

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

الخطوط الجوية الجزائرية
AIR ALGERIE



UNIVERSITE « SAAD DAHLEB » BLIDA
FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR
DEPARTEMENT D'AERONAUTIQUE
OPTION : OPERATIONS AERIENNES
COMPAGNIE AERIENNE : AIR ALGERIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT EN AERONAUTIQUE

THEME :
**Elaboration et conception des procédures
de décollage avec panne moteur pour
l'A330-200**



REALISE PAR :

Melle. Ismahan DELLECI

Melle. Doudja OTMANE

ENCADRE PAR :

Mr. F.TERMELLIL

PROMOTION 2007/2008

SOMMAIRE

INTRODUCTION

Chapitre I : Présentation de la compagnie AIR ALGERIE :

I.1. DEFINITION.....	1
I.2. HISTORIQUE DE LA COMPAGNIE.....	1
I.3. LES ACTIVITES AERIENNES DE LA COMPAGNIE	2
I.4 LA FLOTTE D’AIR ALGERIE.....	2
I.5. RESEAUX DE LIGNES :.....	7
I.5.1. RESEAU DOMESTIQUE	7
I.5.2. RESEAU INTERNATIONAL.....	7
I.6 ORGANISATION ACTUELLE DE LA COMPAGNIE AIR ALGERIE.....	8
I.7.PERSPECTIVE ET STRATEGIE DE DEVELOPPEMENT DE LA COMPAGNIE.....	12

Chapitre II : Rappel théorique :

II. DEFINITION ET ASPECTS REGLEMENTAIRES.....	13
II. 1. LIMITATION DE STRUCTURE :.....	13
II.1.1. Masse maximale de structure au lâcher des freins	13
II.1.2. Masse maximale de structure à l’atterrissage	14
II.1.3. Masse maximale de structure sans carburant	15
II.1.4. Masse maximale de structure à la mise en route	15
II.2. LIMITATIONS AU DECOLLAGE.....	16
II.2.1. Vitesses associées au décollage	16
II.2.1.1 Vitesse de décision (V_1).....	16
II.2.1.2 Vitesse de cabrage et de rotation (V_R).....	17
II.2.1.3. Vitesse de décollage V_{LOF}	18
II.2.1.4. Vitesse de sécurité au décollage (V_2).....	19
II.2.1.5. Vitesse de décrochage V_s	19
II.2.1.6 V_{MBE} (maximum Break Energy) et V_{pneus}	21
II.2.1.7 Vitesse limite et mach limite en opération.....	21
II.2.1.8 Vitesses à fournir au pilote pour le décollage.....	21
II.2.2 Distances associées au décollage	22
II.2.2.1 Distance de roulement au décollage.....	23
II.2.2.2 Distance de décollage	24
II.2.2.3 Distance d’accélération- arrêt	25
II.2.3 Variation des distances en fonction de V_1	27

Chapitre III : Généralités sur les performances exigées au décollage :

III.1. Généralités	
III.2. Trajectoires réglementaires de décollage	28
III.3. Les pentes réglementaires exigées	28
III.4. Trouée d'envol	30
III.5. Marge de franchissement des obstacles (MFO)	33
III.6. Limitation obstacles	35
III.7. Paramètres opérationnels à prendre en compte pour la détermination des performances de décollage	37
III.7.1 Les paramètres subis	37
III.7.2 Les paramètres choisis	38
III.8 Décollage a poussée réduite	38

Chapitre IV : Présentation et étude des performances de l'A330-200 :

IV.1 Présentation de l'aéronef	40
IV.1.1 DESCRIPTION :	40
IV.1.1.1 Dimensions	40
IV.1.1.2 Fuselage	40
IV.1.1.3 Aménagement	40
IV.1.2 LIMITATIONS :	42
IV.1.2.1 LIMITATIONS STRUCTURALES	42
IV.1.2.2 : Limitations des vitesses	42
IV.1.2.3 L'enveloppe opérationnelle	45
IV.1.2.4 Limitation carburant	46
IV.1.2.5 Limitation résistance piste	46
IV.2 ETUDE DES PERFORMANCES	48
IV.2.1 TRAJECTOIRE DE DECOLLAGE	48
IV.2.2 MONTEE EN DECOLLAGE	48
IV.2.3. MONTEE EN VOL	50
IV.2.4. MONTEE A MASSE ATERRISSAGE LIMITEE	50

Chapitre V : Etudes des caractéristiques opérationnelles des aérodromes :

V.1 Généralités :	51
- Les aides de radionavigation et de surveillance	51
- Classification des espaces aériens	52
- Les zones à statut particulier	54
V.2 Description de l'aérodrome d'Alger	54
- Situation géographique de l'Aérodrome	54
- Les Aides de radionavigation	55
- Les obstacles d'aérodrome	55
- Les zones à statut particulier	56
V.3 Description de l'aérodrome de Constantine	58

- Situation géographique de l'Aérodrome.....	58
- Les Aides de radionavigation.....	58
- Les obstacles d'aérodrome.....	60
- Les zones à statut particulier.....	60
V.4 Description de l'aérodrome d'Oran.....	62
- Situation géographique de l'Aérodrome.....	62
- Les Aides de radionavigation.....	62
- Les obstacles d'aérodrome.....	62
- Les zones à statut particulier.....	64
V.5 Description de l'aérodrome de Tamanrasset.....	66
- Situation géographique de l'Aérodrome.....	66
- Les Aides de radionavigation.....	66
- Les obstacles d'aérodrome.....	67
- Les zones à statut particulier.....	67

Chapitre VI : Elaboration et conception des procédures de départ avec panne moteur :

VI.1. Définition	70
VI.2. Marge de franchissement d'obstacle.....	70
VI.3. Surface d'identification d'obstacles (OIS).....	71
VI.4. Les pentes de trajectoire de départ.....	71
VI.5. Départs en ligne droite	71
VI.5.1 Définition	71
VI.5.2 Types de départs en ligne droite.....	72
VI.6. Départ avec virage :	75
VI.6.1 Définition	75
VI.6.2 Types de virage.....	75
VI.6.3 Paramètres de virage de départ.....	77
VI.7. Le guidage sur trajectoire	78
VI.8. Procédures de départ avec panne moteur (DAAG-DABC-DAOO-DAAT)	
VI.8.1 Introduction.....	78
VI.8.2 Protections des départs.....	79
VI.8.2.2 ALGER : DAAG.....	79
VI.8.2.3 CONSTANTINE: DABC.....	82
VI.8.2.4 ORAN et TAMANRASSET: DAOO et DAAT.....	88
VI.8.3 VERIFICATION	92
VI.8.3.1 ALGER.....	92
VI.8.3.2 CONSTANTINE.....	93
VI.8.3.3 ORAN.....	95
VI.8.3.4 TAMANRASSET	96
VI.9 COMPARAISON AVEC LES PROCEDURES DE JEPSEN.....	97

CONCLUSION.....98

GLOSSAIRE.....99

ANNEXES :

ANNEXE « A » : Coordonnées, échelles et projections des cartes.....100

ANNEXE « B »: Take off chart.....108

ANNEXE « C » : Rayons et vitesses angulaires de virage.121

ANNEXE « D » : Les trajectoires de départs.....124

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

BIBLIOGRAPHIE.

INTRODUCTION

Quotidiennement, quelque part dans le monde, un avion de ligne connaît une panne de moteur au décollage. Heureusement, tous les avions de transport public sont conçus pour supporter une telle panne sans issue catastrophique. Les bimoteurs sont les plus contraignants parce qu'ils perdent la moitié de leur puissance lors de ce genre d'avaries. Ils peuvent avoir un taux de montée de quelques centaines de pieds par minute à pleine charge.

Tous les pilotes de multimoteurs décollent avec l'idée que l'un des moteurs risque de tomber en panne au décollage. C'est l'incident le plus probable lors de cette phase du vol. Pour éviter que cet incident se transforme en accident, JEPPESEN une compagnie allemande privée récemment achetée par BOEING, fait la conception de certaines procédures que tout les pilotes doivent suivre pour qu'ils puissent poursuivre le décollage en toute sécurité. Sauf que cette compagnie élabore des procédures par catégorie d'aéronef et non pas par type d'aéronef, c'est-à-dire qu'elle tient compte uniquement des performances de l'aéronef le plus pénalisant de la catégorie et néglige les performances des autres aéronefs.

Ce projet a été proposé dans le but de faire la conception des procédures de décollage avec panne moteur pour un type d'aéronef l'A330-200, sur les différents aérodromes (ALGER, CONSTANTINE, ORAN et TAMANRASSET) et les comparer avec les procédures de JEPPESEN.

Pour cela et durant notre stage au sein de la direction des opérations aériennes de la compagnie AIR ALGERIE, nous avons adopté une recherche documentaire sur l'appareil et ses performances au départ dans les conditions les plus défavorables et une recherche sur les caractéristiques des aérodromes concernés.

Afin de bien étudier le sujet, on a estimé nécessaire d'évoquer les points suivants :

- Rappel sur les limites d'utilisation ;
- Etude des performances de l'A330-200 (en montée) ;
- Etude des caractéristiques opérationnelles des aérodromes ;
- Conception des procédures de départ avec panne moteur pour l'A330-200 ;

En fin le dernier point, nous l'avant réserver à l'étude comparative entre les résultats obtenus et les procédures de JEPPESEN, et pour bien résumer notre travail, nous l'avons présenté sous forme de logiciel.

I.1. DEFINITION :

Air Algérie (code IATA : AH ; code OACI : DAH) est une compagnie aérienne nationale algérienne.

I.2. HISTORIQUE DE LA COMPAGNIE

AIR ALGERIE, a été créée en 1947, jusqu'à l'indépendance, dont le champ d'activité demeure orienté vers le besoin de la colonisation. Le 18 février 1963, la compagnie générale des transports aériens (C.G.T.A) passe sous tutelle du ministère des transports et devient compagnie nationale avec 51% du capital social algérien.

AIR ALGERIE, devient dès lors, l'instrument privilégié du gouvernement pour l'exercice de la politique du transport aérien du pays.

En 1970, 83% du capital social de la compagnie était sous contrôle du gouvernement algérien avec le rachat des actions détenues par les sociétés étrangères autre qu'air France

Le 15 décembre 1974, c'est l'algérianisation totale de la compagnie air Algérie en rachetant les 17% des actions restantes. Air Algérie devenait ainsi une entreprise à cent pour cent nationale

Le 17 février 1975, la compagnie air Algérie a absorbé les activités de la société de travail aérien (S.T.A) et, avec la promulgation de l'ordonnance N°75-39, du 17 février 1979, portant statut d'entreprise sociale, air Algérie est devenue « société nationale de transport et travail aérien »

Elle est chargée, dans le cadre du plan national de développement économique et social, d'assurer les services aériens de transport public réguliers ou non réguliers, Nationaux ou internationaux de personnes, de marchandises, postes et du travail aérien

En 1983, air Algérie a été restructurée en deux entreprises :

- air Algérie pour le réseau international
- Inter air service pour le réseau national

Après dix mois de fonctionnement, Inter air services disparaissait, ce qui a conduit à une nouvelle organisation interne d'air Algérie en trois entités autonomes (national, International, aéroport) sous l'autorité d'une direction générale unique

Depuis 1983, air Algérie a subi 7 restructurations organiques. Cette intensité de modification organique témoigne d'une instabilité qui n'a favorisé ni une vision stratégique ni une continuité d'action

Le 17 février 1997, la compagnie AIR ALGERIE est dépassée du statut de « société nationale de transport et de travail aérien (Air Algérie)

Au statut « d'entreprise publique économique /s.p.a (société par action)

En septembre 2000 : AIR ALGERIE met en service des avions de type « BOEING 737-800 » : 07 et « BOEING 737-600 » : 03.

2007 : Ouverture de la ligne directe Alger-Montréal.

I.3. LES ACTIVITES AERIENNES DE LA COMPAGNIE :

Le réseau couvert par Air Algérie est de 96 400 Km, soit 2.4 fois le tour de la Terre. Plus de 3 000 000 de passagers et près de 20.000 tonnes de fret sont transportés chaque année par la compagnie aussi bien à travers le réseau international que le réseau domestique. Le réseau international, dense de 45 villes desservies dans 30 pays en Europe, Moyen Orient, Maghreb, Afrique et Amérique (Canada), est adossé à un réseau domestique reliant 31 villes. En 2003, le nombre de vols quotidiens en programme de pointe a atteint les 120 vols. De plus, Air Algérie a produit près de 5 milliards de sièges-kilomètres offerts (SKO) et a réalisé 3,3 milliards de passagers-kilomètres transportés (PKT).

Il existe un réseau de vente comprenant 150 agences en Algérie et à l'étranger relié à un système de réservation et distribué à travers les GDS auprès desquels Air Algérie est abonnée.

Le programme de renouvellement de la flotte, entamé sur un rythme soutenu, permet à l'entreprise d'aligner une flotte nouvelle, conforme aux réglementations de l'aviation civile internationale. D'ailleurs, la moyenne d'âge des avions algériens passe de 17 ans en 2003 à 3,5 ans en 2006. Le transfert des activités de maintenance dans la nouvelle base de maintenance récemment acquise permettra sous peu à l'entreprise de confirmer son savoir faire en se dotant du certificat JAR 145 dans le but de commercialiser ses capacités supplémentaires.

Air Algérie contribue depuis plus d'un demi siècle à asseoir l'industrie du transport aérien en Algérie. Les différentes structures de la compagnie ont permis de pérenniser le formidable travail accompli par des générations d'aviateurs. De plus il est à noter que la compagnie s'ouvre aux longs courriers, indispensable pour suivre le "boom" économique du pays, une ligne Alger-Montréal est en service depuis le 15 juin 2007

Autres activités :

- Des charters pétroliers qui transportent quelques 500 000 passagers/an.
- Des charters Omra et Hadj qui transportent les pèlerins vers les lieux Saints de l'Islam.
- Un centre ou commissariat hôtelier (catering) qui permet à Air Algérie de couvrir ses besoins au départ d'Algérie, ainsi que l'assistance des autres compagnies.

Le ministre des Transports a fait part de la création d'une filiale d'Air Algérie pour la couverture des lignes intérieures et envisage d'acquérir 11 autres appareils.

I.4 La flotte d'AIR ALGERIE :

La flotte d'AIR ALGERIE est constituée de nouveaux avions tels que les Boeing 737-800, 737-600, les ATR 72-500 et par des Airbus A330-200 assurant 68 destinations dont le détail est comme suit :

Type	Nombre
B738-800	10
B737-600	5
A330-200	5

Type	Nombre
B767-300	3
AT72-500	6
B737-200C	1
L382G	1

TAB (I.4a)

B737-800

Cet avion est mis en service sous deux configurations :

- Y 114, C 48 et F 0.
- Y 120, C 0, F 24.





B737-600

Cet avion est mis en service sous une seule configuration :

- Y 86, C 0, F16.



A330-200





B767-300

Cet avion est mis en service sous une seule configuration :

- Y 197, C 32, F 24.



ATR 72-500

Cet avion est mis en service sous une seule configuration :

- Y 66, C 0, F 0.





La flotte cargo

Elle comporte ces deux avions :



Commandes :

Probablement, sans décider encore, la compagnie attend l'autorisation pour demander de nouveaux avions.

Evolution de la flotte : F= FOKKER L = LOOCKEED B= BOEING A= AIRBUS

Flotte Passagers et Cargo : Flotte actuelle : **TAB (I.4b) :**

	ATR 72	B737 - 600	B737- 800	B767 -300	B737- 200	B727- 200	A330 -200	TOTAL
2007	6	5	10	3	1	0	5	30
2006	6	5	10	3	1	0	5	30
2005	6	5	10	3	1	0	5	30
2004	6	5	7	3	8	6		35

Période: 1990 – 2003: TAB (I.4c):

	F27	LC100 -300	4A310 -200	B737 -600	B737 800	B767 -300	3B727 -200	6B737 -200 </di

I.5. RESEAUX DE LIGNES**I.5.1. RESEAU DOMESTIQUE :**

AIR ALGERIE exploite essentiellement ses avions sur le réseau domestique, elle assure la desserte des aéroports suivants :

Adrar : Ouargla, Oran ;

Alger : Adrar, Annaba, Batna, Bechar, Bejaia, Biskra, Constantine, djanet, El Goléa, El Oued, Ghardaïa, Hassi Messaoud, Illizi, In Amenas, Jijel, Mascara, Oran, Ouargla, Sétif, Tamanrasset, Tébessa, Tlemcen, Tiaret, Timimoune, Tindouf, Touggourt.

Annaba: Oran;

Batna: Oran, Tindouf;

Bechar: Oran, Tindouf;

Constantine: H.Messaoud, Sétif, Oran;

Djanet: Ouargla, Tamanrasset;

Ghardaïa: Illizi, Tamanrasset;

H.Messaoud: Constantine, In Amenas, Oran;

Illizi: Ghardaïa, Ouargla;

In Amenas: H.Messaoud, Oran, Ouargla;

In Salah: Tamanrasset;

Oran: Adrar, Annaba, Bechar, Constantine, H.Messaoud, Ouargla, Tamanrasset;

Ouargla : Adrar, Djanet, Illizi, In Amenas, In Salah, Oran ;

Tamanrasset: Djanet, Ghardaïa, In Salah, Ouargla.

I.5.2. RESEAU INTERNATIONAL :**France :**

Alger : Bordeaux, Lille, Lyon, Marseille, Nice, Paris, Toulouse ;

Oran : Bordeaux, Lyon, Marseille, Paris, Toulouse ;

Annaba : Lyon, Marseille, Paris ;

Constantine : Lyon, Marseille, Paris ;

Biskra : Lyon, Paris ;

Batna : Lyon, Marseille, Paris ;

Europe :

Alger : Barcelone, Berlin, Bruxelles, Francfort, Genève, Istanbul, Londres, Madrid, Moscou, Prague, Rome ;

Oran : Alicante, Casablanca.

Maghreb et Moyen Orient :

Alger : Amman, Le Caire, Casablanca, Damas, Nouakchott, Dubaï, Tunis ;

Amman : Dubaï ;

Casablanca : Nouakchott.

Afrique:

Alger: Bamako, Dakar, Niamey, Ouagadougou, Abidjan.

Amérique du nord:

Alger: Montréal.

1.6 ORGANISATION ACTUELLE DE LA COMPAGNIE AIR ALGERIE

Pour mener à bien sa mission, et pour fournir une dynamique adaptée à ses préoccupations et à ses activités de transport aérien, l'entreprise « Air Algérie » qui dépend du holding service et d'un conseil d'administration est structurée selon l'organigramme général ci-après :

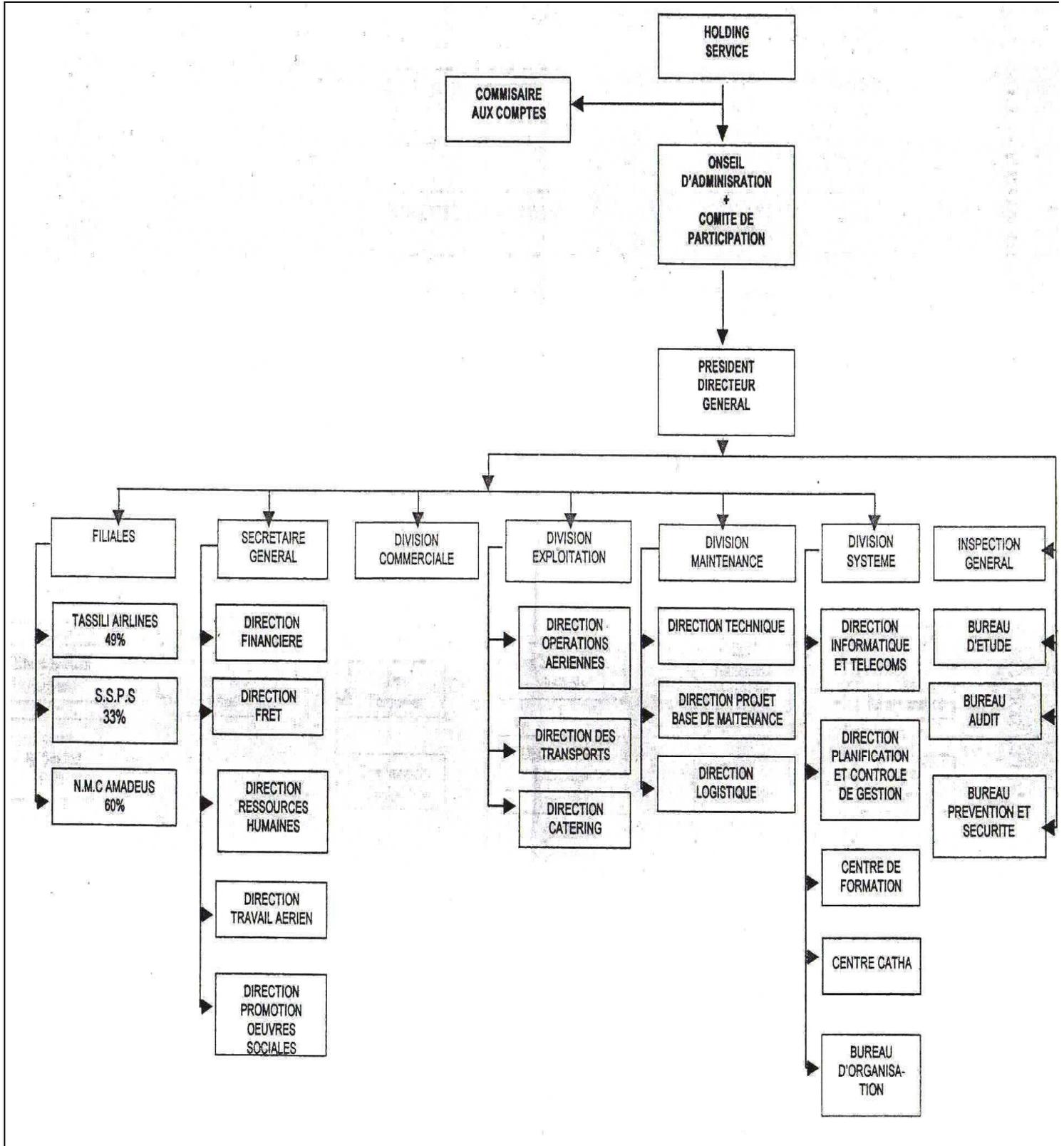


FIG (I.6a)

PRESENTATION DE LA SOUS DIRECTION EXPLOITATION :**STRUCTURE :**

Pour réaliser son devoir, la sous direction exploitation dispose des départements suivants :

- Département Navigation.
- Département Exploitation.

Département Navigation :A) Mission :

Le département Navigation a pour mission la mise à jour des plans de vol, des données concernant les analyses de route, du calcul des CTO, de même qu'il élabore les minima opérationnels, fixe la politique d'enlèvement du carburant, exploite les dossiers de vol et procède au dépouillement et à l'analyse des paramètres de vol.

B) Attribution :

Les attributions du chef de département Navigation sont :

- Coordonner, animer et suivre l'exécution des travaux du département.
- Assurer la liaison avec les autres chefs de département et le sous directeur.
- Veiller au respect de la régulation pour tous travaux exécutés par le département.
- Etablir les prévisions budgétaires du département.
- Veiller à la discipline au sein du département.

C) Structure :

Pour réaliser ses tâches, le département Navigation dispose de trois services :

- ❖ Le service lignes.
- ❖ Le service infrastructure.
- ❖ Le service sécurité et analyse des vols.

a) Service lignes :

ce service à pour fonction de :

- Etablir la méthode de calcul des minima pour les différents terrains du réseau Air Algérie.
- Etablir les plans de vol technique pour la préparation des vols par type d'avion et par tronçon de ligne.

- Préparer pour chaque saison d'exploitation, le tableau des CTO et effectuer les calculs de charge offerte et de temps de vol block.
- Calculer les « lever et coucher » du soleil.
- Calculer les distances orthodromiques.
- Procéder aux études d'analyses des routes.

b) Services infrastructure :

Ses tâches sont :

- Etablir un fichier des vents moyens pour les lignes d'Air Algérie.
- Recueillir les anomalies d'exploitation en matière d'infrastructure et de moyens radio puis les comparer aux NOTAMS et saisir les organismes concernés.
- Etablir la liste des aéroports de dégagement.
- Participer aux réunions de coordination de l'ENNA.
- Participer aux études préliminaires d'ouverture des aérodromes.
- Etablir une fiche aérodromes exploitée concernant les moyens de :
 - Secours et protection incendie.
 - Carburant.
 - Eau Méthanol.
 - Résistance piste par type d'aéronefs.
 - Température.
 - Moyen radio.
 - Autres renseignements jugés utiles.

c) Service Sécurité et Analyse des vols :

Les attributions de ce service sont :

- Exploiter les rapports incidents et les rapports d'anomalies particulières.
- Contrôler et analyser les documents, les dossiers de vol et procéder à leur conservation durant la période réglementaire.
- Effectuer les statistiques de temps de vol et de consommation à partir des dossiers de vol.

Département Traitement Exploitation :

A) Mission : Il a pour but l'élaboration d'études opérationnelles et de performances sur l'utilisation des avions en ligne, la tenue à jour des manuels de vol réduits, de chargement et des limitations au décollage.

B) Attribution :

Le chef de département à pour attribution de :

- ✓ Coordonner, animer et suivre l'exécution des travaux du département.
- ✓ Assurer la liaison avec les autres chefs de département et le sous directeur.
- ✓ Veiller au respect de la réglementation par tous les travaux exécutés par le département.
- ✓ Etablir les prévisions budgétaires du département.
- ✓ Veiller au respect de la discipline.

ORGANIGRAMME DE LA DIRECTION DES OPERATIONS AERIENNES :

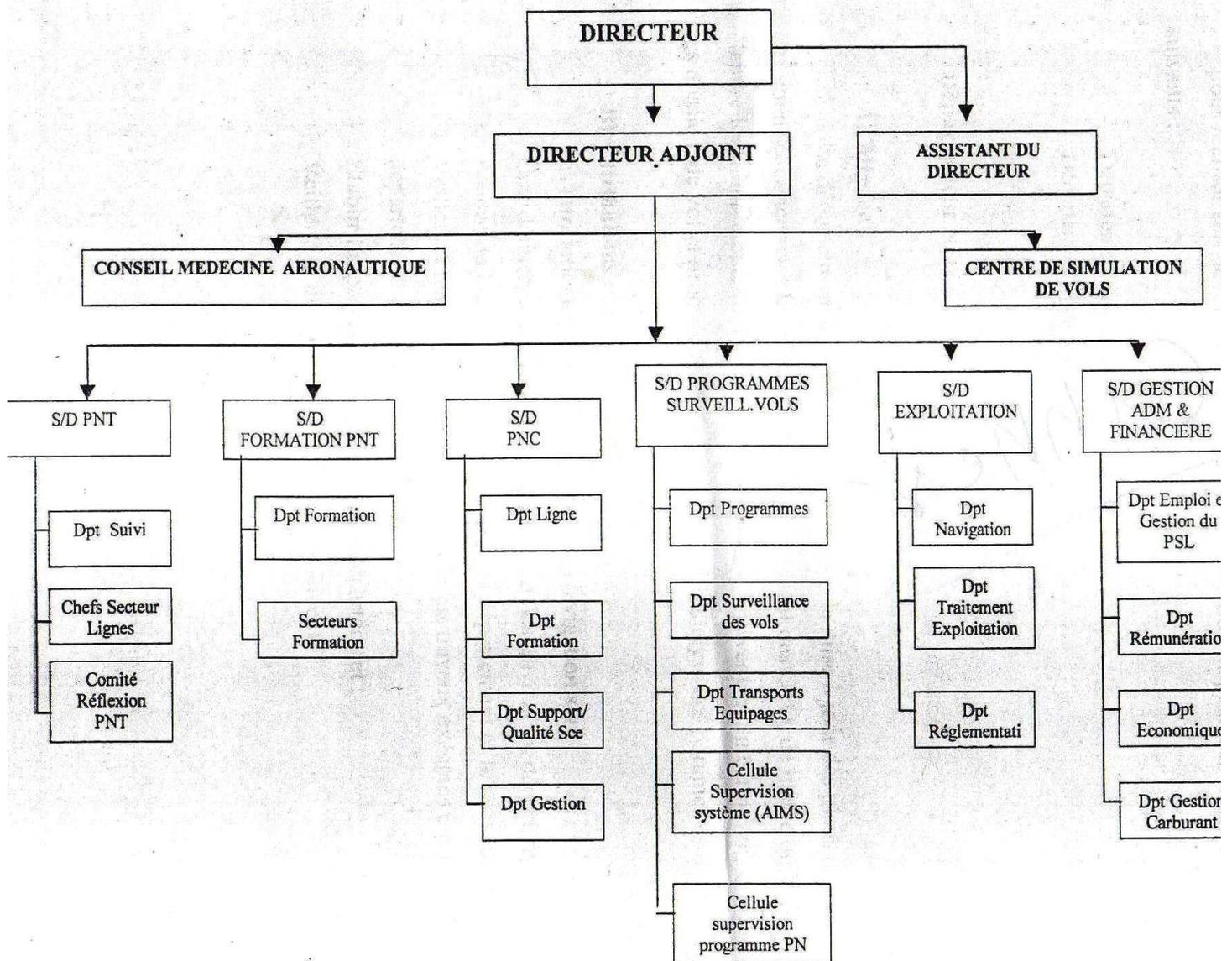


FIG (I.6b)

I.7 Perspective et stratégie de développement de la compagnie :

Air Algérie prévoit d'acquérir 40 avions moyen-porteurs pour renforcer et mieux rentabiliser son réseau de lignes intérieures.

Les moyens actuels de la compagnie Air Algérie ne lui permettent pas de consacrer sa flotte composée notamment d'avions de type gros-porteur de moins de trois ans à un réseau intérieur non rentable, par exemple : La ligne Alger-Biskra est exploitée à moins de 48%, alors que la couverture du coût d'un vol sur la même ligne ne dépasse pas 39% du tarif du billet. La compagnie Air Algérie, appelée à appliquer les normes mondiales en vigueur, ne peut assumer à elle seule les coûts. Des spécialistes de l'aérien soutiennent en effet que les compagnies charters peuvent jouer un rôle important dans le désenclavement du Sud. Le ministre des Transports a annoncé qu'Air Algérie va acquérir 40 avions de type moyen-porteurs d'une capacité de 40 places, dans le cadre de sa restructuration, parallèlement à l'autorisation du ministère à Tassili Airlines, filiale de Sonatrach, d'exploiter les lignes intérieures du sud en vue de « concilier entre la demande des citoyens du Sud et les conditions de travail au sein de la compagnie Air Algérie ».

II. Définition :

Les limites d'utilisation c'est une traduction et une adaptation à l'exploitation des règlements de navigabilité et d'exploitation qui ont pour but d'assurer la sécurité des vols.

Aspects réglementaires :

	OACI	USA (FAA)	EUROPE (JAA)	Applicabilité	Document
Navigabilité	Annexe8	FAR Part25	JAR 25	Construction de l'avion	Manuel de vol
Exploitation	Annexe6	FAR Part121	JAR OPS1	Utilisation de l'avion par la compagnie	Manuel d'exploitation.

TAB (II)

Les recommandations de décollage de l'OACI (annexe6) sont identiques à celles de la JAA (JAROPS).

II. 1. Limitations de structure :

La structure de l'avion doit résister aux efforts qui s'exercent sur elle au cours de différentes phases du vol, et pour toute sa durée de vie. Pour cette raison les constructeurs fournissent aux exploitants les paramètres utiles d'utilisation de leurs avions. Ces paramètres ont souvent un effet limitatif sur la masse de l'avion au décollage.

II. 1.1 Masse maximale de structure aux lâcher des freins (MMSD) :

Appelée aussi masse maximale de décollage (MMSD), c'est la masse pour laquelle la structure de l'avion en particulier le train d'atterrissage peut supporter une vitesse verticale de -1.83 m/s ou -360 ft/min .

Cette limite est calculée au moment où l'avion lâche ses freins, aligné sur l'axe de la piste et les moteurs mis en puissance.

La masse réelle au lâcher des freins doit être toujours inférieur à cette masse.

Exemple

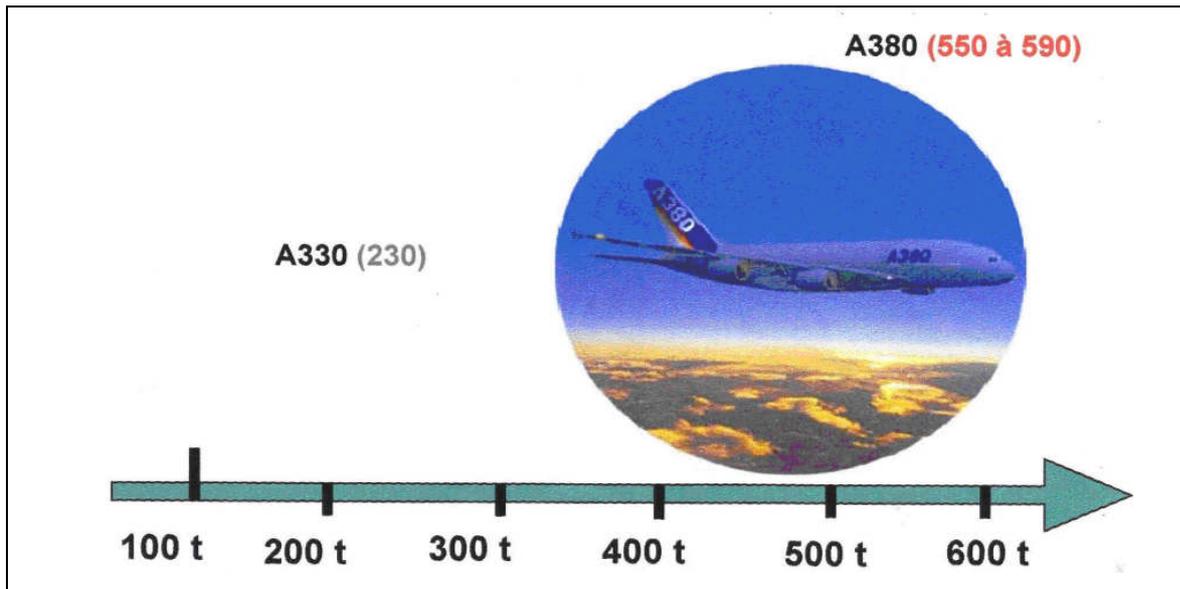


FIG (II.1.1)

Masse réelle au décollage (ou lâcher des freins) $m_{\text{déc}} \leq \text{MMSD}$

II. 1.2 Masse maximale de structure à l'atterrissage (MMSA)

C'est la masse maximale avec laquelle l'avion peut atterrir sans que sa structure subisse des contraintes particulières.

La réglementation (JAR25) impose que la structure puisse encaisser des efforts de -3.05 m/s ou -600 ft/mn .

Donc la masse réelle à l'atterrissage ne doit pas être supérieure à MMSA.

Exemples :

$$\text{MMSA (A330-200)} = 180\text{t}$$

Masse réelle à l'atterrissage $m_{\text{att}} \leq \text{MMSA}$

D'où conséquence sur la masse au décollage (lâcher des freins) :

Si d est le délestage prévu, c'est-à-dire la quantité de carburant prévu pour effectuer le vol depuis le lâcher des freins jusqu'à l'atterrissage nous devons avoir :

Masse réelle au décollage (ou lâcher des freins) $m_{\text{déc}} \leq \text{MMSA} + d$

II. 1.3 Masse maximale de structure sans carburant (MMSC)

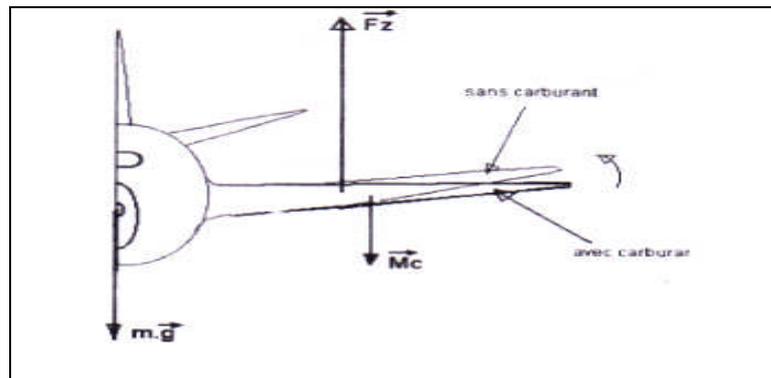


FIG (II.1.3)

Nous savons que toute la structure de l'avion (fuselage, voilures, moteurs...) est portée principalement par la résultante des forces aérodynamique, cette dernière est appliquée sur les ailes.

Dans la phase finale du vol, la quantité de carburant qui se trouve dans les réservoirs des ailes tend vers zéro (M_c tend vers zéro), ce qui fait fléchir l'aile, cette flexion engendre des efforts supplémentaires à l'emplanture qui peuvent affecter la sécurité du vol si la masse du fuselage est importante. D'où la masse maximale de structure sans carburant (MMSC).

Exemples :

$$\text{MMSC (A330-200)} = 168\text{t.}$$

Remarque :

Les consignes du manuel d'utilisation de l'avion pour l'avitaillement et la gestion des réservoirs, indiquent qu'il faut remplir les réservoirs externes avant les réservoirs internes, et qu'il faut consommer le carburant des réservoirs internes avant celui des réservoirs externes.

