, selon la méthode utilisée pour les approches classiques, l'OCA/H ou le Mapt.
- b) Virage à l'intérieur du segment de précision : Si un virage est prescrit à une altitude/hauteur désignée inférieure à 300 m au-dessus du seuil, ou s'il est prescrit en un point de virage désigné tel que le TP amont se trouve dans la plage terminale normale du segment de précision, les critères ci-après s'appliqueront :

Notes

Des corrections apportées à l'emplacement désigné du TP ou à l'altitude de virage désignée peuvent exiger une nouvelle construction des aires associées et un nouveau calcul des marges de franchissement d'obstacles. Cela peut avoir pour effet d'éliminer certains obstacles ou d'en introduire de nouveaux. Par conséquent, pour obtenir la valeur minimale de l'OCA/H, il peut être nécessaire de corriger le point TP ou l'altitude de virage désignée par approximations successives.

III-5-2-1-Virage à une altitude/hauteur désignée inférieure à 300 m au-dessus du seuil

Un virage est prescrit au moment où l'avion atteint une altitude spécifiée afin de tenir compte de deux catégories d'obstacles gênants :

- Un obstacle situé dans la direction de l'approche interrompue en ligne droite et qu'il faut éviter (voir figure III-11-, obstacle 04).
- Un obstacle situé par le travers de la trajectoire d'approche interrompue en ligne droite et qu'il faut survoler après le virage, avec la marge appropriée (voir figure III-11-, obstacle 03).

En pareil cas, la procédure exigera de monter à une altitude spécifiée avant d'amorcer un virage pour prendre un cap spécifié ou une direction d'une installation radioélectrique.

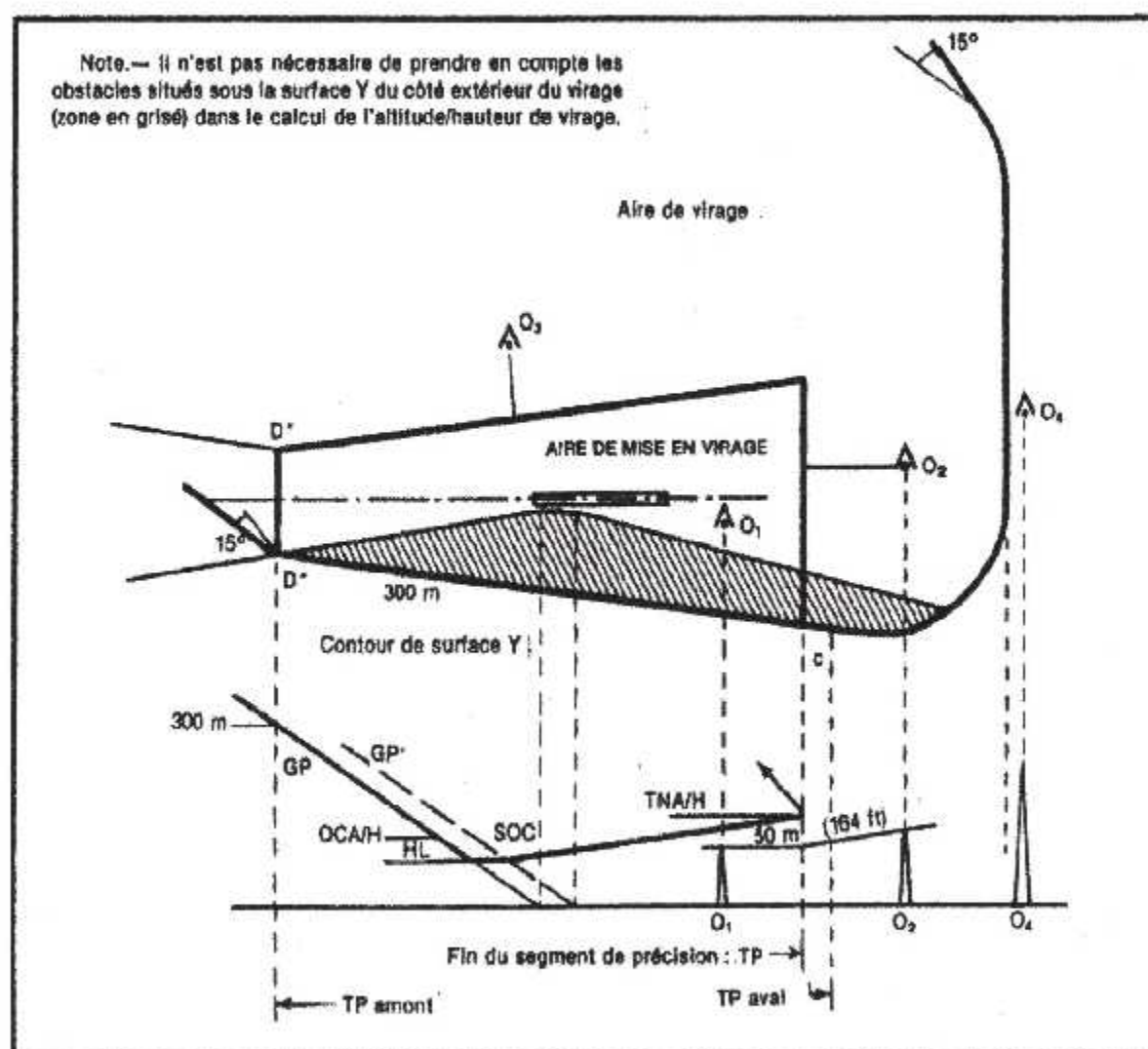


Fig-III-11-Virage à une altitude désignée

III-5-2-1-1-Altitude/hauteur de virage

Un TP aval est choisi de manière à permettre à l'avion d'éviter les obstacles situés droit devant lui. Le point de virage TP est ensuite porté avant le TP aval, à une distance équivalente à 6 s de vol (temps de réaction de pilote et temps de mise en inclinaison) à la vitesse d'approche interrompue finale (ou à la vitesse maximale publiée d'approche interrompue) plus 56 km/h (30 kt) pour le vent arrière. Le segment de précision se termine au TP. Cela permet le calcul de l'OCA/H_{ps} et de (OCA/H_{ps} - HL). On détermine ensuite le début de montée (SOC) et on calcule l'altitude/hauteur de virage (TNA/H) d'après la relation suivante :

$$TNA/H = OCA/H_{ps} - HL + d_z \operatorname{tg} Z$$

dans laquelle d_z est la distance horizontale entre le soc et le TP.

Si le TP coïncide avec le SOC, la carte sera annotée « virer aussitôt que possible vers... (cap ou installation) » et comportera assez de renseignements pour identifier la position et la hauteur des obstacles qui rendent le virage nécessaire.

III-5-2-1-2-Aires**➤ Aire de mise en virage**

L'aire de mise en virage est limitée par le contour de la surface Y de catégorie I à 300m, excepté qu'elle se termine à la distance correspondant au TP.

Note

On considère que le TP amont se trouve au début du contour de la surface Y de catégorie I à 300 m (point D''), à moins qu'un repère ne soit spécifié pour limiter les virages prématurés.

➤ Aire de virage

L'aire de virage est construite comme il est dans les critères généraux.

III-5-2-1-3-Marge de franchissement d'obstacles**a) Marge de franchissement d'obstacles dans l'aire de mise en virage :**

L'altitude/hauteur d'obstacle dans l'aire de mise en virage ne dépassera pas :

- Altitude/hauteur de virage-50 m (164 ft) pour les virages de plus de 15° ;
- Altitude/hauteur de virage-30 m (98 ft) pour les virages de 15° ou moins ;

Mais il n'est pas nécessaire de prendre en compte les obstacles situés sous la surface Y du côté extérieur du virage dans le calcul de l'altitude/hauteur de virage.

b) Marge de franchissement d'obstacles dans l'aire de virage :

L'altitude/hauteur d'obstacle dans l'aire de virage, et par la suite, ne dépassera pas :

$$\text{altitude/hauteur de virage} + d_0 \operatorname{tg} Z - MOC$$

Où la distance d_0 est mesurée entre l'obstacle et le point le plus rapproché sur la limite de l'aire de début de virage, et la MOC est égale à :

- 50 m (164 ft) pour les virages de plus de 15°.
- 30 m (98 ft) pour les virages de 15° ou moins.

Et elle diminue linéairement pour devenir nulle au bord extérieur des aires secondaires, s'il y en a.

III-5-2-1-4-Corrections à l'altitude/hauteur de virage

Si les critères spécifiés en a) et/ou b) ci-dessus ne peuvent être respectés, l'altitude/hauteur de virage sera corrigée. Cette opération peut s'effectuer de deux manières :

- a) Corriger l'altitude/hauteur de virage sans modifier l'OCA/H : ce qui signifie que le TP sera déplacé et les aires reconstruites en conséquence.
- b) Relever l'altitude/hauteur de virage en augmentant l'OCA/H : ce qui se traduit par une altitude de virage plus élevée au-dessus du même TP. Les aires de virage demeurent sans changement.

III-5-2-1-5-Protection contre les virages prématurés

Lorsque la procédure publiée ne spécifie pas un repère destiné à limiter les virages pour les aéronefs qui exécutent une procédure d'approche interrompue à partir d'une altitude/hauteur supérieure à l'altitude/hauteur de virage désignée, on procédera à une vérification supplémentaire des obstacles.

III-5-2-2-Virage en un TP désigné avec TP amont avant la fin normale du segment de précision

Lorsqu'un virage est spécifié en un TP désigné et lorsque le TP amont se trouve avant la plage terminale normale du segment de précision, ce dernier se termine au TP amont. Cela permet de calculer l'OCA/H_{PS} ainsi que $(OCA/H_{PS} - HL)$; on détermine ensuite le SOC.

- Lorsque la procédure exige qu'un virage soit exécuté en un TP désigné, les renseignements ci-après doivent être publiés en même temps que la procédure :
 - a) Le TP, lorsqu'il est identifié par un repère ; ou
 - b) La radiale VOR sécante, le relèvement NDB et la distance DME lorsqu'il n'y a pas de guidage sur trajectoire.

➤ Aire

L'aire de virage est construite de la manière spécifiée dans les critères généraux, excepté qu'elle est fondée sur la largeur des contours de la surface Y d'OAS à 300 m, au TP amont et au TP aval.

➤ Marge de franchissement d'obstacles

L'altitude/hauteur d'obstacle ne dépassera pas :

$$(OCA/H_{PS} - HL) + d_0 \operatorname{tg} Z - MOC$$

Où :

$d_0 = d_z$ + plus courte distance de l'obstacle à la ligne K-K,

d_z = distance horizontale de SOC à TP amont.

et la MOC est égale à :

50 m (164 ft) pour les virages de plus de 15° et de

30 m (98 ft) pour les virages de 15° ou moins.

Si l'altitude/hauteur d'obstacle dépasse cette valeur, l'OCA/H doit être augmentée, ou le TP déplacé pour obtenir la marge de franchissement nécessaire.

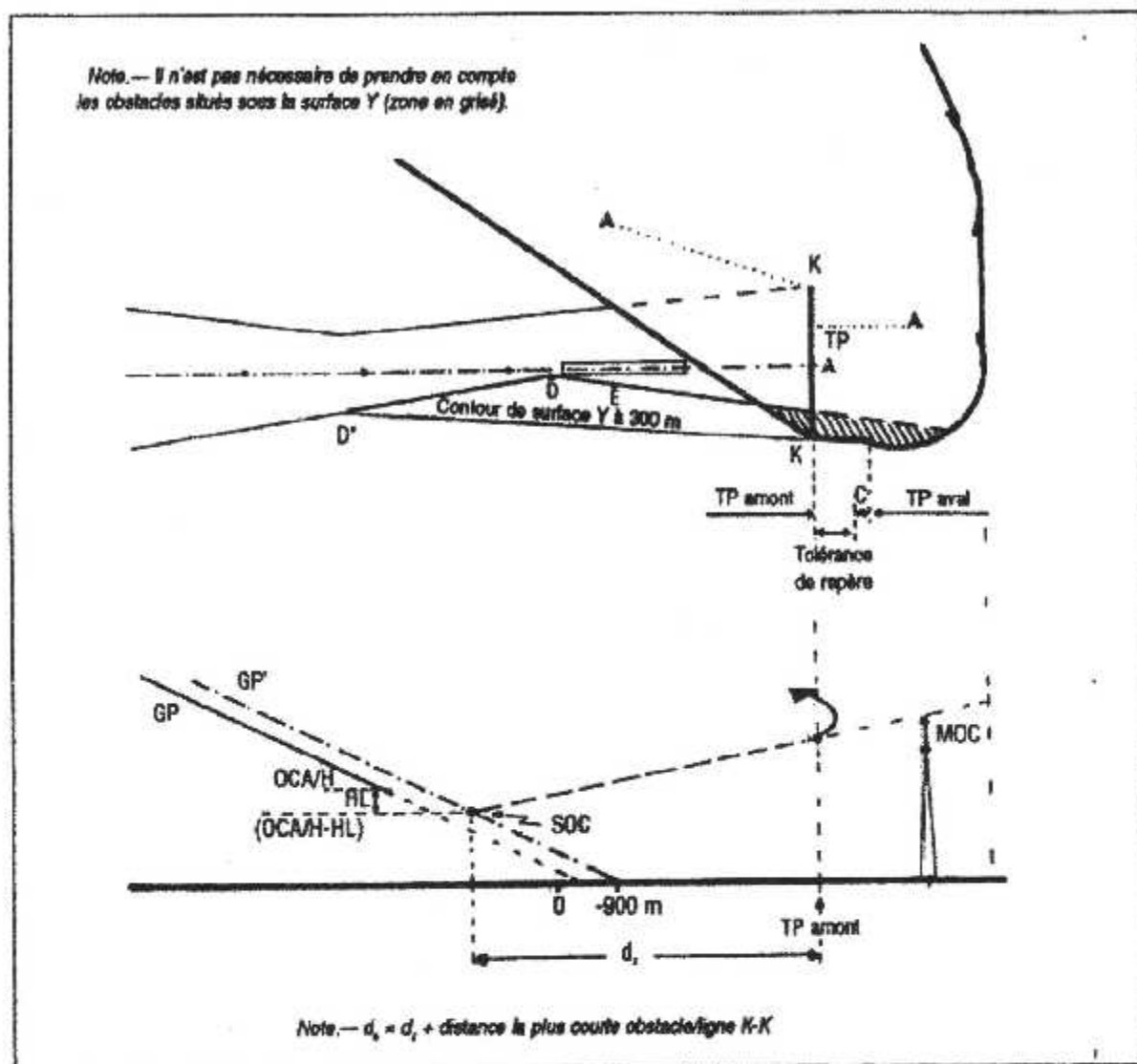


Fig-III-12-Virage au TP désigné (avec repère de TP)

Chapitre IV

Différents instruments de radionavigation

IV- Différents instruments de radionavigation

La navigation conventionnelle s'appuie sur une carte, une montre et un compas. Il s'agit surtout d'une navigation à vue et par étapes. A côté de cette méthode se développe ce qu'on appelle la navigation radio-guidée ou radionavigation. L'originalité de cette méthode tient dans la façon de déterminer la position de l'avion et son cap, des balises au sol émettent des ondes électromagnétiques captées par des récepteurs se trouvant à bord de l'avion. La dernière partie du vol, à savoir le vol d'approche et l'atterrissage, doit être préparée très précisément. Elle est assistée et guidée par des moyens et des techniques radio. Grâce à ces installations particulières, l'avion atteint sans problème l'entrée de piste.

IV-1-ILS (Instrument Landing System)

IV-1-1-Introduction

L'ILS est un système d'aide à l'atterrissage aux instruments. Il permet de respecter une trajectoire de descente aboutissant à une piste. Les informations délivrées au pilote sont :

- Une information d'écart latéral par rapport à l'axe de la piste (Localizer) ;
- Une information d'écart vertical par rapport au plan de descente idéal (Glide Path) qui est généralement de l'ordre de 3° ;
- Une information discontinue de distance par rapport au seuil de piste est donnée par les markers et permet également un contrôle de la trajectoire. Une information continue de distance peut être obtenue si l'ILS est couplé à un DME.

IV-1-2-Equipement de bord

- RAP reçu par récepteur de navigation VHF.
- RAD reçu par récepteur de navigation UHF.
- Ecart en Azimut et site sur indicateur à aiguilles croisées (course déviation indicator CDI)

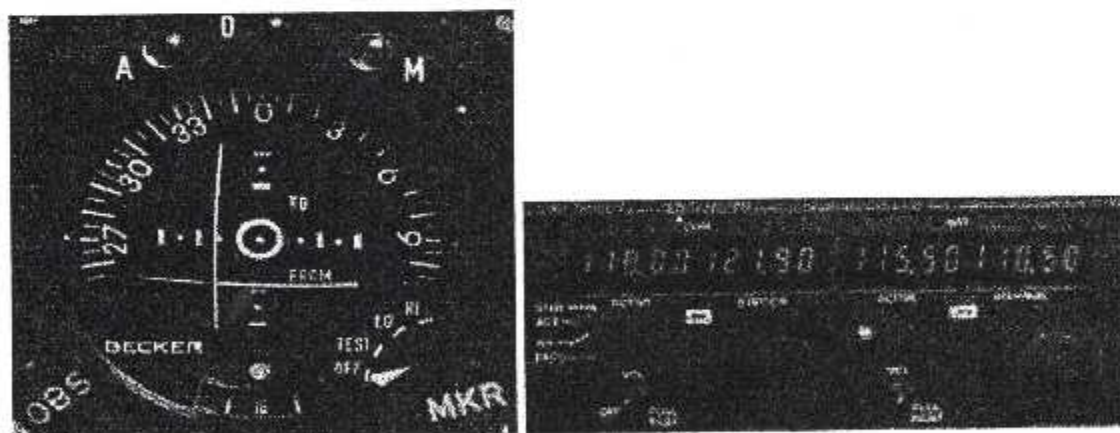


Fig-IV-1- Radio-bornes reçus visuellement (voyants colorés) et auditivement (télégraphie)

Afficheur de l'ILS

Le rond central représente la position de l'avion, l'aiguille verticale représente le localizer et l'aiguille horizontale représente le glide. Les récepteurs des markers se trouvent au-dessus de l'afficheur. Dans le cas représenté ici, l'avion est à droite de l'axe et au-dessus du plan de descente.

Le boîtier de commande et l'instrument de lecture de l'ILS sont très semblables à ceux du VOR avec toutefois une indication supplémentaire donnée par l'aiguille du glide. Sur un cadran de lecture ILS, on peut donc recevoir une information de radial VOR sur l'aiguille du localizer. Dans ce cas, l'interprétation de l'écart de l'aiguille diffère (débattement maximal de l'aiguille du localizer égal à 10° en utilisation VOR contre $2,5^\circ$ en utilisation ILS). En utilisation VOR d'un ILS, l'aiguille du glide est inopérante et une alarme (ou flag) apparaît sur le cadran de lecture. Sur un ILS classique, il n'est pas nécessaire d'afficher le QFU (orientation magnétique de la piste) pour obtenir une information correcte, le fait d'afficher la fréquence de l'ILS est suffisant. En revanche, il faut impérativement afficher le QFU sur un plateau de route HSI (Horizontal Situation Indicator) pour que l'information reçue soit cohérente.

IV-1-3-Fonctionnement

L'ILS fonctionne dans la gamme très hautes fréquences VHF de 108 à 112 MHz par 1/10 de MHz impairs. Le Glide Path fonctionne lui dans la gamme ultra hautes fréquences UHF de 329 MHz à 335 MHz. Mais, les fréquences associées au glide sont appariées aux fréquences du localizer. Lors de l'utilisation, on affiche donc uniquement la fréquence du localizer, obtenant ainsi la réception du glide directement. Six fois par minute, une modulation à 1020 Hz en code morse est émise sur la fréquence VHF du localizer permettant la transmission de l'indicatif de l'ILS et son identification par le pilote.

On distingue plusieurs catégories d'ILS selon la hauteur de décision (DH) permise (hauteur à laquelle le pilote remet les gaz s'il ne voit pas la piste) ainsi que la portée visuelle de piste (RVR) minimale autorisée :

Catégorie I (CAT I) : DH minimale de 200 ft (60 m) et RVR minimale de 550 m.

Catégorie II (CAT II) : DH minimale de 100 ft (30 m) et RVR minimale de 300 m.

Catégorie III/A (CAT III/A) : DH inférieure à 100 ft (30 m) et RVR minimale de 200 m.

Catégorie III/B (CAT III/B) : DH inférieure à 50 ft et (15 m) et RVR minimale de 75 m.

Cependant, l'ILS présente certaines faiblesses qui génèrent des contraintes opérationnelles. Elles sont dues en premier lieu à la susceptibilité des signaux aux perturbations radioélectriques (émissions FM dont la bande est proche de celle de l'ILS, par exemple). En second lieu, l'ILS est aussi sensible aux réflexions de signaux émis par des bâtiments proches ou par les avions près des émetteurs. En cas de faible visibilité (CAT III), il est ainsi nécessaire de réduire le « débit » de la piste pour protéger les avions en approche finale des perturbations engendrées par les avions précédemment posés. Cela conduit à imposer un espacement important (au minimum 8 NM soit environ 15 km) entre les appareils en approche. Un système de contrôle automatique coupe le rayonnement et génère une alarme en cas de décalage des axes nominaux, de distorsion des faisceaux au delà des valeurs définies pour la catégorie d'ILS ou de baisse de la puissance normale de rayonnement.

Une autre limitation vient du fait que l'ILS ne définit qu'une seule trajectoire d'approche. De plus, le secteur de guidage ILS est relativement étroit, ce qui induit des contraintes pour la « capture » de l'axe d'approche.

IV-1-4-Pyramide de sécurité ILS

L'ensemble de ces dispositifs matérialisant un volume pyramide de sécurité à l'intérieur duquel les avions en approche « ILS » doivent se trouver pour réussir leur atterrissage. En dehors des limites de cette pyramide c'est à dire au-delà de $2,5^\circ$ l'axe idéal et de $0,5^\circ$ (environ) au-dessus ou au-dessous de la trajectoire de descente, les instruments de bord sont bloqués « en fin de course » et ne fournissent plus aucune indication quantitative.

A noter également que sur l'indicateur de déviation et d'axe de descente; un voyant avertisseur ON-OFF précise au pilote si le récepteur de bord fonctionne normalement et si les signaux reçus sont suffisants ainsi au pilote qu'il ne doit pas tenir compte de l'indication des aiguilles.

IV-1-5-Composition

IV-1-5-1-Le radioalignement de piste(localizer)

Le localizer est une aide à la navigation courte distance qui fournit au pilote une indication continue d'écart par rapport à l'axe de piste.

L'information est présentée à bord sur un indicateur d'écart dont l'aiguille est centrée lorsque l'avion est sur l'axe de piste. Lorsque l'avion se présente au QFU de la piste utilisée; le sens de déviation de l'aiguille indique le sens de la manœuvre pour rejoindre l'axe.

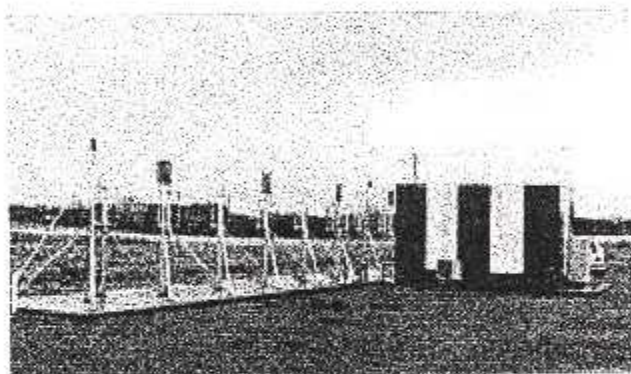


Fig-IV-2-Les antennes et le shelter du localizer

Des antennes sol placées à 300 mètres après l'extrémité de piste rayonnent une onde porteuse VHF, dans la gamme de fréquence (108 – 112) MHz. Cette porteuse est modulée en amplitude par deux fréquences : 90 Hz (à gauche de l'axe) et 150 Hz (à droite de l'axe). Le rayonnement se fait de façon à ce que les taux de modulation dépendent directement de la direction de l'émission. La différence des taux de modulation mesurés à bord de l'avion donne la position de l'appareil par rapport à l'axe de piste. Si l'avion se trouve à droite de l'axe de piste, le taux de modulation du 150 Hz est plus grand que le taux de modulation du 90 Hz et inversement si l'avion est à gauche de l'axe de piste. Aligné sur l'axe, la différence des taux de modulation est nulle. A bord, un indicateur de dérivation traduit les mesures de DDM en indication d'écarts, celle-ci calculée à partir de taux de modulation qui sont indépendants de la distance et donc de type angulaire.

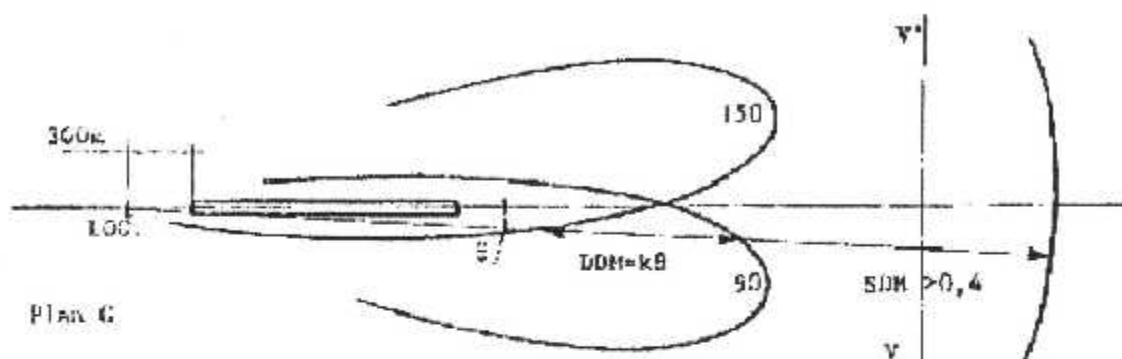


Fig-IV-3-Diagramme des taux de modulation (localizer)

IV-1-5-1-1-Performances du localizer

La portée horizontale se situe aux environs de 25 milles nautiques NM (46 km) à $\pm 10^\circ$ de l'axe et à 17 NM à $\pm 35^\circ$ de l'axe. Les signaux doivent pouvoir être reçus aux distances horizontales spécifiées à une hauteur égale ou supérieure à la plus grande des deux hauteurs suivantes :

- 2000 ft au-dessus de l'altitude du seuil de piste.
- 1000 ft au-dessus de l'obstacle le plus élevé à l'intérieur des aires d'approche intermédiaire et finale jusqu'à une surface partant de l'antenne et inclinée de 7° .

La précision pour un localizer de catégorie II est $\pm 0,1^\circ$. L'information du localizer est sensible à la présence d'obstacles (problèmes de réflexion des signaux). L'information reçue à bord est la résultante du champ direct et du champ réfléchi. On remédie à ce problème en plaçant des écrans supprimant ce phénomène de réflexion parasite. La puissance de l'émetteur sol est de 100 W. La déviation de l'aiguille du localizer en fonctionnement ILS est de $\pm 2,5^\circ$.

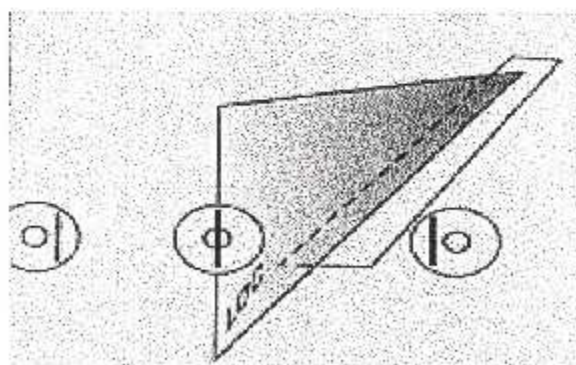


Fig-IV-4-Le plan du localizer et les déviations des aiguilles associées

IV-1-5-2-Le radioalignement de descente (glide path)

Le principe de la double modulation (150 et 90 Hz) a également été retenu quant au guidage de descente agissant sur le plan vertical. L'émetteur utilisé s'appelle « GLIDE-PATH » l'émetteur travaille dans la bande des 328,6 Mhz à 335,5 et alimente deux antennes à polarisation horizontale superposées.

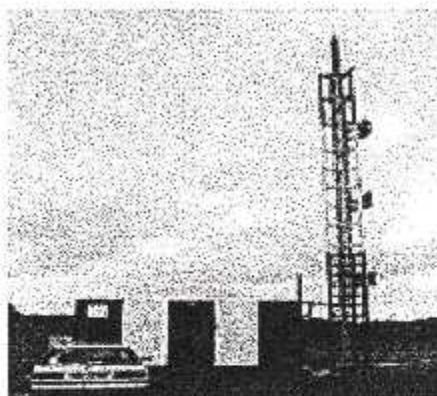


Fig-IV-5-L'antenne et le shelter du glide

Le principe est analogue à celui du localizer. Une porteuse UHF est modulée en amplitude par du 90 Hz (au-dessus du plan de descente) et par du 150 Hz (en dessous du plan de descente). Sur le plan de descente, la différence des taux de modulation est nulle. Des lobes secondaires sont émis par les antennes ce qui crée des faux plans de descente. Afin de ne pas intercepter un de ces « faux glides », le pilote s'aide d'une information de distance par rapport à la piste (qui peut lui être fournie par les markers ou un DME) et il connaît la bonne hauteur à laquelle il doit se trouver à cette distance du seuil de piste en suivant sa fiche de percée IFR. L'antenne du glide est placée à proximité du seuil de piste et est désaxée à 150 mètres de l'axe de la piste. Le système est directif dans le plan vertical.

