

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA
FACULTE DES SCIENCES DE
L'INGENIEUR



INSTITUT D'AERONAUTIQUE
DEPARTEMENT DE NAVIGATION AERIENNE

PROJET DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du titre

D'INGENIEUR D'ETAT EN AERONAUTIQUE

OPTION : opérations aériennes



CRITERES DE SECURITE POUR L'OBTENTION
DE L'APPROBATION OPERATIONNELLE
ETOPS A330-200



Promoteur :
Mr. DRIOUCHE MOULOU

Présenté par :
BEN ACHOUR SALIM
MEZIANE ABDELKADER

Promotion 2004

Remerciement

En premier lieu, on doit remercier le bon Dieu le seul qui nous a donné la force et les moyens pour réaliser ce travail

Nous remercions notre promoteur Mr. Driouche Mouloud qui nous a aidé énormément durant toute l'année.

Nous tenons à remercier infiniment tous ceux qui on attribué de près ou de loin dans ce modeste travail dont on doit citer :

Le directeur de l'institut d'aéronautique de Blida : Mr. Berguel Said

Le chef de département propulsion –CFM-: Mr. Zeddami Chakib

Le chef de département navigation et infrastructure à TUNISAIR : Mr. Raouf Khelil ainsi qu'à toute personne de cette compagnie

Les professeurs : Sahraoui Abdallah, Hamidi Hocine, Rezzoug Tahar, Rahim, Ben Aissa, Hamouda, Bechri, Akilla, Kadik, Lagha, Ounar, Amtout, Chagrani, Saci, Guellati, Abdellah, Badreddine, Bentrade.

Les ingénieurs d'AIR ALGERIE : Madenne Abdelghani, Nabil, Mustapha, Sofiane, Marouane, Mokrane, Rabah, Larbi, Farid.

Les responsables de centre de calcul : Djalel et Sid Ahmed

Abdelkader et Salim

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

- ✓ *Ma chère mère Gazhala qui m'a soutenue durant ma vie et mes études.*
- ✓ *Mon cher père Mongi qui m'a encouragé le long de mon cursus.*
- ✓ *Mes chers frères Majdi et Mouhamed.*
- ✓ *La famille Ayed en particulier Amira..*
- ✓ *Toute la famille Ben Achour.*
- ✓ *Mon binôme Abdelkader et sa famille.*
- ✓ *Mes amis de la cité universitaire SoumaaII en particulier Ziad.*
- ✓ *Mes amis en Tunisie.*
- ✓ *A tous mes amis de l'option Opérations Aériennes : Abdelkader, Djamil, Djellali, Chouaib, Hichem, Hatem, Lamia, Khalida, Selma, Meriem, Samia, Labassia, Ahlem.*
- ✓ *A tous mes amis de l'université de Blida sans exception*
- ✓ *A tous qui connaissent Salim Ben Achour.*

Salim Ben Achour

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

- A mes très chers parents : ma mère **FATMA –ZOHRA** et mon père **M'HAMED** qui m'on soutenue durant mes études , et que je leurs souhaite une longue vie .
- A mes très chères sœurs : Malika , Khadidja , Zohra , Atika , Karima et leurs maries Amar , Rachid ,Ahmed ,Mohamed ,Ismail .
- A l'âme de mon frères Mahfoud que Dieu l'accueillir dans son paradis .
- A mes très chers frères : abdellah et sa femme Naziha , et sans oublier Ibrahim .
- Aux petits Anges : Imad , Romaissa , Alae , Ayemen , RACHA , Khaoula , Abdellalim .
- Aux CHRECHRA : Hamza , Mohamed , Zakaria , Khaled , Raouf .
- Aux CHIRATE : Hadjer , Mazora , Salma , Chaima .
- A toutes la familles et les coussins .
- Ames très chers amis : Merzak , Rabah , Ismail ,Raouf , Ramadhan , Noureddine , Mohamed , Hamza , Ahmed .
- A tous OULED EL HOUMA ,
- Mon Binôme **SALIM** et toutes sa famille .
- Mon Binôme du cycle DEUA , Rouibi Djamel .
- A tous mes amis de l'option Opérations Aériennes : Salim , Hichem , Hatem , Chouaib , Djilali , Djamil ,Lamia , Khalida , Selma , Meriem . Samia ,Labassia , Ahlem .
- A tous mes amis de l'institut d'Aeronautique de Blida sans exception.
- A mes entraîneurs : Abdellah , Hakim et le professeur Hocine Hamdi .
- A tous mes collègues de la famille universitaire et sportive

Abdelkader Meziane .

SOMMAIRE

INTRODUCTION BUT

Chapitre I : Généralités 1-22

- I-1. Historique
- I-2. ETOPS et le règlement
- I-3. Définitions
- I-4. Présentation de l'avion : A330-200
- Abréviations

Chapitre II : Caractéristiques et Critères de concept23-36

- II-1. Procédures d'approbation
- II-2. Approbation opérationnelle ETOPS accélérée
- II-3. Politique
- II-4. Continuité des ETOPS
- II-5. Caractéristiques et critères de conception
- II-6. Approbation de la définition de type
- II-7. Critères
- II-8. Trajectoires de vol en route

Chapitre III : Critères d'approbation opérationnelle37-63

- III-1. Critères d'approbation opérationnelle
- III-2. Approbation ETOPS accélérée
- III-3. Préparation du vol et considérations en vol
- III-4. Approvisionnement en carburant et en huile
- III-5. Aéroports de dégagement en route convenables
- III-6. Installations disponibles à l'aéroport de dégagement convenable au plafond – visibilité

- III-7. Données de performances de l'avion
- III-8. Programme de formation et d'évaluation des équipages de conduite
- III-9. Limites opérationnelles
- III-10. Préparation de l'équipage de vol

Chapitre IV : Exigences de maintenance et de fiabilité ETOPS64-78

- IV-1. Généralités
- IV-2. Programme de maintenance ETOPS
- IV-3. Manuel ETOPS
- IV-4. Programme relatif à la consommation d'huile
- IV-5. Contrôle de l'état des moteurs
- IV-6. Programme de vérification
- IV-7. Programme de fiabilité
- IV-8. Évaluation de la fiabilité du système de propulsion

Chapitre V : Applications

- Exemple 1 : CFP : Computer Flight Plan
- Exemple 2 : New York – Shannon
- Exemple 3 : Application informatisée

Conclusion

Bibliographie

Annexes

INTRODUCTION

Introduction

ETOPS (Extended Twin Operation) est un acronyme créé par l'OACI (Organisation de l'aviation civile internationale) pour décrire le fonctionnement d'un avion bimoteur au dessus d'un itinéraire qui contient un point éloigné d'une heure de vol avec un moteur en panne à la vitesse de croisière (dans les conditions standards et en air calme) d'un aéroport adéquat. Les règlements ETOPS sont applicables pour les routes au dessus de la mer ainsi bien que les régions terrestres.

Le développement des avions bimoteurs a exigé la réécriture d'un des chapitres de l'aviation civile pour l'adopter aux capacités uniques de ces spéciales avions.

Les anciennes règles n'étaient pas appropriées pour les bimoteurs modernes parce qu'elles étaient basées sur les dispositifs d'exécution et de sécurité des avions qui étaient beaucoup moins fiables et capables.

Les autorités de l'aviation civile ont répondu favorablement à ces avances technologiques et ils ont travaillé avec l'industrie pour créer un nouvel ensemble de dispositifs. Ces nouvelles règles tirent profits d'efficacité, de performance et des sécurités des règles des bimoteurs d'aujourd'hui. Ces règles permettent aux opérateurs de contrôler les ressources d'une manière plus efficaces.

Le but de l'ETOPS est très clair, il est de fournir des niveaux très élevés de sécurité tout en facilitant l'utilisation du bimoteur sur des itinéraires aux lesquels ont été précédemment limité au trimoteur et quadrimoteurs. Des opérations ETOPS permettent également une utilisation plus efficace des ressources de la ligne aérienne.

L'exploitation des appareils en procédure ETOPS offre un gain très important en coût d'exploitation direct (temps de vol, consommation carburant).

Cependant, les règles et les principes sont souvent assez compliqués et peu clairs.

Dans cette étude, on va expliquer les aspects suivants :

- Les définitions liées à l'ETOPS ainsi que l'historique de ce type d'exploitation.
- Etops et la réglementation
- Comment obtenir l'approbation opérationnelle ETOPS
- Les exigences sur le plan opérationnel et maintenance.
- Un exemple de planification d'un vol ETOPS (théorique et informatisé)

But :

Cette étude a pour but principal de :

- Servir de guide pour permettre à une compagnie nouvelle dans ce domaine d'établir un programme pour l'utilisation d'un type d'avion bimoteur en ETOPS.
- Démontrer les différentes procédures pour l'obtention de l'approbation opérationnelle ETOPS.
- Expliquer les considérations sur le plan opérationnelle et entretien.

CHAPITRE I

GENERALITES

I-1. Historique

Il y a une histoire étendue dans l'évolution des règles qui sont la base des fonctionnements ETOPS. Un tel fonctionnement n'est pas aussi récent qu'on penserait, le premier ayant lieu .

En 1919 quand deux Britanniques Captain John Alcock et le Lieutenant Arthur Witten Brown ont croisé l'océan Atlantique avec le bimoteur Vickers Vimy, atterrissant par la suite dans un marais Irlandais.

I-1-1. Règlements originaux

Dès 1936, le FAA a créé les conditions qui sont incorporés dans le principale FAR section 121.161 d'aujourd'hui. La règle initiale est appliquée à tout les types d'avion indépendamment du nombre de moteur. Toutes les opérations ont été limité en route à un domaine de fonctionnement au dessous de 100 milles marin d'un aéroport adéquat. Ces jours, 100 milles sont environ 60 minutes de temps de vol de beaucoup d'avion avec un moteur inopérant.

Le premier FAA « règle de 60 minute » a été établie en 1953, cette règle était concentrée sur la fiabilité des moteurs à piston qui étaient disponibles à la fin des années 40 et au début des années 50.

En général, les avions bimoteurs ont été limités aux domaines de fonctionnement définies par 60 minutes à la vitesse de croisière avec un moteur inopérant (dans les conditions standards et en air calme) d'un aéroport adéquat.

Cependant, la règle était flexible, elle a permis des opérations au delà de 60 minutes si une approbation spéciale a été obtenue de l'administrateur.

Cette approbation spéciale a été basée sur le caractère du terrain, le genre des opérations et les performances de l'avion utilisé, il n'avait pas une limite supérieure de normalisation pour cette approbation spéciale.

Le but de ce règlement était de limiter le temps de vol à un aéroport de dégagement et de réduire le risque de catastrophe à un niveau acceptable en abaissant la probabilité que tous les moteurs défailleraient.

En d'autre terme, le niveau le plus bas de la fiabilité de la puissance des pistons nécessite que l'aéronef reste dans un délai de 60 minutes d'un aéroport adéquat pour s'assurer que, si un moteur défaillait à un point quelconque le long de l'itinéraire, un atterrissage pourrait être effectuer avant que le moteur restant ait défailli.

Dans les années 1950, l'OACI a édité des recommandations déclarant que le temps de déroutement de 90 minutes était acceptable pour tout avions.

Cette recommandation OACI a été adoptée par beaucoup d'autorité de réglementation non-US et beaucoup de compagnies aériennes non -US ont commencé à exploiter les bimoteurs selon cette règle.

En 1953, l'OACI Standing comitee a révisé les données des pannes des moteurs à piston.

1-1-2. La fiabilité de la première génération des moteurs à turbines.

L'introduction des moteurs à réaction dans les avions civils a mené aux améliorations significatives de la puissance comparée à la puissance des moteurs à piston.

L'introduction du turboréacteur de Pratt & Whitney JT8D dans l'avion a actionné à une avance importante dans la fiabilité et la sécurité du système de propulsion qui ont permis le développement de l'avion bimoteur qui était plus grand et plus rapide qu'un avion à 4 moteurs à piston.

Une expérience opérationnelle avec le JT8D et d'autres durant les 25 dernières années démontre que des niveaux très élevés de la fiabilité peuvent être réalisé avec des moteur d'avion à réaction.

Les statistiques montrent que les turboréacteurs sont plus fiables que les turbopropulseurs et que les accidents reliés à la propulsion ont été réduits.

I-1-3. Le développement des turboréacteurs à double flux des avions bimoteurs

Les grandes avancées avaient été effectuées dans l'environnement opérationnelles, la fiabilité de conception et l'intégrité. Ces avancées ont été basées sur l'expérience extrêmement satisfaisante de JT8D et la connaissance obtenue de l'introduction opérationnelle des grandes turboréacteur à double flux de Pratt & Whitney JT9D, General Electric CF6 et Rolls-Royce RB211.

Les bimoteurs géants avait été en service pendant un certain temps (A300 était le premier en 1974, A310 en 1983) et les exploitants pourraient avoir l'avantage d'utiliser leur bimoteur en appliquant les règles de l'OACI sur des itinéraires où les anciennes règles les obligent à utiliser des avions à trois ou quatre moteurs.

Le plus grand intérêt initiale des opérations ETOPS 120 minutes était au dessus de l'Atlantique nord (NAT). La nature très sévère des opérations au dessus de NAT a conduit l'utilisation des bimoteurs géants.

Cependant, des opérations au dessous de 60 minutes exige une route indirecte et l'utilisation d'un aéroport de dégagement en route. Tout ceci a lentement conduit les autorités et l'industrie à la réalisation des technologies très avancées dans le fuselage, l'avionique et les systèmes de propulsion qui ont créé le besoin et l'occasion d'utiliser de nouveaux genre d'opérations.

L'arrivée de A300-600, A310, B757, 767, MD-90, A320, A321, A330 et la nouvelle génération des réacteurs double flux a fourni aux bimoteurs l'efficacité, la sécurité, les capacités de portée/charge payante qui ont rendus l'ancienne restriction de la règle 60 minutes inadéquate.

Au début des années 1980, l'OACI a constitué un groupe d'études d'ETOPS pour examiner la faisabilité des opérations ETOPS avec ces nouveaux bimoteur et définit les critères spéciaux qui devrait être rencontré pour s'assurer que ces fonctionnements ont été conduit avec un niveau très élevé de sécurité .

En même temps , le FAA avait commencé le travail initial qui a eu conséquence la circulaire consultatif CA 120-42 qui est les critères des Etats Unis pour l'ETOPS , le groupe d'études de l'OACI ont recommandé que des nouvelles règles OACI soient établi pour identifier les capacités de ces nouvelles avions et les limitations des anciens avions .

Le résultat finale était un amendement de l'annexe 6 de l'OACI qui a recommandé que tous les avions équipés de turboréacteurs soient limiter à 60 minutes à la vitesse monomoteur d'un aéroport adéquat .

I-1-4. Les opérations initiales ETOPS 120 minutes

Bien qu'un nombre limité des opérations ETOPS ait été conduit sous les anciens directives de l'OACI , ETOPS comme nous le savons aujourd'hui a commencé dans les mi-années 80 .

En 1985, le circulaire consultative (AC) 120-42 publié par l'FAA qui à établit des critères pour l'approbation d'un déroutement selon FAR 121-161 pour augmenter les zones d'opérations ETOPS à la vitesse de croisière monomoteur sous les conditions standard en air calme .

Ce circulaire consultatif (AC) à permet des zones d'opérations aussi grande que 138 minutes si ces critères spéciaux additionnelles était rencontrés.

Plusieurs autres autorités d'aviation civile ont également publié des critères d'ETOPS comprenant CAA (UK), DGAC France, DOT Canada, DOT Australie durant la même période. Plusieurs pays sont fondés sur les conseils fournis dans les amendements d'ETOPS De l'annexe 6 de l'OACI.

En 1993, JAA a élaboré leurs propres critères AMJ 120-42 (Advisory Material Joint) qui combine les meilleurs points des différents règles Européennes et des critères de FAA.

I-1-5.Modifications sur les avions existants

Bien qu'il y ait eu plusieurs avions qui pourraient répondre aux exigences proposées d'exécutions d'ETOPS et ont eu les capacités portée/charge payantes pour rendre les opérations ETOPS économiquement faisable.

Il n'y avait aucun avion capable de répondre aux exigences des systèmes avion et système de propulsion alors que les règles d'ETOPS étaient développées.

Le premier avion ETOPS était des révisions modifiées de l'avion origine destinées aux services pré -ETOPS. Ces modifications étaient nécessaires pour améliorer principalement la fiabilité des systèmes de propulsion et d'améliorer la redondance et les performances des systèmes électroniques, hydraulique et avionique.

Un générateur électronique hydrauliquement entraîné était ajouté à la plus part des avions pour fournir 4 sources indépendantes de courant électrique alternatif et de s'assurer que l'alimentation électrique à tous les systèmes critiques serai toujours maintenu sans interruption.

L'expérience très bonne en générale avec 120 minutes d'ETOPS a conduit les autorités et l'industrie à considérer la possibilité des opérations ETOPS de 180 minutes.

Les potentiels pour 180 minutes d'ETOPS étaient très importants pour les exploitants car il a signifié que presque n'importe quelle route dans le monde pourrait être économiquement entretenu par un avion bimoteur. En plus des perfectionnements majeurs de conception incorporer à l'avion ETOPS, des améliorations dans la fiabilité des moteurs à double flux permet les opérations ETOPS 180 minutes possible.

FAA a publié un circulaire consultatif AC 120-42 « A » en **30 décembre 1988**, qui fourni les critères pour les opérations 75 minutes ,120 minutes et 180 minutes.

En **18 Janvier 1989**, FAA a approuvé la première opération ETOPS 180 minutes. Les opérations ETOPS sont devenues maintenant banales aux routes de l'Atlantique Nord où actuellement plusieurs bimoteurs remplacent les tri et quadri moteurs.

1-1-6. Développement d'avions ETOPS modernes

Les expériences très réussites durant l'introduction ETOPS, l'avantage de sécurité associée à ces conceptions et les grandes avantages économiques fournies aux exploitants ETOPS ont eu un effet puissant sur la conception de tout les modernes bimoteurs.

En raison de la succès d'ETOPS, il est maintenant économiquement faisable pour construire un très grande bimoteur, ce nouvel avion aura encore de meilleur dispositif de sécurité et des efficacités plus élevés d'opérations.

Les moteurs sur les nouvelles avions ETOPS tel que L'A330 devrait être du bien plus fiable aux améliorations de conception qui ont basé sur une expérience curent d'ETOPS.

1-1-7. Etapes important d'ETOPS

Les exploitants d'AIRBUS avait actionné leur avion bimoteur A310 à travers l'Atlantique Nord, le compartiment Bay du Bengale et l'océan Indien selon la règle de 90 minutes de l'OACI depuis 1976. Cependant, ETOPS a officiellement commencé en 1985 par le renouvellement des critères publiés ETOPS.

En 1985, les premières opérations ETOPS (90 minutes) ont été effectuées en **Février** par TWA avec des B767 et en **Juin** par Singapore Airlines avec un A330.

En **Avril 1986**, PanAm était le premier a inauguré le service de comptabilité transatlantique avec l'A310-200 et A310-300.

Au moins de 5 ans, plus de 20 exploitants ont joint les deux pionniers dans les opérations ETOPS d'AIRBUS.

Pendant l'année 1992, les vols d'ETOPS ont représenté plus de 30% de heures de vol de la flotte mondiale de l'A310 (elle a représenté 6% en 1986), à ce moment là, autours de 60% des exploitants de la flotte mondiale d'A310 avait effectuer des routes ETOPS.

En **Mars 1990**, L'A310-324 (PW 4000) était le premier moteur avion FADEC actionné pour recevoir l'approbation ETOPS par le FAA.

En même temps, l'A 300B4-605R était le premier avion AIRUS à obtenir l'approbation ETOPS pour un temps de déroutement de 180 minutes.

Vers la fin de 1991, tous les A320 étaient les premiers avions (fly by wire) à approuver pour les opérations ETOPS.

En **Avril 1994**, l'A330-301 (moteurs CF6-80E1A2) a obtenu l'approbation de conception de type d'ETOPS de JAA avec un temps de déroutement de 120 minutes.

En **Mai 1994**, AerLingus était le premier exploitant à inaugurer les opérations d'ETOPS au dessus de l'Atlantique Nord avec ce modèle.

En même temps l'A300 -600 avec des moteurs de CF6-80C2 A5F (comportant FADEC) à obtenu la plein approbation de conception de type d'ETOPS (temps de déroutement 180 minutes) de JAA.

En **Novembre 1994**, l'A330-321 /A330-322 (respectivement PW4164/PW4168) a obtenu l'approbation de conception de type ETOPS de JAA avec un temps de déroutement 90 minutes à l'entrée de service.

Les premiers exploitants d'ETOPS étaient THAI Airways , Malaysian Airlines et LTU.

En **Janvier 1995**, l'A330-341/A330-342(respectivement Rolls -Royce Trent 7768/Trent 772) a obtenue l'approbation de conception de type d'ETOPS de JAA avec un temps de déroutement de 90 minutes à l'entrée de service.

I-1-8. Les avantages de l'ETOPS

L'arrivée des réglementations d'ETOPS a permis l'élargissement des zones d'opérations pour les avions bimoteurs. Cette zone d'opération a été élargie par étapes avec la remise de temps maximum de déroutement en aéroport adéquat de nominale 60 minutes jusqu'au curent 180 minutes.

Les cartes suivant ont été établit indépendamment du type d'avion à une vitesse anémométrique vrai d'un monomoteur de 400 kT (figure1).

L'efficacité de cheminement direct d'ETOPS peut être démontré par une comparaison de la distance, de temps et de carburant.

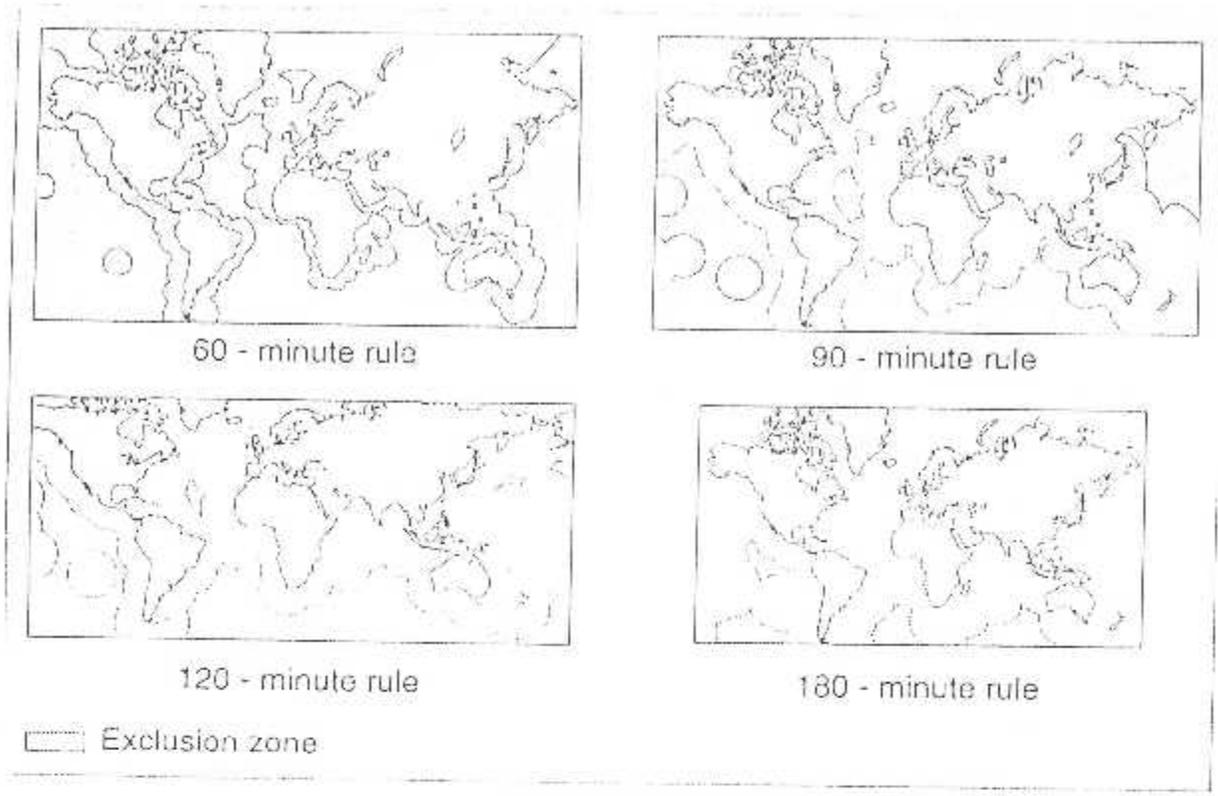
Un bon exemple est New York à Londres qui est maintenant faisable dans une voie directe avec les règles 120 minutes (figure2).

Comparé au cas non -ETOPS de 60 minutes, l'opérateur peut gagner jusqu'à 2.4 tonnes de carburant avec un A310-300 ou effectuer un équivalent gain de charge offerte.

En plus, l'efficacité peut également être amélioré par une réduction du nombre d'aéroport de dégagement en route exigée. Ainsi la ligne New York -Londres devient pratiquement indépendante des terrains se trouvant à l'Icoglan et Groenland.

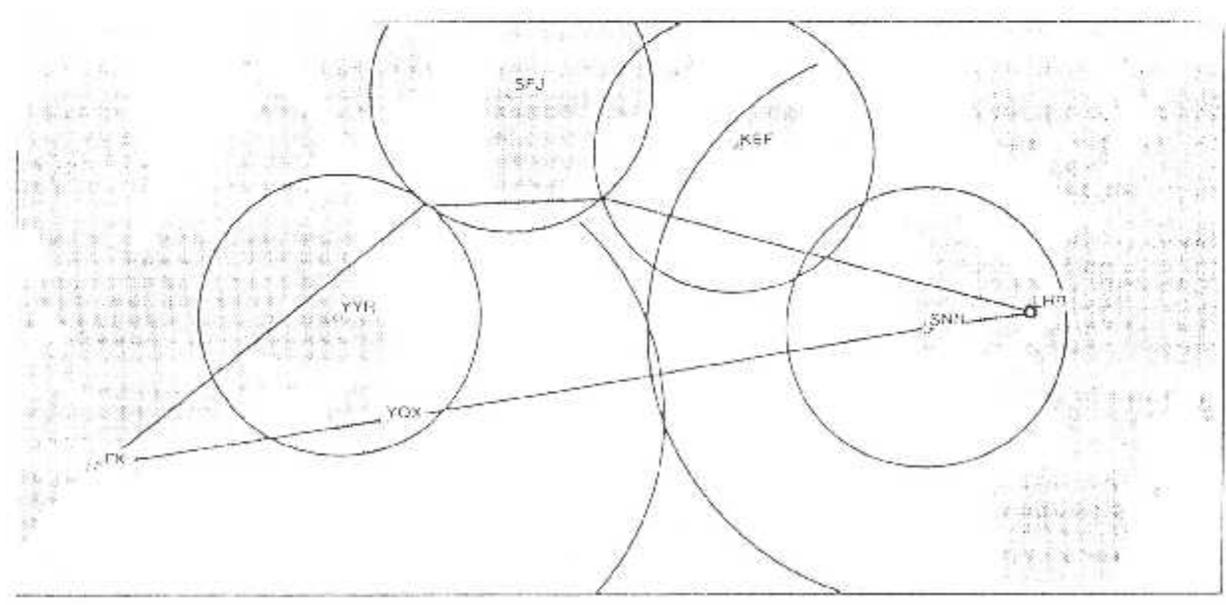
Un deuxième avantage aux exploitants est que l'ETOPS permet à un bimoteur d'être utilisé sur des routes précédemment refusées.

L'exemple de la route Nairobi à Singapore qui n'été pas possible avec un temps de déroutement de 60 minute car il n'y a pas des terrains de déroutement suffisamment disponible. Cependant l'augmentation du temps de déroutement à 120minute permet facilement à un exploitant d'utiliser des bimoteurs sur cette route (figure3).



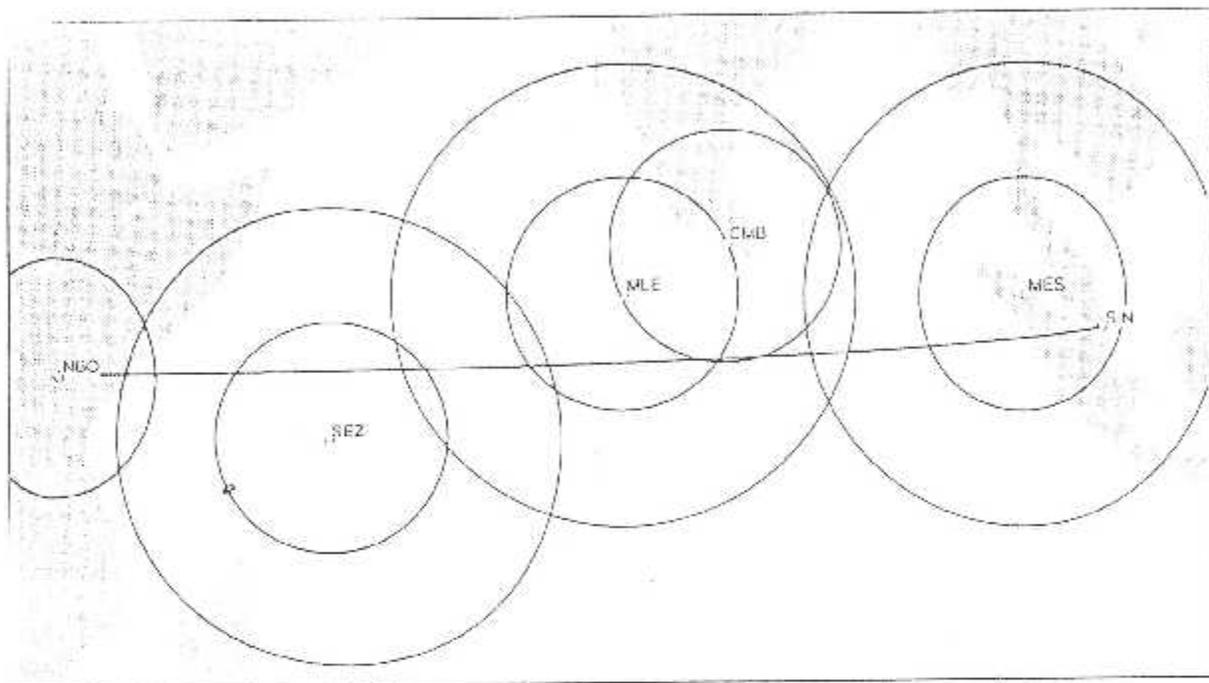
World exclusion zones for 60-, 90-, 120-, 180-minute rules

FIG-1



*New York to London track : - within 60-min. circles (radius 435nm)
 - within 120-min. circles (radius 860nm)*

FIG-2



Nairobi-Singapore route, possible only with 120 minutes.

FIG-3

I-2.ETOPS et le règlement

Les exigences d'ETOPS sont essentiellement les mêmes pour toutes les autorités de navigabilités et sont détaillés dans les règlements suivantes :

- FAA a publié la circulaire consultative (AC) 120 - 42A qui fourni les critères des opérations de 75, 120, et 180 minutes.
- JAA a développé la circulaire AMJ 120 - 42 qui fourni les critères des opérations de 75, 90, 120, et 180 minutes et la provision de l'approbation accélérée pour les opérations de 75,120 et 180 minutes.
- DOT Canada a publié des publications techniques (TP) 63-27 qui autorise l'ETOPS jusqu'aux opérations 180 minutes.
- CAA (UK) a publié la CAP (Civil Aviation Publication) 513.
- DGAC (France) a publié des CTC 20 (complementary technical conditions)
- ACAA (Australia) a publié ANO (Air Navigation Orders).
- Beaucoup d'autres pays se fondent sur les conseils fournis dans les amendements ETOPS de l'organisation de l'aviation civil international (OACI/annexe 6).

Les avantages d'ETOPS sont clairs, les compagnies aériennes identifient ceci par le choix des opérations ETOPS et les constructeurs d'avion par la conception d'avion capable d'effectuer des opérations ETOPS.

Cependant, il est également clair que les opérations ETOPS doivent être réglées afin de s'assurer que l'avion bimoteur utilisé dans ce type de vol sont au moins aussi fiable que les avions tri et quadri moteurs.

Pour réaliser ce niveau prévu de fiabilité et de sécurité, les autorités de navigabilité contrôle l'approbation de conception type ETOPS.

I-3. Définitions

Aéroport :

1. Adéquat :

Un aéroport adéquat est un aéroport que l'exploitant aérien juge approprié en ce qui a trait aux exigences de performances relatives à la masse prévue à l'atterrissage. En particulier, il faut prévoir qu'au moment prévu de son utilisation :

- l'aéroport sera disponible et équipé des services auxiliaires nécessaires, comme l'ATS Balisage lumineux, les communications, les prévisions météorologiques, les aides à la navigation et les services d'intervention d'urgence;
- au moins une aide à l'approche sera disponible pour une approche aux instruments.

2. Convenable :

Un aéroport convenable est un aéroport adéquat qui offre des prévisions ou des rapports météorologiques, ou une combinaison des deux, indiquant que les conditions météorologiques seront égales ou supérieures aux minima précisés à l'annexe B dans le présent document et que les rapports d'état de la surface indiquent qu'un atterrissage peut être exécuté en toute sécurité au cours de la période du vol prévue.

Groupe auxiliaire de bord (APU) :

Un moteur à turbine à gaz servant de source d'alimentation pour entraîner des génératrices, des pompes hydrauliques et d'autres accessoires et équipements de l'avion et pour fournir de l'air comprimé aux circuits pneumatiques de l'avion.

Zone d'exploitation sûre :

Une zone qui offre de nombreux aéroports adéquats, un haut niveau de fiabilité et de disponibilité des services et des installations de communication, de navigation et de contrôle de la circulation aérienne, et une zone où les conditions météorologiques dominantes sont stables et ne s'approchent généralement pas des extrêmes en ce qui a trait à la température, au vent, au plafond et à la visibilité.

Configuration, maintenance et procédures (CMP) :

Un document qui contient les exigences minimales de configuration de l'avion, y compris toutes les tâches de maintenance spéciales, les potentiels limités et les contraintes de la liste principale d'équipement minimal (MMEL) nécessaires à l'établissement et au maintien du caractère adéquat de l'ensemble cellule-moteurs pour les opérations avec distance de vol prolongée.

Point critique :

Un « point critique » est le point de la trajectoire de vol, le plus critique en terme de besoin en carburant, à partir duquel un aéronef peut soit poursuivre jusqu'à sa destination ou bien se dérouter vers un autre aéroport. (Le point critique est généralement, mais pas nécessairement, le dernier point équitemps.).

Pour déterminer la position du point critique, on peut se servir de la formule suivante :

Distance du point A au point critique (nm) = $D \times \text{vit. sol (gs)A} / \text{vit. sol (gs)B} + \text{vit. sol (gs)A}$

Où :

D = la distance totale du point A au point B (NM)

Vitesse sol (gs)A = la vitesse sol (gs) à partir du point critique en vue *de retourner* au point A

Vitesse sol (gs)B = la vitesse sol (gs) à partir du point critique pour *se rendre* au point B.

Zone d'exploitation exigeante :

Une zone qui présente une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

1. des conditions météorologiques dominantes qui peuvent approcher les extrêmes en ce qui a trait au vent, à la température, au plafond ou à la visibilité pour des périodes de temps prolongées;
2. peu d'aéroports de dégagement;
3. en région éloignée ou au-dessus de l'eau, un haut niveau de fiabilité et de disponibilité des services de communication, de navigation et de contrôle de la circulation aérienne pourrait ne pas exister.

Autorisation de départ :

L'autorisation de départ d'un vol consiste en l'approbation du plan de vol par le régulateur de vol puis en sa soumission au commandant de bord pour acceptation.

L'autorisation de départ peut prendre la forme d'un plan de vol exploitation, ou d'un document distinct, signé par le régulateur de vol et délivré en conformité avec le manuel d'exploitation de la compagnie.

Moteur :

Le moteur de base et ses accessoires essentiels, tels que fournis par le motoriste.

Jugement technique :

Une décision subjective nécessaire en raison de la complexité d'une question fondée sur l'analyse qualitative de données pertinentes.

Point équitemps :

Un point équitemps est un point déterminé le long d'une trajectoire de vol et qui se situe à un même temps de vol à partir de deux aéroports.