II.1.4 Masse maximale de structure à la mis en route (MMSR) :

C'est la masse max imposée notamment par les efforts sur les amortisseurs et en flexion sur le train lors des virages au roulage.

Soit r la quantité de carburant nécessaire à la mise en route et au roulage depuis le parking jusqu'au lâcher des freins :

Remarque :

$$\text{Masse réelle au lâcher des freins} \leq \text{MMSR} - r$$

Dans la pratique, cette limitation n'est jamais pénalisante.

II.2 Limitations au décollage

II.2.1 Vitesses associées au décollage :

II.2.1.1 Vitesse de décision (V1)

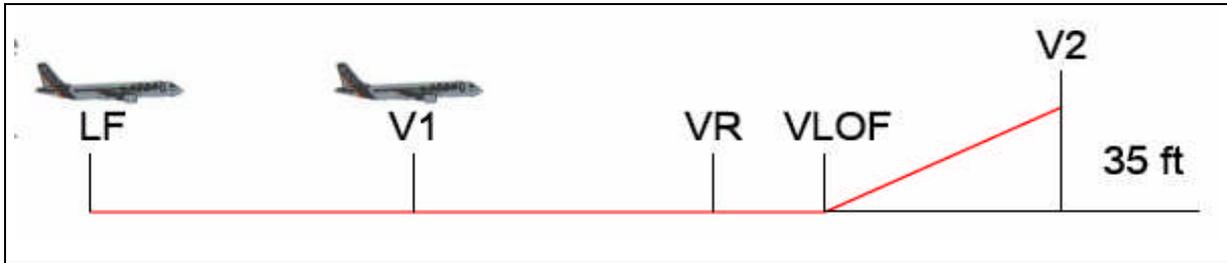
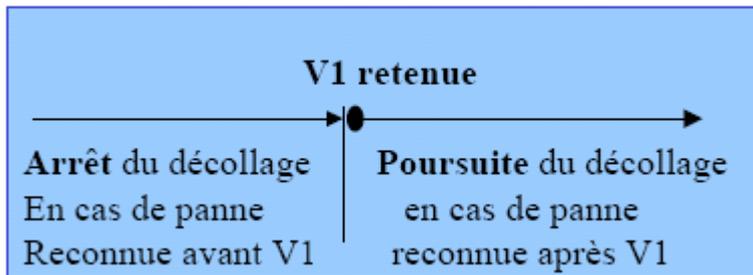


FIG (II.2.1.1A)



a) Définition

C'est la vitesses retenus comme moyen de décision en cas de panne de toute nature au cours de la manœuvre de décollage à s'avoir (panne moteur, système, défaut de poussée,...).

b) Détermination

➤ **Notion de V_{EF}** (Vitesse effective de panne.).

C'est la vitesse à laquelle le moteur critique sera supposé tomber en panne au cours de la manœuvre de décollage.

Dans la détermination des performances aux essais, c'est la vitesse à laquelle le « moteur critique » sera mis en panne.

Nous devons avoir : $V_{EF} \geq V_{MCG}$

➤ **Définition de V_{MCG}** (Vitesse minimale de contrôle au sol.)

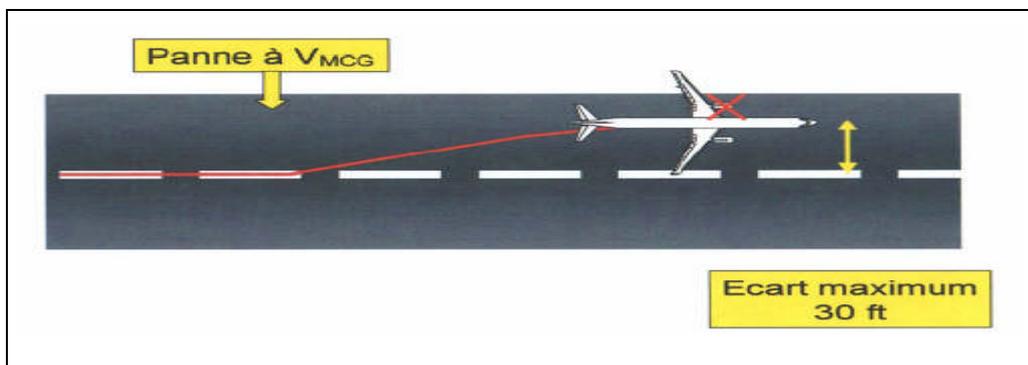


FIG (II.2.1.1B)

C'est la vitesse air conventionnelle pendant le roulage au décollage à laquelle, en cas de panne du « moteur critique », il est possible de reprendre le contrôle de l'avion en utilisant uniquement les commandes aérodynamiques principales. Les efforts sur le palonnier ne devant pas dépasser 667.5 N.

Donc V_1 est déterminé à partir de V_{EF} (à V_1 la panne reconnue)

$V_1 = V_{EF} + \text{accroissement de vitesse pendant le temps } m \text{ nécessaire au pilote pour reconnaître la panne.}$

c) Condition sur V_1

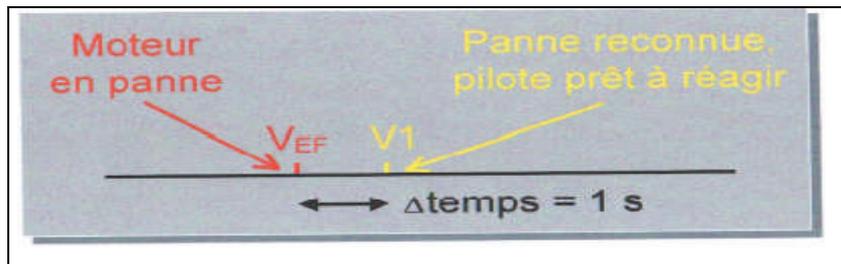


FIG (II.2.1.1B)

- $V_1 \geq V_{EF} \geq V_{MCG}$
- $V_1 \leq V_R$

II.2.1.2 Vitesse de cabrage et de rotation (V_R)

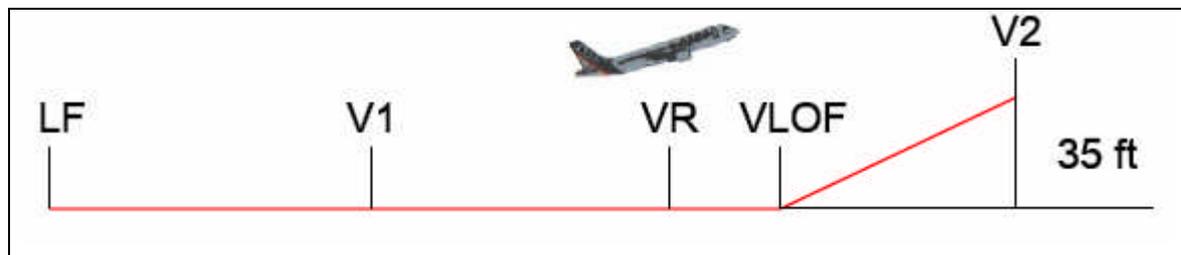


FIG (II.2.1.2a)

a) Définition

C'est la vitesse à laquelle le pilote, par action sur le manche, cabre l'avion et l'amène suivant une technique précise à l'assiette désirée pour le décollage.

b) Détermination

Elle déduite du calcul de V_{LOF} , elle devra vérifier :

$$V_R \geq 1.05 V_{MCA}$$

➤ **Définition de V_{MCA}** (vitesse minimale de contrôle en montée initiale)

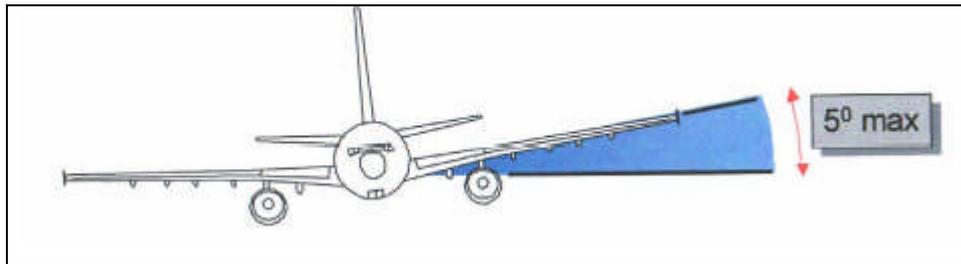


FIG (II.2.1.2b)

Vitesse –air à laquelle, en cas de panne brutale du moteur critique, il est possible de reprendre le contrôle de l'avion et de le maintenir en vol rectiligne avec une inclinaison $\leq 5^\circ$.

➤ **Définition de V_{MCL}** :

C'est la vitesse à laquelle en cas de panne moteur, il est impossible de prendre le contrôle de l'avion, et de le maintenir en vol rectiligne avec une inclinaison de 5° .

II.2.1.3 Vitesse de décollage V_{LOF}

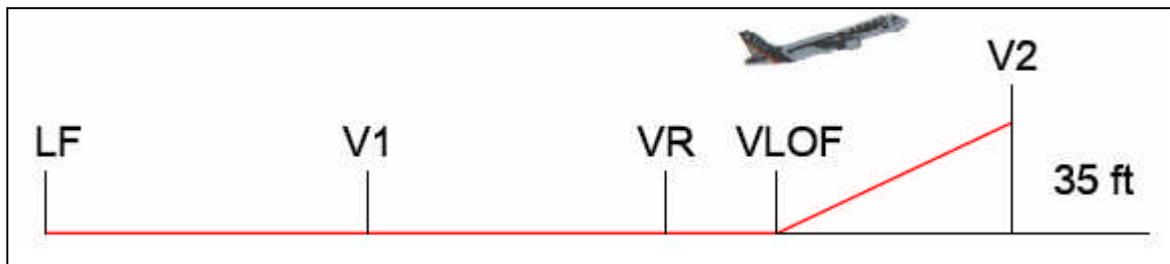


FIG (II.2.1.3)

a) Définition

C'est la vitesse à laquelle l'avion quittera le sol, la sustentation étant assurée.

b) Détermination

Elle est déterminée à partir d'une vitesse d'essais V_{MU} (Minimum unstick velocity).

➤ **Définition de V_{MU}** (Vitesses minimale de sustentation)/

C'est la vitesse minimale de sustentation à laquelle l'avion peut quitter le sol et poursuivre le décollage sans que celui-ci ne présente de caractéristiques dangereuses :

- ✓ assiette trop élevée \Rightarrow arrière du fuselage touchant le sol
- ✓ contrôle latéral insuffisant \Rightarrow extrémité de l'aile ou réacteur touchant le sol.

C) Conditions sur V_{LOF} :

	JAR	FAR
Geometric Limitation	$V_{LOF} \geq 1.04 V_{MU(N-1)}$ $V_{LOF} \geq 1.08 V_{MU(N)}$	$V_{LOF} \geq 1.05 V_{MU(N-1)}$ $V_{LOF} \geq 1.08 V_{MU(N)}$
Aerodynamic Limitation	$V_{LOF} \geq 1.05 V_{MU(N-1)}$ $V_{LOF} \geq 1.10 V_{MU(N)}$	

TAB (II.2.1.3)

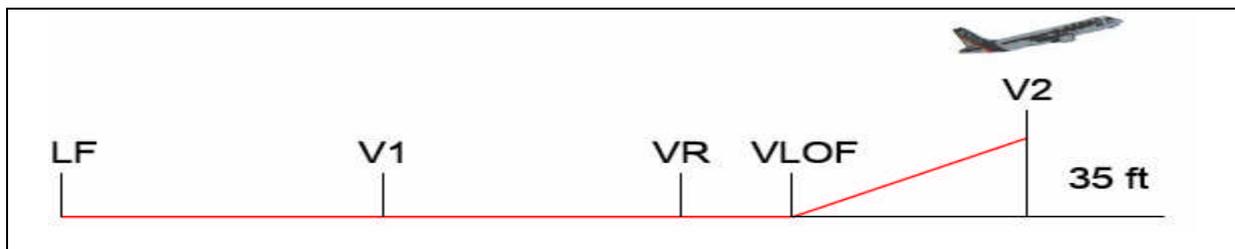
II.2.1.4 Vitesse de sécurité au décollage (V_2) :

FIG (II.2.1.4)

a) Définition :

C'est la vitesse à laquelle le décollage est assuré. Elle doit être atteinte au passage des 35 ft, et maintenue au moins jusqu'à 400 ft de hauteur pour le respect des performances.

b) Détermination

V_2 doit resté supérieur ou égale à $V_{2\text{ mini}}$ tel que :

$$V_{2\text{ mini}} = \sup \{ 1.2 V_s \text{ (ou } 1.15 V_s \text{ pour un quadri turbo propulseur)} \\ \text{et } 1.1 V_{MCA} \}$$

V_{MCA} : vitesse minimale de contrôle en air.

II.2.1.5 Vitesse de décrochage : V_s :

C'est la vitesse minimale de vol en régime stabilisé dans la configuration considérée que se soit décollage, croisière, approche ou atterrissage.

A chaque fois qu'on écrit V_s , il faut préciser la configuration de l'avion.

Les conditions de détermination de V_s sont les suivantes :

Moteur au ralenti ou poussée nulle ;

Centrage le plus défavorable sur la vitesse de décrochage.

Le graphique suivant montre la détermination de Vs pour toute la gamme de masse et toutes les configurations (volets hypersustentation en particulier).

Exemple :

Pour une MTOW=160 t, Pressure alt 1500ft, Clean confi on a Vs=140Kts.

A330-200 :

STALLING SPEEDS

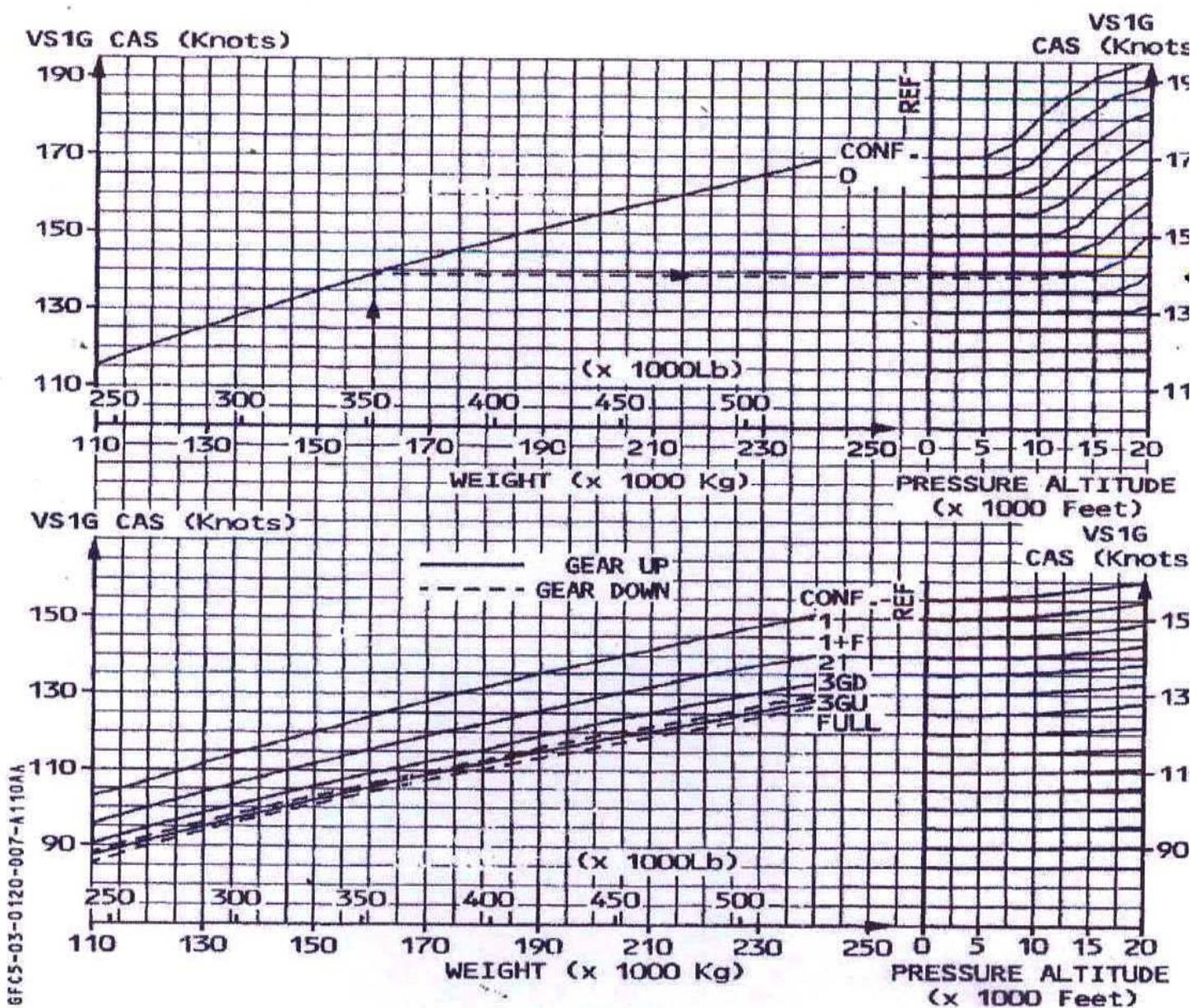


FIG (II.2.1.5)

Il y a aussi des limitations pouvant intervenir sur les vitesses associées au décollage comme :

II.2.1.6 V_{MBE} (maximum Brak Energy) et V_{pneus} :

En effet l'énergie cinétique accumulée lors de la manœuvre de décollage se transforme en énergie calorifique sur le système de freinage. En cas d'arrêt au décollage, les freins ayant une capacité maximum d'absorption, il faudra limiter la vitesse à laquelle sera entreprise une manœuvre d'arrêt, c'est à dire V_1 .

V freins : est en fonction de la distance de décollage utilisable, de la masse de décollage et de la température. ($V_1 \leq V_{MBE}$).

V pneus : Les pneus sont garantis jusqu'à une certaine vitesse de roulement ; l'avion devra quitter le sol avant cette limite : $V_{lof} \leq V_{pneus}$.

II.2.1.7 Vitesse limite et mach limite en opération :

La vitesse choisie par le pilote doit être inférieure ou égale à V_{MO} ou V_{MMO} .

II.2.1.8 Vitesses à fournir au pilote pour le décollage :

Celles-ci figurent sur un carton de décollage. Les seules vitesses connues par le pilote sont

- V_1 ;
- V_R ;
- V_2 .

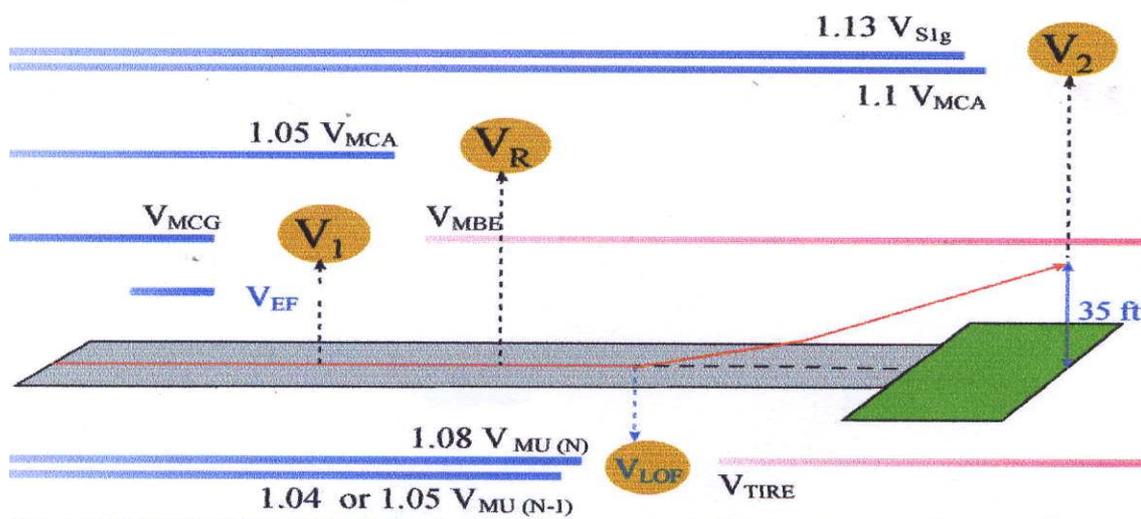


FIG (II.2.1.8a)

V_{LOF} n'est pas fournie, par contre l'assiette A figure sur le carton de décollage.

Le carton de décollage :

A 330.200		DIR. OPS AER. /PNT	
ETAPE: _____		DATE: _____ 7TV	
AIRPORT: _____		QFU: _____ HSP: _____	
EPR	NORMAL	REDUCED	GO-AROUND
	_____	_____	_____
N1	NORMAL	REDUCED	GO-AROUND
	_____	_____	_____
ZFW: _____	V_1 _____ V_R _____ V_2 _____	W/V _____ / _____	
FUEL: _____		θ : _____	
TOW: _____		QNH: _____	
FLAPS: _____		QFE: _____	
C.G. _____ %		ZP: _____	
STAB. TRIM: _____		FIELD. ELEV.: _____	

FIG (II.2.1.8b)

II.2.2 Distances associées au décollage :

Les calculs de distance de décollage prennent en compte les éléments suivants;

- ☞ Masse de l'avion
- ☞ Altitude pression de l'aérodrome
- ☞ T° ambiante de l'aérodrome.
- ☞ L'état et le type de surface de la piste
- ☞ La pente de la piste dans le sens du décollage
- ☞ Pas plus de 50% de la composante de vent de face ni moins que 150% de la composante de vent arrière

Longueur de la piste et distances déclarées :

Longueur de piste disponible

- **RWY (Run way)** : Longueur de piste
- **CWY (clear way)**: Prolongement dégagé d'obstacles.
- **SWY (stop way)** : Prolongement d'arrêt

Longueur de piste nécessaire :

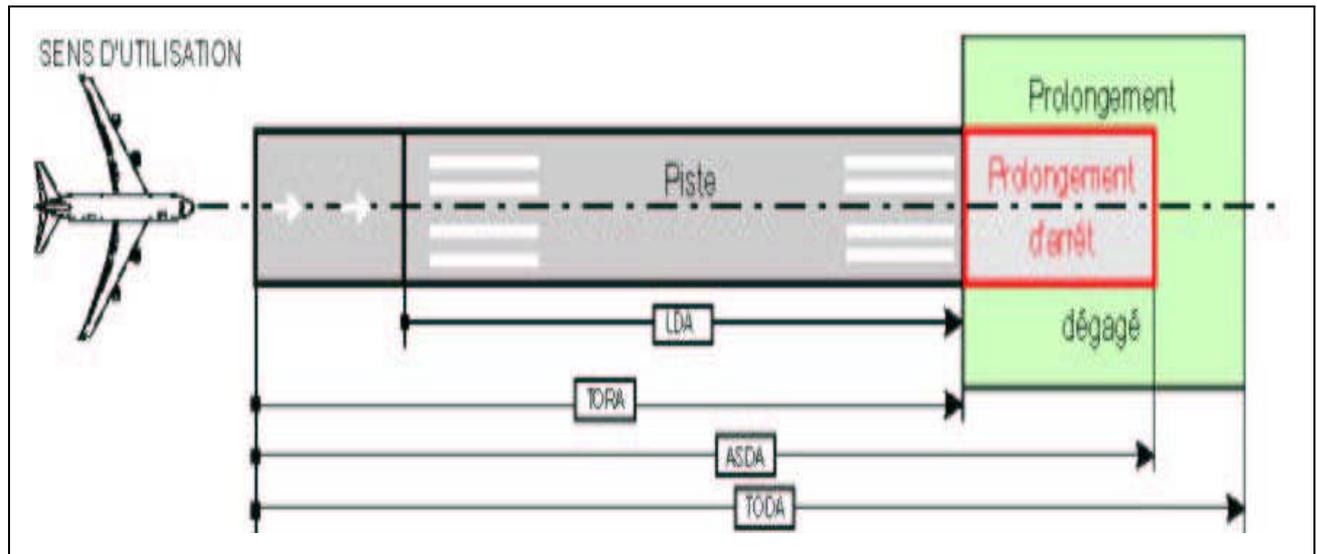


FIG (II.2.2)

II.2.2.1 Distance de roulement au décollage (DRD) :

La distance de roulement au décollage sera la distance parcourue depuis le lâcher des freins jusqu'au milieu du segment (V_{LOF} – passage des 35 ft) elle est déterminée en deux façons :

- **Panne du moteur « critique » à V_{EF} et reconnu à V_1**

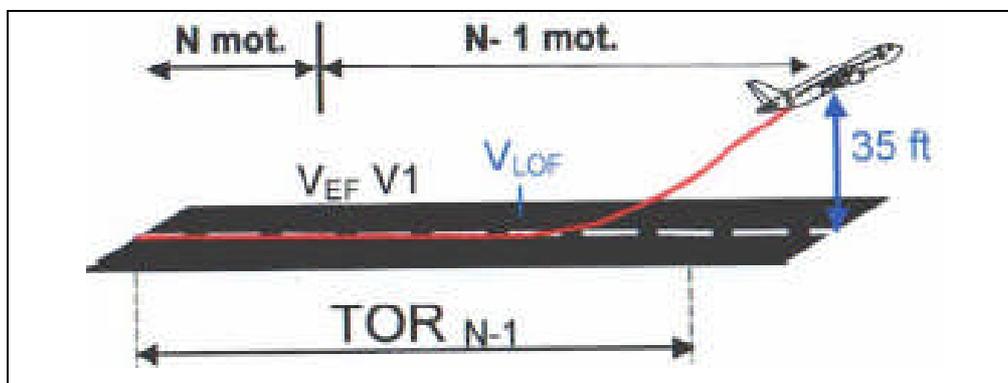


FIG (II.2.1a)

➤ Sans panne moteur : FIG (II.2.1b)



TOR retenue
= **Sup (TOR N-1 ; 1,15xTOR N)**

➤ Longueur utilisable pour le roulement au décollage (TORA : take off run available) :

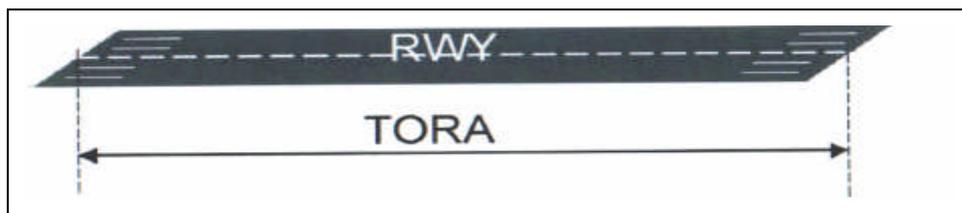


FIG (II.2.1c)

C'est la longueur maximale de la piste q'un avion peut utiliser pour son roulement au décollage.

TOR ≤ TORA

II.2.2.2 Distance de décollage (DD) :

C'est la plus grande des deux distances déterminer les deux façons suivantes :

➤ Panne du moteur « critique » à V_{EF} et reconnu à V_1

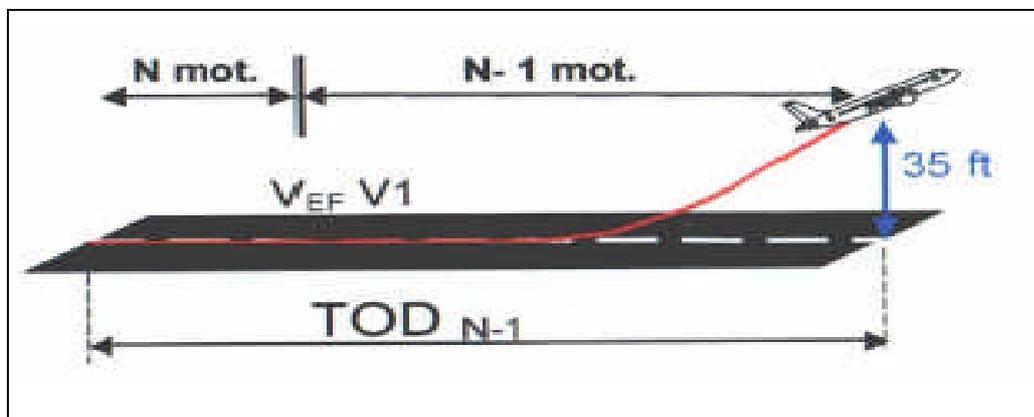


FIG (II.2.2.2a)

➤ Sans panne moteur

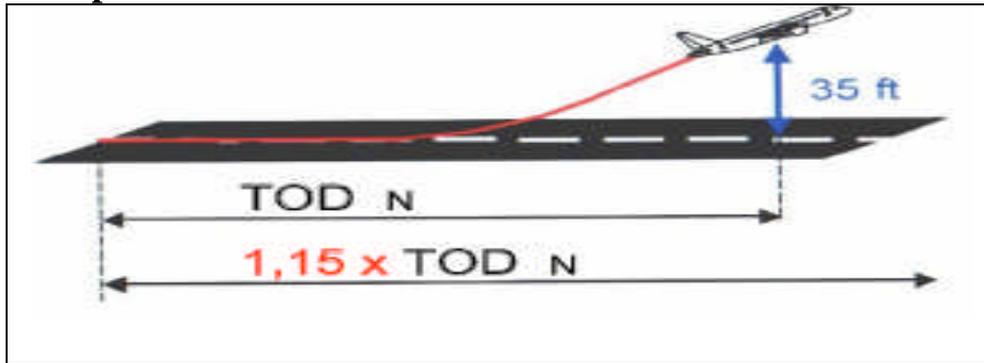


FIG (II.2.2b)

$$\text{TOD retenue} = \text{Sup} (\text{TOD N-1} ; 1,15 \times \text{TOD N})$$

➤ Longueur utilisable pour le décollage (TODA : take off distance available) :

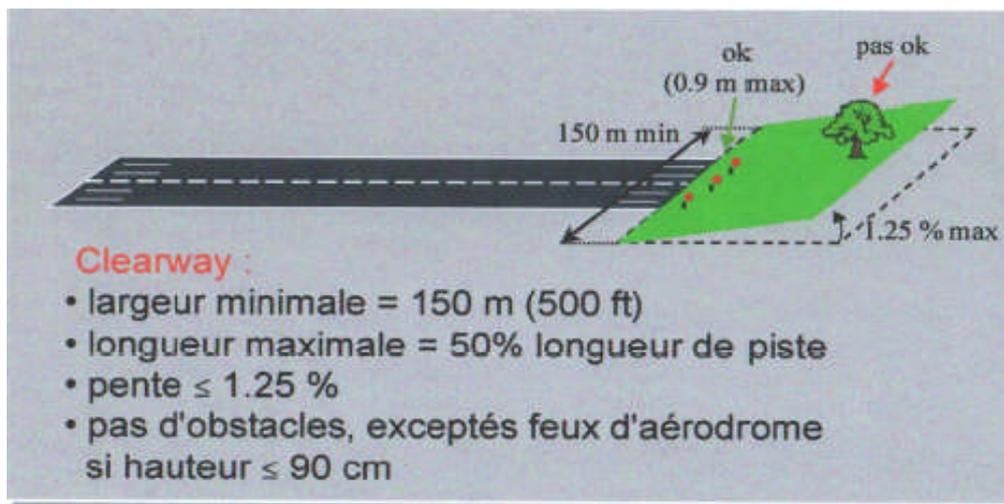


FIG (II.2.2c)

C'est la longueur de la piste, plus le prolongement dégagé d'obstacle (CWY).

$$\text{TODA} = \text{TORA} + \text{clear way}$$

$$\text{TOD} \leq \text{TODA}$$

II.2.2.3 Distance d'accélération- arrêt (DAA) :

C'est la plus grande des distances suivantes :

1. La distance nécessaire au freinage de l'avion après détection de la panne du moteur critique à V_1 .

➤ **Panne du moteur critique à V_{EF} et reconnu à V_1 :**

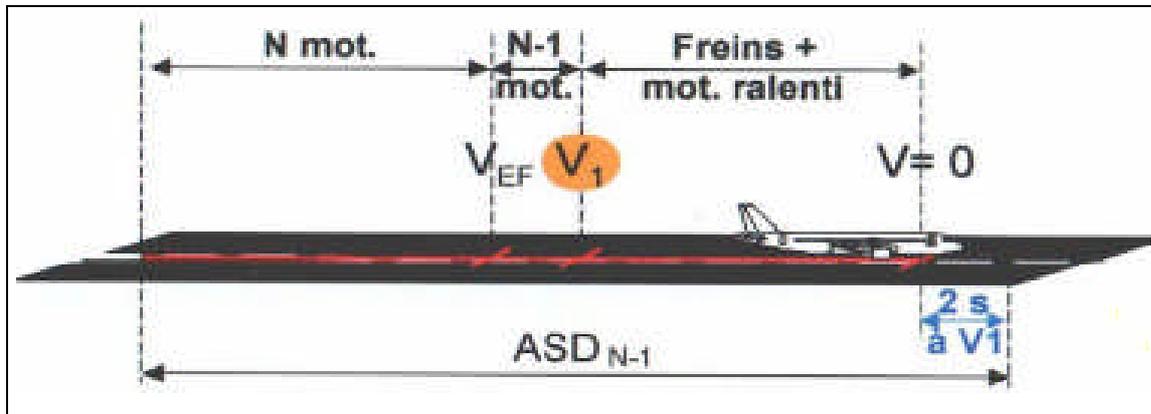


FIG (II.2.3a)

2. Sans panne du moteur critique, la distance depuis le lâcher des freins jusqu'à V_1 , plus la distance nécessaire pour le freinage

➤ **Sans panne moteur**

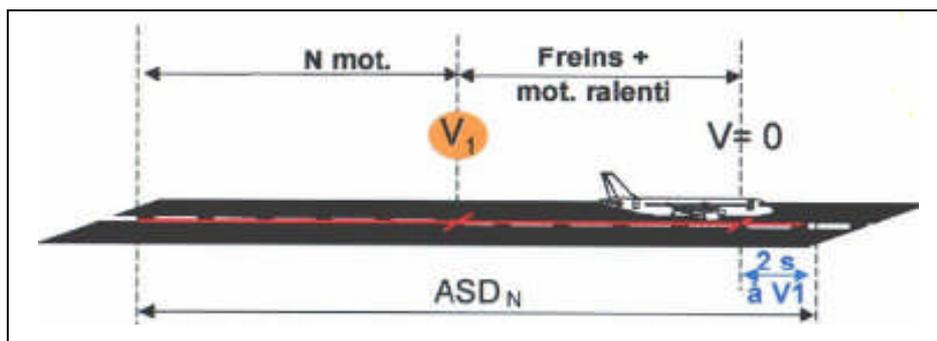


FIG (II.2.3b)

ASD retenue
=
Sup (ASD_{N-1} ; ASD_N)

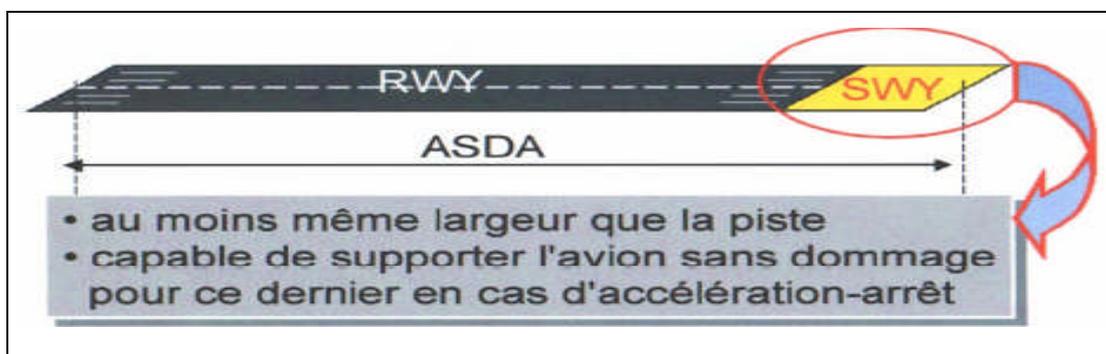


FIG (II.2.3c)

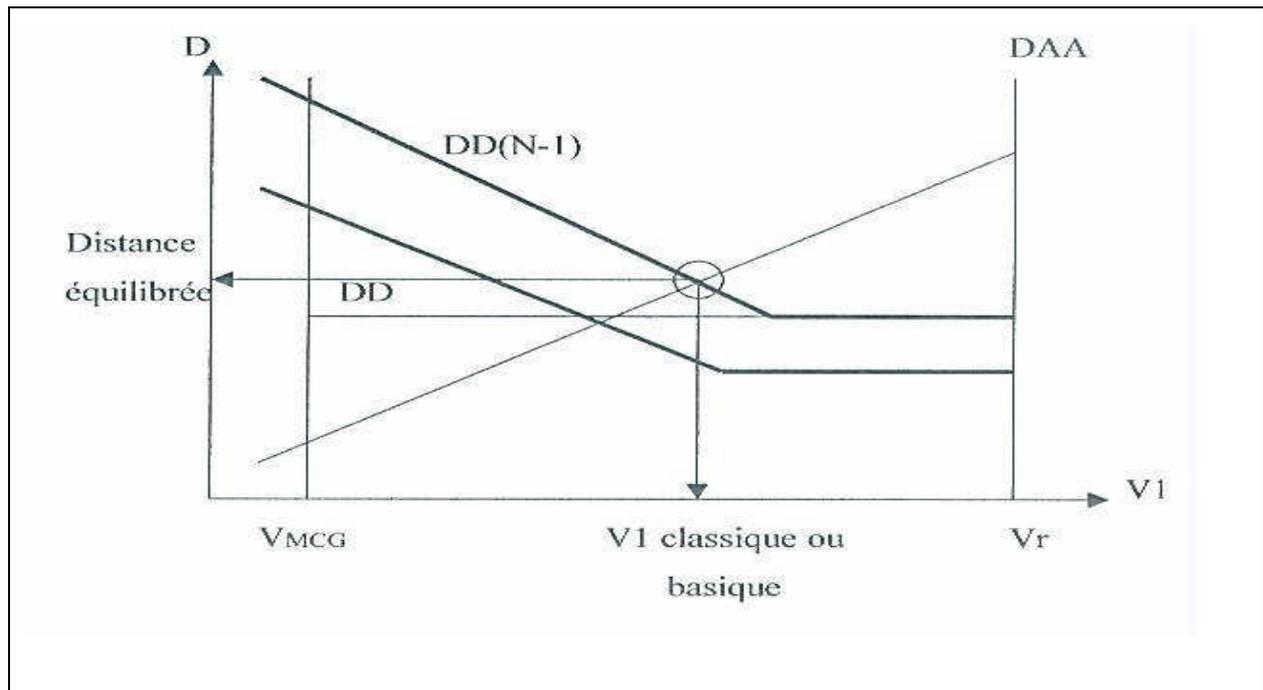
Longueur utilisable pour accélération- arrêt (ASDA : accelerate stop distance) :

C'est la longueur de la piste plus le prolongement d'arrêt (SWY).

$$ASDA = TORA + \text{stop way}$$

$$ASD \leq ASDA.$$

II.2.3 Variation des distances en fonction de V_1



La distance de décollage et la distance accélération - arrêt avec un moteur hors fonctionnement, variant selon le choix de la vitesse de décision V_1 , si la vitesse V_1 diminue, la distance jusqu'au point P (de V_1) diminue, ainsi que la distance accélération- arrêt, mais la distance de roulement au décollage et la distance de décollage augmentent du fait qu'une plus grande partie est effectuée avec un moteur hors fonctionnement.