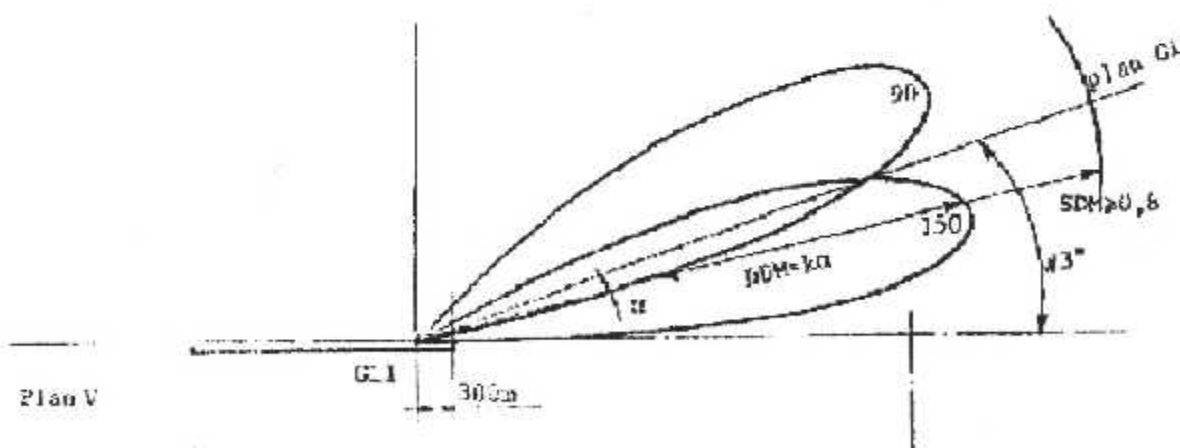


Fig-IV-6-Diagramme des taux de modulation (glide path)

A bord l'indicateur de déviation (indicateur Droite-Gauche) comporte une seconde aiguille horizontale qui indique si la trajectoire normale de descente est en dessus ou en dessous de l'avion. Elle indique donc le sens de la manœuvre à effectuer (montée ou descente).

Les antennes du GLIDE-PATH au sol sont situées par le travers de la piste ; à 120 m de son axe et à une distance de l'entrée de piste comprise entre 150 et 300 m suivant la longueur de cette dernière.

IV-1-5-2-1-Performances du glide

Sa portée horizontale se situe aux environs de 10 NM (18,5 km) à $\pm 8^\circ$ de l'axe du localizer et sa portée verticale est comprise entre 0,45 et 1,75 fois l'angle du plan de descente. La précision pour un glide est de $0,02^\circ$ à $0,05^\circ$. La puissance de l'émetteur sol est de 30 W. La déviation de l'aiguille glide est de $\pm 0,5^\circ$. Les erreurs principales sont dues aux erreurs de parallaxe (antennes non situées sur l'axe de piste) et à une courbure d'axe créée par la conductivité différente des éléments naturels se trouvant à proximité de la piste.

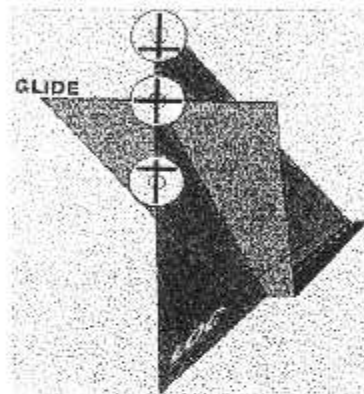


Fig-IV-7-Le plan du Glide et les déviations des aiguilles associées

IV-1-5-3-Les Markers

Les markers sont des radio bornes à rayonnement vertical. Ils constituent une aide à la navigation à courte et moyenne distance. Les markers sont généralement placés sur l'axe d'approche finale. Toutefois, certains servent comme points de report en route (fan markers).

Un ILS est presque toujours associé à des markers. Sur un axe de percée ILS, on distingue l'Outer Marker (balise extérieure), le Middle Marker (balise médiane) et l'Inner Marker (balise intérieure). Ces balises fournissent une information discontinue de distance par rapport au seuil de piste et jalonnent l'axe d'approche (parfois, seulement deux balises sont implantées sur la trajectoire d'approche).

L'appareillage de bord est constitué d'un boîtier unique. Au passage à la verticale de la balise, la lampe du marker concerné clignote et un signal sonore émis en morse retentit. L'intensité lumineuse et sonore est maximale à la verticale de la balise.

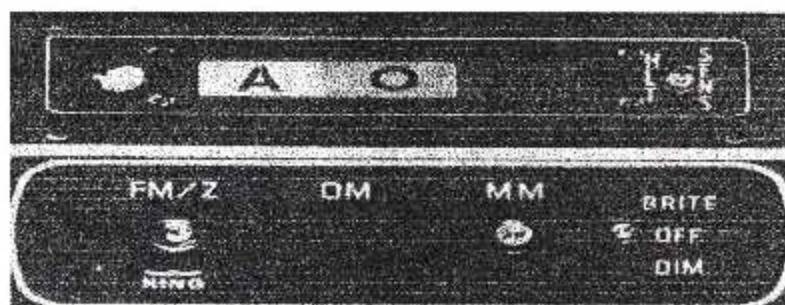


Fig-IV-8-Récepteur des markers

IV-1-5-3-1-Indicatifs sonores et lumineux des balises markers

Outer Marker : -- 2 traits/seconde + lampe bleue

Middle Marker : - 1 trait 1 point/seconde + lampe ambre

Inner Marker : 6 points/seconde + lampe blanche

Faisceau large : position HIGH

Faisceau étroit : position LOW

En position HIGH, le faisceau rayonné est large. L'approche de la balise est signalée quelques milles nautiques (NM) avant la verticale, ce qui permet à l'avion désirant entamer une percée IFR de réduire sa vitesse. En position LOW, le faisceau rayonné est étroit. L'indication lumineuse et sonore fonctionne au passage précis de la verticale balise. Cette position LOW est nécessaire pour le passage des markers en finale.

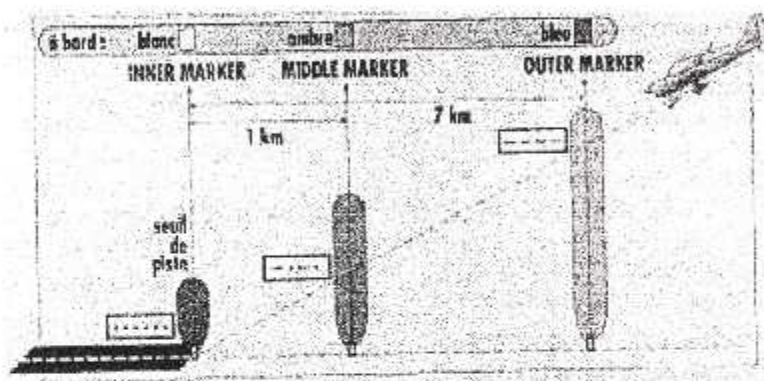


Fig-IV-9-Disposition des markers sur l'axe d'approche finale avec les signaux sonores et lumineux associés

IV-1-5-3-2-Fonctionnement

Les markers fonctionnent dans la gamme des très hautes fréquences VHF 75 MHz et ne diffèrent entre eux que par leur modulation. La puissance rayonnée est de 3 à 5 W.

La balise sol émet une onde modulée (code morse) suivant un rythme (- - .) par l'intermédiaire d'une antenne dont le diagramme de rayonnement vertical est un cône. Le récepteur de bord reçoit l'émission de la balise. Le décodage morse a lieu par l'intermédiaire du filtre. La lampe et le son concernés s'actionnent. En finale, le pilote vérifie qu'étant bien aligné sur son plan (ILS), il passe les markers à la bonne hauteur, conformément à la fiche de percée. Cela permet d'éviter d'intercepter des « faux glides ». L'Inner Marker et le Middle Marker peuvent servir de point d'approche interrompue MAPT (Missed Approach Point). L'Outer Marker est situé à environ 7 km du seuil de piste et sa fréquence est modulée par un signal à 400 Hz. Le Middle Marker est situé à environ 1 km du seuil de piste et sa fréquence est modulée par un signal à 1300 Hz. L'Inner Marker est situé presque à l'entrée de la piste et sa fréquence est modulée par un signal à 3000 Hz.

IV-1-6-Les spécifications à satisfaire

Celles-ci concernent :

- les dégagements de l'aérodrome et les franchissements d'obstacles,
- les caractéristiques physiques de la piste et de la bande,
- l'alimentation électrique,
- l'équipement ILS.

Note

Les spécifications relatives à l'alimentation électrique sont celles qui s'appliquent à l'ensemble des installations dites de navigation aérienne.

Aires critiques et sensibles

Pour prévenir le risque de brouillage des signaux ILS, du fait d'une propagation à trajets multiples provenant de réflexions sur des objets mobiles de grande dimension au sol, on limite la circulation à l'intérieur d'aires de protection qui sont de deux types : critiques et sensibles.

Les aires critiques entourent les antennes des émetteurs. Les véhicules ou aéronefs au sol peuvent, s'ils roulent à l'intérieur de celle-ci, causer de perturbations inacceptables dans les performances de l'ILS. S'il n'est pas possible de respecter ces dimensions, une étude spécifique devra être entreprise.

Si l'aérodrome est destiné à permettre des approches de précision limitées à la catégorie I, il n'est pas nécessaire de protéger les aires critiques à l'aide de barrières. Leurs limites doivent toutefois être matérialisées, pour les usagers de leur chaussée d'accès afin de leur indiquer qu'ils pénètrent dans les aires critiques de l'ILS, portant l'inscription suivante : « ENTREE DANS UNE AIRE CRITIQUE ILS ».

Si l'aérodrome est destiné à permettre des approches de catégorie II ou III, les aires critiques doivent être protégées par des barrières frangibles sans effet sur le rayonnement de l'ILS. Cette protection doit également être assurée sur les voies d'accès (chaînette en plastique). L'accès des aires critiques est strictement interdit lors d'approches de précision de catégorie II ou III.

Les aires sensibles sont des aires qui s'étendent au-delà des aires critiques, et dans lesquelles les véhicules ou aéronefs en stationnement ou en mouvement, peuvent affecter les performances de l'ILS. Leur dimension dépend, entre autres, du type d'équipement ILS, de la catégorie d'approche ainsi que de la dimension et de la position des véhicules ou des aéronefs.

IV-1-7-Conditions d'implantation

L'implantation d'un localiser exige la prise en compte de trois sortes de contraintes :

- les conditions d'aménagement des terrains,
- les conditions de visibilité radioélectrique,
- le respect, par les antennes et bâtiments des règles aéronautiques relatives aux zones dégagées d'obstacle.

L'implantation d'un glide exige l'aménagement d'une plate-forme soigneusement nivelée car ce matériel peut utiliser le sol comme surface de réflexion des ondes rayonnées.

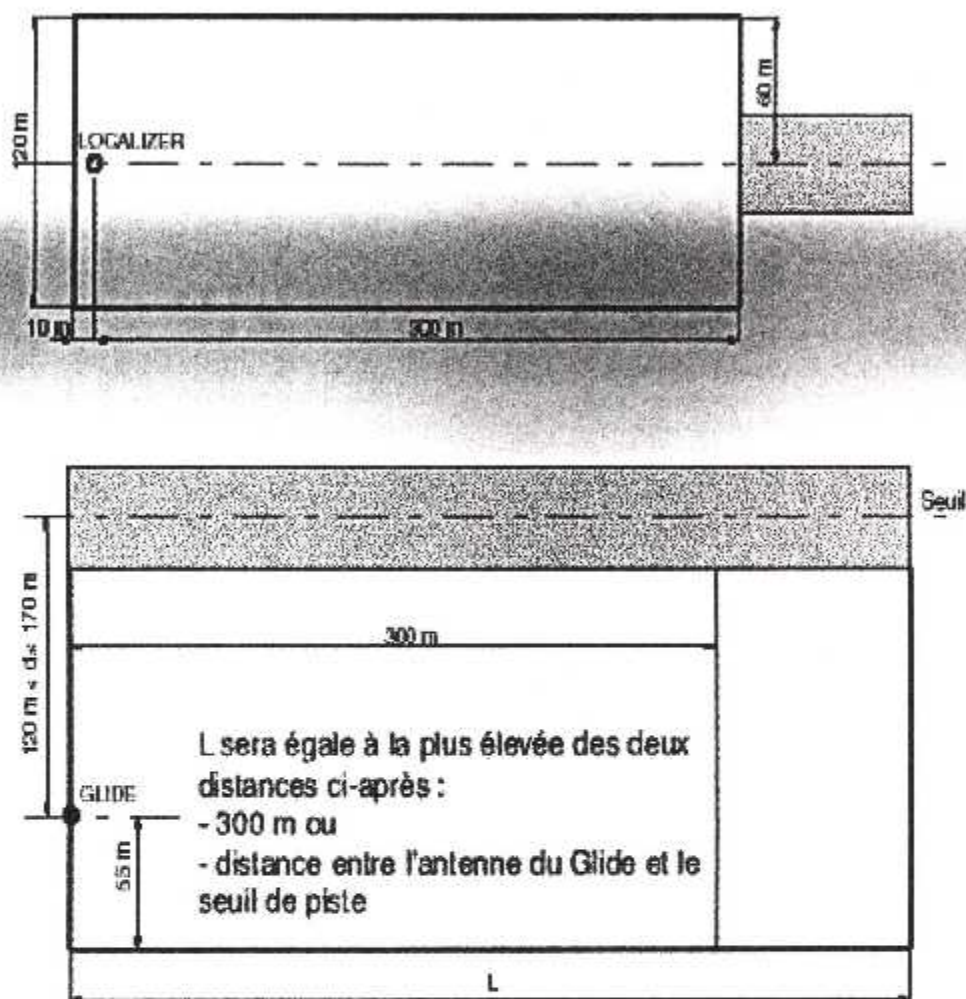


Fig-IV-10-Délimitation des aires critiques de l'ILS

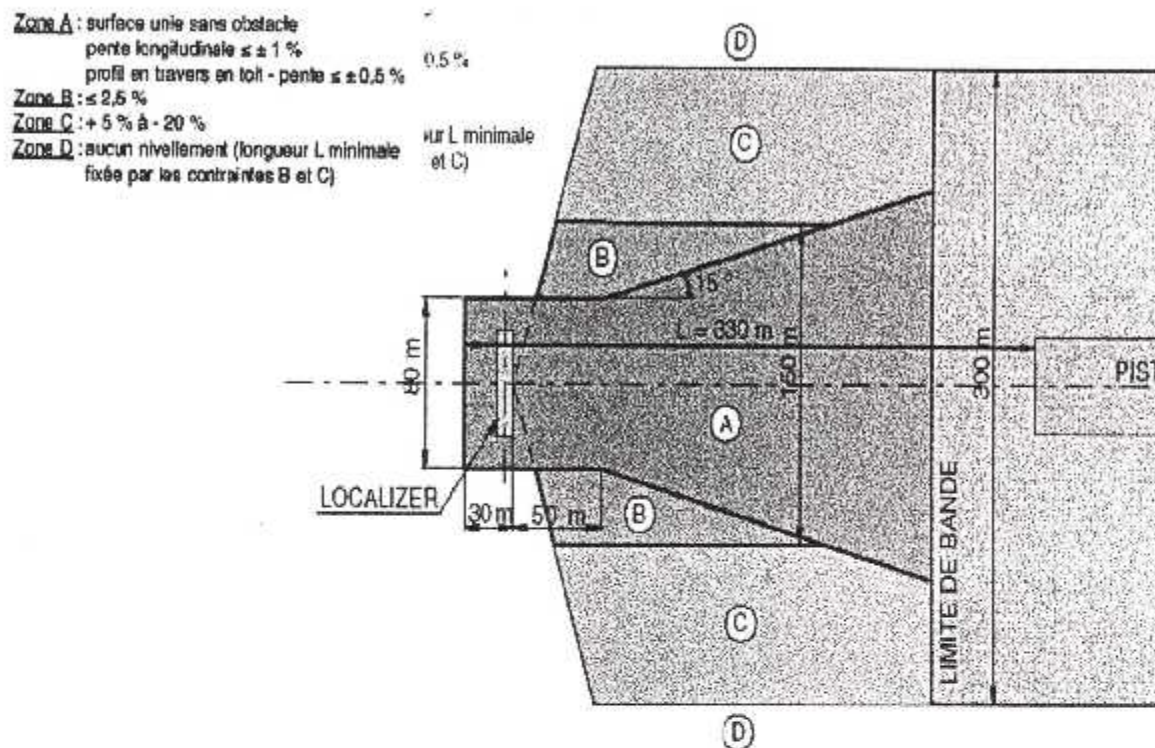


Fig-IV-11-Condition de dégagement et de nivellement

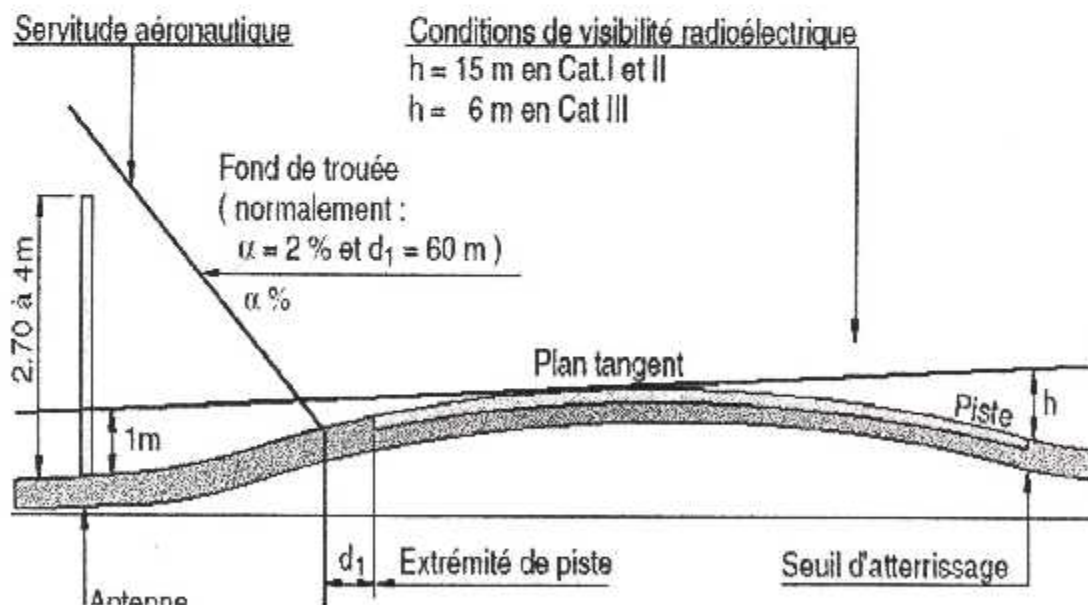


Fig-IV-12-Conditions d'implantation d'un localizer

IV-2-VOR (VHF Omnidirectional Range)

Le VOR est un radiophare omnidirectionnel assurant une navigation à courte et moyenne distances. Par l'intermédiaire des signaux captés par le récepteur de bord, l'instrument de lecture fournit l'information de relèvement magnétique : le QDR (ou radial) lorsqu'on s'éloigne de la station (secteur FROM) ou le QDM lorsqu'on se rapproche de la station (secteur TO). L'appareillage de bord comprend un boîtier de commande et un instrument de lecture.

IV-2-1-Composition

IV-2-1-1-Station au sol

Elle est constituée de :

- Une antenne fixe (polarisation horizontale, alimentée en courant).
- Une antenne tournante à 30 tr/s, alimentée par une fraction du courant de la porteuse.

Ces antennes sont situées dans des sites élevés pour supprimer les lobes parasites et obtenir un nul à la verticale.

IV 2-1-2-Installation de bord

Elle est constituée de :

- Une antenne.
- Un récepteur VHF.
- Une boîte de commande.
- Indicateur.

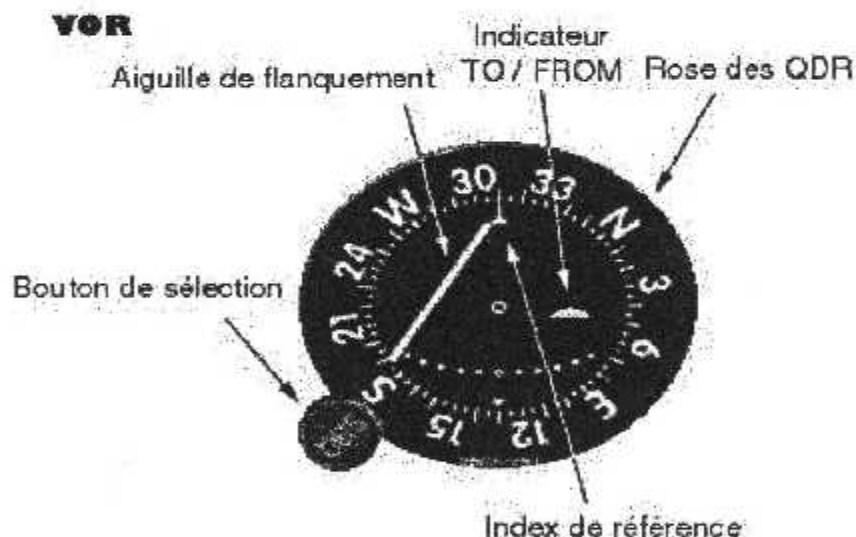


Fig-IV-13-Indicateur du VOR

Indicateur du VOR

Le rond central représente l'avion et l'aiguille verticale représente la position du radial ou du QDM sélectionné. Un point de l'afficheur VOR représente un écart de 2° par rapport au radial ou au QDM sélectionné. Dans le cas présenté ici, l'avion se trouve sur le QDM 330 du VOR (flèche dans le secteur TO, aiguille centrée et 33 sélectionné sous l'index de la rose mobile grâce à l'OBS : (Omni Bearing Selector).

IV-2-2-Fonctionnement

Le VOR fonctionne dans la gamme très hautes fréquences VHF (30 à 300 MHz). On distingue parmi les VOR :

Les T VOR (Terminal VOR) qui utilisent la gamme VHF de 108 MHz à 112 MHz tous les 1/10 de MHz pairs.

Les VOR (VOR de navigation) qui utilisent la gamme VHF de 112 MHz à 117.95 MHz.

Les T VOR sont des VOR de navigation à courte distance et sont utilisés comme support à une procédure d'approche. Leur portée est de 25 NM. La puissance rayonnée par les balises T VOR est de 50 W.

Les VOR sont utilisés en navigation en route et en approche. Leur portée va jusqu'à 200 NM.

La puissance rayonnée est de 200 W.

Le VOR a une portée optique donnée par la formule :

Distance de réception (en milles nautiques NM) = $1,23 \cdot (\text{Hauteur en pieds ft})^{1/2}$

Dans le cas d'un avion volant à 30000 ft, la portée théorique du VOR est ainsi de 213 NM (soit environ 394 km).

L'émetteur VOR émet une porteuse VHF. Cette porteuse est modulée par deux signaux à 30 Hz :

- Un signal de référence (30 REF) indépendant de l'azimut,
- Un signal variable (30 VAR ou 30 POS) fonction de l'azimut.

Toutes les 30 secondes, une modulation à 1020 Hz se superpose permettant la transmission de l'indicatif de la balise en morse ou en radiotéléphonie (voix de synthèse).

A bord de l'avion, un comparateur de phase mesure la différence de phase entre les deux signaux 30 REF et 30 POS et en déduit le QDR sur lequel se trouve l'avion. Le Nord magnétique représente une différence de phase nulle.

La consommation est en courant continu de 5 A sous 28 V et, en courant alternatif, de 0,2 A sous 26 V/ 400 Hz.

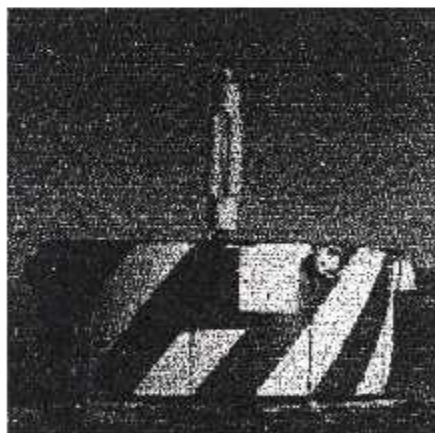


Fig-IV-14-Antenne émettrice VOR

Le VOR nécessite certaines contraintes d'implantation. Ainsi, il faut que le sol soit dégagé autour de l'émetteur sur un rayon de 300 mètres minimum. Afin de réduire ces contraintes, on utilise des VOR Doppler qui peuvent être plus facilement installés à proximité de bâtiments ou de masses métalliques. La précision est meilleure mais le coût et la dimension de l'installation sont plus grands. Le VOR Doppler apporte une réduction des erreurs de propagation car il transmet le 30VAR en modulation de fréquence. L'installation au sol comprend 48 réflecteurs émettant le 30VAR et a un diamètre d'environ 13,5 mètres. L'information est exploitée de la même façon par le récepteur de bord.

➤ Zone de silence

Comme dans tout radiophare à rayonnement circulaire quand on se trouve au-dessus de l'émetteur VOR, un « cône de silence » dans le quel la réception devient nulle.

Dans cette zone l'indication de relèvement du RMI tourne plusieurs fois pour finalement se stabiliser sur une valeur différente de 180° de l'indication donnée auparavant.

Pendant la traversé du cône de silence l'aiguille de l'indicateur TO-FROM oscille également plusieurs fois pour finalement rester sur l'indication opposée à la précédente lorsque l'avion sera revenu dans la zone de réception normale.

IV-2-3-Précision

Les principales causes d'erreurs sont :

- A la réception : imprécision des instruments eux-mêmes (chaîne automatique $\pm 1,5^\circ$ ou manuelle $\pm 0,5^\circ$).
- A l'émission : erreur de propagation (ou site) due à la réflexion sur les obstacles (montagnes, maisons, etc ...), erreur octantale due à l'imperfection des diagrammes de rayonnement.

On obtient en moyenne une précision de $\pm 2^\circ$ en chaîne manuelle et de $\pm 3^\circ$ en chaîne automatique.

Contrairement à l'ADF, le VOR n'est pas sensible à la nuit et à la présence de cumulonimbus et d'orages.

IV-3-DME (Distance Measuring Equipment)

Le DME est un équipement de mesure de distance entre un avion équipé d'un interrogateur et une station au sol équipée d'un élément répondeur généralement associé à un VOR. Il donne une information permanente de distance oblique (et non pas de distance réelle) en milles nautiques (NM) par rapport à la balise au sol grâce à la mesure du temps de réponse.

Un calculateur intégré au DME embarqué permet également d'obtenir la vitesse sol de l'avion en nœuds (kt) et le temps en minutes pour rejoindre la station. En passant à la verticale d'une station DME, l'instrument indique une hauteur au-dessus de la station. Le DME est un dérivé de l'équipement militaire TACAN (TACTical Air Navigation). Le TACAN est un système militaire identique au VOR-DME mais grâce auquel seule l'information de distance est utilisable par les aéronefs civils.

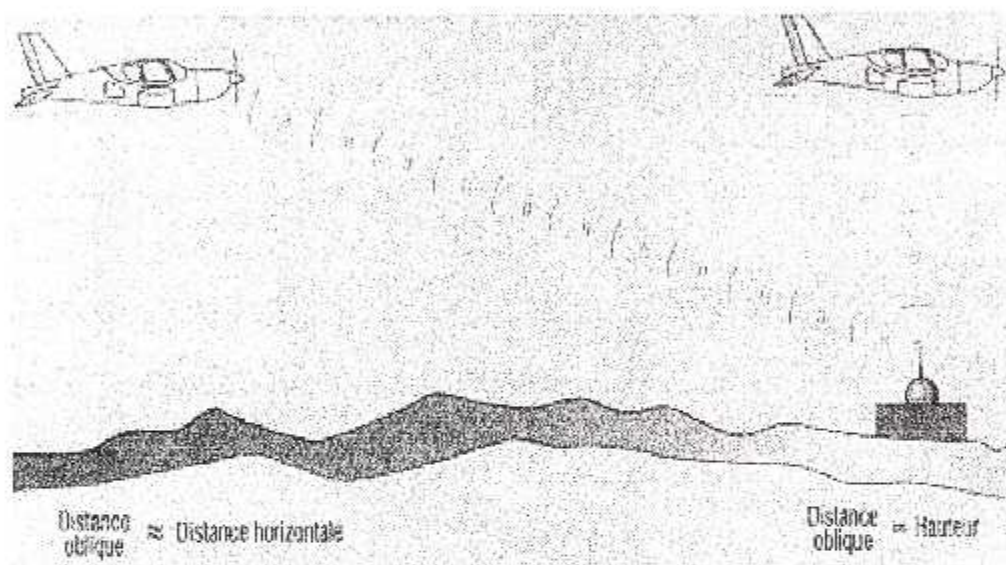


Fig-IV-15-Schéma de principe du DME

IV-3-1-Composition**IV-3-1-1-Equipement au sol**

- Antenne unique émission et réception, superposée à une antenne VOR.

L'antenne est commune et travaille en polarisation verticale. Elle est constituée de plusieurs éléments disposés de part et d'autre d'un tube métallique.

- Un récepteur-émetteur UHF

Le transpondeur doit être capable de traiter 2700 paires d'impulsion/seconde environ 100 avion. Il doit également transmettre l'indicatif de la balise une fois toute les 30 s.

Si le nombre d'interrogation est trop faible, des impulsions de remplissage seront générées pour maintenir le rythme d'émission.

IV-3-1-2-Equipement de bord

- Une antenne UHF à impulsion (sous forme d'assiette ou sabre très court).
- Un interrogateur.
- Une boîte de commande.
- Un indicateur et/ou affichage sur le RMI.

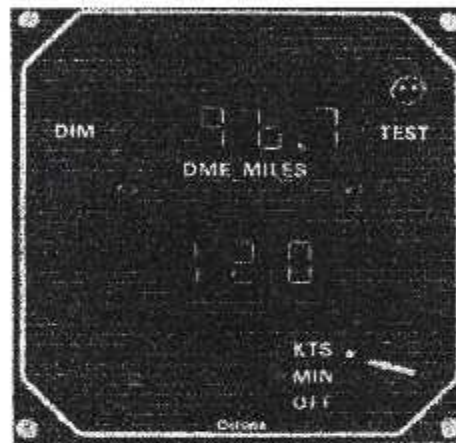


Fig-IV-16-Récepteur DME où sont affichées la distance oblique à la balise et la vitesse sol de l'avion

IV-3-2-Fonctionnement :

Le DME fonctionne dans la gamme des ultra hautes fréquences (UHF de 962 MHz à 1213 MHz) et sa portée correspond à la portée optique, soit 200 NM (370 km) sur la plupart des appareils embarqués. La précision est de l'ordre de 0,2 NM ($\pm 0,25\%$ de la distance). Le DME possède donc une bonne précision.