Opérations avec distance de vol prolongée (ETOPS) :

Les opérations avec distance de vol prolongée sont celles qui sont menées sur une route précise renfermant un point situé à plus de 60 minutes de vol à la vitesse de croisière approuvée avec un moteur en panne (en atmosphère standard et en air calme) à partir d'un aéroport adéquat.

Zone d'exploitation comportant des opérations avec distance de vol prolongée :

La zone dans laquelle un exploitant peut effectuer un vol en vertu de la réglementation ETOPS et qui est définie par la durée ou la distance maximale de déroutement accordée à partir d'un aéroport adéquat.

Elle est représentée par des cercles centrés sur les aéroports adéquats, le rayon desquels est la distance maximale de déroutement permise (la distance maximale de déroutement est établie en multipliant la durée de déroutement maximale approuvée par la vitesse de croisière approuvée avec un moteur en panne).

Point d'entrée/ de la zone d'opérations avec distance de vol prolongée (EEP) :

Le point d'entrée de la zone d'opérations avec distance de vol prolongée est le point sur la route en éloignement au-delà duquel l'aéronef, dont la vitesse de croisière avec un moteur panne est approuvée pour la zone d'exploitation (en atmosphère standard et en air calme), ne se trouve plus de façon continue à 60 minutes de vol d'un aéroport adéquat.

Point de sortie de la zone d'opérations avec distance de vol prolongée (EXP) :

Le point de sortie de la zone d'opérations avec distance de vol prolongée est le premier point sur la route en rapprochement où l'aéronef, dont la vitesse de croisière avec un moteur panne est approuvée pour la zone d'exploitation (en atmosphère standard et en air calme), se trouve de façon continue à 60 minutes de vol d'un aéroport adéquat.

Segment d'opérations avec distance de vol prolongée (segment ER) :

Le segment d'opérations avec distance de vol prolongée commence au point d'entrée de ce segment et finit au point de sortie de ce segment.

Événement qui influe particulièrement sur les opérations avec distance de vol prolongée :

Il s'agit d'un événement susceptible de nuire aux opérations avec distance de vol prolongée. Cela comprend notamment les coupures de moteur en vol, les déroutements ou les demi-tours, les modifications de puissance non sollicitées ou les décrochages compresseur, l'incapacité de commander le moteur ni d'obtenir la puissance désirée et les problèmes avec des systèmes critiques pour des opérations ETOPS.

Sûreté intégrée :

La sûreté intégrée est la méthode de conception sur laquelle les normes de navigabilité des avions de la catégorie transport sont fondées. Elle exige qu'il soit tenu compte des effets des défaillances et des combinaisons de défaillances lorsqu'on définit des marges de sécurité.

Coupure de moteur en vol (IFSD) :

Situation selon laquelle un moteur cesse de fonctionner en vol et qu'il est coupé pour quelque raison que ce soit (p. ex., extinction réacteur, défaillance interne, arrêt décidé par l'équipage, ingestion de corps étrangers, givrage, etc.) ou réduction de puissance qui se traduit par une perte de poussée inacceptable.

Groupe propulseur :

Un système comprenant un moteur et tous les composants auxiliaires montés sur ce dernier avant qu'il soit installé sur l'avion pour fournir et commander la puissance ou la poussée et pour l'extraction de l'énergie.

Vitesse de croisière avec un moteur (ou vitesse de croisière avec un moteur panne) :

1. La vitesse de croisière avec un moteur en panne qui est approuvée pour la zone d'exploitation prévue doit être une vitesse, au sein des limites certifiées de l'avion, choisie par l'exploitant aérien et approuvée par l'autorité.

2. L'exploitant aérien doit utiliser cette vitesse :

- en établissant la zone d'exploitation avec distance de vol prolongée et toute limite de régulation;
- en calculant les exigences de carburant pour un moteur en panne.
- en établissant les données sur l'altitude de mise en palier (performances nettes). Cette altitude de mise en palier (performances nettes) doit permettre de franchir tout obstacle en route selon les marges précisées dans les règles d'exploitation pertinentes.

Système :

Un système comprend toutes les pièces d'équipement nécessaires à la commande et à l'exécution d'une fonction principale particulière.

Il comprend l'équipement spécialement fourni pour la fonction en question et d'autres équipements de base comme celui qui assure l'alimentation nécessaire au fonctionnement de l'équipement.

1. **Système cellule** - tout système d'un avion qui n'est pas un système de propulsion;
2. **Système de propulsion** - le groupe propulseur de l'avion, y compris chaque composant qui est nécessaire à la propulsion, influence la commande ou la sécurité des principaux groupes de propulsion .

Perte de poussée inacceptable :

Perte de poussée totale ou perte de poussée à un point tel qu'elle exclut la poursuite d'un vol contrôlé vers un aéroport adéquat, en égard au moteur concerné, advenant une panne de l'autre moteur.

I-4. Présentation de l'avion : A330-200

L'A330-200 est le plus petit membre de la famille gros porteur long courrier A330/A340. C'est aussi celui qui rencontre le plus de succès auprès des compagnies grâce entre autre à son imposant rayon d'action.

L'A330-200 est pour le moment l'unique dérivé de l'A330-300. Il fut lancé en Novembre 1995 sur un simple constat : les compagnies aériennes demandent toujours plus d'autonomie pour des coûts de maintenance toujours plus faible. Dans ce contexte, l'intérêt pour les biréacteurs par rapport aux quadriréacteurs ou au triréacteurs s'en trouve augmenter : l'achat, la maintenance et le remplacement de deux moteurs revenant évidemment moins cher que pour trois ou quatre moteurs. Avec l'arrivée de biréacteurs gros porteurs (Airbus A300 et Boeing 767) faisant preuve d'une fiabilité exceptionnelle et équipés de moteurs possédant une grande réserve de puissance en cas de panne, des vols ETOPS furent autorisés à partir de 1985. Ces vols permettent à des biréacteurs de s'affranchir partiellement de la règle des "90 minutes" qui leur interdit de s'éloigner de plus de 90 minutes avec un moteur en panne d'un aéroport de déroutement.

Face à la montée en puissance de ces vols ETOPS, Boeing et Airbus réagirent différemment. Le constructeur américain disposait déjà de son biréacteur moyen courrier 767 qu'il adapta rapidement aux vols ETOPS longs courriers avec les versions ER (pour Extended Range). Mais c'est avec le 777 que le principe d'appareil ETOPS prit toute sa dimension. Dotés de deux réacteurs GE90 surpuissants, le "triple 7" s'impose comme un pur avion transpacifique. Airbus de son côté adoptait une stratégie plus "timide" : au lieu de se lancer dans le développement d'un unique biréacteur, l'avionneur européen s'appuya sur une solution originale : développer un biréacteur (A330) et un quadriréacteur (A340) à partir de la même cellule. Selon lui, les bimoteurs gros porteurs ETOPS perdent leurs avantages sur les quadri au delà de 11.000 km d'autonomie.

Un bimoteur conçu pour des étapes de 12.500 km dans la catégorie des 300 passagers visée par l'A340 se verrait ainsi pénalisé par un effet "boule de neige" entre divers facteurs : poids de la machine, puissance des moteurs, charge en carburant...

Cette analyse pertinente permit à Airbus de s'imposer sur le marché des longs courriers. Toutefois, face au Boeing 777 et 767 les ventes d'A330/A340 se révélèrent un peu décevante et commencèrent à perdre de la vitesse entre 1992 et 1995. Les cadences de production des A330 et A340 restèrent longtemps aux environs de quatre appareils par mois alors que les prévisions au moment du lancement tablaient sur sept avions par mois. Airbus avait semble-t-il sous estimé le potentiel des vols ETOPS et c'est pour ne pas se laisser doubler par son concurrent que le consortium décida de lancer l'A330-200, version à capacité réduite et autonomie accrue de l'A330-300. Cet avion, croisement entre l'A330-300, l'A340-300E et l'A340-200, devait doper les ventes des gros fuselages européens et affronter directement le Boeing 767 sur le terrain des vols ETOPS.

Comme à son habitude, Airbus appliqua sur le 330-200 le principe de communiter qui fit et fait toujours son succès. En effet, l'A330 et l'A340 sont pratiquement identiques jusque dans les moindres détails (les seules différences étant de légères modifications de l'aile et du système de carburant). Cette communauté réduit les coûts de conception et de production mais offre aussi aux compagnies aériennes le moyen de faire de sérieuses économies en diminuant le temps de formation des pilotes et du personnel de maintenance. Des économies peuvent aussi être réalisées en rationalisant les stocks de rechange et d'outillage. Enfin, les transporteurs peuvent profiter d'une flexibilité exemplaire, les équipages pouvant posséder une qualification multiple ou Cross Crew Qualification.

Cette flexibilité se retrouve aussi au niveau des commandes. Bien qu'elle soit ici assez limitée en raison du nombre différents de moteurs, des changements de commandes peuvent être facilement effectués: ainsi, en 2000 une commande de 2 A330 a été modifié en A340.

Toutefois, la comité ne s'arrête pas là. Non seulement les A330/A340 sont pratiquement identiques entre eux mais ils présentent de nombreux points communs avec le reste de la gamme Airbus (la famille A320 et le futur très gros porteur A380). Ainsi le cockpit entièrement numérisé a été "décalqué" sur celui de l'A320. On y retrouve le mini manche latéral caractéristique des Airbus, mais aussi les six écrans couleurs intégrés EFIS, ainsi que la disposition des autres instruments.

Le temps de formation des pilotes qui ont déjà une expérience sur un avion de la famille A320 s'en trouve alors réduit à 8 jours soit une réduction pouvant atteindre une vingtaine de jours sur une formation "normale" ; un argument de plus lors de négociations de contrats...

Le fuselage de l'A330-200 reprend le diamètre de son aîné A300. En effet, ses dimensions généreuses (5,64 mètres) permettent un plus grand confort aux passagers mais c'est surtout l'emport possible de deux conteneurs de type LD3 de front qui rend ce fuselage populaire au près des compagnies. Par rapport à l'A330-300, il a été réduit de dix cadres ramenant sa longueur à 59 mètres. L'empennage horizontal et vertical a également dû être agrandi pour compenser la diminution du fuselage augmentant la hauteur de l'avion de plus d'un mètre, pour atteindre 17,9m. La voilure conserve les 60,3 mètres d'envergure initiaux et la surface alaire de 363,1 m². L'A330-200 reprend également les ailes renforcées du quadriréacteur à masse accrue A340-300E ainsi que son réservoir central. Cet échange d'organes a permis de diminuer considérablement les coûts de développements.

Ces modifications ont d'ailleurs été adoptées sur le 330-300 afin d'offrir une version à masse accrue encore plus attrayante. En configuration trois classes l'A330-200 peut emporter 253 personnes (12 en première, 36 en affaires et 205 en économique). En deux classes, la capacité peut être portée à 293 passagers.

Au niveau de la motorisation, l'A330-200 reprend exactement les mêmes moteurs dans les mêmes versions que celles proposées sur le -300, c'est à dire les CF6 de General Electric avec les CF6-80E1A2/A3/A4, les Pratt & Whitney PW4000 avec les PW4164 et PW4173 ainsi que les Rolls-Royce Trent 768 et 772. Les poussées de ces moteurs évoluent entre 28,5 tonnes et 32,4 tonnes. La masse maximale au décollage est de 230 tonnes ce qui lui permet de franchir de distances de 11.850km mais il est aussi proposé avec une masse de 217t et une autonomie réduite à 8890km. Les performances générales de l'avion sont identiques à celles du 330-300 et d'une manière générale meilleures que celles du Boeing 767. Sa vitesse de croisière est de 860km/h et sa vitesse maximale 880 km/h.

Le début commercial de l'appareil fut excellent. Les ventes d'A330-200 se révélèrent excellentes. La première commande fut annoncée par le loueur géant américain ILFC dès le mois de mars 1996. Lors du vol inaugural le 13 août 1997, Airbus disposait d'un carnet fort de 85 intentions d'achat dont 49 fermes provenant de douze clients différents parmi lesquels Korean Air, ILFC, Sabena, Swissair, Austrian, Sabena et Emirates. Les différentes certifications de l'appareil furent achevées le 31 mars 1998 pour la version équipée de moteur General Electric.

Les certifications avec les PW4000 furent obtenues en mai 98. Le premier appareil (loué par ILFC) entra en service avec la compagnie Canada 3000.

A côté de l'A330-200 d'autres versions dérivées de l'A330-300 furent étudiées. Parmi celle-ci, une version rallongée baptisée A330-400 fit un peu parler d'elle avant de retomber dans l'oubli. Plus récemment, une version raccourcie de 19 cadres d'abord nommé A330M19, puis A330-100 et enfin A330-500 fut envisagée pour remplacer le vieillissant A300-600R mais elle fut rapidement abandonnée à cause du peu d'intérêt des compagnies : seul Singapore Airlines s'était manifesté.

L'agrandissement de la famille A330 passe plutôt par des versions de l'A330-200. Ainsi, Airbus ne devrait plus tarder à lancer une version cargo baptisée A330-200F. Initialement prévue en juin 2001 lors du Salon de Bourget cette annonce a été différée à cause du retard pris par les études. Cet avion compte s'attaquer directement au Boeing 767-300F et le match s'annonce déjà en la faveur de l'Airbus qui peut emporter 63 tonnes de fret sur 7800 km contre 56 t sur 6000 km pour le 767. De plus, selon Airbus l'A330-200F est complémentaire de l'A300-600F. En effet, le 300-600F est destiné aux lignes régionales tandis que le 330-200F a plutôt vocation de très long-courrier. Il permet ainsi, l'exploitation de lignes qui ne peuvent être actuellement desservies que par des 747 en surcapacité pour des vols quotidiens. Le premier client visé par Airbus est le géant américain du fret express UPS qui serait prêt à convertir une partie des 50 options d'A300-600F qu'il détient. L'autre géant du fret express FedEx qui dispose déjà de 80 A300-600F et A310F attire aussi l'attention des commerciaux d'Airbus.

Durant le Salon du Bourget, ILFC a également annoncé une nouvelle commande portant sur 21 A330-200 dont quelques exemplaires en version Cargo. Ces avions ont d'ailleurs déjà trouvé un opérateur avec Gemini Air Cargo qui a prit des options sur deux appareils. Les intégrateurs ne sont toutefois pas les seuls clients potentiels de l'A330-200F : en effet, un certain nombre de compagnies qui sont des acteurs majeurs sur le marché du fret exploite déjà des A330-200/300.

C'est notamment le cas d'Air France, de Korean Air, d'Eva Air, de Cathay Pacific, et de Northwest Airlines, mais aussi des ambitieux Emirates et de Qatar Airways déjà clients de l'A380 dans sa version fret. La communauté est aussi importante avec le reste de la gamme Airbus (surtout pour la qualification des équipages) comme le montre l'exemple de Lan Chile un des clients potentiels qui dispose de 7 A340-300 et 25 A320 en commande. L'avenir de l'A330-200F s'annonce donc radieux d'autant plus que les prévisions tablent sur un marché de 290 avions d'ici à 2019.

L'A330-200 semble aussi promis à une belle carrière militaire. Bien qu'aujourd'hui aucune version militaire de cet appareil n'existe, EADS compte bien imposer son A330-200 sur le marché des ravitailleurs en vol. En Italie, une compétition opposait l'A330-200 au Boeing 767 dans la cadre d'un projet d'acquisition de quatre à six ravitailleurs. Cependant depuis le mois de juillet 2001, la plus grande confusion règne autour de la sélection des appareils. Boeing a en effet annoncé avoir gagné la compétition alors qu'aucune annonce officielle n'ait été faite. EADS a alors dénoncé l'opacité des appels d'offre et le fait que les spécifications de l'appareil aient été calquées sur les caractéristiques de l'avion américain alors que l'A330 offre de bien meilleures performances pour un même coût global. Il est vrai que le 330-200 peut emporter 112 t de carburant, 60 t de charge utile pour une distance franchissable de 7200 km alors que le 767-300 emporte 90 t de carburant, 61 t de charge utile pour une distance franchissable de 6000 km... Hormis le marché italien Airbus A330-200 et Boeing 767-600 s'affrontent également en Australie, mais surtout en Angleterre où le consortium AirTanker dirigé par Thales (ex Thomson-CSF) a officiellement remis le 3 juillet 2001 une proposition basée sur une cellule d'A330-200 pour la fourniture d'un service de ravitaillement en vol

Ce projet novateur (qui revient en fait à sous-traiter le ravitaillement en vol à une société privée) servira probablement de modèle aux différentes forces aériennes européennes en manque chronique de ravitailleurs ; d'où l'importance de cette compétition. AirTanker qui regroupe EADS pour la cellule et l'intégration, Rolls-Royce pour la motorisation et la maintenance, FRA Cobham pour le système de carburant et la conversion, Thales pour l'avionique et l'entraînement et Brown & Root pour le soutien des appareils affronte le 767 du consortium Tanker & Transport comprenant BAE Systems, Boeing, Serco et Spectrum.

Aujourd'hui, les cadences de production des A330/A340 atteignent enfin les prévisions initiales de sept avions par mois et l'exemplaire numéro 400 a été livré il y a peu de temps. Grâce à l'arrivée de l'A330-200 mais aussi des nouveaux A340-500 et A340-600, les cadences vont même atteindre les huit exemplaires par mois en 2003. En juillet 2000, les commandes d'A330-300 et -200 se montaient à 413 exemplaires dont 47 depuis le début de l'année et 196 avions avaient été délivrés. Les commandes affluent toujours avec 21 A330-200 commandés par ILFC lors du Salon du Bourget et deux nouveaux achats fermes provenant d'Emirates Airlines.

Abréviations :

ACARS	: Système d'échange de données des aéronefs
AFM	: Manuel de vol de l'avion
APU	Groupe auxiliaire de bord
BECMG	Développement (prévision météorologique)
CCA	Contrôle de la circulation aérienne
CDL	Liste de dérogation de configuration
CMP	Manuel de configuration, de maintenance et de procédures
CP	Point critique
CPI	Catalogue de pièces illustré
CT	Certificat de type
CTS	Certificat de type supplémentaire
EEP	Point d'entrée/ de la zone d'opérations avec distance de vol Prolongée
ER	Distance de vol prolongée
ETP	Point équitemps
EXP	Point de sortie de la zone d'opérations avec distance de vol prolongée
HAA	Hauteur au-dessus de l'aéroport
HAT	Hauteur au-dessus du niveau seuil
IFSD	Coupure de moteur en vol
IPE	Inspecteur principal de l'exploitation
IPM	Inspecteur principal de la maintenance
MEL	Liste d'équipement minimal
MOJA	Minimum of – en route altitude
MMEL	Liste principale d'équipement minimal
MMHD	Masse maximale homologuée au décollage
PROB	Probabilité (prévision météorologique)
RAT	Turbine à air dynamique
TEMPO	Temporaire (prévision météorologique)

CHAPITRE II

CARACTERISTIQUES ET CRITERES DE CONCEPTION

II-1. Procédures d'approbation

Les exploitants aériens qui demandent une approbation en vue d'effectuer des opérations de bimoteurs avec distance de vol prolongée (ETOPS) doivent présenter leur requête au Directeur général de l'Aviation civile ainsi que la documentation justificative nécessaire, au moins 90 jours avant le début proposé de ces opérations.

La définition de type de l'avion doit satisfaire aux exigences des caractéristiques et critères de conception ETOPS.

Quoiqu'il en soit, une approbation de définition de type ETOPS n'est pas nécessaire pour les exploitants aériens qui demandent une approbation afin d'effectuer des vols de 75 minutes dans des zones d'exploitation sûres. L'ensemble cellule-moteurs et le genre d'exploitation générale fera l'objet d'une revue par l'IPE et l'IPM afin de déterminer s'il présente des facteurs qui pourraient influencer le déroulement sécuritaire des vols avant la délivrance des spécifications d'exploitation.

En outre, pour les ETOPS autres que les vols de 75 minutes dans des zones d'exploitation sûres, les critères suivants doivent être respectés avant que ne soient effectuées des opérations avec distance de vol prolongée :

- le postulant doit satisfaire aux considérations d'approbation opérationnelle.
- le postulant possède un système pour maintenir et autoriser un avion ETOPS conformément à un programme de formation de fiabilité et de maintenance approuvé qui comprend les exigences ETOPS.
- le postulant doit démontrer que les vérifications de maintenance, l'entretien courant et les programmes seront exécutés de la façon appropriée à des aéroports de départ et de destination représentatifs;
- le postulant doit aussi démontrer que les procédures, politiques et pratiques d'autorisation de vol ETOPS sont établies;

- un vol opérationnel de validation, dans un avion ou dans un simulateur approuvé doit comprendre la démonstration des situations d'urgence suivantes :
- perte totale de la poussée d'un moteur;
 - perte totale de l'alimentation électrique normale produite; ou
 - perte totale de pressurisation;
 - toute autre situation ou condition jugée équivalente du point de vue d'un défi opérationnel, de la gestion de la sécurité aérienne, de la charge de travail imposée à l'équipage ou du risque d'exécution.

Lorsque tout ce qui précède a été revu et jugé acceptable, une recommandation de l'inspecteur principal de la maintenance (IPM) sera envoyée au Inspection des transporteurs aériens , ou au gestionnaire régional d'Aviation commerciale et d'affaires selon le cas, pour approbation, et le postulant recevra une spécification opérationnelle pour effectuer des opérations avec distance de vol prolongée selon des conditions précisées.

II-2.Approbation opérationnelle ETOPS accélérée

La présente partie vise à déterminer les facteurs que le transport aérien peut envisager pour permettre une réduction ou une substitution des exigences d'expérience en service de l'exploitant aérien avant d'accorder une approbation opérationnelle ETOPS accélérée. Un excellent dossier de sécurité en service lié à la propulsion pour les avions bimoteurs a été maintenu depuis l'avènement des ETOPS. Les données à jour indiquent que les avantages du processus ETOPS peuvent être atteints sans que l'expérience en service soit nécessairement poussée. Par conséquent, la réduction ou l'élimination des exigences d'expérience en service peut être possible lorsqu'un exploitant aérien démontre que des mesures ETOPS suffisantes et validées sont en place.

Le Programme d'approbation opérationnelle ETOPS accéléré avec expérience en service réduite ne signifie pas qu'une diminution des niveaux de sécurité sera tolérée, mais reconnaît plutôt qu'un exploitant aérien peut satisfaire aux objectifs voulu d'une façon équivalente lorsqu'on considère la capacité démontrée par l'exploitant.

La présente partie permet à un exploitant aérien de commencer des vols ETOPS lorsqu'il a établi que les processus nécessaires à l'exécution sans problèmes de vols ETOPS sont en place et fiables. Il convient de souligner que le fait de ne pas satisfaire aux critères, aux étapes ou aux niveaux de fiabilités établies peut se traduire par la révocation de l'approbation opérationnelle ETOPS accélérée.

II-3. Politique

II-3-1. Processus ETOPS

La définition de type ETOPS de l'ensemble cellule-moteurs pour lequel l'exploitant aérien demande une approbation opérationnelle ETOPS accélérée doit être approuvée. L'exploitant aérien doit démontrer qu'il a un programme en place qui traite des éléments identifiés dans la présente section. Voici une liste des éléments ETOPS à traiter :

- Conformité de l'ensemble cellule-moteurs à la norme de construction en fonction de la définition de type (CMP).
- Conformité aux exigences de maintenance nécessitant la mise en place des programmes ETOPS éprouvés suivants :
 1. programme de maintenance détaillée, y compris le dépistage et le contrôle;
 2. contrôle de la consommation d'huile;
 3. contrôle de l'état des moteurs;
 4. fiabilité;
 5. contrôle du système de propulsion; l'exploitant aérien doit établir un programme qui se traduit par un niveau élevé de confiance dans le fait que la fiabilité du système de propulsion correspondant à la durée de déroutement appropriée sera maintenue;
 6. formation et qualification pour le personnel de maintenance;
 7. contrôle des pièces ETOPS;
 8. élimination des anomalies des aéronefs.
- La conformité au Programme des opérations aériennes pour les ETOPS doit traiter des points suivants :
 1. les programmes de planification et d'autorisation de vol;
 2. la disponibilité des renseignements météorologiques;

3. la liste d'équipement minimal en fonction des ETOPS;
 4. le programme de formation initiale et périodique ainsi que le programme de vérification pour le personnel des opérations aériennes;
 5. la familiarisation par l'équipage navigant et le personnel de régulation avec les routes, les exigences et le choix des aéroports de dégagement en route.
- De la documentation sur les point suivants :
1. La technologie nouvelle à l'exploitant aérien et les différences marquées des installations motrices/systèmes primaires et secondaires (moteurs, énergie électrique, hydraulique et pneumatique) entre les avions actuellement exploités et les avions pour lesquels l'exploitant aérien demande une approbation opérationnelle ETOPS accélérée.
 2. Le plan de formation du personnel navigant et du personnel de maintenance.
 3. Le plan d'utilisation des procédures des manuels de formation, de maintenance et d'exploitation éprouvées ou validées par le constructeur et pertinentes aux ETOPS pour un avion donné.
 4. Les changements à toute procédure des manuels de formation, de maintenance et d'exploitation éprouvée ou validée par le constructeur .
Selon la nature de ces changements, l'exploitant aérien peut être tenu de fournir un plan qui en confirme la validité.
 5. Des détails sur tout appui au programme ETOPS de la part de l'avionneur, du motoriste, d'autres exploitants aériens ou de tout organisme extérieur.
 6. Les procédures de contrôle lorsqu'un appui à la maintenance ou aux autorisations de vol est fourni par un organisme extérieur, comme il est écrit plus haut.

II-3-2.Mise en œuvre

Les exploitants aériens doivent présenter un « Plan d'approbation opérationnelle ETOPS accélérée » à l'autorité, six mois avant le début prévu des opérations.

Cette période donnera l'occasion à l'exploitant aérien d'intégrer tout raffinement qui pourrait être nécessaire pour satisfaire à l'approbation opérationnelle ETOPS accélérée.

La demande de l'exploitant aérien pour l'approbation opérationnelle ETOPS accélérée doit:

- définir les routes proposées et les durées de déroutement nécessaires.
- définir les processus et les ressources à attribuer pour amorcer et entretenir l'ETOPS;
- identifier un plan pour établir et maintenir la conformité à la norme de construction ETOPS;
- documenter le plan de conformité.
- définir des points d'étapes. Un point d'étape est un plan retraçant les étapes et qui permet de définir les tâches et le moment approprié pour les exécuter. Les éléments qui doivent être vus et approuvés par l'autorité doivent être inclus dans les points d'étape.

II-3-3. Approbations opérationnelles

Les approbations sont attribuées en fonction du mérite et de la capacité des exploitants aériens (évaluations cas par cas). L'approbation opérationnelle ETOPS accélérée n'est pas garantie, et les exploitants aériens doivent attendre leur approbation avant de planifier des opérations avec distance de vol prolongée rémunérés.

Les approbations opérationnelles ETOPS accélérées qui sont accordées en fonction d'une expérience en service réduite doivent se limiter aux secteurs agréés par l'autorité et figurant dans le Plan d'approbation opérationnelle ETOPS accélérée. L'accord de l'autorité est nécessaire, si un exploitant aérien souhaite ajouter à sa demande ou prolonger cette dernière.

Les exploitants aériens sont admissibles à l'approbation opérationnelle ETOPS accélérée jusqu'à la limite d'approbation de définition de type.

II-3-4. Validation du processus

L'exploitant aérien doit démontrer que le processus d'approbation, est en place et qu'il fonctionne comme prévu.

Il peut le faire grâce à une analyse et à une documentation détaillées ou par une démonstration en vol (simulation).

Si un exploitant aérien fonctionne déjà en ETOPS pour un équipement différent, seule une documentation minimale est nécessaire.

Les éléments suivants sont avantageux pour justifier une réduction des exigences de validation du processus ETOPS :

- expérience avec d'autres cellules ou moteurs similaires;
- expérience ETOPS antérieure;
- expérience opérationnelle en ce qui a trait aux vols avec distance de vol prolongée au dessus de l'eau;
- expérience de l'équipage navigant, du personnel de maintenance et du personnel de régulation des vols avec le mode ETOPS.

Un processus peut être d'abord validé au moyen d'une démonstration sur un type d'avion différent. Il est alors nécessaire de démontrer que des moyens sont en place pour assurer des résultats équivalents sur l'avion pour lequel une approbation opérationnelle ETOPS accélérée est proposée.

Tout programme de validation doit comprendre les éléments suivants:

- L'assurance que le programme de validation ne va pas compromettre en réalité la sécurité réelle des vols, surtout en périodes de situation anormale, de situation d'urgence ou de charge de travail élevée dans le poste de pilotage. Il convient de noter que durant ces situations anormales on peut mettre fin à l'exercice de validation.
- Un moyen de contrôler et de signaler les performances en ce qui a trait à l'exécution des tâches associées aux éléments du processus ETOPS. Il faut définir tout changement aux éléments des processus opérationnel et de maintenance ETOPS.

II-3-5. Surveillance accélérée ETOPS

Les exploitants aériens doivent être conscients du fait que toute lacune associée aux programmes technique et de maintenance, aux autorisations de vol et au comportement de l'équipage de conduite peut avoir pour conséquence l'annulation ou la modification de l'équivalence réclamée en fonction de l'expérience en service réduite.

Par conséquent, un programme accéléré menant à une approbation opérationnelle ETOPS est jugé faisable du moment que les exploitants aériens continuent à se conformer aux normes qui figurent dans leur Plan d'approbation opérationnelle ETOPS et dans leurs programmes connexes. Au cours de la première année d'activités, un contrôle étroit sera assuré.

II-3-6. Exigences minimales

1. Comme l'indique le chapitre 3 du présent mini-projet, l'exigence d'expérience opérationnelle de base pour un ensemble cellule-moteurs donné est:
 - 12 mois d'exploitation pour une approbation à 120 minutes;
 - 3 mois d'expérience ETOPS à 120 minutes pour une approbation à 138 minutes; et
 - 12 mois d'expérience ETOPS à 120 minutes ou plus ou davantage d'expérience pour une approbation de plus de 138 minutes.

2. L'approbation opérationnelle ETOPS accélérée permet de réduire l'expérience en service selon le niveau conformité du programme actuel ETOPS de l'exploitant aérien, ledit programme pouvant être validé avec documents à l'appui. Les exigences d'expérience opérationnelle typiques pour un ensemble cellule-moteurs donné sont:
 - Aucune expérience pour une approbation à 75 minutes (ETOPS et programme CMP en place);
 - 3 mois d'expérience ETOPS pour une approbation à 90 minutes; et
 - 6 mois d'expérience ETOPS pour une approbation à 120 minutes.

3. Toutes les exigences d'expérience en service mentionnées ci-dessus supposent des performances acceptables. Des difficultés éprouvées par l'exploitant aérien dans son programme ETOPS peuvent nécessiter une expérience en service additionnelle et/ou annuler l'admissibilité à l'approbation opérationnelle ETOPS accélérée.

II-4. Continuité des ETOPS

En raison de la nature spéciale des ETOPS, un exploitant aérien est tenu de conserver ses processus et ses procédures une fois que l'approbation ETOPS est délivrée.

Si un exploitant aérien cesse ses vols à distance de vol prolongée pour une période supérieure à 13 mois, il doit présenter une demande de remise en vigueur s'il désire les reprendre.

II-5. Caractéristiques et critères de conception

Il faut déterminer que les caractéristiques de conception d'un nouvel avion de la catégorie transport destiné à être utilisé en ETOPS convienne à ce type de vol. Au cas où l'exploitation d'un avion existant est élargie pour comprendre les opérations avec distance de vol prolongée, une réévaluation de certaines des caractéristiques de conception peut être nécessaire. Il peut être aussi nécessaire de modifier certains systèmes afin d'obtenir la fiabilité désirée.

Dans les deux cas, il faut démontrer que les systèmes essentiels et les systèmes de propulsion pour un ensemble cellule-moteurs donné sont conçus en fonction de critères à sûreté intégrée et qu'ils sont conformes au niveau de fiabilité convenant à l'exploitation prévue de l'avion.

II-6. Approbation de la définition de type

Une fois que le programme d'essai et la revue de la définition de type technique aura donné des résultats satisfaisants, ce qui peut comprendre une évaluation des tests en vol de certification, une approbation de définition de type ETOPS sera délivrée.

Le manuel de vol de l'aéronef ou le Supplément ou le certificat de type ou le certificat de type supplémentaire (STC) doivent renvoyer aux exigences de CMP applicables à l'exploitation avec distance de vol prolongée et comprendre les renseignements suivants, le cas échéant :

- les limites générales;
- les limitations requises de l'avion;
- une révision de la section des performances, y compris les taux de consommation de carburant;
- les procédures à suivre par l'équipage de conduite;
- les marques ou les affichettes;
- une déclaration indiquant que « l'avion a été jugé conforme à la fiabilité de définition de type et aux critères de performance pour ETOPS. La conformité à ces critères de définition de type ne constitue pas en soi une autorisation d'effectuer des ETOPS »; et
- le certificat de type de l'aéronef (TC) ou le STC doit aussi comprendre une justification des critères de conception utilisés pour établir la conformité, y compris la date d'entrée en vigueur du matériel.

II-7.Critères

L'évaluation des défaillances et des combinaisons de défaillances doit se fonder sur le jugement technique et sur une méthode à sûreté intégrée acceptable. L'analyse doit tenir compte des effets des vols avec un moteur inopérant, y compris une tolérance pour les dommages qui pourraient résulter de la défaillance du premier moteur. À moins qu'on puisse montrer que des niveaux de sécurité équivalents sont offerts ou que les effets de la défaillance sont mineurs, l'analyse des défaillances et de la fiabilité doit être utilisée à titre indicatif pour vérifier que le niveau approprié de sûreté intégrée a été assuré.

Systemes cellule :

- Les systèmes cellule doivent rencontrer les critères du *Manuel de navigabilité*.

- Pour une durée prolongée de vol avec un moteur en panne, compte tenu des conséquences de la réduction des performances du type d'avion, la charge de travail accrue de l'équipage de conduite et les effets néfastes des défaillances des systèmes et de l'équipement qui reste sur les procédures de l'équipage de conduite doivent être minimales et ne doivent pas nécessiter des aptitudes de pilotage exceptionnelles ni une coordination au sein de l'équipage.

Il faut aussi tenir compte des effets sur les besoins physiologiques de l'équipage de conduite et des passagers à la suite de la poursuite du vol avec un moteur et des systèmes cellule inopérants.

Systèmes de propulsion :

- Le système de propulsion doit rencontrer les critères du *Manuel de navigabilité*.
- Afin de maintenir un niveau de sécurité cohérent avec les autres systèmes de l'avion, il est nécessaire d'avoir un faible risque de double défaillance du système de propulsion qui soit acceptable pour toutes les causes liées à la conception et à l'exploitation. Cela signifie qu'il y a un rapport entre la fiabilité du système de propulsion et la durée de déroutement maximale approuvée.
- Il doit être démontré que la fiabilité du système de propulsion a atteint un niveau acceptable pour les ETOPS.

Groupe auxiliaire de bord :

Si un groupe auxiliaire de bord est nécessaire pour satisfaire aux critères de définition de type pour les ETOPS, l'installation doit être conforme :

- aux exigences du chapitre du *Manuel de Navigabilité* - (Groupe propulseur);
- à toute exigence additionnelle nécessaire pour démontrer sa capacité à exécuter la fonction prévue, c'est-à-dire la fiabilité de démarrage, l'altitude, la capacité de prélèvement d'air, etc.

Communication, navigation et instruments de pilotage de base :

Il doit être démontré que, dans toutes les combinaisons de défaillance de système de propulsion et de systèmes cellule qui ne sont pas extrêmement improbables, des communications fiables, une navigation suffisamment précise et des instruments de pilotage de base nécessaires pour faire face aux procédures d'urgence pour les ETOPS seront disponibles.

Pressurisation de la cabine :

- Une revue des caractéristiques redondantes à sûreté intégrée doit démontrer que la perte de pression cabine est improbable dans des conditions d'exploitation avec un moteur en panne.
- Les données de performances de l'avion doivent être fournies afin qu'on puisse vérifier la capacité de poursuivre le vol et de se poser en toute sécurité après une perte de pression cabine et une exploitation subséquente à une altitude plus basse.
- À moins qu'il puisse être démontré que la pression cabine peut être maintenue lors de l'exploitation avec un moteur en panne à l'altitude requise pour poursuivre le vol jusqu'à un aéroport convenable, de l'oxygène doit être disponible pour les passagers et l'équipage pendant la durée de déroutement maximale.