- masse fixée.
- tous les autres paramètres fixés.

III.1. Généralités

Ce chapitre traite les différentes exigences réglementaires au décollage, elles sont exprimées en pente-air avec le moteur critique en panne à V_{ef} (vitesse effective de la panne).

La pente-air en % est :

$$\theta \% = 100((T_u - T_n) / mg) = 100((T_u / mg) - (1/f)).$$

T_u : poussée fournie par les moteurs.

T_n : poussée nécessaire en vol en palier.

f : finesse avion.

III.2. Trajectoires réglementaires de décollage :

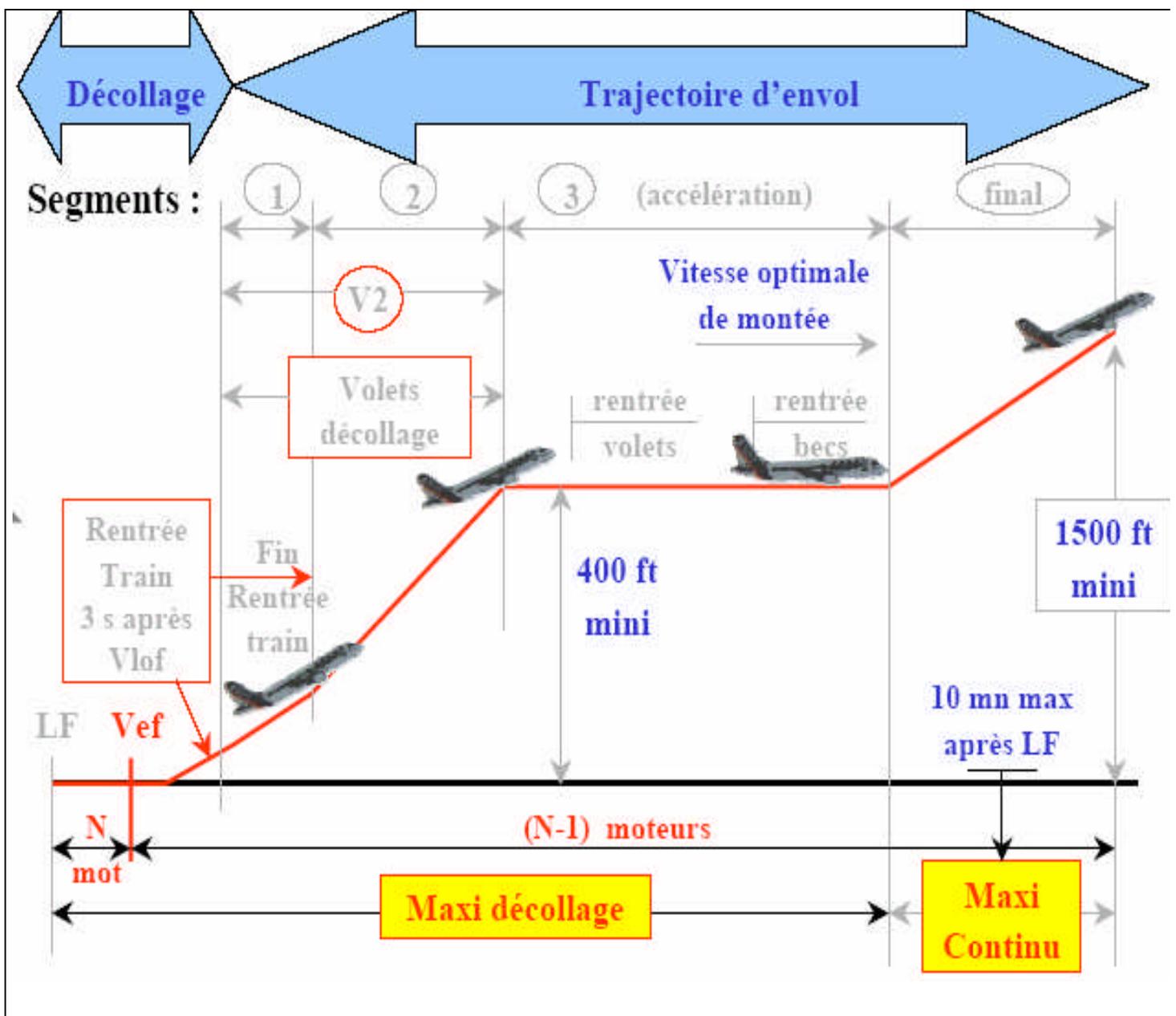


FIG (III-2)

La trajectoire réglementaire de décollage commence au lâcher les freins jusqu'au point où l'avion atteint 1500 ft de hauteur brute avec un moteur en panne à V_{ef} , elle se décompose de deux trajectoires :

- **La trajectoire de décollage :**

Depuis LF jusqu'au point où l'avion atteint 35 ft de hauteur brute.

Les calculs tiendront compte de la masse de l'avion, altitude pression, T° ambiante de l'aérodrome, pas plus de 50% de la composante de vent de face et 150% de la composante de vent arrière.

- **La trajectoire d'envol :**

Commence de V_2 jusqu'au point où l'avion atteint 1500 ft de hauteur brute.

Les segments de la trajectoire de décollage :

Dans chacun des segments ci dessus la configuration de l'avion est la suivante :

Segment	Configuration				Observations
	Trains	Volets/ becs	Poussée	Vitesse	
V_{LOF}	Sortis	Décollage	Max. décollage	V_{LOF}	
1 ^{er} segment	Rentrés	Décollage	Max. décollage	V_2	
2 ^{eme} segment	Rentrés	Décollage	Max. décollage	V_2	
3 ^{eme} segment	- Phase d'accélération- arrêt pour la rentrée des volets et becs. - Définie par le constructeur : variable suivant la machine.				
Segment final	Rentrés	Rentrés	Max. Continue	$V_{OM} \geq 1.25 V_s$	V_{OM} : vitesse optimale de montée.

TAB (III-2)

Note : Si la hauteur de 1500ft est atteinte avant 5 min, il n'existe pas de segment final pour l'avion considéré.

III.3. Les pentes réglementaires exigées

La réglementation exige les pentes suivantes pour chaque segment et pour chaque type d'avion (avec le moteur critique en panne).

	Bimoteur	Trimoteur	Quadrimoteur
V_{LOF}	0%	0.3%	0.5%
1 ^{er} segment	Sur ce segment aucune performance minimale n'est exigée		
2 ^{eme} segment	2.4%	2.7%	3%
3 ^{eme} segment	1.2%	1.5%	1.7%
Segment final	1.2%	1.5%	1.7%

TAB (III-3)

III.4. Trouée d'envol :

Sans virage : Selon la réglementation JAR (JAR-OPS1.495 Subpart G) :

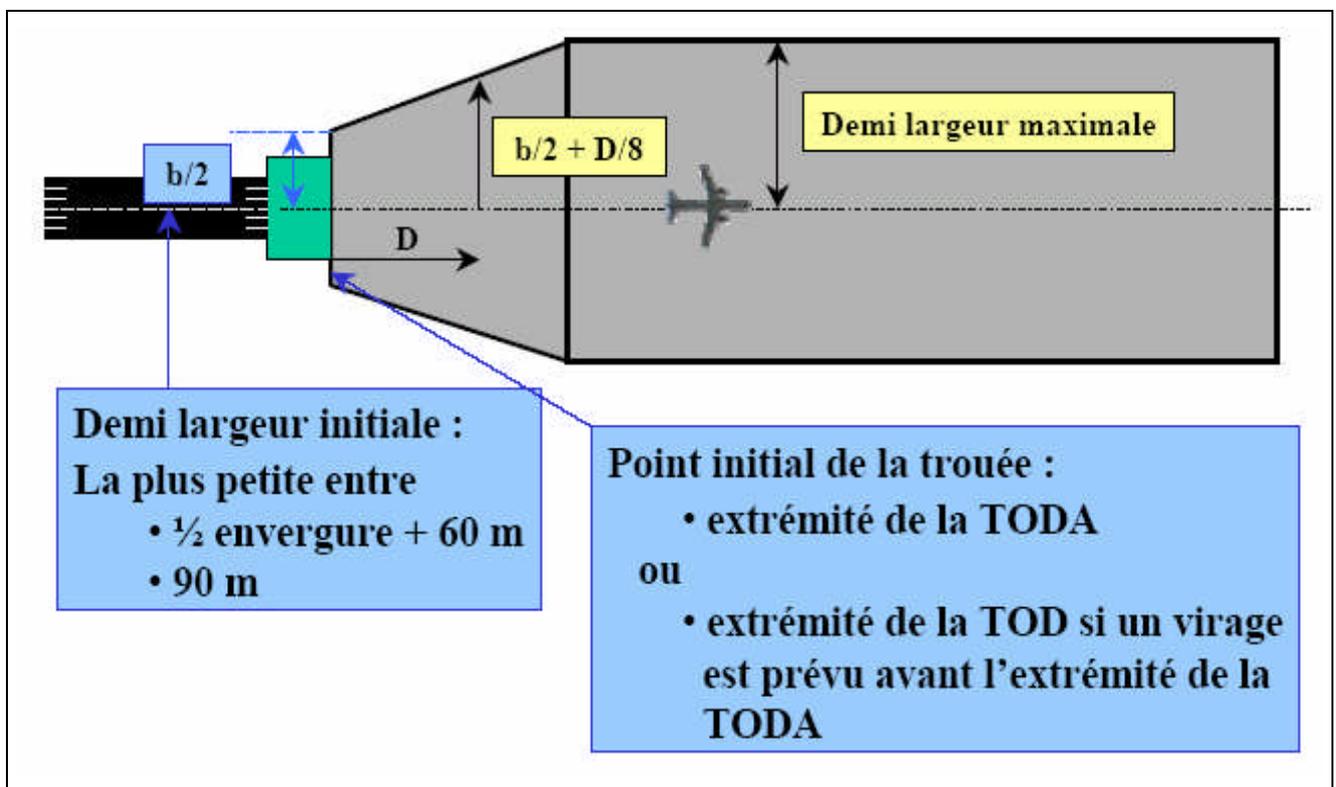


FIG (III-4a)

Selon la réglementation FAR (FAR 121 189 Subpart I) :

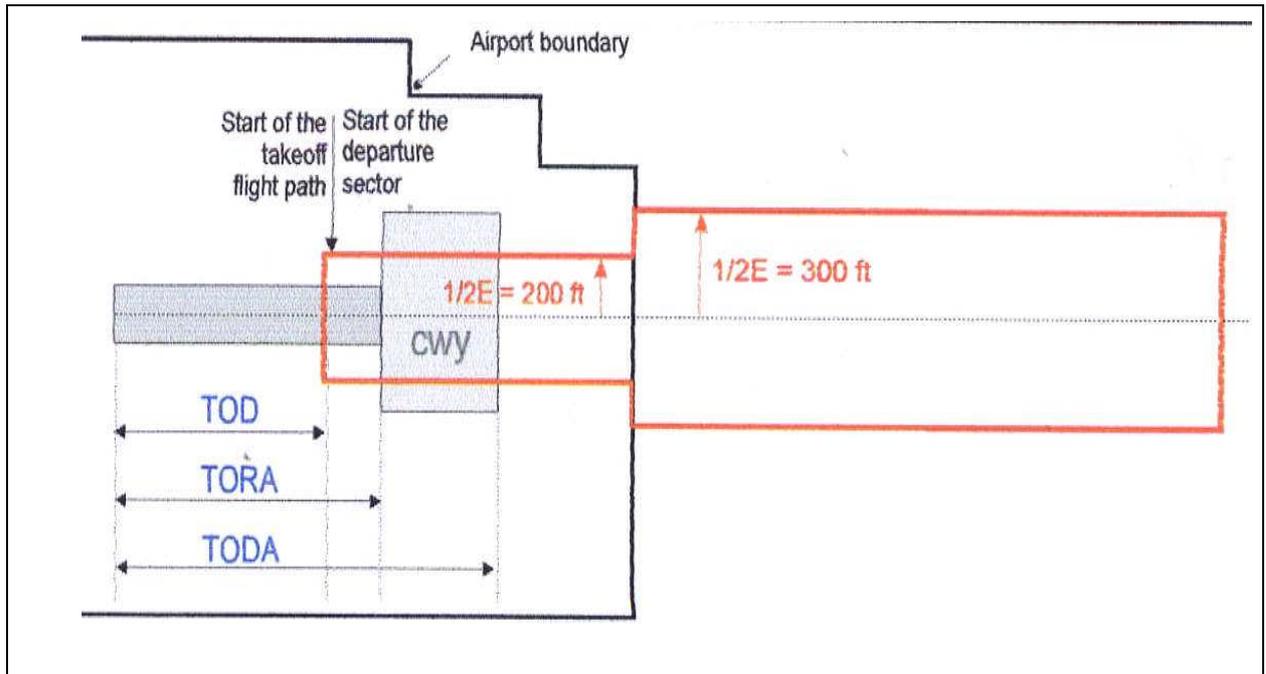


FIG (III-4b)

Avec virage :

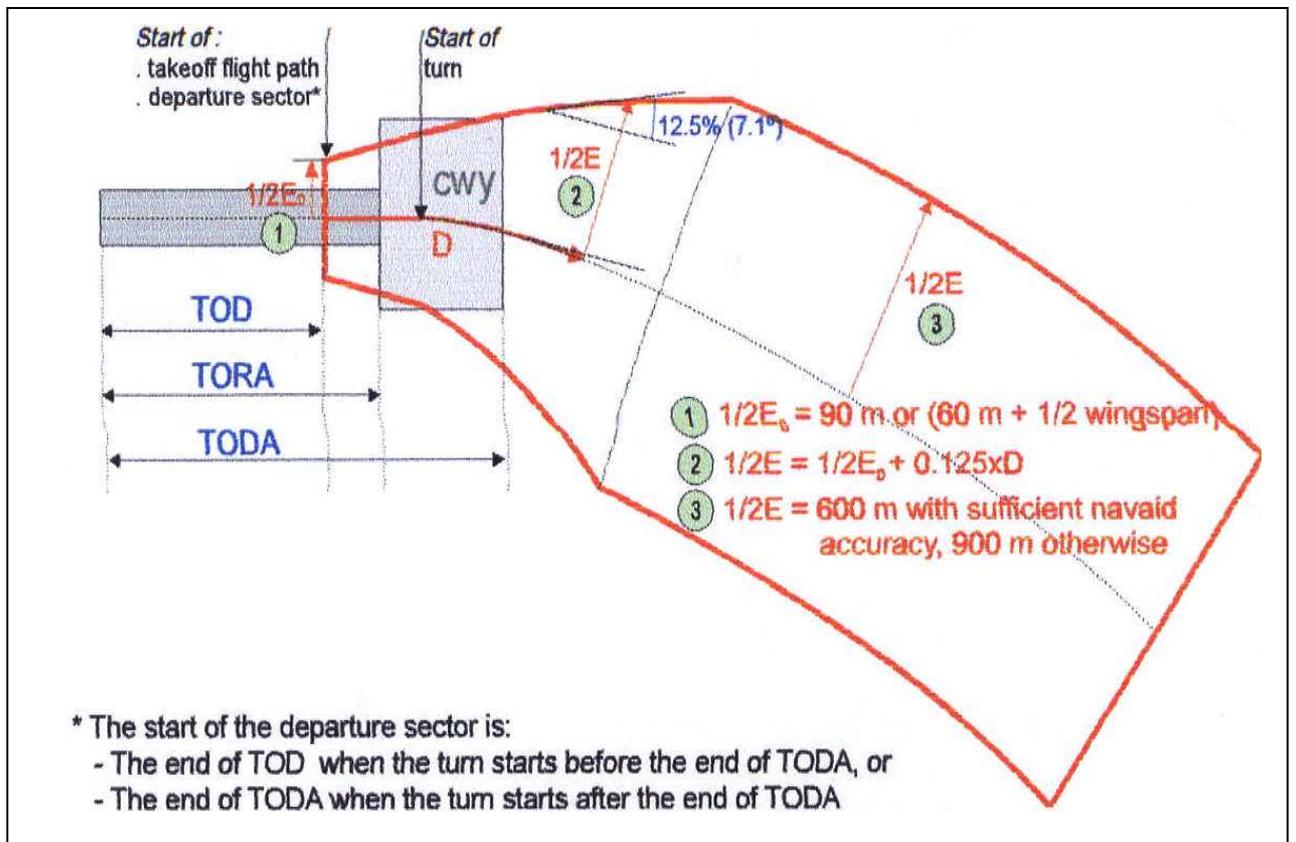


FIG (III-4c)

Les obstacles à prendre en compte lors de la phase de décollage sont ceux situés dans la trouée d’envol définie comme suit :

C’est une surface composée d’un trapèze s’appuyant sur l’extrémité du PDO et d’un rectangle dont les caractéristiques sont les suivant. :

Demi-ouverture $E/2 = 90 \text{ m} + 0.125D$

➤ Le point initial de la trouée d’envol est laissée au choix de l’exploitant entre :

1. L’extrémité de la distance de décollage nécessaire, dans ce cas, le point initial de la trouée varie chaque jour en fonction des paramètres opérationnels.
2. L’extrémité de la distance de décollage nécessaire calculée dans les conditions les plus pénalisantes définies par l’exploitant, ce qui permet de fixer le point initial de la trouée une fois pour toutes.
3. L’extrémité de la longueur de décollage utilisable (PDO) dans ce cas, le point initial de la traînée d’envol est situé à l’extrémité du prolongement dégagé s’il existe.

➤ La demi largeur maximale de la traînée d’envol est en fonction de deux paramètres qui sont les conditions météorologiques de vol et l’écart entre la trajectoire suivie et l’axe de piste, selon le tableau suivant :

Demi ouverture maximale B/2			
Changement de cap après décollage $\leq 15^\circ$		Changement de cap après décollage $> 15^\circ$	
VMC	IMC	VMC	IMC
300 m	600 m	600 m	900 m

TAB (III.4)

Remarque :

Seuls les obstacles se retrouvant dans la trouée d’envol sont pris en compte lors du calcul des limitations obstacle.

III.5. Marge de franchissement des obstacles (MFO)

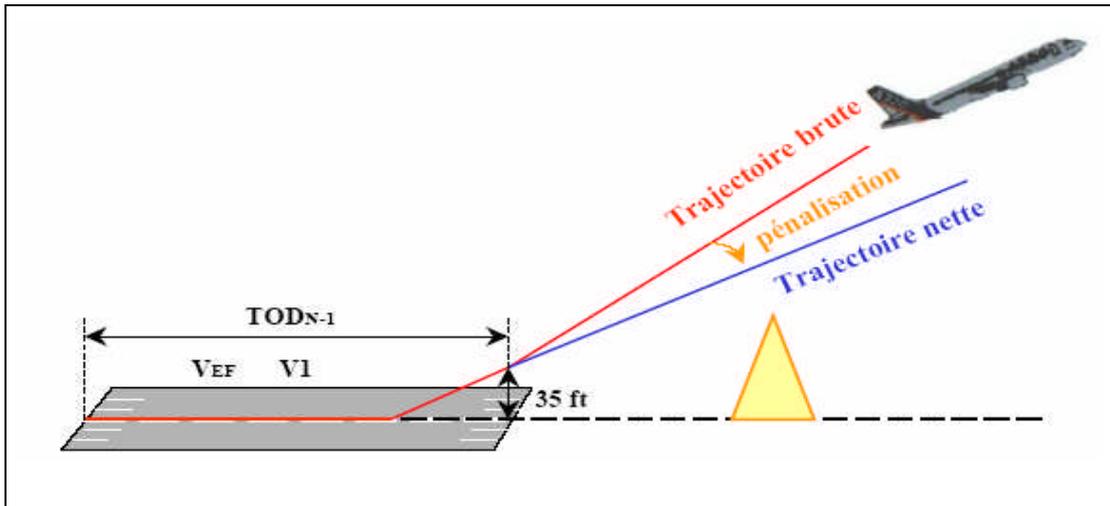


FIG (III-5)

Au décollage la réglementation impose aux aéronefs de franchir les obstacles de la trouée d'envol avec une marge suffisante, ce qui nous conduit à définir ce que l'on appelle la trajectoire brute et la trajectoire nette des avions après décollage.

- La trajectoire brute est déterminée à partir de la trajectoire réelle effectuée au cours des essais en vol pour la certification.
- La trajectoire nette est celle dont la pente en tout point reste inférieure à la pente de la trajectoire brute, donc le cas de :

a. Avion en vol rectiligne :

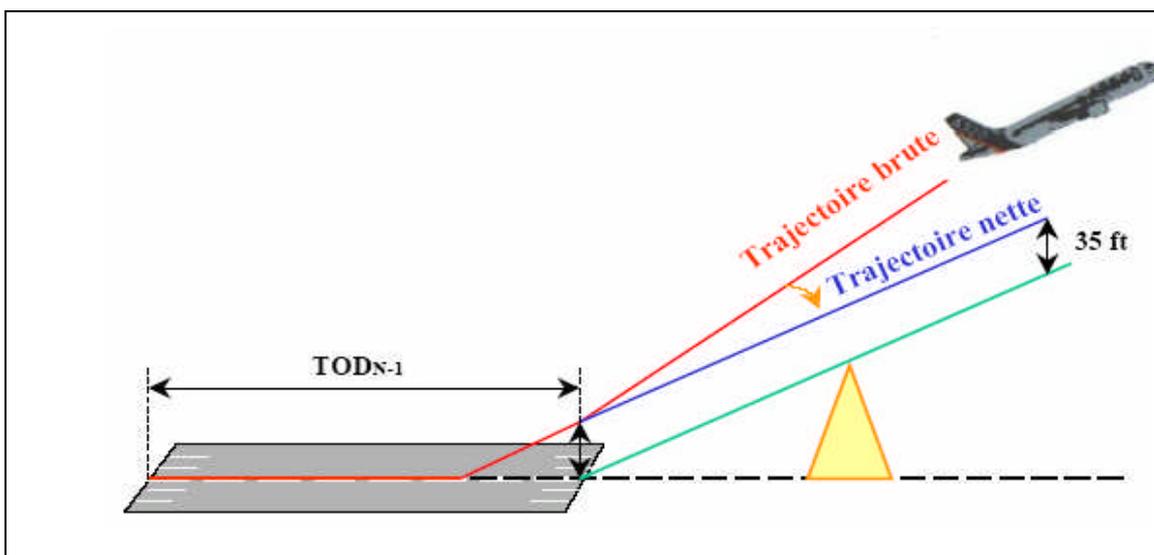


FIG (III-5a)

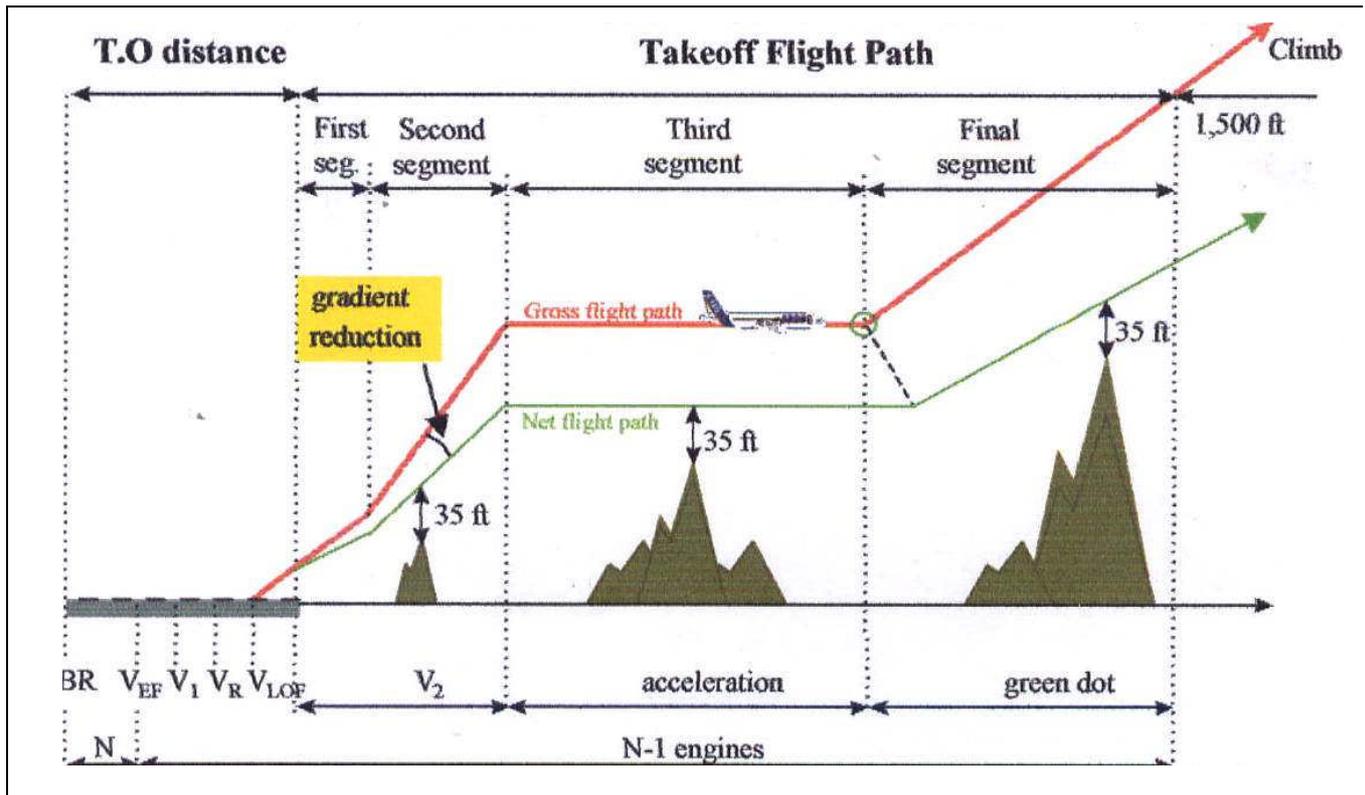


FIG (III-5b)

Trajectoire nette = trajectoire brute – pénalisation

Pénalisation en pente		
Bimoteur	Trimoteur	Quadrimoteur
0.8%	0.9%	1%

TAB (III.5)

Note : La trajectoire nette d’envol doit effacer les obstacles situés dans la trouée d’envol avec une marge de 35ft.

b. Avion en virage :

- pas de changement de cap avant la plus haute hauteur :
 - ½ envergures
 - 50 ft au dessus de la surface de décollage
- Inclinaison
 - $\leq 15^\circ$ jusqu’à 400ft
 - $15^\circ \leq$ inclinaison $\leq 25^\circ$ au dessus de 400 ft
- Marge
 - 50 ft.

III.6. Limitation d'obstacles

a. Tracé de la trajectoire d'envol

Le constructeur découpe la trajectoire en différents segments de telle manière à respecter les marges au dessus des obstacles situés dans la traînée d'envol.

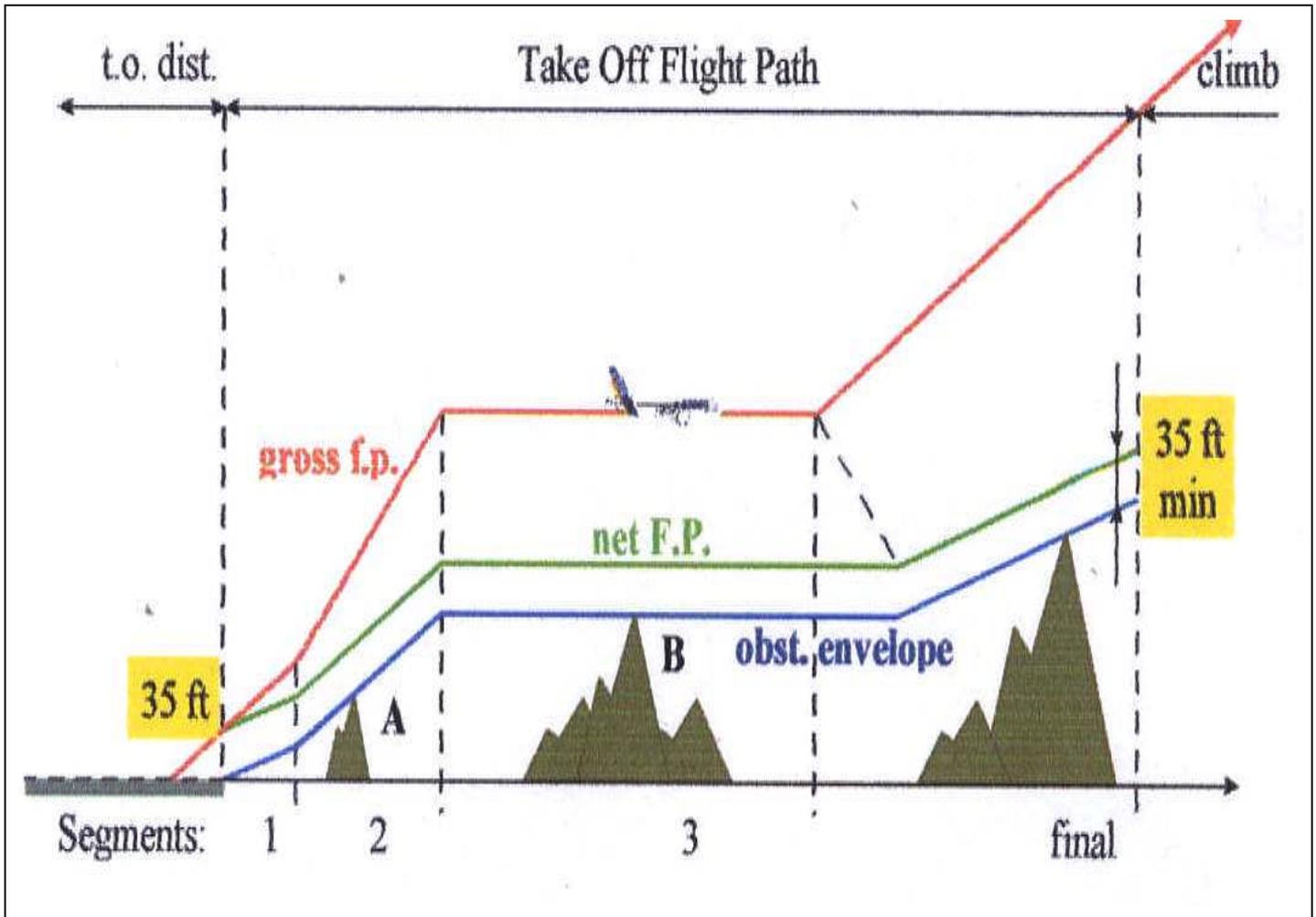


FIG (III-6)

Remarque

- L'obstacle (A) imposera une pente nette minimale dans le 2^{ème} segment d'où également une pente brute minimale et une masse au décollage.
- L'obstacle (B) imposera la hauteur nette du palier d'accélération d'où également la hauteur brute minimale du palier qui est appelée hauteur de sécurité au décollage (HSD).

Le tableau suivant explique les différents segments :

Poussée	Segment	Début	Configuration	Fin
Maxi décollage	1	Passage des 35 ft	Vitesse V_2 Volets décollage Train sortie	Fin rétraction train
	2	Fin rétraction train	Vitesse V_2 Volets décollage Train rentré	$400 \text{ ft} \leq H \leq \text{HLO}$ $H = \text{HSD}$
	3	Fin 2 ^{eme} segment	En accélération Volets en rétrac Train rentré	Vitesse V_{OM} atteinte
	4	V_{OM}	Vitesse V_{OM} Avion lisse	Affichage poussée maxi-continu
Maxi-continu	Final	Affichage poussé Maxi-continu	Vitesse V_{OM} Avion lisse	1500 ft (brute)

TAB (III-6)

b. Définitions

HLO : Hight level off : Hauteur maximale du palier d'accélération permettant d'atteindre V_{OM} en configuration lisse avant d'affichage de la poussée maxi-continu.

V_{OM} : Vitesse optimale de montée doit être $\geq 1.25 V_s$.

Affichage poussée maxi-continu : Affichage 5 mn après le lâcher des freins (sauf les avions certifiés à 10 min : A 300, A 310, ATR...etc.).

Remarque

- La trajectoire nette doit toujours avoir une pente positive ou nulle.
- Le 3^{eme} segment net se prolonge au delà du 3^{eme} segment brut de manière à tenir compte d'une pénalisation en accélération équivalente à la pénalisation en pente.

III.7. Paramètres opérationnels à prendre en compte pour la détermination des performances de décollage :

Les performances exigées par la réglementation, peuvent être influencées par les paramètres météorologiques et les choix fait par l'opérateur. Ces paramètres sont de deux types :

III.7.1 Les paramètres subis :

Ce sont les paramètres qu'on ne peut pas modifier, tel que :

- La température : Si la température augmente, la densité de l'air ρ diminue, alors :
 $Rz = \frac{1}{2} \rho V^2 S Cz$ diminue.

Donc le décollage se fera à V_{LOF} plus grand, et l'accélération au décollage diminuera puisque la poussée des moteurs diminue, alors les distances de décollage augmentent et les pentes diminuent.

- Altitude – pression : Comme pour la température, l'augmentation de l'altitude pression entraîne une diminution de la masse volumique de l'air (ρ), d'où dégradation de la poussée des moteurs, et augmentation des vitesses de décollage, ce qui conduit à :

- L'augmentation des distances.
- Diminution des pentes.

- Le vent : En cas de vent de face (debout), la vitesse propre de l'avion augmente, et décollera plutôt que dans le cas d'un vent nulle, donc les distances de décollages diminuent.

Un vent arrière aura un effet inverse.

Lors de la détermination des performances au décollage pour tenir compte des irrégularités dans l'écoulement du vent, on prend en compte :

→ 50 % de l'effet, pour un vent debout.

→ 150% de l'effet, pour un vent arrière.

Des limitations en vent arrière et latéral et même debout existe pour chaque avion. Elle est générale de 10 kt à 20 kt pour le vent arriéré de l'ordre de 20 kt à 30 kt pour le vent de travers suivant le type d'avion.

- Humidité de l'air : Aucune correction ne sera effectuée puisque ce paramètre est déjà pris en compte implicitement, dans le calcul des autres paramètres.
- Prélèvement d'air (dégivrage, conditionnement d'air) : Ce prélèvement d'air induit une diminution de cette dernière provoque l'augmentation des distances de décollage.

- Etat de piste : Si la piste est contaminée (mouillée, inondé, enneigé, verglacée....), les performances de l'avion se dégradent. Ce paramètre a surtout une influence sur les distances de décollage. Dans chaque cas des consignes sont données au pilote.