Le principe du DME consiste à mesurer le temps qui s'écoule entre l'émission d'un signal radioélectrique codé en provenance de l'avion et la réponse émise par la balise au sol. Ces deux signaux utilisent un couple de fréquences différentes appelé canal. Le canal utilisable correspond à des fréquences UHF couplées selon les normes OACI à des fréquences VHF (108 MHz à 117,95 MHz) correspondant aux fréquences des balises VOR ou ILS affichables sur l'appareil. La fréquence du DME est appariée de façon automatique à la fréquence VHF du VOR ou de l'ILS auquel il est associé.

L'avion émet des paires d'impulsions (12 μ s pour le mode X ou 36 μ s pour le mode Y) d'interrogations espacées de manière aléatoire sur une fréquence donnée. La balise au sol va renvoyer le signal sur une fréquence décalée de ± 63 MHz (selon la fréquence d'interrogation) ce qui permet d'éliminer les échos sol, les interrogations des autres avions et de régénérer le signal. Le récepteur de bord capte les impulsions de réponse (le temps écoulé entre l'envoi de l'impulsion d'interrogation et la réception de l'impulsion réponse est transformé en distance). A la réception, il existe deux phases consécutives :

➤ La phase « recherche » durant laquelle l'avion émet environ 150 interrogations par seconde afin de déterminer rapidement un intervalle constant de temps entre l'émission et le retour du signal (temps aller-retour + temps de traitement de l'information par la balise au sol égal à 50 μ s). Lorsque le récepteur de bord reconnaît en réponse 50% des paires d'impulsions qu'il a émis, il calcule la distance et passe en phase « poursuite ».

➤ La phase « poursuite » durant laquelle l'avion émet 10 à 30 interrogations par seconde pour actualiser le résultat de ses calculs.

Le DME est quasi insensible aux perturbations atmosphériques. Il se sature aux environs d'une centaine d'avions. En cas de saturation, le DME répondra aux avions ayant les émissions les plus fortes. Les avions en surplus ne reçoivent pas d'information.

Chapitre V

*Elaboration d'une procédure de précision
pour l'A/D de Tiaret*

V-Elaboration d'une procédure d'approche de précision pour l'aérodrome de Tiaret**V-1-Présentation de l'Aérodrome**

L'aérodrome de Tiaret (ABD EL HAFID BOUSSOUF BOUCHEKIF) est un aérodrome ouvert à la circulation aérienne civile et il est utilisé régulièrement par les avions de transport militaire. Il se situe à 7,01 NM au sud-sud est de la ville de Tiaret, de coordonnées géographiques (point de référence de l'aérodrome) : 35 20 29 N 001 28 01 E.

V-1-1-Caractéristique de l'aérodrome

- Altitude du seuil 989 m (3245 ft).
- Température de référence 34° C.
- Piste :
 - Dimension : 3000m . 45m.
 - Caractéristique physique : La piste est revêtue d'un béton bitumineux.
 - Pente : 0,44 %.
 - Orientation :
 1. Relèvement vrai : 081 / 261.
 2. Relèvement magnétique : 082 / 262.
 - Coordonnées du seuil :
 3. Seuil 08 : 35 20 20 N 001 26 48 E.
 4. Seuil 26 : 35 20 35 N 001 28 46 E.
 - Déclinaison magnétique : 1°W.

V-1-2-Espace aérien

La CTR (Tiaret ABD EL HAFID BOUSSOUF BOUCHAKIF), a des limites latérales qui se trouvent dans un cercle de 7 Nm de rayon centré sur 35 20 29 N 001 28 01 E.

- Limite verticale : 900m.
- Classification de l'espace aérien : D.
- Indicatif d'appel: Tiaret tour.
- Langue d'organe ATS : français / anglais.
- Fréquence : 118,1 119,7 (s).

V-1-3-Installations radioélectrique

- **VOR :**
 - Identification : TRB.
 - Fréquences : 116,3
 - Emplacement de l'antenne d'émission : 35 20 52 N 001 30 54 E
 - Emplacement par rapport au seuil 26 : 087°/3278m.
- **NDB :**
 - Identification : TRB.
 - Fréquence : 389.
 - Emplacement de l'antenne d'émission : 35 20 45N 061 30 02E.
 - Emplacement par rapport au seuil 26 : 087° / 1600 m.

V-1-4-Catégorie d'aéronefs utilisant l'aérodrome

Le site et les caractéristiques de la piste peuvent limité l'accès de l'aérodrome à certaines catégories d'aéronefs, pour chaque catégorie il convient de respecter sur chacun des segments de la procédure la vitesse indiquée max et /ou la vitesse min préconisée par la réglementation.

Vu les caractéristiques de piste (dimension), l'accès à l'aérodrome de Tiaret se limite à 04 catégories d'aéronef soient A, B, C et D.

V-2-Réalisation de la procédure

L'implantation d'une installation ILS, nécessite une planification méticuleuse, car il faut d'abord élaborer une procédure ILS complète. Il est donc essentiel de rassembler les informations concernant les minimums d'approche aux instruments, de déterminer si l'équipement, une fois installé, exigera l'adjonction de matériel connexe.

V-2-1-Besoins

La piste 26 de l'aérodrome de Tiaret doit être desservie par un ILS de catégorie II.

Données :

- Altitude du seuil : 989 m.
- Relèvement magnétique de la piste : 082°/262°.
- Déclinaison magnétique : 1°W.
- Pente d'approche interrompue : 2,5%.
- Catégories d'aéronefs : A, B, C et D.
- Hauteur de référence ILS (RDH) : 15 m (50 ft).
- Angle GP proposé : 3°.
- Distance seuil/ LLZ : 3300 m.
- Installations existantes dans la région : NDB (TRB) – VOR (TRB).

V-2-2-Calcul de l'OCA/H

Le PANS – OPS présente trois méthodes pour calculer les OCA/H, on a opté pour la deuxième méthode (surface d'évaluation d'obstacle OAS) dont les avantages sont les suivants :

- Surfaces réduites donc moins d'obstacles.
- Tient compte des variations de GP, de RDH, de géométrie des aéronefs et de la pente de l'API.

V-2-2-1-Calcul des OAS

Les valeurs suivantes sont tirées du tableau (V-2):

Tableau V-1-Coordonnées des points :C, D, E, C'', D'', E''

	C	D	E	C''	D''	E''
X	173	-286	-900	4362	2576	-6900
Y	66	135	205	71	340	1420
Z	0	0	0	150	150	150

V-2-2-1-1-Equations des surfaces

$$W/Z = 0,0358x - 6,19.$$

$$X/Z = 0,035493x + 0,236106y - 21,72.$$

$$Y/Z = 0,032184x + 0,282298y - 28,91.$$

$$Z/Z = -0,025x - 22,5.$$

Tableau V-2-Constantes pour le calcul des surfaces d'évaluation d'obstacles

III^e Partie — Supplément I

III-1-73

DONNEES OAS ILS ANGLE AL. DESC. 3,00 DIST. LLZ/SEUIL 3200.

	CONSTANTES OAS ILS			CONSTANTES OAS MODIFIEES POUR PIL. AUTOM. CAT II		
	CAT I	CAT II	C	CAT I	CAT II	C
M	.028500	.000000	-8.01	.035800	.000000	-6.19
M ^W				.042000	.000000	-12.39
L	.027986	.184514	-16.91	.035493	.236106	-21.72
Y 5.0P	.018135	.258945	-29.77	.025907	.369921	-42.53
Z	-.050000	.000000	-45.00	-.050000	.000000	-45.00
Y 4.0P	.020449	.241458	-26.75	.028391	.335236	-37.14
Z	-.040000	.000000	-36.00	-.040000	.000000	-36.00
Y 3.0P	.022886	.223047	-23.57	.030861	.300768	-31.78
Z	-.030000	.000000	-27.00	-.030000	.000000	-27.00
Y 2.5P	.024252	.212725	-21.78	.032184	.282298	-28.91
Z	-.025000	.000000	-22.50	-.025000	.000000	-22.50
Y 2.0P	.025666	.202040	-19.93	.033510	.263785	-26.03
Z	-.020000	.000000	-18.00	-.020000	.000000	-18.00

COORDONNEES GABARIT OAS (M)

	ALTITUDE DU SEUIL		CAT II		PIL. AUTOM. CAT II	
	CAT I		CAT II		PIL. AUTOM. CAT II	
C	X	Y	X	Y	X	Y
D	281	49	173	66	173	66
E 5.0P	-286	135	-286	135	-286	135
4.0P	-900	178	-900	178	-900	178
3.0P	-900	187	-900	187	-900	187
2.5P	-900	198	-900	198	-900	198
2.0P	-900	205	-900	205	-900	205
	-900	213	-900	213	-900	213

	HAUTEUR 300 M		HAUTEUR 150 M		HAUTEUR 150 M ^W	
	CAT I		CAT II		PIL. AUTOM. CAT. II	
C ^W	X	Y	X	Y	X	Y
C ^W	10807	78	4362	71	3866	49
D ^W 5.0P	5438	892	2576	340	1000	48
E ^W	-6900	1756	-3900	793	1373	424
D ^W 4.0P	5438	892	2576	340	-3900	793
E ^W	-8400	2064	-4650	952	1105	464
D ^W 3.0P	5438	892	2576	340	-4650	952
E ^W	-10900	2569	-5900	1209	553	547
D ^W 2.5P	5438	892	2576	340	-5900	1209
E ^W	-12900	2983	-6900	1420	-81	643
D ^W 2.0P	5438	892	2576	340	-6900	1420
E ^W	-15900	3603	-8400	1734	-1568	866
					-8400	1734

P = POURCENTAGE

W = NOTE

LES COORDONNEES C^W SONT CELLES DU GABARIT A LA HAUTEUR DE 29,5M
C'EST-A-DIRE A L'INTERSECTION DES SURFACES W ET W^W (PIL. AUTOM. CAT II SEULEMENT)

Sur une carte topographique de la région d'une échelle de 1/ 25000 nous avons localisé la piste et en suivant la méthode prescrite en III-4-6, on réalise le gabarit des surfaces OAS (voir figure V-1).

L'analyse de la carte nous a permis de dresser une liste contenant tout obstacle à étudier, chaque obstacle et identifier par un numéro, comme indique le tableau suivant :

V-2-2-2-Obstacles à l'approche (entre FAP et -900 m)

Tableau V-3-Liste des obstacles à l'approche (entre FAP et -900 m)

N°	Description	X(m)	Y(m)	Z _{obstacle} (m)	Z _w	Z _x	Z _y	Z _z
01	Câble électrique	-300	175	4			10,84	
02	Bâtiment	-575	225	6			61,10	
03	Arbre	-1950	-425	26			28,31	26,25
04	Point de coté	-2900	375	5				50
05	Colline	-2825	-650	19			63,66	
06	Arbre	-3875	0	26				74,36
07	Pylône	-3950	-175	21				76,25
08	Arbre	-4700	0	26				95
09	Arbre	-4300	-400	24				85
10	Pylône	-4325	825	21				85,63
11	Pylône	-4450	-875	19				88,75
12	Colline	-5075	300	9				104,38
13	Pylône	-6000	50	12				127,5
14	Pylône	-5675	-75	11				119,38
15	Point de coté	-5575	-750	15				116,88
16	Colline	-6500	-725	32				140
17	Pylône	-6700	825	7				145

Où :

Z_{obstacle} est la hauteur de l'obstacle.

Z_w est la hauteur de la surface W à la position de l'obstacle.

Z_x est la hauteur de la surface X à la position de l'obstacle.

Z_y est la hauteur de la surface Y à la position de l'obstacle.

Z_z est la hauteur de la surface Z à la position de l'obstacle.

L'obstacle N° 16 est appelé l'obstacle significatif.

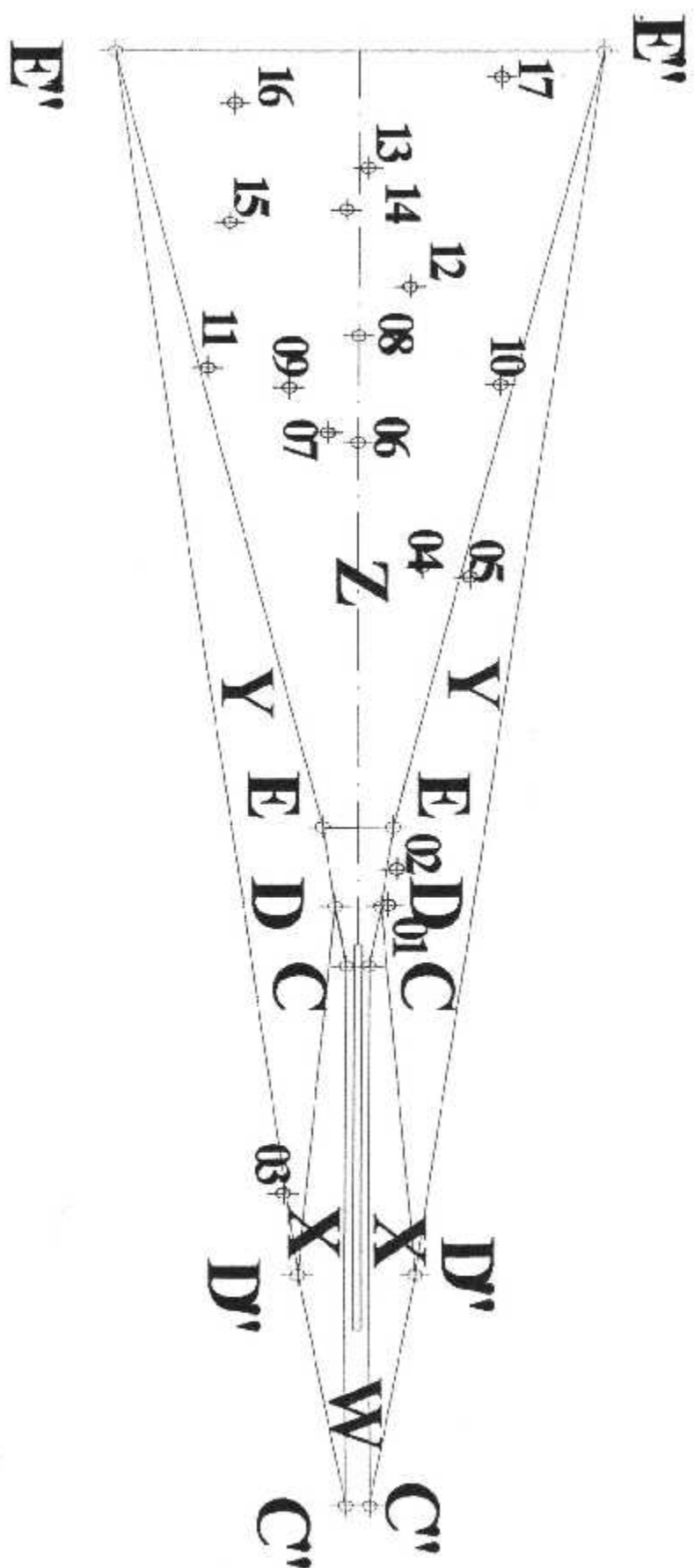


Fig-V-1-Gabarit des surfaces d'évaluation d'obstacles

V-2-2-3-Obstacles à l'approche interrompue (après -900)

Pour étudier les obstacles à l'approche interrompue dans le segment de précision on prolonge la surface Z jusqu'au point où elle atteint une hauteur de 300 m, soit à $x = -12900$ m, ensuite on fait le relèvement des obstacles sur une carte d'une échelle de 1/ 25000 (voir figure V- 3). le tableau ci-dessous donne la liste des obstacles relevés dans cette zone :

Tableau-V-4-Liste des obstacles à l'approche interrompue (après -900)

N°	X(m)	Y(m)	Z _{obstacle}	Z _{surface}
18	-7925	-1300	26m (86ft)	175,63m (577ft)
19	-8075	-400	26m (86ft)	179,38m (589ft)
20	-8450	1000	45m (148ft)	188,75m (620ft)
21	-9425	800	22m (73ft)	213,13m (700ft)
22	-9250	-200	31m (102ft)	208,75m (685ft)
23	-9700	-1975	34m (112ft)	220 m (722ft)
24	-10450	-1400	54m (178ft)	238,75m (784ft)
25	-11375	0	26m (86ft)	261,88m (860ft)
26	-11800	-225	19m (63ft)	272,5m (895ft)
27	-12050	-2025	22m (73ft)	278,75m (915ft)
28	-12650	-500	54m (178ft)	293,75m (964ft)

Les hauteurs de ces obstacles seront ramenées aux hauteurs des obstacles à l'approche équivalents au moyen de la formule suivantes :

$$h_a = [h_{ms} \cot Z + (900 + x)] / (\cot Z + \cot \theta)$$

où :

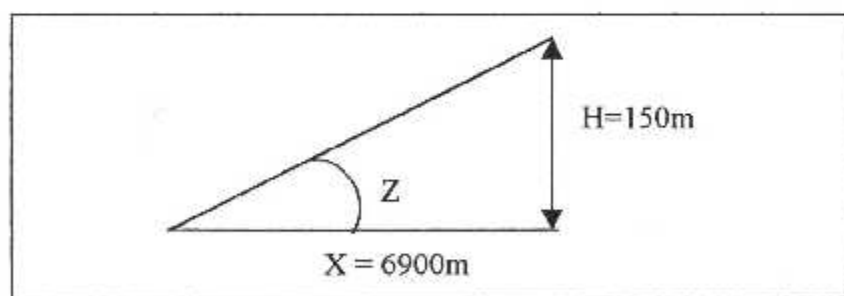
h_a = hauteur de l'obstacle à l'approche équivalent.

h_{ms} = hauteur de l'obstacle à l'approche interrompue.

θ = angle d'alignement de descente.

Z = angle de la surface d'approche interrompue.

x = distance de l'obstacle par rapport au seuil (comptée négativement si l'obstacle est en aval du seuil).

**Fig-V-2-Calcul de Z**

$$\begin{aligned} \cotg Z &= 6900/150 \\ &= 46 \end{aligned}$$

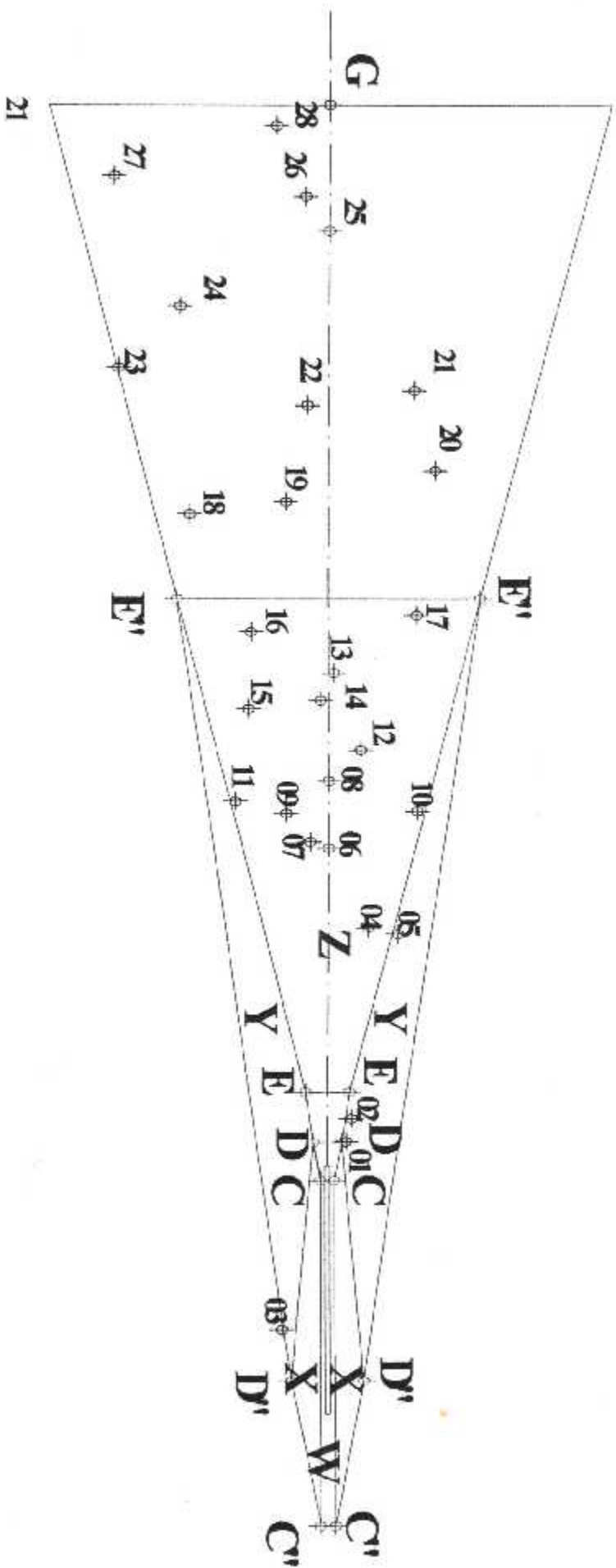


Fig-V-3-Obstacles à l'approche interrompue du segment de précision

Après calcul on obtient le tableau suivant :

Tableau-V-5-Conversion des hauteurs des obstacles en hauteur d'obstacle équivalent

N°	X(m)	h_{ms}	h_a
18	-7925	26m (86ft)	-49,58m
19	-8075	26m (86ft)	-50,85m
20	-8450	45m (148ft)	-46,61m
21	-9425	22m (73ft)	-63,90m
22	-9250	31m (102ft)	-58,89m
23	-9700	34m (112ft)	-61,55m
24	-10450	54m (178ft)	-60,10m
25	-11375	26m (86ft)	-78,92m
26	-11800	19m (63ft)	-85,28m
27	-12050	22m (73ft)	-3,08m
28	-12650	54m (178ft)	7,66m

Remarque

Les valeurs négatives sont considérées comme nulles.

Après analyse des tables 1 et 2 on détermine la hauteur de l'obstacle à l'approche le plus élevé (réel ou équivalent), cet obstacle est appelé l'obstacle significatif.

C'est l'obstacle N° 16 de hauteur de 32 m (105 ft), et à partir de cette hauteur que seront calculées les OCA/H.

V-2-2-4- Marge de franchissement d'obstacles

La marge de franchissement d'obstacles sera déterminée par les marges de perte d'altitude données par le tableau III-2.

Dans notre cas, l'altitude de l'aérodrome est de 989 m (3245 ft), supérieure à 900 m donc nous allons faire une correction pour l'altitude de l'aérodrome. L'angle d'alignement de descente quant à lui est de 3° inférieure à 3,2° donc pas de correction pour l'angle d'alignement de descente.

V-2-2-4-1-Corrections pour l'altitude de l'aérodrome

➤ Catégorie A :

$$13 \cdot (2/100) \cdot (989/300) = 0,86 \text{ arrondie à 1 m.}$$

$$42 \cdot (2/100) \cdot (3245/985) = 2,77 \text{ arrondie à 3 ft.}$$

La marge corrigée avec radioaltimètre est de :

$$13 + 1 = 14 \text{ m ou } 42 + 3 = 45 \text{ ft.}$$

➤ Catégorie B :

$$18 \cdot (2/100) \cdot (989/300) = 1,19 \text{ arrondie à 2 m.}$$

$$59 \cdot (2/100) \cdot (3245/985) = 3,89 \text{ arrondie à 4 ft.}$$

la marge corrigée avec radioaltimètre est de :

$$18 + 2 = 20 \text{ m ou } 59 + 4 = 63 \text{ ft.}$$

➤ Catégorie C :

$$22 \cdot (2/100) \cdot (989/300) = 1,45 \text{ arrondie à 2 m.}$$

$$71 \cdot (2/100) \cdot (3245/985) = 4,68 \text{ arrondie à 5 ft.}$$

La marge corrigée avec radioaltimètre est de :

$$22 + 2 = 24 \text{ m ou } 71 + 5 = 76 \text{ ft.}$$

➤ Catégorie D :

$$26 \cdot (2/100) \cdot (989/300) = 1,71 \text{ arrondie à 2 m.}$$

$$85 \cdot (2/100) \cdot (3245/985) = 5,6 \text{ arrondie à 6 ft.}$$

La marge corrigée avec radioaltimètre est de :

$$26 + 2 = 28 \text{ m ou } 85 + 6 = 91 \text{ ft.}$$

L'OCH sera déterminée en ajoutant la marge appropriée relative à la catégorie d'aéronef à la hauteur de l'obstacle significatif :

Catégorie A :

$$\text{OCH} = 32 + 14 = 46 \text{ m.}$$

$$\text{OCH} = 105 + 45 = 150 \text{ ft.} \quad \text{D'où une OCA} = 989 + 46 = 1035 \text{ m } (3245 + 150 = 3395 \text{ ft}).$$

Catégorie B :

$$\text{OCH} = 32 + 20 = 52 \text{ m.}$$

$$\text{OCH} = 105 + 63 = 168 \text{ ft.} \quad \text{D'où une OCA} = 1041 \text{ m } (3413 \text{ ft}).$$

Catégorie C :

$$\text{OCH} = 32 + 24 = 56 \text{ m.}$$

$$\text{OCH} = 105 + 76 = 181 \text{ ft.} \quad \text{D'où une OCA} = 1045 \text{ m } (3426 \text{ ft}).$$

Catégorie D :

$$\text{OCH} = 32 + 28 = 60 \text{ m.}$$

$$\text{OCH} = 105 + 91 = 196 \text{ ft.} \quad \text{D'où une OCA} = 1049 \text{ m } (3441 \text{ ft}).$$

V-2-3-position du FAP

Le FAP est défini par l'intersection de l'axe d'approche finale (glide et LLZ) et le plan horizontal contenant le segment d'approche intermédiaire.

Pour assurer une marge d'au moins 150 m au dessus du FAP, la hauteur du segment intermédiaire est jugée convenable pour 600 m (1969 ft).

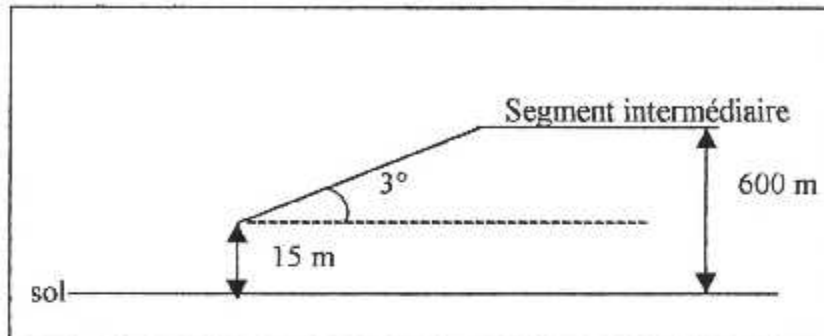


Fig-V-4-Calcul de la position du FAP

Calculons une position approximative du FAP ; la distance FAP/seuil sera calculée comme suit :

$$\text{Tg } 3^\circ = (600-15)/D_{\text{FAP/seuil}} \quad \text{donc} \quad D_{\text{FAP/seuil}} = (600-15)/\text{tg}3^\circ \\ = 11162,46 \text{ m}$$

$$D_{\text{FAP/seuil}} = 11163 \text{ m} \quad \text{ou} \quad D_{\text{FAP/seuil}} = 6,03 \text{ NM.}$$

Calculons la hauteur de la surface en ce point c'est à dire au FAP, cette hauteur est déterminée à partir de l'équation de la surface W:

$$W/Z = 0,0358x - 6,19 \quad (\text{équation de la surface W})$$

En remplaçant X par la valeur de $D_{\text{FAP/seuil}}$ on obtient :

$$W/Z = 393 \text{ m}$$

On lui ajoute une marge de 150 m (marge de franchissement d'obstacles au-dessus du FAP) :
 $393 + 150 = 543 \text{ m (1782 ft)}$.

Cette valeur est inférieure à 600 m la hauteur proposée pour l'intermédiaire, donc on gardera cette dernière et on retiendra la position du FAP calculée précédemment.

Une installation radioélectrique sert comme repère de mise en descente qui devient repère d'approche finale, il assure la liaison progressive entre la MOC du segment précédent et les surfaces de précision, pour des besoins opérationnels on propose un VOR/DME.

V-2-4-Emplacement des markers

Les distances séparant les markers du seuil sont tirées à partir des recommandations de l'annexe 10 de l'OACI en tenant compte du dégagement du terrain soient :

- 7200 m (3,9NM) pour l'OM.
- 1050 m (0,57NM) pour le MM.
- Xm

V-2-4-1-Hauteur/altitude de la trajectoire de descente par rapport à OM et MM

- Outer marker :
 $15 + 7200 \times \text{tg}3 = 392,3 \text{ m (1288 ft)}$ d'où une altitude de 1381,3 m (4532 ft).
- Midle marker :
 $15 + 1050 \times \text{tg}3 = 70 \text{ m (230 ft)}$ d'où une altitude de 1059 m (3476 ft).

V-2-5-Alignement

L'axe LLZ est aligné sur le prolongement de l'axe de piste, relèvement magnétique : 262°.

V-2-6-Point d'approche interrompue

Le point d'approche interrompue est défini par l'intersection de l'alignement de descente nominale et de l'altitude/hauteur de décision (DA/H). Selon les dispositions de l'annexe 06, pour la catégorie II d'ILS, la hauteur de décision est comprise entre 30 et 60 m, la DA/H à retenir doit être au moins égale à l'OCA/H calculée précédemment, or cette dernière varie selon les catégories d'aéronefs, les DA/H seront en fonction des catégories d'aéronefs, d'où des points d'approche interrompue (Mapt) différents.