Chauffage et refroidissement de la cabine :

Le système de conditionnement d'air doit être en mesure de fournir une température cabine raisonnable en cas d'une simple défaillance ou d'une combinaison de défaillances qui ne soient pas extrêmement improbables.

Refroidissement de l'équipement :

Les données doivent établir que le matériel électronique requis pour ETOPS peut fonctionner de façon acceptable lorsqu'un moteur est coupé.

De plus, il faut, au besoin, pouvoir disposer d'indications suffisantes sur le bon fonctionnement du système de refroidissement pour assurer que le système fonctionne avant que l'avion ne soit autorisé à effectuer son vol.

Soute :

La conception de la soute et la capacité du système de protection incendie (au besoin) doivent être conformes aux éléments suivants :

➤ Conception :

L'intégrité et la fiabilité du système de protection incendie de la soute doivent convenir aux vols prévus, compte tenu des capteurs de détection incendie, des matériaux de revêtement, etc.;



➤ Protection contre le feu :

Une analyse ou un essai doit être effectué de manière à montrer, en tenant compte du temps maximale de déroutement approuvée (en atmosphère standard et en air calme), (y compris une tolérance de 15 minutes pour le circuit d'attente et/ou l'approche et l'atterrissage), que la capacité du système de protection incendie pour éteindre ou étouffer les feux est adéquate pour assurer l'aspect sécuritaire du vol et de l'atterrissage de l'aéronef à un aéroport convenable;

- les soutes de classe B sur le pont principal (*Manuel de navigabilité*), dont les volumes sont supérieurs à 200 pieds cubes, doivent être modifiés à une configuration de classe C ou l'équivalent; et,
- les soutes de classe D, dont les volumes sont supérieurs à 200 pieds cubes, ne doivent pas être utilisées en ETOPS.

Protection contre le givre :

Dans le cas d'une exploitation donnée de l'aéronef, il devra être démontré que ce dernier possède des systèmes de protection de la cellule et des moteurs (manœuvrabilité de l'aéronef, etc.) contre le givre en tenant compte des expositions prolongées à de basses altitudes associées à des vols avec un moteur en panne lors d'un déroutement, d'un vol de croisière, d'un circuit d'attente, d'une approche et d'un atterrissage.

Alimentation électrique :

- Trois sources ou plus d'alimentation électrique indépendantes et fiables doivent être disponibles, chacune étant en mesure d'alimenter les systèmes essentiels de façon indépendante. Si une des sources d'alimentation électrique requises ou plus sont alimentées par un groupe auxiliaire de bord, un système hydraulique ou une turbine à air dynamique, les critères suivants s'appliquent selon le cas :

1. le groupe auxiliaire de bord.
2. la source d'alimentation hydraulique doit être fiable. À cette fin, il peut être nécessaire de fournir deux ou davantage de sources d'énergie indépendantes (par exemple air prélevé de deux sources pneumatiques ou plus);
3. il faut démontrer que le déploiement de la turbine à air dynamique est suffisamment fiable et que son déploiement ne nécessite pas une alimentation dépendant du moteur ou du circuit électrique principal.

- En cas de simple défaillance ou d'une combinaison de défaillances qui ne seraient pas extrêmement improbables, il faut démontrer que de l'alimentation électrique est fournie :

1. aux instruments de pilotage essentiels, au matériel avionique, pour les communications, pour la navigation, aux systèmes de soutien et à toute autre pièce d'équipement jugée nécessaire aux opérations avec distance de vol prolongée afin d'assurer la poursuite du vol et un atterrissage en toute sécurité;

2. pour assurer à l'équipage de conduite des renseignements suffisamment précis pour le vol prévu;
3. aux instruments et à l'équipement nécessaires pour permettre à l'équipage de conduite de faire face efficacement aux problèmes.

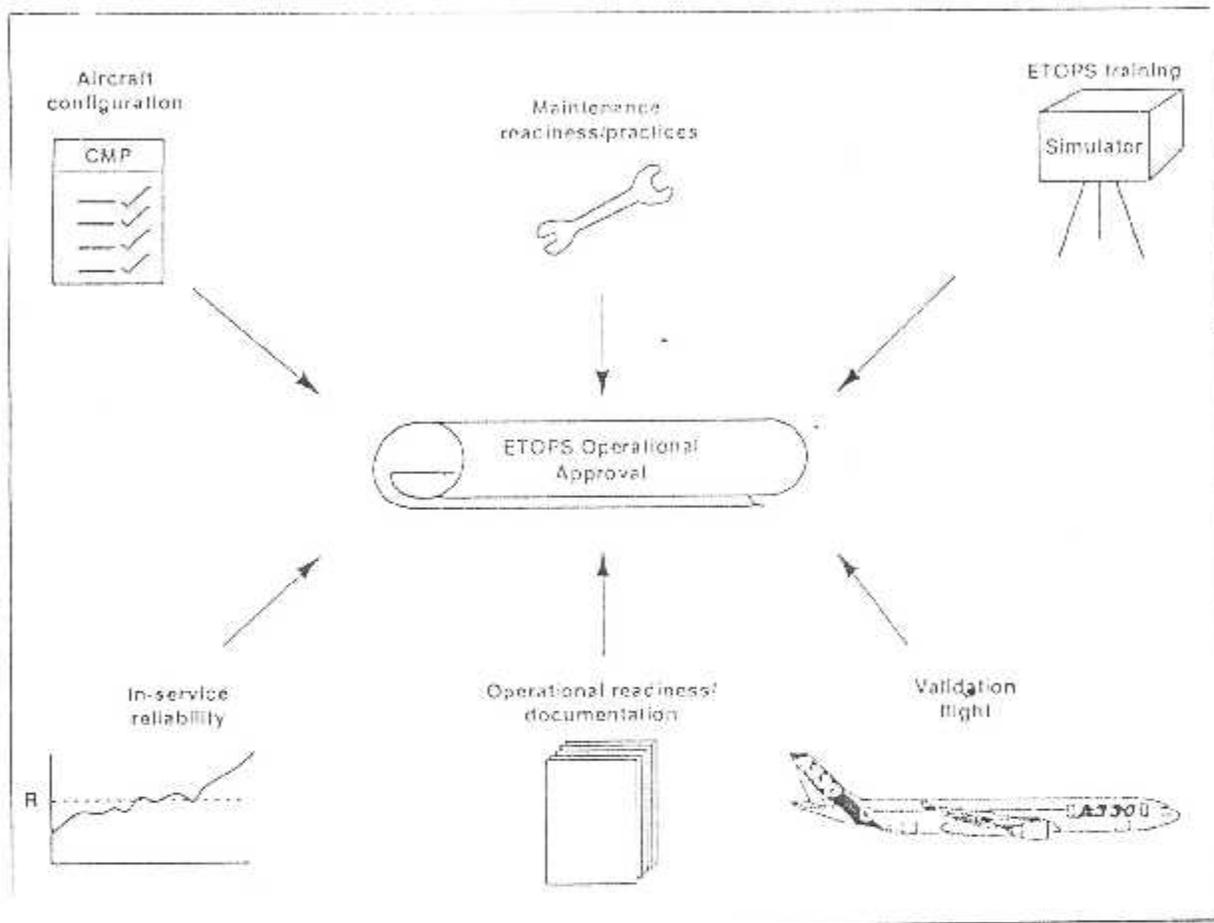
Énergie hydraulique et commandes de vol :

- On peut combiner les considérations relatives à ces systèmes, puisque de nombreux avions commerciaux possèdent des commandes de vol entièrement hydrauliques ou électriques. Pour les avions munis de ces types de commandes de vol, une évaluation de la redondance des systèmes doit démontrer que des défaillances simples ou une combinaison de défaillances qui ne seraient pas extrêmement improbables n'empêchent pas la poursuite du vol et un atterrissage en toute sécurité.
- Au cours de cette évaluation, il faut présumer que la perte de deux systèmes hydrauliques et de tout moteur peut se produire à moins qu'il soit établi au cours de l'évaluation des défaillances qu'il n'y a aucune source de dommages ou que l'emplacement de sources de dommages est tel qu'une défaillance de cette nature ne se produirait pas (il n'est donc pas nécessaire de tenir compte de l'éclatement du rotor moteur à cette fin).

II-8. Trajectoires de vol en route

En ce qui concerne les avions pour lesquels une approbation ETOPS est requise, la trajectoire de vol, l'autonomie et le débit en carburant doivent être déterminés pour chaque masse, altitude et température au sein des limites opérationnelles établies pour l'avion. La trajectoire de vol et l'autonomie doivent être déterminées pour chaque configuration choisie, compte tenu :

- du centrage le moins favorable;
- du moteur critique en panne;
- du moteur en service réglé à la puissance ou poussée maximale continue disponible;
- du moyen de commander l'air climatisé provenant du moteur pour assurer une température cabine raisonnable;
- des effets du givrage sur les performances avec un moteur.



ETOPS Operational Approval

CHAPITRE III

CRITERES D'APPROBATION OPERATIONNELLE

III-1.Critères d'approbation opérationnelle

III-1-1.Généralités

Lorsqu'on considère une demande d'un exploitant aérien pour des ETOPS, il faut évaluer le dossier de sécurité global de cet exploitant aérien, ses performances antérieures, ainsi que ses programmes de formation de l'équipage de conduite, de formation à la maintenance et de fiabilité de la maintenance.

Les données accompagnant la demande doivent justifier la capacité de l'exploitant aérien à soutenir et à exécuter en toute sécurité ces vols.

III-1-2.Considérations sur l'approbation opérationnelle

Zone d'exploitation sûre :

- On tiendra compte des exploitants aériens qui demandent l'autorisation de mener des opérations avec distance de vol prolongée au sein d'une zone d'exploitation sûre et dont l'expérience avec l'ensemble cellule-moteurs est minimale ou inexistante en service. Bien qu'une approbation de la définition de type ETOPS ne soit pas nécessairement requise, la combinaison cellule-moteurs fera l'objet d'une révision afin qu'on puisse déterminer s'il y a des facteurs qui compromettraient le déroulement sécuritaire des vols.

En outre, les vols doivent être exécutés à une masse qui permet le vol à un réglage de puissance et à la vitesse de croisière approuvée avec un moteur en panne afin que l'altitude minimale en route ou une altitude supérieure puisse être maintenue.

- Ces approbations doivent se limiter à une durée de déroutement maximale de 75 minutes.

Zone d'exploitation exigeante :

Chaque exploitant aérien qui demande l'autorisation de mener des opérations avec distance de vol prolongée au sein de zones d'exploitation exigeantes doit avoir, avant le début des opérations ETOPS, un ensemble cellule-moteurs ETOPS approuvé et des systèmes d'exploitation et de maintenance approuvés qui suivent les lignes directrices . En outre, chaque exploitant aérien doit satisfaire aux exigences minimales suivantes :

1. Approbation à 75 minutes :

- Expérience en service minimale ou inexistante ;
- document CMP approuvé

2. Approbation à 90 minutes :

- Expérience opérationnelle de 6 mois ;
- Document CMP approuvé

3. Approbation à 120 minutes :

- Expérience opérationnelle de 12 mois ;
- Document CMP approuvé

4. Approbation à 138 minutes :

- 3 mois correspondant à 120 minutes d'expérience opérationnelle ETOPS;
- une configuration de définition de type ETOPS approuvée peut satisfaire aux critères de 120 minutes, mais aucune limite spécifique ne doit être dépassée.

5. Approbation supérieure à 138 minutes :

Douze (12) mois d'expérience opérationnelle ETOPS selon une approbation à 120 minutes ou plus pour la définition de type ETOPS en fonction du vol prévu (p. ex. 180 minutes CMP si seulement des configurations à 120 et à 180 minutes sont précisées).

Les limites spécifiques qui reflètent les limites de l'approbation opérationnelle (p. ex. fiabilité du système de propulsion, protection incendie des soutes) ne doivent pas être dépassées.

L'expérience initiale en service peut être réduite conformément à l'approbation opérationnelle ETOPS accélérée (voir annexe C du présent document) dans les cas où un exploitant aérien peut démontrer de façon satisfaisante sa capacité et sa compétence à réaliser la fiabilité nécessaire exigée pour ETOPS.

TCAC peut exiger une augmentation de l'expérience en service préalable dans les cas où un nombre anormalement bas de vols et/ou des segments avec distance de vol prolongée se sont produits.

III-2.Approbation ETOPS accélérée

Le concept d'approbation ETOPS accélérée se fonde sur un programme structuré de facteurs compensateurs et sur une approche étape par étape. Il s'agit de la même philosophie que l'analyse de transfert technique utilisée pour accélérer l'approbation de la définition de type ETOPS de l'avion. Le contenu de l'annexe ne s'applique que si l'on envisage d'accorder une approbation opérationnelle à un exploitant aérien qui projette d'exploiter l'ensemble cellule-moteurs qui a reçu une approbation de définition de type comprenant les ETOPS.

III-3.Préparation du vol et considérations en vol

III-3-1.Généralités

Les critères de régulation des vols précisés dans le présent mini-projet s'ajoutent aux exigences contenues dans la réglementation opérationnelle pertinente ou les amplifient, et ils s'appliquent particulièrement aux opérations avec distance de vol prolongée.

Bien que de nombreux critères soient présentement intégrés aux programmes approuvés pour d'autres avions ou structures de route, la nature des ETOPS exige que la conformité à ces critères soit réexaminée à la lumière des opérations pour assurer que les programmes approuvés conviennent à cette fin.

III-3-2. Liste d'équipement minimal (MEL)

- Les niveaux de redondance des systèmes qui conviennent aux opérations avec distance de vol prolongée prévus doivent se retrouver dans la liste principale d'équipement minimal (MMEL) et/ou un supplément de TC. La MEL de l'exploitant aérien peut être plus restrictive que la MMEL, compte tenu du type d'opérations avec distance de vol prolongée envisagée, des problèmes d'équipement et de service propres à cet exploitant aérien. Pour les avions qui sont déjà en service opérationnel, la MEL existante doit être réévaluée et modifiée pour refléter les exigences du niveau de redondance des systèmes qui conviennent aux ETOPS.
- Les critères de la MEL pour les ETOPS n'ont pas à être appliqués pour une approbation opérationnelle ETOPS en zone d'exploitation sûre (75 minutes).
- Pour d'autres ETOPS, la MEL de l'exploitant aérien doit se fonder sur les renseignements contenus, selon les cas, dans le document CMP la MMEL et/ou le supplément de TC de l'avion.

III-3-3. Mesure en cas de défaillance de système pendant le vol

- L'exploitant aérien doit rédiger une liste des éléments qui sont jugés critiques aux ETOPS. Cette liste doit être publiée dans un document approprié (p. ex. le Manuel de référence rapide QRH) et être facilement accessible à l'équipage de conduite. Cette liste doit comprendre les procédures, les limitations et les normes CMP applicables en plus des renseignements indiquant des exigences à respecter avant d'entrer dans un segment ETOPS. En outre, cette liste doit contenir des indications à l'intention de l'équipage de conduite pour qu'il puisse prendre des mesures si l'un ou l'autre des articles spécifiés tombe en panne ou devient défectueux au cours de toute phase du vol.

- Le document doit donner des indications précises sur les mesures à prendre pour les phases ETOPS et non- ETOPS du vol, et doit comprendre, mais sans s'y limiter :

1. les circuits électriques;
2. les circuits hydrauliques;
3. les circuits pneumatiques;
4. l'auto - pilote;
5. les circuits carburants;
6. la protection contre le givre;
7. les installations de navigation et de communication;
8. le groupe auxiliaire de bord;
9. les systèmes de pressurisation et de conditionnement d'air;
10. la protection contre les incendies;
11. les limites météorologiques pour les aéroports de décollage en route.

- Les éléments identifiés et les procédures pertinentes doivent être acceptés par l'autorité compétente. Une déclaration doit être jointe qui assure que le pilote commandant de bord a l'autorité finale pour toutes les phases du vol.

III-3-4. Installations de communication et de navigation

Un avion ne doit pas être affecté à des vols ETOPS, à moins que :

- des installations de communication ne soient disponibles pour fournir, dans des conditions normales de propagation aux altitudes de croisière normales avec un moteur inopérant, des communications bilatérales fiables entre l'avion et l'installation de communication au sol appropriée sur la route de vol prévue et sur les routes menant à tout aéroport de décollage convenable qui peut être utilisé en cas de déroutement. Il doit être démontré que des renseignements météorologiques à jour, des renseignements suffisants sur le contrôle de l'état du vol et des procédures de l'équipage pour tous les systèmes critiques relatifs aux aéronefs et aux installations au sol sont disponibles pour permettre à l'équipage de conduite de décider s'il faut ou non poursuivre le vol et s'il faut se dérouter;

- des aides non visuelles au sol ne soient disponibles et situées de manière à fournir, compte tenu de l'équipement de navigation installé à bord de l'avion, la précision de navigation exigée au-dessus de la route prévue et à l'altitude du vol, et au dessus des routes menant aux altitudes et aux aéroports de dégagement à utiliser en cas de coupure de moteur;
- des aides visuelles et non visuelles ne soient disponibles à des aéroports de dégagement spécifiés, comme l'exigent les types d'approche et les minima opérationnels autorisés.

III-4.Approvisionnement en carburant et en huile

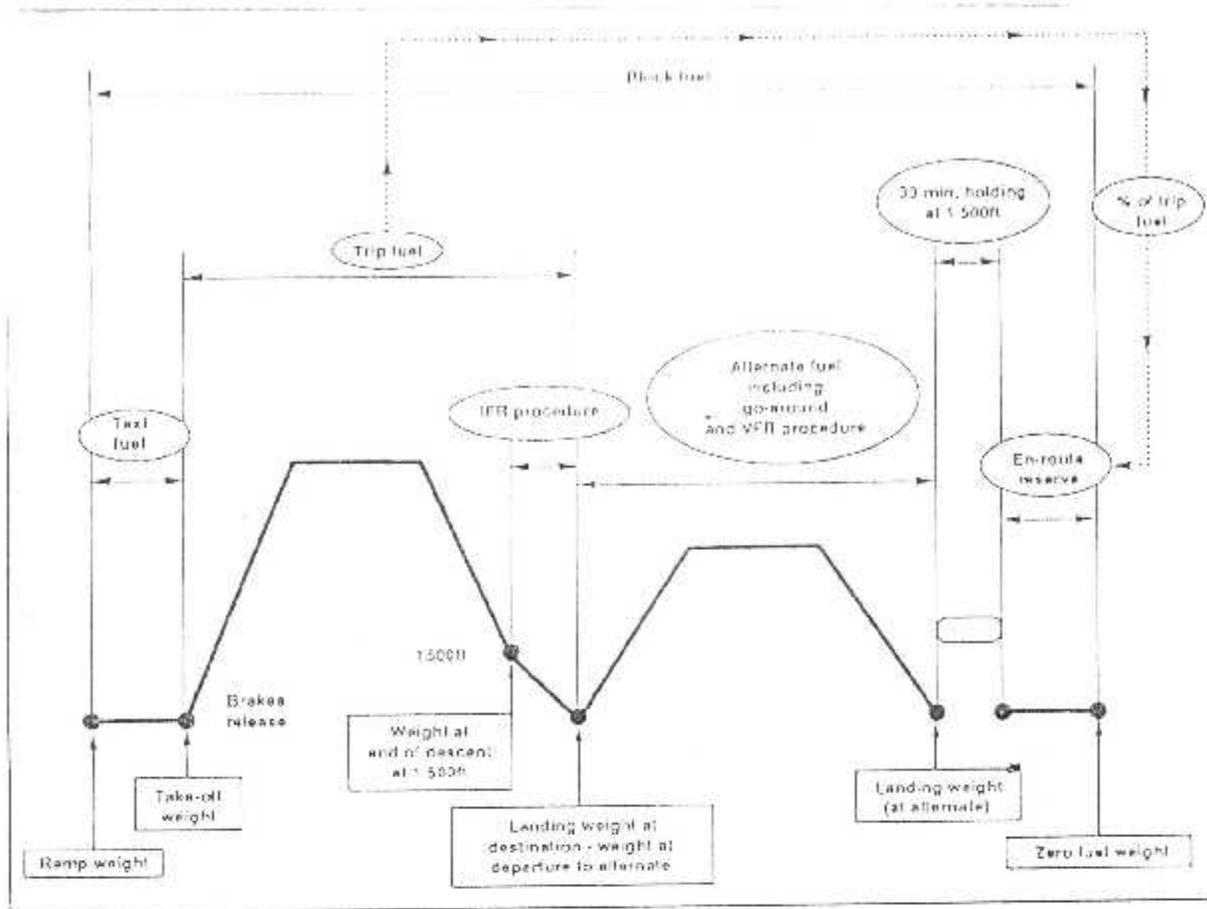
III-4-1.La planification standard du carburant

Cette planification de carburant est celle utilisée pour les opérations non- ETOPS , en effet ; les exigences du carburant sont les suivantes :

- carburant pour le roulage .
- - carburant de délestage (départ - destination)
- carburant de dégagement (y compris la remise de gaz).
- 30 minutes d'attente au dégagement .
- réserve de route 5% à 10% de délestage .
- réserve supplémentaire de carburant (exiger par l'exploitant).

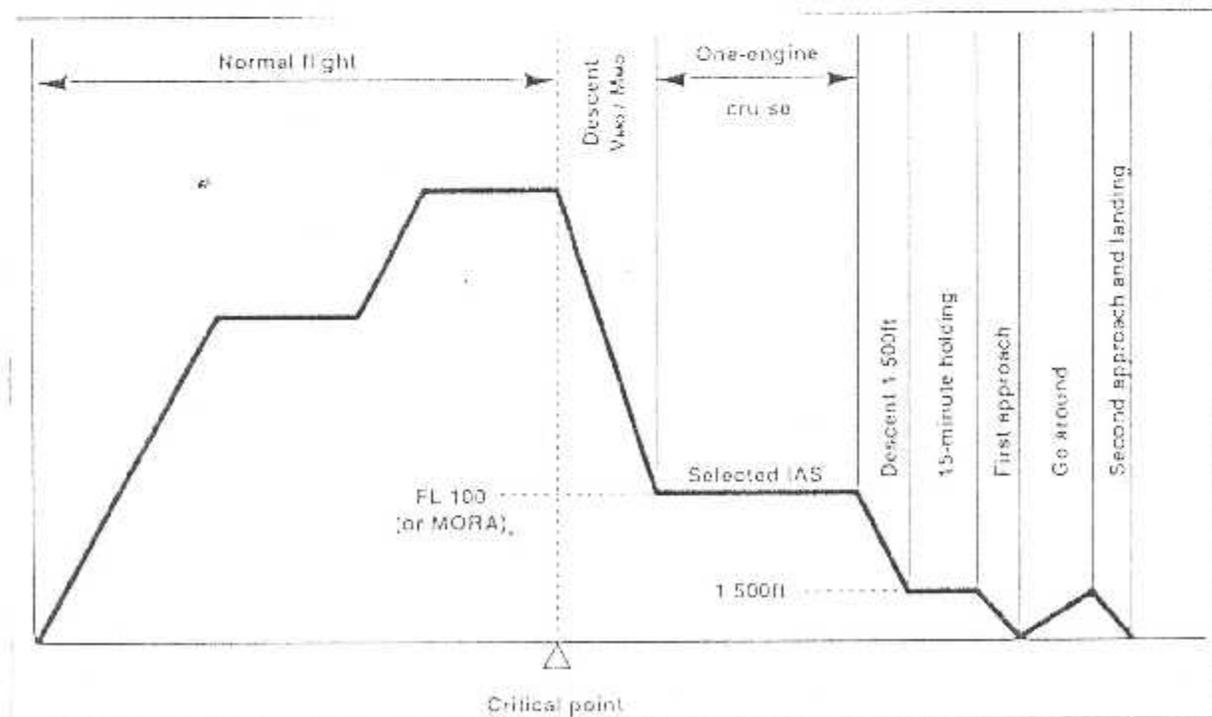
La somme des quantités de carburant ci-dessous constitue le carburant de bloc qui devrait être corrigés par le facteur de dégradation .

- Contrairement à la zone d'exploitation qui est déterminée en atmosphère standard et en air calme, la planification du carburant doit tenir compte des conditions météorologiques prévues le long de la route planifiée. Avant d'affecter un avion à des ETOPS, l'exploitant aérien doit déterminer, pour la route planifiée, une exigence de carburant normale et une exigence ETOPS.



Standard fuel planning

FIG. 4



Flight profile : one-engine out and depressurization

FIG. 5

La quantité de carburant nécessaire pour affecter un avion au vol est la plus grande des deux exigences de carburant qui en résulte.

- Un avion ne doit pas être autorisé à effectuer un vol ETOPS à moins qu'il ne transporte suffisamment de carburant et d'huile qui prévoient des réserves de carburant additionnelles pour faire face aux imprévus (Réserves de carburant critique). Dans le calcul des exigences en carburant et en huile, il faut au moins envisager les points suivants :

1- les conditions météorologiques à jour ainsi que les vents prévus le long de la trajectoire de vol prévue à l'altitude de croisière avec un moteur inopérant et pendant toute l'approche et l'atterrissage;

2- toute exigence pour le fonctionnement du système de protection contre le givre et toute perte de performances en raison d'une accumulation de glace sur des surfaces non protégées de l'avion;

Il faut être prudent dans l'évaluation du facteur de givrage pour tenir compte de la probabilité de la situation, de la gravité de la menace, de la durée de cette situation et de la mesure anticipée par l'équipage de conduite.

3- tout fonctionnement nécessaire du groupe auxiliaire de bord (APU);

4 -une perte de pressurisation et de conditionnement d'air dans l'avion; il faut tenir compte d'une altitude de vol qui satisfait aux exigences en oxygène en cas de perte de pressurisation;

5- une approche suivie d'une approche manquée et d'une approche et d'un atterrissage subséquents;

6- la précision requise des instruments de navigation;

7- toute contrainte connue du contrôle de la circulation aérienne.

L'entretien courant et la consommation en huile de l'APU doivent être évalués selon les exigences du document CMP.

III-4-2. La planification de carburant ETOPS

Pour les opérations ETOPS, la planification spécifique du fuel aussi nommé 'réserve de carburant critique' dans les règlements devrait être établie.

La planification du carburant ETOPS est divisée en 2 parties :

La première partie correspond à un scénario du fuel standard de l'aéroport de départ au point critique de (CP), la 2^{ème} partie correspond au scénario du fuel critique de CP à l'aéroport de déroutement.

Le scénario de carburant critique ETOPS est basé sur une étude séparée de deux cas de panne produit au point critique ; avec leur profil de déroutement spécifique.

III-4-3. Réserves de carburant critique

Lorsqu'il établit les réserves de carburant critique, l'exploitant aérien doit déterminer le carburant nécessaire pour voler à partir du point le plus critique et pour exécuter un déroutement à un aéroport de dégagement convenable.

Ces réserves de carburant critique doivent être comparées avec la quantité de carburant qui sera à bord au point le plus critique, calculée en fonction de la quantité normale de carburant requise au décollage selon les dispositions réglementaires pour le vol proposé.

Si cette comparaison permet de déterminer que la quantité de carburant qui serait à bord au point le plus critique serait inférieure aux réserves de carburant critique, il faudrait embarquer davantage de carburant afin de veiller à ce que la quantité de carburant à bord au point le plus critique soit égale ou supérieure aux réserves de carburant critique.

le scénario de carburant critique doit prévoir :

1. une marge de 5 % à la consommation de carburant calculée à partir du point critique jusqu'à un aéroport de dégagement adéquat pour tenir compte des erreurs dans les prévisions du vent et du kilométrage en carburant;
2. tous les articles de la liste de dérogations de configuration et/ou de la liste d'équipement minimal;

3. l'antigivrage de la cellule et des moteurs;
4. l'accumulation de glace sur les surfaces non protégées si des conditions givrantes sont susceptibles de se produire au cours du déroutement;
5. tout fonctionnement nécessaire du groupe auxiliaire de bord ou de la turbine à air dynamique.

Aux fins du calcul de la réserve de carburant critique, l'exploitant aérien doit déterminer le scénario de défaillance le plus critique sur le plan opérationnel, compte tenu du temps et de la configuration de l'avion. Toute défaillance ou combinaison de défaillances pour lesquelles on a déterminé qu'elles ne sont pas extrêmement improbables doit être prise en considération. La réserve de carburant critique est le carburant requis :

- elle doit permettre de voler du point le plus critique à un aéroport de dégagement convenable au point critique, après que l'événement le plus critique sur le plan opérationnel s'est produit, en plus de
- à l'approche de l'aéroport de dégagement convenable, descendre à 1 500 ft au-dessus de l'aéroport, demeurer en attente pendant 15 minutes, amorcer une approche suivie d'une procédure d'approche interrompue, puis d'effectuer une approche et un atterrissage.

Par exemple, s'il a été déterminé que le scénario critique serait la défaillance simultanée d'un système de propulsion et du système de pressurisation, les réserves de carburant critiques devraient permettre :

- au point le plus critique, d'effectuer une descente immédiate à une altitude de 10 000 ft et de poursuivre le vol à cette altitude à la vitesse de croisière approuvée avec un moteur en panne (la consommation de carburant peut être calculée en fonction du maintien d'une altitude de croisière supérieure à 10 000 ft, si l'avion est équipé de suffisamment d'oxygène supplémentaire, conformément aux exigences réglementaires applicables;

- à l'approche de l'aéroport de dégagement convenable, de descendre à 1 500 ft au-dessus de la destination, de demeurer en attente pendant 15 minutes, d'amorcer une approche suivie d'une procédure d'approche interrompue, puis d'exécuter une approche et un atterrissage.

III-5. Aérodrômes de dégagement en route convenables

III-5.1. Généralités

Une des caractéristiques distinctives des ETOPS est le concept voulant qu'il existe un aéroport de dégagement convenable vers lequel un avion peut se dérouter après une simple défaillance ou une combinaison de défaillances nécessitant un déroutement. Là où la plupart des avions bimoteurs volent dans un milieu où plusieurs aéroports de dégagement sont disponibles, l'avion effectuant des opérations avec distance de vol prolongée pourrait n'avoir qu'un aéroport de dégagement situé à une distance déterminée par la résistance d'un système cellule donné (p. ex. circuit d'extinction incendie de la soute) ou par la durée de déroutement maximale approuvée pour cette route.

Il est par conséquent important que tout aéroport désigné comme un aéroport de dégagement en route possède les capacités, les services et les installations pour, accueillir cet avion en toute sécurité et que les conditions météorologiques au moment de l'arrivée offrent toutes les garanties possibles que des références visuelles suffisantes seront disponibles à la hauteur de décision (DH) ou à l'altitude minimale de descente, et que l'état de la surface s'inscrit dans les limites acceptables pour permettre d'effectuer en toute sécurité une approche et un atterrissage lorsqu'un moteur ou des systèmes sont inopérants.

- Un avion ne doit pas être autorisé à effectuer une opérations avec distance de vol prolongée à moins que les aéroports de décollage, de destination et de dégagement, y compris les aéroports de dégagement en route qui sont à utiliser en cas de défaillance du système de propulsion ou d'une ou de plusieurs défaillances des systèmes cellule nécessitant un déroutement, ne figurent dans le plan de vol opérationnel (p. ex. un copie du plan de vol ordinateur de bord).

- Il faut aussi identifier les aéroports de dégagement en route convenables, en établir la liste et l'insérer, ainsi que les renseignements les plus récents (sur l'aéroport, les installations, la météo, etc.) dans l'autorisation de départ remise à l'équipage dans tous les cas où la route de vol prévue comprend un point situé à plus de 60 minutes de vol d'un aéroport adéquat à la vitesse de croisière avec un moteur en panne. Comme ces aéroports de dégagement en route jouent un rôle différent de celui d'un aéroport de destination et qu'ils ne seraient normalement utilisés qu'en cas de panne moteur ou de perte de système cellule primaire, un aéroport peut ne pas figurer sur la liste comme aéroport de dégagement en route, à moins que :
1. les distances d'atterrissage exigées comme le prescrit le manuel de vol de l'aéronef pour l'altitude de l'aéroport, pour la piste qu'il est prévu d'utiliser, compte tenu des conditions de vent, de la surface de la piste et des caractéristiques de pilotage de l'avion, permettent à l'avion de s'arrêter sur la distance d'atterrissage disponible, telle qu'elle est précisée par les autorités aéroportuaires et calculée conformément à la réglementation pertinente;
 2. des services et des installations aéroportuaires soient disponibles et suffisants pour les procédures d'approche approuvées de l'exploitant aérien et les minima opérationnels en fonction de la piste qu'il est prévu d'utiliser;
 3. les dernières prévisions météorologiques disponibles pour une période débutant avant l'heure d'atterrissage établie la plus hâtive et se terminant une heure après l'heure d'atterrissage établie la plus tardive à cet aéroport, sont égales ou supérieures aux minima météorologiques autorisés pour les aéroports de dégagement en route ;
 4. pour la même période, la composante vent de travers prévue pour la piste d'atterrissage envisagée, y compris les rafales, est inférieure au maximum permis pour un atterrissage avec un moteur par vent de travers. Lorsqu' aucune valeur de vent de travers n'a été démontrée avec un seul moteur, il convient d'utiliser 80 % de la valeur démontrée; et

5. au cours du vol, les équipages de conduite demeurent informés de tout changement d'importance aux aéroports de dégagement en route.

Avant de passer au-delà du point d'entrée du segment d'opérations avec distance de vol prolongée, les prévisions météorologiques pour les périodes de temps, l'état de l'avion, la quantité de carburant restante, l'état de la surface de la piste, les distances d'atterrissage ainsi que pour les services et les installations aéroportuaires doivent être évalués.

Si l'une ou l'autre des conditions compromettaient une approche et un atterrissage sécuritaires, alors le pilote devrait en être avisé, et un ou des aéroports de dégagement acceptables devraient être choisis pour y effectuer une approche et un atterrissage en toute sécurité.

- Une fois que le vol a pénétré dans le segment ETOPS si la prévision météorologique pour les aéroports de dégagement en route est révisée en deçà des limites d'atterrissage, le vol peut se poursuivre à la discrétion du commandant de bord.
- En outre, le programme de l'exploitant aérien doit fournir aux équipages de conduite des renseignements sur les aéroports adéquats qui conviennent à la route à suivre et qui ne satisfont normalement pas les minima météorologiques des aéroports de dégagement en route.

Des renseignements sur les installations aéroportuaires et sur d'autres données de planification pertinentes relatives à ces aéroports doivent être fournis aux équipages de conduite, qui les utiliseront lors d'un déroutement.

Les aéroports de dégagement doivent être choisis de manière que l'avion puisse les atteindre, particulièrement en ce qui a trait aux performances de vol (vol au-dessus des obstacles) ou aux exigences en oxygène. Une liste des aéroports de dégagement en route et des limites météorologiques de ces aéroports sera publiée dans le Manuel d'exploitation de l'exploitant aérien.