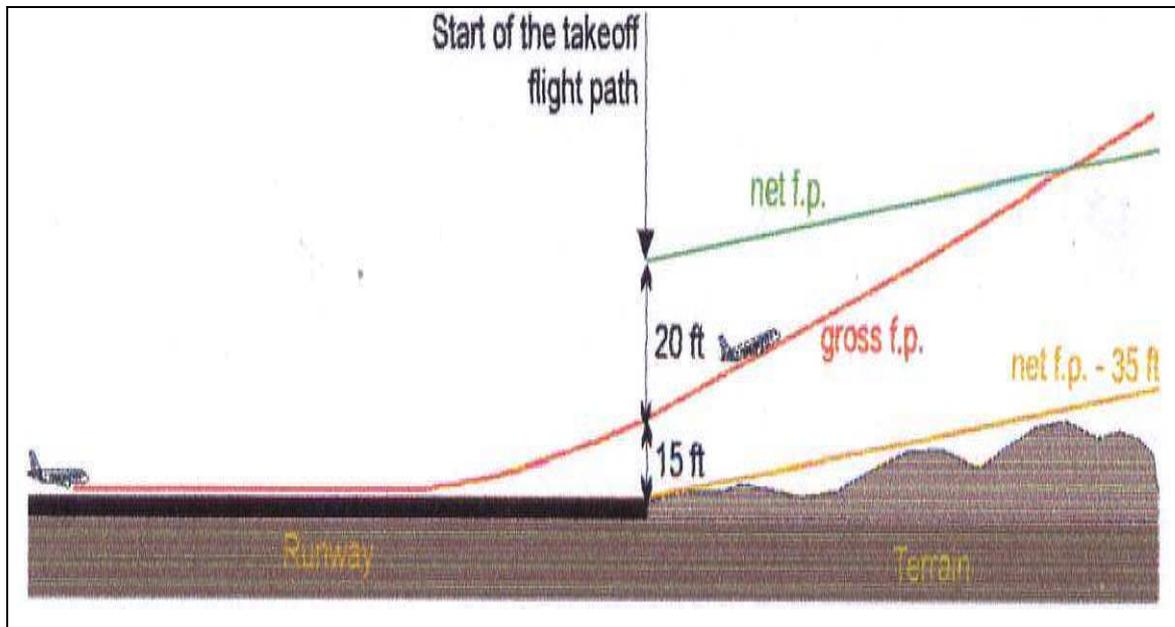


FIG (III-7-1)

- Pentés piste : La pente des pistes varie entre -2% et +2%, son influence se voit dans les distances et les vitesses associées au décollage.

III.7.2 Les paramètres choisis

Ce sont les paramètres sur lesquels on peut agir en modifiant leurs valeurs.

- Vitesse critique V_1 : Si V_1 diminue, la distance d'accélération arrête diminue, alors que la distance de roulement au décollage et la distance de décollage augmentent.
- Le braquage des volets : Si l'avion est certifié pour décoller avec plusieurs braquages de volets possibles. Une augmentation de braquage implique une augmentation de la portance donc une diminution de la distance de décollage, mais aussi une augmentation de la traînée, d'où la diminution des pentes le long de la trajectoire d'envol.
- Vitesse de sécurité au décollage V_2 (ou $K = V_2/V_S$)

Si V_2 augmente, la pente du 2^{ème} segment augmente, et la distance de décollage augmente.

III.8 Décollage à poussée réduite

• Principe

Lorsque la masse réelle au décollage est inférieure à la masse maximale due aux performances de l'avion on peut envisager d'adapter la poussée décollage à la masse réelle,

cette poussée est appelé poussée réduite elle doit être au moins égale à 75% de la pleine poussée.

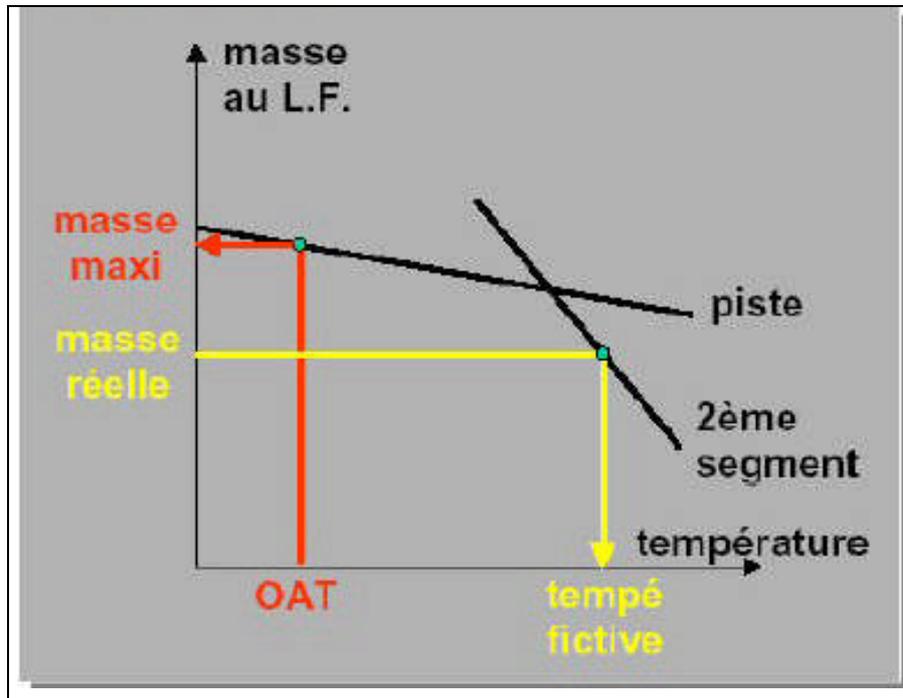


FIG (III.7.3)

C'est une température qui devrait régner pour que la limitation correspondante soit égale ou légèrement supérieure à la masse réelle de décollage dans le domaine de vol certifié de l'avion.

Note :

Le décollage à poussée réduite n'est pas autorisé :

- sur une piste mouillée ou équivalente, sauf si le FM prend en compte l'augmentation des distances d'arrêt.
- sur une piste contaminée.

Dans ce chapitre on va procéder à la présentation de l'aéronef et à l'étude de ses performances en montée.

IV.1 Présentation de l'aéronef :

Afin de bien présenter l'aéronef, on va suivre les étapes suivantes :

- La description globale de l'A330-200 ;
- Les limitations.

IV.1.1 DESCRIPTION :

IV1.1.1 Dimensions :

<u>Dimensions</u>	<u>A330-200</u>
LONGUEUR	58.37 m
ENVERGURE	60.3 m
HAUTEUR	17.3 m
VOIE	10.68 m
EMPATTEMENT	22.18 m

TAB (IV.1.1.1)

IV.1.1.2 Fuselage :

L'A330-200 est caractérisé par un fuselage ayant un diamètre de 5.64 m, la capacité d'accueil de la cabine de ce fuselage est impressionnante, en capacité haute densité ce qui donne une possibilité d'aménagement et d'accueil remarquable.

IV.1.1.3 Aménagement :

L'aménagement des sièges des passagers s'effectue en fonction des besoins de son exploitation car il y a trois configurations envisageables (première, affaire et économique). De ce fait, le fuselage de l'A330-200 peut être aménagé de façon à embarquer jusqu'à 301 pax pour un aménagement d'une seule classe ou 293 pax pour un aménagement de deux classes (économique et affaire).

En configuration trois classes, l'A330-200 peut emporter 269 personnes (12 en première, 36 en affaire et 221 en économique).

A330-200 :

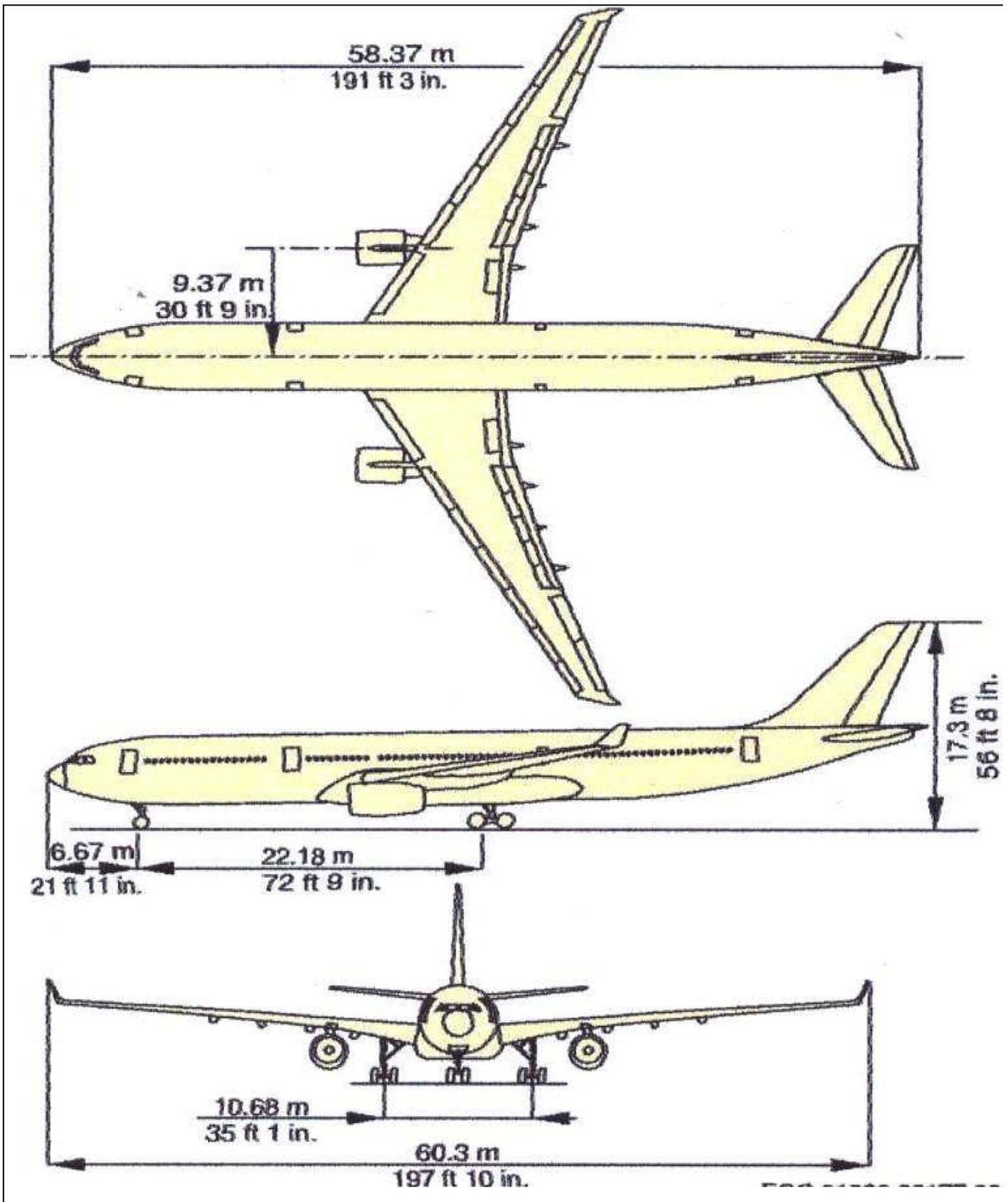


FIG (IV.1.1.1)

IV.1.2 LIMITATIONS :

IV.1.2.1 LIMITATIONS STRUCTURALES :

<i>Caractéristiques avions</i>	<i>Unité</i>	
<i>Masse maximale de structure au lâcher des freins</i>	KGS	230 000
	LBS	507 065
<i>Masse maximale de structure à l'atterrissage</i>	KGS	180 000
	LBS	396 830
<i>Masse maximale de structure sans carburant</i>	KGS	168 000
	LBS	370 375
<i>Masse maximale au parking</i>	KGS	230 900
	LBS	509 045
<i>Masse opérationnelle à vide</i>	KGS	124 948
	LBS	275 465
<i>Masse de base</i>	KGS	122 000
	LBS	268 965
<i>Charge offerte maximale</i>	KGS	46 000
	LBS	101 413
<i>Capacité sièges</i>	UNE CLASSE	301
	DEUX CLASSES	293
	TROIS CLASSE	269
<i>Capacité carburant</i>	LTR	139 090
	KGS	109 186
	LBS	240 713

TAB (IV-1-2-1)

IV.1.2.2 : Limitations des vitesses :

Le tableau suivant résume toutes les limitations de vitesse pour notre avion A330-200 :

VITESSE	Phase de vol	Limitation		
VEF	Décollage	<= V1 >=VMCG		
VFE	Toutes les phases	Volet	Phase de vol	VFE-KT IAS
		1	(Descente)	240
		1	(décollage)	215
		2	(Approche)	205
		2	(Décollage)	196
		3	(Décollage / Approche)	186
		Full	(Atterrissage)	180
V1	Décollage	>=VEF >=VMCG <=VR <= VMBE		
VR	Décollage	>= V1 >= 1.05 VMCA		
VMU (N)	Décollage	<= VMU (N-1)		
V LOF	Décollage	>= 1.1VMU (N-1) >= 1.05VMU (N) <= V pneus		
V2	Décollage	>= VLOF >= V2 min		
Vmca	Décollage	<= 1.2Vs		
Vmcl	Décollage	118 Kt		

VITESSE	Phase de vol	Limitation
V2 min	Décollage	= MAX {1.3Vs ; 1.10 VMCA}.
V APP	Remise des gaz	<= 1.4 Vs
V ATT	Atterrissage	<= 1.23 Vs
VMO / MMO	Croisière	330Kt / 0.86
VLO	Atterrissage	250Kt / 0.55
VLE / MLE	Atterrissage	250Kt / 0.55

TAB (IV-1-2-2a)

Toutes les définitions des vitesses sont mentionnées dans le 2ème chapitre.

Pour ne pas encombrer le pilote avec toutes les vitesses de décollage, il n'est mentionné sur le carton de décollage que : V1, VR, V2.

VFE : c'est la vitesse de manœuvre des volets pour les volets sortis.

VLO: c'est la vitesse maximale pour la manœuvre du train.

VLE: c'est la vitesse maximale pour le vol train sortie.

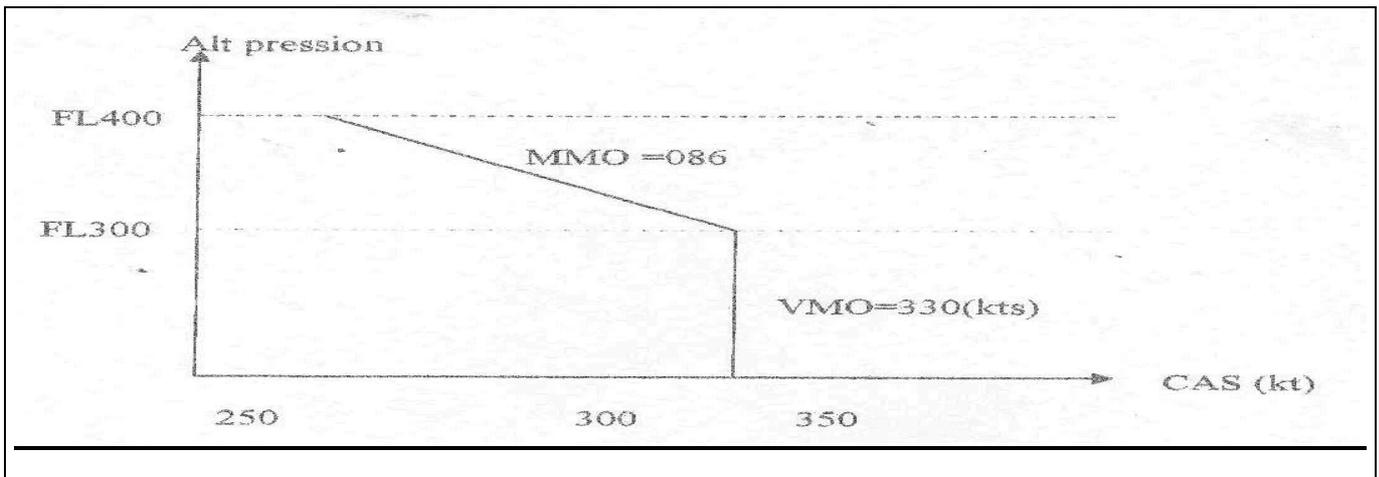
Vmca, Vmcg :

Altitude	Vmca KT (CAS)	Vmcg		
		Conf - 1+f	Conf -2	Conf-3
0	106	108	108	108.5
2000	103	106	106	106.5
4000	100	103	103.5	103.5
6000	97.5	100	100.5	100.5
8000	94	97.5	97.5	97.5

TAB (IV-1-2-2b)

VMO, MMO:

FIG (IV.1.2.2c)



IV.1.2.3 L'enveloppe opérationnelle :

Le constructeur a donné de telles limites (température, altitude pression) pour les quelles les performances de l'avion ont été vérifiées et certifiées, et cela pour encadrer le domaine courant d'utilisation.

L'exploitant doit s'assurer qu'il est toujours à l'intérieur de ce domaine malgré que son dépassement reste d'une probabilité extrêmement faible.

La figure suivante montre les limites d'utilisation de l'A330-200 :

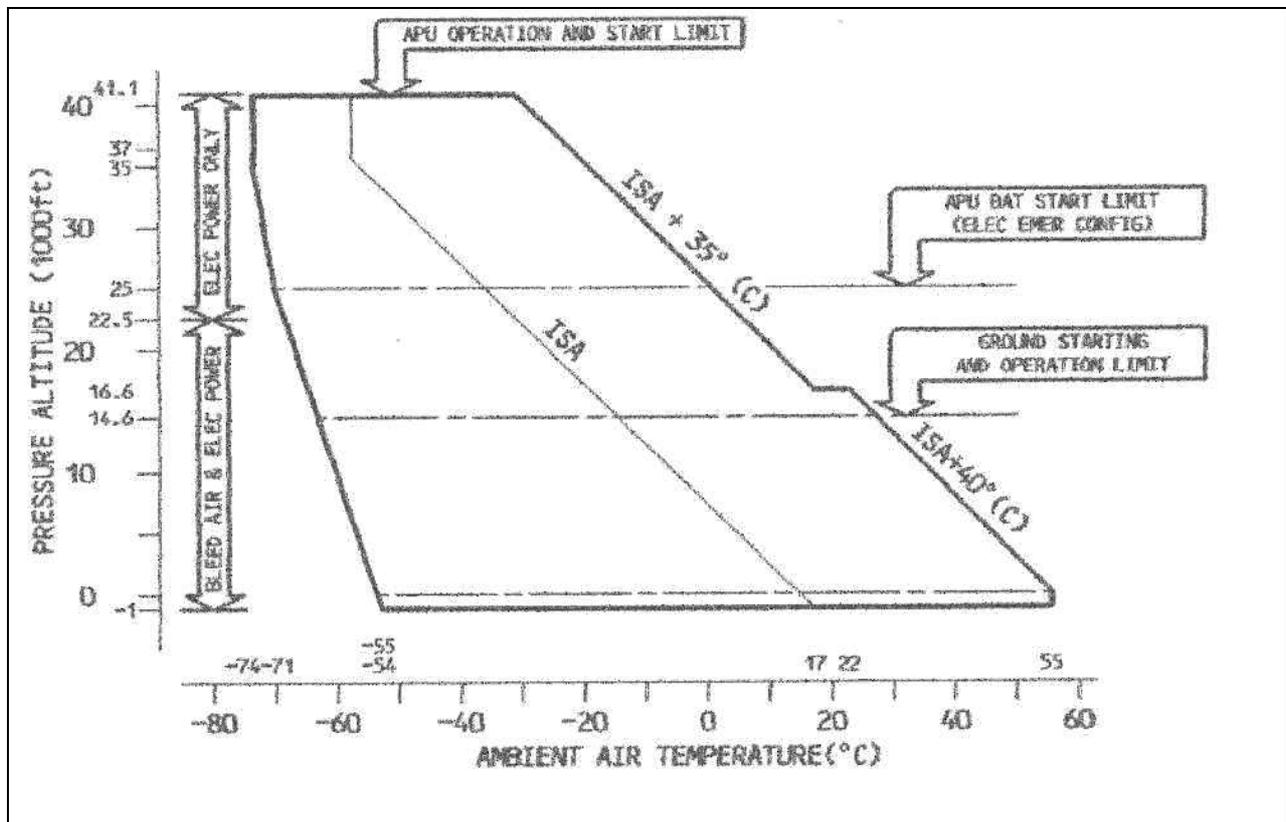


FIG (IV.1.2.3)

IV.1.2.4 Limitation carburant :

L'A330-200 peut embarquer plus de 109t de carburant ce qui le rend un véritable long courrier.

Ce carburant peut être embarqué dans trois types de réservoirs :

- Outer tank : ces types de réservoirs sont placés au milieu de l'aile ;
- Inner tank : ces réservoirs se trouvent dans les ailes à côté de l'emplanture ;
- Trim tank : ce réservoir se trouve au niveau de l'empennage, il est utilisé pour le transfert de carburant pour avoir un centrage optimal durant le vol.

USABLE FUEL						
		Outer tank	Inner tank	Center tank	Trim tank	Total
Volume	Litres	3650*2	42000*2	41560	6230	139090
	Usgallons	964*2	11095*2	10979	1646	36743
Weight	kg	2865*2	32970*2	32625	4897	109186
	Lb	6317*2	71925*2	71925	10782	240713

TAB (IV-1-2-4)

IV.1.2.5 Limitation résistance piste :

Pour diminuer les contraintes dues à l'encombrement de l'espace aérien mais aussi pour améliorer la productivité du matériel volant, les constructeurs ont mis en point des appareils de plus grandes capacités, cette accroissement de la capacité va de paire avec une augmentation de poids des avions donc des charges sur les chaussées et c'est le cas de notre appareil avec une MTOW= 230 t, pour résoudre ce problème, deux systèmes d'expression de la résistance de piste sont utilisés couramment :

- Le système S/L , T/L , TT/L (système des atterrisseurs types) ;
- Le système ACN / PCN.

Un pilote ne peut pas atterrir sur un aérodrome sans connaître son PCN, le recueil des données nécessaires ainsi que la connaissance des deux méthodes permettent d'avoir une bonne préparation de vol.

ACN A330-200 : TAB (IV.1.2.5) :

Aircraft type	MTOW (T)	Flexible				Rigide			
	EW (T)	A	B	C	D	A	B	C	D
A330-200	230	62	67	78	106	53	61	73	85
	125	29	31	34	43	29	28	32	37

EXEMPLE :

Soit à calculer la limitation « résistance de piste » à Alger (**Houari Boumediene**) sur la **RWY 09 / 27** pour l'**A330-200** de MTOW= **230t**

PCN 78/F/D/W/T

Le numéro de classification de la chaussée est de 78, sa nature est souple, la catégorie de résistance du sol est très faible, la pression des pneumatiques non limitée et l'évaluation a été faite selon une technique.

- Pour une masse de 230t, l'ACN est égale à 106.
- Pour une masse de 125t, l'ACN est égale à 43.

Nous constatons que l'A330-200 n'est pas autorisé à décoller à une masse de 230t, car à cette masse l'ACN > PCN, il faut donc diminuer la masse d'avion pour que l'ACN soit égale au PCN.

Pour ce fait nous considérons que l'ACN est linéairement dépendant de la masse.

- Pour variation de masse avion : $\Delta M = 230-125=105t$.
- Pour une variation d'ACN : $\Delta ACN = 106-43=63t$.

La masse limitative sera celle pour laquelle l'avion à un ACN de 78, une diminution de 28 points d'ACN / MTOW.

La masse à déduire de la masse maximale pour avoir un ACN de 78 (ACN=PCN) : $\Delta ACN \rightarrow \Delta M : 28 \rightarrow$ abattement.

Abattement= $\Delta M * 28 / \Delta ACN$.

Abattement= $105 * 28 / 63$

Abattement=46.

LIMITATION MTOW=230-46=184t

Donc avec cette masse l'**A330-200** peut passé (avec une réglementation approuvée) sur la **RWY 09/27** de l'aérodrome d'**Alger**.

IV.2 ETUDE DES PERFORMANCES :

Le document de performance « Operating Data Manuel » à notre disposition contient les performances des différentes phases du vol.

En tenant compte des conditions les plus pénalisantes, on va donc aborder les performances de l'A330-200 pour la phase de vol qui nous intéresse : La montée.

PENTES MINIMALES DE MONTEE :**IV.2.1 TRAJECTOIRE DE DECOLLAGE :**

Configuration	Pente minimale exigée (deux moteurs en fonctionnement)
Moteur critique en panne 400 ft à 1500 ft au dessus de la piste	1.2 %
Pente de réduction pour la trajectoire nette	0.8 %

Tab (IV.2.1)**IV.2.2 MONTEE EN DECOLLAGE :**

Les segments	Configuration	Pente minimale exigée
1 ^{er} Segment	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Trains sortis ; ➤ Moteur critique en panne ; ➤ Poussée décollage ; ➤ Volets décollage ; ➤ Vitesse VLOF. 	0.0 %
2 ^e Segment	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Trains rentrés ; ➤ Moteur critique en panne ; ➤ Poussée décollage ; ➤ Vitesse V2 ; ➤ Altitude pour laquelle les trains d'atterrissage totalement rentrés. 	2.4 %
Segment final	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Moteur critique en panne ; ➤ Poussée maximale continue ; ➤ Configuration du vol ; ➤ $V \geq 1.23 V_s$. 	1.2 %

Tab (IV.2.2)**Trajectoire de décollage normale (N moteur):**

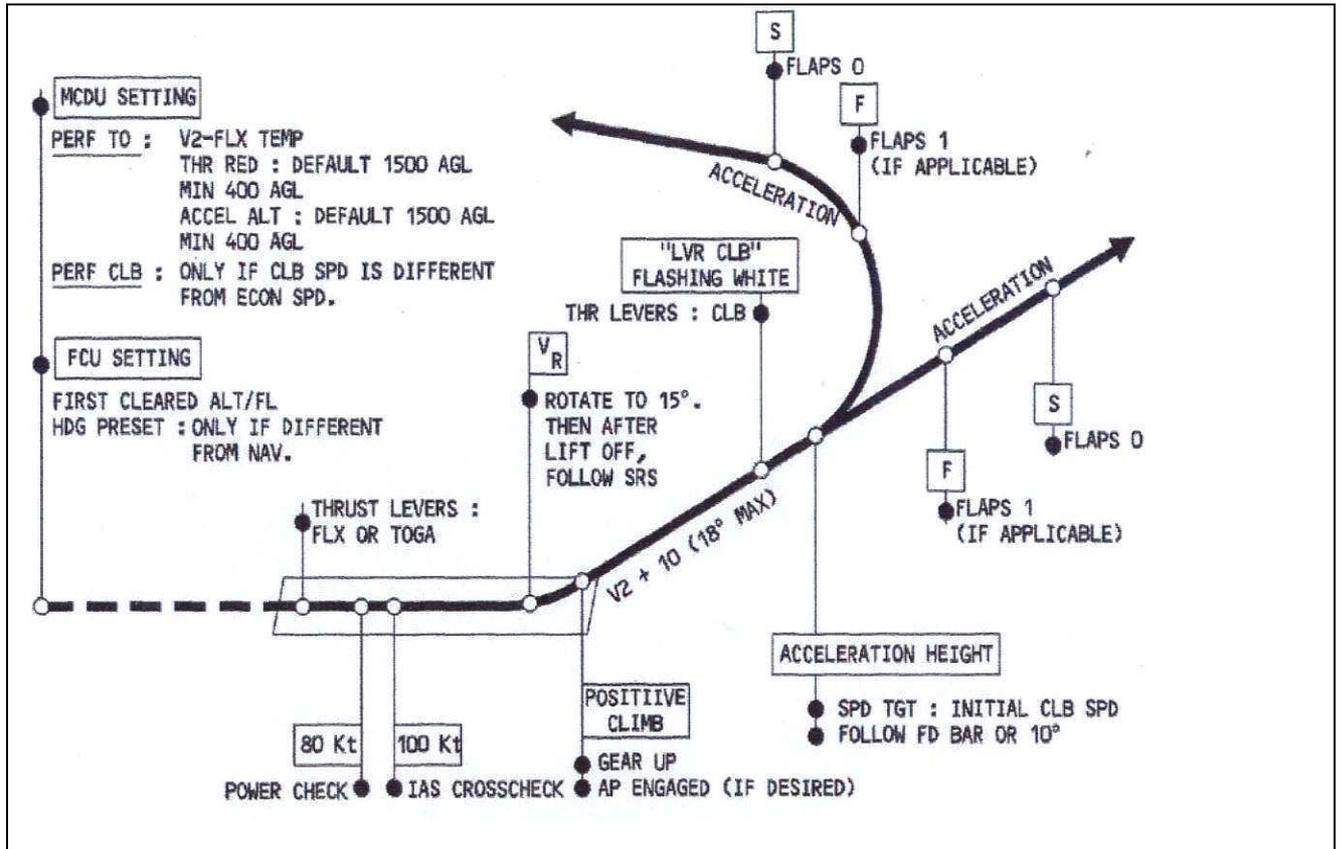
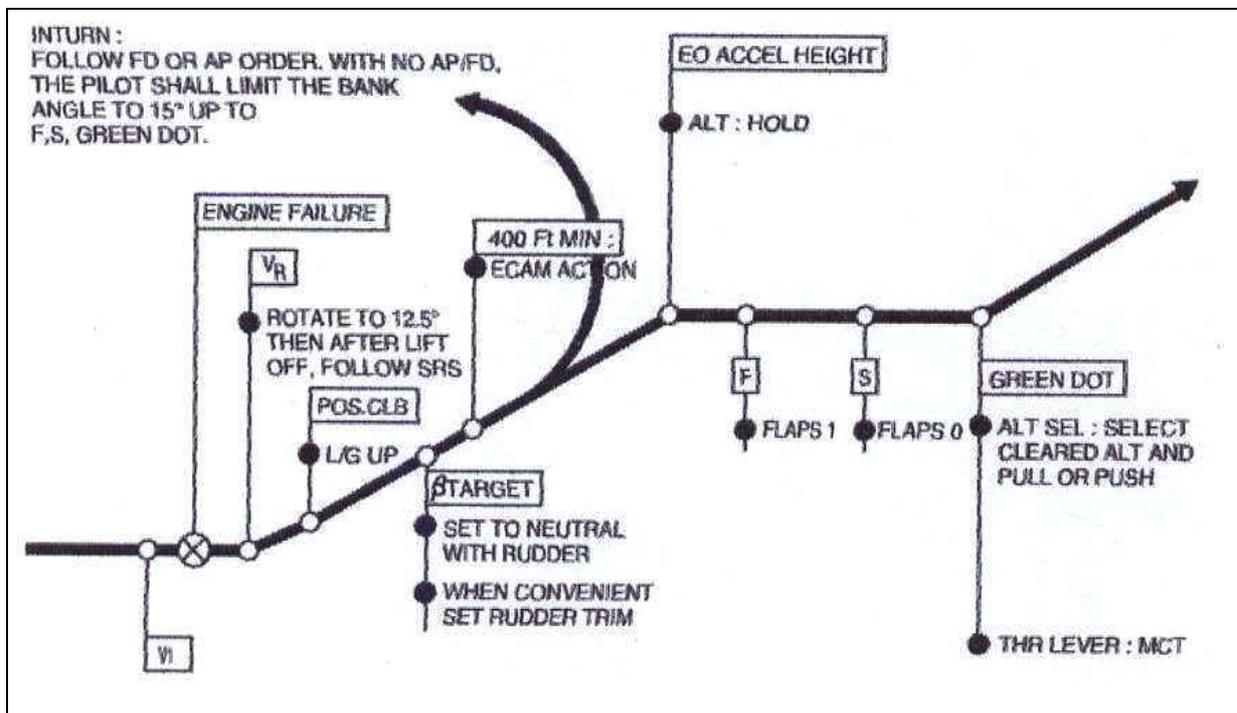


FIG (IV-2.2A)

Trajectoire de décollage avec panne (N-1) moteur après V1:



FIG(IV-2.2B)

IV.2.3. MONTEE EN VOL

Configuration	<i>Pente minimale exigée</i>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Moteur critique en panne ; ➤ Poussée maxi continue ; ➤ Configuration du vol. 	1.1 %

TAB (IV.2.3)**IV2.4. MONTEE A MASSE ATERRISSAGE LIMITEE**

	Configuration	Pente minimale exigée
Montée en approche	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Moteur critique en panne ; ➤ Poussée décollage ; ➤ Volets approche ; ➤ Trains rentrés ; ➤ Altitude de l'aéroport ; ➤ $V \leq 1.4 V_s$; ➤ Volet d'approche choisis de telle sorte que : <ul style="list-style-type: none"> • V_s (volets app.) ; • 10 % V_s (volets att.). 	2.1 %
Montée en atterrissage	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tous les moteurs en fonctionnement ; ➤ Poussée équivalente à 8 sec après la remise des gaz pour décoller après le vol ralenti ; ➤ Altitude de l'aéroport ; ➤ Trains sortis et $V \leq 1.23 V_s$. 	3.2 %

TAB (IV.2.4)

Après avoir étudié les performances de l'A330-200, il est nécessaire de faire une étude sur les caractéristiques opérationnelles des aérodromes auxquels, on va faire la conception des procédures de décollage avec panne moteur (N-1 moteur).

Les aérodromes de notre étude sont :

Alger (Houari Boumediene), Constantine (Mohamed Boudiaf), Oran (Es Sénia), Tamanrasset (Aguénar).

Pour cela nous avons adopté une certaine méthode de travail qui est comme suit :

- Généralité sur l'espace aérien algérien.
- Etudier pour chaque aérodrome concerné les points suivants :
 - Indicateur d'emplacement « OACI » et emplacement géographique ;
 - Les caractéristiques physiques des pistes ;
 - Les obstacles naturels et artificiels aux abords de l'aérodrome;
 - Les zones à statut particulier.
 - Les moyens d'aide de radionavigation.

V.1 Généralités

L'Algérie se trouve au carrefour du trafic EST/OUEST et NORD/SUD. Cet emplacement stratégique la rend un partenaire incontournable dans les grandes rencontres qu'organise l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) dont elle est membre.

L'espace aérien Algérien s'étend à la partie Sud de la Méditerranée contiguë au FIR(s) Marseille, Barcelone et Madrid au Nord et adjacent à l'Ouest à la FIR Casablanca, à l'Est à la FIR Tunis et Tripoli, au Sud à la FIR Dakar et Niamey.

Les aides de radionavigation et de surveillance :

En général, la navigation en route en Algérie s'appuie sur des stations VOR/DME où NDB, la plupart de ces stations sont installées dans les aéroports à l'exception de quelques unes qui sont implantées dans des sites plus éloignés. Ils sont gérés par les services techniques de la navigation aérienne (DTNA), qui assure l'installation et la maintenance de tous les moyens radionavigation.

Classification des espaces aériens :

Les espaces aériens ATS seront classés et désignés comme suit :

Classe A: seuls les vols IFR sont autorisés; tous les vols sont assujettis au service du contrôle de la circulation aérienne et les séparations des aéronefs sont assurées.

Classe B: les vols IFR et VFR sont autorisés; tous les vols sont assujettis au service du contrôle de la circulation aérienne et les séparations des aéronefs sont assurées.

Classe C: les vols IFR et VFR sont autorisés; tous les vols sont assujettis au service du contrôle de la circulation aérienne et les aéronefs en vol IFR sont séparés des autres aéronefs en vol IFR et des aéronefs en vol VFR

Les aéronefs en vol VFR sont séparés des aéronefs en vols IFR et reçoivent des informations de trafic au sujet de tous les autres vols.

Classe D: les vols IFR et VFR sont autorisés et tous les vols sont assujettis au service du contrôle de la circulation aérienne; les aéronefs en vol IFR sont séparés des autres aéronefs en vol IFR et ils reçoivent des informations de trafic au sujet des autres en vol VFR ; les aéronefs en vol VFR reçoivent des informations de trafic au sujet de tous les autres vols.

Classe E: les vols IFR et VFR sont autorisés; les aéronefs en vols IFR sont assujettis au service du contrôle de la circulation aérienne et ils sont séparés des autres aéronefs en vols IFR. Tous les aéronefs reçoivent dans la mesure du possible des informations de trafic.

Classe F: les vols IFR et VFR sont autorisés; tous les aéronefs en vols IFR bénéficient d'un service de la circulation aérienne et tous les aéronefs d'un service d'information de vol sur demande.

Classe G: les vols IFR et VFR sont autorisés et bénéficient sur demande d'un service d'information de vol.