Calculons le point d'approche interrompue pour chaque catégorie d'aéronefs :

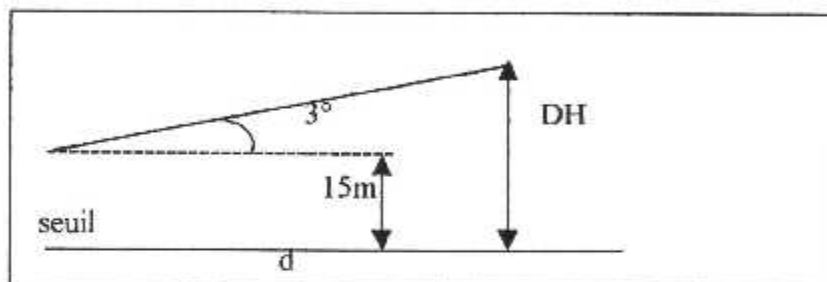


Fig-V-5-Calcul du MAPT

Catégorie A :

DH = 48 m (158 ft).

$\text{tg} 3^\circ = (48-15)/d$

donc: $d = (48-15)/\text{tg} 3^\circ$

$d = 629,68 \text{ m (2066 ft)}$.

Où :

d: distance seuil/Mapt.

de même on trouve on détermine la distance seuil/Mapt pour les autres catégories :

Catégorie B :

DH = 54 m (178 ft).

$d = 744 \text{ m (2442 ft)}$.

Catégorie C:

DH = 58 m (190 ft).

$d = 820,49 \text{ m (2692 ft)}$.

Catégorie D:

DH = 60 m (196 ft).

$d = 858,65 \text{ m (2817 ft)}$.

V-2-6-1-Détermination du SOC

Le point du début de montée (SOC) est l'élément de référence utilisé dans le calcul des distances et des pentes pour déterminer les marges de franchissement d'obstacles. Il est défini par la hauteur et la distance auxquelles le plan GP' (plan parallèle à l'alignement de descente et ayant son origine à -900 m au niveau du seuil) atteint l'altitude OCA/H-HL (OCA/H et HL se rapportent à la même catégorie d'aéronefs).

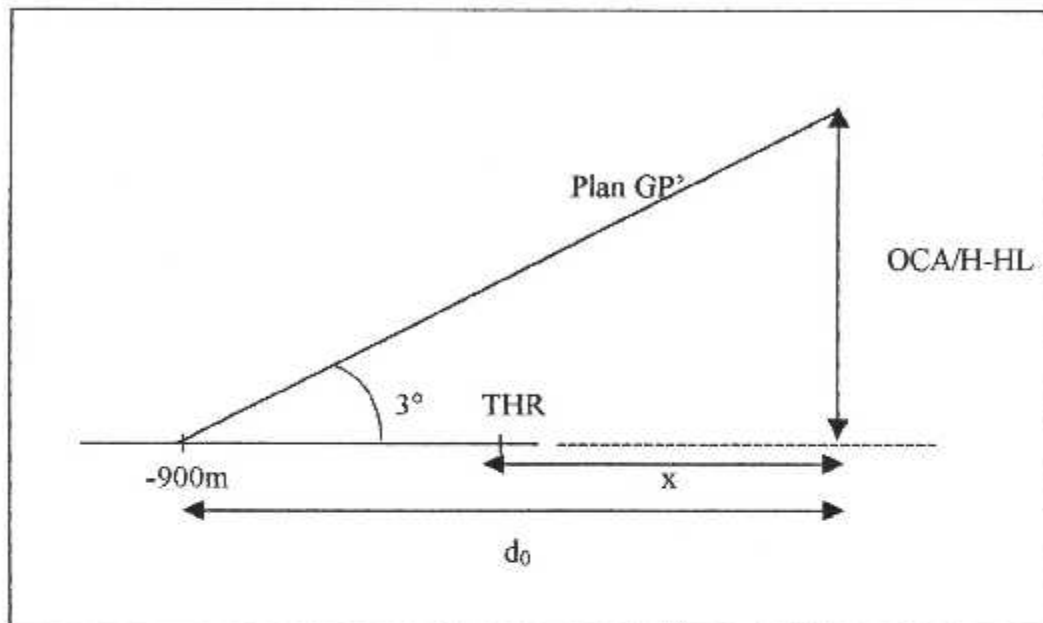


Fig-V-6-Détermination du SOC

OCH-HL = 32 m (pour toutes les catégories d'aéronefs), ce qui nous mène à déterminer un point unique de début de montée pour toutes les catégories à l'aide de ces deux relations :

$$\operatorname{tg} 3^{\circ} = (\text{OCH-HL}) / d_0 \quad \text{donc : } d_0 = (\text{OCA-HL}) / \operatorname{tg} 3^{\circ} \text{-----(1) or}$$

$$d_{11} = x + 900 \quad \text{donc : } x = d_0 - 900 \text{-----(2)}$$

$$\text{de (1) et (2) : } x = [(\text{OCH} - \text{HL}) / \operatorname{tg} 3^{\circ}] - 900$$

$$x = (32 / \operatorname{tg} 3^{\circ}) - 900$$

$$x = -290 \text{ m.}$$

Donc le SOC se trouve à 290 m après le seuil.

V-2-6-2-Approche interrompue après le segment de précision

Le segment de précision se termine à la distance à la quelle la surface Z atteint une hauteur de 300 m (985 ft) au-dessus du seuil, c'est le début de la phase finale de l'approche interrompue.

D'après l'équation de la surface Z des OAS :

$$Z_{fz} = -0,025x - 22,5 \quad \text{or} \quad Z = 300 \text{ m}$$

$$\text{donc } 300 = -0,025x - 22,5$$

$$x = -12900 \text{ m}$$

La finale d'approche interrompue débutera à 12900 m (6,97 NM) en aval du seuil.

V-2-6-2-1-Approche interrompue en ligne droite**V-2-6-2-1-1-Aire**

La largeur de la surface Z à cette distance où elle atteint la hauteur de 300 m (985 ft), détermine la largeur initiale de l'aire du finale de l'approche interrompue, avec un évasement suivant un angle de 15°. (Voir figure V-7).

Le relèvement des obstacles sur une carte de 1/200000 dans cette aire nous a permis d'obtenir le tableau suivant :

Tableau-V-6-Liste des obstacles dans l'aire du final d'approche interrompue

N°	d_0	Altitude d'obstacle	Hauteur d'obstacle	$(OCH_{ps} - HL) + d_0 \tan Z$
11	17200m(9,3NM)	1015 m(3330 ft)	26 m(85 ft)	405 m(1329 ft)
12	18300m(9,9NM)	1047 m(3435 ft)	58 m(190 ft)	429,83 m(1410 ft)
13	30000m(16,2NM)	1032 m(3386 ft)	43 m(141 ft)	684,17 m(2245 ft)
14	37800m(20,4NM)	1011 m(3317 ft)	22 m(73 ft)	853,74 m(2800 ft)
15	38600m(20,8NM)	1094 m(3590 ft)	105 m(345 ft)	871,13 m(2858 ft)
16	43600m(23,5NM)	1130 m(3708 ft)	141 m(463 ft)	979,83 m(3215 ft)
17	43800m(23,6NM)	1086 m(3563 ft)	97 m(318 ft)	984,17 m(3229 ft)

- OCA/ H_{ps} et HL (tirées du tableau III-2) se rapportent à la même catégorie d'aéronefs.
- d_0 mesurée à partir du début de montée (SOC) parallèlement à la trajectoire d'approche interrompue en ligne droite.
- Z est l'angle formé par la surface d'approche interrompue et le plan horizontale.

V-2-6-2-1-2-Marge de franchissement d'obstacles

L'altitude/ hauteur d'obstacle dans cette aire ne devrait pas dépasser :

$$(OCA/H_{ps} - HL) + d_0 \tan Z$$

Les résultats de cette formule donnée par la 5^{ème} colonne du tableau ci-dessus, permettent en les comparant avec celles de la 4^{ème} colonne, de constater que tous les obstacles vérifient ce critère.

Alors l'aéronef suit son approche interrompue en ligne droite avec une pente de 2,5% jusqu'au MSA 1800 m(5900 ft) ; l'OCH retenue pour la procédure sera celle du segment de précision.

V-2-7-Segment d'approche intermédiaire

D'après le 3^{ème} chapitre, la longueur optimale du segment intermédiaire est de 9 km (5 NM), cette valeur sera retenue pour notre étude.

Ce segment sera aligné sur l'axe de radioalignement de piste.

L'IF sera indiqué par une distance DME (distance oblique) de 9,09 km(4,9 NM) à partir de l'installation VOR/DME située au FAP.

V-2-7-1-Tolérance de repère

VOR : $\pm 4,5^\circ$

DME : $\pm 0,46$ km($\pm 0,25$ NM) + 1,25% de la distance par rapport à l'antenne.

Position amont : $9,09 + 0,46 + 0,11 = 9,66$ km.

$4,9 + 0,25 + 0,06 = 5,21$ NM.

Sur la radiale $262^\circ \pm 4,5^\circ$.

Position avale : $9,09 - 0,46 - 0,11 = 8,52$ km.

$4,9 - 0,25 - 0,11 = 4,59$ NM.

Sur la radiale $262^\circ \pm 4,5^\circ$.

V-2-7-2-Aires

La largeur totale de l'aire intermédiaire à l'altitude du FAP peut être calculée mathématiquement à l'aide de l'équation de la surface X :

la hauteur du FAP par rapport au seuil est de 600 m.

la distance FAP/seuil = 11163 m(6,03 NM).

$X/Z = 0,035493x + 0,236106y - 21,72$.

$y = 955,21$ m(0,52 NM) c'est la demi largeur à l'altitude du FAP qui est de 1589 m(5214 ft).

A l'IF la largeur de l'aire est de :

Aire primaire : 18,6 km (10,04 NM).

Aire secondaire : 9,3 km (5,02 NM) de part et d'autre de l'aire primaire.

Le tracé de l'aire sur une carte d'une échelle de 1/200000 permet de constater que ce segment se trouve au-dessus d'un terrain plat et dégagé, donc la hauteur du segment d'approche intermédiaire sera celle retenue dans les calculs de la position du FAP, soit 600 m d'où une altitude de 1589 m (5214 ft).

V-2-7-3-Gabarit de l'aire

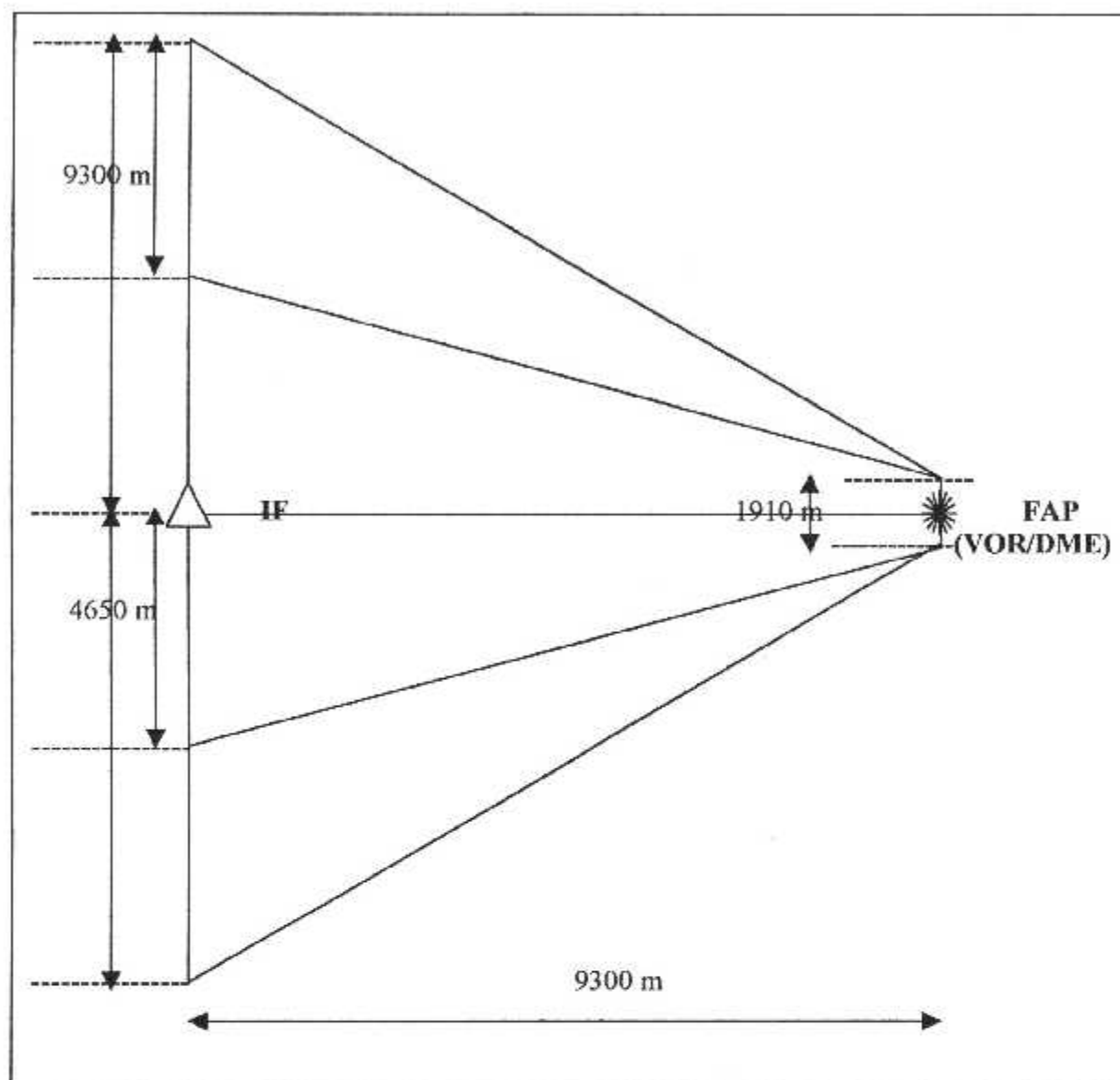


Fig-V-8-Aire d'approche intermédiaire

V-2-8-Altitude minimale de secteur

Pour déterminer l'altitude minimale de secteur, on doit tracer un cercle de 25 NM de rayon, rapporté à l'échelle de la carte 1/500000, centré sur l'installation de radioalignement (VOR/DME), augmenté une zone tampon de 5 NM.

Pour obtenir les MSA les plus favorables, on a choisi de diviser le cercle en quatre secteurs (voir figure V-9).

Secteur 1 : 000° – 090° :

l'obstacle significatif est de 1131 m (3711 ft) d'altitude.

$MSA = 1131 + 15 + 300 = 1446$ m arrondie au multiple de 50 m supérieur le plus proche, soit 1450 m (4700 ft).

Secteur 2 : 090° – 180° :

Altitude de l'obstacle significatif : 1508 m.

$MSA = 1508 + 15 + 300 = 1823$ m arrondie à 1850 m (6000 ft).

Secteur 3 : 180° – 270°

Altitude de l'obstacle significatif : 1454 m.

$MSA = 1454 + 15 + 300 = 1769$ m arrondie à 1800 m (5900 ft).

Secteur 4 : 270° – 360°

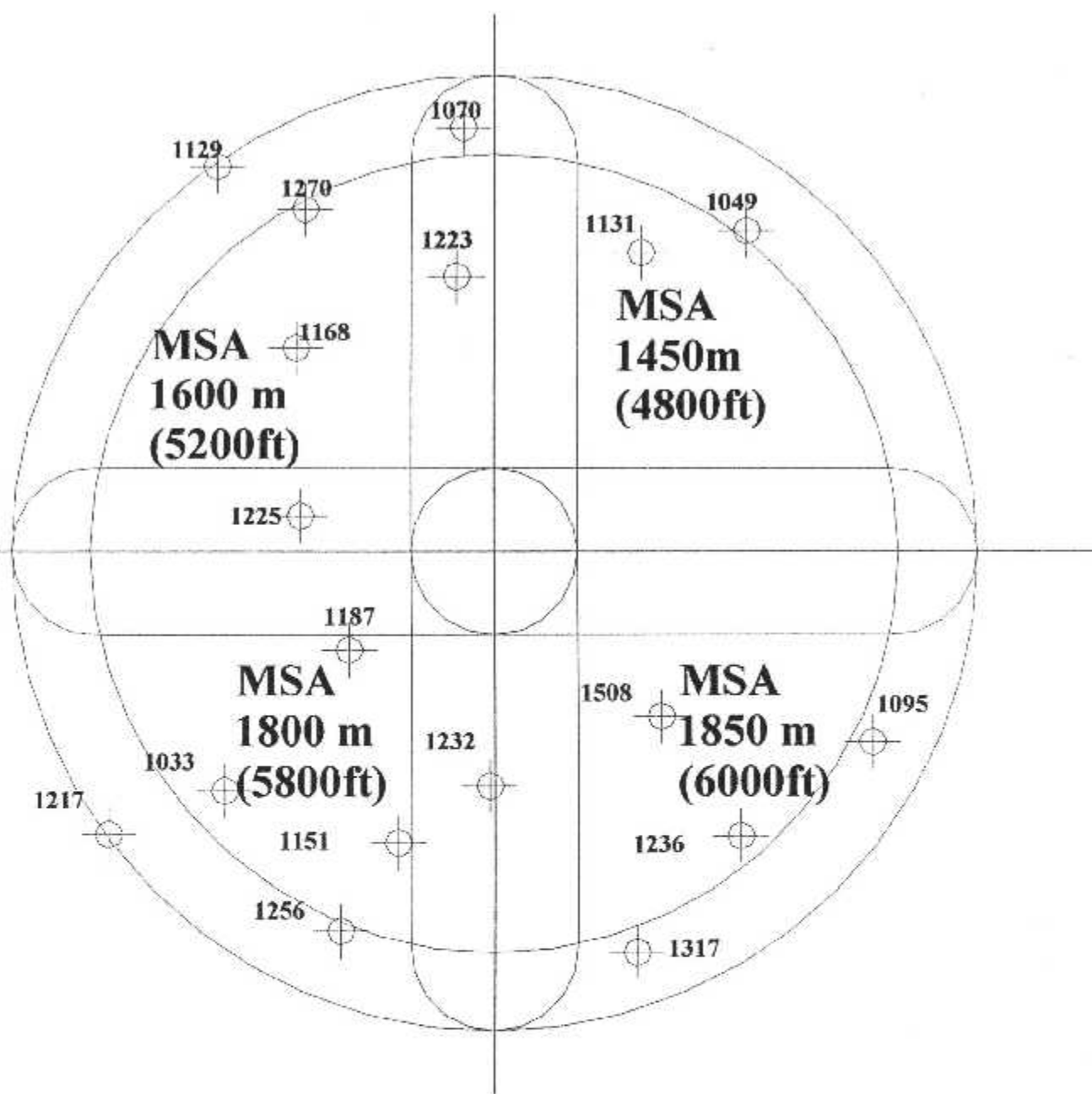
Altitude de l'obstacle significatif : 1270 m.

$MSA = 1270 + 15 + 300 = 1585$ m arrondie à 1600 m (5200 ft).

Où :

15 m majoration pour tenir compte de la végétation.

300 m : marge de franchissement d'obstacle.



***Fig-V-9-Altitude minimale de
secteur***

V-2-9-Aire de protection des procédures en hippodrome et procédures d'attentes

L'aire de protection d'une procédure en hippodrome est constituée d'une aire primaire et d'une aire secondaire ; l'aire de protection d'une procédure d'attente est constituée d'une aire et d'une zone tampon.

Etant donné que la construction de l'aire primaire d'une procédure en hippodrome et de l'aire d'une procédure d'attente est la même, ces deux aires sont désignées par le même terme « l'aire de base de la procédure ».

V-2-9-1-Construction de l'aire de base

La construction de l'aire de base se fait en deux étapes :

- La première étape consiste à construire un gabarit, qui tient compte de tous les facteurs qui peuvent amener un aéronef à s'écarter du circuit nominal, à l'exception de ceux qui se rapportent à l'aire de tolérance du repère. Il s'applique à tous les types des procédures, y compris les suivantes :

 - A la verticale d'un VOR ou d'un NDB.
 - A l'intersection de radiale VOR.
 - Avec VOR/DME.
 - Ainsi qu'aux entrées correspondantes.

Le tableau suivant donne les paramètres de construction du gabarit :

:Altitude(h) = 2300 m (7500 ft).

Vitesse indiquée(V_i) = 425 km/h (230 kt).

Temps d'éloignement (T) = 1 mn.

Température :ISA+15°.

Tableau-V-7-Paramètres de construction du gabarit de l'hippodrome et de l'attente

N°	Paramètres	Unités SI		Unités hors SI	
		Formule	Valeurs	Formule	Valeurs
1	K	Facteur de conversion pour 2300m et ISA + 15°	1,1504	Facteur de conversion pour 7500ft et ISA + 15°	1,1496
2	V	$V = k.v$	488,92km/h	$V = k.v$	264,4kt
3	v	$v = V/3600$	0,1358km/s	$v = V/3600$	0,0734Nm/s
4	R	Moins élevée de: $R = 934,27/V$ ou $3^\circ/s$	1,93°/s	Moins élevée de: $R = 934,27/V$ ou $3^\circ/s$	1,93°/s
5	r	$r = v/(62,83.R)$	4,03km	$r = v/(62,83.R)$	2,18Nm
6	h	En milliers de mètres	2,3km	En milliers de pieds	7,5
7	w	$w = 12h + 87$	114,6km/h	$w = 12h + 87$	62kt
8	w'	$w' = w/3600$	0,0318km	$w' = w/3600$	0,0172Nm/s
9	E ₄₅	$E_{45} = 45w'/R$	0,741km	$E_{45} = 45w'/R$	0,401Nm
10	t	$t = 60T$	60s	$t = 60T$	60s
11	L	$L = v.t$	8,15km	$L = v.t$	4,4Nm
12	ab	$ab = 5.v$	0,68km	$ab = 5.v$	0,37Nm
13	ac	$ac = 11.v$	1,49km	$ac = 11.v$	0,81Nm
14	g _{i1} = g _{i3}	$g_{i1} = g_{i3} = (t - 5).v$	7,47km	$g_{i1} = g_{i3} = (t - 5).v$	4,04Nm
15	g _{i2} = g _{i4}	$g_{i2} = g_{i4} = (t + 21).v$	11km	$g_{i2} = g_{i4} = (t + 21).v$	5,95Nm
16	W _b	$W_b = 5w'$	0,16km	$W_b = 5w'$	0,09Nm
17	W _c	$W_c = 11w'$	0,35km	$W_c = 11w'$	0,19Nm
18	W _d	$W_d = W_c + E_{45}$	1,09km	$W_d = W_c + E_{45}$	0,59Nm
19	W _e	$W_e = W_c + 2E_{45}$	1,83km	$W_e = W_c + 2E_{45}$	0,99Nm
20	W _f	$W_f = W_c + 3E_{45}$	2,57km	$W_f = W_c + 3E_{45}$	1,39Nm
21	W _g	$W_g = W_c + 4E_{45}$	3,31km	$W_g = W_c + 4E_{45}$	1,79Nm
22	W _h	$W_h = W_b + 4E_{45}$	3,12km	$W_h = W_b + 4E_{45}$	1,69Nm
23	W _o	$W_o = W_b + 5E_{45}$	3,87km	$W_o = W_b + 5E_{45}$	2,1Nm
24	W _p	$W_p = W_b + 6E_{45}$	4,61km	$W_p = W_b + 6E_{45}$	2,5Nm
25	W _{i1} = W _{i3}	$W_{i1} = W_{i3} = (t + 6)w' + 4E_{45}$	5,06km	$W_{i1} = W_{i3} = (t + 6)w' + 4E_{45}$	2,74Nm
26	W _{i2} = W _{i4}	$W_{i2} = W_{i4} = W_{i1} + 14w'$	5,51km	$W_{i2} = W_{i4} = W_{i1} + 14w'$	2,98Nm
27	W _j	$W_j = W_{i2} + E_{45}$	6,25km	$W_j = W_{i2} + E_{45}$	3,38Nm
28	W _k = W _l	$W_k = W_l = W_{i2} + 2E_{45}$	6,99km	$W_k = W_l = W_{i2} + 2E_{45}$	3,78Nm
29	W _m	$W_m = W_{i2} + 3E_{45}$	7,73km	$W_m = W_{i2} + 3E_{45}$	4,18Nm
30	W _{n3}	$W_{n3} = W_{i1} + 4E_{45}$	8,02km	$W_{n3} = W_{i2} + 4E_{45}$	4,34Nm
31	W _{n4}	$W_{n4} = W_{i2} + 4E_{45}$	8,47km	$W_{n4} = W_{i2} + 4E_{45}$	4,58Nm
32	XE	$XE = 2r + (t + 15)v + (t + 26 + 195 + R)w'$	27,24km	$XE = 2r + (t + 15)v + (t + 26 + 195 + R)w'$	14,5Nm
33	YE	$YE = 11v \cdot \cos 20^\circ + r(1 + \sin 20^\circ) + (t + 15)v \cdot \tan 5^\circ + (t + 26 + 125 + R)w'$	14,47km	$YE = 11v \cdot \cos 20^\circ + r(1 + \sin 20^\circ) + (t + 15)v \cdot \tan 5^\circ + (t + 26 + 125 + R)w'$	7,83Nm

V-5-4-Calculs des paramètres (exemple catégorie A - $V_i = 185\text{Km/h}$) :1. calcul de la vitesse vraie :

$$V_v = V_i \cdot K$$

$$K = 171233 \cdot [(288 \text{ VAR}) - 0,006496 \cdot H]^{0,5} / (288 - 0,006496 \cdot H)^{2,628} \quad \text{pour H en mètre.}$$

$$K = 171233 \cdot [(288 \text{ VAR}) - 0,006496 \cdot H]^{0,5} / (288 - 0,006496 \cdot H)^{2,628} \quad \text{pour H en pied.}$$

Où :

VAR : différence de température par rapport à ISA en °C.

H : altitude de l'aérodrome ; H = 989 m (3245 ft).

$$K = 1,0768 \quad \text{d'où} \quad V_v = 1,0768 \cdot 185 \quad \text{ou} \quad V_v = 1,0768 \cdot 100$$

$$V_v = 199 \text{ (km/h)} \quad V_v = 108 \text{ kt.}$$

2. calcul du rayon de virage r :a) Calcul de la vitesse angulaire de virage R :

$$R = (6355 \cdot \tan 20) / \pi \cdot V_v$$

$$R = 3,7 \text{ °/s} \text{ cette valeur dépasse } 3 \text{ °/s} \text{ donc on utilise } 3 \text{ °/s.}$$

b) Calcul de r :

$$r = 199 / (20,3,1416 \times 3)$$

$$r = 1,06 \text{ km.}$$

$$\text{ou } r = 108 / (20,3,1416 \times 3)$$

$$r = 0,57 \text{ Nm.}$$

3. calcul du rayon à partir du seuil R :

$$R = 2 \cdot r + \text{segment rectiligne.} \quad \text{Avec segment rectiligne est constante égale à : } 0,56 \text{ km}$$

$$R = 2 \cdot 1,06 + 0,56$$

$$R = 2,52 \text{ km.}$$

En faisant les mêmes calculs pour les autres vitesses on obtient les deux tableaux suivants :

Tableau-V-8-Détermination des rayons pour la construction de l'aire de manœuvre à vue (unités SI)

Catégorie d'aéronefs / V_i (Km/h)	A/185	B/250	C/335	D/380
V_v pour l'altitude 989 m + 46 km/h de facteur de vent	199	269	361	409
Segment d'approche rectiligne (km) (valeur constante)	0,56	0,71	0,93	1,11
Rayon de virage r(km)	1,06	1,56	2,82	3,62
Rayon (R) à partir du seuil (km)	2,68	3,86	6,57	8,35

Tableau-V-9-Détermination des rayons pour la construction de l'aire de manœuvre à vue (unités hors SI)

Catégorie d'aéronefs/ Vi (kt)	A/100	B/135	C/160	D/205
Vv pour l'altitude 3245ft + 25kt de facteur de vent	108	145	194	221
Segment d'approche rectiligne (Nm) (valeur constante)	0,30	0,40	0,50	0,60
Rayon de virage r(Nm)	0,57	0,84	1,51	1,95
Rayon (R) à partir du seuil (Nm)	1,44	2,08	3,52	4,5

V-5-5-Calcul de l'OCA/H

L'OCA/H pour les manœuvres à vue (approche indirecte) assurera la marge minimale de franchissement d'obstacle (MOC) au-dessus de l'obstacle le plus élevé dans l'aire de manœuvre à vue (voir figure V-15)

Les marge appropriées pour les catégories d'aéronefs sont données pour le tableau (V-10) ci-dessous. L'OCA/H doit être supérieure à la l'OCA/H calculée précédemment.