• *Africa*

Airport	Code	Note
• <i>Mainland</i>		
Addis Ababa	ADD	
Aswan	ASW	
Bangui	BGF	
Benghazi	BEN	
Cairo	CAI	
Casablanca	CAS	
Conakry	CKY	
Cape Town	CPT	
Dakar	DKR	
Djibouti	JIB	
Entebbe	EBB	
Ghardaia	GHA	(9)
Harare	HRE	
Johannesburg	JNB	
Khartoum	KRT	
Kinshasa	FIH	
Lilongwe	LLW	
Luanda	LAD	
Lusaka	LUN	
Mogadishu	MGO	
Mombasa	MBA	
Nairobi	NBO	
N'Djamena	FTL	
Ouagadougou	OUA	
Port Harcourt	PHC	
Tamarasset	TMR	
Windhoek	WDH	
• <i>Islands</i>		
Antananarivo	TNR	
Mauritius	MRU	
Moroni	HAH	
Seychelles	SEZ	

Airport	Code	Note
• <i>Canada/US</i>		
Bangor	BGR	
Gander	YQX	
Goose Bay	YYR	
Frobisher Bay	YFB	
Halifax	YHZ	
Iqaluit	YFB	
Resolute	YRB	
St Johns	YYT	
Stephenville	YJT	
Sydney (Nova Scotia)	YQY	
• <i>Caribbean</i>		
Antigua	ANU	
Barbados	BGI	
Barranquilla	BAQ	
Bermuda	NWU	
Havana	HAV	
Kingston	KIN	
Nassau	NAS	
Panama City	PTY	
San Jose	SJO	
San Juan	SJU	
Villahermosa	VSA	

• *South America and South Atlantic*

Airport	Code	Note
• <i>Mainland</i>		
Antofagasta	ANF	
Buenos Aires	EZE	
Caracas	CCS	
Cayenne	CAY	
Georgetown	GEO	
Fortaleza	FOR	
Lima	LIM	
Natal	NAT	
Quito	UIO	
Rio	GIG	
Rio Gallegos	RGL	
Santiago	SCL	
Temuco	ZCO	
Ushuaia	USH	
• <i>Islands</i>		
Mount Pleasant	EGYP	(8)

• *North Atlantic and Caribbean Area*

Airport	Code	Note
• <i>Europe</i>		
Asturias	OVD	
Bergen	BER	
Bodo	BOC	
Brest	BES	
Cork	ORK	
Glasgow	GLA	
Lisbon	LIS	
Porto	OPO	
Santiago	SCQ	
Shannon	SNN	
Stornoway	SYX	(1)
• <i>Iceland/Greenland</i>		
Akureyri	AEY	(2)
Egilsstadir	BIEG	(3)
Keifavik	KEF	
Narssassuaq	UAK	(4)
Reykjavik	REK	(5)
Sondre Stromfjord	SFJ	
Thule	THU	(6)
• <i>Mid Atlantic</i>		
Ascension Island	ASN	(7)
Lha do Sal	SID	
Lajes/Terceira	TER	
Las Palmas	LPA	
Ponta Degada	PDL	
Santa Maria	SMA	

• *Australia and New Zealand*

Airport	Code	Note
• <i>Australia</i>		
Adelaide	ADL	
Alice Springs	ASP	
Brisbane	BNE	
Cairns	CNS	
Darwin	DRW	
Forrest	FOS	(12)
Hobart	HBA	
Kalgoorlie	KGI	(13)
Learmonth	LEA	
Melbourne	MEL	
Mount Isa	ISA	
Perth	PER	
Sydney	SYD	
Townsville	TSV	
• <i>New Zealand</i>		
Auckland	AKL	
Christchurch	CHC	
Wellington	WLG	

• *Indian Ocean and Asia*

Airport	Code	Note
• <i>Arabian Sea/Bay of Bengal</i>		
Bombay	BOM	
Dhaka	DAC	
Diego Garcia	DIG	(10)
Calcutta	CCU	
Cocos Islands	CCK	
Colombo	CMB	
Karachi	KHI	
Male	MLE	
Muscat	MCT	
Salalah	SLL	
• <i>Asia</i>		
Banda Aceh	BTJ	
Bangkok	BKK	
Biak	BIK	
Car Nicobar	CBD	(11)
Davao	DVO	
Hanoi	HAN	
Hochiminh City	SGN	
Kagoshima	KOJ	
Manado	MDC	
Manila	MNL	
Medan	MES	
Port Moresby	POM	
Sandakan	SDK	
Sapporo	CTS	
Tainan	TNN	

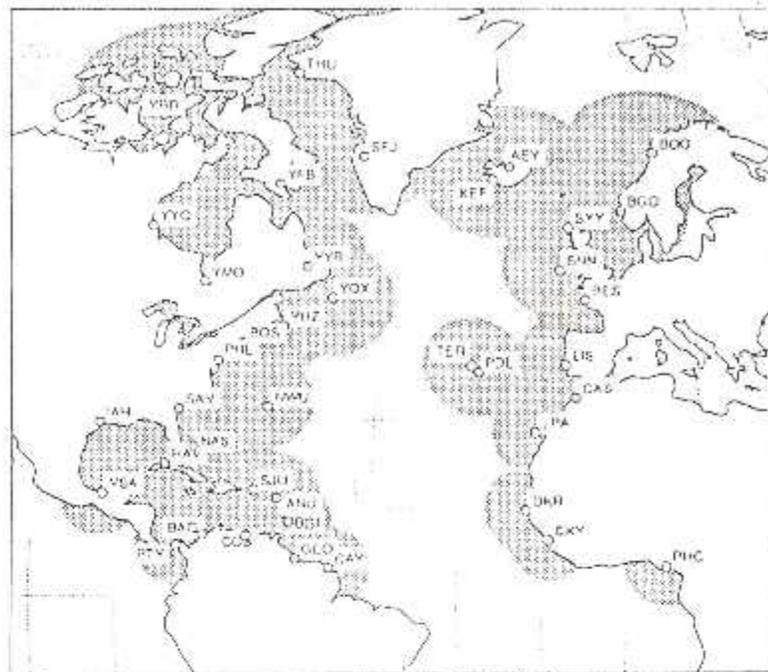
• *Pacific Ocean*

Alrport	Code	Note
• <i>North American coast</i>		
Anchorage	ANC	
Cold Bay	CDB	
Guadalajara	GDL	
Juneau	JNU	
Los Angeles	LAX	
La Paz (Mexico)	LAP	
Portland	PDX	
Sacramento	SMF	
Vancouver	YVR	
• <i>Islands</i>		
Apia	APW	
Canton Island	CIS	
Christmas Island	CXI	(14)
Guam	NGM	
Hao	HOI	
Hilo	ITO	
Honiara	HIR	
Honolulu	HNL	
Johnston Atoll	JON	(15)
Majuro Atoll	MAJ	
Midway	MDY	(16)
Nauru	INU	
Noumea	NOU	
Papeete	PPT	
Shemia	SYA	
Suva	SUV	
Wake Island	AWK	(17)

• *Ex. USSR*

Airport	Code	Note
• <i>Armenia</i> Yerevan	EVN	
• <i>Azerbaijan</i> Baku	BAK	
• <i>Byelorussia</i> Minsk	MSQ	
• <i>Estonia</i> Tallinn	TLL	
• <i>Georgia</i> Sukhumi Tbilisi	SUI TBS	
• <i>Kazakhstan</i> Aktyubinsk Alma-Ata	AKX ALA	
• <i>Kirgyzstan</i> Bishkek	FRU	
• <i>Latvia</i> Riga	RIX	
• <i>Lithuania</i> Vilnius	VNO	
• <i>Moldova</i> Kishinev	KIV	

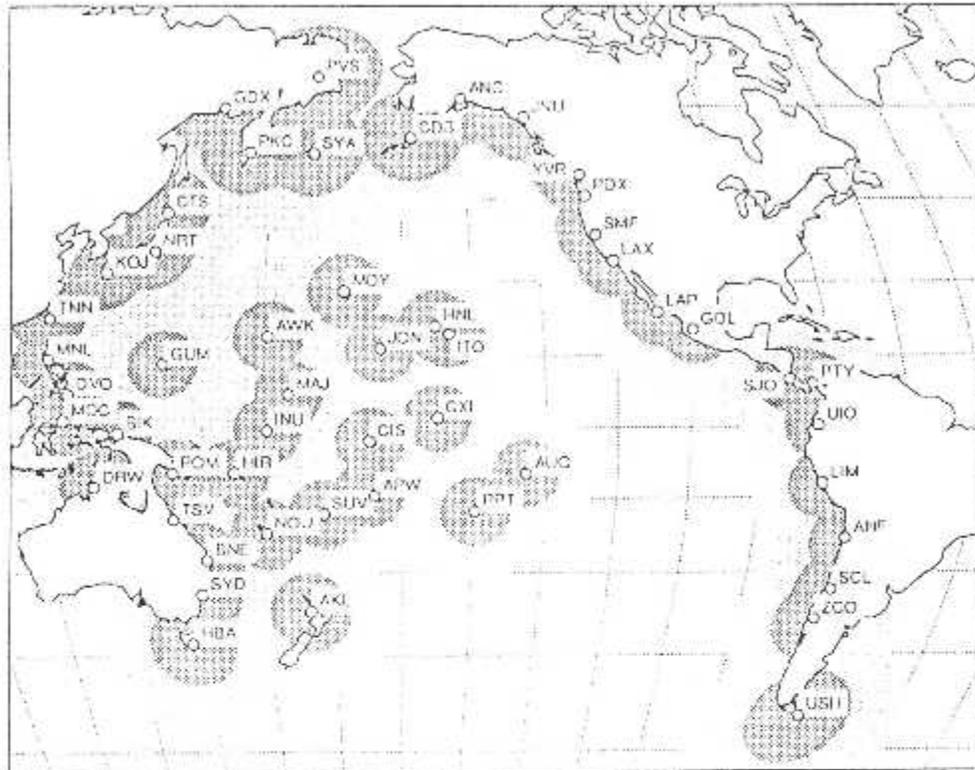
Airport	Code	Note
• <i>Russia</i>		
Bratsk	BTK	
Chita	HTA	
Irkutsk	IKT	
Kazan	KZN	
Khabarovsk	KHV	
Magadan	GDX	
Mineralnye Vody	MRV	
Moscow	SVO	
Moscow	VKO	
Murmansk	MMK	
Novosibirsk	OVB	
Petropavlovsk-Kam	PKC	
Petrozavodsk	PES	
Providenia Bay	PVS	
Rostov-na-Donu	ROV	
Samara	KUF	
St Petersburg	LED	
Syktvykar	SCW	
Ulan-Ude	UUD	
Yakutsk	YKS	
Yuzhno-Sakhalinsk	UUS	
• <i>Tajikistan</i>		
Dushanbe	DYU	
• <i>Turkmenistan</i>		
Ashkhabad	ASB	
• <i>Ukraine</i>		
Kiev	KBP	
Lvov	LWO	
Odessa	ODS	
• <i>Uzbekistan</i>		
Samarkand	SKD	
Tashkent	TAS	



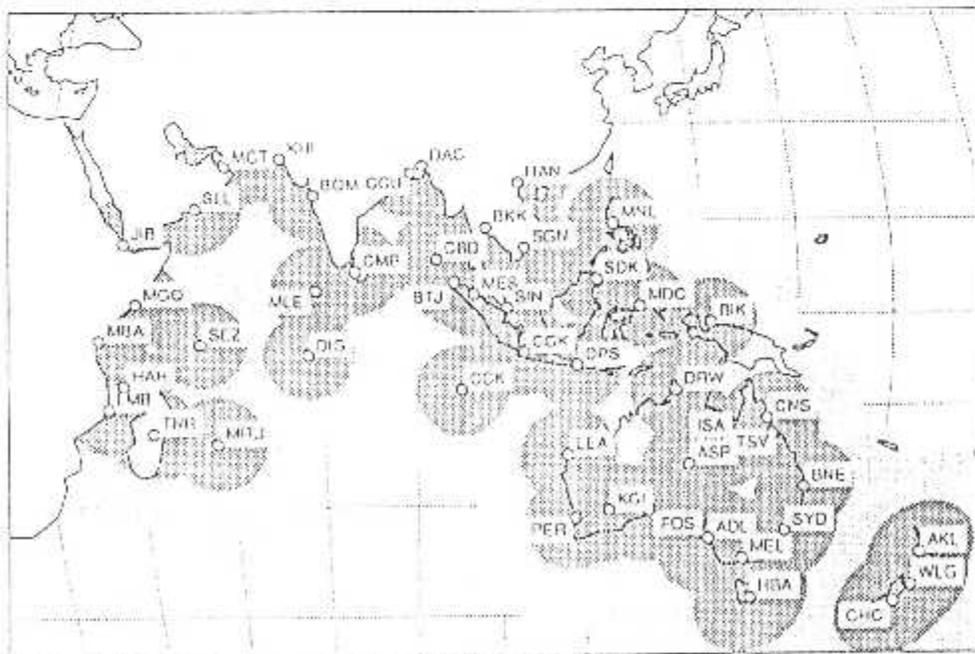
North Atlantic diversion airfields



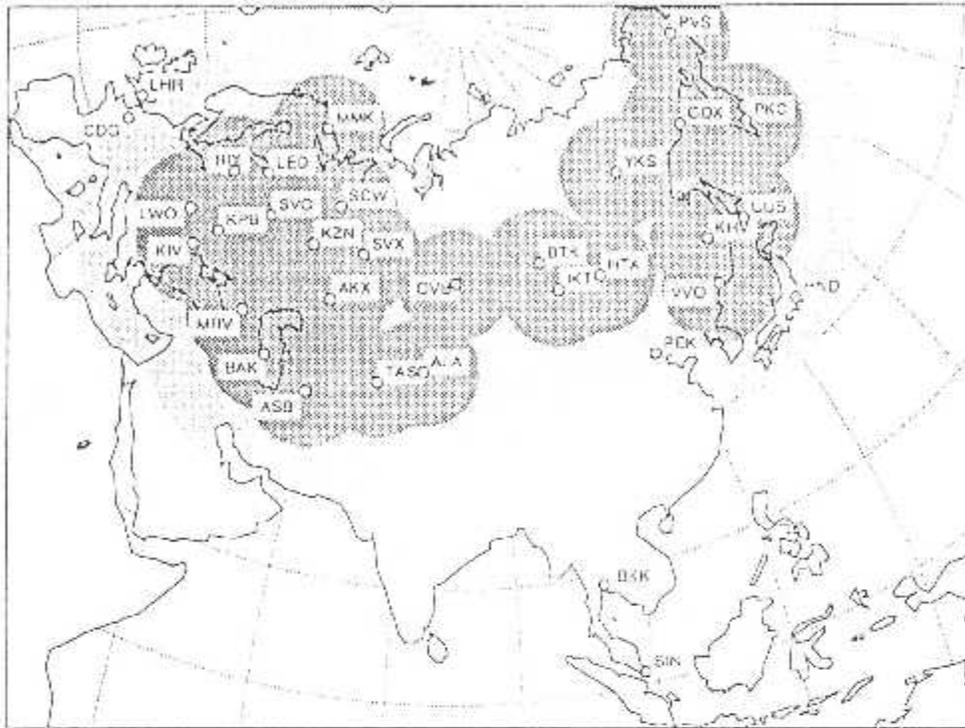
Atlantic Ocean diversion airfields



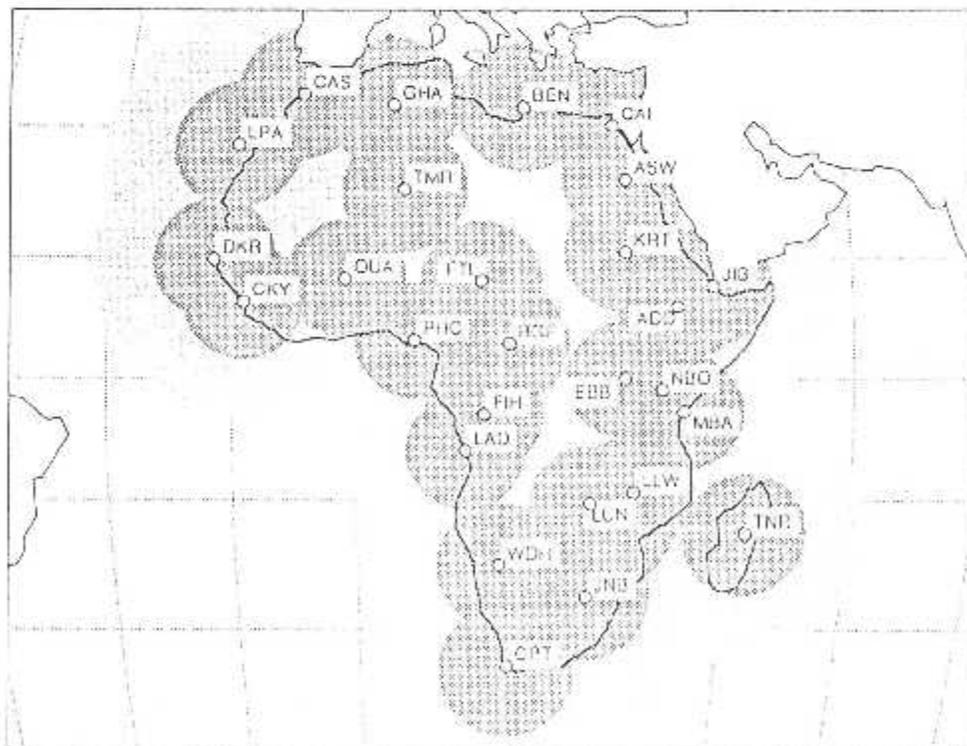
Pacific Ocean diversion airfields



Indian Ocean & Australasia diversion airfields



Ex-USSR diversion airfields



Africa diversion airfields

III-5-2. Aéroport adéquat

Comme pour toutes les autres opérations, un exploitant aérien qui désire être autorisé sur une route est tenu de démontrer qu'il est en mesure de mener de façon satisfaisante des vols entre chaque aéroport requis sur cette route ou le long du segment de route.

Les exploitants aériens sont tenus de démontrer que les installations et services spécifiés sont à leur disposition et qu'ils suffisent au vol proposé. En plus de satisfaire à ces critères, les aéroports qui satisfont aux normes de l'Annexe 14 de l'OACI, et qui sont jugés utilisables par un avion donné seront acceptés comme aéroports adéquats.

III-5-3. Aéroport convenable

Pour qu'un aéroport soit jugé convenable, il doit posséder les capacités, les services et les installations nécessaires à sa désignation comme aéroport adéquat et présenter des conditions météorologiques et des conditions de surface qui offrent une grande assurance qu'une approche et un atterrissage peuvent être effectués en toute sécurité lorsqu'un moteur ou des systèmes sont inopérants et qu'ils rendent nécessaires un déroutement vers un aéroport de dégagement en route. Aux fins de planification, les minima météorologiques de l'aéroport de dégagement en route sont plus élevés que les minima météorologiques requis pour amorcer une approche aux instruments.

III-5-4. Minima météorologiques standards pour les aéroports de dégagement en route

Les minima sont établis aux fins de planification et d'autorisation des ETOPS. Un aéroport donné peut être considéré comme un aéroport convenable aux fins de planification et d'autorisation des ETOPS s'il possède une des combinaisons suivantes de capacités d'approche aux instruments et s'il présente les minima météorologiques suivants à l'aéroport de dégagement en route au moment du vol en question:

Due à la variation naturelle des conditions MTO avec le temps, donc la nécessité de déterminer la convenabilité (durant la période de validité définie) d'un aéroport de déroutement particulier prioritaire au départ d'un vol ETOPS.

La diffusion des minima MTO d'un aéroport de dégagement en-route sont généralement plus élevée que les minima MTO normal pour commencer une approche au instrument . ceci est nécessaire pour assurer que cette approche aux instruments peut être conduite en sûreté si le vol à été dévié vers cet aéroport de dégagement en-route.

III-5-5. La diffusion des minima météorologiques ETOPS

La diffusion des minima météorologiques ETOPS est différentes d'un règlement à un autre .

- pour la FAA , des minima plus supérieure que les minima MTO normal ETOPS dont pris en considération pour tenir compte d'une dégradation possible des conditions MTO dans les aéroport de déroutement .
- Pour JAA , en plus de la définition du FF , les minima MTO ETOPS prend en compte une dégradation possible de la capacité des aides d'approche.

Les minima des procédures en descente spirale ne sont pas tenu en compte pour les minima de plafond.

Cependant, il faut se referez à la carte d'approche de l'aéroport pour déterminer les minima de plafond ETOPS en ajoutant 400 ft au minima publiés(circling).

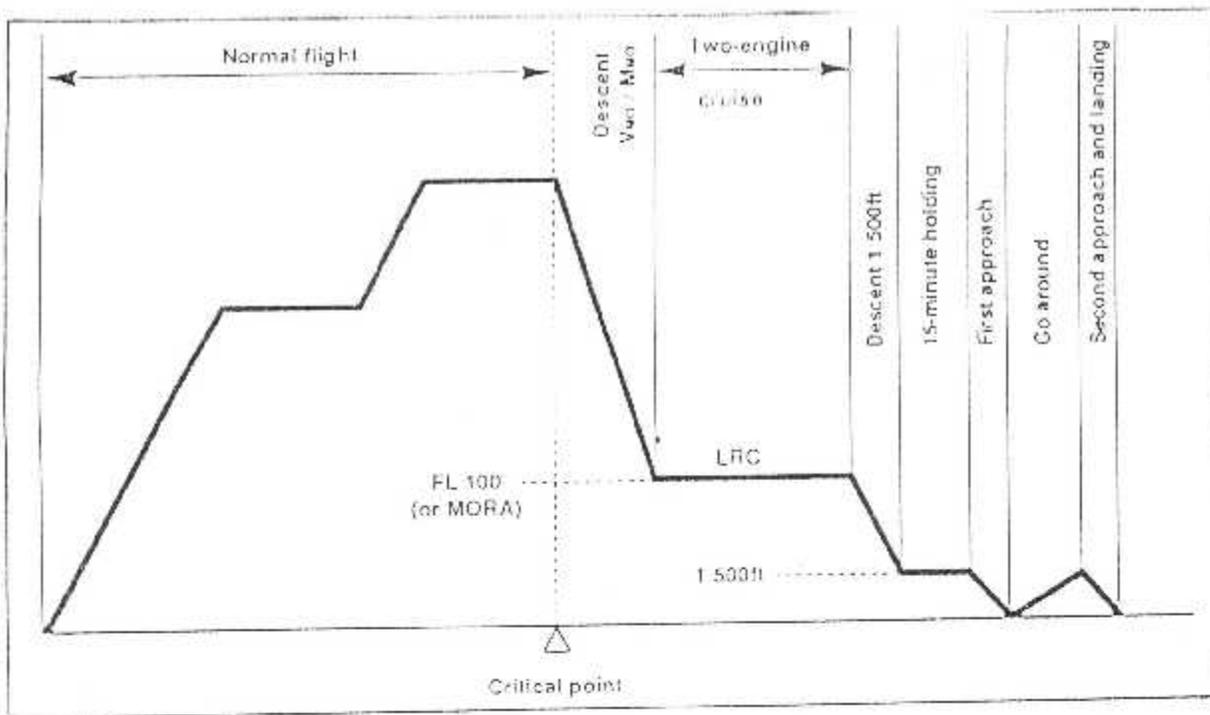
Pour les aires géographiques où les conditions MTO sont très stables, c .à. d la variation est bien connue et se dégrade à faible taux, une diminution des minima MTO se sera autorisé qu'après un agrément des autorités opérationnelles.

Il faut bien noter que tout les avions AIRBUS sont de catégorie C pour la détermination des minima.

Les minima sont normalement publiées dans la carte d'approche

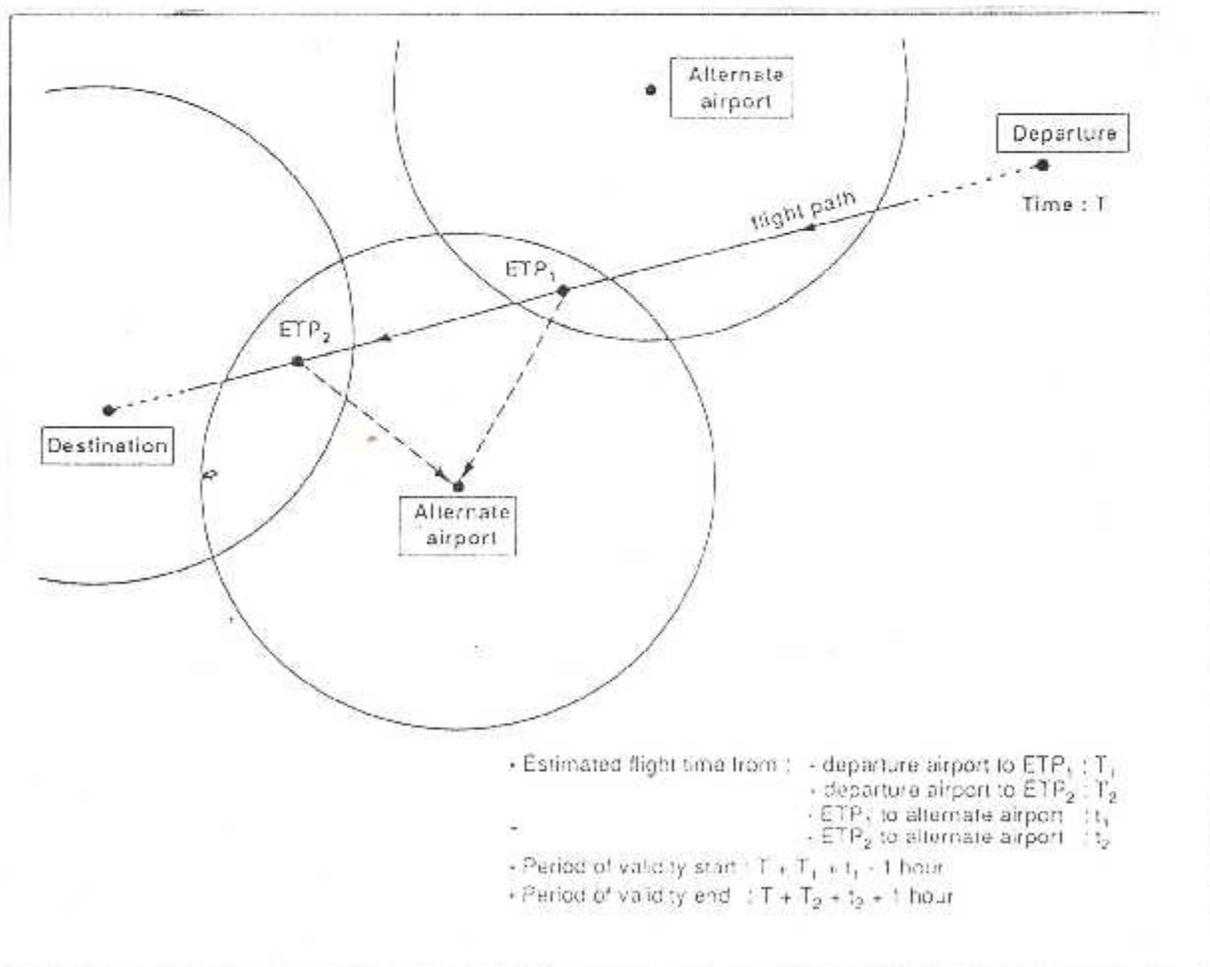
Période de validité :

Pour chaque aéroport de dégagement, la diffusion des minima doit être assure pendant une certaine période de temps .Cette période de validité débute une heure avant le premier ETA de cet aéroport et se termine une heure après le dernier ETA.



Flight profile : depressurization

FIG. 6



Weather minima, period of validity

FIG. 7

Le premier ETA dans un aéroport de dégagement ,en pratique, est le temps de départ plus le temps de vol normal pour relier l'ETP entre l'aéroport considéré et l'aéroport de dégagement précédent le long de la route plus le temps de vol de déroutement de ce ETP à l'aéroport de déroutement en considérons un déroutement à la vitesse normal de croisière .

Le dernier ETA dans un aéroport de dégagement ,en pratique, est le temps de départ plus le temps de vol normal pour relier l'ETP entre l'aéroport considéré et l'aéroport de dégagement suivant le long de la route plus le temps de vol de déroutement de ce ETP à l'aéroport de déroutement en considérons un déroutement à LRC et FL 100 or MORA.

Le dossier météo :

L'office de la diffusion doit fournir à l'équipage les relevés d'informations du temps :

- TAF (terminal Aeroport Forcast) et METAR (Observed Weather report) pour l'aéroport de destination, aéroport de déroutement et aéroport de dégagement en route.

Le TAF devra être valide pour la convenabilité exigé avec l'accord de CFP.

- Carte de temps significatif (TEMSI) qui donne des informations météorologique synoptiques et des prévisions.(exemples :turbulence, condition de givrage...)

les prévisions vent et température pour FL 100 ,pour l'altitude de croisière d'un monomoteur typique et pour le niveau de vol normale de croisière.

III-6.Installations disponibles à l'aéroport de dégagement convenable au plafond –visibilité

Pour les aéroports avec :

- 2 approches ou plus utilisables, chacune offrant des minima d'approche directe aux pistes convenables distinctes (deux surfaces d'atterrissage distinctes)
 - **Plafond** : de 400 pieds au-dessus de la DH.
 - **Visibilité** : Max 1600 et PM + 800.

Pour les aéroports avec :

- 1 procédure d'approche de précision utilisable.
 - **Plafond** : de 400 pieds au-dessus de la DH , selon l'altitude la plus élevée.
 - **Visibilité** : Max 3200 et PM + 1600..

Pour les aéroports avec :

- 1 procédure d'approche de non-précision utilisable.
 - **Plafond** : Max 800 ft et MDH + 400 .
 - **Visibilité** : 3200 et PM + 1600

	Ceiling (Ft)	Visibility (m)
<ul style="list-style-type: none"> • Precision Approach: 		
-1 ILS /MLS	DH+400	Max of : - 3200 - PM + 1600
-2 ILS/MLS (separate runways)	DH+200	Max of : - 1600 - PM + 800
<ul style="list-style-type: none"> • Non- precision approach 	Max of : - 800 - MDH + 400	Max of : -3200 -PM + 1600

Notes :

- PM = published minima
- DH= decision height.
- MDH= minimum descent height .
- separate

Note : Les prévisions météorologiques qui portent la mention BECMG, TEMPO ou PROB peuvent être utilisées pour établir que les conditions météorologiques permettent à un aérodrome utilisé comme aérodrome de dégagement dans les cas suivants :

a) si les conditions météorologiques prévues indiquent une amélioration du temps; dans le cas d'une mention « BECMG », cette condition est considérée applicable à partir de la fin de la période de temps « BECMG », étant entendu que ces conditions ne sont pas inférieures aux exigences relatives aux minima météorologiques publiés pour ledit aérodrome de dégagement;

b) si les conditions météorologiques prévues indiquent une détérioration du temps; dans le cas d'une mention « BECMG », cette condition est considérée applicable à partir du début de la période de temps « BECMG », étant entendu que ces conditions ne sont pas inférieures aux exigences relatives aux minima météorologiques publiés pour ledit aérodrome de dégagement;

c) si la mention « TEMPO » apparaît, cette condition ne doit pas être inférieure aux exigences relatives aux minima météorologiques publiés pour ledit aéroport de dégagement;

d) si la mention « PROB » apparaît, cette condition ne doit pas être inférieure aux minima d'atterrissage prévus pour ledit aérodrome. Dans le cas d'une mention « PROB », cette condition n'est pas un facteur limitatif, pourvu que le pourcentage de probabilité soit inférieur à 40 p. 100. Néanmoins, le commandant de bord doit faire preuve de discernement lorsqu'il évalue globalement les conditions « PROB ».

III-7. Données de performances de l'avion

Aucun avion ne doit être autorisé à effectuer des opérations avec distance de vol prolonge à moins que le Manuel d'exploitation de l'exploitant aérien renferme suffisamment de données pour permettre un calcul relativement à la réserve de carburant critique et à la zone d'exploitation.

d) A330-301 FCOM extract

 A330 <small>FLIGHT OPERATING MANUAL</small>	SINGLE ENGINE OPERATION	1.05.10	P 1
	GENERAL	SEC 031	REV 08

INTRODUCTION

This chapter provides the single engine performance data to be used for the conduct and monitoring of the flight following an engine failure.
 The diversion strategy (Just-in-time and cruise speed schedules) shall be selected, and specified in the operator's routes specifications, as a function of the prevailing operational factors (e.g. obstacles clearance requirements and/or ETOPS operation).

FLIGHT PREPARATION

In readiness for a possible engine failure occurring during the flight, any flight shall be planned so as to comply with any of the following requirements, as applicable:

- obstacle clearance;
- OXYGEN;
- maximum diversion distance (ETOPS operation).

The following FCOM sections provide flight preparation and fuel planning information:
 2.05.10 thru 2.05.60, for Standard Fuel Planning;
 2.04.40, for Extended Range (ETOPS) Operation and associated Fuel Requirements.

STRATEGY

Depending on the prevailing operational constraints, the most appropriate diversion strategy shall be selected, out of the following options:

DESCRIBE THE CLIMBING	STANDARD STRATEGY	OBSTACLE STRATEGY	FIXED SPEED SCHEDULES	
			1 st CT	VMO
	CRUISE KT MCT	Cruise Climb Speed MCT	CRUISE KT MCT	CRUISE KT MCT
	CRUISE KT MCT	- Obstacle clearance Maintain Climb Dist. Speed at MCT - Obstacle cleared Cruise for standard strategy	FL. CRUISE KT MCT/CRUISE KT	FL. CRUISE KT MCT/CRUISE KT
DESCEND TO DESTINATION	CRUISE KT/CRUISE KT			

 A330 <small>FLIGHT OPERATING MANUAL</small>	SINGLE ENGINE OPERATION	2.06.10	P 2
	GENERAL	SEC 110	REV 05

For ETOPS operations, any one of the above diversion strategies can be used provided that the selected strategy and speed schedule is used in:

- establishing the Area of Operation (maximum diversion distance), as described in Section 2.04.40;
- calculating the diversion fuel requirements for the single engine ETOPS critical scenario, as provided in section 2.04.40;
- demonstrating the applicable obstacle clearance requirements (not flight path and not ceiling).

During the diversion, the flight crew is expected to use the planned speed schedule. However, based on the evaluation of the actual situation, the pilot-in-command has the authority to deviate from the planned one engine inoperative speed.

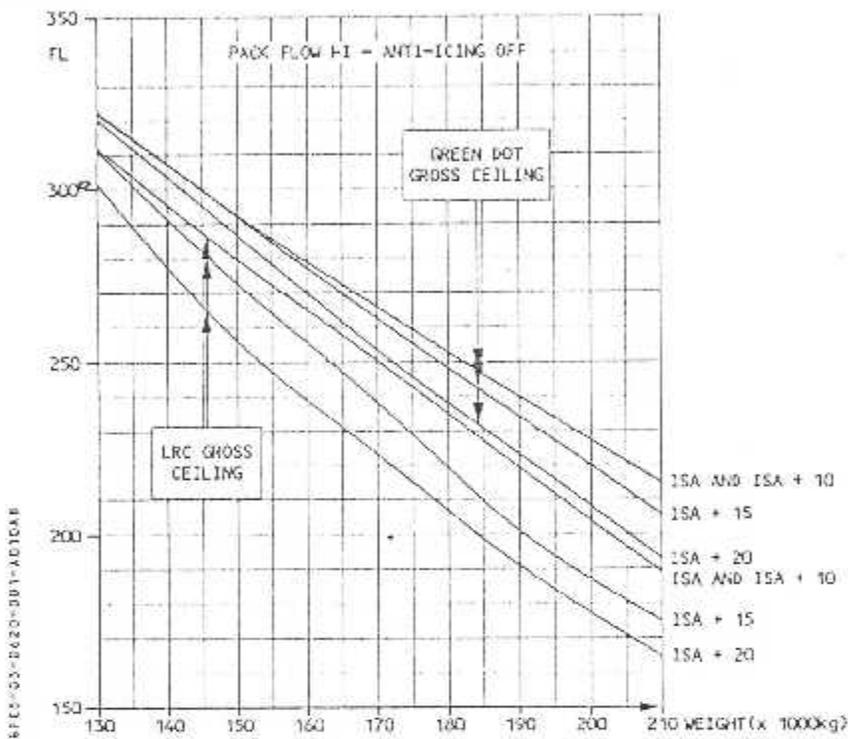
FUEL CORRECTIONS (FUEL FACTORS)

The Fuel Flow and Fuel Used data provided in this section are computed based on reference conditions specified in the header of each individual table. As applicable, the tabulated Fuel Flow and Fuel Used data are to be corrected, using the following factors:

ITEM	EFFECT
ENGINE ANTIFREEZE ON	+ 1.5 %
TOTAL ANTIFREEZE ON	+ 3.5 %
ICE ACCRETION (1)	+ 3% (Exposure time, in hours) %
APU OPERATION	+ 160 Kg/h

(1) The effect of the ice accretion on the untreated surfaces of the aircraft can be divided by 2 if only moderate icing conditions are encountered.