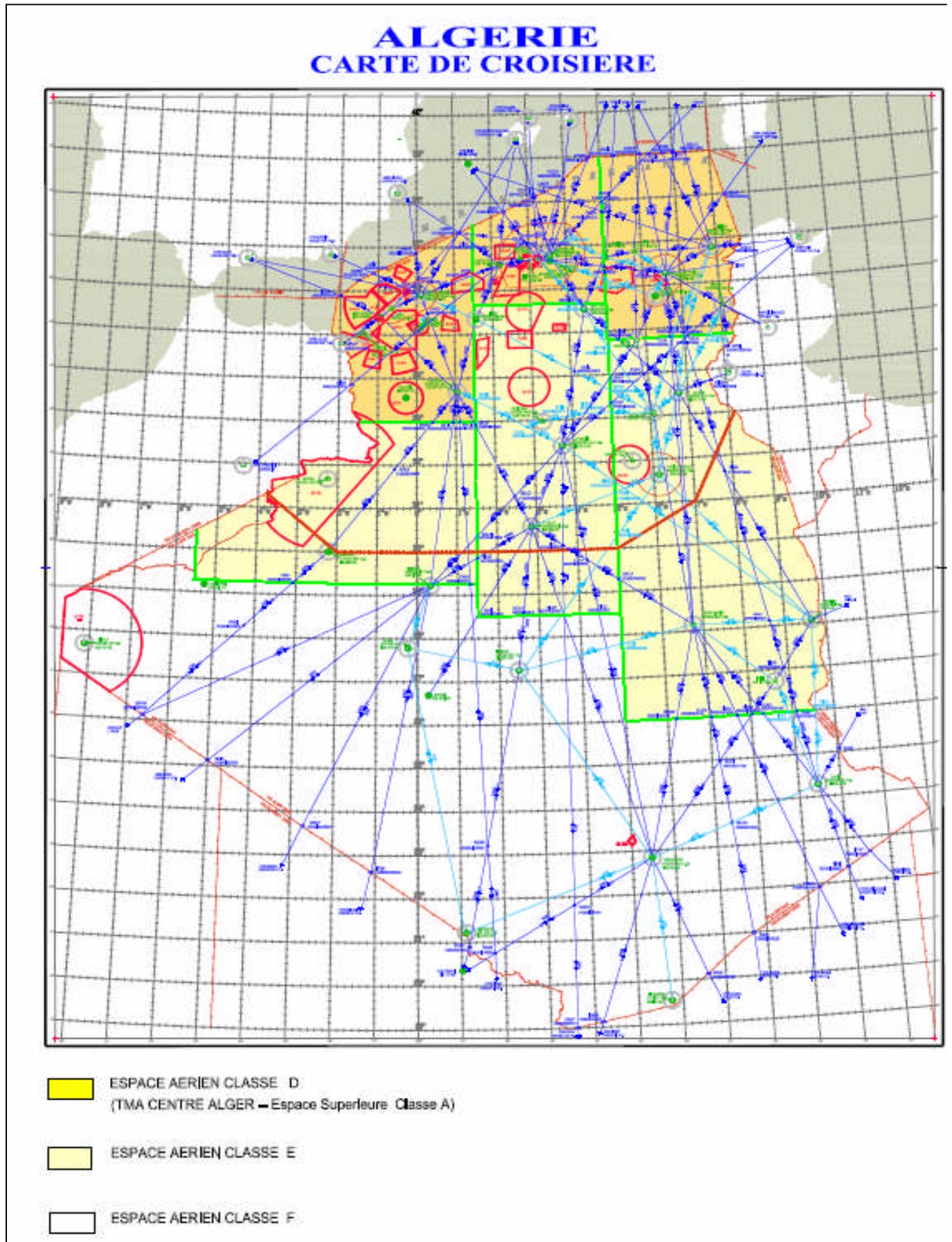


FIG (V.1)

Les zones à statut particulier

Ce sont des zones établies pour des raisons de sécurité ou pour les besoins de la circulation aérienne ; dont la pénétration est soumise à un accord préalable. On distingue trois types de zones :

- **Les zones dangereuses (D : Dangerous)** : Espace aérien de dimensions définies, à l'intérieur duquel des activités dangereuses pour le vol des aéronefs peuvent se dérouler pendant des périodes spécifiées.
- **Les zones réglementées (R : Restricted)** : Espace aérien de dimensions définies, au-dessus du territoire ou des eaux territoriales d'un Etat, dans les limites duquel le vol des aéronefs est subordonné à certaines conditions spécifiées.
- **Les zones interdites (P : Prohibited)** : Espace aérien de dimensions définies, au-dessus du territoire ou des eaux territoriales d'un Etat, dans les limites duquel le vol des aéronefs est interdit.

Exemple : DA-P73 : zone interdite de Tlemcen

DA-R54 : zone réservée d'Alger

DA-D50 : zone dangereuse de Bousfer.

L'existence de ces zones a été portée à la connaissance des usagers de l'espace aérien par voie de l'information aéronautique, publiés dans l'AIP et qui sont mentionnées sur les cartes de radionavigation.

V.2 Description de l'aérodrome d'Alger :

DAAG-ALGER / HOUARI BOUMEDIENE.

▶ **Situation géographique de l'Aérodrome :**

L'aérodrome international d'Alger se trouve dans l'espace aérien appartenant à la classification D ; dont les coordonnées géographiques sont 36 41 40 N, 003 13 01 E. Cet aérodrome se situe à une distance de 9.11 NM au Sud Est de la ville.

* L'altitude du terrain est de : 25 mètres.

* Température de référence : 30.6 °C.

* La Déclinaison magnétique : 0° W.

* L'altitude de transition est de : 1200 mètres.

* Types de trafic autorisés : IFR/VFR.

En matière d'infrastructure, l'aérodrome se décompose en deux pistes :

→ *1^{ère} Piste 09/27 :*

- Orientation magnétique : 092°/272° ;
- Coordonnées géographiques :
- * RWY 09 : 36 41 31 N 003 10 14 E. THR (m):17 ; pente=0.11%
- * RWY 27 : 36 41 27 N 003 12 39 E THR (m) :20 ; SWY=310m; pente=0.11%
- Dimension : 3500 x 45 mètres.
- Résistance : PCN 78 F/ D / W / T.
- Nature de revêtement : ASPHALTE.

→ *2^{ème} Piste secondaire 05/23 :*

- Orientation magnétique : 053°/233° ;
- Coordonnées géographiques :
- * RWY 05 : 36 41 36 N 003 13 10 E. THR (m):22 ; pente=0.09%
- * RWY 23: 36 42 47 N 003 15 07 E. THR (m) :25 ; pente= 0.09%
- Dimension : 3500 x 60 mètres.
- Résistance : PCN 75 F/ D / W / T.
- Nature de revêtement : BETON BITUMINEUX.

► **Les Aides de radionavigation :**

- DVOR/DME (0°W 2005) : ALR 112.5 MHZ (CH 72 X) : se trouve à 36 41 27 N 003 12 55 E.
- DVOR/DME (0°W 2005) : ZEM 116.6 MHZ (CH 113 X) : se trouve à 200 NM / FL400 à 36 41 27 N 003 12 55 E.
- DVOR (0°W 2005) : SDM 113.9 MHZ : se trouve à 36 37 50 N 002 58 27 E.
- NDB SMR 370 KHZ : se trouve à 36 41 34 N 003 05 23 E;
- NDB MAR 416 KHZ : se trouve à 36 41 05 N 002 46 55 E;
- NDB ZEM 359 KHZ : se trouve à 36 47 46 N 003 34 18 E;
- DME-P AG CH 40X à 36 42 36 N 003 14 57 E

► **Les obstacles d'aérodrome :**

Sur les aires d'approche et de décollage :

- > Château d'eau : se trouve à 87.15° à 2746m du THR 27.
 - Hauteur : 24m ; ALT 60.64m ;
 - piste concernée : RWY 09 ;
 - Marquage et balisage lumineux : jour et nuit.

- > Antenne LLZ : se trouve à 36 41 31 N 003 13 03 E.
 - Hauteur : 1.1m ; ALT 26.10m ;
 - piste concernée : RWY 23 ;
 - Marquage et balisage lumineux : jour et nuit.

► **Les zones à statut particulier :**

Zones réglementées :

➤ **DA-R54 (ALGER/ Houari Boumediene) :**

Cercle de 5 NM de rayon centré sur 36 41 40 n 003 13 04 E, réservée aux aéronefs utilisant ALGER /Houari Boumediene

Limite supérieure : 450m ;

Limite inférieure : GND ou Mer.

➤ **DA-R84 CHERAGA :**

Segments de droites joignant les points :

36 49 30N 002 50 40E et 36 49 25N 002 57 10E

36 45 10N 002 59 20E et 36 44 25N 002 49 35E

36 49 30N 002 50 40E.

Réservée aux exercices aériens.

Limite supérieure : FL40

Limite inférieure : GND / MSL

Zones dangereuses :

➤ **DA-D61A EL ARBA :**

Segments de droites joignant les points : 36 33N 003 09E (EL ARBA) et 36 23N 003 05 35E (SIDI MOUSSA) et 36 36N 003 03E ; active du Samedi au Mercredi du Lever au Coucher du soleil en VMC (Evolution d'avions légers sans radio).

- *Limite supérieure* : FL 70 ;

- *Limite inférieure* : GND.

➤ **DA-D61B EL ARBA :**

Segments de droites joignant les points : 36 37N 003 13E (MEFTAH) et 36 33N 003 09E (EL ARBA) et 36 36 23N 003 05 35E (SIDI MOUSSA).

Limite supérieure : FL 70 ;

Limite inférieure : FL 40.

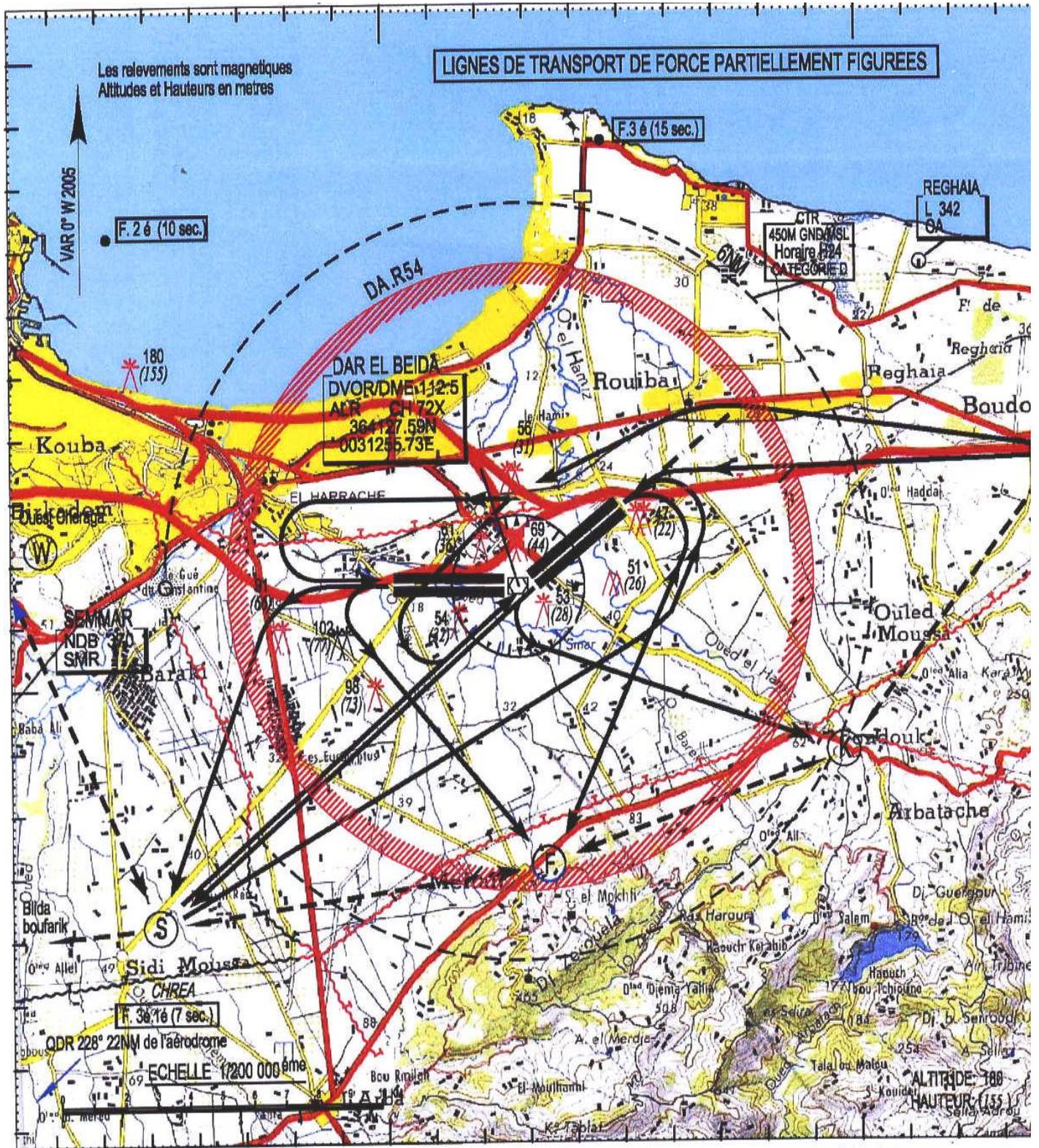


FIG (V.2)

V.3 Description de l'aérodrome de Constantine :

DABC-CONSTANTINE / MOHAMED BOUDIAF.

► Situation géographique de l'Aérodrome :

L'aérodrome international de CONSTANTINE se trouve dans l'espace aérien appartenant à la classification D ; dont les coordonnées géographiques sont 36 17 07 N 006 37 09E. Cet aérodrome se situe à une distance de 5.4 NM au Sud de la ville.

* L'altitude du terrain est de : 706 mètres.

* Température de référence : 33.6 °C.

* La Déclinaison magnétique : 0° E.

* L'altitude de transition est de : 1920 mètres.

* Types de trafic autorisés : IFR/VFR.

En matière d'infrastructure, l'aérodrome se décompose en deux pistes :

→ Une Piste principale 16/34 :

- Orientation magnétique : 159°/339° ;
- Coordonnées géographiques :
 - * THR 16 (705m): 36 17 17 N 006 36 38 E . SWY=100*45m; pente=0%.
 - * THR 34 (706m): 36 15 46 N 006 37 21 E. SWY=100*45m; pente=0.054%.
- Dimension : 3000 x 45 mètres.
- Résistance : PCN 93 F/ D / W / T.
- Nature de revêtement : BETON BITUMINEUX.

→ Une Piste secondaire 14/32 :

- Orientation magnétique : 136°/316° ;
- Coordonnées géographiques :
 - * THR 14 (702m): 36 17 04 N 006 36 53 E. SWY=60*45m; pente=- 0.6%.
 - * THR 32 (687m): 36 16 08 N 006 38 00 E. SWY=100*45m; pente=+0.6%.
- Dimension : 2400 x 45 mètres.
- Résistance : PCN 54 F/C/W/T.
- Nature de revêtement : ASPHALTE.

► Les Aides de radionavigation :

- DVOR/DME CSO 115.5 MHZ CH 102 X : se trouve sur le 339° à une distance de 611m du THR16 ;
- NDB CNE 397 MHZ : se trouve sur le 136° à une distance de 6.55Nm du THR 32 ;

CARTE D'AERODROME OACI

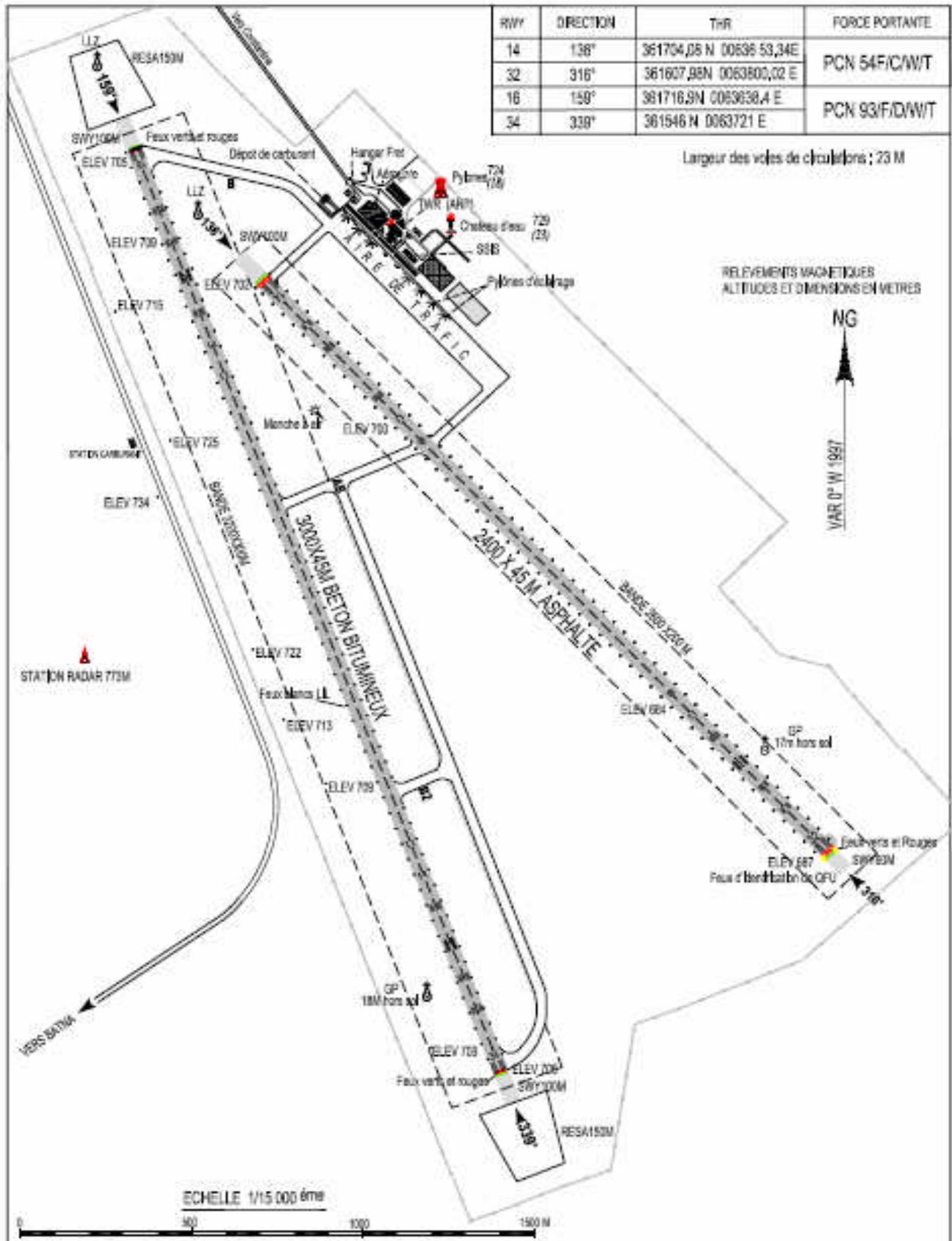


FIG (V.3a)

► Les obstacles d'aérodrome :

Sur les aires d'approche et de décollage :

- > Sommet de montagne : se trouve à 5300m du THR 14.
 - Hauteur : 55m ;
 - piste concernée : RWY 14 ;
- > Sommet de montagne : se trouve à 1620m du THR 14.
 - Hauteur : 60m ;
 - piste concernée : RWY 32 ;
- > Antenne LLZ : se trouve à 36 17 25N 006 36 35E.
 - Hauteur : 3m ;
 - piste concernée : RWY 34 ;
 - Marquage et balisage lumineux : jour et nuit.

► Les zones à statut particulier :**Zone réglementée :****DA-R65 CONSTANTINE :**

Limite latérale : deux demi-cercles extérieurs de 7 Km de rayon centrés sur :

-OUED SEGUIN : 36 10 59 N 006 23 40 E

-AIN M'LILA : 36 02 18 N 006 34 32 E

Et par deux droites tangentes a ces deux cercles.

Limite verticale : GND-FL 65.

Zone interdite :**DA-P80 OUM EL BOUAGHI**

Limite latérale : arc de cercle de rayon de 15 Nm centré sur ARP (35 52 39 N 007 15 25 E) de l'aérodrome de OUM EL BOUAGHI limité au sud par une

droite joignant les points : N1(35 39 32 N 007 24 35 E) et N2(35 44 04 N 006 59 54 E).

Limite verticale : GND-FL280.

V.4 Description de l'aérodrome d'Oran :

DAOO-ORAN / ES SENIA.

► **Situation géographique de l'Aérodrome :**

L'aérodrome international d'Oran se trouve dans l'espace aérien appartenant à la classification D ; dont les coordonnées géographiques sont 35 37 38 N 000 36 41W. Cet aérodrome se situe à une distance de 500m du THR25 et dans l'axe de RWY25.

- * L'altitude du terrain est de : 90 mètres.
- * Température de référence : 32 °C.
- * La Déclinaison magnétique : 1°W(2005).
- * L'altitude de transition est de : 990 mètres.
- * Types de trafic autorisés : IFR/VFR.

En matière d'infrastructure, l'aérodrome se décompose en deux pistes :

➔ **Une Piste07/25 :**

- Orientation magnétique : 068°/248° ;
- Orientation vraie : 67°/247°
- Coordonnées géographiques :
 - * THR 07 (90m): 35 37 06 N 000 38 12 W ; pente=0.03%.
 - * THR 25 (90m): 35 37 44 N 000 36 19 W. SWY=100*45m; pente=0.01%.
- Dimension : 3060 x 45 mètres.
- Résistance : 45T/SIWL-40T/J-90T/B.
- Nature de revêtement : BETON BITUMINEUX.

► **Les Aides de radionavigation :**

- DVOR/DME (1°W2005) ORA 114 MHZ CH 87 X : se trouve à 353645N 0003917W ;

► **Les obstacles d'aérodrome :**

Sur les aires d'approche et de décollage : > Ligne HT :- ALTITUDE:135m;

- piste concernée : RWY 07.

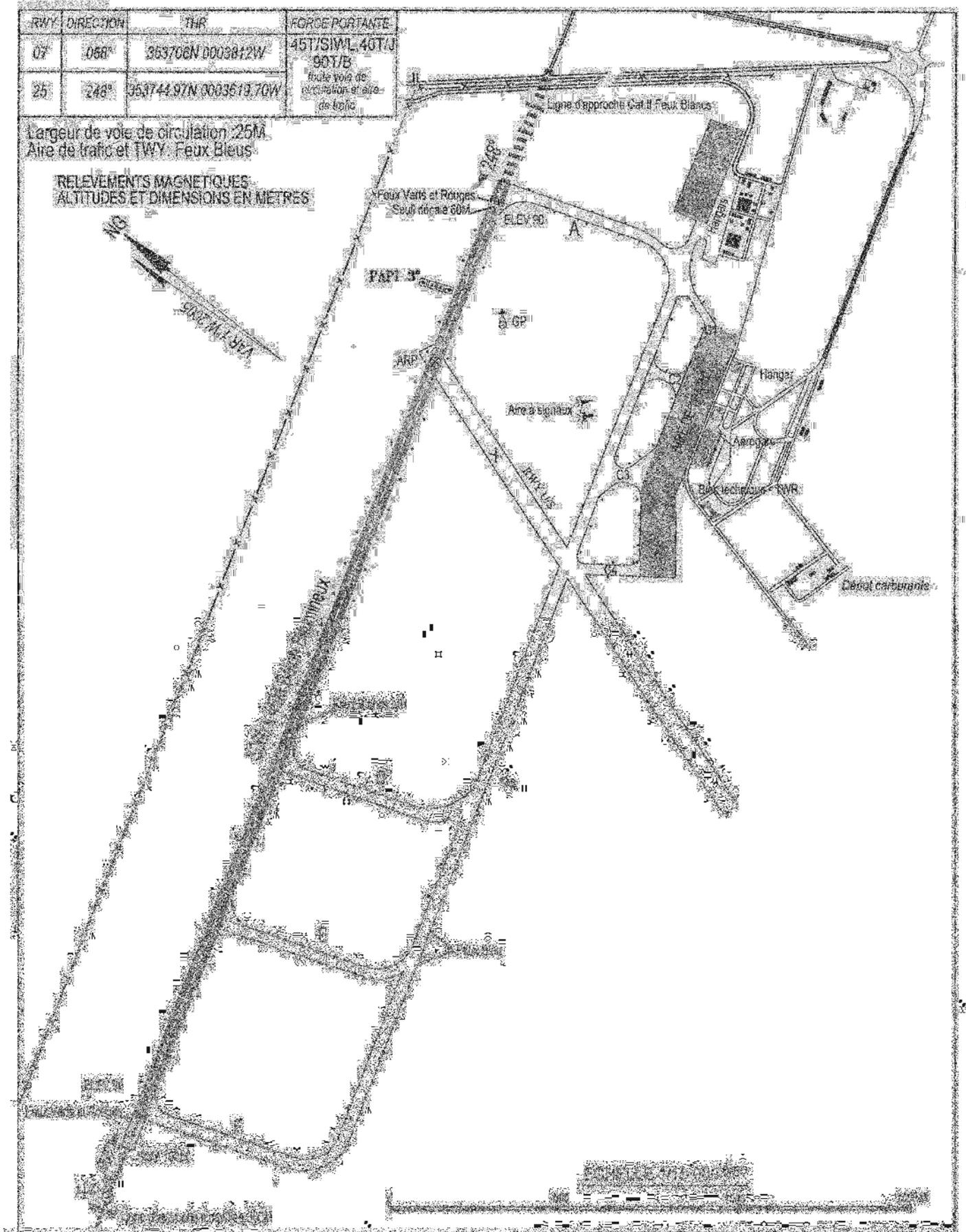


FIG (V.4a)

► Les zones à statut particulier :**Zones dangereuses :**

DA-D50A BOUSFER : segments de droites joignant les points 360221N 0011250W-354151N 0004514W-352325N 0010936W et 350759N 0013731W puis arc de rayon de 100km centré sur le point (354406N 0004816W) jusqu'au point 355329N 0011930W puis arc de cercle de rayon de 50 km jusqu'au point 360221N 0011250W (zone DA-D50C exclue). - Limite inférieure : GND/MSL ;

- Limite supérieure : FL300.

DA-D50B BOUSFER : segments de droites joignant les points 360221N 0011250W-354151N 0004514W et 355803N 0002343W puis arc de rayon de 45km centré sur le point (354406N 0004816W) jusqu'au point 360818N 0004522W, ensuite ligne droite jusqu'au point 361100N 0004522w puis arc de cercle de rayon de 50 km jusqu'au point 360221N 0011250W. - Limite inférieure : GND/MSL ;

- Limite supérieure : FL245.

DA-D50C BOUSFER : arc de cercle de rayon de 09 km centré sur le point 353515N 0004930W dont la limite sud est confondue avec la droite joignant les points 354151N 0004514W et 352325N 0010936W. - Limite inférieure : FL 55;

- Limite supérieure : FL 300.

DA-D50D BOUSFER : 2 arcs de cercle de 25°, de 70 et 100 km de rayon centré sur le point 354406N 0004816W délimité de part et d'autre par les radiales 15° et 40°.

- Limite inférieure : MSL;

- Limite supérieure : FL 300.

DA-D50E BOUSFER : 2 arcs de cercle de 20°, de 135 et 185 km de rayon centré sur le point 354406N 0004816W délimité de part et d'autre par les radiales 155° et 175°.

- Limite inférieure : GND;

- Limite supérieure : FL 300.

DA-D50F BOUSFER : 2 arcs de cercle de 15°, de 125 et 170 km de rayon centrés sur le point 354406N 0004816W délimité de part et d'autre par les radiales 185° et 200°.

- Limite inférieure : GND;

- Limite supérieure : FL 300.

DA-D74A TAFRAOUI : segments de droites

- Limite inférieure : GND;

- Limite supérieure : FL 295 (inclus).

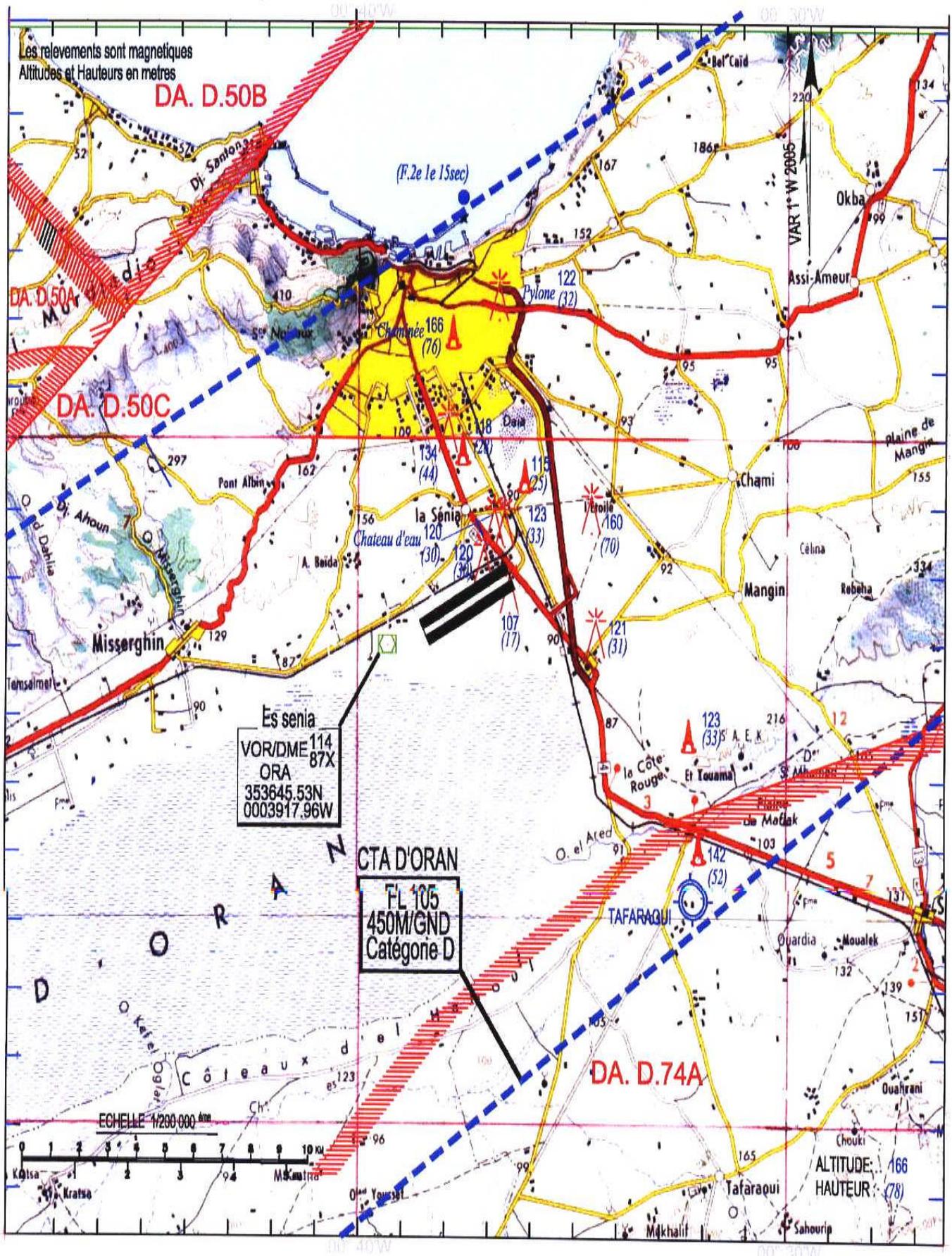


FIG (V.4b)

V.5 Description de l'aérodrome de Tamanrasset :

DAAT-TAMANRASSET / AGUENAR.

► Situation géographique de l'Aérodrome :

L'aérodrome international de Tamanrasset se trouve dans l'espace aérien appartenant à la classification G ; dont les coordonnées géographiques sont 22 48 40 N, 005 27 03 E. Cet aérodrome se situe à une distance de 3.6 NM au Sud Ouest de la ville.

* L'altitude du terrain est de : 1377 mètres.

* Température de référence : 29 °C.

* La Déclinaison magnétique : 1° E (2005).

* L'altitude de transition est de : 2880 mètres.

* Types de trafic autorisés : IFR/VFR.

En matière d'infrastructure, l'aérodrome se décompose en deux pistes :

→ 1^{ère} Piste 02/20 :

- Orientation magnétique : 021°/201° ;
- Dm=1°E.
- Coordonnées géographiques :
 - * RWY 02: 22 47 46 N 005 2639 E. THR (m): 1359; pente=0.5%; SWY=100m.
 - * RWY 20: 22 49 35 N 005 27 27 E. THR (m) :1377 ;
- Dimension : 3600 x 45 mètres.
- Résistance : 56 F/B/W/T.
- Nature de revêtement : BETON BITUMINEUX.

→ 2^{ème} Piste secondaire 08/26 :

- Orientation magnétique : 080°/260° ;
- Coordonnées géographiques :
 - * RWY 08 : 22 48 25 N 005 25 22 E. THR (m):1361; pente=0.06%
 - * RWY 26: 22 48 42 N 005 27 39 E. THR (m) :1363.
- Dimension : 3100*45 mètres.
- Résistance : 48 F/A/X/T.
- Nature de revêtement : BETON BITUMINEUX.

► Les Aides de radionavigation :

- DVOR/DME (1°E 2005) : TMS 112.5 MHZ (CH 72 X) : se trouve à 22 48 27 N 005 26 47 E.

- NDB TAM 358 : se trouve à 22 48 24 N 005 26 43 E;
- DME-P TA CH 38X à 22 48 31 N 005 25 33 E ;
- DME/P TM CH22X : à 36 45 05 N 003 18 51 E ;

► **Les obstacles d'aérodrome :**

Sur les aires d'approche et de décollage :

> Antenne GP : 22 48 31N 0052533E.

- Hauteur : 14m;
- piste concernée : RWY 08.

> Antenne LLZ : 22 47 43 N 005 26 39 E.

- Hauteur : 3.5m ; ALT 1363m ;
- piste concernée : RWY 20 ;
- Marquage et balisage lumineux : jour et nuit.

► **Les zones à statut particulier :**

Zones dangereuses :

➤ **DA-D85 TAMANRASSET :**

Segments de droites joignant les points : 23 12 46 N 005 06 55E-23 23 31N 005 01 43 E et
23 15 53 N 004 53 02 E-23 07 49 N 004 59 15 E ; activité annoncée par NOTAM
(Exercices aériens).

Limite supérieure : FL 295 ;

Limite inférieure : GND.

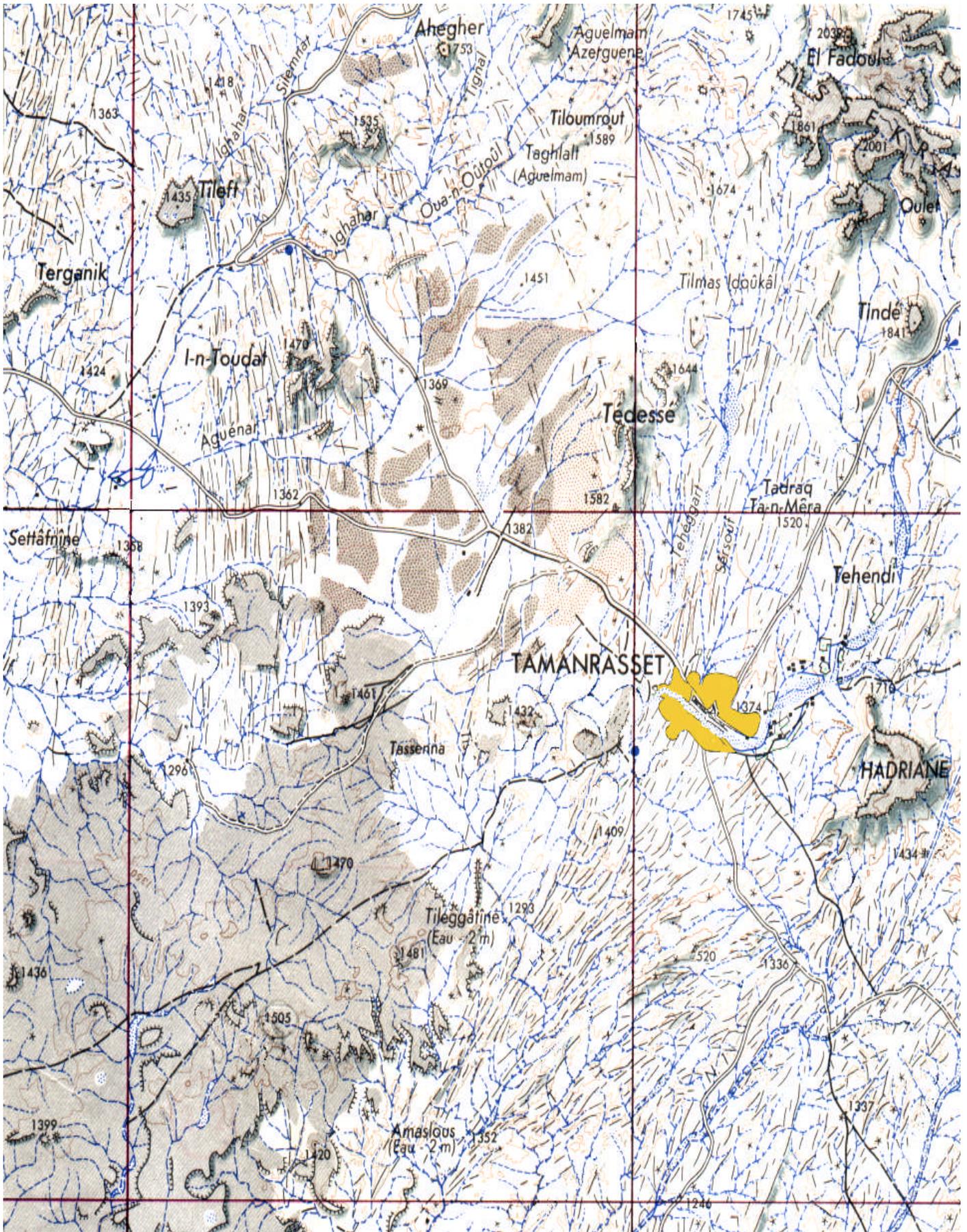


FIG (V-5)

TAB (V) : Résumé des caractéristiques opérationnelles des aérodromes :

Aérodromes		ALGER HOUARI BOUMEDIENE	CONSTANTINE MOHAMED BOUDIAF	ORAN ES SENIA	TAMANRASSET AGUENAR
Caractéristiques					
Indicateur OACI		DAAG	DABC	DAOO	DAAT
Coordonnées Géographiques		364140 N 0031301 E	361707 N 0063709 E	353738 N 0003641 W	224840 N 0052703 E
Altitude du terrain (m)		25	706	90	1377
Température(°C)		30.6	33.6	32	29
Déclinaison magnétique		0°W	0°E	1°W	1°E
ALT de Transition(m)		1200	1920	990	2880
Type de trafic		IFR/VFR	IFR/VFR	IFR/VFR	IFR/VFR
Pistes	1	Orientation 05 / 23 (053°/233°)	14 / 32 (136°/316)	07 / 25 (068°/248°)	02 / 20 (021°/201°)
		Dimension 3500 * 60	2400 * 45	3060 * 45 (m)	3600 * 45 (m)
	2	Orientation 09/27(92°/272°)	16/34 (159°/339)		08 / 26 (080°/260°)
		Dimension 3500 * 45	3000 * 45		3100 * 45
Aides de radionavigation.		2DVOR/DME(ALR), (ZEM); DVOR(SDM), 3NDB(SMR,M AR,ZEM);	DVOR/DME (CSO) ; NDB (CNE) ; DME/P (CS).	DVOR/DME (ORA).	DVOR/DME (TMS). NDB (TAM).
Obstacles d'aérodrome.		Château d'eau (RWY09) ; AntenneLLZ (RWY34).	Sommets de montagnes (RWY14,RWY32) AntenneLLZ (RWY34).	Ligne HT (RWY 07).	Antenne GP (RWY08) AntenneLLZ(RWY20).
Zones à statut particulier.	R	DA(R54 Alger) DA(R84Chraga.	DA-R65 CONSTANTINE		
	D	DA-D61Aet B EL ARBA.		DAD50A,B,C,D,E,F (BOUSFER) et DA-74A (TAFRAOUI).	DA-D85 Tamanrasset.
	P		DA-P80 OUM EL BOUAGHI		

VI.1. Définition :

La procédure de départ aux instruments avec (N-1) moteurs est une trajectoire que l'aéronef doit suivre depuis la panne de son moteur jusqu'au raccordement avec la phase suivante du vol.