Tableau-V-10-Marge de franchissement d'obstacles OCA/H pour l'aire de manœuvre à vue (approche indirecte)

Catégorie d'aéronefs	Marge de franchissement d'obstacle m(ft)	OCA/H la plus basse au-dessus de l'altitude de l'aérodrome m(ft)	Visibilité minimale Km(Nm)
A	90 (295)	120 (394)	1,9(1,0)
B	90 (295)	150 (492)	2,8(1,5)
C	120 (394)	180 (591)	3,7(2,0)
D	120 (394)	210 (689)	4,6(3,5)

L'altitude de l'obstacle le plus élevé dans l'aire de manœuvre à vue est égale : 998 m d'où une hauteur de 9 m. voir figure (V-15)

Catégorie A et B :

$$\begin{aligned} \text{OCA} &= 998 + 90 & \text{ou} & \text{OCA} = 3274 + 295 \\ \text{OCA} &= 1088 \text{ m} & & \text{OCA} = 3569 \text{ ft.} \end{aligned}$$

$$\text{OCH} = 99 \text{ m} \quad \text{ou} \quad \text{OCH} = 324 \text{ ft. (hauteur de franchissement d'obstacles).}$$

Catégorie C et D :

$$\begin{aligned} \text{OCA} &= 998 + 120 & \text{ou} & \text{OCA} = 3274 + 394 \\ \text{OCA} &= 1118 \text{ m.} & & \text{OCA} = 3668 \text{ ft.} \end{aligned}$$

$$\text{OCH} = 129 \text{ m.} \quad \text{ou} \quad \text{OCH} = 423 \text{ ft. (hauteur de franchissement d'obstacles).}$$

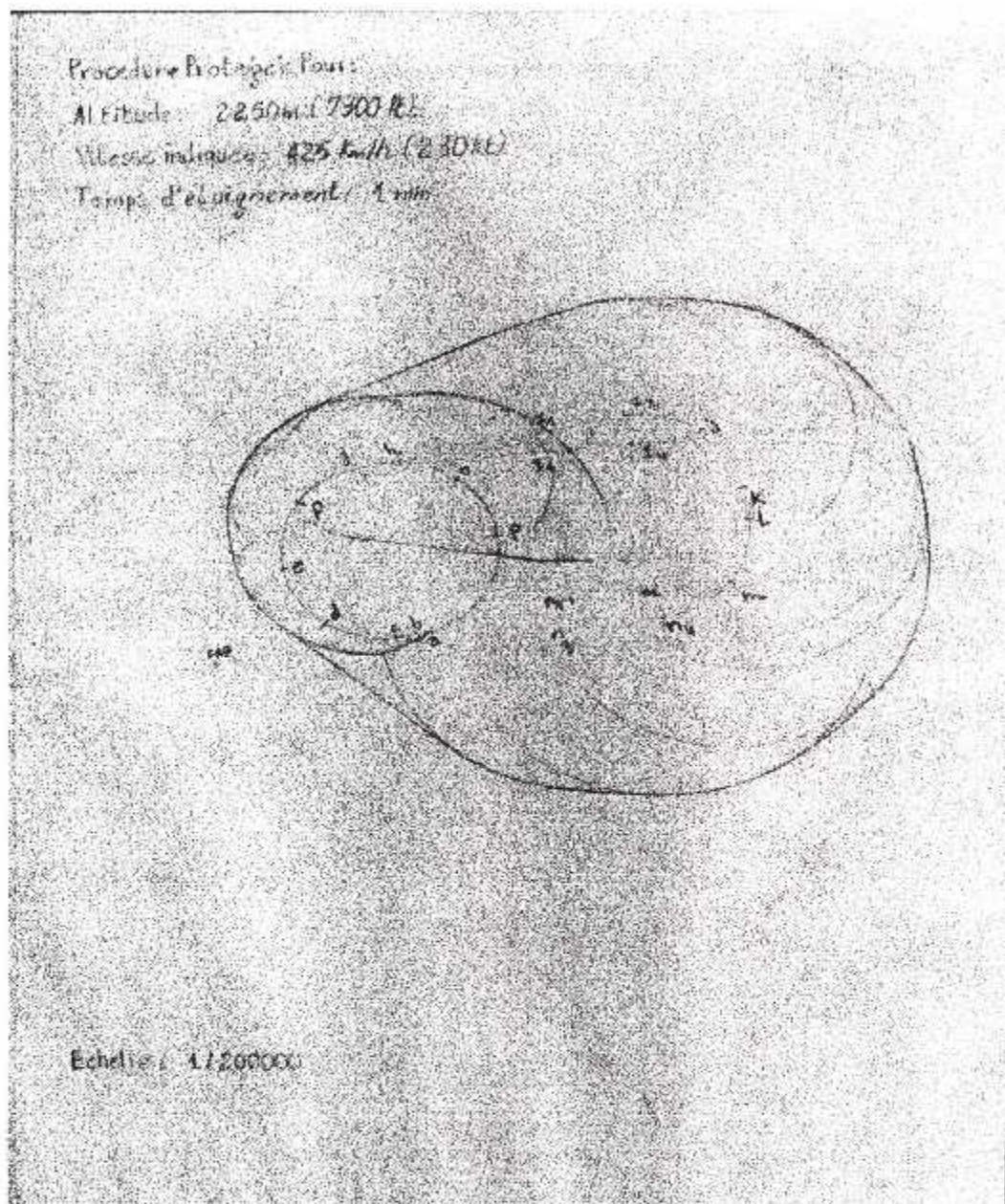


Fig-V-10-Gabarit de circuit d'attente/en hippodrome avec points de construction correspondants

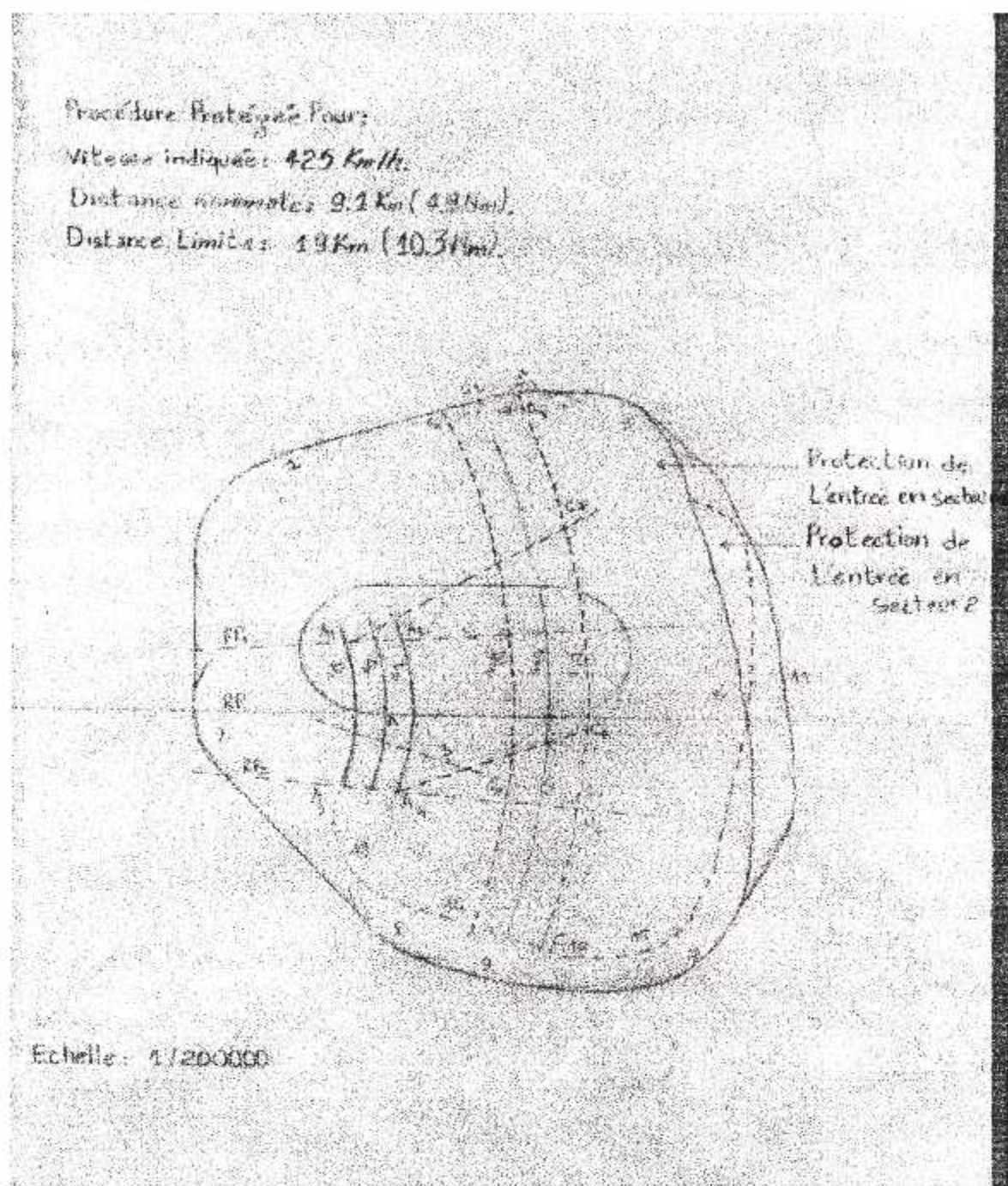


Fig-V-12-Procédure VOR/DME en rapprochement
Aire de base et aire associée d'entrée

V-3-Etude de l'attente

La descente en hippodrome et le circuit d'attente constituent le segment d'approche initiale, et ce dans le but de ramener l'aéronef sur la trajectoire d'approche intermédiaire.

V-3-1-Repère d'attente

Est celui d'approche intermédiaire (IF), il est déterminé par la radiale 262 (QFU piste) et la distance DME (9,09km) fournis par l'installation unique située au FAP.

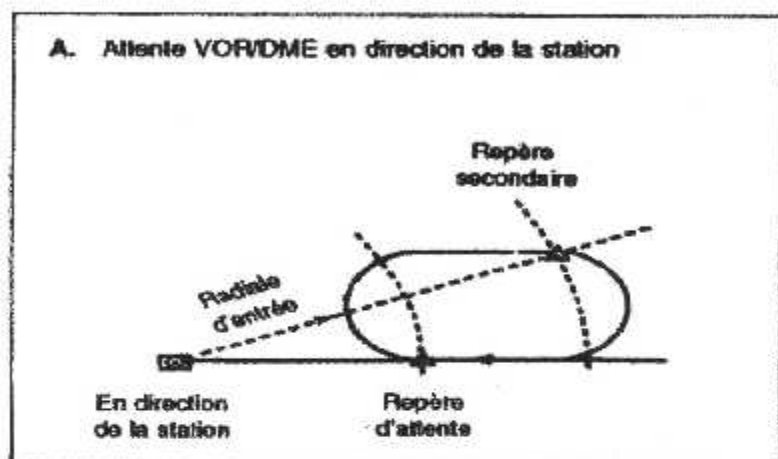


Fig-V-13- Attente VOR/DME en direction de station

V-3-2-Tolérances de repère

VOR : $\pm 4,5^\circ$

DME : $\pm 0,46$ km

Position amont :

$9,09 + 0,46 = 9,55$ km

sur la radiale $262 \pm 4,5^\circ$

position aval :

$9,09 - 0,46 = 8,63$ km

sur la radiale $262 \pm 4,5^\circ$.

V-3-3-Procédure d'entrée

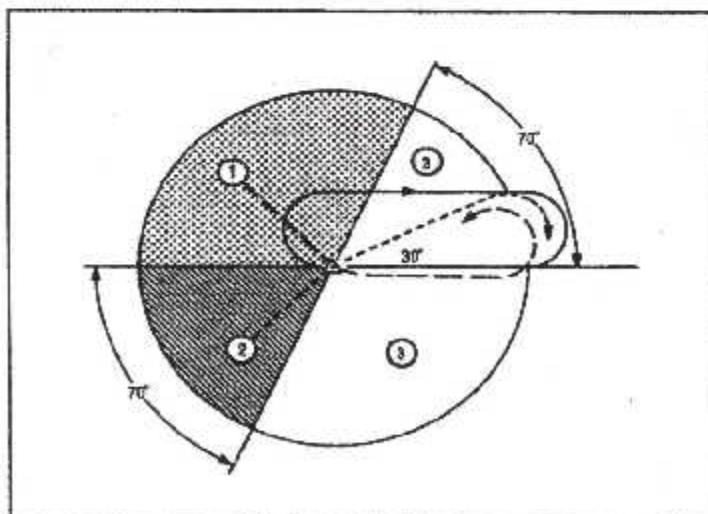


Fig-V-14-Secteurs d'entrée

L'entrée en secteur 1 et 2 n'est pas autorisée, l'aéronef entrera directement dans le circuit d'attente le long de la radiale (055°) d'entrée, ou par la procédure d'entrée en secteur 3, ayant atteint le repère secondaire, l'aéronef virera à droite et suivra le circuit d'attente.

V-3-4-Estimation du nombre de niveau

Le nombre de niveaux utilisables simultanément doit correspondre au nombre d'aéronef susceptibles d'utiliser la procédure en même temps. On estime nécessaire de disposer d'au moins 2 niveaux d'attente.

V-3-5-Elément de protection

L'altitude de pression max de protection (Z_p) doit être au moins égale à la plus grande des MSA calculées précédemment majorée de 1300ft. Cette majoration forfaitaire donne la valeur la plus élevée de Z_p correspondant à chaque altitude.

- Donc l'altitude de protection sera égale à :
 $6000 + 1300 = 7300\text{ft}$ ou $1850 + 400 = 2250\text{ m}$.
- Vitesse indiquée maximale de protection : la procédure étant protégée pour les catégories A, B, C, D.
 $V_i \text{ max} = 425\text{ km/h}$ (230 kt).

- Temps d'éloignement: 1mn.
- Température : ISA + 15.
- Sens de virage : à priori à droite.
- Entrées : définie précédemment (voir FigV-14)

V-3-6-Orientation de l'attente

L'attente est orientée comme l'hippodrome, de telle sorte que la branche de rapprochement soit alignée sur la finale relèvement magnétique 262°.

V-3-7-Altitude mini d'attente

L'attente se déroule au-dessus d'un terrain plat et dégagé l'altitude mini d'attente sera celle de l'intermédiaire soit : $989 + 600 = 1589\text{ m}$ arrondie à 1600 m (5300 ft).

Calcul de l'écart entre l'altitude mini et l'altitude max d'attente :

$$7300 - 5300 = 2000\text{ ft} \text{ ou } 2250 - 1600 = 650\text{ m}$$

Ce qui satisfait l'hypothèse de deux niveaux d'attente.

V-4-Hippodrome**V-4-1-Eléments de protection**

- Altitude de pression max de protection : elle est égale à la plus grande valeurs des MSA majorée par 1300 ft soit :
 $6000 + 1300 = 7300 \text{ ft}$ ou $1850 + 400 = 2250 \text{ m}$ (Zp de protection).
- Vitesse indiquée max : 230 kt (425 km /h).
- Temps d'éloignement : 1mn.
- Température : ISA + 15°C.
- Sens de virage : à droite.

V-4-2-Aire de protection

(voir figure V-10)

V-4-3-Altitude mini de vol en hippodrome

1600 m (5300 ft) voir attente.

V-4-4-Perte d'altitude max au cours du vol en hippodrome

L'altitude initiale de la procédure devrait être la plus haute des quatre MSA (6000 ft ou 1850 m) majorée de 1300 ft soit 7300 ft (2250 m).

La perte d'altitude au cours du manœuvre d'hippodrome (éloignement + rapprochement) doit être :

$$7300 - 5300 = 2200 \text{ ft} \quad \text{ou} \quad 2250 - 1600 = 1650 \text{ m.}$$

le tableau (II-1-) donne la perte max d'altitude au cours d'une procédure en hippodrome selon la catégorie d'aéronefs :

- Perte d'altitude max en 1mn sur le parcours d'éloignement pour catégories C et D = 365 m (1197 ft).

$$7300 - 1197 = 6103 \text{ ft} \quad \text{ou} \quad 2250 - 365 = 1885 \text{ m.}$$

Cette valeur représente l'altitude à la fin du parcours d'éloignement.

- Perte d'altitude max en 1mn sur le parcours de rapprochement pour catégorie C et D = 230 m (755 ft).

L'altitude à la fin du parcours de rapprochement sera :

$$6103 - 755 = 5348 \text{ ft.}$$

Ce qui correspond à l'altitude du segment intermédiaire.

- Perte d'altitude max en 1mn sur le parcours d'éloignement pour catégorie A et B = 245 m (804 ft).

$$7300 - 804 = 6496 \text{ ft (altitude à la fin du parcours d'éloignement).}$$

- Perte d'altitude max en 1mn sur le parcours de rapprochement pour Catégorie A et B=150 m (492 ft).

$$6496 - 492 = 6004 \text{ ft}$$

Cette valeur est supérieure à 5300 ft (l'altitude du segment intermédiaire).

Vérifiant si l'écart d'altitude restant est suffisant pour un autre parcours éloignement + rapprochement :

$$6004 - 5300 = 704 \text{ ft}$$

La perte d'altitude max au cours de la manœuvre en hippodrome pour catégorie A et B = 1296 ft.

L'écart d'altitude restant (704 ft) est insuffisant pour un autre parcours éloignement + rapprochement, donc ajustement.

Ajustement

On doit ajuster le temps d'éloignement à 1mn 30s pour les catégories A et B.

- Perte d'altitude max en 1mn 30s sur le parcours d'éloignement catégorie A et B :

$$804 \cdot 1,5 = 1206 \text{ ft.}$$

$$7300 - 1206 = 6094 \text{ ft.}$$

- Perte d'altitude max en 1mn 30s sur le parcours de rapprochement catégorie A et

$$B : 492 \cdot 1,5 = 738 \text{ ft}$$

$$6094 - 738 = 5356 \text{ ft}$$

Ce qui correspond à l'altitude du segment intermédiaire.

V-5-Aire de manœuvre à vue (approche indirecte)

L'expression « manœuvre à vue – approche indirecte » désigne la phase visuelle de vol qui fait à une approche aux instruments et qui a pour but d'amener un aéronef en position voulue pour l'atterrissage sur une piste dont l'emplacement ne permet pas une approche en ligne droite.

L'aire de manœuvre à vue est l'aire dans laquelle une marge de franchissement d'obstacles sera prise en considération pour les aéronefs qui font des manœuvres à vue.

V-5-1-Tracé de l'aire

Les dimensions de l'aire de manœuvre à vue (approche indirecte) varient selon la catégorie de l'avion. Pour déterminer les limites de cette aire pour la catégorie D, on trace, à partir du centre des deux seuils, un arc de cercle de rayon approprié, selon le tableau V-8 ou V-9 ci-dessous. A partir des extrémités des arcs adjacents, on tire des tangentes à ces arcs. L'aire ainsi définie est l'aire de manœuvre à vue (approche indirecte) (voir fig V-15).

V-5-2-Paramètres

Les paramètres sur lesquels les rayons de l'aire de manœuvres à vue sont établis, sont les suivants :

- a- Vitesse : vitesse pour chaque catégorie, indiquée dans le tableau -I-1 ;
- b- Vent : ± 46 km/h (25 kt) pendant tout le virage ;
- c- Angle d'inclinaison latérale : angle effectif moyen de 20° ou angle d'inclinaison latérale nécessaire pour effectuer un virage à une vitesse angulaire de $3^\circ/\text{s}$, si ce dernier est inférieur à 20° .

V-5-3-Détermination de rayon

Dans plusieurs phases de la construction de la procédure il est nécessaire de calculer les rayons de virage correspondant à une valeur donnée de vitesse vraie et d'angle d'inclinaison latéral avec la possibilité de tenir compte d'une limite de vitesse angulaire de virage $3^\circ/\text{s}$ (vitesse angulaire de virage normalisée). La valeur de l'accélération de la pesanteur utilisée implicitement dans les formules est de $9,80665 \text{ m/s}^2$ (69625 NM/h^2) ; $\pi = 3,1416$.

Le rayon de virage r en km (Nm) peut être calculé comme suit :

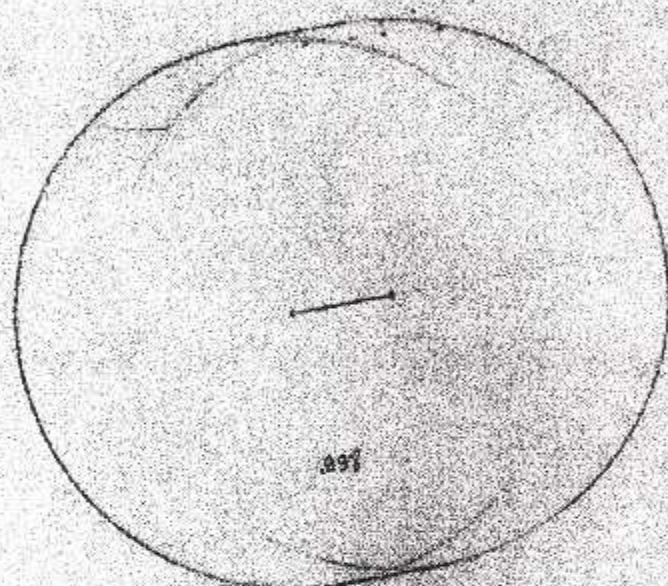
- a) calculer la vitesse angulaire de virage R (en degrés/seconde) pour l'angle d'inclinaison latéral α (en degrés) et la vitesse vraie en km/h (kt) spécifiés :

$$R = (6355 \cdot \text{tg } \alpha) / \pi \cdot V \text{ (degrés/s)} \quad \text{avec } V \text{ en km/h.}$$

$$R = (3431 \cdot \text{tg } \alpha) / \pi \cdot V \text{ (degrés/s)} \quad \text{avec } V \text{ en kt.}$$

- b) Si la valeur calculée de R dépasse $3^\circ/\text{s}$, on utilise la valeur de $3^\circ/\text{s}$ dans les calculs ultérieurs.
- c) Calcule du rayon de virage :

$$R = V / (20 \pi \cdot R) \text{ km(Nm).}$$



Echelle: 1/200000

Aire de manoeuvres à Vue (APProche indirecte).

Fig-V-15-Gabarit de l'aire de manoeuvre à vue

V-6-Publication de la procédure

Deux cartes d'approche aux instruments pour l'ILS 26 figurent à la fin du présent chapitre. Les deux contiennent quatre grands axes :

- **Identification** : la carte est identifiée par le nom de la ville ainsi que le nom de l'aérodrome, le nom de l'A/D, abréviation du type d'aide à la navigation sur lequel repose la procédure, le cas échéant, l'indicatif de la piste et les catégories d'aéronefs pour les quelles la procédure se limite.
- **Plan** : donne une vue en plan de la procédure dans un cadran qui contient les limites des secteurs aux quels s'applique l'altitude minimale de secteur.
- **Profil** : donne une vue en profil de la procédure avec toutes les informations nécessaires.
- **Minima** : contient deux tableaux l'un donne les OCA/H pour les différentes catégories d'A/C pour l'approche directe et l'approche indirecte ; l'autre contient des informations pour la distance FAP- MM, temps de parcours, vitesse verticale.

Tableau 1 : OCA /H

Il contient les informations suivantes :

- Catégorie de performance ILS ;
- Catégorie de performance A/C ;
- Altitude/hauteur de franchissement d'obstacles pour l'approche directe ;
- Altitude/hauteur de franchissement d'obstacles pour l'approche indirecte.

Tableau 2 :

a) Ligne « temps de parcours FAP – MM » :

Cette ligne donne le temps en minute et seconde du FAP au MM pour diverses vitesses de l'A/C.

Les éléments de ce tableau son calculés d'après la formule suivante :

$$T = (3600 \cdot D) / V_s$$

Où :

D : distance FAP – MM.

V_s : vitesse sol.

La distance FAP – MM est de 10113 m (5,5 NM).

Pour une vitesse de 100 km/h :

$$\begin{aligned} T &= (3600 \cdot 10,113) / 100 \\ &= 364,06 \text{ s} \\ &= 6\text{min } 04 \text{ s} \end{aligned}$$

b) ligne « taux de descente » :

Les éléments de cette ligne sont calculés à l'aide de la formule suivante :

$$[Vs \cdot 1000 \cdot \text{pente de descente (ou tg de l'angle)}] / 3600 = \text{m/s}$$

Vs : vitesse sol exprimée en km/h).

En substituant 100 km/h à Vs et $\text{tg}3^\circ$ à la pente on obtient le résultat suivant :

$$(100 \cdot 1000 \cdot \text{tg}3^\circ) / 3600 = 1,5 \text{ m/s}$$

La formule suivante permet d'exprimer le résultat en ft / min :

$$\text{m/s} \cdot 3,2808 \cdot 60 = \text{ft/min.}$$

$$1,5 \cdot 3,2808 \cdot 60 = 286 \text{ ft/min.}$$

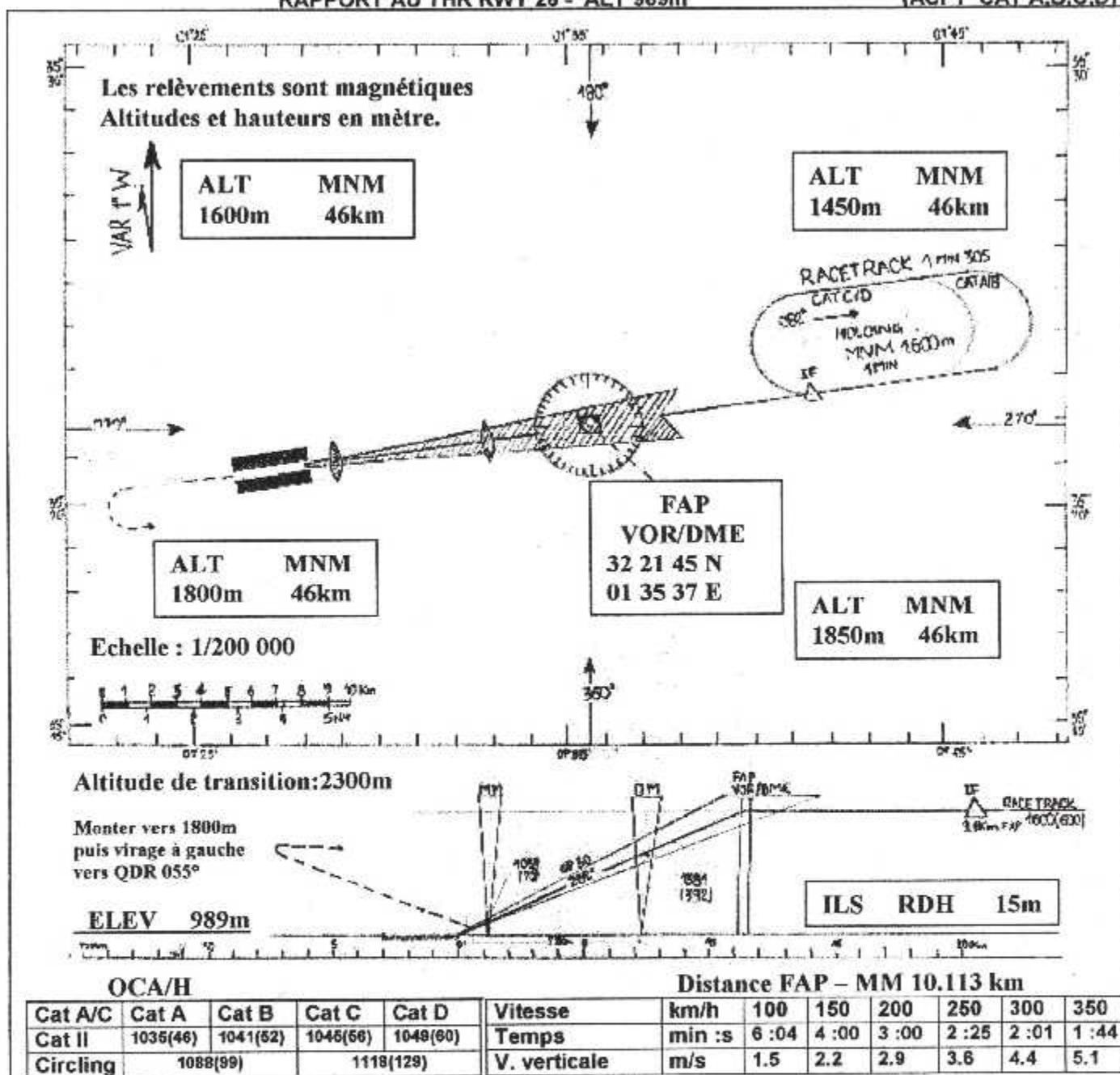
NB: l'annexe contient une présentation générale d'une feuille de la carte d'approche aux instruments.

CARTE D'APPROCHE
AUX INSTRUMENTS

ALT.D'AERODROME : 989m
LES HAUTEURS SONT
DETERMINEES PAR
RAPPORT AU THR RWY 26 - ALT 989m

APP:NIL
TWR :118.1-119.7(S)

TIARET/BOUCHAKIF
ILS
RWY 26
(ACFT CAT A,B,C,D)



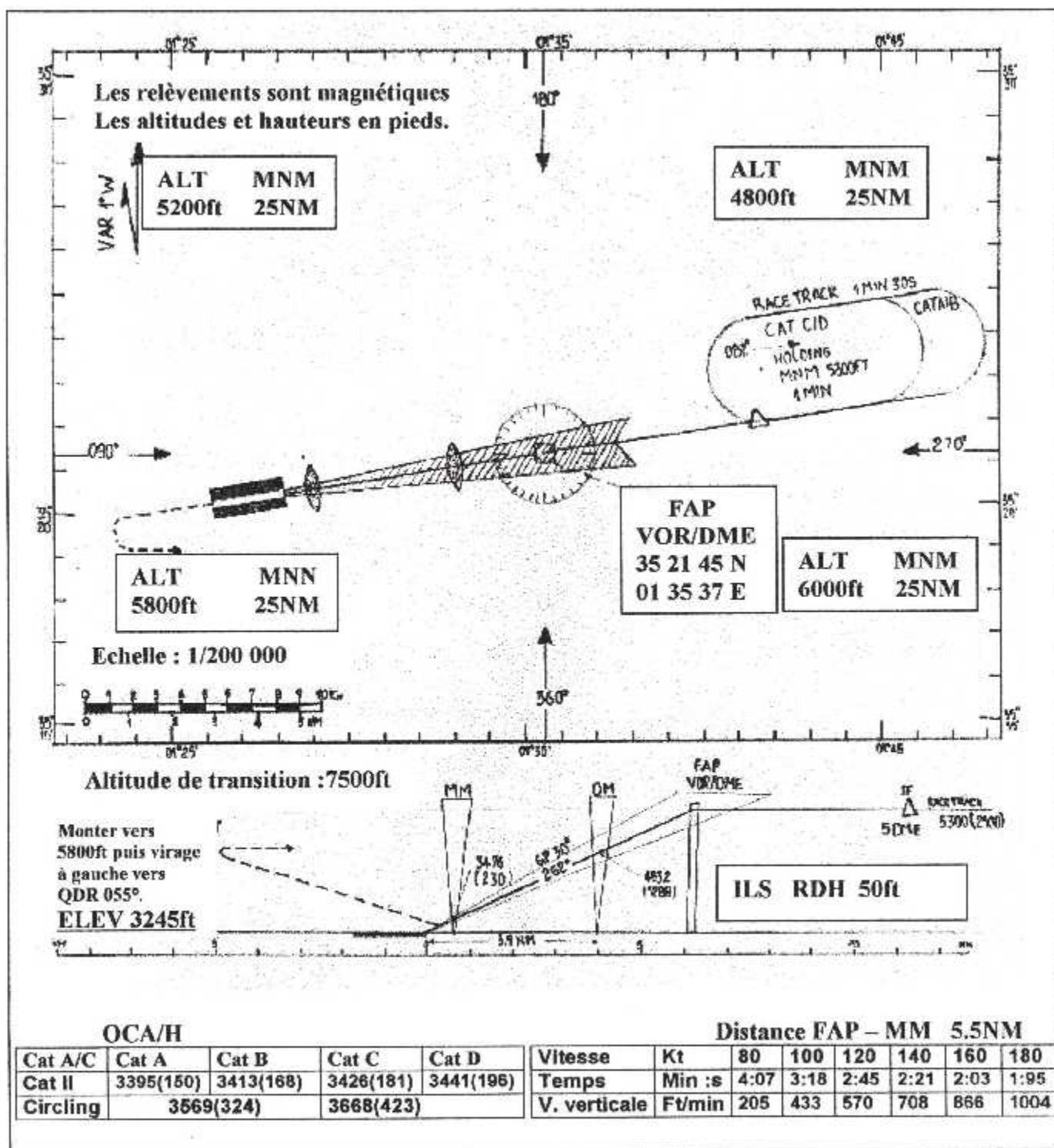
Ce document n'est approuvé par aucune autorité, il n'est pas susceptible d'être utilisé pour des fins d'exploitation.