GROSS CEILING AT LRC AND GREEN DOT SPEED



	ENGINE ANTI ICE ON	TOTAL ANTI ICE ON
LONG RANGE	- 700 ft	- 1800 ft
GREEN DOT	- 400 ft	- 1400 ft

NET CEILING AT GREEN DOT SPEED

To obtain the net ceiling at Green Dot speed, apply the following corrections :

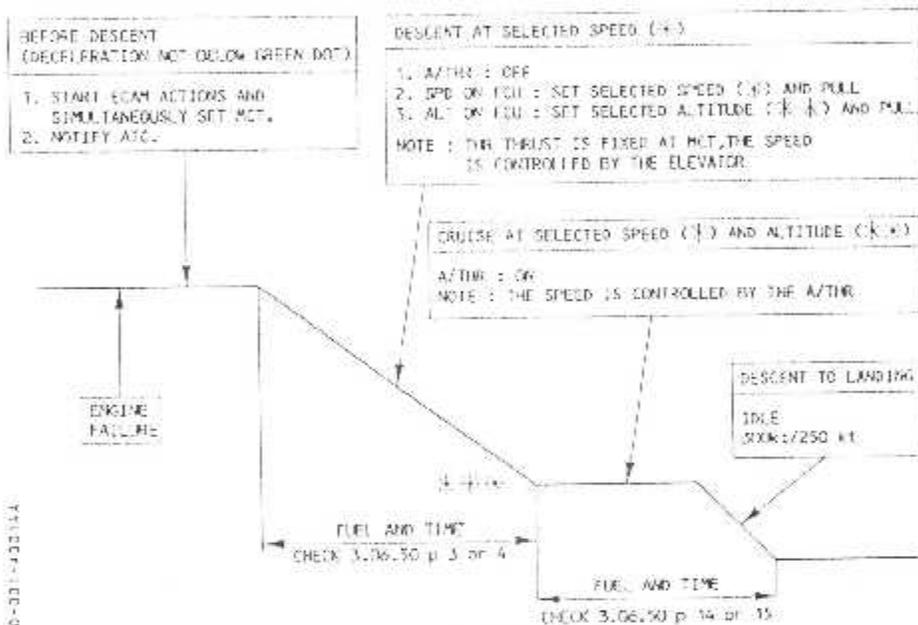
	WEIGHT (< 1000 Kg)				
	130	150	170	190	210
± ISA + 10	- 5200 ft	- 5400 ft	- 5800 ft	- 5900 ft	- 6200 ft
ISA + 23	5700 ft	6300 ft	6500 ft	6500 ft	7500 ft

Note : If severe icing conditions are encountered, ice formation may build up on non heated structure and therefore :

- If a non engine inoperative net ceiling will be reduced by 2500 ft.

GENERAL

This section provides single engine performance data for two fixed speed diversion strategies (fixed descent and cruise speed schedules) recommended for ETOPS operation, provided that the requirements set forth in section 3.05.10, GENERAL, are complied with.



R R 3053-10-1650-001-40014

- * USE M.A.1/330 kt OR M.A.1/310 kt AS ESTABLISHED BEFORE DISPATCH.
- † SET 17000 ft OR VALUE ESTABLISHED BEFORE DISPATCH.
- ‡ V_{LE} : IF V/S DECOMES : 300 kt/min SELECT V/S MODE.

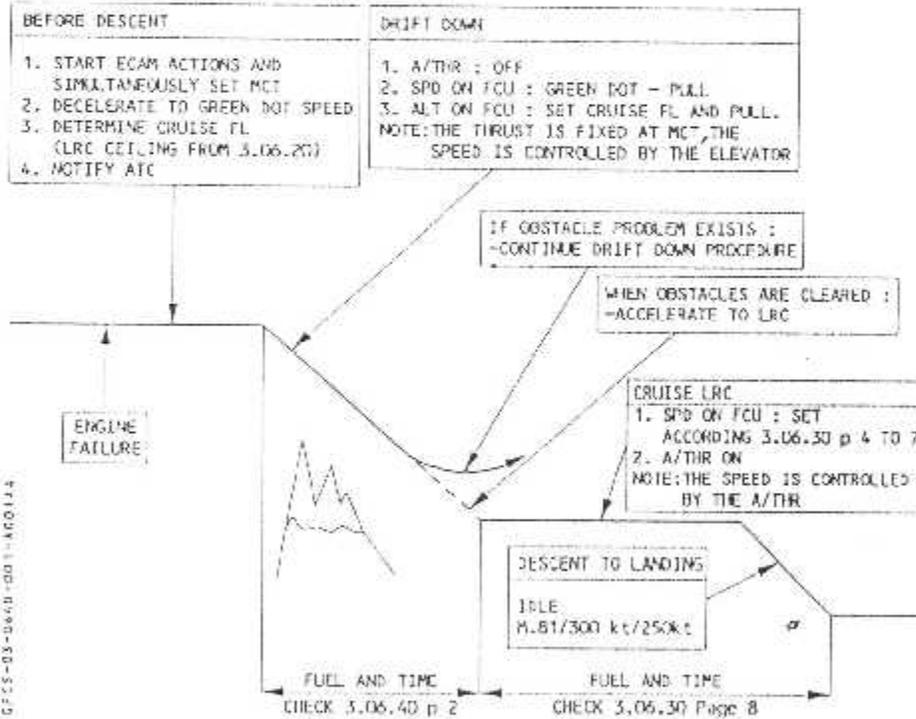
PROCEDURE

In order to maintain the highest possible level, the drift down procedure must be adopted. This requires maximum continuous thrust on the remaining engine at green dot speed.

- If, having reached drift down ceiling altitude, an obstacle problem remains the drift down procedure must be maintained so as to fly an ascending cruise profile.
- If, after drift down, no obstacle problem remains the speed should be allowed to increase to LRC and maintained. The subsequent cruise should be made using either the long range cruise (LRC) by adjusting speed as a function of aircraft weight or by maintaining the speed at the start of the LRC.

Note : Due to the fact that the LRC speed is higher than the drift down speed, the cruise will be made at an altitude lower than the drift down ceiling.

R



LONG RANGE CRUISE - 1 ENGINE OUT											
MAX. CONTINUOUS THRUST LIMITS PACK FLOW HI ANTI-ICE OFF				ISA CG ±0.0%	M1 (%) KG/ENG NM/1000KG				MACH IAS (KT) IAS (KT)		
WEIGHT (1000KG)	FL100	FL120	FL140	FL160	FL180	FL200	FL220	FL240			
130	82.6	125	33.7	435	85.0	141	88.8	465	88.4	481	
	3810	235	3742	231	3659	229	3722	229	3736	228	
	71.2	271	33.7	275	75.9	281	78.0	290	80.1	293	
140	84.7	435	85.4	446	87.7	455	88.8	462	90.4	499	
	4045	240	3952	237	4022	238	4017	238	4035	237	
	69.5	248	70.7	282	72.6	292	74.6	301	76.6	309	
150	85.7	441	87.5	462	89.1	481	90.6	495	92.1	512	
	4286	245	4315	246	4330	246	4331	246	4323	242	
	66.1	283	67.5	293	69.1	302	71.5	310	73.4	316	
160	87.8	459	89.3	477	90.8	490	92.5	507	93.8	522	
	4507	254	4630	254	4630	253	4501	251	4550	248	
	63.6	293	65.0	302	67.0	310	68.7	317	70.4	323	
170	89.4	473	90.9	489	92.1	505	93.8	517	95.5	532	
	4927	262	4926	251	4918	259	4819	255	4885	253	
	61.1	302	62.6	310	64.5	317	66.1	322	67.5	330	
180	90.3	484	92.4	500	93.8	513	95.4	528	97.2	541	
	5220	268	5220	267	5161	263	5187	261	5209	259	
	59.2	309	60.1	317	62.2	322	63.5	330	64.7	337	
190	92.3	495	93.8	505	95.0	523	97.0	539	98.3	555	
	5527	274	5496	272	5463	269	5503	267	5537	263	
	57.3	315	58.1	323	60.0	329	61.1	337	62.0	345	
200	93.1	505	95.1	517	96.1	532	98.5	549	101.2	575	
	5815	280	5773	275	5784	274	5828	272	6022	275	
	55.4	322	55.7	328	57.8	335	58.8	343	59.5	350	
210	94.5	512	96.5	527	98.2	543	100.6	572	103.3	607	
	6084	284	6033	281	6117	279	6311	283	6473	285	
	53.7	327	54.8	334	55.8	341	56.5	351	57.1	359	
ENGINE ANTI-ICE ON AFUEL = +1.5%					TOTAL ANTI-ICE ON AFUEL = +3.5%						

Annex

 <small>FLIGHT CREW OPERATING MANUAL</small>	SINGLE ENGINE OPERATION		3-06-50 P 10	
	FIXED SPEED STRATEGIES		REV 05	SEC 010

CRUISE - MCT/310KT - 1 ENGINE OUT										
MAX. CONTINUOUS THRUST LIMITS: PACK FLOW HI ANTI-ICE OFF				ISA CG=30.0%		N1 (%) KG/ENG NM/1000KG		MACH IAS (KT) TAS (KT)		
WEIGHT (1000KG)	FL100	FL150	FL160	FL170	FL180	FL190	FL200	FL210		
130	84.7	555	88.7	512	96.6	523	102.5	535	101.5	541
	6124	310	6218	310	6246	310	6273	310	6334	310
	56.2	357	61.7	380	62.3	399	62.9	395	63.3	401
140	95.0	555	99.1	512	108.9	523	103.9	535	102.1	541
	6193	310	6297	310	6326	310	6357	310	6432	310
	57.6	357	63.9	380	64.5	399	65.1	395	65.3	401
150	105.4	555	109.5	512	119.4	523	104.4	535	102.7	541
	6273	310	6387	310	6417	310	6465	310	6538	310
	58.3	357	63.3	380	63.6	399	64.1	395	64.3	401
160	115.8	555	119.9	512	129.8	523	102.3	535	102.2	541
	6352	310	6485	310	6515	310	6585	310	6642	310
	58.7	357	59.1	380	59.7	380	60.3	395	60.3	401
170	126.2	555	129.4	512	139.4	523	102.5	535	101.8	541
	6432	310	6595	310	6629	310	6715	310	6796	310
	59.2	357	58.1	380	58.6	389	58.9	395	59.3	401
180	136.6	555	139.9	512	149.7	523	101.7	535	101.9	541
	6512	310	6713	310	6779	310	6842	310	6954	307
	54.3	357	57.1	380	57.4	389	57.7	395	58.7	397
190	147.0	555	149.5	512	159.8	523	101.5	535	104.0	534
	6592	310	6847	310	6923	310	6969	310	7055	303
	53.4	357	55.0	380	56.2	389	56.7	395	58.1	393
200	157.4	555	159.2	512	169.4	523	104.2	529	104.2	525
	6672	310	6995	310	7063	310	6999	307	6745	299
	52.4	357	54.8	380	55.1	389	55.9	391	57.4	387
210	167.8	555	169.0	512	179.2	523	104.3	529	104.3	525
	6752	310	7166	310	7217	310	6988	302	6729	293
	51.4	357	53.5	380	53.9	389	55.7	385	56.4	380
ENGINE ANTI-ICE ON					TOTAL ANTI-ICE ON					
ΔFUEL = 11.5 %					ΔFUEL = 13.5 %					

1000 585 A330 30 678 831142 2700 0666300 0 51850 0 0 1 1 0 0 0 0 0 100 000 000 000 0 1000 60 30 06 50 010 010

 A330 <small>FLIGHT CREW OPERATING MANUAL</small>	SPECIAL OPERATIONS EXTENDED RANGE OPERATIONS		2.04.40	P 10
			SEQ 055	REV 05

Maximum distance to diversion airport



The ETOPS Reference Gross Weight is to be assessed by the operator for each route or area of operation and shall be a conservative representative value of the aircraft gross weight at the Critical Point of the route or at the various Critical Points of all the routes included in the area of operation.

ISA Condition

SPEED SCHEDULE	REFERENCE GROSS WEIGHT 1000 (KG)	FL FOR DIVERSION	DIVERSION TIME (MN)				
			60	90	120	150	180
MCT/330KT	150	160	433	544	855	1057	1278
	160	170	433	543	852	1052	1271
	170	170	432	542	852	1051	1271
	180	170	430	538	847	1056	1265
	190	160	429	536	843	1050	1256
	200	160	428	534	840	1047	1253
MCT/310 KT	150	200	425	631	838	1044	1250
	160	200	423	628	834	1040	1247
	170	190	421	624	828	1031	1234
	180	190	420	623	827	1030	1233
	190	180	417	617	810	1018	1218
	200	180	417	617	817	1018	1218

 A330 <small>FLIGHT CREW OPERATING MANUAL</small>	SPECIAL OPERATIONS	2.04.40	P 10
	EXTENDED RANGE OPERATIONS	SEQ 060	REV 05

Maximum distance to diversion airport



The ETOPS Reference Gross Weight is to be assessed by the operator for each route or area of operation and shall be a conservative representative value of the aircraft gross weight at the Critical Point of the route or at the various Critical Points of all the routes included in the area of operation.

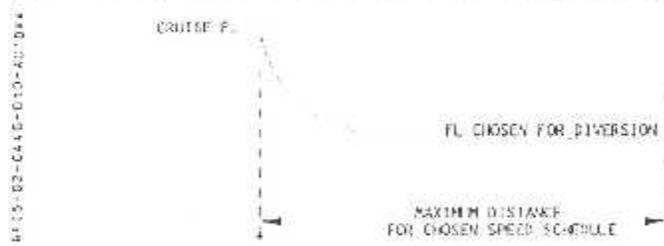
ISA Condition

SPEED SCHEDULE	REFERENCE GROSS WEIGHT 1000 (KG)	FL FOR DIVERSION	DIVERSION TIME (MN)				
			60	90	120	150	180
MCT/310KT	150	200	443	661	879	1097	1316
	160	190	442	658	873	1089	1306
	170	190	440	655	871	1087	1303
	180	180	438	651	865	1080	1296
	190	180	437	650	862	1075	1289
	200	170	434	643	853	1063	1272
MCT/310 KT	150	220	432	644	856	1069	1281
	160	210	429	639	848	1058	1267
	170	210	429	639	848	1058	1267
	180	200	425	632	838	1044	1251
	190	200	425	631	838	1044	1251
	200	190	421	624	828	1031	1234

 FLIGHT CREW OPERATING MANUAL	SPECIAL OPERATIONS EXTENDED RANGE OPERATIONS	2.04.40	P 10
		SFO 310	RLV 05

Maximum distance to diversion airport

SPEED SCHEDULE	REFERENCE GROSS WEIGHT '000 (KG)	FL FOR DIVERSION	DIVERSION TIME (MN)				
			60	90	120	150	180
MCT/330KT	150	160	430	640	845	1050	1260
	160	160	430	635	840	1050	1255
	170	160	430	635	840	1045	1250
	180	160	425	630	835	1035	1240
	190	150	425	625	830	1030	1235
	200	150	425	620	825	1025	1225
MCT/310 KT	150	190	425	625	830	1035	1235
	160	190	420	625	830	1030	1235
	170	190	420	620	820	1025	1225
	180	180	420	620	820	1020	1220
	190	170	415	615	810	1010	1215
	200	170	415	615	810	1010	1205



- R The ETOPS Reference Gross Weight is to be assessed by the operator for each route or area of operation and shall be a conservative representative value of the aircraft gross weight at the Critical Point of the route or at the various Critical Points of all the routes included in the area of operation.
- R Another method to determine the maximum distance to a diversion airport is to read the cruise one-engine-inoperative TAS (at the FL providing the best TAS for the applicable Reference Gross Weight) in the cruise tables provided in Section 3.06, taking into consideration the appropriate strategy and the minimum altitude required to clear possible obstacles.
- R The maximum distance to a diversion airport will be found in multiplying this one-engine-inoperative TAS by the maximum granted diversion time. Operators whose authorities require an approved one-engine-inoperative speed being published in the Flight Manual, must use this approved speed.

Les données suivantes doivent se fonder sur les renseignements fournis ou référencés dans le manuel de vol de l'aéronef (AFM) approuvé :

1. des données de performances détaillées pour un vol avec un moteur, y compris le débit de carburant en conditions atmosphériques standard et non standard et en fonction de la vitesse et du réglage de la puissance, le cas échéant, qui couvrent :

- la descente moteur coupé (y compris la performance nette);
- la couverture d'altitude de croisière y compris à 10 000 pieds;
- le circuit d'attente;
- la capacité en altitude (y compris la performance nette)
- une approche interrompue.

2. les données de performance détaillées lorsque tous les moteurs fonctionnent, y compris des données sur le débit nominal de carburant, pour des conditions atmosphériques standard et non standard et en fonction de la vitesse et du réglage de la puissance, le cas échéant, couvrant :

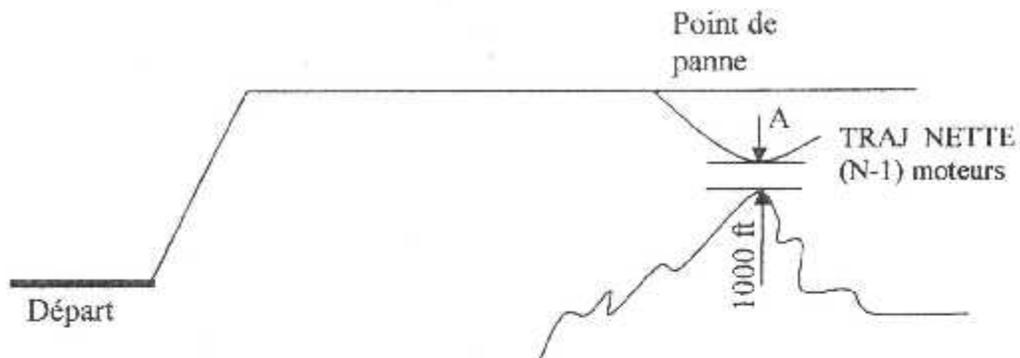
- la vitesse de croisière (couverture d'altitude y compris 10 000 pieds);
- le circuit d'attente.

3. des détails sur toute autre condition pertinente aux opérations avec distance de vol prolongée qui pourrait diminuer de façon marquée les performances, comme l'accumulation de glace sur des surfaces non protégées de l'avion, la turbine à air dynamique, le déploiement des inverseurs de poussée, etc.;

4. les altitudes, vitesses, réglages de poussée et débit de carburant utilisés pour établir la zone d'exploitation comportant des opérations avec distance de vol prolongée pour chaque ensemble cellule-moteurs doivent être utilisés selon le relief et les franchissements d'obstacles, conformément aux 2 règles pertinentes

➤ **règle classique :**

A 1000 ft au dessus d'un obstacle ,l'avion doit avoir une perte nette positive ou nul.



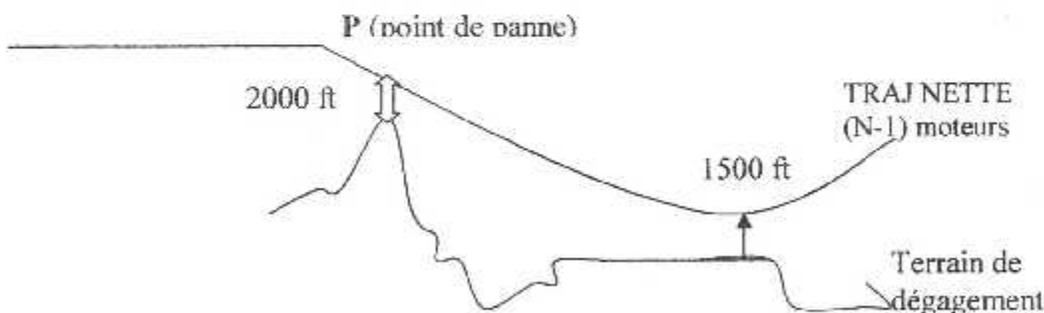
A partir d'un graphique en fonction de l'altitude de l'obstacle ,on peut déterminer directement la masse maximale au point A à 1000 ft au dessus de l'obstacle d'où :

Masse au LF <= masse maxi en A + délestage (départ → A)

➤ **Down -hill Rule (DHR) :**

Si les disposition précédentes ne peuvent être envisagées, car elles sont très pénalisantes On peut retenir le passage de l'obstacle en descente.

La trajectoire nette doit alors effacer l'obstacle avec une marge de 2000 ft.



Il sera nécessaire de repérer l'obstacle par un point de navigation P, la masse maximale au point P sera fonction de l'altitude de croisière avant la panne, d'où

Masse au LF <= Masse maxi en P + délestage (départ → P)

III-8. Programme de formation et d'évaluation des équipages de conduite

Le programme de formation de l'exploitant aérien en ce qui a trait aux opérations avec distance de vol prolongée doit prévoir de la formation aux membres de l'équipage de conduite, suivie par des évaluations subséquentes, des vérifications de compétence et par une formation périodique dans les secteurs suivants :

- a) introduction à la réglementation et aux approbations opérationnelles ETOPS;
- b) les routes et les aéroports qu'il est prévu d'utiliser dans la zone d'exploitation comportant des opérations avec distance de vol prolongée;
- c) les performances :
 - la planification du vol et la représentation graphique, y compris tous les imprévus;
 - le contrôle d'étape des performances de vol, et
- d) les procédures :
 - Les procédures de déroutement et le processus décisionnel menant à un déroutement. Une formation initiale et périodique spéciale pour préparer les équipages de conduite à évaluer les défaillances probables des systèmes de propulsion et des systèmes cellule doit être donnée. Cette formation a pour objet d'établir la compétence de l'équipage à traiter des imprévus opérationnels les plus probables;
 - l'utilisation des systèmes de navigation et de communication appropriés, y compris les dispositifs de gestion du vol appropriés;
 - les équipages de conduite devraient recevoir une formation initiale et périodique détaillée qui mette l'accent sur les procédures à suivre en cas de situation anormale ou d'urgence advenant des défaillances prévisibles pour chaque zone d'exploitation, notamment :
 - ✓ les procédures en cas de simple défaillance et de défaillances multiples d'équipement pendant le vol qui précipiteraient une décision de poursuivre ou non le vol et de se dérouter.

Si les sources d'alimentation électrique de relève diminuent de façon marquée les affichages des instruments du poste de pilotage, alors une formation approuvée qui simule des approches à l'aide de la génératrice de relève comme seule source de puissance doit être donnée lors de la formation initiale et périodique;

- ✓ les restrictions opérationnelles associées à ces défaillances, y compris toute considération pertinente de la liste d'équipement minimal;
- les procédures pour le redémarrage en vol des systèmes de propulsion, y compris le groupe auxiliaire de bord, le cas échéant;
 - ✓ l'incapacité de l'équipage de conduite.
 - l'utilisation de l'équipement de secours, y compris l'équipement de protection, respiratoire et d'amerrissage forcé;
 - les procédures à suivre en cas de changement des conditions aux aéroports de dégagement en route désignés qui compromettraient une approche et un atterrissage en toute sécurité;
 - la compréhension et l'utilisation efficace de l'équipement additionnel ou modifié approuvé, nécessaire aux ETOPS;
 - les exigences relatives au carburant et la gestion :
 - les équipages de conduite doivent être formés sur les exigences de carburant et les procédures de gestion à suivre au cours de la partie en route du vol.

Ces procédures doivent comprendre une contre-vérification indépendante des indicateurs de quantité de carburant. (p. ex. des débits de carburant pourraient être utilisés pour le calcul du carburant consommé et le résultat, comparé à la quantité de carburant indiqué qui reste dans les réservoirs).

- les considérations présidant à l'autorisation de départ (liste d'équipement minimal, liste des dérogations de configuration, minima météorologiques et les vérifications effectuées par l'équipage de conduite de la maintenance effectuée sur l'avion);

- la documentation à l'intention des équipages de conduite.

Les exploitants aériens doivent uniformiser les pratiques et procédures des équipages de conduite pour les ETOPS. En outre, seuls les pilotes qui ont démontré une compréhension des ETOPS doivent être désignés comme pilotes de formation ou de vérification pour les ETOPS.

III-9.Limites opérationnelles

III-9-1.Zones d'exploitation

Une fois qu'il s'est conformé de façon satisfaisante à ces critères, un exploitant peut être autorisé à effectuer des ETOPS avec un ensemble cellule-moteurs donné au sein d'une zone d'exploitation particulière.

La zone d'exploitation sera limitée par la durée de déroutement maximale approuvée vers un aéroport adéquat à la vitesse de croisière approuvée avec un moteur en panne (en atmosphère standard et en air calme) à partir de n'importe quel point le long de la route de vol proposée. La zone d'exploitation approuvée doit être indiquée dans les spécifications d'exploitation.

III-9-2.Limite aux autorisations en vol

La limite aux autorisations en vol doit préciser la durée de déroutement maximale à partir d'un aéroport convenable pour laquelle un exploitant aérien peut effectuer des ETOPS en particulier. La durée de diversion maximale à la vitesse de croisière approuvée avec un moteur en panne ne doit pas être supérieure à la valeur spécifiée dans les spécifications d'exploitation.

III-9.3. Calcul du temps et carburant nécessaire pour rejoindre l'aéroport de déroutement

Le calcul se base sur l'utilisation des courbes et abaques données par le constructeur .

Dans ce graphe ,on va traiter l'exemple suivant :

- distance de déroutement pour rejoindre l'aéroport est de 940 NM
- poids de référence 60 000 kg
- composante de vents 50 KT debout
- niveau de croisière FL 260
- Delta ISA = +20° C.

Description de la méthode de calcul:

Le graphe donne en abscisse la distance de point de déroutement à l'aéroport adéquat dans notre cas cette distance égal à 940 NM.

On projète cette valeur sur la ligne de référence du vent ,on corrige sa composante jusqu'à 50 KT debout.

On intercepte l'altitude pression 26(*1000 ft).

On corrige la masse au point de déroutement qui est 60 000 Kg.

Enfin ,on peut lire directement le carburant nécessaire de déroutement.

De la même façons ,on procède pour calculer le temps de déroutement mais cette fois ci avec une correction de DELTA ISA.

III-9-4. Utilisation de la durée de déroutement maximale standard

Les procédures établies par l'exploitant aérien doivent assurer que les opérations avec distance de vol prolongée le vol se limite aux routes du plan de vol où une durée de déroutement maximale approuvée à destination d'aéroports convenables peut être satisfaite en atmosphère standard et en air calme.

Figure 4.7.3 In Flight Diversion (LRC) ONE ENGINE INOPERATIVE

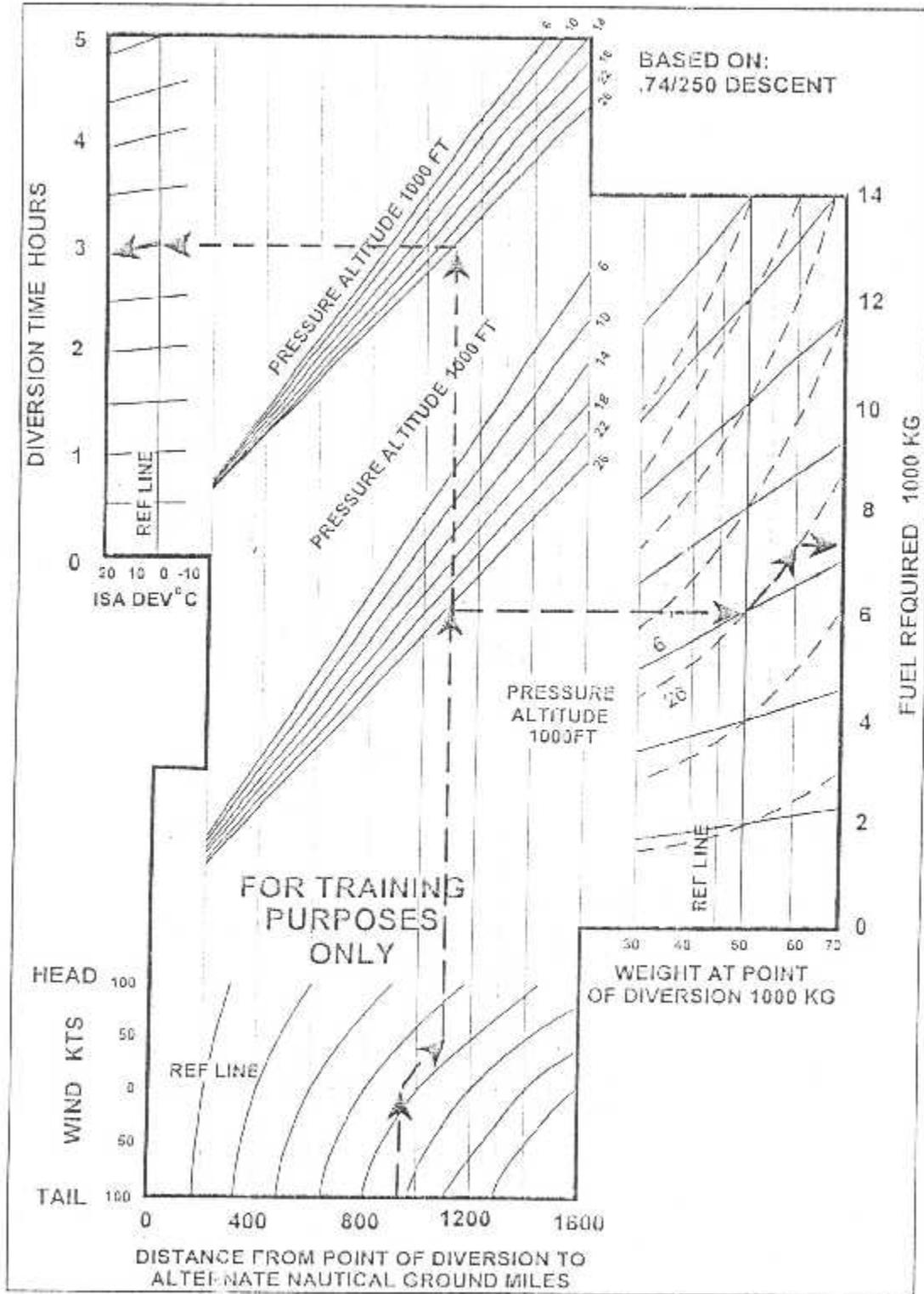


Figure 8 In Flight Diversion (LRC) - One Engine Inoperative

Le FCOM fournit un tableau qui donne la distance maximale de déroutement pour un échantillon de temps de déroutement, des poids et 2 ou 3 vitesses de déroutement programmées choisies.

Un exemple est donné ci-dessous ; dans toutes les cases ; le niveau initial choisi de la croisière est FL 330, le niveau de vol de déroutement est celui qui donne le plus haut TAS.

Vu l'exemple suivant :

- le temps maximal de déroutement : 120 minutes.
- poids de référence : 130 000.
- vitesse programmée : Mach 0.90/320 Kt.

RESULTAT :

- niveau optimale de vol : FL 200.
- distance maximale : 860 NM.
- TAS moyenne de déroutement : 340 Kt.

Vitesse programmé	Poids de référence (KG)	FL optimale de déroutement (en terme de TAS)	Temps de déroutement (minute)			
			60	90	120	180
M0.80/300Kt	85 000	260	440	660	880	1320
	100 000	250	435	650	870	1300
	115 000	240	430	640	855	1280
	130 000	220	420	630	835	1245
	145 000	200	415	615	815	1215
	160 000	180	405	600	790	1180
M0.80/320Kt	85 000	240	450	675	895	1340
	100 000	230	445	665	885	1330
	115 000	210	440	655	870	1305
	130 000	200	435	650	860	1285
	145 000	180	425	635	840	1255
	160 000	160	420	620	820	1220
M0.80/340Kt	85 000	210	455	680	905	
	100 000	200	450	675	900	1350
	115 000	190	445	665	890	1335
	130 000	180	440	655	875	1310
	145 000	160	435	645	855	1280
	160 000	150	425	650	835	1250

La distance maximale de déroutement (en air calme) en NM

Les exploitants aériens doivent veiller à ce que :

- les procédures de la compagnie exigent qu'au moment de la coupure d'un moteur en vol, le pilote doit, assujéti à l'autorité du pilote commandant de bord, amorcer promptement un déroutement et voler vers l'aéroport le plus proche au moment jugé favorable par l'équipage de conduite;
- une procédure doit être établie de sorte qu'en cas de panne critique simple ou multiple de systèmes, le pilote doit, assujéti à l'autorité du pilote commandant de bord, amorcer une procédure de déroutement et voler vers l'aéroport le plus proche et s'y poser au moment jugé favorable par l'équipage de conduite, à moins qu'il puisse être établi qu'aucune diminution marquée de la sécurité résulte de la poursuite du vol prévu.

III-10. Préparation de l'équipage de vol

L'équipage doit réviser les documents de vol qui doivent comprendre :

- NOTAM de départ , de destination pour l'aéroport de décollage et de déroutement ETOPS.
- les rapports et les prévisions météorologique pour mes même aéroports ainsi que les prévisions de vent et de température en route.
- plan de vol ATC
- n'importe quelle stratégie spécifique de déroutement particulier (temps minimale, marge de franchissement d'obstacle).
- CFP :Computer Flight Plan
- carte de navigation avec les relevés d'informations ETOPS.et autres documents

III-10-1. Autorité du pilote commandant de bord

Les plans ou les mesures d'urgence ne doivent pas être interprétés de quelque façon que ce soit comme portant atteinte à l'autorité et à la responsabilité finale du pilote commandant de bord pour l'exploitation en toute sécurité de l'avion.

III-10-2. Manuel d'exploitation

Le manuel d'exploitation de la compagnie d'un exploitant aérien ou ses manuels de formation doivent préciser les procédures de formation et d'exploitation standard applicables aux ETOPS en plus des éléments suivants, mais sans s'y limiter :

- a) les altitudes minimales à conserver le long de la route prévue et des routes de déroutement le cas échéant;
- b) les aéroports autorisés à être utilisés, y compris les aéroports de dégagement, les approches aux instruments qui leur sont associées et les minima opérationnels;
- c) les renseignements utilisés pour déterminer le scénario de carburant critique.

III-10-3. Spécifications d'exploitation

Les avions de l'exploitant aérien ne doivent pas être utilisés pour des ETOPS à moins que l'exploitant aérien ait satisfait à toutes les dispositions du présent document et que le vol soit autorisé par une spécification d'exploitation.

Une spécification d'exploitation pour les ETOPS doit comprendre spécifiquement les dispositions couvrant au moins les éléments suivants :

- a) la zone d'exploitation approuvée;

Les vols peuvent être prévus pour se dérouler à travers des secteurs à l'extérieur des arcs délimitants, pourvu que le franchissement du secteur totalise un parcours de moins de 30 milles);

- b) pour chaque ensemble cellule-moteurs approuvé pour les ETOPS, la durée de déroutement maximale, à la vitesse de croisière approuvée avec un moteur en panne, à partir de n'importe quel point sur la route, peut se faire à partir d'un aéroport convenable.

CHAPITRE IV

EXIGENCES DE MAINTENANCE
ET DE FIABILITE
ETOPS

IV-1. Généralités

Les équipes de maintenance et le personnel concernés doivent être conscients de la nature spéciale des opérations de bimoteurs avec distance de vol prolongée (ETOPS) et posséder les connaissances, les aptitudes et les compétences pour remplir les exigences du programme. Le système de contrôle de la maintenance doit comprendre des normes, des directives et des indications nécessaires pour appuyer l'exploitation prévue des avions ETOPS.

L'inspecteur principal de la maintenance ayant juridiction sur l'exploitant aérien doit évaluer le programme de maintenance de ce dernier comme étant en mesure de soutenir les vols ETOPS proposés de bimoteurs avec distance de vol prolongée avant que l'approbation opérationnelle ETOPS puisse être accordée.

IV-2. Programme de maintenance ETOPS

Il faut revoir, de concert avec le calendrier de maintenance des aéronefs, le système de contrôle de la maintenance envisagé en prévision d'une approbation ETOPS pour s'assurer qu'il offre une base suffisante pour la mise au point et l'inclusion d'exigences de maintenance ETOPS spécifiques, comme le définit le document CMP pour la combinaison cellule-moteurs.

Ces exigences doivent comprennent des procédures garantissant que des aéronefs ne sont pas autorisés à partir en vol ETOPS après des mesures de maintenance visant divers éléments semblables faisant partie de tout système ETOPS critique (p. ex. remplacement du régulateur de carburant sur les deux moteurs).

- Les tâches ETOPS doivent être identifiées sur les bons de travail de routine de l'exploitant aérien et sur les consignes connexes.
- Les procédures ETOPS, comme la mise en œuvre d'un contrôle de maintenance ou d'affectations techniques centralisés, doivent être clairement définies dans le programme de maintenance de l'exploitant aérien.

- Une vérification longue escale ETOPS doit être élaborée et utilisée pour vérifier que l'état de l'avion et certains éléments critiques sont acceptables. Cette vérification doit être effectuée avant tout vol ETOPS. L'exploitant aérien peut autoriser des personnes dûment entraînées à effectuer cette vérification, à condition que cette vérification ne fasse pas partie du calendrier de maintenance de l'aéronef et ne comprenne aucun article nécessitant une certification après maintenance.
- Le programme d'évaluation de l'exploitant aérien doit englober l'examen du dossier technique des aéronefs. Cet examen vise à s'assurer que les procédures appropriées concernant la liste d'équipement minimal (MEL), les éléments différés et les contrôles de maintenance ont été correctement exécutés, et que les procédures de vérification des systèmes ont bien eu lieu.