Une procédure de départ avec panne moteur est normalement établie pour chaque piste à partir de laquelle les départs aux instruments sont effectués.

La procédure de départ avec panne moteur commence de l'extrémité départ de la piste (DER) qui constitue la limite de l'aire déclarée appropriée pour le décollage (extrémité de la piste, ou du prolongement dégagé).

Elle prend fin au point où la pente associée à la trajectoire nominale atteint l'altitude/hauteur minimale spécifiée pour la phase suivante du vol (1500ft).

Une procédure de départ avec panne moteur doit être établie pour chaque aéronef, en tenant compte des points suivants:

- Les performances de l'aéronef ;
- Les moyens d'aide de radionavigation ;
- Les obstacles aux abords de l'aérodrome ;
- Les contraintes de la circulation aérienne ;
- Les contraintes des zones à statut particulier ;
- Contraintes opérationnelles (gain de temps, économie de carburant, simplicité) ;
- Réduction des nuisances.

Il existe deux types de départ :

- Départs conventionnels : le guidage des aéronefs est basé sur les moyens radios navigation.
- Départs de navigation de surface (RNAV): le guidage des aéronefs est basé sur les points cheminements (coordonnées WGS).

VI.2. Marge de franchissement d'obstacle :

Lorsque des obstacles situés dans l'aire de protection sont jugés trop pénalisants, il peut être décidé de modifier la trajectoire de telle sorte que l'aire de protection englobe ces obstacles ; la procédure doit assurer le franchissement des obstacles situés dans l'aire de protection avec une marge de franchissement (MFO) calculée comme suit :

En ligne droite : $MFO = 0.8\% D$.

En virage : $MFO = \text{Max} (0.8\%D, 90\text{m})$.

D =distance de l'obstacle par rapport au seuil de piste.

VI.3. Surface d'identification d'obstacles (OIS) :

La surface d'identification d'obstacles (OIS) est une surface inclinée qui sert à identifier les obstacles dans l'aire de départ. Dans le cas des départs en ligne droite, l'origine de l'OIS est à 5 m (16 ft) au-dessus de la DER.

VI.4. Les pentes de trajectoire de départ :

Trois types de pentes de départ peuvent être publiés :

1. Les pentes minimales théoriques de montée : qui permettent le franchissement des obstacles, avec une marge MFO calculée depuis la DER. Tous les aéronefs sont supposés monter au départ, avec moteur en panne, selon les pentes réglementaires exigées dont nous avons parlé dans le 3^{ème} chapitre.

Pour notre l'A330-200 :

TRAJECTOIRE DE DECOLLAGE		
(Pente de réduction pour la trajectoire nette)		0.8%
Trajectoire d'envol (montée en décollage).	1 ^{er} Segment	0.0 %
	2 ^e Segment	2.4 %
	Segment final	1.2 %

TAB (VI.4)

La pente de la trajectoire de décollage = $3.3\% - 0.8\% = 2.5\%$

« 3.3% : c'est la pente minimale théorique de montée pour tous les aéronefs qui sont supposés monter au départ avec tous les moteurs en fonctionnement ».

2. Une pente "ATS" : définie pour assurer des séparations stratégiques.
3. Des pentes supplémentaires : pour des besoins particuliers, (survol d'un espace réservé, nuisances).

VI.5. Départs en ligne droite

VI.5.1 Définition :

Un départ est dit en ligne droite, lorsque la trajectoire initiale de départ fait un angle maximal de 15° avec le prolongement de l'axe de piste.

VI.5.2 Types de départs en ligne droite :

Les départs en ligne droite se divisent en deux grandes catégories, selon la disponibilité d'un guidage sur trajectoire initiale :

a) départ en ligne droite sans guidage sur trajectoire (FIG VI.5.2A) :

- 1) départ sans ajustement de trajectoire;
- 2) départ avec ajustement de trajectoire (point d'ajustement de trajectoire non spécifié) (FIG VI.5.2B) ;
- 3) départ avec ajustement de trajectoire (point d'ajustement de trajectoire spécifié) (FIG VI.5.2C);

b) départ en ligne droite avec guidage sur trajectoire :

- 1) installation en avant ou en arrière (FIGVI-1b.1av) (FIGVI-1b.1ar) ;
- 2) avec décalage (trajectoire en parallèle/trajectoire en décalage/trajectoire sécante) (FIGVI-1b.2).

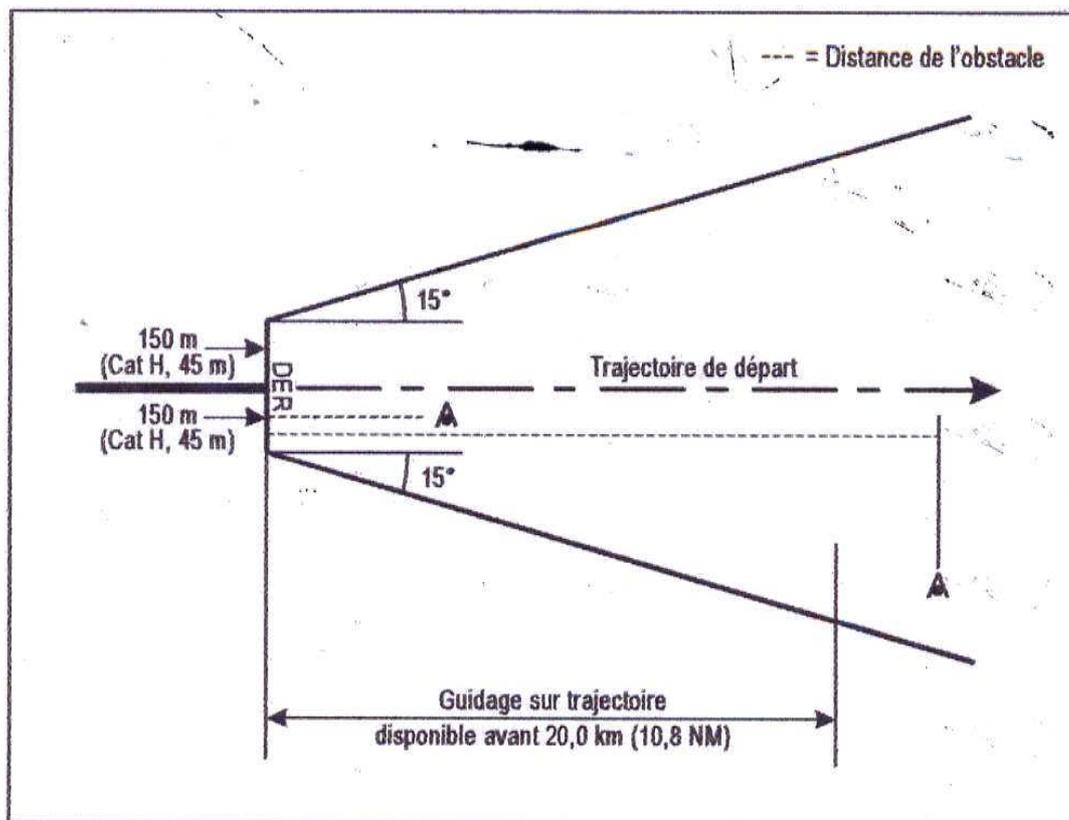


FIG (VI.5.2A)

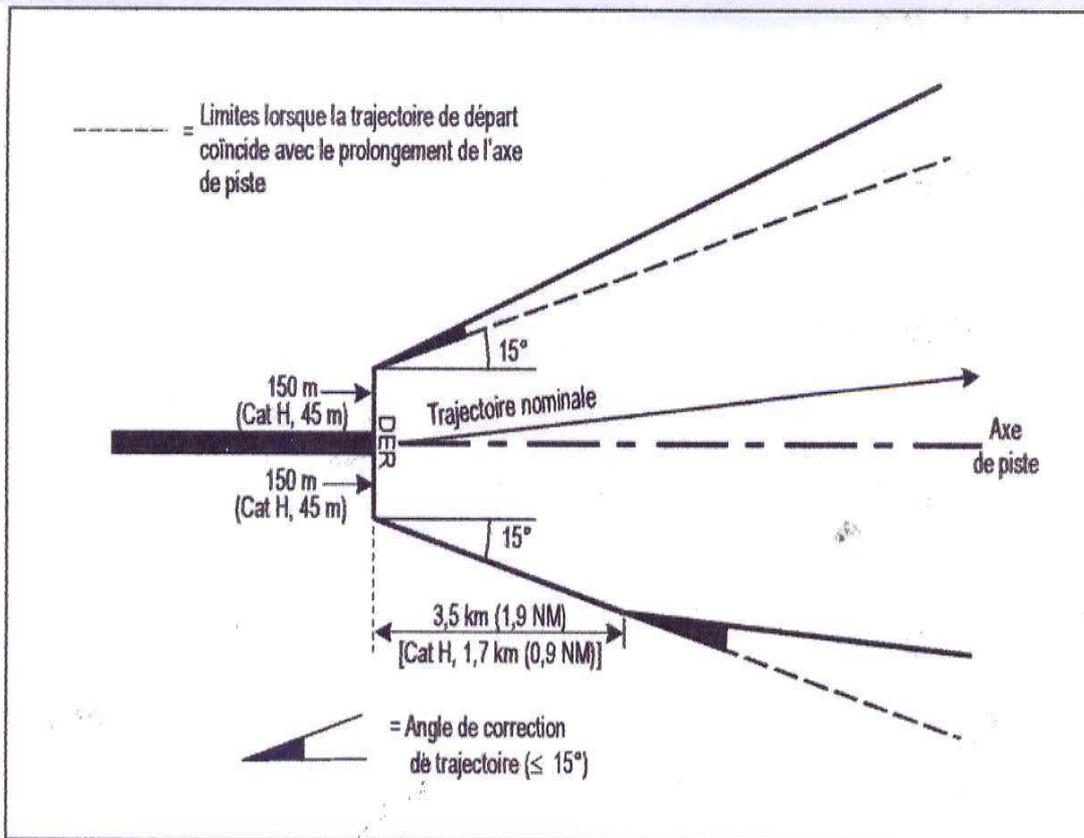


FIG (VI.5.2B)

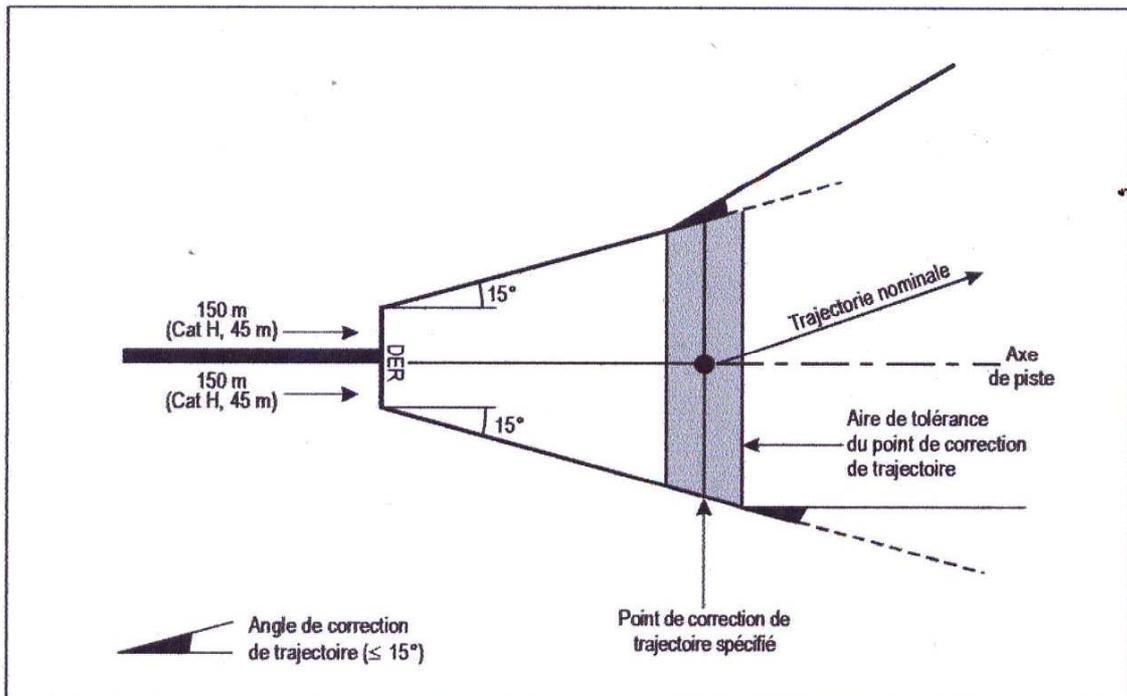


FIG (VI.5.2C)

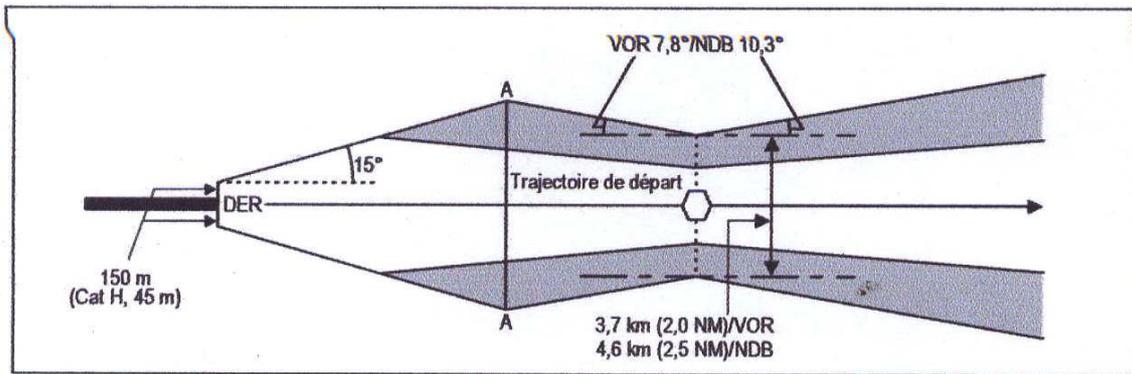


FIG (VI-1b.1av)

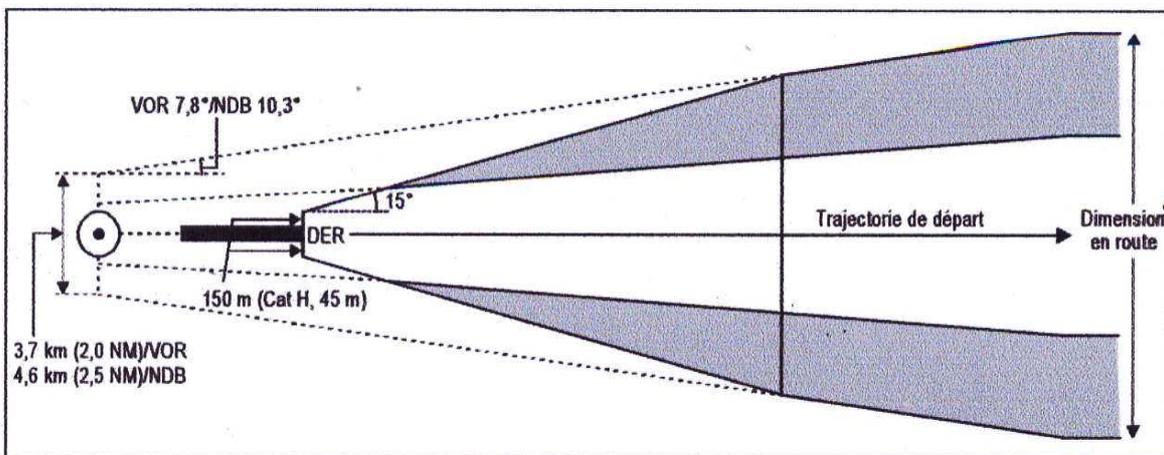


FIG (VI-1b.1ar)

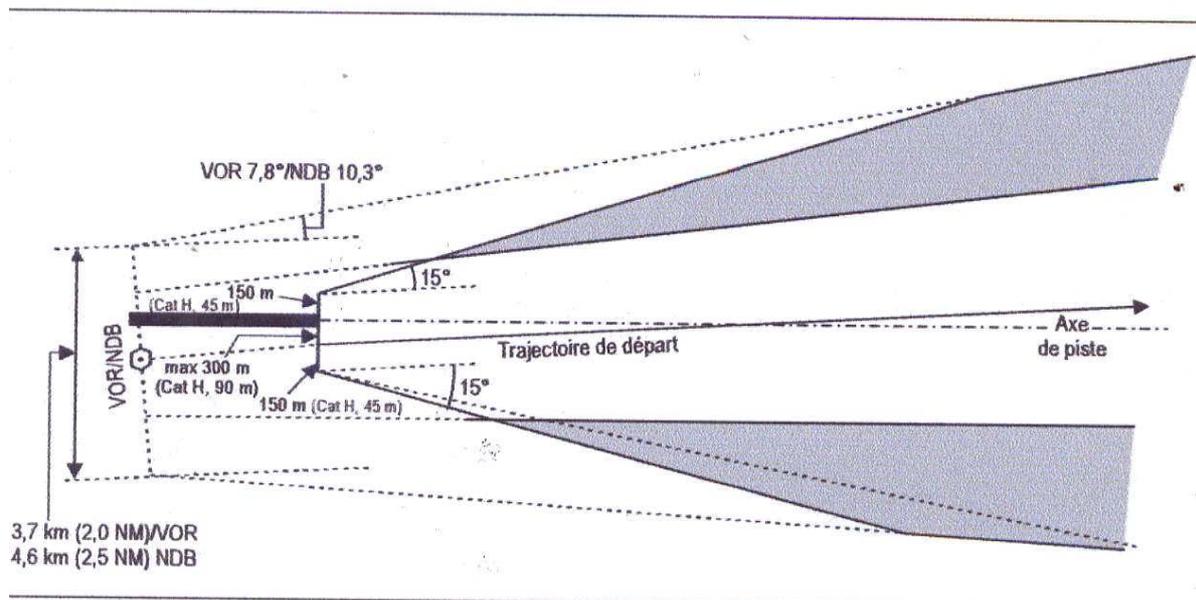


FIG (VI-1b.2)

VI.6. Départ avec virage :

VI.6.1 Définition

Lorsqu'une trajectoire de départ exige un virage de plus de 15°, une aire de virage est construite. Les virages peuvent être spécifiés à une altitude/hauteur ou à un repère désigné. Il est admis que l'aéronef peut effectuer un virage jusqu'à une hauteur minimale de 120 m (400 pieds) catégorie C/D (comme le cas de l'A330-200) au dessus de l'altitude de la DER. Pour les aéronefs de catégories A/B, une hauteur inférieure minimale 90 m (300 pieds)).

Dans la conception de départ, on doit prendre en compte l'environnement de terrain.

- L'aire en ligne droite appelée aire 1.
- L'aire de mise en virage est appelée aire 2.
- L'aire de virage est appelée aire 3.

L'aire de départ avec virage est construite selon les critères de départ en ligne droite avec les critères suivants :

- Dans le cas d'un virage à une altitude, l'aire commence du point situé à 600 m de seuil de départ jusqu'à un point TP amont.
- Dans le cas d'un virage à un TP désigné, l'aire commence du point de la DER jusqu'à un point TP amont.

VI.6.2 Types de virage :

➤ *Virage à une altitude/hauteur désignée :*

Un virage peut être prescrit en un point où est atteinte une altitude/hauteur spécifiée pour prendre en compte la situation dans laquelle il y a :

- a)** un obstacle, situé dans la direction du départ en ligne droite, qu'il faut éviter ; et/ou
- b)** un obstacle, situé par le travers de la trajectoire de départ en ligne droite, qu'il faut survoler après le virage.

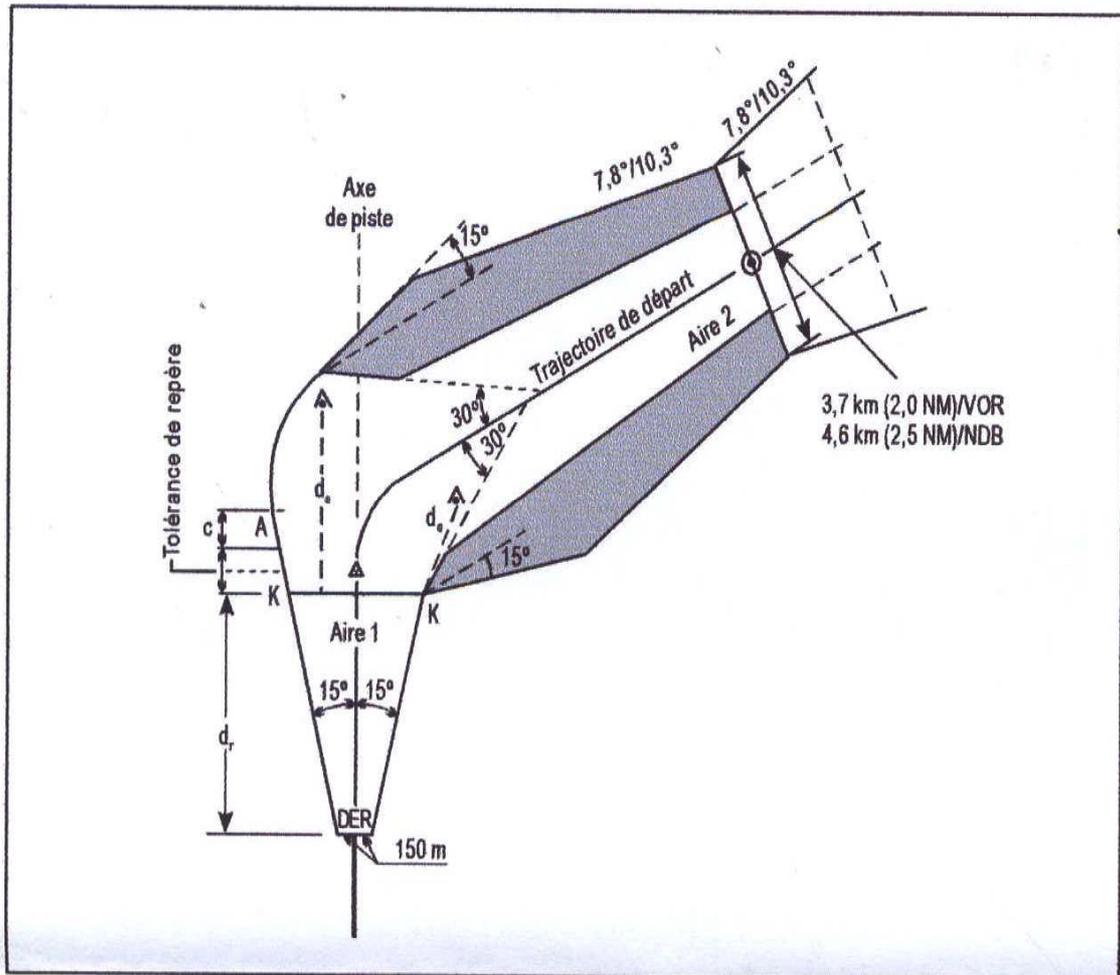


FIG (VI.6.2B)

VI.6.3 Paramètres de virage de départ

La présente section expose les paramètres sur lesquels les aires de virage sont basées, ainsi que les variables qui les représentent dans les dessins. Les valeurs des paramètres varient selon la phase de vol.

- Altitude de virage.
- Vitesse indiquée (V_i).
- Vitesse de vent (W).
- Angle d'inclinaison latérale.

Facteurs de virage utilisés dans la construction de l'aire de protection de virage :

- Tolérance de repère : Selon le type de repère.

$$DME = (0.25NM + 1.25\%D)$$

b) Tolérances techniques de vol : $c = 6s$ (3s : délai de perception + 3s : délai de mise en virage).

c) rayon de virage :

Vitesse angulaire de virage (R) en degrés/seconde. Elle se calcule comme suit :

$$1) R = (6\,355 \operatorname{tg} \alpha) / \pi V_p, \text{ où } V_p \text{ en km/h ;}$$

$$2) R = (3\,431 \operatorname{tg} \alpha) / \pi V_p, \text{ où } V_p \text{ en kt ;}$$

jusqu'à une valeur maximale de 3 degrés/seconde.

α : inclinaison latérale de l'avion : 15° pour les départs et 25° pour les arrivées.

Vitesse propre VP:

La vitesse propre est calculée à partir de la vitesse indiquée corrigée à l'altitude de virage et la température.

$VP = VI * K$; VP : Vitesse propre. VI : Vitesse indiquée ; K : Facteur de conversion.

Rayon de virage (r) à un angle désigné d'inclinaison latérale en air calme, en km ou NM selon le cas.

Le rayon de virage s'obtient de la façon suivante :

$$r = V_p / (20 \pi R).$$

d) Effet du vent (E) pour le temps passé à changer le cap de θ degrés, en km ou NM selon le cas.

$$E = W / (40 * R), \text{ E en Km. ; } W = 30 \text{Kts .}$$

VI.7. Le guidage sur trajectoire : sera fourni :

a) jusqu'à 20,0 km (10,8 NM) depuis l'extrémité départ de la piste (DER) dans le cas des départs en ligne droite ;

b) jusqu'à 10,0 km (5,4 NM) après exécution des virages dans le cas des départs avec virage.

Remarque : Le radar de surveillance peut être utilisé pour le guidage sur trajectoire.

VI.8. Procédures de départ avec panne moteur :

(DAAG-DABC-DAOO-DAAT) :

VI.8.1 Introduction

A mesure que la densité des mouvements d'aéronefs augmente, des techniques peuvent être nécessaires pour accroître l'efficacité et maîtriser (ou réduire) la charge de travail des contrôleurs, cela nécessite la publication des procédures de décollage avec panne moteur.

VI.8.2 Protections des départs

VI.8.2.1. ALGER : DAAG:

L'ensemble des procédures de départ est basé sur un équipement de radionavigation type VOR/DME situé à DAR EL BEIDA (ALR) :

RWY Calcul	DAAG RWY (09)	DAAG RWY (23)
Hauteur de virage	$(1,5.1852+600)*0,025 = 84,45\text{m}$	$(2,3.1852+600)*0,025=4859,6\text{m}.0,025=121,49\text{m}$
Altitude de virage	$84,45+ 25+15=114,45\text{m}$	$121,49+25+15 =151,49\text{m}$
Température	$31^{\circ}\text{C}=\text{ISA}+15^{\circ}\text{C}$; $k=1.0511$	$31^{\circ}\text{C}=\text{ISA}+15^{\circ}\text{C}$; $K=1,0511$
<u>Vitesse indiquée de départ</u>	265 KT	265 KT
<u>Vitesse propre de départ VI*K</u>	278,54KT	278,54KT
<u>Vitesse de vent</u>	W=30kt	W=30kt
<u>Inclinaison de virage</u>	$\&=15^{\circ}$	$\&=15^{\circ}$
<u>Taux de virage</u> $R=3431\text{tg}\&/ (3.14Vp)$	$R=1,047^{\circ}/\text{S}$	$R=1,047^{\circ}/\text{S}$
<u>Rayon de virage : r=</u> $Vp/(20*3.14R)$	4,23NM= 7834m	4,23NM=7833,96m=7834m
<u>Effet de vent :</u> $E1=w (k/h)/ 40R$	1.373 NM =2546m	1.373NM=2546m
<u>Tolérances DME :</u> $D1=-/+ (0,25+1,25/100.d)$	$-/+0,26 \text{ NM}= 516\text{m}$	0,278NM=516m
<u>Tolérances techniques de vol (6s): D2=VP</u> $(\text{km/s})*6\text{s}$	0,46NM	0,46NM

TAB (VI.8.2.1)

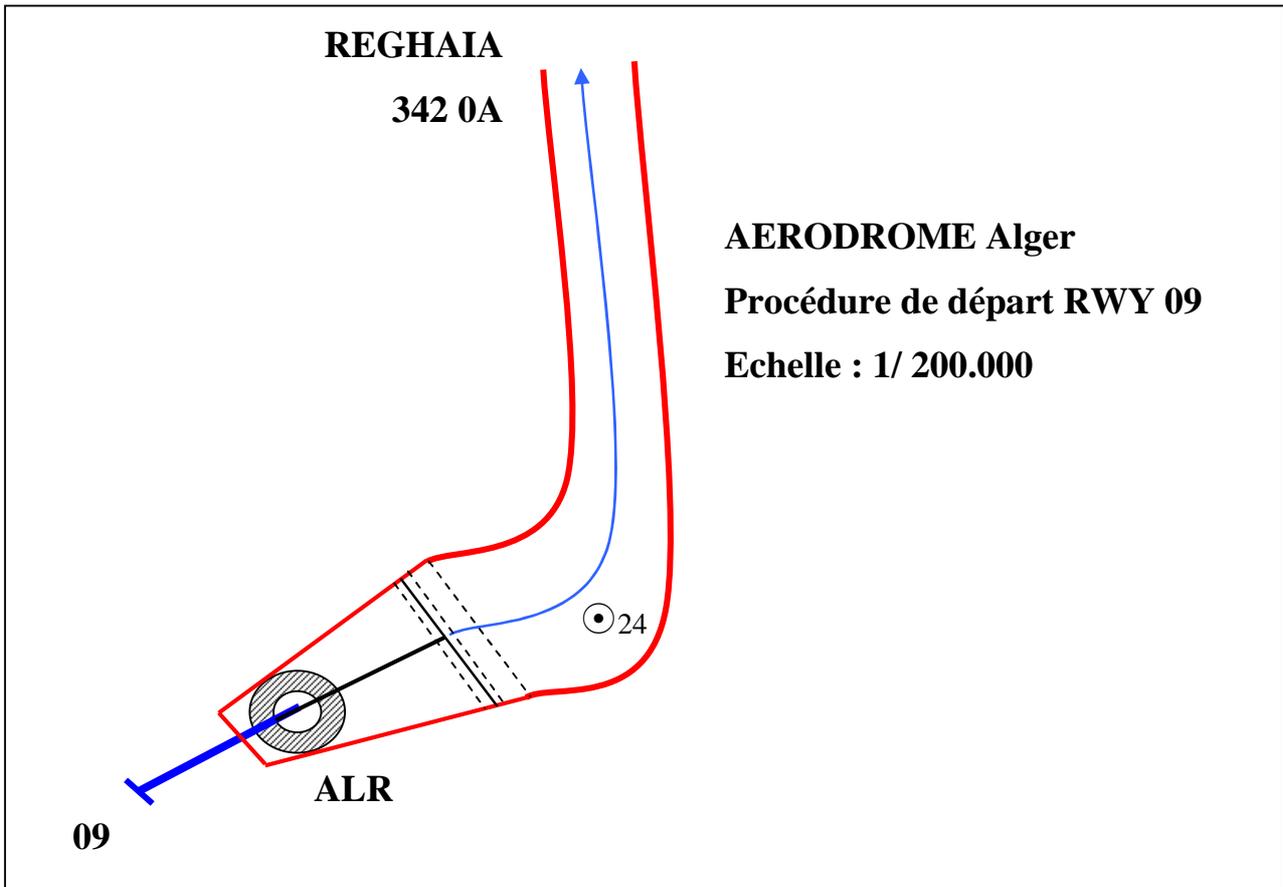


FIG (VI.8.2.1a)

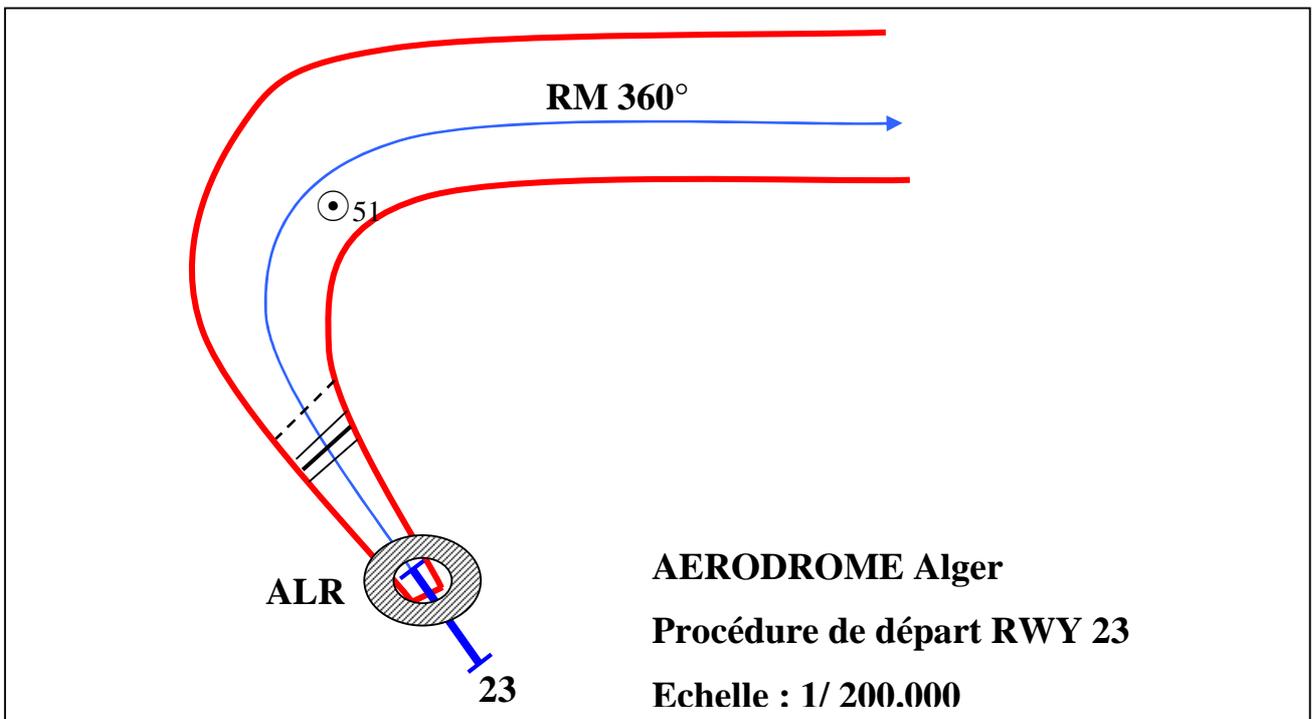


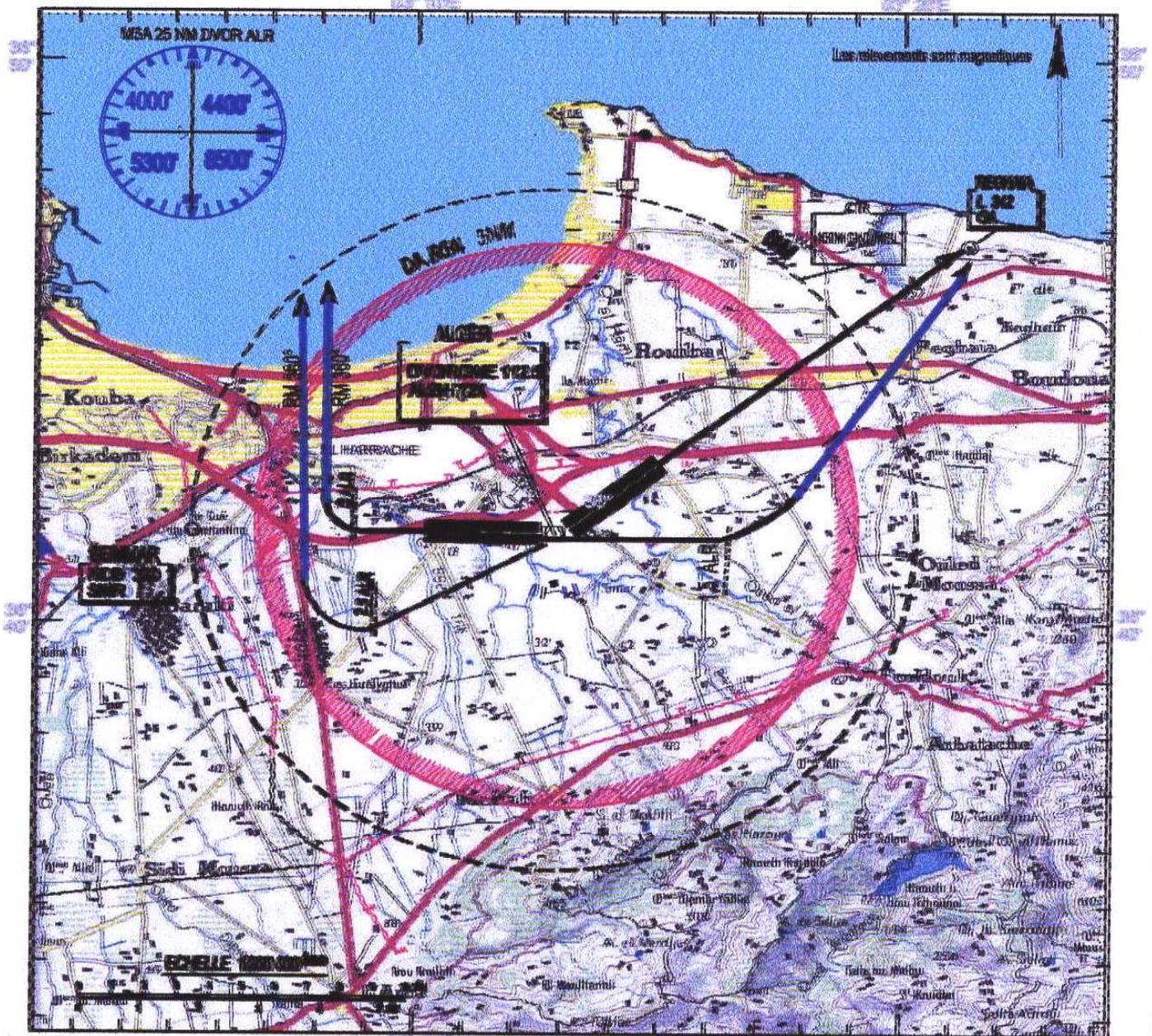
FIG (VI.8.2.1b)

Avec autocad:

FIG (VI.8.1c)

ALGER/ HOUARI BOUMEDIENNE **AIR ALGERIE**
ALTITUDE DE L'AERODROME :25m **CARTE DE PROCEDURE AVEC(N-1)MOTEUR**
ALTITUDE DE TRANSITION :1200m

A330-200

**Procédures à suivre :**

RWY23 : Monter jusqu'à 2.3NM ALR, puis virer à droite, en croissant le radial R-234° poursuivre route magnétique 360°.