CARTE D'APPROCHE
AUX INSTRUMENTS

ALT.D'AERODROME : 3245ft
LES HAUTEURS SONT
DETERMINEES PAR
RAPPORT AU THR RWY 26 - ALT 3245ft

APP:NIL
TWR :118.1-119.7(S)

TIARET/BOUCHAKIF
ILS
RWY 26
(ACFT CAT A,B,C,D)



Ce document n'est approuvé par aucune autorité, il n'est pas susceptible d'être utilisé pour des fins d'exploitation.

Conclusion

Pour diriger un aéronef dans l'espace aérien, le pilote a besoin d'informations de navigation, ces informations de guidage de vol doivent être suffisamment précises et indépendantes des conditions météorologiques.

Une procédure d'approche aux instruments répond aux besoins des pilotes en leurs fournissant des informations nécessaires à l'atterrissage, et cela par le biais d'une "carte d'approche aux instruments" contenant des indications sur la piste d'atterrissage prévue, y compris les renseignements sur la procédure d'approche interrompue, et le cas échéant, sur les circuits d'attente associés à cette procédure. Cette carte leur permettra d'exécuter une approche simple, sûre et économique.

Notre étude consiste à réaliser une procédure d'approche de précision pour l'A/D de Tiaret. Pour vérifier les critères de simplicité, sûreté et économie on a essayé de construire des segments (branche) rectilignes en évitant au maximum les virages, les inversions et puisque le terrain le permet des hauteurs réduites.

Les OCA/H, les aires de protection pour l'intermédiaire, finale d'interrompue, l'attente, la manœuvre en hippodrome ainsi que l'aire des manœuvres à vue sont les garants de sécurité. Pour ce qui est de l'aspect économique de la procédure, l'utilisation d'une pente de descente en finale, normalisée, des hauteurs réduites, absence d'inversion et des virages en approche interrompue ; limité l'entrée de l'attente et en hippodrome au secteur 3 et une radiale d'entrée est une économie en espace.

Espérons que ce travail posera la première pierre pour éventuelles études dans ce vaste domaine, et que les étudiants trouvent en lui une aide pour leurs recherches.

Bibliographie

- 1- Exploitation technique des aéronefs –DOC 8168 – OPS/611
Volume II : Construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments – 4^{ème} édition 1993.
- 2- Manuel de construction des procédures de vol aux instruments (DOC 9368 – AN/ 911) 1^{ère} édition (1983).
- 3- Télécommunication aéronautique – annexe 10 (Aides à la radionavigation) – 4^{ème} édition 1996.
- 4- Aéroports (annexe 14) – Volume I : conception et exploitation technique des aéroports édition 1999.
- 5- AIP Algérie – édition 1999.
- 6- Manuel des cartes aéronautiques – DOC 8697 – AN/ 889 / 2 – 2^{ème} édition 1987.

Annexes

*Relation entre l'OCA/H et la DH pour
le cas des approches de précision*

APPROCHE DE PRÉCISION

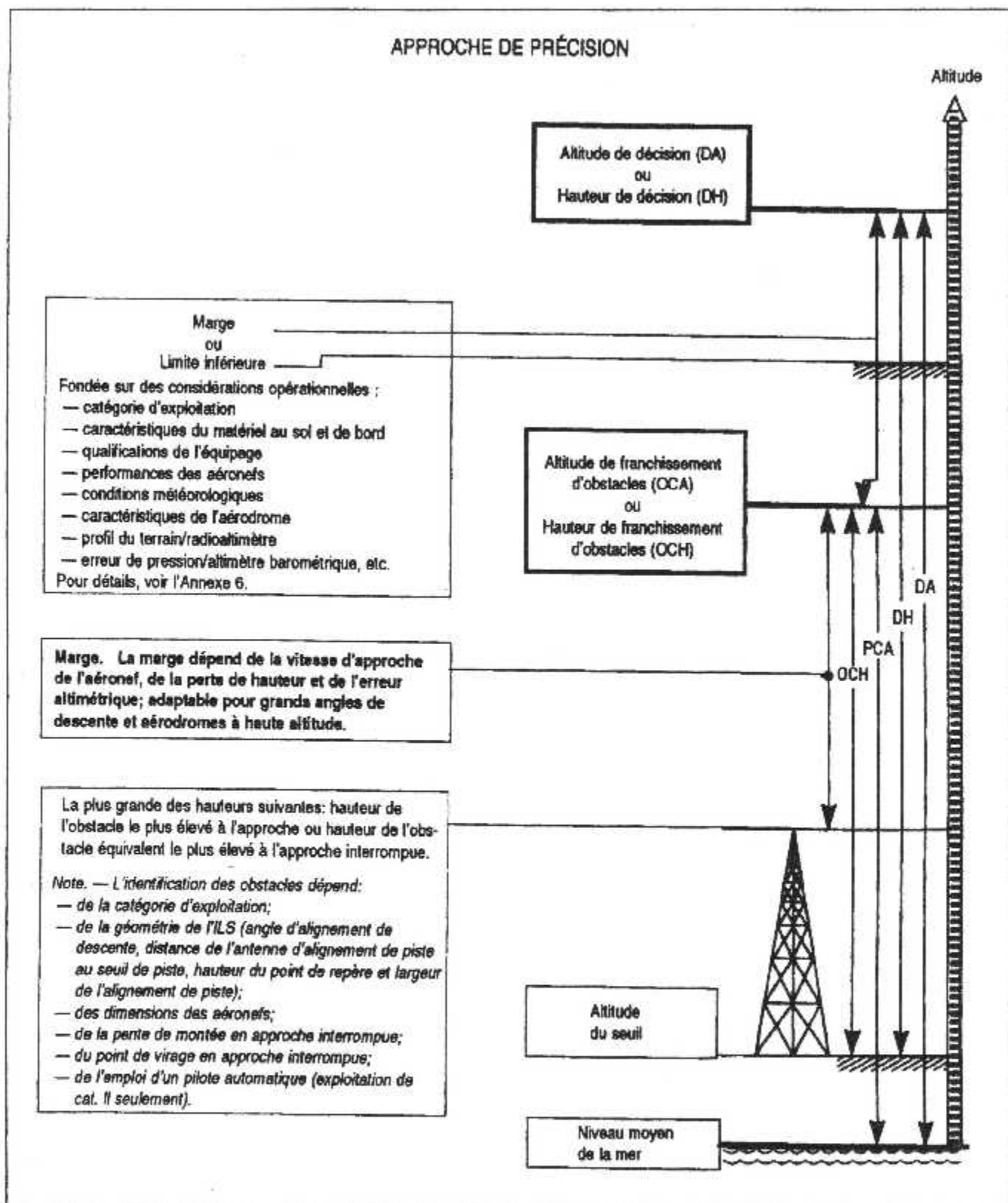


Figure III-6-3. Relations entre l'altitude/hauteur de franchissement d'obstacles (OCA/H) et l'altitude/hauteur de décision (DA/H) dans le cas des approches de précision

*Méthode de construction du gabarit
d'attente/hippodrome*

l'exception de ceux qui se rapportent à l'aire de tolérance du repère. Il s'applique à tous les types de procédures, y compris les suivantes: à la verticale d'un VOR ou d'un NDB, à l'intersection de radiales VOR, avec VOR/DME, ainsi qu'aux entrées correspondantes.

3.3.1.2.2 La deuxième étape consiste à tracer l'aire de base de la procédure en déplaçant l'origine du gabarit autour de l'aire de tolérance du repère pour les procédures à la verticale d'une installation ou à l'intersection de radiales VOR, ou en utilisant ce gabarit comme il est indiqué en 3.3.4 pour les procédures VOR/DME et en ajoutant les aires nécessaires pour protéger les entrées.

3.3.1.3 Enfin, une aire secondaire de 4,6 km (2,5 NM) est ajoutée autour de l'aire de base dans le cas d'une procédure en hippodrome et une zone tampon de 9,3 km (5,0 NM) est ajoutée autour de l'aire de base pour une procédure d'attente.

3.3.2. Première étape: construction du gabarit (voir Tableau III-C-4 et Schéma III-C-6)

3.3.2.1 Les paramètres utilisés dans la construction du gabarit figurent dans la III^e Partie, en 4.6.2, pour la procédure en hippodrome et dans la IV^e Partie, en 1.3, pour la procédure d'attente.

3.3.2.2 Une fois que les calculs indiqués au Tableau III-C-4 sont terminés, le gabarit est établi comme suit:

3.3.2.2.1 Tracer une droite représentant l'axe de la procédure et du circuit nominal. Marquer le point «a» au repère de la procédure. (Le rayon de virage r est donné à la ligne 5 et la longueur du parcours d'éloignement L à la ligne 11 du Tableau III-C-4.)

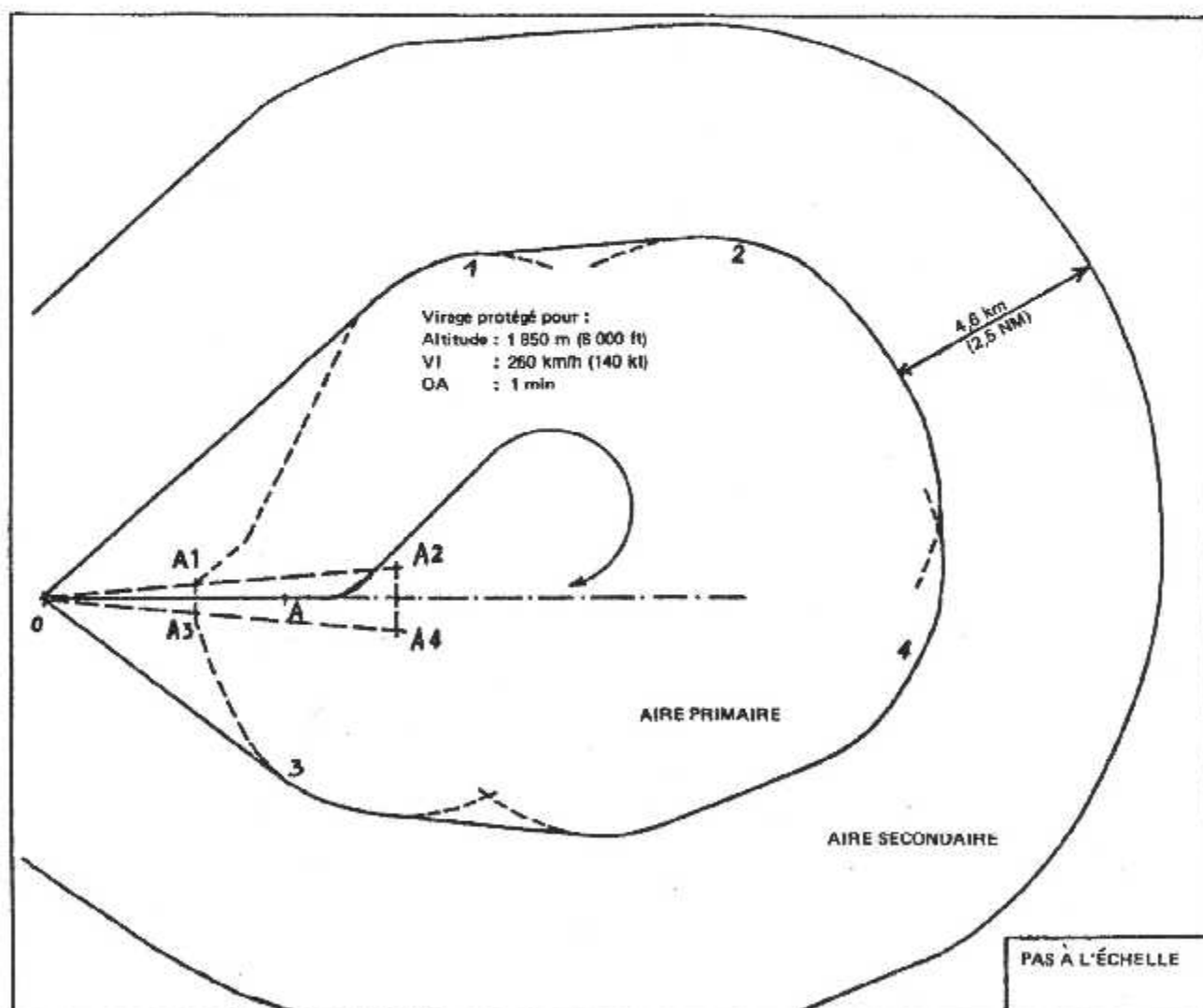


Schéma III-C-5. Virage conventionnel de 45° — 180° avec VOR

3.3.2.2.2 Influence des tolérances de navigation

3.3.2.2.2.1 Marquer les points «b» et «c» sur l'axe de la procédure (Tableau III-C-4, lignes 12 et 13). Ces points représentent respectivement la position amont (5 s après «a») et la position aval (11 s après «a») du début du virage d'éloignement en air calme.

3.3.2.2.2.2 Tracer un arc de 180° de rayon r , tangent à l'axe de la procédure en «c», qui représente le virage d'éloignement aval en air calme. Marquer les points «d», «e», «f» et «g» sur cet arc à 45°, 90°, 135° et 180° de «c».

3.3.2.2.2.3 Tracer un arc de 270° de rayon r , tangent à l'axe de la procédure en «b», qui représente le virage d'éloignement amont en air calme. Marquer les points «h», «o», et «p» sur cet arc à 180°, 225° et 270° de «b».

3.3.2.2.2.4 Du point «g», tracer deux droites à 5° de part et d'autre du parcours d'éloignement nominal. Marquer les points «i1», «i2», «i3» et «i4» sur ces droites (Tableau III-C-4, lignes 14 et 15). Les points «i1» et «i3» sont portés (60T - 5) s après «g»; «i2» et «i4» devraient être situés (60T + 15) s après «h», mais pour simplifier, ils sont portés (60T + 21) s après «g». Les points «i1», «i2», «i3» et «i4» déterminent l'aire contenant la position en air calme du début du virage de rapprochement.

3.3.2.2.2.5 En prenant pour centre un point situé à la distance r au-dessous de «i2» sur la perpendiculaire au parcours d'éloignement nominal, tracer un arc de 180° de rayon r commençant en «i2» et finissant en «n2». Marquer les points «j» et «k» sur cet arc à 45° et 90° de «i2». Tracer l'arc correspondant commençant en «i4» et finissant en «n4». Marquer les points «l» et «m» sur cet arc à 90° et 135° de «i4».

3.3.2.2.2.6 La fin du virage de rapprochement en air calme se trouve dans l'aire n1, n2, n3, n4 déduite de i1, i2, i3, i4 par une translation égale au diamètre du virage nominal.

3.3.2.2.3 Influence du vent

3.3.2.2.3.1 L'effet du vent est calculé pour chaque point en multipliant la vitesse du vent (Tableau III-C-4, ligne 7) par le temps de vol depuis le point «a» jusqu'au point en question.

3.3.2.2.3.2 Influence du vent au cours du virage d'éloignement. Tracer des arcs de centre «b», «c», «d», «e» et «f» et de rayon Wb, Wc, Wd, We et Wf (Tableau III-C-4, lignes 16 à 20).

3.3.2.2.3.3 L'aire contenant la fin du virage d'éloignement est déterminée par deux arcs de centre «g» et «h» et de rayon Wg et Wh (Tableau III-C-4, lignes 21 et 22) et par leurs tangentes communes.

3.3.2.2.3.4 L'aire contenant le début du virage de rapprochement est déterminée par les quatre arcs de centre «i1», «i2», «i3» et «i4» et de rayon Wi1, Wi2, Wi3 et Wi4 (Tableau III-C-4, lignes 25 et 26) et par leurs quatre tangentes communes.

3.3.2.2.3.5 Influence du vent au cours du virage de rapprochement. Tracer les arcs de centre «j», «k», «l», «m», «n4» et «n3» et de rayon Wj, Wk, Wl, Wm, Wn4 et Wn3 (Tableau III-C-4, lignes 27 à 31).

3.3.2.2.3.6 Tracer les arcs de centre «o» et «p» et de rayon Wo et Wp (Tableau III-C-4, lignes 23 et 24).

3.3.2.2.4 Tracé du gabarit

3.3.2.2.4.1 Le contour du gabarit est composé de:

- l'enveloppe spirale des arcs centrés en «c», «d», «e», «f» et «g»;
- l'arc centré en «i1» et la tangente commune à cet arc et à la spirale a);
- la tangente commune aux arcs centrés en «i1» et «i2»;
- l'enveloppe spirale des arcs centrés en «i2», «j» et «k», l'enveloppe spirale des arcs centrés en «l», «m» et «n4» et leur tangente commune;
- les arcs centrés en «n3» et «n4» et leur tangente commune;
- la tangente à l'arc centré en «n3» et à la spirale a).

3.3.2.2.4.2 La protection du parcours d'éloignement dans la direction de l'axe D est représentée par les tangentes aux arcs centrés en «g», «i3» et «i4»; elle est appelée droite «3» (voir Schémas III-C-6, III-C-7 et III-C-8).

3.3.2.2.4.3 La protection d'un virage de plus de 180° est représentée par:

- l'enveloppe spirale des arcs centrés en «c», «d», «e», «f» et «g» et la tangente à cette spirale passant par «a»;
- l'enveloppe spirale des arcs centrés en «h», «o» et «p» et la tangente à cette spirale et à l'aire tracée en 3.3.2.2.3.3.

3.3.2.2.4.4 Aire de tolérance du repère de position VOR:

a) Construction manuelle: L'aire de tolérance du repère de position VOR V1 V2 V3 V4 est déterminée comme suit (voir Figure III-C-8):

- tracer un cercle en prenant pour centre le VOR et pour rayon zV :

$$zV = h \operatorname{tg} \alpha$$

dans cette relation, α est égal à 50° ou à une valeur inférieure déterminée par l'autorité compétente (voir III^e Partie, 2.6.5.1), correspondant à l'effet de cône;

- tracer deux lignes faisant un angle de 5° avec la normale à la trajectoire de rapprochement;

- 3) tracer deux lignes perpendiculaires aux lignes définies en 2), de part et d'autre de la trajectoire de rapprochement et à la distance qV de celle-ci:

$$qV = 0,2 h \quad (h \text{ en km et } qV \text{ en km})$$

$$qV = 0,033 h \quad (h \text{ en milliers de pieds et } qV \text{ en NM})$$

- 4) marquer les points V1, V2, V3 et V4 là où les lignes définies en 3) coupent le cercle défini en 1).

- b) *Utilisation du gabarit:* Voir le *Manuel des gabarits pour les procédures d'attente, d'inversion et en hippodrome* (Doc 9371).

3.3.2.2.4.5 Aire de tolérance du repère de position NDB:

- a) *Construction manuelle.* L'aire de tolérance du repère de position NDB N1 N2 N3 N4 est déterminée comme suit (voir Figure III-C-9):

- 1) tracer un cercle centré sur le NDB (point «a») et de rayon $zN = h \operatorname{tg} 40^\circ$ pour obtenir la zone d'effet de cône;
- 2) mener les parallèles à la distance $qN = zN \sin 15^\circ$ de part et d'autre de la trajectoire de rapprochement;

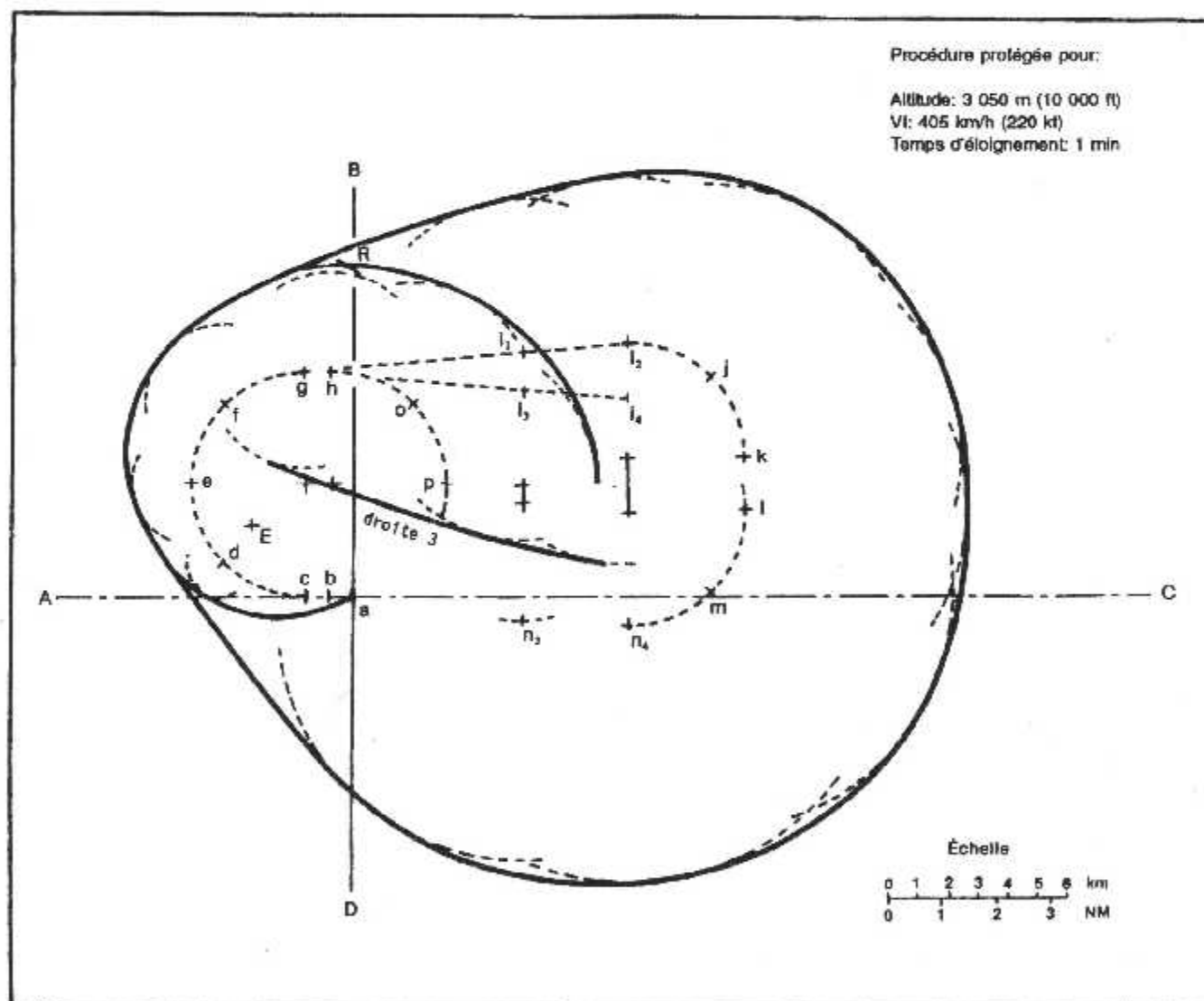


Schéma III-C-6. Gabarit de circuit d'attente/en hippodrome avec points de construction correspondants

3) tracer deux droites formant un angle de 5° avec les précédentes aux points «N2» et «N4»;

4) marquer les points «N1» et «N3» aux intersections des droites définies en 3) et du cercle défini en 1).

b) *Utilisation du gabarit.* Voir le *Manuel des gabarits pour les procédures d'attente, d'inversion et en hippodrome* (Doc 9371).

3.3.2.2.4.6 Point «R». Ce point sert à déterminer la position «au plus tôt» de la radiale de garde de façon que cette radiale ne traverse pas l'aire contenant la fin du virage d'éloignement. Sa position est établie comme suit:

- tracer la droite passant par le point d'intersection du périmètre du gabarit avec l'axe C et tangente à l'aire contenant la fin du virage d'éloignement;
- marquer le point «R» à l'intersection de cette tangente et de la courbe tracée en 3.3.2.2.4.3 b).

3.3.2.2.4.7 Point «E». Ce point sert à déterminer l'aire d'entrée omnidirectionnelle dans la direction des axes C et D. Il est caractérisé par ses coordonnées XE et YE à partir du périmètre du gabarit:

- abaisser une perpendiculaire à la trajectoire de rapprochement à la distance XE (Tableau III-C-4, ligne 32) de la position extrême du périmètre du gabarit dans la direction de l'axe C (tangente commune aux cercles centrés en «k» et «l»);
- mener une parallèle à la trajectoire de rapprochement à la distance YE (Tableau III-C-4, ligne 33) de la position extrême du périmètre du gabarit dans la direction de l'axe D (cercle centré en «N4»);
- marquer le point «E» à l'intersection de ces deux droites.

Explication:

XE est le déplacement maximal, le long de l'axe C, d'un avion exécutant une procédure d'entrée. Il se produit dans le cas d'une entrée en secteur 3 sous un angle de 90° par rapport à l'axe de la procédure, avec un vent soufflant dans la direction de l'axe C (voir Figure III-C-10).

Le déplacement maximal le long de l'axe C, dû à l'effet du vent, se produit au point E_{max} après la partie du virage correspondant à l'angle de dérive. Pour plus de simplicité, une valeur de 15° a été attribuée à cet angle dans la formule.

$$XE = 2r + (t + 15)v + (11 + 90/R + t + 15 + 105/R)w$$

YE est le déplacement maximal, le long de l'axe D, d'un avion exécutant une procédure d'entrée. Il se produit dans le cas

d'une entrée en secteur 1 sous un angle de 70° par rapport à l'axe de la procédure, avec un vent soufflant dans la direction de l'axe D (voir Figure III-C-11).

Le déplacement maximal le long de l'axe C, dû à l'effet du vent, se produit au point E_{max} après la partie du virage correspondant à l'angle de dérive. Pour plus de simplicité, une valeur de 15° a été attribuée à cet angle dans la formule.

$$YE = 11v \cos 20^\circ + r \sin 20^\circ + r + (t + 15)v \tan 5^\circ + (11 + 20/R + 90/R + t + 15 + 15/R)w$$

3.3.3. Deuxième étape: construction de l'aire de base et de l'aire d'entrée omnidirectionnelle correspondante à la verticale d'un VOR ou d'un NDB ou à l'intersection de radiales VOR

3.3.3.1 Construction de l'aire de base (voir Schéma III-C-9)

3.3.3.1.1 Aire de tolérance du repère de procédure

3.3.3.1.1.1 Procédure à la verticale d'un VOR

- Marquer le point «A» sur l'emplacement du VOR;
- tracer autour de «A» l'aire de tolérance du repère de position du VOR donnée par le gabarit (aire V1 V2 V3 V4) et marquer les points «A1», «A2», «A3» et «A4» aux quatre coins de cette aire.

3.3.3.1.1.2 Procédure à la verticale d'un NDB

- Marquer le point «A» sur l'emplacement du NDB;
- tracer autour de «A» l'aire de tolérance du repère de position du NDB donnée par le gabarit (aire N1 N2 N3 N4) et marquer les points «A1», «A2», «A3» et «A4» aux quatre coins de cette aire.

3.3.3.1.1.3 Procédure à l'intersection de radiales VOR

- Marquer le point «A» à l'intersection des radiales du VOR de rappel et du VOR sécant;
- tracer autour de «A» l'aire de tolérance du repère de position déterminée par les tolérances de la radiale de rappel et de la radiale sécante (III^e Partie, Chapitre 2, 2.6) et marquer les points «A1», «A2», «A3» et «A4» aux quatre coins de cette aire.

3.3.3.1.2 Construction de l'aire de la procédure

3.3.3.1.2.1 Placer le point «a» du gabarit sur A3, (l'axe de la procédure indiqué par le gabarit étant parallèle à la trajectoire de rapprochement) et tracer la courbe «3» (partie du contour du gabarit) et la droite «3» (protection du parcours d'éloignement dans la direction de l'axe D).

tracer les courbes «7» et «8» (protection d'un virage de plus de 180°; courbe intérieure du gabarit) et leur tangente commune.

3.3.3.3 Réduction de l'aire pour une procédure à la verticale d'une installation lorsque les entrées par le secteur 1 sont interdites
(voir Schéma III-C-13)

3.3.3.3.1 Si l'aéronef intercepte la radiale de la procédure avant la fin du parcours d'éloignement, le pilote est censé suivre les indications de cette radiale sans s'écarter davantage de l'axe de la procédure de sorte que:

3.3.3.3.2 Si la droite 3 coupe la droite de protection de l'axe de la procédure (erreurs de guidage du VOR ou du NDB), l'aire peut être réduite comme l'indique le Schéma III-C-13; faire pivoter le gabarit de 180° et placer le point «a» sur la droite de protection de l'axe de la procédure tangente à la limite de l'aire dans la direction de l'axe C; tracer une tangente à la courbe d'entrée parallèlement à la droite de protection. L'aire située au-dessous de cette parallèle dans la direction de l'axe D peut être éliminée.