IV-3. Manuel ETOPS

Le manuel de contrôle de la maintenance de l'exploitant aérien doit être modifié pour tenir compte des vols ETOPS. Ce manuel doit comprendre, soit directement soit par renvoi aux documents incorporés, les exigences décrites dans le présent chapitre.

Toutes les exigences ETOPS, y compris les procédures, les tâches et les responsabilités visant à appuyer le programme, doivent être identifiées comme étant assujetties aux ETOPS. Le manuel modifié doit être soumis à l'IPM pour approbation, suffisamment à l'avance avant le début prévu des vols ETOPS d'un aéronef donné (ensemble cellule moteurs).

IV-4. Programme relatif à la consommation d'huile

Le programme relatif à la consommation d'huile de l'exploitant aérien doit reproduire les recommandations du titulaire du certificat de type et doit être adapté aux tendances de la consommation d'huile.

Il doit tenir compte de la quantité d'huile ajoutée aux points de départ des ETOPS par rapport à la consommation moyenne en service; c'est-à-dire que le contrôle doit être continu jusqu'au moment où de l'huile est ajoutée à un point de départ ETOPS inclusivement.

Si l'analyse de l'huile est importante pour une marque et un modèle donné, l'inclure dans le programme.

Si le groupe auxiliaire de bord est nécessaire aux vols ETOPS, il doit être ajouté au programme relatif à la consommation d'huile.

IV-5. Contrôle de l'état des moteurs

Ce programme décrit les paramètres à contrôler, la méthode de saisie des données et le processus relatif aux mesures correctives. Le programme doit comprendre les consignes du titulaire du certificat de type et les pratiques de l'industrie. Ce contrôle sert à déceler toute détérioration suffisamment tôt pour que des mesures correctives soient prises avant que la sécurité du vol ne soit compromise.

Le programme doit assurer que des marges suffisantes sont maintenues pour les moteurs, de sorte qu'un déroutement prolongé sur un seul moteur puisse être effectué sans que soient dépassées les limites moteur approuvées (p. ex. régime rotor, température tuyère) pour tous les niveaux de puissance approuvés et les conditions météorologiques prévues.

Les marges prévues pour les moteurs dans le cadre de ce programme doivent aussi être fonction des effets de charges additionnelles imposées aux moteurs (p. ex. anti-givrage, accessoire électrique, etc.) qui peuvent être nécessaires pendant la phase du vol sur un seul moteur qui est associée au déroutement.

IV-6. Programme de vérification

L'exploitant aérien doit mettre au point un programme de vérifications qui comprennent des procédures propres à assurer la prise de mesures correctives appropriées après la coupure d'un moteur, la défaillance d'un système primaire ou après un ou des signes d'anomalie qui nécessitent un vol de vérification ou toute autre mesure, puis déterminer des moyens d'assurer leur mise en œuvre.

Une description claire de qui doit amorcer les mesures de vérification et de la section ou du groupe responsable de la détermination des mesures nécessaires doit être intégrée au programme. Les systèmes primaires ou les conditions nécessitant des mesures de vérification doivent être décrits dans le manuel ETOPS de l'exploitant aérien

IV-7. Programme de fiabilité

Le programme de fiabilité actuel de l'exploitant aérien doit être complété, le cas échéant, pour tenir compte des vols ETOPS. Le programme doit être conçu en ayant comme objet principal de permettre d'identifier et de prévenir suffisamment tôt les problèmes liés aux opérations de bimoteurs avec distance prolongée, tout en assurant que soient maintenus les niveaux de fiabilité ETOPS minimaux.

Le programme doit être axé sur les événements et doit comprendre des procédures de comptes rendus des événements significatifs qui compromettent les ETOPS. Cette information doit être facilement utilisable par l'exploitant aérien et l'IPM pour aider à établir le caractère adéquat du niveau de fiabilité et pour évaluer la compétence et la capacité de l'exploitant aérien de poursuivre des vols ETOPS en toute sécurité.

L'exploitant aérien doit établir un programme de comptes rendus ETOPS de manière à assurer que l'IPM soit avisé, à tout le moins une fois par mois ou plus souvent, si des événements à signaler en vertu de ce programme sont identifiés.

L'exploitant aérien doit aussi assurer que des procédures sont établies et mises en œuvre pour réduire la durée de déroutement ETOPS approuvée si le taux de coupure moteur en vol dépassait les limites. La « personne responsable du système de contrôle de la maintenance » de l'exploitant aérien doit avoir le pouvoir de réduire la durée de déroutement ETOPS approuvée.

Si les données de fiabilité indiquent que les « critères cibles », ne sont plus respectés, l'exploitant aérien doit aviser l'IPM des mesures correctives prises. Si les « critères minimums » ne sont plus respectés,

Si un exploitant aérien omet de réduire la durée de déroutement maximale lorsque c'est nécessaire, il s'expose à se voir retirer son autorisation ETOPS.

Les éléments suivants doivent faire partie du programme de comptes rendus :

- coupures ou extinctions moteur en vol;
- déroutement ou demi-tour;
- modifications ou crêtes de puissance non sollicitées;
- incapacité de commander le moteur ni d'obtenir la puissance désirée
- problèmes avec des systèmes critiques aux ETOPS (prélèvement d'air moteur, pressurisation, alimentation électrique, etc.).

Le compte rendu doit aussi comprendre les éléments suivants :

- identification de l'aéronef;
- identification du moteur (marque et numéro de série);

- durée de vol totale, cycles de fonctionnement et temps écoulé depuis la dernière visite en atelier;
- dans le cas des systèmes, temps écoulé depuis la dernière révision ou la dernière inspection de l'élément défectueux;
- phase du vol;
- mesure corrective.

IV-8.Évaluation de la fiabilité du système de propulsion

IV-8-1.Généralités

a) Approbation de définition de type :

Pour établir si un ensemble cellule-moteurs donné a satisfait aux critères de fiabilité du système de propulsion pour les ETOPS, des spécialistes de l'organisme de navigabilité responsable doivent effectuer une évaluation approfondie de la conception du couple système de propulsion-cellule au moyen de toutes les données et de tous les renseignements pertinents des moteurs et de l'ensemble cellule-moteurs disponibles (y compris le groupe auxiliaire de bord, le cas échéant).

Le Bureau de certification des aéronefs de l'autorité va revoir ces constatations dans le cadre de l'approbation de la définition de type de l'appareil.

b) Approbation opérationnelle :

Elle établit si un exploitant aérien a démontré sa capacité d'assurer que les valeurs cibles de fiabilité du système de propulsion ont été satisfaites et qu'elles continueront de l'être.

IV-8-2. Concepts et critères

Aucun paramètre en soi, sans d'autres données ou renseignements, ne peut qualifier de façon adéquate la fiabilité. Il y a un certain nombre de variables, de statistiques de maintenance et d'exploitation ainsi que de renseignements généraux au sujet de l'expérience opérationnelle d'un groupe propulseur donné qui caractérisent la fiabilité d'un système de propulsion.

Le jugement technique doit être utilisé pour déterminer le caractère adéquat et l'applicabilité de ces données et de ces renseignements en fonction des ETOPS et pour déterminer si un avion convient aux ETOPS. Pour aider à faire ce jugement, on se sert d'une analyse statistique pour déterminer si le niveau de fiabilité désiré est obtenu.

Les résultats doivent être tels qu'il puisse être démontré avec un niveau élevé de confiance que le risque d'une perte totale de poussée ou une perte dans une mesure qui exclut toute poursuite en toute sécurité du vol est acceptablement faible, c'est-à-dire qu'il se situe à un niveau approprié correspondant à une valeur inférieure à la plage comprise entre 10 et -10 par heure pendant la partie pertinente du vol de croisière.

IV-8-3. Évaluation

Pour évaluer de façon adéquate la fiabilité du système de propulsion pour une définition de type et une approbation opérationnelle ETOPS, certaines données et certains renseignements sur la flotte mondiale sont nécessaires.

Les spécialistes de la réglementation vont maximiser le recours aux sources existantes et aux types de données généralement disponibles, mais des données additionnelles peuvent être nécessaires dans certains cas.

IV-8-4, Exigences relatives aux donnéesa) Approbation de la définition de type :

Des renseignements et des données sur la flotte mondiale sont nécessaires pour permettre d'évaluer efficacement la fiabilité du système de propulsion pour les ETOPS. Ces données doivent comprendre :

- une liste de tous les événements relatifs à des coupures de moteur au sol ou en vol pour toutes les raisons (à l'exclusion des cas prévus lors d'une formation normale), y compris les extinctions moteur. La liste doit comprendre les renseignements suivants pour chaque événement : la date, la ligne aérienne, la désignation de l'avion et du moteur (modèle et numéro de série), la configuration du groupe propulseur et ses antécédents de modification, la position du moteur, les symptômes qui ont mené à l'événement, la phase du vol ou de l'opération au sol, les conditions météorologiques ou ambiantes et la raison de la coupure de moteur;
- une liste de tous les cas où la poussée atteinte a été inférieure au niveau visé pour quelque raison que ce soit ; cette liste doit comprendre les renseignements détaillés ci-dessus;
- des données relatives aux heures totales de vol du moteur et au nombre de cycles de fonctionnement de l'avion (si ce nombre est connu, inclure la distribution des heures moteur, c'est-à-dire le pourcentage des moteurs de la flotte mondiale qui ont accumulé 1 000 heures, 2000heures, etc.);
- des données indiquant le temps moyen de bon fonctionnement du système de propulsion et des composants connexes qui ont un effet sur la fiabilité (déposes non prévues);
- la valeur et la fréquence d'utilisation d'une poussée réduite ou détarée (si des données détaillées ne sont pas disponibles, un échantillonnage représentatif suffira);
- des données additionnelles indiquées par le groupe de spécialistes.

b) Approbation opérationnelle :

Exigences de données pour l'approbation de la définition de type ETOPS limitées à l'expérience de l'exploitant aérien au niveau de la flotte et à toute expérience présentée comme une expérience compensatoire.

IV-8-5. Expérience**a) Définition de type :**

Pour étayer des demandes d'approbation de type ETOPS, des données doivent être obtenues de diverses sources pour assurer que les demandes sont complètes (p. ex. le nom du motoriste, celui de l'exploitant aérien et le nom de l'avionneur).

Afin de fournir une indication raisonnable des tendances de fiabilité et des secteurs à problèmes, un total d'au moins 150 000 heures de vol est normalement exigé de la flotte mondiale avant que le processus d'évaluation puisse produire des résultats significatifs.

Ce nombre d'heures peut être réduit si des facteurs compensateurs suffisants sont établis qui donnent une base de données équivalente raisonnable.

Dès qu'une évaluation est terminée et que les groupes de spécialistes ont documenté leurs constatations, le directeur de la Certification des aéronefs va déclarer si la fiabilité d'un système de propulsion actuel d'un ensemble cellule-moteurs donné satisfait ou non aux critères.

L'autorité va préciser les éléments nécessaires pour que le système de propulsion convienne aux ETOPS, notamment la configuration de définition de type du système de propulsion recommandée, les conditions d'exploitation, les exigences et les limites de maintenance.

b) Exploitant aérien-

L'exploitant aérien doit avoir une expérience opérationnelle qui assure qu'il peut et qu'il pourra continuer à maintenir et à exploiter un ensemble cellule-moteurs donné à un niveau acceptable de fiabilité. L'évaluation visant à déterminer si un exploitant aérien peut se faire attribuer une approbation ETOPS se fait systématiquement après l'acquisition d'une expérience opérationnelle minimale. Les exigences en matière d'expérience opérationnelle peuvent être réduites moyennant des facteurs compensateurs suffisants.

c) Évaluation technique :

Il s'agit d'une analyse au cas par cas de toutes les défaillances, de tous les défauts et de toutes les déficiences d'importance subies en service (ou au cours des essais) pour l'ensemble cellule-moteurs faisant l'objet de l'évaluation. Les défaillances d'importance sont principalement celles causant ou entraînant la coupure en vol ou l'extinction d'un moteur, mais peuvent aussi comprendre des défaillances inhabituelles au sol ou des déposes non prévues de moteurs de l'avion.

Pendant l'évaluation, il faut tenir compte des points suivants :

- du type de groupe propulseur, de l'expérience antérieure, du fait de savoir si le groupe propulseur est neuf ou dérivé d'un modèle existant ainsi que de la limite de capacité nominale d'exploitation du moteur lorsqu'un moteur doit être coupé;
- des tendances relevées sur une moyenne cumulative, semi-annuelle et annuelle, mise à jour trimestriellement, du nombre de coupures de moteur en vol par rapport aux heures de vol et au nombre de cycles de fonctionnement du système de propulsion;
- de l'effet des modifications correctives, de la maintenance, etc., sur la fiabilité ultérieure du système de propulsion;
- des mesures de maintenance recommandées et exécutées et de leur effet sur les taux de défaillance des moteurs et des groupes auxiliaires de bord;

- de l'accumulation de l'expérience opérationnelle couvrant la gamme des conditions ambiantes auxquelles il faudra probablement faire face;
- de la durée maximale du vol prévu, des durées maximale et moyenne de déroutement utilisées en ETOPS.

d) Définition de type :

Une évaluation des mesures correctives prévues ou prises pour chaque problème identifié dans l'intention de vérifier que la mesure suffit à corriger l'anomalie.

Lorsqu'à chaque anomalie d'importance identifiée correspond une mesure corrective approuvée par l'autorité et lorsque toutes les mesures correctives sont intégrées et vérifiées de façon satisfaisante, l'autorité détermine qu'un niveau de fiabilité acceptable peut être atteint. Une corrélation statistique sera aussi utilisée.

Toute inspection et tout essai de certification qui pourraient être nécessaires afin d'approuver ces mesures correctives relèveront de l'organisme d'approbation de conception approprié. Les mesures correctives et les modifications requises feront partie de la norme de conception de type nécessaire à l'homologation de type finale d'un avion en mode ETOPS.

e) Opérations :

L'autorité reconnaît qu'un certain nombre d'événements (p. ex., coupures de moteur en vol, extinctions, réductions de poussée non sollicitées, etc.) ne sont pas pertinents aux ETOPS ou qu'une mesure a été prise pour éviter tout incident ultérieur.

Un exploitant aérien peut demander, par l'intermédiaire au bureau de la maintenance, au service Groupes propulseurs de la division du Génie de la Certification des aéronefs, qu'il ne soit pas tenu compte de tels événements pour que l'objectif de fiabilité du système de propulsion ne soit pas compromis.

Toute modification de configuration, de maintenance ou de procédure visant à justifier la non-prise en compte de l'événement doit faire partie intégrante des critères de configuration, de maintenance et de procédures ETOPS de l'exploitant aérien. (La prise en compte d'équipement facultatif, comme l'ACARS, doit être revue en fonction des critères de la liste d'équipement minimal.)

IV-8-6.Objectif de fiabilité du système de propulsion

a) Définition de type :

On déterminera que la définition de type du système de propulsion est conforme au niveau de fiabilité désiré.

L'autorité va déterminer si la probabilité d'une perte de poussée totale ou inacceptable, attribuée ou non à la conception, satisfait aux critères de sécurité.

b) Opérations :

On déterminera la capacité du système de propulsion d'atteindre le niveau de fiabilité opérationnelle ETOPS. L'autorité va déterminer si la probabilité d'une perte de poussée totale ou inacceptable, attribuée à des causes indépendantes, satisfait aux critères de sécurité.

L'objectif de fiabilité du système de propulsion assure que ce dernier atteint à tout le moins les critères de fiabilité minimums exigés des autres systèmes d'aéronef critiques, p. ex. le système de navigation, les commandes de vol, le système de communication, etc.

Compte tenu de la complexité de tout le système de propulsion, l'approche visant à déterminer la fiabilité a consisté à se servir des données en service.

Par conséquent, ces données, non seulement tiennent compte des défaillances relatives à la conception, mais font aussi état des effets de la maintenance et des opérations sur les taux de défaillance.

Les événements dont il faut tenir compte comprennent ceux qui se produisent dès le début de la course au décollage jusqu'à la fin de la phase d'atterrissage, mais il ne sera pas tenu compte des éléments qui ne sont pas jugés critiques aux vols ETOPS.

Les défaillances pertinentes sont les coupures de moteur en vol et toute perte de puissance marquée ou perte de maîtrise des moteurs.

L'objectif de fiabilité utilisé par l'autorité met en relation la durée de déroutement avec la probabilité d'une perte de poussée qui empêche de poursuivre le vol en toute sécurité.

L'autorité croit qu'il faut prévoir une certaine tolérance pour tenir compte des mesures correctives vérifiées et des coupures de moteur de précaution, et qu'il faut inclure la variance prévue par rapport au temps dans les statistiques de fiabilité des systèmes de propulsion.

Les incidents ou accidents signalés qui vont au-delà de la tolérance justifieront le retrait de l'approbation ETOPS ou une réduction dans la durée de déroutement autorisée.

c) Sous-traitance de la maintenance et fiabilité :

Les exploitants aériens qui sous-traitent à toute autre organisation toute partie de leurs programmes de contrôle de la maintenance ou de fiabilité, ou les deux, nécessaires au maintien de leur approbation ETOPS, conservent la responsabilité de s'assurer que tous les éléments de ce programme sont couverts et qu'ils sont toujours conformes aux exigences applicables.

Dans le cas des exploitants aériens dont l'approbation ETOPS se fonde sur des niveaux de fiabilité établis par d'autres organisations, Transports Canada ne considérera aucun avantage d'approbation ETOPS supérieur à celui qui leur a été accordé par leur propre autorité de l'aviation civile.

d) Contrôle des systèmes de propulsion :

L'évaluation par l'exploitant aérien de la fiabilité des systèmes de propulsion de la flotte de bimoteurs ETOPS doit être communiquée à leur IPM (avec les données justificatives) conformément à une fréquence qui a fait l'objet d'une entente pour assurer que le programme de maintenance approuvé garantit un niveau de fiabilité nécessaire aux opérations avec distance de vol prolongée.

L'évaluation comprend, à tout le moins, les heures de vol moteurs pour la période couverte, le taux de coupure moteur en vol quelle qu'en soit la cause et le taux de dépose moteur, ces deux derniers sur une moyenne mobile de 12 mois. Dans les cas où la flotte de bimoteurs ETOPS fait partie d'une plus grande flotte de mêmes aéronefs et moteurs, les données de la flotte entière de l'exploitant aérien sont acceptables.

Toute tendance défavorable qui se produit doit faire l'objet d'une évaluation immédiate de l'exploitant aérien, de concert avec l'IPM. Cette évaluation peut se traduire par une mesure corrective ou l'application de restrictions opérationnelles.

Si une évaluation statistique ne suffit pas à elle seule, p. ex. lorsque la taille de la flotte est réduite, les données d'exploitation de l'exploitant aérien seront étudiées au cas par cas.

e) Formation technique :

La formation technique porte sur la nature spéciale des ETOPS. Cette formation doit faire partie intégrante du programme de maintenance de l'exploitant aérien. L'objectif de cet élément du programme consiste à assurer que tout le personnel à qui sont confiées des responsabilités ETOPS (notamment la régulation, le contrôle des pièces ou toute autre fonction ETOPS) reçoit la formation nécessaire pour remplir comme il se doit les tâches ETOPS.

Le personnel qualifié comprend les personnes qui ont suivi le programme de formation de l'exploitant aérien concernant les ETOPS et qui ont exécuté sous surveillance et de façon satisfaisante des tâches de maintenance relatives à ces opérations dans le cadre des procédures approuvées de l'exploitant aérien pour l'autorisation du personnel.

f) Contrôle des pièces ETOPS :

L'exploitant aérien doit établir un programme de contrôle des pièces qui assure que les pièces appropriées sont installés sur les aéronefs ETOPS. Le programme doit comprendre des moyens de vérifier que les pièces montées sur les aéronefs ETOPS, y compris celles obtenues par des prêts ou des mises en commun de pièces,, respectent la configuration ETOPS pertinente de ces aéronefs.

CHAPITRE V

APPLICATIONS

ETOPS : Computer Flight Plan

Généralement, le CFP est une référence moyenne pour la planification d'un vol ETOPS.

La figure 9 est une page de CFP pour un vol ETOPS typique qui s'étend du MUSCAT (OOMS) vers MALE (VRMM) passant par BOMBAY (VAAB) comme un aéroport de déroutement, l'avion utilisé est A330-200.

Pour une meilleure utilisation du CFP, on va détailler Bloc par Bloc les données de ce vol :

Bloc 1 :

Il donne le temps de vol entre OOMS et VAAB = 1h 30 min et celui de VAAB et VRMM = 2h 18 min.

Bloc 2 et 2A :

Ces 2 Blocs donnent pour chaque CP/ETP :

- a- la latitude et la longitude de CP/ETP
- b- l'altitude de sécurité minimale de CP/ETP à chaque aéroport de déroutement.
- c- La route magnétique de chaque aéroport de déroutement au CP/ETP
- d- Le niveau de vol
- e- Distance, temps, IAS, TAS, GS en croisière
- f- Carburant nécessaire de CP/ETP à chaque aéroport de déroutement.
- g- Le carburant critique : CFP l considère toujours = 0 car il prend en considération dans les 5% de réserve de route.

Bloc 3 et 3A :

Le bloc contient le carburant restant sans déroutement et le carburant restant avec déroutement.

Bloc 4 et 4A :

Le premier groupe du bloc montre le carburant qui être inclus dans le calcul de la quantité de carburant nécessaire pour tenir compte des prévisions de conditions de givrage.

Le deuxième groupe contient le facteur de dégradation en pourcentage de carburant.

Bloc 5 :

Le créneau d'utilisation des aéroports de déroutement.

ETOPS INFORMATION

Block 1

ETAP TIME	ETP1	3:30	ETP2	2:18
ATD:	ETA			
EQT	ALTNS	GOMS/VABH	VABH/VRMM	

Block 2

ETP1	MORA	TRK	FL	DST	TIME	IAS	TAS	GS	FUEL REQD	CRIT FUEL	TWO ENG FUEL	
816153	OOMS	97	325	100	538	127	320	376	371	9687	0	9549
156146	VABH	77	72	100	548	127	320	377	382	9648	0	9516

Block 3 FUEL REM NO CONT 1985 FUEL REM ALL CONT 1986

Block 4 FUEL REQUIRED INCLUDES 0.0/0.0 PC ANTICIP 4.100 PC DEG

Block 2A

ETP2	MORA	TRK	FL	DST	TIME	IAS	TAS	GS	FUEL REQD	CRIT FUEL	TWO ENG FUEL	
111158	VABH	77	51	100	549	127	320	357	381	9599	0	9416
106756	VRMM	11	142	100	539	127	320	378	373	9595	0	9408

Block 3A FUEL REM NO CONT 1331 FUEL REM ALL CONT 1418

Block 4A FUEL REQUIRED INCLUDES 0.0/0.0 PC ANTICIP 4.100 PC DEG

Block 5

ALTERNATE REQUIRED AVAILABILITY TIMES		
ALTERNATE	FROM	TO
GOMS	N/A	03:17
VABH	03:17	04:05
VRMM	02:15	N/A

START OF R/AO FLIGHT PLAN

HPL - UAB070 - ISG
 - EAJ141 - SDEC
 - OMB0370
 - N0468F30 DCT DENB0 ASR IZK R456 LELEM DCU
 - VRMM0335 YCBI
 - EET00MM0011 VABP0054 VRMM0255
 R/CRA/ERH SEL/EX/LJ
 END OF R/AO FLIGHT PLAN

Figure 2 ETOPS Computer Plan - Muscat/OOMS to Male/VRMM

Exemple de planification d'un vol ETOPS

Exemple : New York - Shannon

Avion : A330

Depart : New York (JFK)

Destination : Shannon (SNN)

Aéroport de dégagement : Dublin (DUB)

Les aéroports de déroutement convenables :

Temps de déroutement 90 min

- Goose Bay (yyr)
- Sondre Stomfjord (SFJ)
- Keflavik (KEF)

Temps de déroutement 120 min

- Gauder (YQX)
- Keflavik (KEF)

Temps de déroutement 138 min

- Gauder (YQX)

	90-minute	120-minute	138-minute
-distance sol			
▪ JFK-SNN	2782 nm	2670 nm	2670 nm
▪ Point critique- SNN	467 nm	643 nm	955 nm
▪ SNN-DUB	130 nm	130 nm	130 nm
-Vent			
▪ FL 370	+9kt	+18kt	+23kt
▪ FL 100 (déroutement)	-20kt	-15kt	-14kt
- Rayon de cercle			
▪ 310 kt	620 nm	820 nm	940 nm
▪ 330 kt	630 nm	835 nm	955 nm

la température moyenne : ISA

Altitude de croisière : FL 370 avec une montée vers FL410 si possible

La vitesse de croisière : M 0.80

MTOW : 212 000 Kg

MZFW : 167 000 Kg

MLW : 177 000 Kg

OEW : 122 000 Kg

La charge offerte choisie : 45 000 Kg (c/o maxi)

Poids de référence d'avion : 180 000 Kg

La vitesse de déroutement avec un moteur en panne : 310 et 330Kt IAS

La vitesse de déroutement avec deux moteurs : LRC

Gestion de fuel standard

Facteur de performance : 1.0 (nominal)

Carburant de dégagement : 5 % de délestage

Gestion de fuel ETOPS

Facteur de performance : 1% (nominal)

Carburant de dégagement : 2% de carburant de l'étape JFK-CP

Les réserves de carburant de déroutement :

Carburant de dégagement : 5 % de carburant de déroutement

Anti-givrage total et les réserves d'accroissement de givrage considérant 30 min de conditions météorologique givrante modérée à FL 100 : 2% de carburant de déroutement.

Note

La sélection de l'anti-givrage total de l'avion augmente la consommation de carburant à 3.5%

Résultats et commentaires :

La variation des quantités de carburant est présentée dans le tableau suivant :

	Fuel standard	Fuel ETOPS		
		Dépressurisation + panne moteur		Dépressurisation
		310kt	330kt	LRC
90-min	40 971	39 963	40 432	39 289
120-min	38 894	39 800	40 471	38 792
138-min	38 894	41 838	42 766	-

Example : New York - Shannon operation

A330-301, STANDARD FUEL PLAN, JFK/ENH WINTER, 120 MIN

FROM : JFK TO : ENH ALTERNATE : DLE
 AIRCRAFT : A330-301 ENGINE : CF6-80E1A2 DATE : Jan 95
 AIR CONDITIONING : 100 % ANTI ICEING : OFF FLBY : 18590 BTU/LB
 TEMPERATURE : ISA CG POSITION : 37.0 % MAX CABIN RATE OF DESCENT : 300 FT/MIN
 CRUISE ALTITUDE : 41000 FT PAYLOAD WEIGHT : 45000 KG
 INSTALLED FACTORS : RESERVE : 1.05 on FUEL

POINT OF FLIGHT	WEIGHT	FUEL	TIME	DISTANCE		FL	SPEEDS	WIND	OAT
	KG	KG	MIN	CRND	AIR				
RAMP WEIGHT	205894								
TAXI OUT		300				0			15.0
WEIGHT AT BRAKE RELEASE	205594								
TAKE-OFF and INITIAL CLIMB		620	2	4	4	15		0	
CLIMB		4485	24	171	168		250/300/.810	1	
CRUISE (1st flight level)		23970	268	2155	2074	370	.810	18	-56.5
CLIMB		797	8	51	59		300/.810	18	
CRUISE (2nd flight level)		1418	17	137	132	410	.810	20	-56.5
DESCENT to DESTINATION ALTITUDE		392	22	142	139	15	.810/300/250	1	
VFR APPROACH and LANDING		243	6	0	0	0		0	15.0
TRIP FUEL		31922	347	2670	2573				
ROUTE RESERVES (5X trip fuel)		1596							
WEIGHT AT DESTINATION AIRPORT	173672								
GO-AROUND to ALTERNATE AIRPORT		500	0						12.0
CLIMB		1159	5	22	23		250/280/.550	0	
CRUISE		898	10	58	50	160	.563 LONG RANGE	-14	-16.7
DESCENT		206	10	50	51	15	.550/280/250	0	
HOLDING		2152	30			15	209 GREEN DCT		12.0
VFR APPROACH and LANDING		160	4	0	0	0		0	15.0
ALTERNATE FUEL		5075	59	130	134				
LANDING WEIGHT AT ALTERNATE	168596								
MINIMUM BLOCK		58094	406						

DISTANCE from DEPARTURE to DESTINATION AIRPORT : 2670 / 2573 NM (GROUND / AIR)
 DISTANCE from DESTINATION to ALTERNATE AIRPORT : 130 / 134 NM (GROUND / AIR)

RAMP WEIGHT : 205894 KG TOTAL FUEL on BOARD : 38994 KG TOTAL FLIGHT TIME : 5/06 H/MIN
 TAKEOFF WEIGHT : 205594 KG TRIP FUEL : 31922 KG TRIP TIME : 5/47 H/MIN
 LANDING WEIGHT at DEST. : 173672 KG ALTERNATE FUEL : 5075 KG ALTERNATE TIME : 0/59 H/MIN
 LANDING WEIGHT at ALTERN. : 168596 KG ROUTE RESERVES : 1596 KG
 ZERO FUEL WEIGHT : 167000 KG EXTRA RESERVES : 0 KG
 PAYLOAD : 45000 KG

Example : New York - Shannon operation

ETOPS CASE PRESSURE LOSS

FROM : JFK TO : SHN ETOPS : PRESSURE LOSS
 AIRCRAFT : A330-301 ENGINE : CF6-80E1A2 DATE : Jan 95
 AIR CONDITIONING : 100. % ANTI ICING : OFF FLTV : 10590 BTU/LB
 AFTER CRIT.POINT : 100. % AFTER CRIT.POINT : OFF
 TEMPERATURE : 15A CG POSITION : 37.0 % MAX CABIN RATE OF DESCENT : 300 FT/MIN
 CRUISE ALTITUDE : 37000 FT PAYLOAD WEIGHT : 45000 KG
 INSTALLED FACTORS : RESERVE : 1.02 on FUEL
 AFTER CRIT.POINT RESERVE : 1.07 on FUEL

POINT OF FLIGHT	WEIGHT	FUEL	TIME	DISTANCE		FL	SPEEDS	WIND	OAT
				GRND	AIR				
	KG	KG	MIN	NM	NM				
RAMP WEIGHT	205792								
TAXI OUT		300				0			15.0
WEIGHT AT BRAKE RELEASE	205492								
TAKE-OFF and INITIAL CLIMB		620	2	4	4	15		0	
CLIMB		4481	24	170	166		250/300/.810	1	
CRUISE (1st flight level)		20740	233	1852	1753	370	.810	18	-56.5
TRIP FUEL TO CRITICAL POINT		25840	256	2027	1933				
ROUTE RESERVES (2% trip fuel)		517							
WEIGHT AT CRITICAL POINT	179652								
DESCENT to DIVERSION CRUISE LEVEL		173	11	80	79	100	.86/330		
CRUISE		9122	102	525	552	100	.506 LONG RANGE	-15	-4.8
DESCENT to DIVERSION AIRPORT		127	6	27	28	15	.810/300/250	0	
HOLDING		1065	15			15	200 GREEN DOT		2.0
1. APPROACH + GO AROUND		740	5						
VFR APPROACH and LANDING		183	4	10	10	0		0	15.0
DIVERSION FUEL BURN		11411	143	643	669				
ROUTE RESERVES after C.P. (7%)		724							
WEIGHT AT DIVERSION AIRPORT	168241								
MINIMUM BLOCK		38792	400						

DISTANCE from DEPARTURE to DIVERSION AIRPORT : 2670 / 2623 NM (GROUND / AIR)
 DISTANCE from CRITICAL POINT to DIVERSION AIRPORT : 643 / 669 NM (GROUND / AIR)

RAMP WEIGHT : 205792 KG TOTAL FUEL on BOARD : 38792 KG TOTAL FLIGHT TIME : 6/40 H/MIN
 TAKEOFF WEIGHT : 205492 KG TOTAL TRIP FUEL : 37251 KG TIME until C.P. : 4/17 H/MIN
 LANDING WEIGHT : 168241 KG ROUTE RESERVES until C.P. : 517 KG TIME C.P. to DIVERSION : 2/23 H/MIN
 ZERO FUEL WEIGHT : 167000 KG ROUTE RESERVES after C.P. : 724 KG
 PAYLOAD : 45000 KG EXTRA RESERVES until C.P. : 0 KG

Example : New York - Shannon operation

ETOPS-CASE : PRESSURE LOSS + ONE ENGINE FAILURE

FROM : JFK TO : Shannon ETOPS : ENGINE FAILURE + PRESSURE LOSS
 AIRCRAFT : A330-300 ENGINE : CF6-80E1A2 DATE : Jan 95
 AIR CONDITIONING : 100% AFTER CRIT. POINT : 125%
 ANTI ICING : OFF AFTER CRIT. POINT : OFF
 FLRV : 18590 BTU/LB
 TEMPERATURE : ISA CG POSITION : 37.0% MAX CABIN RATE OF DESCENT : 300 FT/MIN
 CRUISE ALTITUDE : 37000 FT PAYLOAD WEIGHT : 45000 KG
 INSTALLED FACTORS : RESERVE : 1.02 on FUEL
 AFTER CRIT. POINT RESERVE : 1.07 on FUEL

POINT OF FLIGHT	WEIGHT	FUEL	TIME	DISTANCE		FL	SPEEDS	WIND	TEMP
	KG	KG	MIN	GRND	AIR	FT	KT / M	KT	CELSIUS
RAMP WEIGHT	206800								
TAXI OUT		300				0			15.0
WEIGHT AT BRAKE RELEASE	206500								
TAKE-OFF and INITIAL CLIMB		623	2	4	4	15		0	
CLIMB		4524	24	172	166		250/300/.010	1	
CRUISE (1st flight level)		20799	230	1850	1781	370	.810	18	-56.5
TRIP FUEL TO CRITICAL POINT		25947	254	2027	1953				
ROUTE RESERVES (2% trip fuel)		519							
WEIGHT AT CRITICAL POINT	180553								
DESCENT to DIVERSION CRUISE LEVEL		135	10	76	76	100	.86/330		
CRUISE		10065	93	530	553	100	.310	-15	-4.8
DESCENT to DIVERSION AIRPORT		94	6	27	28	15	.810/300/250	0	
HOLDING		1031	15			15	200 GREEN OCT		12.0
1. APPROACH + GO AROUND		740	5						
VFR APPROACH and LANDING		184	4	10	10	0		0	15.0
DIVERSION FUEL BURN		12249	133	643	667				
ROUTE RESERVES after C.P. (7%)		785							
WEIGHT AT DIVERSION AIRPORT	168304								
MINIMUM BLOCK		39800	390						

DISTANCE from DEPARTURE to DIVERSION AIRPORT : 2670 / 2620 KM (GROUND / AIR)
 DISTANCE from CRITICAL POINT to DIVERSION AIRPORT : 643 / 667 KM (GROUND / AIR)

RAMP WEIGHT	: 206800 KG	TOTAL FUEL on BOARD	: 39800 KG	TOTAL FLIGHT TIME	: 6/30 H/MIN
TAKEOFF WEIGHT	: 206500 KG	TOTAL TRIP FUEL	: 38196 KG	TIME until C.P.	: 4/17 H/MIN
LANDING WEIGHT	: 168304 KG	ROUTE RESERVES until C.P.	: 519 KG	TIME C.P. to DIVERSION	: 2/13 H/MIN
ZERO FUEL WEIGHT	: 167000 KG	ROUTE RESERVES after C.P.	: 785 KG		
PAYLOAD	: 45000 KG	EXTRA RESERVES until C.P.	: 0 KG		