RWY05 : Monter jusqu'à OA NDB.

RWY27 : Monter jusqu'à 2 NM ALR, puis virer à droite et pour suivre route magnétique 360°.

RWY09 : Monter jusqu'à 1.5NM ALR puis virer à gauche vers OA NDB.

VI.8.2.2. CONSTANTINE: DABC: L'ensemble des procédures de départ est basé sur un équipement de radionavigation type VOR/DME (CSO) : **TAB (VI.8.2.2)**

RWY Calcul	DABC RWY (14)		DABC RWY (32)	
	1 ^{er} Virage	2 ^{ème} Virage	1 ^{er} Virage	2 ^{ème} Virage
Hauteur de virage	(2,5.1852-1150-2400)*0,025 H=27m	l'avion continue de monter à une altitude du 2 ^{ème} virage	(2.1852+1150+2400).0,025 H=181,35	l'avion continue de monter à une altitude du 2 ^{ème} virage
Altitude de virage	27+706+5=738m	738+7.1852*0,025 =1062,1m	181,35+706+5=892,35m	892,35+(7.1852.0,025) A=1216,45m
Température	33.6c°=ISA +18.6=ISA+20 k=1.0864	33.6c°=ISA +18.6=ISA+20 k=1,1140	33.6c°=ISA +18.6=ISA+20 k=1.0864	33.6c°=ISA +18.6=ISA+20 k=1,1140
<u>VI départ</u>	265kt	265kt	265kt	265kt
<u>VP = VI*K</u>	287,896kt	295,21kt	287,896kt	295,21kt
<u>Vitesse de vent</u>	W=30kt	w=30kt	w=30kt	W=30kt
<u>Inclinaison de virage</u>	&=15°	&=15°	&=15°	&=15°
<u>Taux de virage</u> R=3431tg&/(3.14Vp)	R1 =1,0169°/C	R2= 0,99°/C	R1 =1,0169°/C	R2= 0,99°/C
<u>Rayon de virage : r=</u> Vp/(20*3.14R)	4.5NM=8334m	4,748NM=8793,29m	4.5NM=8334m	4,748NM=8793,29m
<u>Effet de vent :</u> E1=w (k/h)/ 40R	1,403NM=2598,3m	1,403NM=2598,35m	1,403NM=2598,3m	1,403NM=2598,35m
<u>Tolérances DME :</u> D1=-/+ (0,25+1,25/100.d)	-/+0,28NM	-/+0,28NM	-/+0,27NM	-/+0,27NM
<u>Tolérances techniques de vol (6s):D2=VP*t</u>	0,47nm	0,47nm	0,47nm	0,47nm

RWY Calcul	DABC RWY (16)			DABC RWY (34)
	1 ^{er} Virage	2 ^{ème} Virage	3 ^{ème} virage	1 seul virage
Hauteur de virage	$(3 \times 1852 - 611 - 3000) \times 0.025 = 48.63\text{m}$	Après 3 NM virage à gauche et monter jusqu'à vertical VOR/DME CSO	$H = 339,375\text{m}$ <i>l'altitude du 3^{ème} virage (à 7 NM) l'avion continue à monter</i>	$7.1852 + 611 = 13575\text{m}$
Altitude de virage	$48.62 + 706 + 15 = 769.63\text{m}$ donc $K = 1.0864$	$759,62 + 0.025 \times 3 \times 1852 = 898.52\text{m}$	$A = 7\text{nm} \cdot 1852 + 611 = 13575\text{m}$	$13575 \times 0,025 = 339,375$ $339,375 + 706 + 5 = 1050,375\text{M}$
Température	$33.6\text{c}^\circ = \text{ISA} + 18.6 = \text{ISA} + 20$ $k = 1.0864$	$33.6\text{c}^\circ = \text{ISA} + 18.6 = \text{ISA} + 20$ $k = 1.0864$	$33.6\text{c}^\circ = \text{ISA} + 18.6 = \text{ISA} + 20$ $k = 1,1140$	$33.6\text{c}^\circ = \text{ISA} + 18.6 = \text{ISA} + 20$ $k = 1,1140$
<u>VI de départ</u>	265kt	265kt	265kt	265kt
<u>Vitesse propre de départ VI*K</u>	287,896kt	287,896kt	295,21kt	295,21kt
<u>Vitesse de vent</u>	$W = 30\text{kt}$	$W = 30\text{kt}$	$w = 30\text{kt}$	$w = 30\text{kt}$
<u>Inclinaison de virage</u>	$\& = 15^\circ$	$\& = 15^\circ$	$\& = 15^\circ$	$\& = 15^\circ$
<u>Taux de virage</u> $R = 3431\text{tg}\&/ (3.14V_p)$	$R_1 = 1,0169^\circ/\text{C}$	$R_2 = 1,0169^\circ/\text{C}$	$R_3 = 0,99^\circ/\text{C}$	$R = 0,99^\circ/\text{C}$
<u>Rayon de virage : r =</u> $V_p / (20 \times 3.14R)$	$4.5\text{NM} = 8334\text{m}$	$4.531\text{nm} = 8392.82\text{m}$	$4,748\text{NM} = 8793,29\text{m}$	$4.5\text{NM} = 8334\text{m}$
<u>Effet de vent :</u> $E_1 = w (k/h) / 40R$	$1.373\text{nm} = 2543\text{m}$	$1.373\text{nm} = 2543.18\text{m}$	$1,403\text{NM} = 2598,35\text{m}$	$1,403\text{NM} = 2598,3\text{m}$
<u>Tolérances DME : D1</u> $= -/+ (0,25 + 1,25/100.d)$	$-/+0,28\text{NM}$	$-/+0,28\text{NM}$	$0,33\text{NM} = 611,16\text{m}$	$0,33\text{NM} = 611,16\text{m}$
<u>Tolérances techniques de vol (6s): D2 = VP*t</u>	0,47NM	0,47NM	0.47 NM	0.47 NM

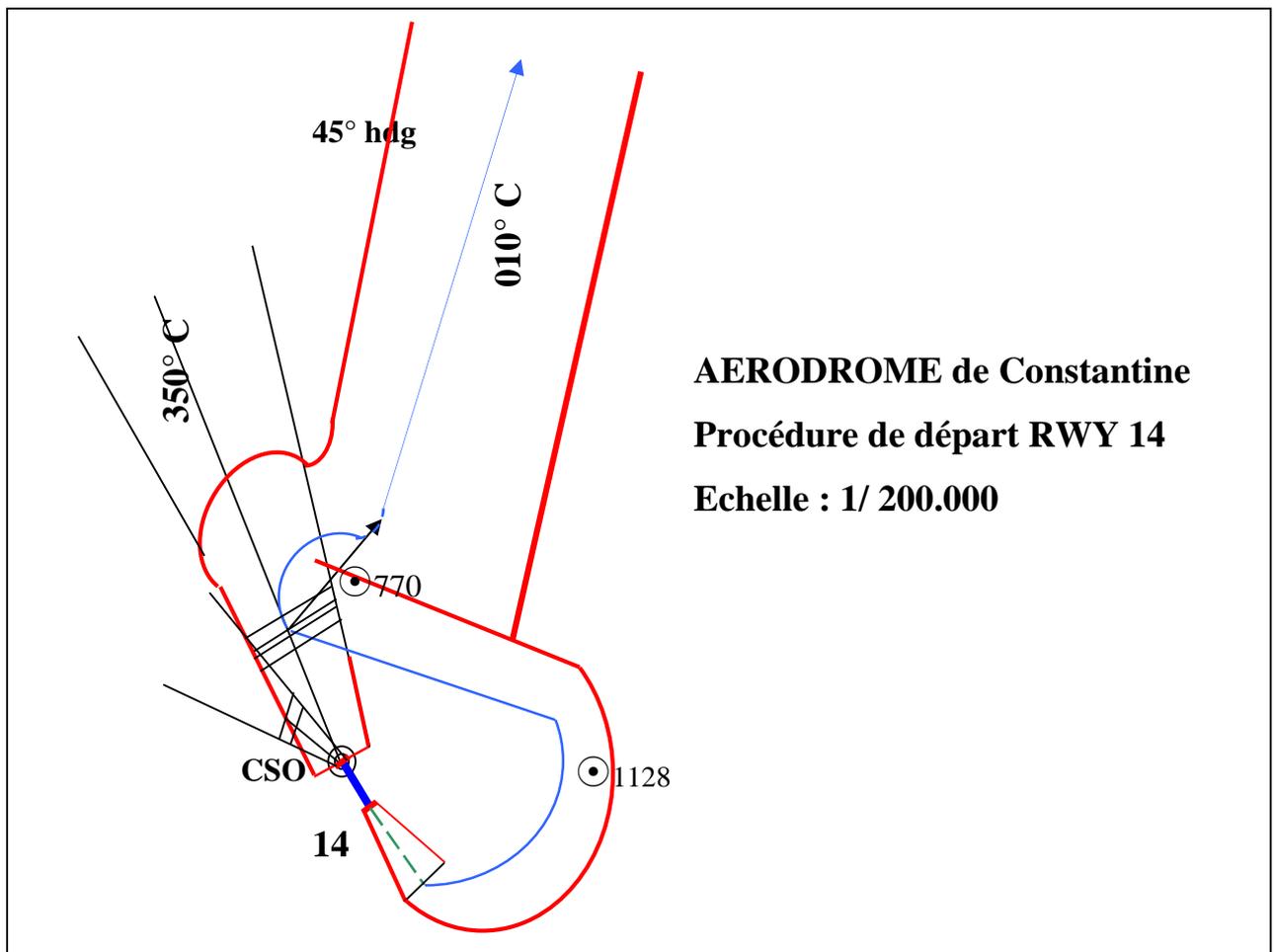


FIG (VI.8.2.2a)

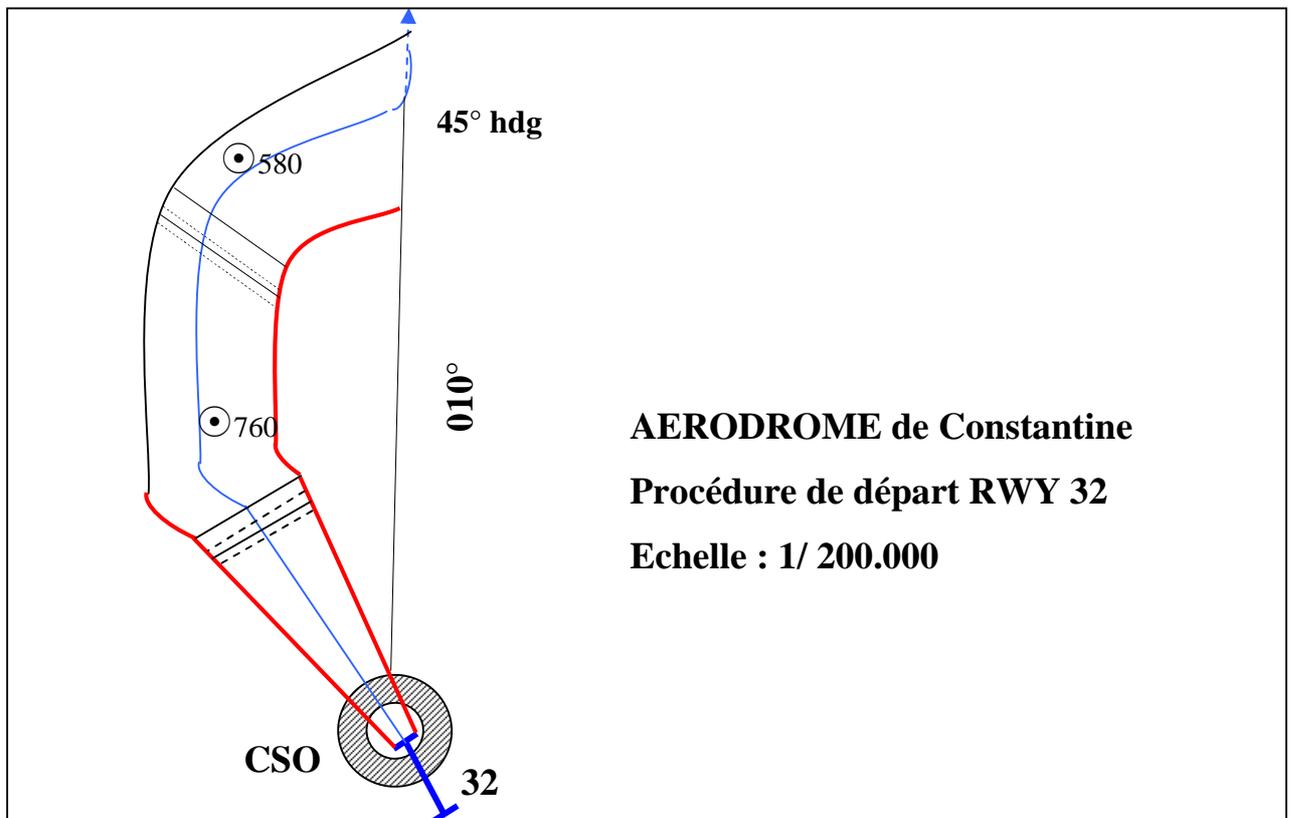


FIG (VI.8.2.2b)

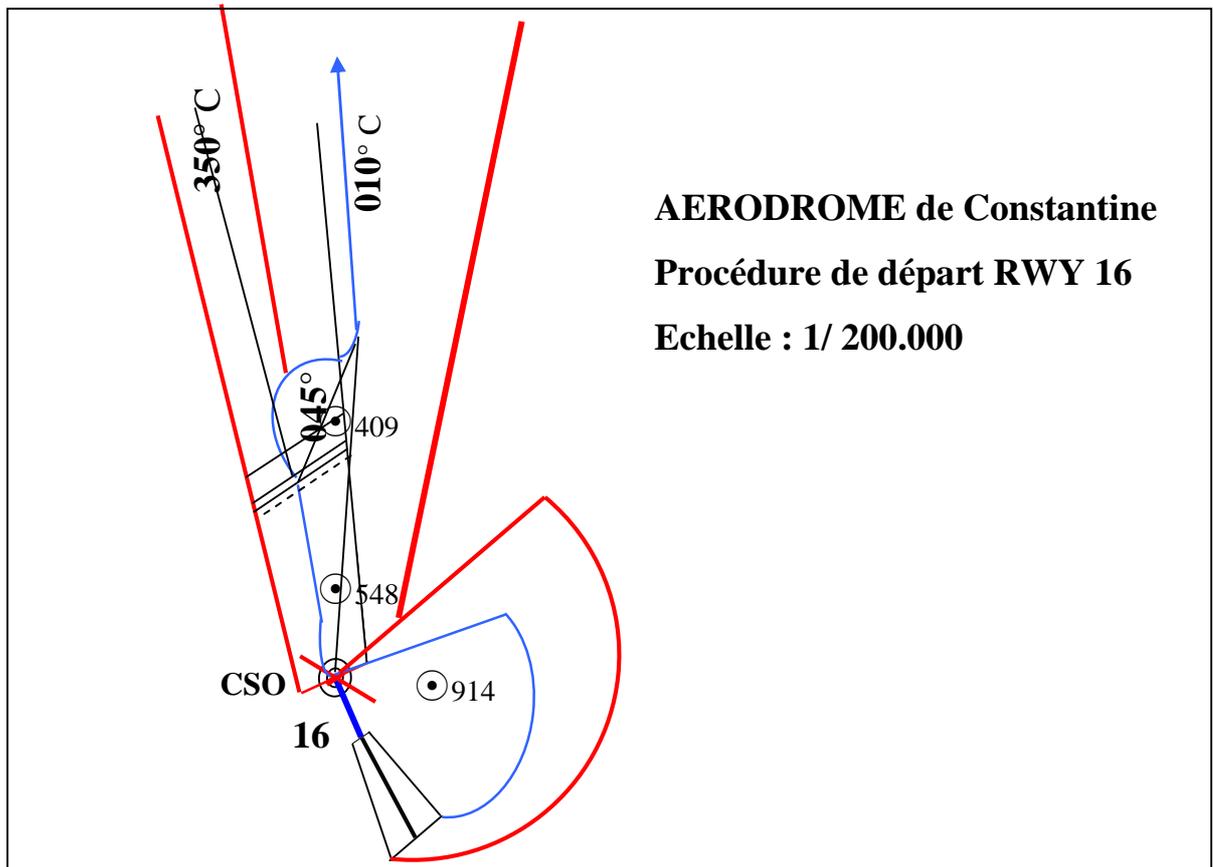


FIG (VI.8.2.2c)

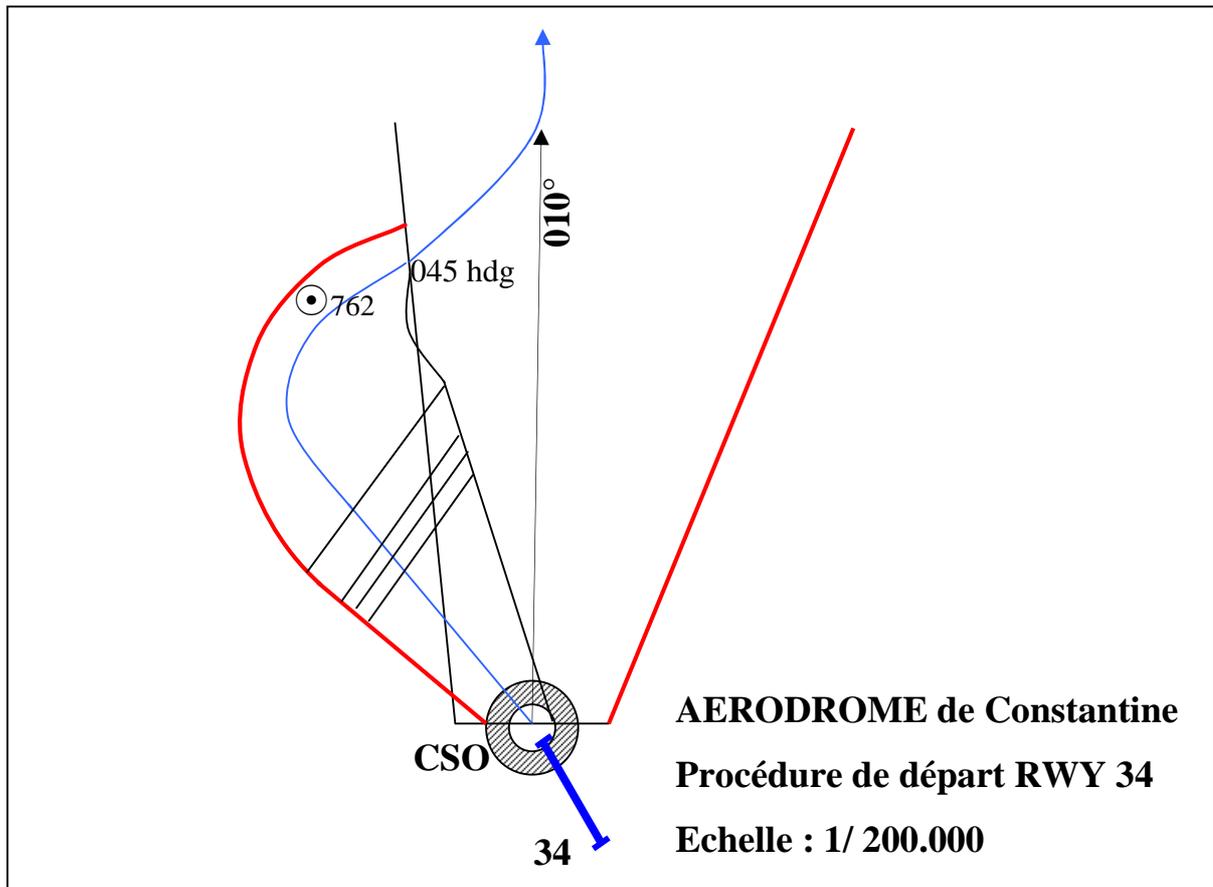


FIG (VI.8.2.2d)

Avec autocad :

FIG (VI.8.2.2e)

A330-200

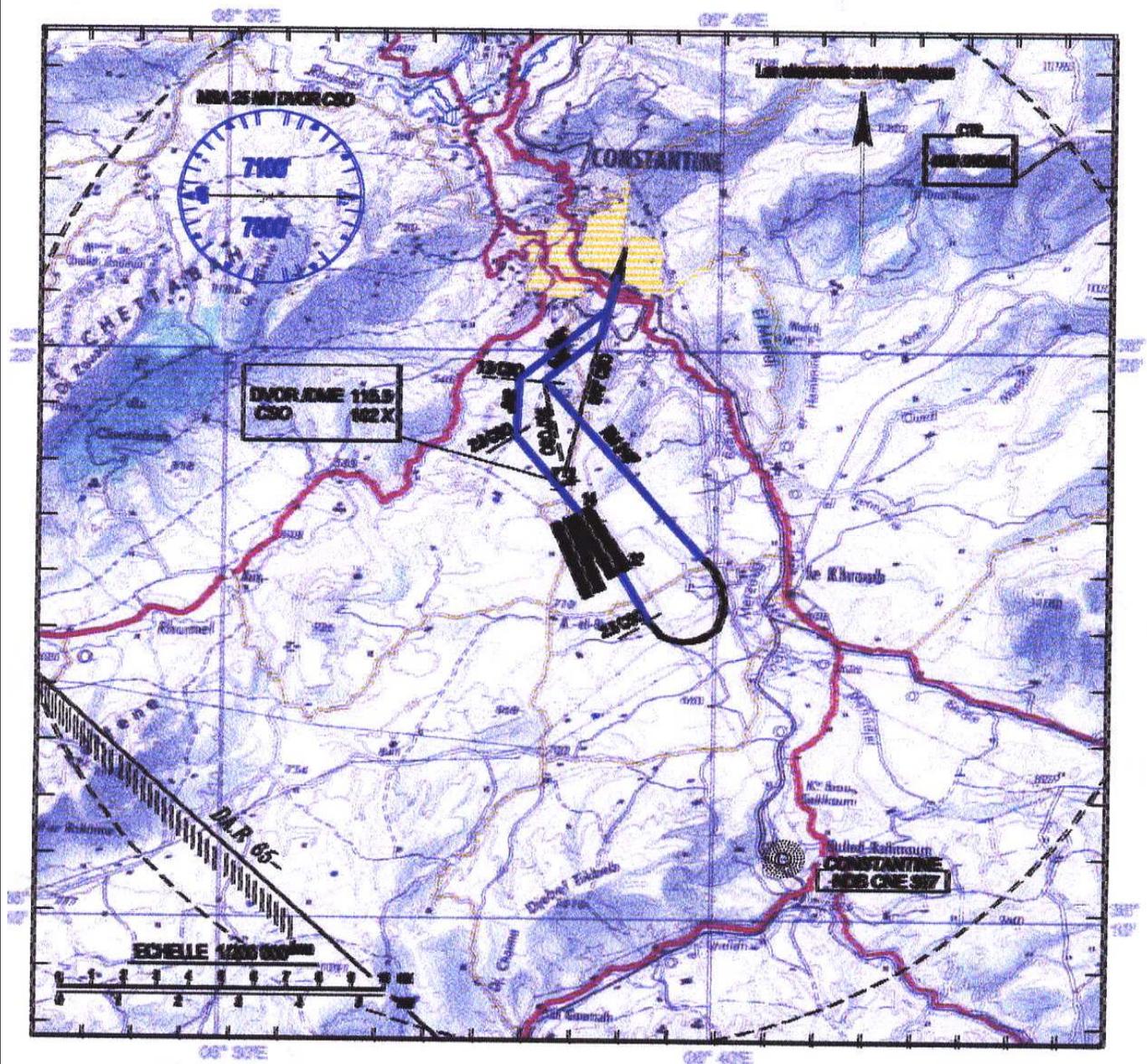
CONSTANTINE/MOHAMED BOUDIAF

AIR ALGERIE

ALTITUDE DE L'AERODROME : 706m

CARTE DE PROCEDURE AVEC (N-1) MOTEUR

ALTITUDE DE TRANSITION : 1920m

**Procédures à suivre :**

RWY14 : Monter jusqu'à 2.5NM CSO, puis virer à gauche pour suivre route magnétique 315° jusqu'à croisement radiale R-350 CSO. A 7.0NM CSO, virage à droite pour suivre route magnétique 45°, puis intercepter et suivre radiale R10° CSO.

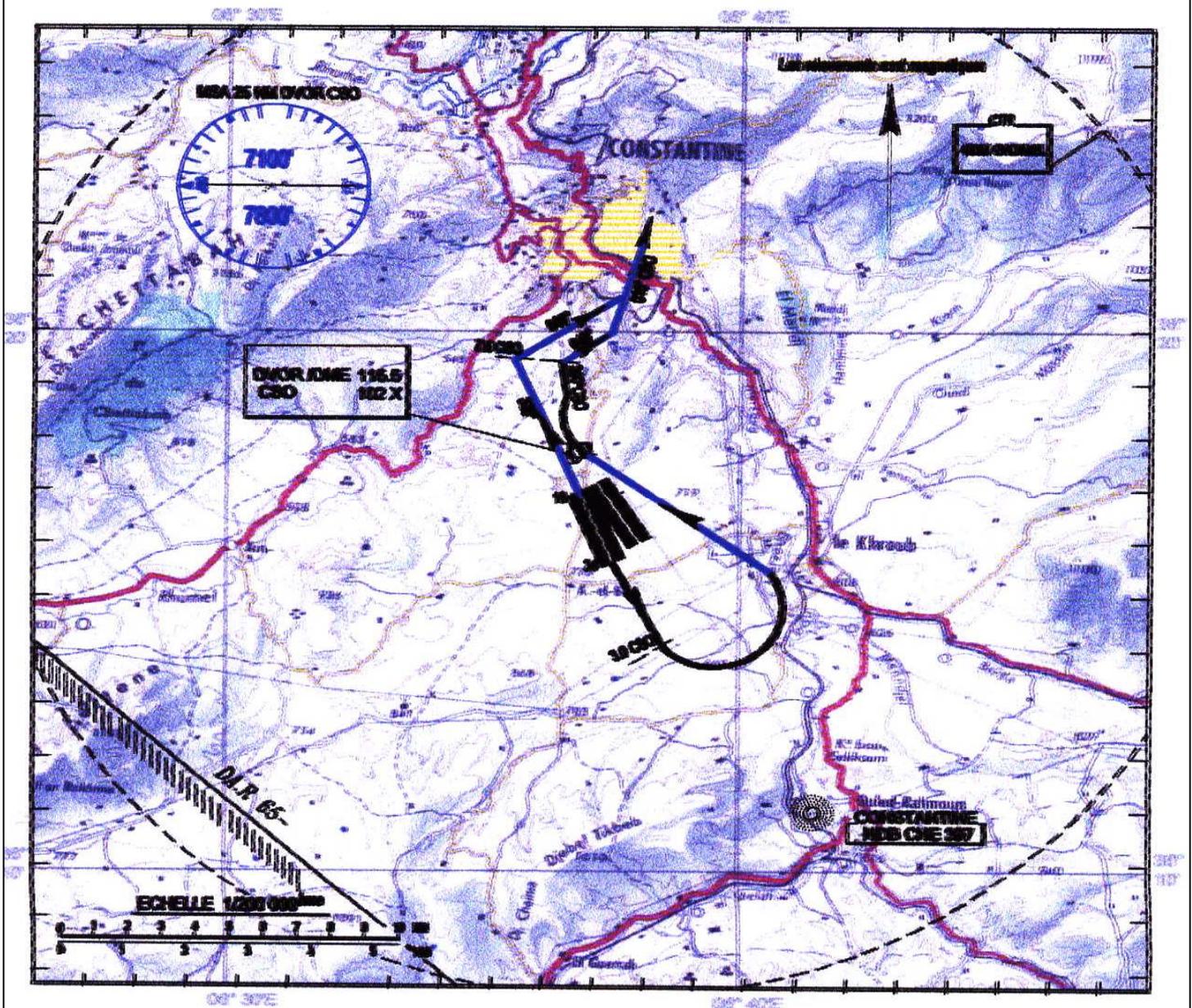
RWY32 : Monter jusqu'à 2.0NM CSO, puis virer à gauche pour suivre route magnétique 358°. A 7.0NM CSO, virage à droite pour suivre route magnétique 45°, puis intercepter et suivre radiale R10° CSO.

Avec autocad :

FIG (VI.8.2.2F)

CONSTANTINE/MOHAMED BOUDIAF AIR ALGERIE
 ALTITUDE DE L'AERODROME :706m CARTE DE PROCEDURE AVEC (N-1) MOTEUR
 ALTITUDE DE TRANSITION : 1920m

A330-200

**Procédures à suivre :**

RWY16 : Monter jusqu'à 3NM CSO, puis virer à gauche pour passer verticale CSO puis intercepter et suivre le radial 360°-C90, à 7.0NM CSO, virage à droite pour suivre route magnétique 45°, puis intercepter et suivre radiale R10° CSO.

RWY34 : Monter jusqu'à 7.0NM CSO, puis virer à droite pour suivre route magnétique 045, puis intercepter et suivre radiale R10° CSO.