3.3.3.3.3 Cette réduction n'est permise que lorsque les entrées par le secteur 1 sont interdites.

3.3.4. Construction de l'aire de base et de l'aire d'entrée correspondante le long de la radiale pour une procédure VOR/DME

3.3.4.1 Procédure en rapprochement
(voir Schéma III-C-15)

3.3.4.1.1 Construction de l'aire de base

3.3.4.1.1.1 Choix et calcul des paramètres de distance (voir Figure III-C-12). Les paramètres de distance sont choisis et calculés dans l'ordre suivant:

a) choix de la distance nominale: D

D est la distance oblique entre l'installation VOR/DME et le point de la procédure à l'altitude spécifiée;

b) choix de la distance en éloignement:

ds est la longueur horizontale du parcours d'éloignement;

ds devrait obéir à la relation: $ds \geq vt$, dans laquelle t est le temps d'éloignement conformément aux dispositions de la III^e Partie, 4.5.5, pour les procédures en hippodrome, et de la IV^e Partie, 1.3.2.2, pour les procédures d'attente;

c) calcul de la distance horizontale: Ds

Ds est la distance entre l'installation VOR/DME (S) et la projection du point de la procédure sur le plan horizontal passant par S (point A)

$$Ds = \sqrt{D^2 - hl^2}$$

(Ds, D et hl en kilomètres); ou

$$DS = \sqrt{D^2 - 0,027 hl^2}$$

(Ds et D en NM et hl en milliers de pieds);

d) calcul de la distance limite d'éloignement: DL

DL est la distance entre l'installation VOR/DME et la fin du parcours d'éloignement à l'altitude spécifiée

$$DL = \sqrt{(Ds + ds)^2 + 4r^2 + hl^2}$$

(DL, Ds, ds, r, hl en kilomètres); ou

$$DL = \sqrt{(Ds + ds)^2 + 4r^2 + 0,027 hl^2}$$

(DL, Ds, ds, r en NM et hl en milliers de pieds)

DL est ensuite arrondie au km (ou NM) immédiatement supérieur à moins que:

la partie décimale soit inférieure à 0,25 km (ou NM) pour les procédures à une altitude maximale de 4 250 m (ou 14 000 ft) ou inférieure à 0,5 km (ou NM) si ces procédures sont à une altitude supérieure à 4 250 m (ou 14 000 ft), auquel cas DL est arrondie au km (ou NM) immédiatement inférieur;

e) calcul de la distance limite horizontale d'éloignement: DLs

DLs est la distance entre l'installation VOR/DME et la projection verticale de la fin du parcours d'éloignement sur le plan horizontal passant par S

$$DLs = \sqrt{DL^2 - hl^2}$$

(DLs, DL, hl en kilomètres); ou

$$DLs = \sqrt{DL^2 - 0,027 hl^2}$$

(DLs, DL en NM et hl en milliers de pieds).

3.3.4.1.1.2 Aire de tolérance du repère et distance limite d'éloignement

a) À partir de S tracer la radiale «RP» de la procédure et deux droites «RP1» et «RP2» formant un angle α (tolérance pour un VOR de rappel, III^e Partie, Chapitre 2, 2.6.2.1) avec «RP» de part et d'autre de celle-ci;

b) en prenant S pour centre, tracer les arcs «Ds» de rayon Ds, «DL» de rayon Ds - dl, «D2» de rayon Ds + d1, «DLs», «DL1», «DL2» de rayon DLs, DLs - d2 et DLs + d2

où $d1$ et $d2$ sont les tolérances DME correspondant à D et DL ;

$d1$ est égale à $0,46 \text{ km (0,25 NM)} + 0,0125 D$
 $d2$ est égale à $0,46 \text{ km (0,25 NM)} + 0,0125 DL$;

- c) marquer les points «A» à l'intersection de «RP» avec «Ds»

«A1» et «A2» aux intersections de «RP1» avec «D1» et «D2»

«A3» et «A4» aux intersections de «RP2» avec «D1» et «D2».

3.3.4.1.3 Protection du virage d'éloignement et du parcours d'éloignement

- Placer le point «a» du gabarit de circuit en hippodrome sur A1 (l'axe étant parallèle à la trajectoire de rapprochement) et tracer la courbe «1» (partie du périmètre du gabarit).
- Placer le point «a» du gabarit sur A3 (l'axe étant parallèle à la trajectoire de rapprochement) et tracer la courbe «2» (partie du périmètre du gabarit) et la droite «3» (protection du parcours d'éloignement sur le côté opposé au côté manœuvre).
- Tracer la tangente commune aux courbes «1» et «2» et prolonger la partie rectiligne de la courbe «1» et la droite «3» dans la direction de la fin du parcours d'éloignement.

3.3.4.1.4 Aire contenant la fin du parcours d'éloignement

- Marquer les points C1 et C3 à l'intersection du prolongement de la courbe «1» avec les arcs DL1 et DL2.

- Marquer le point C2 entre C1 et C3 à la distance $(d1 + d2 - 1,8) \text{ km}$ ou $(d1 + d2 - 1) \text{ NM}$ de C3.

- Mener par C2 la parallèle à la trajectoire de rapprochement et marquer le point C3 à l'intersection de cette droite avec l'arc DL2.

- Procéder comme en 1), 2) et 3) avec la droite «3» au lieu de la courbe «1» et avec les points C4, C6, C5 et C6 au lieu des points C1, C3, C2 et C3 (voir Figure III-C-13 a).

- Si l'aéronef intercepte la radiale VOR avant d'atteindre la distance limite d'éloignement, le pilote est censé suivre les indications du VOR sans s'écarter davantage de l'axe de la procédure de sorte que:

si C5 et C6 sont plus éloignés de l'axe de la procédure que RP2 (voir Figure III-C-13 b), on remplacera C5 et C6 par les intersections de RP2 avec la droite «3» et DL2, et la fin du parcours d'éloignement sera contenue dans l'aire C1, C2, C3, C4, C5 et C6;

si C4, C5 et C6 sont plus éloignés de l'axe de la procédure que RP2 (voir Figure III-C-13 c), on remplacera C4 et C6 par les intersections de RP2 avec DL1 et DL2, et la fin du parcours d'éloignement sera contenue dans l'aire C1, C2, C3, C4 et C6.

3.3.4.1.5 Protection du virage de rapprochement. Tourner le gabarit de 180°, puis:

- placer le point «a» du gabarit sur C2 et C3 avec l'axe parallèle à la trajectoire de rapprochement et tracer les courbes «4» et «5» (partie de la courbe de protection d'un virage de plus de 180°) et leur tangente commune;

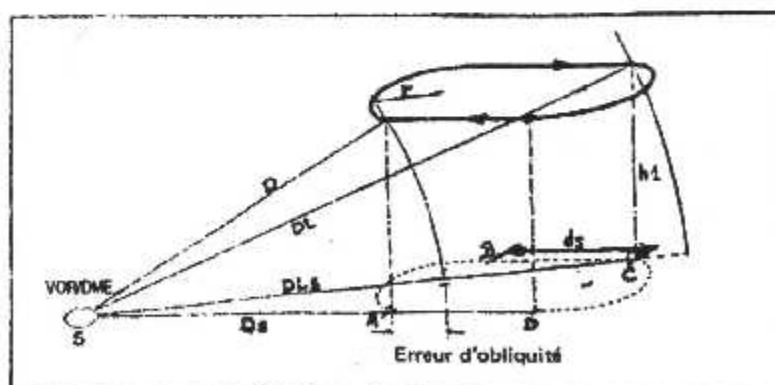


Figure III-C-12

- b) déplacer le point «a» du gabarit le long de la DL2 de C3 à C6 avec l'axe parallèle à la trajectoire de rapprochement et tracer la courbe «6»;
- c) placer le point «a» du gabarit sur C6, puis sur C4 et finalement sur C5 et tracer les courbes «7, 8 et 9» ainsi que leurs tangentes communes;
- d) tracer la tangente aux courbes «8» et «2».

3.3.4.1.2 Construction des aires d'entrée

3.3.4.1.2.1 Une arrivée en vue d'une attente VOR/DME peut s'effectuer;

- le long de l'axe de la trajectoire de rapprochement;
- le long d'un parcours publié;
- par guidage radar, lorsque l'aéronef doit être établi sur les trajectoires de vol protégées qui sont prescrites;

et le point d'entrée peut être l'un ou l'autre des points suivants:

- a) le repère d'attente;
- b) le repère correspondant à l'extrémité du parcours d'éloignement.

Lorsque le point d'entrée correspond au repère d'attente, on peut considérer deux cas:

Cas 1.1 — arrivée le long de la radiale VOR pour le parcours de rapprochement;

Cas 1.2 — arrivée le long de l'arc DME qui définit le repère d'attente.

Lorsque le point d'entrée correspond au repère à l'extrémité du parcours d'éloignement, le seul cas à considérer est l'arrivée le long de la radiale VOR passant par le repère à l'extrémité du parcours d'éloignement.

3.3.4.1.2.2 Il est également possible d'utiliser le guidage fourni par une autre aide radio (NDB, par exemple); dans ce cas, la protection de l'entrée devrait faire l'objet d'une étude spéciale fondée sur les critères généraux.

3.3.4.1.2.3 Le rayon d'un arc DME utilisé comme guidage pour l'arrivée en vue d'une attente VOR/DME ne devrait pas être inférieur à 18,5 km (10 NM).

3.3.4.1.2.4 La longueur minimale pour le dernier segment du parcours d'arrivée se terminant au point d'entrée est fonction de l'angle (θ) entre l'avant-dernier segment ou la trajectoire radar et le dernier segment. Les différentes valeurs sont indiquées dans le tableau suivant:

θ	0° à 70°	71° à 90°	91° à 105°	106° à 120°
Distance minimale km (NM)	7,5 (4)	9,5 (5)	13 (7)	16,5 (9)

3.3.4.1.2.5 *Méthodes d'arrivée en vue d'une attente VOR/DME, et procédures d'entrée correspondantes.* Ces méthodes sont décrites, de façon plus détaillée, comme suit:

Cas 1 — entrée au repère d'attente;

Cas 1.1 — entrée au repère d'attente le long d'une radiale formant le repère:

- a) Arrivée sur la radiale VOR pour le parcours de rapprochement, sur le même cap que la trajectoire de rapprochement. La trajectoire d'arrivée (ou le dernier segment de cette trajectoire) est alignée sur la trajectoire de rapprochement et suit le même cap. L'entrée consiste à suivre le circuit d'attente (voir Figure III-C-14 a).

Protection de l'entrée: l'entrée est protégée par l'aire de protection d'attente.

- b) Arrivée sur la radiale VOR pour le parcours de rapprochement, sur un cap réciproque de la trajectoire de rapprochement.

À l'arrivée au-dessus du repère d'attente, l'aéronef vire vers le côté attente, sur une trajectoire qui fait un angle de 30° avec la réciproque de la trajectoire de rapprochement, jusqu'à ce qu'il atteigne la distance d'éloignement limite DME, point auquel il vire pour intercepter la trajectoire de rapprochement. Dans le cas d'une procédure d'entrée en éloignement en vue d'une attente VOR/DME avec une radiale de garde, si l'aéronef rencontre la radiale avant la distance DME, il doit virer et suivre cette radiale jusqu'à ce qu'il atteigne la distance d'éloignement limite DME, point auquel il vire pour rejoindre la trajectoire de rapprochement (voir Figure III-C-14 b).

Cas 1.2 — entrée au repère d'attente le long de l'arc DME définissant le repère:

- a) Arrivée sur l'arc DME définissant le repère d'attente, en provenance du côté attente. À l'arrivée au-dessus du repère d'attente, l'aéronef vire et suit une trajectoire parallèle à la trajectoire de rapprochement et sur un cap réciproque de cette trajectoire, jusqu'à ce qu'il atteigne la distance d'éloignement limite DME, point auquel il vire pour intercepter la trajectoire de rapprochement (voir Figure III-C-14 c).
- b) Arrivée sur l'arc DME définissant le repère d'attente, en provenance du côté opposé à l'attente. À l'arrivée

au-dessus du repère d'attente, l'aéronef vire et suit une trajectoire parallèle à la trajectoire d'éloignement et sur le même cap, point auquel il vire pour intercepter la trajectoire de rapprochement (voir Figure III-C-14 d).

Une trajectoire d'arrivée conduisant à une entrée conforme au cas 1.2 a) ne devrait pas être spécifiée, à moins d'absolue nécessité, en particulier dans une procédure d'attente VOR/DME en éloignement. Si l'on choisit une distance DME appropriée, ce type d'arrivée peut être, en fait, remplacé par une arrivée sur un arc DME qui se termine dans le prolongement de la trajectoire de rapprochement (voir Figures III-C-14 e et III-C-14 f).

Cas 2 — entrée au repère situé à l'extrémité du parcours d'éloignement, le long d'une radiale définissant le repère limité:

- a) en éloignement;
- b) en rapprochement.

À l'arrivée au-dessus du repère à l'extrémité du parcours d'éloignement, l'aéronef vire et suit le circuit d'attente.

3.3.4.1.2.6 L'entrée par le secteur 1 le long de l'arc DME est protégée comme suit:

- a) prendre un calque du gabarit et le retourner, puis placer le point «a» sur A3, avec l'axe sur la droite A1 A3, pour tracer la courbe «13»;
- b) tracer la droite «14» parallèle à la droite «3» (utilisée dans la construction de l'aire de base) et tangente à la

courbe «13» et marquer le point C10 à l'intersection de cette droite et de l'arc DL2;

- c) placer le point «a» du calque sur C10 avec l'axe parallèle et en sens opposé à la trajectoire de rapprochement et le déplacer le long de DL2 jusqu'à l'intersection de DL2 et RP1 pour tracer la courbe «15».

3.3.4.1.2.7 Protection de la procédure d'entrée par le secteur 2

3.3.4.1.2.7.1 On admet qu'après avoir dépassé le repère, le pilote rejoint (avec une erreur de $\pm 5^\circ$) une trajectoire faisant un angle de 30° avec la trajectoire de rapprochement du côté manœuvre et que, lorsqu'il atteint la distance limite d'éloignement, il vire en rapprochement. En outre, le temps de vol sur la trajectoire décalée de 30° est limité à 1 min 30 s, après quoi le pilote est censé prendre un cap parallèle à la trajectoire d'éloignement jusqu'à ce qu'il atteigne la distance limite d'éloignement, puis virer en rapprochement.

3.3.4.1.2.7.2 Pour une procédure dont le temps en éloignement est supérieur à 1 min 30 s, la protection de la procédure d'entrée par le secteur 2 est assurée par l'aire de base.

3.3.4.1.2.7.3 Pour une procédure dont le temps en éloignement est de 1 min ou 1 min 30 s, l'aire de protection de la procédure d'entrée par le secteur 2 est dessinée de la façon suivante:

- a) à partir de A1, tracer une droite formant un angle de $30^\circ + 5^\circ$ avec RP et marquer le point C7 à son intersection avec DL2;
- b) à partir de A4, tracer une droite formant un angle de $30^\circ - 5^\circ$ avec RP et marquer le point C8 à l'intersection de cette droite avec DL2;

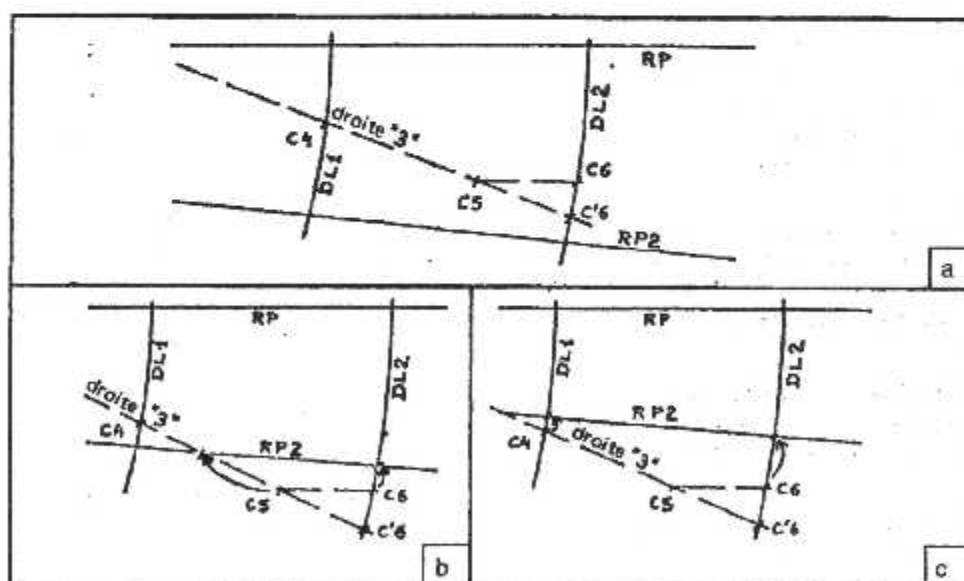


Figure III-C-13

- c) placer le point «a» du gabarit sur C7 puis déplacer ce point le long de DL2 jusqu'à C8 en maintenant l'axe à un angle de 30° avec RP pour tracer la courbe «11»;

- d) tracer les tangentes communes aux courbes «10», «11» et à l'aire de base.

3.3.4.1.3 Construction de l'aire d'entrée pour une entrée directe inverse en direction d'un point secondaire (voir Schéma III-C-16)

3.3.4.1.3.1 On admet que les entrées directes inverses s'effectuent le long de la radiale d'entrée (RE) joignant la station VOR/DME (S) au point secondaire (I) où le virage de rapprochement est amorcé.

3.3.4.1.3.2 Cette aire d'entrée directe est dessinée comme suit:

3.3.4.1.3.2.1 Mesurer l'angle formé par la radiale de la procédure (RP) et la radiale joignant la station VOR/DME à la fin du parcours d'éloignement nominal (ligne SC) et arrondir la valeur obtenue au degré entier le plus proche pour obtenir la radiale d'entrée (RE) à publier.

3.3.4.1.3.2.2 Marquer le point «1» à l'intersection de RE et DLs.

3.3.4.1.3.2.3 À partir de S tracer les droites «RE1» et «RE2» formant un angle α (tolérance pour un VOR de rappel, III^e Partie, Chapitre 2, 2.6.2.1) avec RE de part et d'autre de celle-ci.

3.3.4.1.3.2.4 Marquer les points «I1» et «I2» aux intersections de RE1 avec DL1 et DL2 et les points «I3» et «I4» aux intersections de RE2 avec DL1 et DL2.

3.3.4.1.3.2.5 Placer le point «a» du gabarit en «I2», son axe étant parallèle à RE, et le déplacer le long de DL2, de I2 à I4, pour tracer la courbe «13».

3.3.4.2 Procédure en éloignement (voir Schéma III-C-17)

3.3.4.2.1 Construction de l'aire de base

3.3.4.2.1.1 Choix et calcul des paramètres de distance (voir Figure III-C-15). Les paramètres de distance sont choisis et calculés dans l'ordre suivant:

- a) choix de la distance nominale: D

D est la distance oblique entre l'installation VOR/DME et le point de la procédure à l'altitude spécifiée;

- b) choix de la distance en éloignement: ds

ds est la longueur horizontale du parcours d'éloignement;

ds devrait obéir à la relation: $ds \geq vt$ dans laquelle t est le temps d'éloignement, conformément aux dispositions de la III^e Partie, 4.5.5 pour les procédures en hippodrome, et de la IV^e Partie, 1.3.2.2, pour les procédures d'attente;

- c) calcul de la distance horizontale: Ds

Ds est la distance entre l'installation VOR/DME (S) et la projection verticale du point de la procédure sur le plan horizontal passant par S

$$Ds = \sqrt{D^2 - hl^2}$$

(Ds, D et hl en kilomètres), ou

$$Ds = \sqrt{D^2 - 0,027 hl^2}$$

(Ds et D en NM et hl en milliers de pieds)

- d) calcul de la distance limite d'éloignement: DL

DL est la distance oblique entre l'installation VOR/DME et la fin du parcours d'éloignement à l'altitude spécifiée

$$DL = \sqrt{(Ds - ds)^2 + 4r^2 + hl^2}$$

(DL, Ds, ds, r et hl en km); ou

$$DL = \sqrt{(Ds - ds)^2 + 4r^2 + 0,027 hl^2}$$

(DL, Ds, ds, r en NM et hl en milliers de pieds)

DL est ensuite arrondi au km ou NM immédiatement inférieur à moins que: la partie décimale soit supérieure à 0,75 km ou NM pour une procédure à une altitude maximale de 4 250 m ou 14 000 ft ou à 0,5 km ou NM pour une procédure au-dessus de 4 250 m ou 14 000 ft, auquel cas DL est arrondi au km ou NM immédiatement supérieur;

- e) calcul de la distance limite horizontale d'éloignement: DLs

DLs est la distance entre l'installation VOR/DME et la projection verticale de la fin du parcours d'éloignement sur le plan horizontal passant par S

$$DLs = \sqrt{DL^2 - hl^2}$$

(DL et hl en km); ou

$$DLs = \sqrt{DL^2 - 0,027 hl^2}$$

(DLs, DL en NM et hl en milliers de pieds)

3.3.4.2.1.2 Aire de tolérance du repère et distance limite d'éloignement

- a) À partir de S, tracer la radiale «RP» de la procédure et deux droites, «RP1» et «RP2», formant un angle α (tolérance pour un VOR de rappel, III^e Partie, Chapitre 2, 2.6.2.1) avec RP de part et d'autre de celle-ci;

- b) en prenant S comme centre, tracer des arcs «Ds» de rayon D_s , «D1» de rayon $D_s + d1$, «D2» de rayon $D_s - d1$, «DLS», «DL1» et «DL2» de rayon D_L , $D_L + d2$ et $D_L - d2$.

où $d1$ et $d2$ sont les tolérances DME correspondant à D et DL:

$d1$ est égale à $0,46 \text{ km (0,25 NM)} + 0,0125 D$;

$d2$ est égale à $0,46 \text{ km (0,25 NM)} + 0,0125 DL$;

- c) marquer les points «A» à l'intersection de RP avec D_s «A1» et «A2» aux intersections de RP1 avec D1 et D2 «A3» et «A4» aux intersections de RP2 avec D1 et D2.

3.3.4.2.1.3 Protection du virage d'éloignement et du parcours d'éloignement

- a) Placer le point «a» du gabarit sur A1, avec l'axe parallèle à la trajectoire de rapprochement et tracer la courbe «1» (partie du contour du gabarit);
- b) placer le point «a» du gabarit sur A3 avec l'axe parallèle à la trajectoire de rapprochement et tracer la courbe «2» (partie du contour du gabarit) et la droite «3» (protection du parcours d'éloignement dans la direction du côté opposé du côté manœuvre);

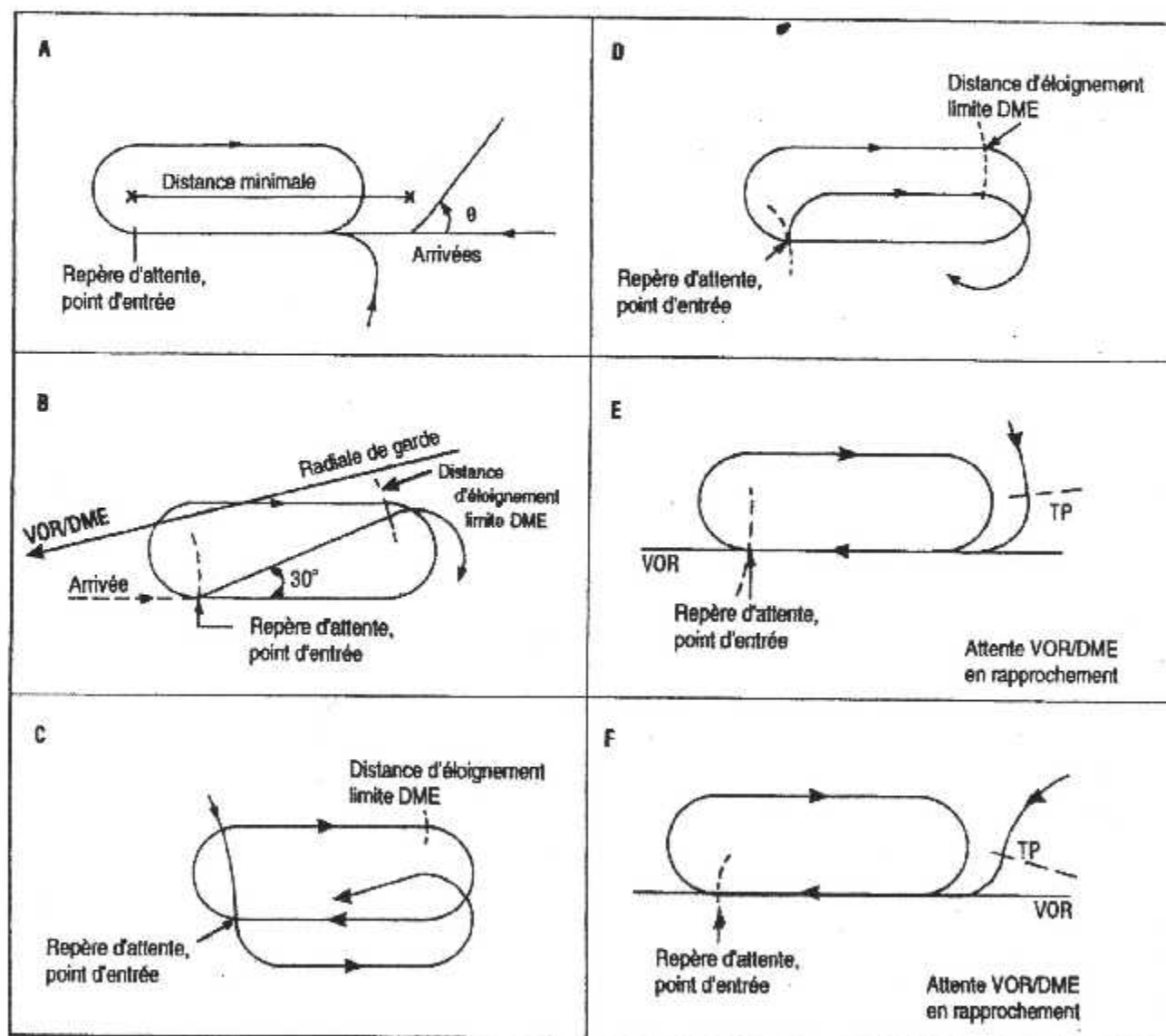


Figure III-C-14

- c) tracer la tangente commune aux courbes «1» et «2» et prolonger la partie rectiligne de la courbe «1» et la droite «3» dans la direction de la fin du parcours d'éloignement.

3.3.4.2.1.4 Aire contenant la fin du parcours d'éloignement

- Marquer les points C1 et C3 aux intersections du prolongement de la courbe «1» avec les arcs DL1 et DL2. S'il n'y a pas d'intersection, une radiale de garde sera spécifiée (voir 3.3.4.3 du présent supplément).
- Marquer le point C2 entre C1 et C3 à la distance $(d1 + d2 - 1,8)$ km ou $(d1 + d2 - 1)$ NM de C3.
- Mener par C2 la parallèle à la trajectoire de rapprochement et marquer le point C3 à l'intersection de cette droite avec l'arc DL2.
- Procéder comme en a), b) et c) ci-dessus avec la droite «3» au lieu de la courbe «1» et avec les points C4, C6, C5 et C6 au lieu des points C1, C3, C2 et C3 (voir Figure III-C-16 a).
- Si l'avion coupe la radiale VOR avant d'atteindre la distance limite d'éloignement, on admettra que le pilote suit les indications du VOR sans s'écarter davantage de l'axe de la procédure de sorte que:

si C5 et C6 sont plus éloignés de l'axe de la procédure que RP2 (voir Figure III-C-16 b), on remplacera C5 et C6 par les intersections de RP2 avec la droite «3» et DL2 et la fin du parcours d'éloignement sera contenue dans l'aire C1 C2 C3 C4 C5 C6,

si C4, C5 et C6 sont plus éloignés de l'axe de la procédure que RP2 (voir Figure III-C-16 c), on remplacera C4 et C6 par les intersections de RP2 avec DL1 et DL2 et la fin du parcours d'éloignement sera contenue dans l'aire C1 C2 C3 C4 C6.

3.3.4.2.1.5 Protection du virage de rapprochement. Tourner le gabarit de 180°, puis:

- placer le point «a» du gabarit sur C2 et C3 avec l'axe parallèle à la trajectoire de rapprochement et tracer les courbes «4» et «5» (partie de la courbe de protection d'un virage de plus de 180°) et leur tangente commune;
- déplacer le point «a» du gabarit le long de l'arc DL2 de C3 à C6 avec l'axe parallèle à la trajectoire de rapprochement et tracer la courbe «6»;
- placer le point «a» du gabarit sur C6, puis sur C4 et finalement sur C5 et tracer les courbes «7», «8» et «9», ainsi que leurs tangentes communes;
- tracer la tangente aux courbes «8» et «2».

3.3.4.2.2 Construction de l'aire d'entrée. On suppose que toutes les entrées se font le long de la radiale VOR ou de l'arc DME définissant le repère. Les entrées effectuées le long de la radiale de rapprochement du repère ou le long de l'arc DME depuis le côté opposé au côté manœuvre sont protégées par l'aire de base. La protection des entrées effectuées sur l'inverse de la trajectoire de rapprochement ou le long de l'arc DME du côté manœuvre nécessite, en plus de l'aire de base, l'aire construite selon les indications ci-après. L'entrée le long de l'arc DME depuis le côté manœuvre correspond à une procédure d'entrée par le secteur 1. Étant donné que l'inverse de la trajectoire de rapprochement constitue la ligne de séparation entre les secteurs d'entrée 1 et 2, on admet qu'une entrée sur l'inverse de la trajectoire de rapprochement peut être effectuée en utilisant soit la procédure du secteur 1, soit la procédure du secteur 2.