Example : New York - Shannon operation

ETOPS-CASE : PRESSURE LOSS - ONE ENGINE FAILURE

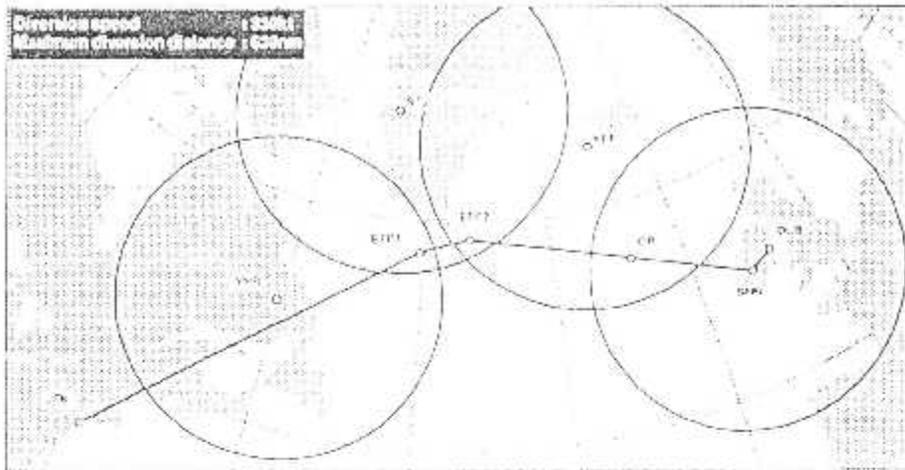
FROM : JFK TO : SHN ETOPS : ENGINE FAILURE + PRESSURE LOSS
 AIRCRAFT : A330-300 ENGINE : CF6-80E1A2 DATE : Jan 95
 AIR CONDITIONING : 100.0% ANTI ICEING : OFF FLRV : 18500 RTU/LB
 AFTER CRIT. POINT : 125.8% AFTER CRIT. POINT : OFF
 TEMPERATURE : ISA CG POSITION : 37.0% MAX. CABIN RATE OF DESCENT : 300 FT/MIN
 CRUISE ALTITUDE : 37000 FT PAYLOAD WEIGHT : 45000 KG
 INSTALLED FACTORS : RESERVE : 1.02 ON FUEL
 AFTER CRIT. POINT RESERVE : 1.07 ON FUEL

POINT OF BLOCK	WEIGHT	FUEL	TIME	DISTANCE		F _{max}	SPEEDS	WIND	OAT
				GRND	AIR				
	KG	KG	MIN	NM	NM		KT / M	KT	CELSIUS
RAMP WEIGHT	207471								
TAXI OUT		300				0			15.0
WEIGHT AT BRAKE RELEASE	207171								
TAKE-OFF and INITIAL CLIMB		626	2	4	4	15		0	
CLIMB		4554	25	174	169		250/300/1810	1	
CRUISE (1st flight level)		20839	230	1649	1760	370	1810	18	-56.5
TRIP FUEL TO CRITICAL POINT		26016	256	2077	1911				
ROUTE RESERVE (2% trip fuel)		520							
WEIGHT AT CRITICAL POINT	181152								
DESCENT to DIVERSION CRUISE LEVEL		135	10	76	76	100	186/330		
CRUISE		10620	87	529	551	100	330	-15	-4.8
DESCENT to DIVERSION AIRPORT		94	6	27	28	15	1810/300/250	0	
HOLDING		1054	19			15	201 GREEN DOT		12.0
1. APPROACH + GO AROUND		740	5						
VFR APPROACH and LANDING		184	4	10	13	0		0	15.0
DIVERSION FUEL BURN		12806	127	643	666				
ROUTE RESERVE after C.P. (7%)		824							
WEIGHT AT DIVERSION AIRPORT	168345								
MINIMUM BLOCK		40471	384						

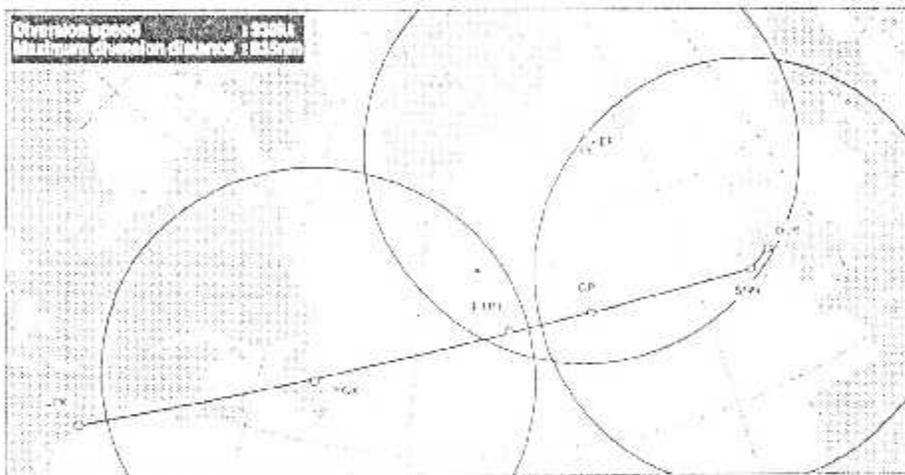
DISTANCE from DEPARTURE to DIVERSION AIRPORT : 2670 / 2619 NM (GROUND / AIR)
 DISTANCE from CRITICAL POINT to DIVERSION AIRPORT : 643 / 666 NM (GROUND / AIR)

RAMP WEIGHT : 207471 KG TOTAL FUEL ON BOARD : 40471 KG TOTAL FLIGHT TIME : 6/24 H/MIN
 TAKEOFF WEIGHT : 207171 KG TOTAL TRIP FUEL : 38826 KG TIME until C.P. : 4/17 H/MIN
 LANDING WEIGHT : 168345 KG ROUTE RESERVE until C.P. : 520 KG TIME C.P. to DIVERSION : 2/ 5 H/MIN
 ZERO FUEL WEIGHT : 167000 KG ROUTE RESERVE after C.P. : 824 KG
 PAYLOAD : 45000 KG EXTRA RESERVE until C.P. : 0 KG

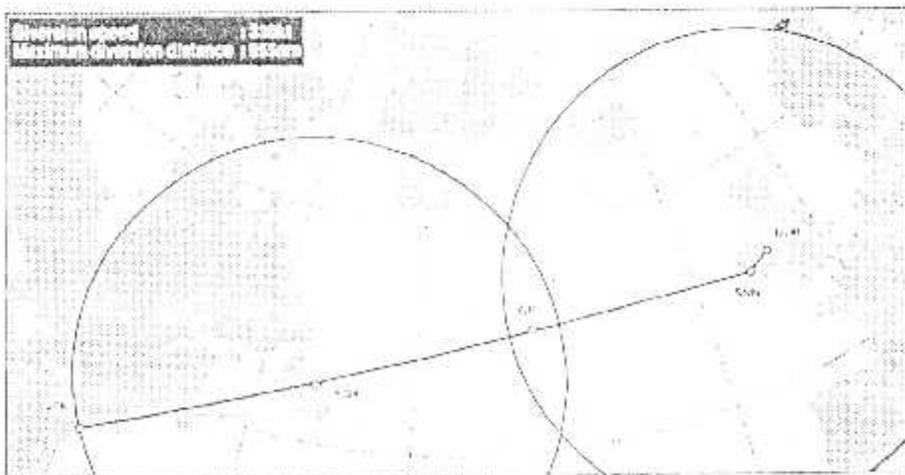
Example : New York - Shannon operation



90-minute diversion time



120-minute diversion time



138 minute diversion time

Example : New York - Shannon operation



Exemple informatisé de planification d'une route ETOPS

Exemple : ALGER – MOUGADISHU

Route : ALG - MGQ

Aéroports de déroutement :

- BENGHAZI (HLLB)
- CAIRO (HECA)
- ASWAN (HESN)
- KHARTOUM (HSSS)
- ADDIS ABABA (HAAB)
- DJIBOUTI (HDAM)

Pour cette exemple, on a choisi la vitesse de croisière avec un moteur en panne MCT/ 330 kt

Et un poids de diversion 170 000 kg.

Niveau de vol de déroutement choisi : FL 160

La distance de déroutement est en fonction du temps de déroutement :

60 min	—————>	430 NM
90 min	—————>	635 NM
120 min	—————>	840 NM
150 min	—————>	1045 NM
180 min	—————>	1250 NM

Les étapes à suivre :

On choisie l'aéroport de départ en sélectionnant son code OACI

On sélectionne le temps de déroutement

On exécute le bouton **Tracer**.

Le bouton **Tracer** : permet le tracé des cercles Etops (fig10)

Le bouton **Route non ETOPS** : permet le tracé de route non ETOPS. (fig 11)

Le bouton **Route ETOPS** : permet le tracé d'une route directe entre les 2 aéroports (Départ – destination).

On remarque l'existence d'un tronçon non balayé par les cercles de 60 min où il faut une approbation de plus de 60 min.

A fin d'exploiter cette route directe, on a pris comme temps de déroutement 120 min et BENGHAZI (HLLB) et KHARTOUM (HSSS) comme aéroports de déroutement. (fig 12)

Le bouton **Réinitialiser** : permet la réinitialisation de l'application.

Le bouton **Print** : permet l'impression.

Les deux Labels : indique le coordonnées géographiques vrai en chaque point qu'on place le curseur.

Les deux Edits : indique le coordonnées géographique du l'aéroport choisi.

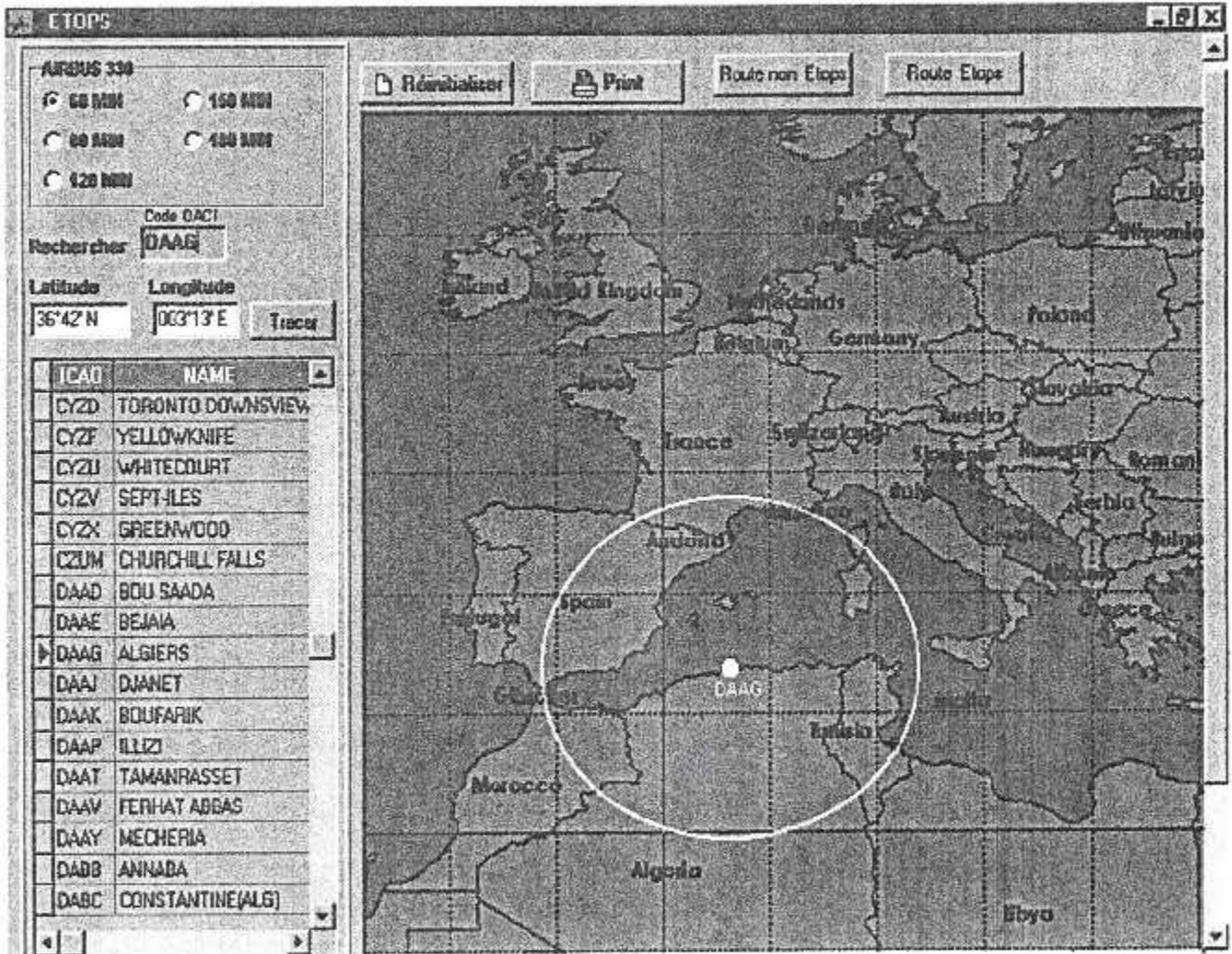


FIG 10

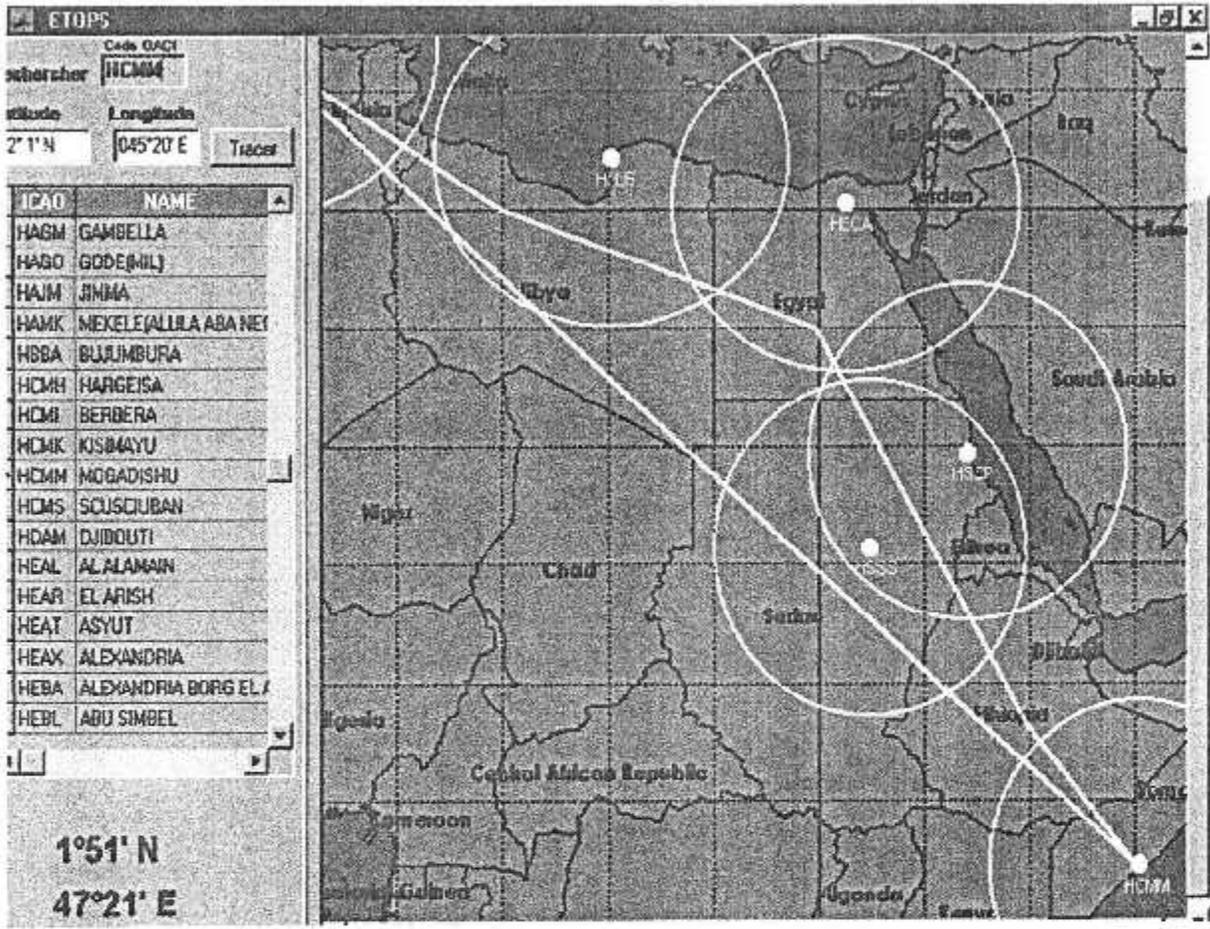


FIG 11

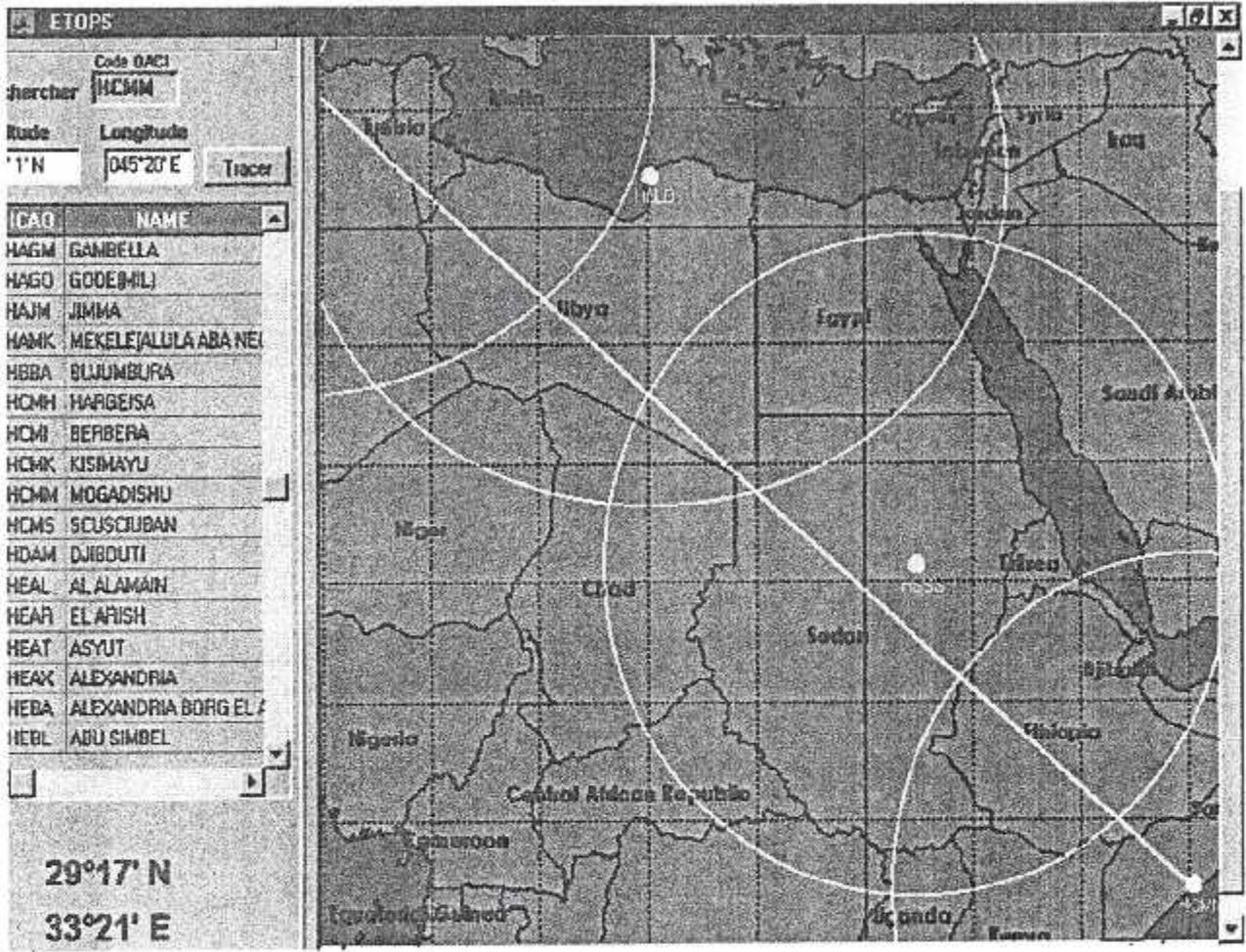


FIG 12

CONCLUSION

Conclusion :

L'exploitation des avions en ETOPS est devenue un concept d'avenir. Il permet l'élargissement des avions d'opération des bimoteurs. Il en résulte en effet des gains importants en coût d'exploitation puisque une analyse comparative montre qu'un trimoteur ou un quadrimoteur consomme 2 fois plus qu'un bimoteur. D'où, la déviation de la stratégie de certaines compagnies aériennes vers ce type d'exploitation.

Vue que Air ALGERIE possède une flotte généralement composée des bimoteurs d'où la nécessité de l'exploiter en ETOPS pour élargir ces aires d'opération et de démarrer des nouvelles lignes.

Puisque AIR ALGERIE va doter prochainement des A330 en 2005 d'où la finalité de cette étude est de servir comme guide pour établir un programme d'exploitation ETOPS.

Listes des figures

Figure 1 : Zones d'opérations avec 60, 90, 120,180 min

Figure 2 : La ligne New York – Londres avec 120 min

Figure 3 : La ligne Nairobi – Singapore avec 120 min

Figure 4 : Planification standard carburant

Figure 5-6 : Scénario de carburant critique

Figure 7 : Période de validité des minima MTO

Figure 8 : Calcul du temps et carburant nécessaire pour rejoindre l'aéroport de déroutement

Figure 9 : Exemple de CFP (Computer Flight Plan)

Figure 10 : Cercle ETOPS

Figure 11: Route non ETOPS

Figure 12 : Route ETOPS

BIBLIOGRAPHIE

La documentation

✓ GETTING TO GRIPS WITH ETOPS (issue 4 - année 1995)

(AIRBUS INDUSTRIE)

✓ ETOPS GUIDE – VOLUME III (BOEING)

✓ Annexe 6 OACI

✓ Supplément - E de l'annexe 6 de l'OACI

✓ JAR-OPS1 Sous parti E

✓ Opérations Aériennes Tome 1 (Martin)

✓ Etops Twins Through Time

✓ Etops Training (Alain Guillard)

✓ Etops (Michel Brandt)

✓ Delphi 5 (Bardou)

Les sites web :

www.Airbus.com

www.boeing.com

www.google.fr

Les CD :

GETTING TO GRIPS WITH ETOPS (issue 5 - année 1998)

(AIRBUS INDUSTRIE)

ANNEXE 1

SUPPLÉMENT E. VOLS À GRANDE DISTANCE DES AVIONS À DEUX TURBOMACHINES

Complément aux dispositions de 4.7

1. Objectif et portée

1.1 Introduction

L'objectif du présent supplément est de donner des indications sur la valeur du seuil de temps qui doit être établi en vertu de 4.7.1 de la présente Partie, et sur des moyens d'atteindre le niveau requis de sécurité prévu en 4.7.2 lorsque des opérations au-delà du seuil établi sont approuvées.

1.2 Seuil de temps

Il est bien entendu que le seuil de temps établi en vertu de 4.7.1 ne constitue pas une limite d'exploitation, mais un temps de vol jusqu'à un aérodrome de dégagement adéquat, temps au-delà duquel l'État de l'exploitant, avant de donner son autorisation, doit accorder une attention particulière à l'avion et à l'opération envisagée. En attendant que l'on acquière des données supplémentaires sur les opérations de ce genre effectuées par des avions bimoteurs de transport commercial et compte tenu du niveau de sécurité visé par 4.7.2, il est proposé que ce seuil de temps soit fixé à 60 minutes.

1.3 Principes de base

Afin de maintenir au niveau requis la sécurité d'un avion bimoteur autorisé à voler sur des routes où il n'est pas possible de respecter le seuil de temps, il faut:

- a) que la certification de navigabilité du type de l'avion autorise expressément les vols avec dépassement du seuil de temps, compte tenu des caractéristiques de conception et de fiabilité des systèmes de bord;
- b) que la fiabilité du système de propulsion soit telle que le risque de pannes des deux groupes motopropulseurs ayant des causes indépendantes soit extrêmement faible;
- c) que toutes les exigences particulières en matière de maintenance soient satisfaites;
- d) que les exigences particulières relatives à la régulation des vols soient satisfaites;
- e) que les procédures opérationnelles en vol nécessaires soient établies;
- f) qu'une autorisation opérationnelle expresse soit accordée par l'État de l'exploitant.

2. Terminologie

Dans le présent supplément, les termes suivants ont la signification indiquée ci-après:

Aérodrome de dégagement accessible. Aérodrome adéquat pour lequel, pendant la période d'utilisation prévue, les observations ou prévisions météorologiques ou une combinaison d'observations et de prévisions indiquent que les conditions météorologiques seront égales ou supérieures aux minimums opérationnels d'aérodrome exigés, et pour lequel les comptes rendus d'état de la surface des pistes indiquent qu'un atterrissage sûr sera possible.

Aérodrome de dégagement adéquat. Aérodrome où les exigences en matière de performances d'atterrissage peuvent être respectées, dont on prévoit qu'il sera disponible en cas de besoin, et qui est doté des installations et des services nécessaires tels que le contrôle de la circulation aérienne, le balisage lumineux, les communications, les services météorologiques, les aides de navigation, les services de sauvetage et de lutte contre l'incendie, ainsi que d'une procédure appropriée d'approche aux instruments.

Groupe motopropulseur. Système, formé d'un moteur et de tous les accessoires montés sur ce moteur avant installation sur l'avion, qui sert à développer et à régler la puissance/poussée et à alimenter en énergie les systèmes de bord, mais qui ne comprend pas les systèmes indépendants produisant une poussée de courte durée.

Système de bord. Système comprenant tous les éléments d'équipement nécessaires à la commande et à l'exécution d'une fonction majeure particulière. Il comprend l'équipement expressément prévu pour cette fonction ainsi que d'autres éléments essentiels comme ceux qui sont nécessaires pour alimenter l'équipement en énergie. Dans le présent contexte, un groupe motopropulseur n'est pas considéré comme un système de bord.

Système de propulsion. Système formé d'un groupe motopropulseur et de tous les autres équipements utilisés pour assurer les fonctions nécessaires au maintien, au contrôle et au réglage de la puissance/poussée d'un groupe motopropulseur après installation sur la cellule.

Vol à grande distance. Tout vol exécuté par un avion à deux turbomachines qui, en un point quelconque de la route, se trouve, par rapport à un aérodrome de dégagement adéquat, à un temps de vol, calculé à la vitesse de croisière avec un groupe motopropulseur hors de fonctionnement (en atmosphère type [ISA] et en air calme), supérieur au seuil de temps approuvé par l'État de l'exploitant.

3. Spécifications concernant la certification de navigabilité pour les vols à grande distance

Au cours de la procédure de certification de navigabilité d'un type d'avion qui sera utilisé sur de grandes distances, il convient de veiller particulièrement à ce que le niveau de sécurité requis soit maintenu dans les conditions susceptibles de se présenter au cours d'un vol de ce genre, par exemple en cas de vol prolongé après panne d'un moteur et/ou de systèmes essentiels. Des renseignements ou des procédures concernant expressément les vols à grande distance devraient figurer dans le manuel de vol, dans le manuel d'entretien ou dans un autre document approprié.

Note. — Les critères relatifs aux performances et à la fiabilité des systèmes de bord pour les vols à grande distance figurent dans le Manuel technique de navigabilité (Doc 9051).

4. Fiabilité d'un système de propulsion

4.1 Un des éléments fondamentaux à prendre en considération pour autoriser des vols à grande distance est la fiabilité du système de propulsion. La maturité et la fiabilité du système de propulsion devraient être telles que le risque de perte totale de puissance pour des raisons indépendantes soit extrêmement faible.

4.2 La seule façon d'évaluer la maturité du système de propulsion et sa fiabilité en service consiste à exercer un jugement technique, en tenant compte de la fiabilité acquise par le groupe motopropulseur à l'échelle mondiale.

4.3 Pour ce qui est d'un système de propulsion dont la fiabilité a déjà été évaluée, chacune des administrations nationales doit évaluer l'aptitude de l'exploitant à maintenir ce niveau de fiabilité en tenant compte de la fiabilité enregistrée par l'exploitant pour des groupes motopropulseurs de types voisins.

5. Modifications intéressant la navigabilité et spécifications du programme d'entretien

Le programme d'entretien de chaque exploitant devrait assurer:

- que les titres et numéros de toutes les additions ou modifications intéressant la navigabilité qui ont été effectuées dans le but de qualifier les systèmes de bord pour des vols à grande distance soient communiqués à l'État d'immatriculation et, le cas échéant, à l'État de l'exploitant;
- que tout changement apporté aux procédures, pratiques ou limites concernant l'entretien et la formation qui ont été établies en vue de la qualification pour des vols à grande distance soit soumis à l'État de l'exploitant et, le cas échéant, à l'État d'immatriculation, avant d'être adopté;
- qu'un programme de comptes rendus de fiabilité soit établi et appliqué avant l'approbation, et poursuivi après l'approbation;

d) que les modifications et inspections requises soient rapidement appliquées lorsqu'elles peuvent avoir une incidence sur la fiabilité des systèmes de propulsion;

e) que des procédures soient établies pour éviter qu'un avion prenne le départ pour un vol à grande distance après arrêt d'un groupe motopropulseur ou défaillance d'un système principal au cours d'un vol précédent, tant que la cause de cette défaillance n'aura pas été positivement établie et que les mesures correctives nécessaires n'aient pas été appliquées; pour confirmer que ces mesures correctives ont été efficaces, il pourra être jugé nécessaire, dans certains cas, d'exécuter un autre vol dans des conditions satisfaisantes avant que l'avion ne prenne le départ pour un vol à grande distance;

f) qu'une procédure soit établie pour garantir que l'équipement de bord continuera à être maintenu au niveau de performances et de fiabilité nécessaire aux vols à grande distance.

6. Spécifications relatives à la régulation des vols

Pour appliquer les dispositions générales du Chapitre 4 relatives à la régulation des vols, il convient d'accorder une attention particulière aux conditions qui peuvent se présenter lors des vols à grande distance, par exemple vol prolongé avec un groupe motopropulseur hors de fonctionnement, détérioration des systèmes principaux, réduction de l'altitude de vol, etc. Il faudrait non seulement s'assurer que la norme énoncée en 4.7.3 est respectée, mais examiner au moins les aspects ci-après.

- état de fonctionnement des systèmes avant le vol;
- installations et moyens de communication et de navigation;
- besoins de carburant;
- disponibilité de renseignements pertinents sur les performances.

7. Principes opérationnels

Un avion qui effectue un vol à grande distance devrait normalement:

- en cas d'arrêt d'un groupe motopropulseur, mettre le cap sur l'aérodrome le plus proche (en temps de vol) qui lui convienne et y atterrir;
- en cas de panne simple ou multiple du système principal de bord, mettre le cap sur l'aérodrome le plus proche qui lui convienne et y atterrir, à moins qu'il ait été démontré que, compte tenu des incidences de la panne sur le vol et de la probabilité et des conséquences de pannes ultérieures, la poursuite du vol prévu n'entraîne pas une dégradation de la sécurité;

c) en cas de modification influant sur l'état de fonctionnement d'éléments figurant sur la liste des équipements indispensables, sur les moyens de communication et de navigation, les réserves de carburant et de lubrifiant, les aérodromes de dégagement en route ou les performances de l'avion, apporter les changements nécessaires au plan de vol.

8. Autorisation opérationnelle

Lorsqu'il autorise l'exploitation d'un avion équipé de deux groupes motopropulseurs sur une route couvrant une grande distance, conformément à 4.7.2, l'État de l'exploitant devrait, non seulement se conformer aux dispositions déjà énoncées dans le présent supplément, mais encore s'assurer:

a) que l'expérience et les antécédents de conformité de l'exploitant sont satisfaisants;

b) que l'exploitant a démontré que le vol peut se poursuivre en sécurité jusqu'à l'atterrissage en cas de dégradation des conditions de vol due:

1) à la perte totale de poussée d'un groupe motopropulseur; ou

2) à la perte totale de l'alimentation électrique fournie par un groupe motopropulseur; ou

3) à toute autre condition qui, de l'avis de l'État de l'exploitant, équivaut à un risque du point de vue de la navigabilité et des performances;

c) que le programme de formation des équipages appliqué par l'exploitant est satisfaisant au regard de l'opération proposée;

d) que la documentation qui accompagne l'autorisation porte sur tous les aspects pertinents

ANNEXE 2

CHAPITRE I

INTRODUCTION

1 - DEFINITION

L'entretien d'un aéronef peut être défini comme l'ensemble des actions destinées à **MAINTENIR** ou à **REMETTRE** l'aéronef ou certains de ses éléments en état d'être exploités normalement (notion d'**APTITUDE AU VOL**) : vérifications, réparations, modifications, révisions, inspections, etc.

2 - OBJECTIFS

Objectif n° 1 : la SECURITE

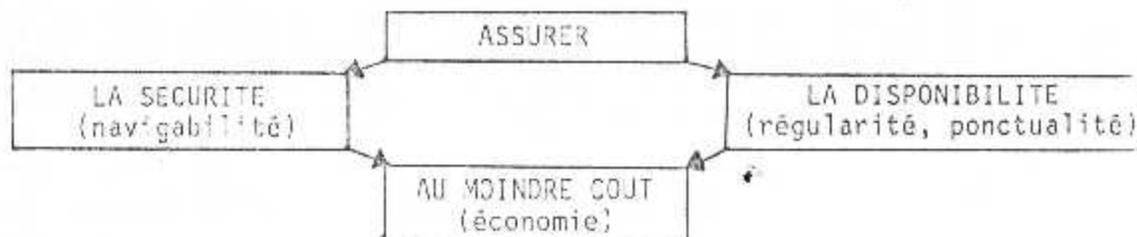
C'est une exigence réglementaire, et aussi commerciale. L'aéronef doit, au cours du temps, conserver les caractéristiques de **navigabilité** définies et approuvées lors de sa certification (performances, domaine de vol, intégrité de la cellule et des propulseurs, sécurité et disponibilité des systèmes et équipements...) en fonction de l'objectif réglementaire de sécurité. En plus, il est évident qu'un accident, et a fortiori une série d'accidents, peut nuire à l'image de marque d'un transporteur et d'un constructeur.

Objectif n° 2 : la DISPONIBILITE

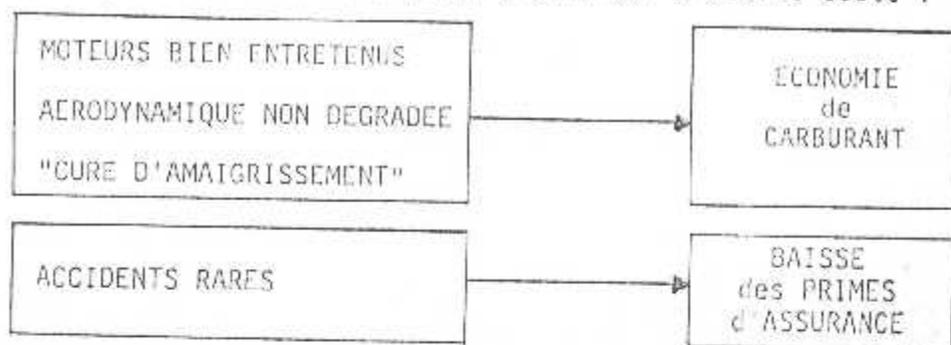
Un aéronef représente un investissement coûteux. Une compagnie aérienne recherche donc des taux d'utilisation élevés. Pour cela, un aéronef de transport doit être en état d'accomplir sa mission au moment voulu. Le retard ou l'annulation d'un vol constituent non seulement une perte directe pour la compagnie, mais nuisent aussi à son image auprès du passager. Eviter, dans une certaine mesure, cet inconvénient par un volant important d'aéronefs de réserve ou par des affrètements auprès d'autres transporteurs n'est pas satisfaisant économiquement. La notion de **régularité d'un service public** intervient aussi.

Objectif n° 3 : l'ECONOMIE

Nous avons vu que la satisfaction des deux premiers objectifs est dictée, entre autres, par des impératifs économiques. Mais entretenir des aéronefs nécessite une organisation, des moyens matériels et humains qui coûtent cher. **Minimiser les coûts** constitue donc le troisième objectif. Ainsi il faut trouver le meilleur compromis économique possible entre les deux premiers objectifs et le troisième, avec pour contrainte la satisfaction des exigences réglementaires en matière de sécurité et de régularité.