VI.8.2.3 ORAN et TAMANRASSET: DAOO et DAAT: L'ensemble des procédures de départ est basé sur un équipement de radionavigation type VOR/DME :

RWY Calcul	DAOO	DAAT	
	RWY (07)	RWY (02)	RWY (08)
Hauteur de virage	$3,3 \cdot 1852 - 3060 - 1800 = 6111,6 - 4912 = 1199,6$ $1199,6 \cdot 0,025 = 29,99\text{m}$	$1.1852.0,025 = 46,3\text{m}$	$1,6.1852 - 2430 = 533,2\text{m}$ $0,025 = 13,33\text{m}$
Altitude de virage	$29,99 + 90 + 5 = 124,99\text{m}$	$46,3 + 1377 + 5 = 1428,3\text{m}$	$13.33\text{m} + 1377\text{m} + 5\text{m} = 1395,3\text{m}$
Température	$32\text{C}^\circ = \text{ISA} + 20$ $K = 1,0598$	$29\text{c}^\circ = \text{ISA} + 14 = \text{ISA} + 15$ $k = 1.1140$	$29\text{c}^\circ = \text{ISA} + 14 = \text{ISA} + 15$ $k = 1.1329$
<u>Vitesse I de départ</u>	265 KT	265 KT	265KT
<u>Vitesse propre de départ VI*K</u>	280,84kt	295,21kt	300,22kt
<u>Vitesse de vent</u>	W=30kt	W=30kt	W=30kt
<u>Inclinaison de virage</u>	$\& = 15^\circ$	$\& = 15^\circ$	$\& = 15^\circ$
<u>Taux de virage</u> $R = 3431\text{tg}\&/ (3.14V_p)$	$R = 1,042^\circ/\text{S}$	$R = 0,99^\circ/\text{S}$	$R = 0,975^\circ/\text{s}$
<u>Rayon de virage : r=</u> $V_p / (20 \cdot 3.14R)$	$4,2\text{NM} = 7778,4\text{m}$	$4,9\text{NM} = 9074,8\text{m}$	$4,9\text{NM} = 9074,8\text{m}$
<u>Effet de vent :</u> $E1 = w (k/h) / 40R$	$1,33\text{NM} = 2463,16\text{m}$	$1,424\text{NM} = 2637,25\text{m}$	$1,424\text{NM} = 2637,25\text{m}$
<u>Tolérances DME :</u> $D1 = -/+ (0,25 + 1,25 / 100.d)$	0,29	$0,27\text{NM} = 500,04\text{m}$	$0,278\text{NM} = 516\text{m}$
<u>Tolérances techniques de vol (6s): D2=VP</u> $(\text{km/s}) \cdot 6\text{s}$	$0,46\text{NM} = 851,92\text{m}$	$0,5\text{NM} = 926,67\text{m}$	$0,46\text{NM}$

TAB (VI.8.2.3)

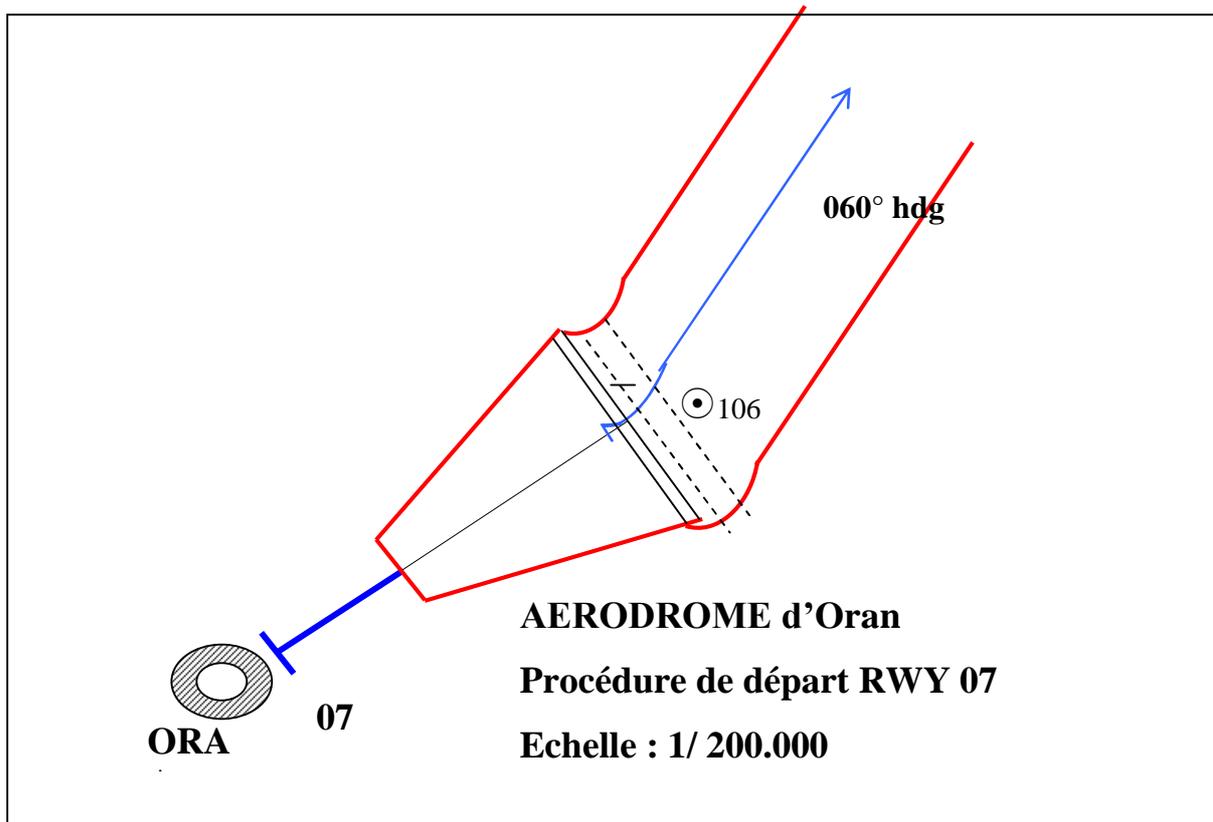


FIG (VI.8.2.3a)

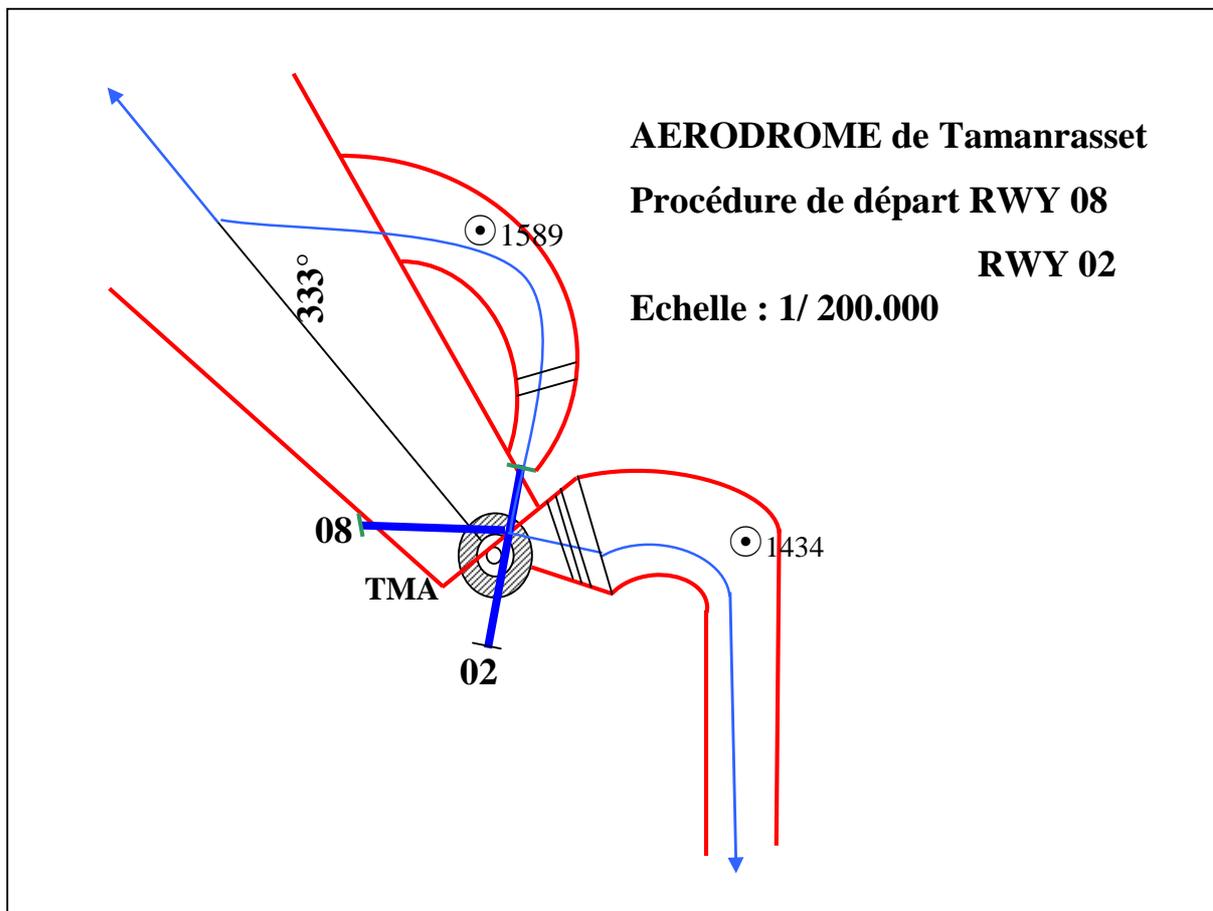


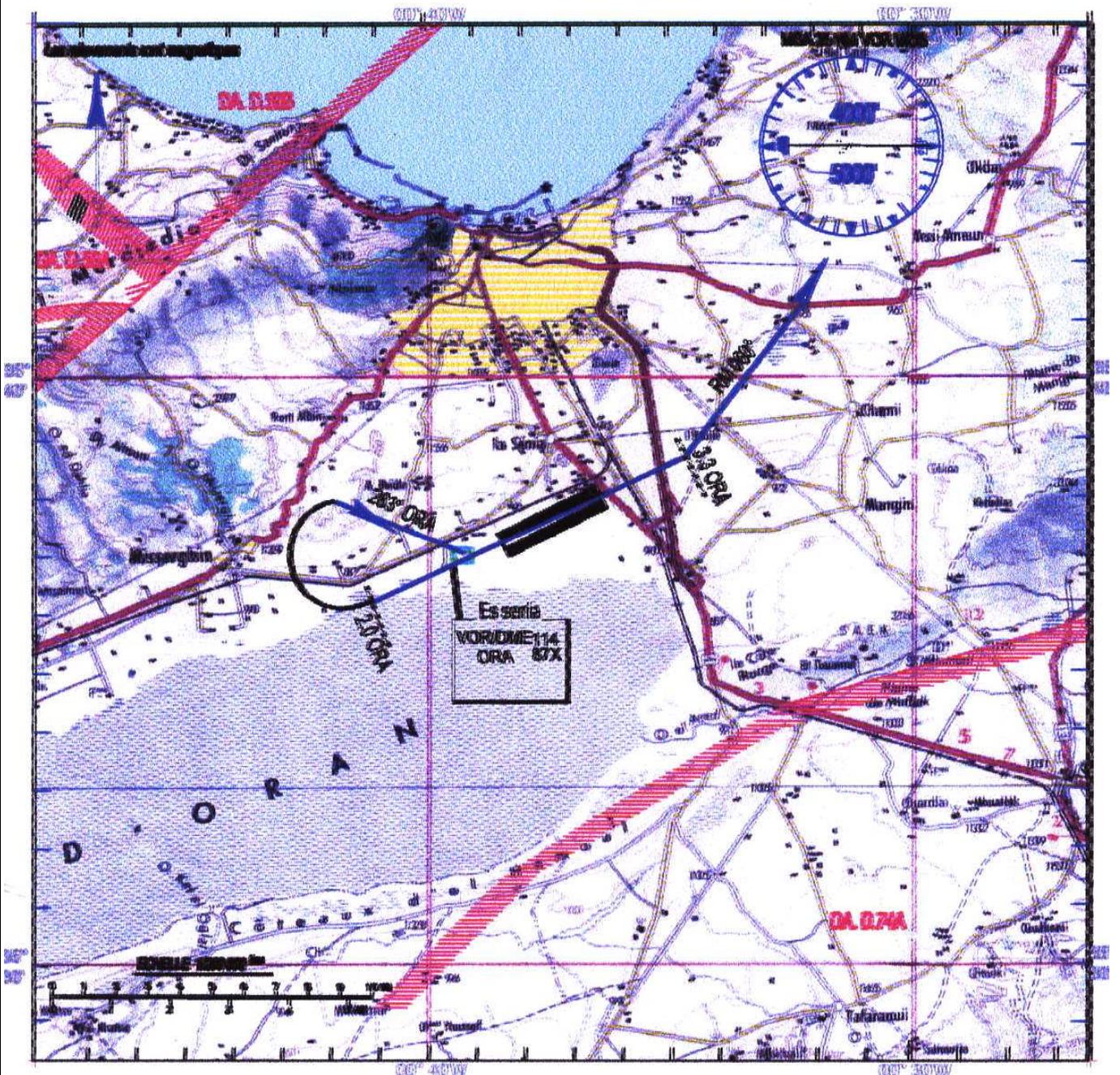
FIG (VI.8.2.3b)

Avec autocad :

FIG (VI.8.2.3c)

ORAN/ES SENIA	AIR ALGERI
ALTITUDE DE L'AERODROME : 90m	CARTE DE PROCEDURE AVEC (N-1) MOTEU.
ALTITUDE DE TRANSITION : 990m	

A 330-200



Procédures à suivre :

RWY07 : Monter jusqu'à 3.3NM ORA, puis virer à gauche pour suivre route magnétique 060°.

RWY25 : Monter jusqu'à 2 NM ORA, puis virer à droite pour le retour sur le radial R-263° ORA.

TAMANRASSET/AGUENAR

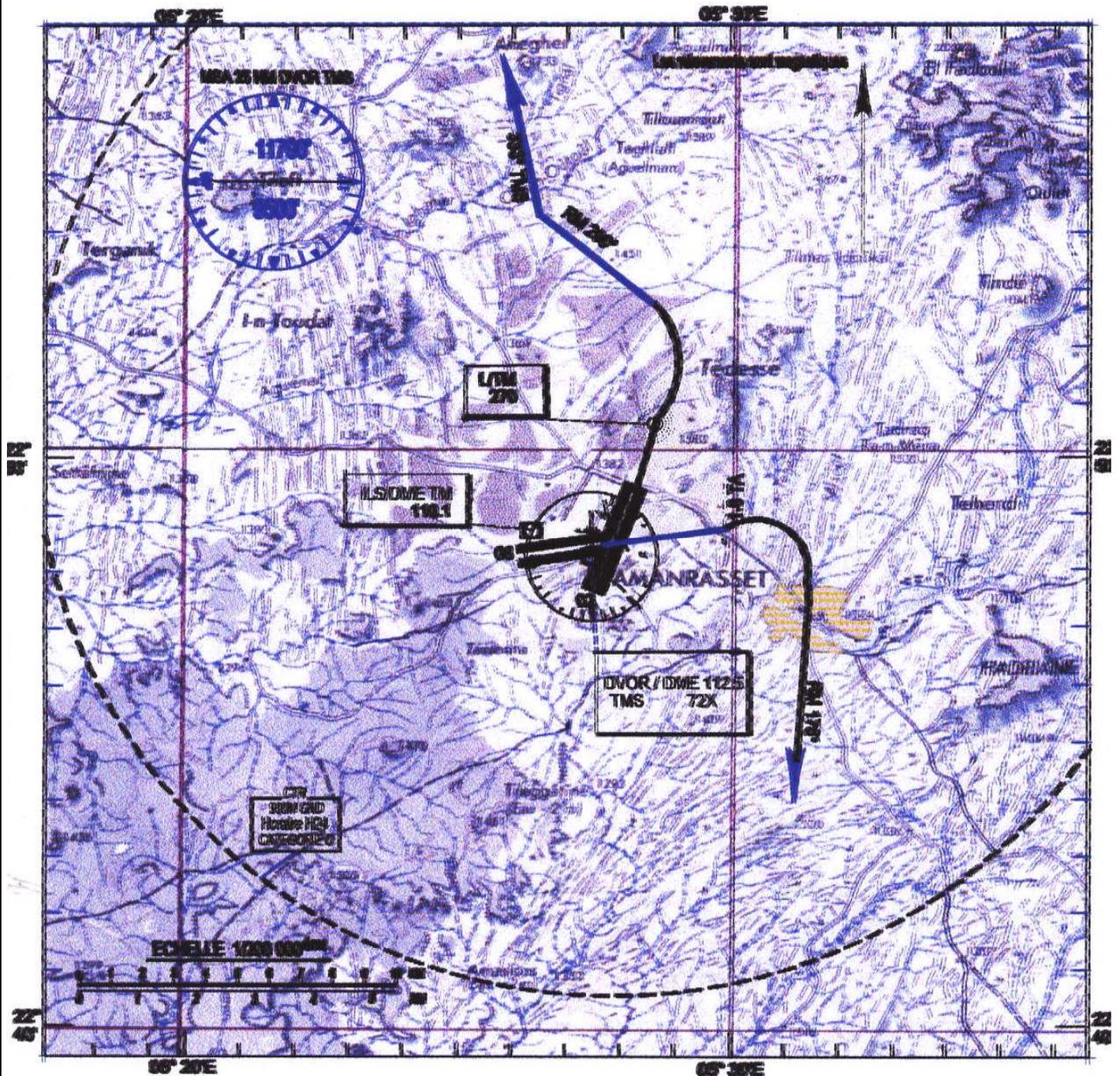
AIR ALGERIE

ALTITUDE DE L'AERODROME : 1377m

CARTE DE PROCEDURE AVEC(N-1)MOTEUR

ALTITUDE DE TRANSITION : 2880m

A330-200



Procédures à suivre :

RWY02 : Monter jusqu'à 1.6NM TA, puis virer à droite pour suivre route magnétique 176°.

RWY08 : Monter jusqu'à vertical TM NDB, puis virer à gauche pour suivre route magnétique 290° jusqu'à intercepter et suivre le radial 333-TMS.

FIG (VI.8.2.3d)

VI.8.3 VERIFICATION :**Règle générale de franchissement d'obstacles :**

- *Obstacle en ligne droite*
- *Obstacle dans l'aire de virage*

Alt. Obstacle + MFO \leq Alt. aéroport + pente x D. obstacle

- D=distance du point tournant par rapport au seuil de piste
- D(obst)=distance de l'obstacle par rapport au seuil de piste
- Pente=2.5%= α
- Dpt=distance de l'obstacle par rapport au point tournant
- MFO = MAX{0,008 x D(obst) ou 90m} départ avec virage
- MFO= 0.008 x D(obst) départ en ligne droite.
- Alt.Virage = Hauteur virage + Alt aéroport+ 5 m

VI.8.3.1 ALGER :

 **RWY 09** : c'est un départ avec virage à 1.5NM ALR

Vérification d'obstacles : Obstacle dans l'aire de virage

- **Obstacle : 24m**

$$D=1.5NM=2780m$$

$$D(\text{obst})=10600m$$

$$Dpt= 5800m$$

$$MFO = \text{MAX} \{0,008 \times D(\text{obst}) ; 90m\} = \text{MAX} \{84.8m; 90m\} = 90m$$

$$\text{Alt Virage} = \text{TNH} + h + 5 = 90 + 25 + 5 = 120m$$

- **Conditions à réaliser :**

Alt. obstacle + MFO \leq Alt. Virage + Dpt x pente .

$$24 + 90 \leq 84.45 + 145$$

$$\Rightarrow 114 \leq 229.45 \quad (\text{condition réalisée})$$

 **RWY 23** : c'est un départ avec virage à 2.3NM ALR

Vérification d'obstacles : Obstacle dans l'aire de virage

- **Obstacle : 51m**

$$D=2.3NM=4259.6m$$

$$D(\text{obst})=14200m$$

$$Dpt= 10400m$$

$$MFO = 0,008 \times D(\text{obst}) = 0,008 \times 14200 = 113.6m$$

$$\text{Alt Virage} = \text{TNH} + h + 5 = 151.49 + 25 + 5 = 151.49m$$

- **Conditions à réaliser :**

$$\text{Alt. obstacle} + \text{MFO} \leq \text{Alt. Virage} + \text{Dpt} \times \text{pente} .$$

$$51+113.6 \leq 151.49+260$$

$$\Rightarrow 164.6 \leq 411.49 \quad (\text{condition r\u00e9alis\u00e9e})$$

VI.8.3.2 CONSTANTINE :

- ✚ **RWY 14 :** c'est un d\u00e9part *avec* virage \u00e0 2.5NM CSO

V\u00e9rification d'obstacles : Obstacle dans l'aire de virage

- **Obstacle 01 : 1128m**

$$D=2.5\text{NM}=4630\text{m}$$

$$D(\text{obst})=20000\text{m}$$

$$\text{Dpt}= 18000\text{m}$$

$$\text{MFO} = 0,008 \times D(\text{obst})=0,008 \times 20000=160\text{m}$$

$$\text{Alt Virage}=\text{TNH}+h+5=3052.85+706+5= 1063.85\text{m}$$

- **Conditions \u00e0 r\u00e9aliser :**

$$\text{Alt. obstacle} + \text{MFO} \leq \text{Alt. Virage} + \text{Dpt} \times \text{pente} .$$

$$1128+160 \leq 450+1063.85$$

$$\Rightarrow 1288 \leq 1513.85 \quad (\text{condition r\u00e9alis\u00e9e})$$

- **Obstacle 02 : 770m**

$$D=7\text{NM}=12964\text{m}$$

$$D(\text{obst})=19800\text{m}$$

$$\text{Dpt}= 8400\text{m}$$

$$\text{MFO} = 0,008 \times D(\text{obst})=0,008 \times 19800=158.4\text{m}$$

$$\text{Alt Virage}=\text{TNH}+h+5=27+706+5= 738\text{m}$$

- **Conditions \u00e0 r\u00e9aliser :**

$$\text{Alt. obstacle} + \text{MFO} \leq \text{Alt. Virage} + \text{Dpt} \times \text{pente} .$$

$$770+158.4 \leq 738+210$$

$$\Rightarrow 928.4 \leq 948 \quad (\text{condition r\u00e9alis\u00e9e})$$

- ✚ **RWY 16 :** c'est un d\u00e9part *avec* virage \u00e0 3NM CSO

V\u00e9rification d'obstacles : Obstacle dans l'aire de virage

- **Obstacle 01 : 914m**

$$D=3\text{NM}=5556\text{m}$$

$$D(\text{obst})=9800\text{m}$$

$$Dpt= 11200\text{m}$$

$$MFO = \text{MAX}(0,008 \times D(\text{obst}) ; 90\text{m})=90\text{m}$$

$$\text{Alt Virage}=\text{TNH}+h+5=48.63+706+5= 759.63\text{m}$$

- **Conditions à réaliser :**

$$\text{Alt. obstacle} + \text{MFO} \leq \text{Alt. Virage} + \text{Dpt} \times \text{pente} .$$

$$914+90 \leq 759.63+280$$

$$\Rightarrow 1004 \leq 1039.63 \quad (\text{condition r\u00e9alis\u00e9e})$$

- **Obstacle 02 : 548m**

$$D(\text{obst})=9000\text{m}$$

$$Dpt= 6800\text{m}$$

$$MFO = \text{MAX}(0,008 \times D(\text{obst}) ; 90\text{m})=90\text{m}$$

$$\text{Alt Virage}=\text{TNH}+h+5=759.62+(0.025*3*1852)= 898.52\text{m}$$

- **Conditions à réaliser :**

$$\text{Alt. obstacle} + \text{MFO} \leq \text{Alt. Virage} + \text{Dpt} \times \text{pente} .$$

$$548+90 \leq 898.52+170$$

$$\Rightarrow 638 \leq 1068.52 \quad (\text{condition r\u00e9alis\u00e9e})$$

- **Obstacle 03 : 409m**

$$D(\text{obst})=19800\text{m}$$

$$Dpt= 4400\text{m}$$

$$MFO = 0,008 \times D(\text{obst})=0,008 \times 19800=158.4\text{m}$$

$$\text{Alt Virage}=\text{TNH}+h+5= 1050\text{m}$$

- **Conditions à réaliser :**

$$\text{Alt. obstacle} + \text{MFO} \leq \text{Alt. Virage} + \text{Dpt} \times \text{pente} .$$

$$409+158.4 \leq 1050+110$$

$$\Rightarrow 567.4 \leq 10160 \quad (\text{condition r\u00e9alis\u00e9e})$$

 **RWY 32** : c'est un d\u00e9part avec virage \u00e0 2NM CSO

V\u00e9rification d'obstacles : Obstacle dans l'aire de virage

- **Obstacle 01 : 760m**

$$D=2\text{NM}= 3704\text{m}$$

$$D(\text{obst})=11000\text{m}$$

$$Dpt= 6000\text{m}$$

$$\text{MFO} = 0,008 \times D(\text{obst}) = 0,008 \times 11000 = 90\text{m}$$

$$\text{Alt Virage} = \text{TNH} + h + 5 = 181.35 + 706 + 5 = 892.35\text{m}$$

- **Conditions à réaliser :**

$$\text{Alt. obstacle} + \text{MFO} \leq \text{Alt. Virage} + \text{Dpt} \times \text{pente} .$$

$$760 + 90 \leq 892.35 + 150$$

$$\Rightarrow 850 \leq 1042.35 \quad (\text{condition r\u00e9alis\u00e9e})$$

- **Obstacle 02 : 580m**

$$D(\text{obst}) = 21000\text{m}$$

$$\text{Dpt} = 4000\text{m}$$

$$\text{MFO} = 0,008 \times D(\text{obst}) = 0,008 \times 21000 = 168\text{m}$$

$$\text{Alt Virage} = 892.35 * (7 * 1852 * 0.0025) = 1216.45$$

- **Conditions à réaliser :**

$$\text{Alt. obstacle} + \text{MFO} \leq \text{Alt. Virage} + \text{Dpt} \times \text{pente} .$$

$$580 + 168 \leq 1216.45 + 100$$

$$\Rightarrow 748 \leq 1416.45 \quad (\text{condition r\u00e9alis\u00e9e})$$

 **RWY 34** : c'est un d\u00e9part avec virage \u00e0 7NM CSO

V\u00e9rification d'obstacles : Obstacle dans l'aire de virage

- **Obstacle : 762m**

$$D = 7\text{NM} = 12964\text{m}$$

$$D(\text{obst}) = 24800\text{m}$$

$$\text{Dpt} = 12000\text{m}$$

$$\text{MFO} = 0,008 \times D(\text{obst}) = 0,008 \times 24800 = 198.4\text{m}$$

$$\text{Alt Virage} = \text{TNH} + h + 5 = 339.375 + 706 + 5 = 1050.375\text{m}$$

- **Conditions \u00e0 r\u00e9aliser :**

$$\text{Alt. obstacle} + \text{MFO} \leq \text{Alt. Virage} + \text{Dpt} \times \text{pente} .$$

$$762 + 198.4 \leq 1050.375 + 30$$

$$\Rightarrow 960.4 \leq 1080.375 \quad (\text{condition r\u00e9alis\u00e9e})$$

VI.8.3.3 ORAN :

 **RWY 07** : c'est un d\u00e9part avec virage \u00e0 1.5NM ORA

V\u00e9rification d'obstacles : Obstacle en ligne droite

- **Obstacle : 106m**

$$D = 3.3\text{NM} = 6111.6\text{m}$$

$$D(\text{obst}) = 26000\text{m}$$

$$Dpt= 9000m$$

$$MFO = 0,008 \times D(\text{obst})=0,008 \times 26000=208m$$

$$\text{Alt Virage}=124.99m$$

- **Conditions à réaliser :**

$$\text{Alt. obstacle} + \text{MFO} \leq \text{Alt. Virage} + \text{Dpt} \times \text{pente} .$$

$$106+208 \leq 124.99+225$$

$$\Rightarrow 314 \leq 349.99 \quad (\text{condition réalisée})$$

VI.8.3.1 TAMANRASSET :

RWY 02 :

Vérification d'obstacles : Obstacle dans l'aire de virage

- **Obstacle : 1489m**

$$D(\text{obst})=11000m$$

$$Dpt= 8600m$$

$$MFO = \text{MAX} \{0,008 \times D(\text{obst}) ; 90m\} = \text{MAX}\{88m; 90m\} = 90m$$

$$\text{Alt Virage} = \text{TNH} + h + 5 = 185 + 25 + 5 = 215m$$

- **Conditions à réaliser :**

$$\text{Alt. obstacle} + \text{MFO} \leq \text{Alt. Virage} + \text{Dpt} \times \text{pente} .$$

$$1489+90 \leq 1395.3+215$$

$$\Rightarrow 1577 \leq 1610.3 \quad (\text{condition réalisée})$$

RWY 08 : c'est un départ avec virage à 1.6NM TMS

Vérification d'obstacles : Obstacle dans l'aire de virage

- **Obstacle : 1434m**

$$D=1.6NM=2963.2m$$

$$D(\text{obst})=13400m$$

$$Dpt= 9800m$$

$$MFO = 0,008 \times D(\text{obst})=0,008 \times 13400=107.2m$$

$$\text{Alt Virage} = \text{TNH} + h + 5 = 13.33 + 1377 + 5 = 1395.33m$$

- **Conditions à réaliser :**

$$\text{Alt. obstacle} + \text{MFO} \leq \text{Alt. Virage} + \text{Dpt} \times \text{pente} .$$

$$1434+107.2 \leq 1395.33+245$$

$$\Rightarrow 1541.2 \leq 1640.33 \quad (\text{condition réalisée})$$

VI.9 COMPARAISON AVEC LES PROCEDURES DE JEPPESEN :

Aérodrome	Piste		JEPPESEN (rayon de virage NM)	Nouvelles procédures (rayon de virage NM)	Δr (m)
Alger (DAAG)	RWY (09)		4.35	4.23	222.5
	RWY (23)		4.35	4.23	222.5
Constantine (DABC)	RWY (14)	r (1er virage)	4.55	4.5	92.6
		r (2ème virage)	4.75	4.748	3.704
	RWY (16)	r (1er virage)	4.5	4.5	0
		r (2ème virage)	4.531	4.531	0
		r (3ème virage)	4.75	4.748	3.704
	RWY (32)	r (1er virage)	4.5	4.5	0
		r (2ème virage)	4.75	4.748	3.704
	RWY (34)		4.65	4.5	277.8
Oran (DAOO)	RWY (07)		4.32	4.2	222.5
Tamanrasset (DAAT)	RWY (02)		5.152	4.9	466.8
	RWY (08)		5.152	4.9	466.8

TAB (VI.9)

Pour les rayons de virage de JEPPESEN : voir JEPPESEN airway manuel (Scheduled, AFR, ERM).

Remarques :

I) Les rayons de virage calculés par les nouvelles procédures proposées, pour les RWY 14, 16 et 32 de l'aérodrome de Constantine sont identiques ou presque identiques aux rayons de virage des procédures de JEPPESEN, Cela est du à la complexité et à la particularité de l'emplacement géographique de l'aérodrome de Constantine à cause des paramètres suivants :

- Reliefs
- Proximité de la zone interdite (Oum El Bouaghi)

II) Sur les autres RWY on constate qu'il y a une différence qui influe directement sur la distance de la trajectoire, en effet la trajectoire obtenue est plus courte car le rayon est plus petit. Trajectoire plus courte =>

- Sécurité augmente (procédure à suivre est plus courte)
- Temps de décollage diminue (temps de vol diminue)
- Consommation du carburant diminue.

CONCLUSION

A l'issue du stage pratique effectué et de ce modeste travail, on peut dire qu'on a atteint les objectifs tracés préalablement, à savoir, faire la conception des procédures de décollage avec panne moteur de l'A330-200 sur les différents aérodromes selon les besoins réels de la compagnie AIR ALGERIE.

La conception des procédures de départ avec panne moteur doit être établie pour chaque piste à partir de laquelle les départs aux instruments sont effectués, et pour chaque aéronef et non pas par catégorie d'aéronefs, pour pouvoir effectuer le décollage suivant une trajectoire plus courte ce qui permet un gain de temps de vol et un gain de carburant afin d'assurer l'économie de la navigation aérienne tout en gardant une marge importante de sécurité.

Notre stage à la Direction d'Exploitation, nous a permis de nous familiariser avec l'aspect pratique dans l'utilisation des connaissances acquises durant notre cursus universitaire ; il nous a permis aussi de nous rendre compte des difficultés rencontrées dans l'établissement des procédures.

Finalement, nous espérons que notre modeste travail pourra être exploitable au sein de la compagnie et que nous avons su apporter toutes les réponses entourant ce sujet qui permettraient aux futurs ingénieurs de poursuivre ce travail pour des améliorations qui feront l'objet d'un nouveau sujet.

GLOSSAIRE

- A/D : Aérodrome
- ACN : Aircraft classification number (numéro de classification d'aéronef)
- AIP : Publication d'information aéronautique
- ALT : Altitude
- ATC : Contrôle de la circulation aérienne
- ARP : Point de référence de l'aérodrome
- ATS : Route aérienne
- CAG : Circulation aérienne générale
- C° : Degré Celsius
- D : Distance
- DEC : Décollage
- DER : Extrémité de départ de la piste
- DME : Dispositif de mesure de distance
- DOA : Direction des opérations aériennes
- FIG : Figure
- FL : Niveau de vol
- FT : Pied
- GND : Sol
- H : Heure
- IFR : Règle de vol aux instruments
- ISA : Atmosphère type internationale
- JAR : Joint aviation authorities
- KG : Kilogram's
- Km : Kilomètre
- Kt : Noeud
- MFO : Marge de franchissement d'obstacle
- MMO : Mach maxi en opération
- MSL : Niveau moyen de la mer
- MTOW : Masse maximale de décollage
- NDB : Radiophare non directionnel
- NM : Nautique Miles
- OACI : Organisation de l'aviation civile internationale
- PC : Prix carburant
- PCN : Numéro de classification de piste (pavement classification number)
- QFU : Orientation de la piste
- QNH : Pression atmosphérique au niveau de la mer
- RNAV : Navigation de surface
- RWY : Piste
- TAB : Tableau
- TAS : True air speed (VV)
- VI : Vitesse indiquée
- VMO : Vitesse maximale en opération
- VFR : Règles de vol à vue
- Vs : Vitesse de décrochage
- VOR : Radiophare omnidirectionnel VHF
- VV : Vitesse vraie

CHAPITRE I

P **r** **é** **s** **e** **n** **t** **a** **t** **i** **o** **n** **d** **e** **l** **a** **c** **o** **m** **p** **a** **g** **n** **i** **e** **AIR ALGERIE**

CHAPITRE II

Rappel théorique

CHAPITRE III

Généralités sur les performances exigées au décollage

CHAPITRE IV

**Présentation et étude des performances
de l'A330-200**

CHAPITRE V

Etude des caractéristiques opérationnelles des aérodromes

ALGER

CONSTANTINE

ORAN

TAMANRASSET

CHAPITRE VI

**Elaboration et conception
des procédures de départ
avec panne moteur**

CONCLUSION

ANNEXES

ANNEXE A

Coordonnées, échelles et projection des cartes

ANNEXE B

Take off chart

ANNEXE C

Rayons et vitesses angulaires de virage

ANNEXE D

**Les trajectoires de départs
avec (N-1) moteur**

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

- TAB (I.4a): La flotte d'AIR ALGERIE
TAB (I.4b): Evolution de la flotte (2003-2008)
TAB (I.4c): Evolution de la flotte (1990-2003)
FIG (I.6a): ORGANIGRAMME ACTUEL DE LA COMPAGNIE AIR ALGERIE
FIG (I.6b) : ORGANIGRAMME DE LA DIRECTION DES OPERATIONS AERIENNES.
TAB (II) : Aspects réglementaires
FIG (II.1.1) : Exemple de MTOW
FIG (II.1.3) : Masse maximale de structure sans carburant (MMSC)
FIG (II.2.1.1A) : Vitesses associées au décollage
FIG (II.2.1.1B) : Définition de V_{MCG}
FIG (II.2.1.1B) : Condition sur V_1
FIG (II.2.1.2a) : Vitesse de cabrage et de rotation (V_R)
FIG (II.2.1.2b) : Définition de V_{MCA}
FIG (II.2.1.3) : Vitesse de décollage V_{LOF}
TAB (II.2.1.3) : Conditions sur V_{LOF}
FIG (II.2.1.4) : Vitesse de sécurité au décollage (V_2)
FIG (II.2.1.5) : Vitesse de décrochage : V_S
FIG (II.2.1.8a) : Vitesses à fournir au pilote pour le décollage
FIG (II.2.1a) : Distance de roulement au décollage avec Panne du moteur
FIG (II.2.1b) : Distance de roulement au décollage sans Panne du moteur
FIG (II.2.2a) : Distance de décollage avec Panne du moteur
FIG (II.2.2b) : Distance de décollage sans Panne du moteur
FIG (II.2.2b) : Distance d'accélération- arrêt avec Panne du moteur
FIG (II.2.2b) : Distance d'accélération- arrêt sans Panne du moteur
FIG (III-2) : Trajectoires réglementaires de décollage
TAB (III-2) : Les segments de la trajectoire de décollage
TAB (III-3) : Les pentes réglementaires exigées
FIG (III-4a): Trouée d'envol sans virage : Selon la réglementation JAR
FIG (III-4b) : Trouée d'envol sans virage : Selon la réglementation FAR
FIG (III-4c) : Trouée d'envol avec virage : Selon la réglementation JAR
TAB (III.4) : Demi ouverture maximale B/2
FIG (III-5) : Marge de franchissement des obstacles (MFO)
FIG (III-5a) : Avion en vol rectiligne
FIG (III-5b) : Pénalisation en pente
FIG (III-6) : Limitation d'obstacles
TAB (III-6) : les différents segments
FIG (III.7.3) : Décollage a poussée réduite
TAB (IV.1.1.1) : Dimensions de l'A330-200
FIG (IV.1.1.1) : Dimensions de l'A330-200
TAB (IV-1-2-1) : LIMITATIONS STRUCTURALES
TAB (IV-1-2-2a) : Limitations des vitesses
TAB (IV-1-2-2b) : V_{mca} , V_{mcg}
FIG (IV.1.2.2c): VMO, MMO
FIG (IV.1.2.3) : L'enveloppe opérationnelle
Tab (IV.2.1) : TRAJECTOIRE DE DECOLLAGE

Tab (IV.2.2) : MONTEE EN DECOLLAGE

FIG (IV-2.2A) : Trajectoire de décollage normale (N moteur)

FIG(IV-2.2B): Trajectoire de décollage avec panne (N-1) moteur après V1

TAB (IV.2.3) : MONTEE EN VOL

TAB (IV.2.4) : Montée en atterrissage

FIG (V.2) : DAAG

FIG (V.3a) : Carte d'aérodrome DABC de l'OACI

FIG (V.3b): DABC

FIG (V.4a): Carte d'aérodrome DAOO de l'OACI

FIG (V.4b) : DAOO

FIG (V.5) : DAAT

TAB (V) : Résumé des caractéristiques opérationnelles des aérodromes

FIG 4 : Trajectoire parallèle à l'axe de piste, mais décalée latéralement

TAB (VI.4) : Les pentes de trajectoire de départ

FIG (VI.5.2A): départ en ligne droite sans guidage sur trajectoire

FIG (VI.5.2B): départ avec ajustement de trajectoire (point d'ajustement de trajectoire non spécifié)

FIG (VI.5.2C) : départ avec ajustement de trajectoire (point d'ajustement de trajectoire spécifié)

FIG (VI-1b.1av) : départ en ligne droite avec guidage sur trajectoire installation en avant

FIG (VI-1b.2) : trajectoire en parallèle/trajectoire en décalage/trajectoire sécante

FIG (VI.6.2A): *Virage à une altitude/hauteur désignée*

FIG (VI.6.2B): *Virage à un repère désigné*

TAB (VI.8.2.1): Protections des départs : Alger

FIG (VI.8.2.1a): Protections des départs : Alger 09

FIG (VI.8.2.1b): Protections des départs : Alger 23

FIG (VI.8.2.1c) : Protections des départs : Alger « avec autocad »

TAB (VI.8.2.2) : Protections des départs : Constantine

FIG (VI.8.2.2a): Protections des départs : Constantine 14

FIG (VI.8.2.2b): Protections des départs : Constantine 16

FIG (VI.8.2.2c): Protections des départs : Constantine 32

FIG (VI.8.2.2d): Protections des départs : Constantine 34

FIG (VI.8.2.2e) : Protections des départs : Constantine14/32 « avec autocad »

FIG (VI.8.2.2f) : Protections des départs : Constantine16/34 « avec autocad »

TAB (VI.8.2.3) : Protections des départs Oran et Tamanrasset

FIG (VI.8.2.3a) : Protections des départs Oran

FIG (VI.8.2.3b) : Protections des départs Tamanrasset

FIG (VI.8.2.3c) : Protections des départs Oran « avec autocad »

FIG (VI.8.2.3d) : Protections des départs Tamanrasset « avec autocad »

TAB (VI.9) : Comparaison avec les procédures de JEPPESEN.

BIBLIOGRAPHIE

- **OPERATIONS AERIENNES I, II**
- **AIP ALGERIE 2008**
- **Operating Data Manuel** de l'A330-200.
- **Document 8168 de l'OACI** : « Exploitation technique des aéronefs » volume II
édition 2006
- **Doc 4444 de l'OACI** : « Règle de l'air et service de la circulation aérienne » 13^{ème}
édition 1996
- **Annexe 06 de l'OACI** « Opérations aériennes » partie 1 Exploitation technique des
aéronefs de transport commercial
- **Annexe 11 de l'OACI** : « service de la circulation aérienne » édition 1999
- **JEPPESEN** airway manuel ; Scheduled (volume 1), AFR (volume 1 et 2) ; ERM
(volume 1,2,3,4,5,6)
- **« JAR OPS » de JAA.**
- **Sites Internet** : www.ENNA-SIA.dz

www.ENNA.dz

www.ign.fr

www.AIRBUS.com
- Sous direction d'exploitation d'AIR ALGERIE
- Service de la circulation aérienne de l'ENNA.