3.3.4.2.2.1 Protection de la procédure d'entrée par le secteur 1. On admet qu'après avoir dépassé le repère, l'aéronef vire à gauche pour suivre une trajectoire parallèle à la trajectoire de rapprochement lorsqu'il entre le long de l'arc

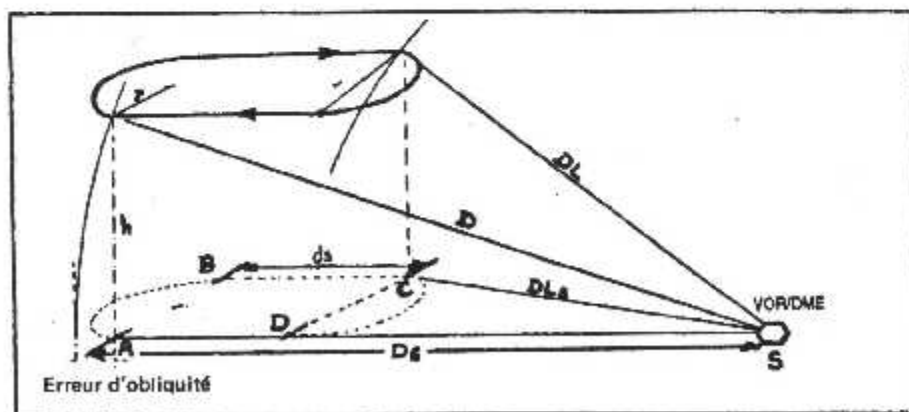


Figure III-C-15

DME et que, lorsqu'il atteint la distance limite d'éloignement DME, il vire en rapprochement du côté manœuvre. Pour les entrées le long de l'arc DME, l'aire d'entrée est définie comme suit:

- a) prendre un calque du gabarit, le retourner et placer le point «a» sur A3 avec l'axe sur la droite A1 A3 pour dessiner la courbe «14»;
- b) tracer la droite «15» parallèle à la droite «3» (utilisée dans la construction de l'aire de base) et tangente à la courbe «14» et marquer le point C10 à l'intersection de cette droite et de l'arc DL2;

Note. — S'il n'y a pas d'intersection, les distances DME spécifiées doivent être ajustées, ou l'entrée par le secteur 1 le long de l'arc ne sera pas autorisée.

- c) placer le point «a» du calque sur C10, avec l'axe parallèle et en sens opposé à la trajectoire de rapprochement et le déplacer le long de DL2 jusqu'à l'intersection de DL2 et RP1 pour tracer la courbe «16».

3.3.4.2.2.2 *Protection de la procédure d'entrée par le secteur 2.* On admet qu'après avoir dépassé le repère, le pilote rejoint (avec une erreur de $\pm 5^\circ$) une trajectoire faisant un angle de 30° avec la trajectoire de rapprochement et que, lorsqu'il atteint la distance limite d'éloignement, il vire en rapprochement. En outre, le temps de vol sur la trajectoire décalée de 30° est limité à 1 min 30 s, après quoi le pilote est censé prendre un cap parallèle à la trajectoire d'éloignement jusqu'à ce qu'il atteigne la distance limite d'éloignement, puis virer en rapprochement.

3.3.4.2.2.1 Pour une procédure dont le temps en éloignement est supérieur à 1 min 30 s, la protection de la procédure d'entrée par le secteur 2 est assurée par l'aire de base.

3.3.4.2.2.2 Pour une procédure dont le temps en éloignement est de 1 min ou 1 min 30 s, l'aire de protection de la procédure d'entrée par le secteur 2 est dessinée de la façon suivante:

- a) à partir de A1, tracer une droite formant un angle de $30^\circ + 5^\circ$ avec RP et placer le point C7 à son intersection avec DL2. S'il n'y a pas d'intersection, une radiale de garde doit être spécifiée conformément à 3.3.4.3;
- b) à partir de A4, tracer une droite formant un angle de $30^\circ - 5^\circ$ avec RP et placer le point C8 à l'intersection de cette droite avec DL2;
- c) placer le point «a» du gabarit sur C7, puis déplacer ce point le long de DL2 jusqu'à C8, en maintenant un angle de 30° entre l'axe et RP pour tracer la courbe «10»;
- d) tracer la tangente commune à la courbe «10» et à l'aire de base.

3.3.4.2.3 *Construction de l'aire d'entrée pour une entrée directe inverse en direction d'un point secondaire (voir Schéma III-C-18)*

3.3.4.2.3.1 L'entrée directe inverse s'effectue le long de la radiale d'entrée (RE) joignant la station VOR/DME (S) au point secondaire (I) où le virage de rapprochement est amorcé.

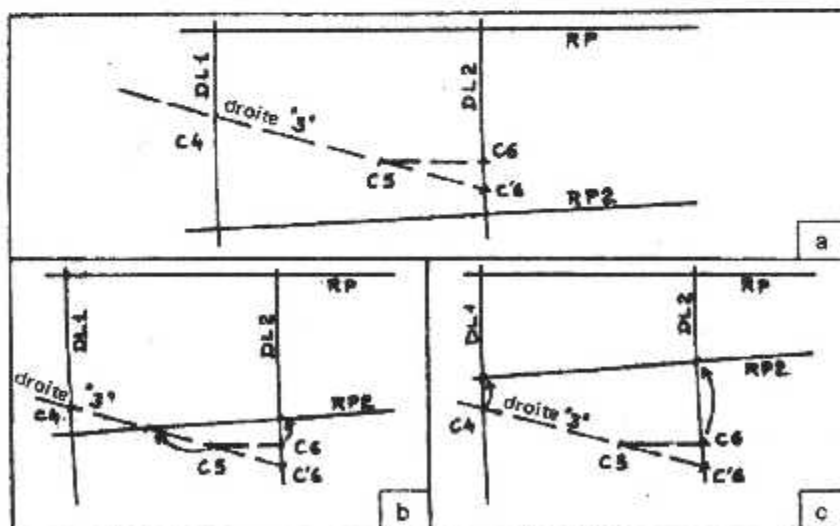


Figure III-C-16

3.3.4.2.3.2 La protection de cette procédure d'entrée est assurée par l'aire de base.

3.3.4.2.3.3 La radiale d'entrée est déterminée comme suit: Mesurer l'angle formé par la radiale «RP» de la procédure et la radiale joignant la station VOR/DME à la fin du parcours d'éloignement nominal (ligne SC) et arrondir la valeur obtenue au degré entier le plus proche pour obtenir la radiale d'entrée (RE) à publier.

3.3.4.3 Procédure en éloignement avec radiale de garde (voir Schéma III-C-19)

3.3.4.3.1 Construction de l'aire de base

3.3.4.3.1.1 Choix et calcul des paramètres de distance (voir Figure III-C-15). Les paramètres de distance sont choisis et calculés de la façon indiquée en 3.3.4.2.1.1 ci-dessus.

3.3.4.3.1.2 Aire de tolérance du repère, distance limite d'éloignement et radiale de garde

- L'aire de tolérance du repère et la distance d'éloignement limite sont tracées de la façon indiquée en 3.3.4.2.1.2.
- Placer le point «a» du gabarit sur A2 et marquer le point «R» donné par le gabarit.
- Mesurer l'angle formé par la droite joignant R à S et la droite RP, ajouter β (tolérance pour un VOR sécant, voir III^e Partie, Chapitre 2, 2.6.3.1), et arrondir le résultat au degré immédiatement supérieur.
- À partir de S, tracer la droite RL formant avec RP un angle égal à la valeur arrondie obtenue en 3) et la droite RL2 formant un angle β avec RL.

3.3.4.3.1.3 Protection du virage d'éloignement et du parcours d'éloignement. La protection du virage d'éloignement et du parcours d'éloignement est dessinée de la façon indiquée en 3.3.4.2.1.3.

3.3.4.3.1.4 Aire comprenant la fin du parcours d'éloignement

- Si l'intersection du prolongement de la courbe 1 et de RL2 est plus rapprochée de A1 que l'intersection du prolongement de la courbe 1 et de DL1 (cas du Schéma III-C-19), marquer le point C1 à l'intersection du prolongement de la courbe 1 avec la droite RL2 et les points C2 et C3 aux intersections de RL2 avec DL1 et DL2.
- Si l'intersection du prolongement de la courbe 1 et de RL2 est située entre les intersections de ce même prolongement avec DL1 et DL2, marquer les points C1 et C2 aux intersections du prolongement de la courbe 1 avec l'arc DL1 et la droite RL2 et le point C3 à l'intersection de RL2 avec DL2.

c) Si l'intersection du prolongement de la courbe 1 avec RL2 est plus éloignée de A1 que l'intersection de ce même prolongement avec DL2, procéder comme en 3.3.4.2.1.4 a), b) et c).

d) Marquer les points C4, C6 et finalement C5 comme il est indiqué en 3.3.4.2.1.4 d) et e).

3.3.4.3.1.5 Protection du virage de rapprochement. Tourner le gabarit de 180°, puis:

- placer le point «a» du gabarit sur C1, puis sur C2 et C3, en maintenant l'axe parallèle à la trajectoire de rapprochement et tracer les courbes «4», «5» et «6» (partie de la courbe de protection d'un virage de plus de 180°) ainsi que leurs tangentes communes;
- déplacer le point «a» du gabarit le long de l'arc DL2 de C3 à C6 en maintenant l'axe parallèle à la trajectoire de rapprochement et tracer la courbe «7»;
- placer le point «a» du gabarit sur C6, puis sur C4 et finalement sur C5 en maintenant l'axe parallèle à la trajectoire de rapprochement et tracer les courbes «8», «9» et «10» ainsi que leurs tangentes communes;
- tracer la tangente aux courbes «9» et «2».

3.3.4.3.2 Construction de l'aire d'entrée

3.3.4.3.2.1 Protection de la procédure d'entrée par le secteur 1. Pour la protection de la procédure d'entrée par le secteur 1, voir 3.3.4.2.2.1 ci-dessus.

3.3.4.3.2.2 Protection de la procédure d'entrée par le secteur 2. On admet qu'après avoir dépassé le repère, le pilote rejoint (avec une erreur de $\pm 5^\circ$) une trajectoire formant un angle de 30° avec le parcours de rapprochement du côté attendu et que, lorsqu'il atteint la distance limite d'éloignement, il vire en rapprochement. En outre, le temps de vol sur la trajectoire décalée de 30° est limité à 1 min 30 s, après quoi le pilote est censé prendre un cap parallèle à la trajectoire d'éloignement jusqu'à ce qu'il atteigne la distance limite d'éloignement, puis virer en rapprochement.

3.3.4.3.2.2.1 Pour une procédure dont le temps en éloignement est supérieur à 1 min 30 s, la protection de la procédure d'entrée par le secteur 2 est assurée par l'aire de base.

3.3.4.3.2.2.2 Pour une procédure dont le temps en éloignement est de 1 min ou 1 min 30 s, l'aire de protection de la procédure d'entrée par le secteur 2 est dessinée de la façon suivante:

- à partir du point A1, tracer une droite formant un angle de $30^\circ + 5^\circ$ avec RP et placer le point C7 à son intersection avec la courbe DL2, ou la droite RL2 si cette dernière est plus rapprochée de A1;

- b) à partir du point A4, tracer une droite formant un angle de $30^\circ - 5'$ avec RP et marquer le point C8 à l'intersection de cette droite avec DL2;
- c) placer le point «a» du gabarit sur C7 avec l'axe formant un angle de 30° avec RP et tracer la courbe «11» (partie de la courbe de protection d'un virage de plus de 180°);
- d) déplacer le point «a» du gabarit de C7 à C8 le long de l'arc DL2 ou le long de la droite RL2 puis le long de l'arc DL2 si C7 est sur RL2, en maintenant un angle de 30° entre l'axe du gabarit et RP pour tracer la courbe «12»;
- e) tracer les tangentes communes aux courbes «11», «12» et à l'aire de base.

3.4. Réduction de l'aire des procédures d'attente et en hippodrome

3.4.1. Réduction de l'aire avec utilisation du DME ou d'une radiale/relevement de garde. Si une distance DME, une radiale sécante ou un relèvement sécant sont utilisés pour limiter le parcours d'éloignement d'une procédure, l'aire peut être réduite en appliquant le gabarit de circuit en hippodrome ou de circuit d'attente qui correspond à l'altitude en question de la façon suivante:

- a) construire l'aire de protection conformément aux indications de 3.3;
- b) en prenant pour centre le point S (position de la station DME), tracer les arcs «DL» et «DL2» à la fin du parcours d'éloignement. Le rayon DL est la distance

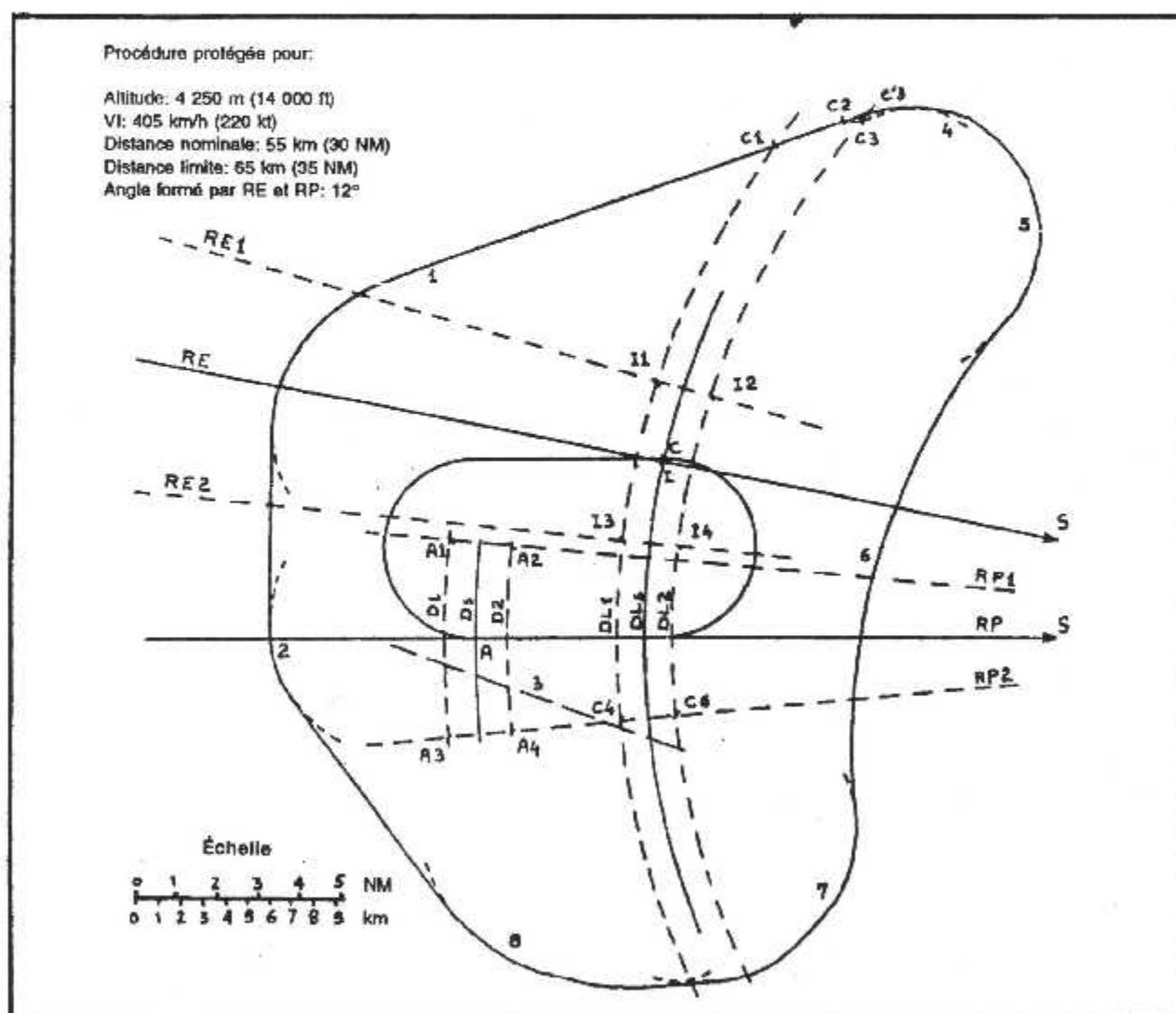


Schéma III-C-18. Procédure VOR/DME en éloignement — aire de base et aire associée pour entrée directe inverse en direction du point secondaire

Tableaux de conversion

Tableau III-F-1

Altitude (mètres)	Facteur de conversion							
	ISA-30	ISA-20	ISA-10	ISA	ISA+10	ISA+15	ISA+20	ISA+30
0,	0,9465	0,9647	0,9825	1,0000	1,0172	1,0257	1,0341	1,0508
500,0	0,9690	0,9878	1,0063	1,0244	1,0423	1,0511	1,0598	1,0770
1 000,0	0,9922	1,0118	1,0309	1,0497	1,0682	1,0774	1,0864	1,1043
1 500,0	1,0163	1,0366	1,0565	1,0760	1,0952	1,1046	1,1140	1,1325
2 000,0	1,0413	1,0623	1,0830	1,1032	1,1231	1,1329	1,1426	1,1618
2 500,0	1,0672	1,0890	1,1105	1,1315	1,1521	1,1623	1,1724	1,1923
3 000,0	1,0940	1,1167	1,1390	1,1608	1,1822	1,1928	1,2032	1,2239
3 500,0	1,1219	1,1455	1,1686	1,1912	1,2135	1,2245	1,2353	1,2568
4 000,0	1,1507	1,1753	1,1993	1,2229	1,2460	1,2574	1,2687	1,2910
4 500,0	1,1807	1,2063	1,2313	1,2558	1,2798	1,2917	1,3034	1,3266
5 000,0	1,2119	1,2385	1,2645	1,2900	1,3150	1,3273	1,3395	1,3636
5 500,0	1,2443	1,2720	1,2991	1,3256	1,3516	1,3644	1,3771	1,4022
6 000,0	1,2779	1,3068	1,3350	1,3627	1,3897	1,4031	1,4163	1,4424
6 500,0	1,3130	1,3430	1,3725	1,4013	1,4295	1,4434	1,4572	1,4843
7 000,0	1,3494	1,3808	1,4115	1,4415	1,4709	1,4854	1,4998	1,5281
7 500,0	1,3873	1,4201	1,4521	1,4835	1,5141	1,5292	1,5442	1,5737

Pour les valeurs qui ne figurent pas dans le tableau, on utilise la formule suivante:

$$VV = VI \times 171233 \times [(288 \pm VAR) - 0.006496H]^{0.5} + (288 - 0.006496H)^{2.628}$$

où: VAR = Différence de température par rapport à l'ISA en °C.

H = Altitude en mètres.

Tableau III-F-2

Altitude (pieds)	Facteur de conversion							
	ISA-30	ISA-20	ISA-10	ISA	ISA+10	ISA+15	ISA+20	ISA+30
0,	0,9465	0,9647	0,9825	1,0000	1,0172	1,0257	1,0341	1,0508
1 000,0	0,9601	0,9787	0,9969	1,0148	1,0324	1,0411	1,0497	1,0667
2 000,0	0,9740	0,9930	1,0116	1,0299	1,0479	1,0567	1,0655	1,0829
3 000,0	0,9882	1,0076	1,0266	1,0453	1,0637	1,0728	1,0818	1,0995
4 000,0	1,0027	1,0225	1,0420	1,0611	1,0799	1,0892	1,0984	1,1165
5 000,0	1,0175	1,0378	1,0577	1,0773	1,0965	1,1059	1,1153	1,1339
6 000,0	1,0327	1,0534	1,0738	1,0938	1,1134	1,1231	1,1327	1,1517
7 000,0	1,0481	1,0694	1,0902	1,1107	1,1307	1,1406	1,1505	1,1699
8 000,0	1,0639	1,0857	1,1070	1,1279	1,1485	1,1586	1,1686	1,1885
9 000,0	1,0801	1,1024	1,1242	1,1456	1,1666	1,1770	1,1872	1,2075
10 000,0	1,0967	1,1194	1,1418	1,1637	1,1852	1,1958	1,2063	1,2270
11 000,0	1,1136	1,1369	1,1597	1,1822	1,2042	1,2150	1,2258	1,2470
12 000,0	1,1309	1,1547	1,1781	1,2011	1,2236	1,2347	1,2457	1,2674
13 000,0	1,1485	1,1730	1,1970	1,2205	1,2435	1,2549	1,2661	1,2884
14 000,0	1,1666	1,1917	1,2162	1,2403	1,2639	1,2755	1,2871	1,3098
15 000,0	1,1852	1,2108	1,2360	1,2606	1,2848	1,2967	1,3085	1,3318
16 000,0	1,2041	1,2304	1,2562	1,2814	1,3062	1,3184	1,3305	1,3544
17 000,0	1,2235	1,2505	1,2769	1,3028	1,3281	1,3406	1,3530	1,3775
18 000,0	1,2434	1,2710	1,2981	1,3246	1,3506	1,3634	1,3761	1,4011
19 000,0	1,2637	1,2921	1,3198	1,3470	1,3736	1,3868	1,3998	1,4254
20 000,0	1,2846	1,3136	1,3421	1,3700	1,3973	1,4107	1,4240	1,4503
21 000,0	1,3059	1,3357	1,3649	1,3935	1,4215	1,4353	1,4489	1,4759
22 000,0	1,3278	1,3584	1,3883	1,4176	1,4463	1,4605	1,4745	1,5021
23 000,0	1,3502	1,3816	1,4123	1,4424	1,4718	1,4863	1,5007	1,5290
24 000,0	1,3731	1,4054	1,4369	1,4677	1,4980	1,5128	1,5276	1,5566

Pour les valeurs qui ne figurent pas dans le tableau, on utilise la formule suivante:

$$VV = VI \times 171233 \times [(288 \pm VAR) - 0,00198H]^{0,5} + (288 - 0,00198H)^{2,628}$$

où: VAR = Différence de température par rapport à l'ISA en °C.

H = Altitude en pieds

Supplément G à la III^e Partie

**TABLEAU DE CONVERSION EN MÈTRES
OU EN PIEDS PAR MILLE MARIN DES
PENTES EXPRIMÉES EN POURCENTAGE**

<i>Pente pourcentage</i>	<i>Pente en</i>		
	<i>m/km</i>	<i>m/NM</i>	<i>ft/NM</i>
0,5	5	9,3	30
1,0	10	18,5	61
1,5	15	27,8	91
2,0	20	37,0	122
2,5	25	46,3	152
3,0	30	55,6	182
3,5	35	64,8	213
4,0	40	74,1	243
4,5	45	83,3	273
5,0	50	92,6	304
5,5	55	101,9	334
6,0	60	111,1	365
6,5	65	120,4	395
7,0	70	129,6	425
7,5	75	138,9	456
8,0	80	148,2	486
8,5	85	157,4	516
9,0	90	166,7	547
9,5	95	175,9	577
10,0	100	185,2	608

Supplément H à la III^e Partie

TABLEAUX DE CONVERSION

<i>Conversion des pieds en mètres</i>										
<i>ft</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0,30	0,61	0,91	1,22	1,52	1,83	2,13	2,44	2,74
10	3,05	3,35	3,66	3,96	4,27	4,57	4,88	5,18	5,49	5,79
20	6,10	6,40	6,71	7,01	7,32	7,62	7,92	8,23	8,53	8,84
30	9,14	9,45	9,75	10,06	10,36	10,67	10,97	11,28	11,58	11,89
40	12,19	12,50	12,80	13,11	13,41	13,72	14,02	14,33	14,63	14,94
50	15,24	15,54	15,85	16,15	16,46	16,76	17,07	17,37	17,68	17,98
60	18,29	18,59	18,90	19,20	19,51	19,81	20,12	20,42	20,73	21,03
70	21,34	21,64	21,95	22,25	22,56	22,86	23,16	23,47	23,77	24,08
80	24,38	24,69	24,99	25,30	25,60	25,91	26,21	26,52	26,82	27,13
90	27,43	27,74	28,04	28,35	28,65	28,96	29,26	29,57	29,87	30,18
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
100	30,48	33,53	36,58	39,62	42,67	45,72	48,77	51,82	54,86	57,91
200	60,96	64,01	67,06	70,10	73,15	76,20	79,25	82,30	85,34	88,39
300	91,44	94,49	97,54	100,58	103,63	106,68	109,73	112,78	115,82	118,87
400	121,92	124,97	128,02	131,06	134,11	137,16	140,21	143,26	146,30	149,35
500	152,40	155,45	158,50	161,54	164,59	167,64	170,69	173,74	176,78	179,83
600	182,88	185,93	188,98	192,02	195,07	198,12	201,17	204,22	207,26	210,31
700	213,36	216,41	219,46	222,50	225,55	228,60	231,65	234,70	237,74	240,79
800	243,84	246,89	249,94	252,98	256,03	259,08	262,13	265,18	268,22	271,27
900	274,32	277,37	280,42	283,46	286,51	289,56	292,61	295,66	298,70	301,75
	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
1 000	304,80	335,28	365,76	396,24	426,72	457,20	487,68	518,16	548,64	579,12
2 000	609,60	640,08	670,56	701,04	731,52	762,00	792,48	822,96	853,44	883,92
3 000	914,40	944,88	975,36	1 005,8	1 036,3	1 066,8	1 097,3	1 127,8	1 158,2	1 188,7
4 000	1 219,2	1 249,7	1 280,2	1 310,6	1 341,1	1 371,6	1 402,1	1 432,6	1 463,0	1 493,5
5 000	1 524,0	1 554,5	1 585,0	1 615,4	1 645,9	1 676,4	1 706,9	1 737,4	1 767,8	1 798,3
6 000	1 828,8	1 859,3	1 889,8	1 920,2	1 950,7	1 981,2	2 011,7	2 042,2	2 072,6	2 103,1
7 000	2 133,6	2 164,1	2 194,6	2 225,0	2 255,5	2 286,0	2 316,5	2 347,0	2 377,4	2 407,9
8 000	2 438,4	2 468,9	2 499,4	2 529,8	2 560,3	2 590,8	2 621,3	2 651,8	2 682,2	2 712,7
9 000	2 743,2	2 773,7	2 804,2	2 834,6	2 865,1	2 895,6	2 926,1	2 956,6	2 987,0	3 017,5
	0	1 000	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000	7 000	8 000	9 000
10 000	3 048,0	3 352,8	3 657,6	3 962,4	4 267,2	4 572,0	4 876,8	5 181,6	5 486,4	5 791,2
20 000	6 096,0	6 400,8	6 705,6	7 010,4	7 315,2	7 620,0	7 924,8	8 229,6	8 534,4	8 839,2
30 000	9 144,0	9 448,8	9 753,6	10 058	10 363	10 668	10 973	11 278	11 582	11 887
40 000	12 192	12 497	12 802	13 106	13 411	13 716	14 021	14 326	14 630	14 935
50 000	15 240	15 545	15 850	16 154	16 459	16 764	17 069	17 374	17 678	17 983

Conversion des mètres en pieds

m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	3,28	6,56	9,84	13,12	16,40	19,68	22,97	26,25	29,53
10	32,81	36,09	39,37	42,65	45,93	49,21	52,49	55,77	59,05	62,34
20	65,62	68,90	72,18	75,46	78,74	82,02	85,30	88,58	91,86	95,14
30	98,42	101,70	104,99	108,27	111,55	114,83	118,11	121,39	124,67	127,95
40	131,23	134,51	137,79	141,07	144,36	147,64	150,92	154,20	157,48	160,76
50	164,04	167,32	170,60	173,88	177,16	180,44	183,72	187,01	190,29	193,57
60	196,85	200,13	203,41	206,69	209,97	213,25	216,53	219,81	223,09	226,38
70	229,66	232,94	236,22	239,50	242,78	246,06	249,34	252,62	255,90	259,18
80	262,46	265,74	269,03	272,31	275,59	278,87	282,15	285,43	288,71	291,99
90	295,27	298,55	301,83	305,11	308,40	311,68	314,96	318,24	321,52	324,80
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
100	328,08	360,89	393,70	426,50	459,31	492,12	524,93	557,74	590,54	623,35
200	656,16	688,97	721,78	754,58	787,39	820,20	853,01	885,82	918,62	951,43
300	984,24	1 017,0	1 049,9	1 082,7	1 115,5	1 148,3	1 181,1	1 213,9	1 246,7	1 279,5
400	1 312,3	1 345,1	1 377,9	1 410,7	1 443,6	1 476,4	1 509,2	1 542,0	1 574,8	1 607,6
500	1 640,4	1 673,2	1 706,0	1 738,8	1 771,6	1 804,4	1 837,2	1 870,1	1 902,9	1 935,7
600	1 968,5	2 001,3	2 034,1	2 066,9	2 099,7	2 132,5	2 165,3	2 198,1	2 230,9	2 263,8
700	2 296,6	2 329,4	2 362,2	2 395,0	2 427,8	2 460,6	2 493,4	2 526,2	2 559,0	2 591,8
800	2 624,6	2 657,4	2 690,3	2 723,1	2 755,9	2 788,7	2 821,5	2 854,3	2 887,1	2 919,9
900	2 952,7	2 985,5	3 018,3	3 051,1	3 084,0	3 116,8	3 149,6	3 182,4	3 215,2	3 248,0
	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
1 000	3 280,8	3 608,9	3 937,0	4 265,0	4 593,1	4 921,2	5 249,3	5 577,4	5 905,4	6 233,5
2 000	6 561,6	6 889,7	7 217,8	7 545,8	7 873,9	8 202,0	8 530,1	8 858,2	9 186,2	9 514,3
3 000	9 842,4	10 170	10 499	10 827	11 155	11 483	11 811	12 139	12 467	12 795
4 000	13 123	13 451	13 779	14 107	14 436	14 764	15 092	15 420	15 748	16 076
5 000	16 404	16 732	17 060	17 388	17 716	18 044	18 372	18 701	19 029	19 357
6 000	19 685	20 013	20 341	20 669	20 997	21 325	21 653	21 981	22 309	22 638
7 000	22 966	23 294	23 622	23 950	24 278	24 606	24 934	25 262	25 590	25 918
8 000	26 246	26 574	26 903	27 231	27 559	27 887	28 215	28 543	28 871	29 199
9 000	29 527	29 855	30 183	30 511	30 840	31 168	31 496	31 824	32 152	32 480

Présentation générale d'une feuille de la carte d'approche aux instruments

PRÉSENTATION D'UNE FEUILLE DE LA CARTE D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS - OACI