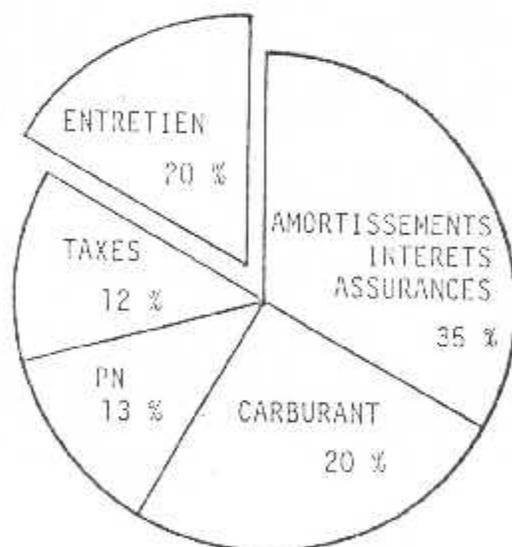
Conclusion : Il s'agit de minimiser les coûts globaux, et pas seulement les coûts d'entretien. Ainsi, il ne faut pas perdre de vue que l'entretien peut lui-même contribuer à diminuer d'autres coûts :



3. - ASPECTS ECONOMIQUES

3.1. - Coûts d'exploitation

La répartition des coûts directs d'exploitation peut varier sensiblement d'une entreprise à une autre pour des avions comparables. En moyenne, on peut estimer le coût total de l'entretien d'un avion à 15 à 20 % de ses coûts directs d'exploitation.



Coûts directs d'exploitation (ordres de grandeur)

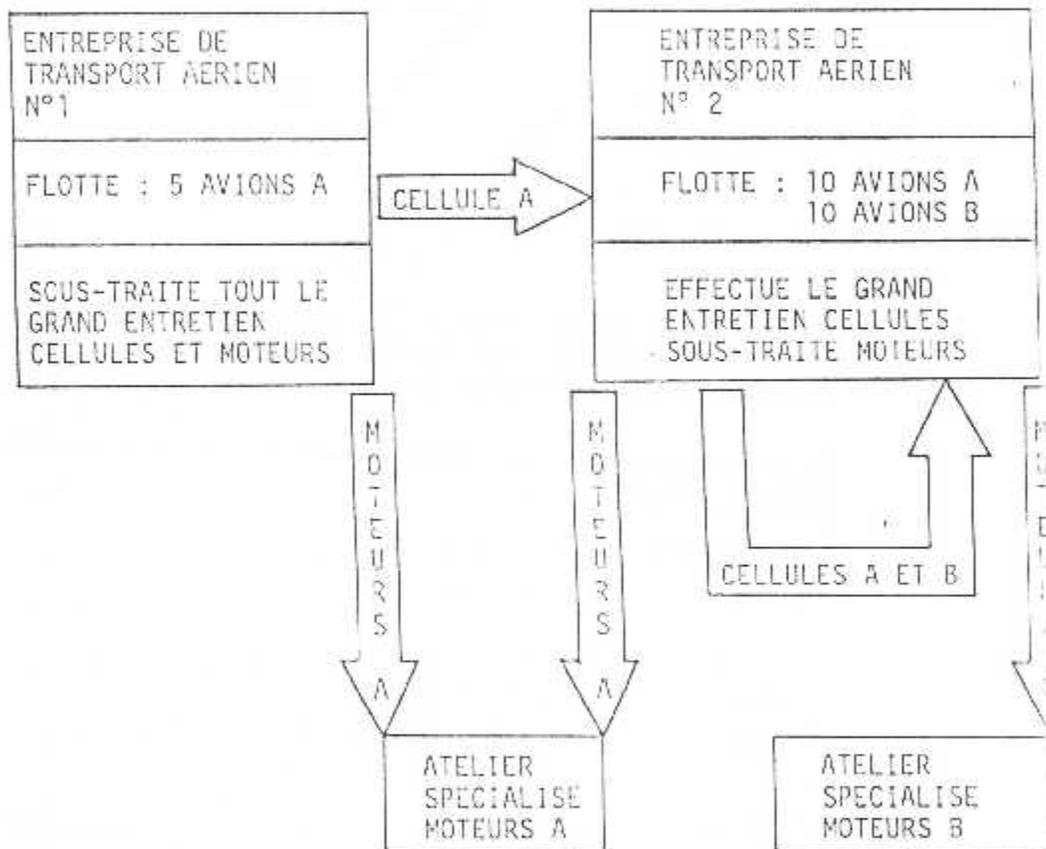
Pour un constructeur de matériel aéronautique, un **coût d'entretien** réduit est donc un argument de vente intéressant et ce facteur doit être pris en compte dès la **conception** du matériel : interventions d'entretien moins fréquentes, nécessitant peu de temps et de main-d'œuvre, avec l'outillage le plus réduit possible.

Dans certains cas, le contrat entre le vendeur et le client comporte des garanties sur les dépenses liées à l'entretien. Il n'est pas rare de voir des publicités mettant en exergue la modicité des coûts d'entretien d'un produit aéronautique par rapport à ceux de ses concurrents.

3.2. - Sous-traitance

Si l'entretien de ses aéronefs constitue une charge pour une compagnie aérienne, l'organisation et les moyens qu'elle a mis en œuvre pour cela peuvent aussi être utilisés pour traiter des aéronefs clients, devenant source de profit.

Inversement, si une compagnie trouve trop lourd l'investissement matériel et humain nécessaire pour assurer elle-même l'entretien de ses aéronefs, elle peut le confier en sous-traitance totale ou partielle à une autre compagnie ou à un atelier spécialisé reconnu aptes.



Exemple de sous-traitance pour le grand entretien

3.3. - Coopération technique

Plusieurs compagnies peuvent constituer un groupe de coopération technique exploitant des matériels de définition commune et se répartissant leur entretien par type de matériel, ce qui permet des économies d'outillage spécifiques et de matériels de rechange.

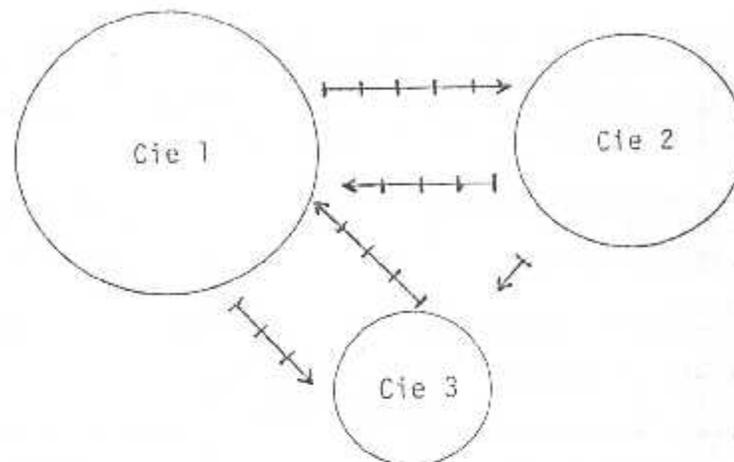
En Europe : ATLAS = Air France, Lufthansa, Alitalia, Sabena, Iberia.

KSSU = KLM, SAS, Swissair, UTA.

Ces deux groupes sont nés vers 1970 avec l'arrivée des Boeing 747, dont l'entretien nécessitait des investissements tels qu'un groupement des

moyens de plusieurs compagnies s'imposait.
Les accords de coopération ont ensuite été étendus aux autres avions gros porteurs, DC 10 et Airbus.

Pour qu'un tel groupe fonctionne bien, il faut, dans la mesure du possible, que la charge de travail confiée par chaque compagnie à ses partenaires soit équivalente à celle qu'elle reçoit d'eux :



Exemple de coopération à 3 : pour chaque compagnie,
total du travail sous-traité (flux sortant) = total
du travail effectué pour les partenaires (flux entrant)

GROUPE ATLAS

AIR FRANCE : 747, CF6-50, CF6-80

LUFTHANSA : A 300, JT9 D-7

ALITALIA : DC.10

SABENA : A 310*, EQUIPEMENTS

IBERIA : JT9 D-7Q, JT9 D-59A, EQUIPEMENTS

* SANS LES A 310 LUFTHANSA, NON INTÉGRÉS À ATLAS

GROUPE KSSU

KLM : 747, CF6-50, CF6-80

SAS : A 300, JT9 D-7

SWISSAIR : DC.10, A 310

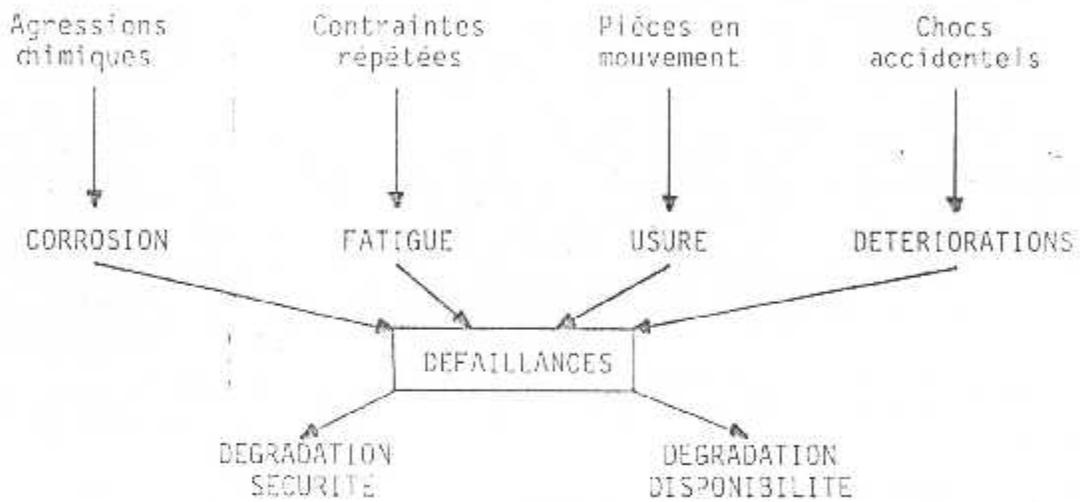
UTA : EQUIPEMENTS, APU, TRAINS

Répartition en 1988 des responsabilités dans les deux grands groupes européens (donnée à titre indicatif, susceptible d'évolution)

CHAPITRE 2 MODES D'ENTRETIEN

1. - DEFINITIONS DE BASE

- Qu'est-ce qu'une DEFAILLANCE ?

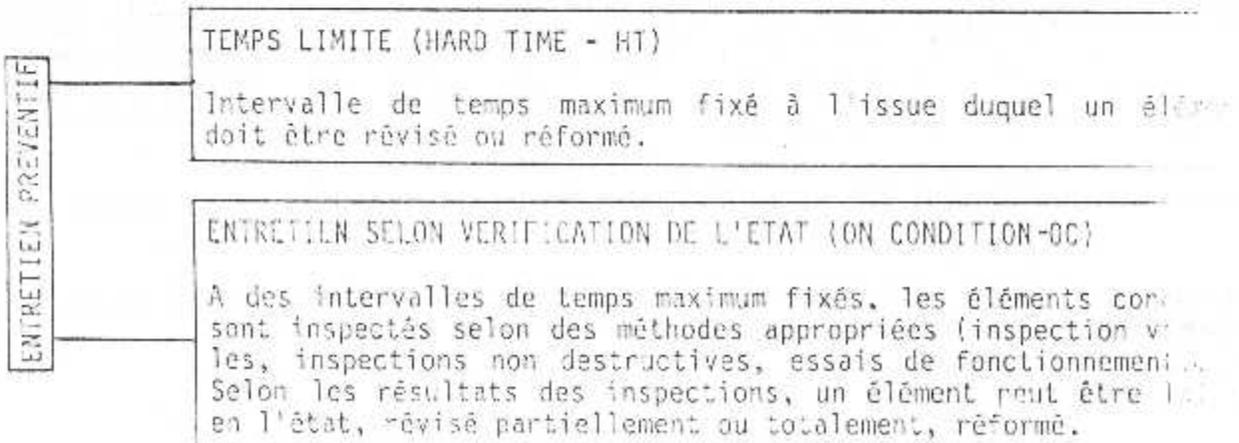


Défaillance : inaptitude (momentanée ou définitive) d'un élément à remplir la fonction qui lui est dévolue selon une plage de paramètres de fonctionnement prédéterminée.

- Buts de l'entretien :

- . EMPECHER la défaillance (ENTRETIEN PREVENTIF)
- . REPARER la défaillance (ENTRETIEN CURATIF)

- Pour cela, 3 MODES DE BASE :



1. - CURATIF

SURVEILLANCE DU COMPORTEMENT (CONDITION MONITORING-CM)
L'inspection de l'élément et l'action correctrice qui en découle ne sont entreprises qu'après la constatation de la défaillance de l'élément.

2. - EVOLUTION DES MODES D'ENTRETIEN

2.1. - Temps limite

Les avions "primitifs" avaient une aérodynamique et des systèmes de propulsion médiocres. Dans ces conditions, toute redondance de système, entraînant une charge supplémentaire à soulever, était à exclure. Une défaillance, quelle qu'elle fût, pouvait avoir des conséquences graves (conception "SAFE LIFE"). Il s'agissait donc de maintenir constamment en bon état tous les éléments de l'aéronef : pour cela, l'idée la plus immédiate consistait à réviser l'élément (ou à le remplacer par un élément neuf ou révisé) avant l'instant présumé de sa défaillance, en adoptant une certaine marge de sécurité. En fonction de la loi d'usure (plus ou moins bien connue) de l'élément, on définit un TEMPS LIMITE, appelé aussi POTENTIEL, qui peut être soit une limite de vie, soit un intervalle maximal entre révisions. Il est exprimé, suivant le cas, en heures de vol, en cycles de fonctionnement ou en temps calendaire.

Le concept de temps limite, qui a longtemps été le seul utilisé, s'applique encore à certaines parties de l'aéronef, nous verrons plus loin lesquelles.

2.2. - Entretien selon état

La méthode des temps limites présentait l'inconvénient majeur de rejeter ou de soumettre à révision des éléments qui auraient pu rester utilisables un certain temps. Une meilleure connaissance des paramètres significatifs de l'usure (ex. : nombre et longueur de criques pour la structure, températures d'un moteur, etc) et de leurs lois d'évolution, associée à la progression des possibilités de détection ou de mesure de ces paramètres (traces d'essais, moyens non destructifs (1) tels qu'endoscopie, courants de Foucault..., meilleure accessibilité des éléments, etc), a permis d'en venir à un mode d'entretien plus évolué, dit "selon vérification de l'état" (ou "selon état") : à intervalles fixes, l'élément fait l'objet d'une vérification des paramètres significatifs de son état (cette vérification ne nécessite pas forcément le démontage de l'élément). Si la vérification conclut au bon état de l'élément, c'est-à-dire si les paramètres significatifs restent à l'intérieur d'un domaine prédéterminé, l'utilisation de l'élément peut se poursuivre jusqu'à la prochaine inspection programmée. Dans le cas contraire, l'élément est remis en bon état ou réformé.

Par rapport à la méthode des temps limites, on économise donc des actions correctives inutiles.

Comme les temps limites, les périodicités de vérification sont exprimées en heures, en cycles ou en temps calendaire.

(1) Voir annexe 1

no
au
noc
sur
ou
aut
ell
tat

du
(n
-ê

ti
co

3.
qu
Ce
le

Ti
E
d
r
u
o

2.3. - Surveillance du comportement

Les deux modes d'entretien précédents sont issus de la même notion d'entretien préventif.

La méthode dite "surveillance du comportement" se rattache aux notions de redondance et de tolérances en courrier : sur les aéronefs modernes, bon nombre de défaillances sont sans répercussion négative immédiate sur la sécurité du vol, d'où la possibilité de laisser l'aéronef décoller ou poursuivre son vol avec certains éléments défaillants. Les défaillances autorisées ("impasses techniques"), ainsi que les conditions dans lesquelles elles sont autorisées, figurent dans la partie utilisation du manuel d'exploitation, section 9 : c'est la LISTE DES TOLERANCES TECHNIQUES (1).

Les éléments dont la défaillance n'affecte pas la sécurité du vol peuvent se passer d'entretien préventif : les interventions programmées (remplacement, révision ou inspection) sont supprimées et l'élément n'est réparé ou remplacé qu'après sa défaillance.

Oltre la non-influence de la défaillance sur la sécurité, l'entretien par surveillance du comportement nécessite la réalisation de deux autres conditions :

- la défaillance de l'élément est immédiatement décelable à l'issue de l'utilisation normale de l'aéronef ;
- les répercussions économiques prévisibles de la défaillance sont plus faibles que celles qui seraient induites par un entretien préventif.

3. - CHOIX DU MODE D'ENTRETIEN

Les trois modes d'entretien vus ci-dessus sont utilisés, avec quelques variantes, dans l'entretien des aéronefs civils.

Un mode d'entretien ne s'applique pas globalement à un aéronef. Celui-ci est "découpé" en éléments dont chacun est affecté du mode d'entretien le plus adapté.

3.1. - Norme ATA - 100

Cette norme, universellement utilisée, a été définie par l'INTERNATIONAL TRANSPORT ASSOCIATION OF AMERICA (ATA) en collaboration avec les constructeurs. Elle affecte à chaque partie d'un aéronef un code de six chiffres groupés deux par deux, allant du général au particulier : les deux premiers chiffres représentent un ensemble ou système principal (chapitre), les deux suivants un sous-système (section) et les deux derniers un élément particulier (unite ou item).

(1) Voir annexe 2

Exemple :

- Chapitre 25 - 00 - 00 : système de protection incendie.
- Section 25 - 20 - 00 : sous-système "extinction"
- Sous-section 25 - 22 - 00 : sous-sous-système "extinction feu moteurs"
- Item 25 - 22 - 03 : bouteille d'extincteur feu moteur

La norme ATA - 100 permet de répertorier complètement les éléments constitutifs d'un aéronef, de façon standardisée.

Classement des rubriques (norme AIA 100) (extrait)

21. Conditionnement d'air	Air conditioning
22. Pilote automatique	Auto flight
23. Communications	Communications
24. Electricité	Electrical power
25. Equipement cabine et soutes	Equipment/furnishings
26. Protection incendie	Fire protection
27. Commandes de vol	Flight controls
28. Carburant	Fuel
29. Hydraulique	Hydraulic power
30. Protection givrage/pluie	Ice and rain protection
31. Instruments	Instruments
32. Atterrisseurs	Landing gear
33. Eclairage	Lights
34. Navigation	Navigation
35. Oxygène	Oxygen
36. Génération pneumatique	pneumatic
49. APU	APU
52. Portes et dispositifs d'évacuation	Doors
53. Fuselage	Fuselage
55. Stabilisateurs	Stabilizers and control
56. Glaces	Windows
57. Ailes	Wings
72. Réacteur	Engine
73. Carburant réacteur	Engine fuel
74. Allumage réacteur	Ignition
77. Instruments réacteur	Engine indicating
78. Inversion de poussée	Exhaust
79. Huile réacteur	Oil

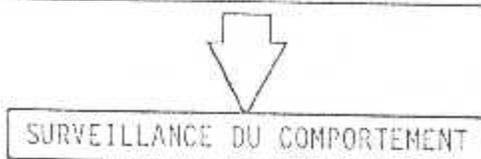
3.2. - Critères de choix du mode d'entretien

Chaque élément, tel que défini par la norme ATA-100, est soumis à une analyse de ses modes de défaillance, des conséquences techniques et économiques d'une défaillance et des actions d'entretien possibles, en fonction de sa technologie, des exigences réglementaires, de l'expérience acquise sur des matériels similaires, d'essais de fatigue, d'analyses de sécurité et de fiabilité, etc.

Il existe des méthodes d'analyse systématique conduisant à définir le mode d'entretien le plus efficace, nées dans les années 70 d'une collaboration internationale entre constructeurs, compagnies et services officiels : la méthode MSG (Maintenance Steering Group) utilisée pour le 747, qui a évolué en MSG-2 (DC.10, L 1011) et sa variante EMSG (E pour Européen : Concorde, A 300) et enfin MSG-3 (A 310, 767, A 320...).

- Très schématiquement, le concept de surveillance du comportement s'applique aux éléments qui remplissent les trois conditions suivantes, déjà énoncées plus haut :

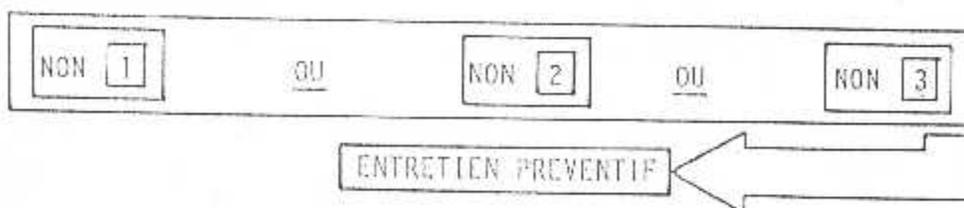
- 1 défaillance SANS CONSEQUENCE IMMEDIATE sur la SECURITE
- ET 2 défaillance IMMEDIATEMENT DECELABLE lors de l'utilisation normale de l'aéronef
- ET 3 COUT prévisible de la défaillance plus FAIBLE que celui d'un entretien préventif



La condition 2 mérite quelques explications : si la défaillance d'un élément redondant n'est pas détectée immédiatement et corrigée rapidement, d'autres éléments du même système peuvent à leur tour défaillir, toujours à l'insu de l'équipage, jusqu'à ce que, la redondance étant détruite, l'ensemble du système tombe en panne avec les conséquences que cela peut impliquer sur la sécurité et l'économie.

De même tous les circuits et équipements de secours (sortie manuelle du train, système d'évacuation rapide des passagers, oxygène de secours...) se doivent de fonctionner correctement le jour où on en a besoin. Comme les équipages n'en vérifient pas le fonctionnement lors de l'exploitation normale de l'aéronef, il faut les soumettre à des vérifications ou à des révisions régulières. Dans le langage MSG, les éléments ne remplissant pas la condition 2 sont dits "éléments à fonction cachée" ("hidden function").

- Les éléments ne satisfaisant pas à l'une ou plusieurs des trois conditions ci-dessus doivent être soumis à un entretien préventif.



- L'entretien selon état peut s'appliquer aux éléments dont les caractéristiques d'état et de fonctionnement sont mesurables et ont une évolution prévisible.
- Les temps limites s'appliquent aux éléments dont les caractéristiques d'état de fonctionnement sont difficilement mesurables ou n'ont droit à aucune dégradation, et en particulier à ceux dont la défaillance compromettrait la sécurité. Le temps limite peut être un intervalle entre révisions ou une limite de vie suivant que l'élément est révisable ou non. Le temps limite est établi avec une marge de sécurité sur l'important prévisible de la défaillance déterminé par le calcul, les essais en laboratoire, l'expérience en service. Pour certains éléments critiques, en particulier, il existe des vies

limites impératives fixées lors de la certification de l'aéronef.

3.3. - Applications

- Limites de vie

- Disques de compresseur ou de turbine : pièces soumises à des contraintes centrifuges et thermiques très élevées et dont la rupture (fluage) pourrait causer des dommages graves. Limite exprimée en cycles de fonctionnement.
- Tuyauteries souples : des liquides corrosifs y circulent sous pression - fuites à éviter. Leurs caractéristiques de vieillissement sont difficiles à cerner. Elles ne sont pas réparables. On les remplace donc systématiquement au bout d'une durée fixée, exprimée en temps calendaire (le matériau des tuyauteries étant sensible aux agressions extérieures et à celles du liquide qu'elles contiennent). Il existe aussi une limite de stockage.
- La structure elle-même de l'aéronef est certifiée pour une durée d'utilisation déterminée.

- Temps limites entre révisions

- La quasi-totalité des moteurs à pistons et la plupart des moteurs à turbine de conception antérieure aux années 70 sont entretenus selon ce schéma : à intervalles réguliers, dépose du moteur, passage au banc d'essai et révision générale. Pour les moteurs à turbine, il existe souvent une "visite des parties chaudes" effectuée plus fréquemment que la révision générale. Les temps limites sont exprimés en heures de fonctionnement pour les moteurs à pistons. L'influence du nombre de cycles de fonctionnement est prépondérante pour les moteurs à turbine, mais, pour des raisons pratiques, l'exploitant exprime souvent les périodicités en heures de vol, calculées en fonction de la durée moyenne du cycle pour cet exploitant.

- Entretien selon état

- Exemple simple : vérification quotidienne du niveau d'huile et de la pression des pneumatiques.
- Vérification périodique de l'état des gilets de sauvetage.
- Recherche de criques et de corrosion dans la structure, à intervalles réguliers (1 an à 7/8 ans, selon sensibilité de la zone), par inspections visuelles ou inspections non destructives. Celles-ci permettent de déterminer l'état de bon nombre d'éléments sans les renvoyer en atelier. L'utilisation des rayons X, des ultra-sons, des courants de Foucault, de la gammagraphie ou des ultra-violet fournit une image garantissant l'intégrité de la structure intérieure des pièces. L'utilisation d'un liquide fluorescent pénétrant dans les criques du métal met celles-ci en évidence (voir annexe 1).

- . Moteurs modernes : contrôle de l'état interne du réacteur sans démontage, par endoscopie.
- . L'analyse spectrographique des huiles indique, par la nature des particules qui s'y trouvent, l'endroit précis du circuit qui commence à se détériorer.
- . Le bon fonctionnement d'un équipement peut être rapidement vérifié sur un banc d'analyse électronique.

- Surveillance du comportement

- . Pilote automatique : un peut être inopérant, ou les 2 dans certaines conditions. L'équipage est immédiatement averti en cas de non-fonctionnement. Le vol peut être poursuivi en "manuel". On peut attendre la défaillance pour lancer une opération d'entretien.
- . Moteurs : la surveillance en vol des paramètres de fonctionnement (températures, pressions, régime de rotation, Csp) permet d'intervenir quand ceux-ci se dégradent au-delà d'une certaine limite. On peut profiter de cette intervention pour en effectuer d'autres non liées directement aux anomalies constatées ("opportunity task", "opportunity check"). La conception modulaire des moteurs modernes et les moyens de surveillance des paramètres permettent de réduire le nombre des interventions systématiquement programmées.

- Seuil d'intervention

- . De la remarque précédente, naît une notion à mi-chemin entre l'entretien préventif et celui par surveillance du comportement, et souvent appliquée en particulier aux moteurs : intervention (inspection, révision générale ou partielle) à effectuer lors de la première dépose qui se produit après une date fixée, appelée SEUIL.

EXEMPLE : le seuil de révision générale d'un réacteur est fixé à 15 000 cycles depuis la dernière RG.

- .. Une intervention de grand entretien sur la structure oblige à déposer le réacteur alors que celui-ci n'a que 11 000 cycles depuis sa dernière révision générale. Le réacteur pourra être remonté sur le même avion ou sur un autre avion sans avoir subi de révision.
- .. Un disque arrivant en limite de vie, le réacteur doit être déposé à 16 500 cycles. On profitera de cette dépose pour effectuer une révision générale du réacteur.

Le seuil d'intervention peut être assorti d'un temps limite : révision générale à effectuer lors de la première dépose après 15 000 cycles, et au plus tard à 20 000 cycles.

- Notion de sondage

Une compagnie exploitant un nombre suffisant d'aéronefs du même type peut programmer des inspections sur une partie de la flotte seulement et, à partir des résultats de ce sondage, décider de l'opportunité d'une opération d'entretien sur l'ensemble de la flotte.

EXEMPLE : sur une flotte de 10 avions, vérifier les trains d'atterrissage de deux avions ayant atteint un âge fixé T_0 (sondage 20 %) :

- .. Si on ne constate pas d'anomalie, on peut programmer une vérification sur deux autres avions à un âge $T_1 > T_0$.
- .. En cas d'anomalie, on étend la vérification à l'ensemble de la flotte avec les actions correctives appropriées.

- ENTRETIEN PROGRAMME

4.1. - Visites

L'entretien des aéronefs doit être organisé en un tout cohérent façon à minimiser les temps d'immobilisation. Il s'agit donc de grouper les opérations élémentaires d'entretien d'importance et de périodicité comparables. Ces groupes d'opérations sont appelés VISITES.

Le schéma classique d'entretien d'un avion de ligne long-courrier est le suivant :

- Visite prévol (ou "transit") qui peut éventuellement être faite par l'équipage : vérification des pleins d'huile, de l'état et du gonflage des pneumatiques, des freins et des amortisseurs, vérification visuelle de l'absence de fuites, etc.
- Visite journalière (VJ) : comporte, outre les opérations de la visite prévol, d'autres vérifications portant par exemple sur l'état général du fuselage et de la voilure, des entrées d'air des moteurs, etc. La tendance est à espacer ce type de visite à 3 jours, voire plus.
- Visite A : toutes les 300 à 400 heures de vol, soit tous les mois environ, inspections visuelles plus détaillées des systèmes et composants de la structure, par exemple le train d'atterrissage, la surface des ailes, les moteurs et leur fixation, les prises d'air, le mécanisme des parties mobiles de la voilure, les portes, l'oxygène, les systèmes de détection de fumées, etc. Durée : quelques heures.
- Visite B : toutes les 1000 heures ou 3 mois environ, on ajoute à la visite A des inspections plus poussées pour vérifier le fonctionnement des systèmes. Durée : 2-3 jours.
- Visite C : toutes les 4000 heures environ (1 an), des inspections supplémentaires entraînent des démontages pour vérifier des parties d'accès difficile. Durée : environ 1 semaine.

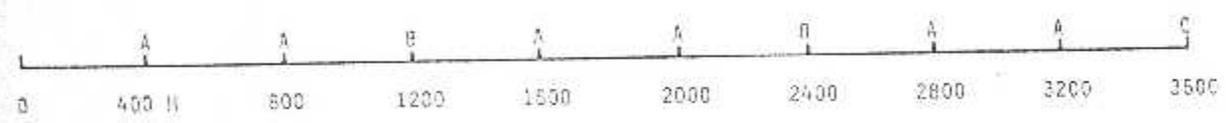
- Visite D ou grande visite (GV) : tous les 5 à 9 ans, une vérification complète de l'avion est effectuée, avec examen minutieux de tous les systèmes et de toute la structure. La cellule est pratiquement remise à neuf. Durée : environ 1 mois.

Remarque : La terminologie A, B, C, D et les périodicités ci-dessus sont données à titre d'exemple. Les périodicités de visites peuvent varier d'une compagnie à une autre pour un même type d'aéronef, en fonction de l'expérience et du type d'exploitation de la compagnie (utilisation quotidienne, durée moyenne du vol, trafic avec ou sans pointes saisonnières...). La terminologie peut également différer.

Dans ce schéma, toute visite inclut l'exécution des opérations de visites de rang inférieur. La durée d'immobilisation varie de quelques heures pour une visite A à plus d'un mois pour une GV.

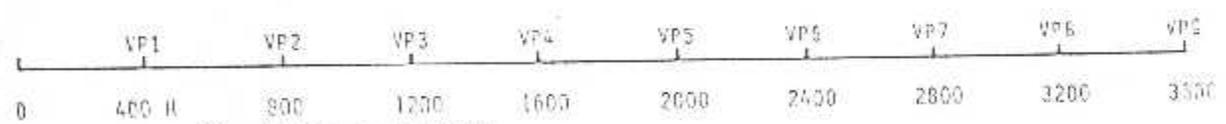
Afin d'éviter des temps d'immobilisation trop longs, on peut "découper en morceaux" les visites les plus importantes et associer ces morceaux aux visites de rang inférieur. C'est l'ENTRETIEN FRACTIONNE (ou progressif).

ENTRETIEN FRACTIONNE : EXEMPLE



Dans ce schéma classique, les visites C incluent les B qui incluent les A.

Les visites pourraient aussi se répartir de la façon suivante :



VP : Visite progressive.

Chaque visite progressive comprend une visite A, 1/3 du contenu de la visite B, 1/9 du contenu de la visite C.

Numérotons chaque fraction de visite B : b_1, b_2, b_3 ;

de visite C : c_1, c_2, \dots, c_9 .

$$\begin{aligned}
 VP1 &= A + b_1 + c_1 \\
 VP2 &= A + b_2 + c_2 \\
 VP3 &= A + b_3 + c_3 \\
 VP4 &= A + b_1 + c_4 \\
 &\dots \\
 VP9 &= A + b_3 + c_9
 \end{aligned}$$

A 4000 heures, le cycle repartira de VP1. On retrouve la périodicité de 400 heures entre deux visites A, de 1200 heures entre deux opérations identiques de visite B et de 3600 heures entre deux opérations identiques de visite C. Les fractions de visites sont établies de façon que la charge de travail de chacune d'entre elles soit à peu près équivalente.

Remarque : Si l'entretien fractionné permet d'éviter des immobilisations trop longues, la durée totale d'immobilisation sur un cycle annuel et la main-d'oeuvre nécessaire peuvent être légèrement plus élevées que dans un schéma classique : morcellement des tâches = préparation plus longue (accès aux systèmes...). Autre inconvénient : à l'initialisation du programme, des tâches sont anticipées par rapport à leur périodicité normale.

4.2. - Suivi des équipements

Outre les opérations effectuées sur avion lors des visites, l'entretien programmé comporte le suivi individuel des équipements à temps limite ou à vérification de l'état. Comme leur potentiel ne coïncide pas nécessairement avec un intervalle de visite et qu'ils peuvent être échangés d'un aéronef à un autre, ce suivi individuel est indispensable.

AIR XXX

S.E. 210 N°.....F.....

COMPTE-RENDU MATERIEL du N° 000301

EQUIPAGE		COT DE Bord		OFF. PILOTS	OIL MAINTENANCE	CHAT CABINE							
MISE EN OEUVRE						ACTIVITE AERIENNE							
Vis. Trans	Trans	Mot	Cellule	Mo C	Hyd	Apote	ESCALES	H. Fonct	H. Fonct	H. Fonct	Atter.	H. Fonct	Da-
(Mo A)	Lu	Flours	Lu	Apote	V	B	H	Cellule	Mot G	Mot D	Cellule	APIZ	Auto
								DROIT					
								ACTUEL					

REMISE EN ETAT			
ANOMALIES CONSTATEES	Lieu	MESURES PRISES	M R B H
1	/	Date: Exécution	
2	/	Date: Exécution	
3	/	Date: Exécution	
4	/	Date: Exécution	
5	/	Date: Exécution	
6	/	Date: Exécution	
7	/	Date: Exécution	
Remarques et		VIR	
Viss Cot de Bord		OMK	

SPECIMEN

DISPONIBILITE AU DEPART de			
Capitaine	Technique	APPELÉ	
Type		Remise en Service	
M. C. (Mo)		N°	
Viss Cot de Bord			
PROBLEME COMPTE-RENDU			
Viss			

- ENTRETIEN NON PROGRAMME (travaux supplémentaires)

5.1. - Navigabilité individuelle

- Tout incident ou anomalie constaté en vol par l'équipage fait l'objet d'un compte rendu circonstancié (COMPTE RENDU MATERIEL - CRM) dont l'analyse, faite à chaque escale, permet de déterminer les actions correctives adaptées (action immédiate, report jusqu'au retour à la base principale d'entretien, report à la prochaine visite programmée). Le compte rendu matériel, instrument du dialogue entre les navigateurs et le service d'entretien, est un élément essentiel pour le maintien de la sécurité.
- Toute anomalie constatée au sol, qu'elle soit liée ou non aux travaux en cours, fait l'objet d'une analyse similaire.
- Certains INCIDENTS importants sont obligatoirement suivis d'un ensemble de VERIFICATIONS SYSTEMATIQUES (vol en turbulence forte, atterrissage dur, foudroiement...).

5.2. - Navigabilité de type

- Le constructeur peut recommander certains travaux grâce à la connaissance qu'il acquiert des problèmes rencontrés en service sur ses produits, étant régulièrement informé par les utilisateurs. Des modifications, des vérifications ou des révisions sont ainsi recommandées par le constructeur, avec l'approbation des services officiels, dans des documents appelés BULLETINS SERVICE (en anglais : service bulletins - SB) répertoriés par chapitre ATA.
- Certaines de ces recommandations, nécessaires au maintien du niveau de sécurité réglementaire, sont rendues obligatoires par les services officiels, sous le nom de CONSIGNES DE NAVIGABILITE (airworthiness directives) (1). Elles consistent souvent en inspections de zones suspectes, en réparations ou changements de pièces douteuses, à effectuer dans des délais variables, parfois immédiatement. Si la consigne n'est pas appliquée dans le délai requis, l'aéronef est interdit de vol.
- Un bulletin-service peut recommander une tâche à effectuer une seule fois, ou à intervalles réguliers. Dans ce dernier cas, elle est incorporée au programme d'entretien.

(1) Voir annexe 3 sur les certificats de navigabilité

CHAPITRE 3

LE MANUEL D'ENTRETIEN

1. - BASE REGLEMENTAIRE

L'arrêté du 17 mars 1978 relatif au maintien de l'aptitude au vol des aéronefs exige, en ses articles 9 et 10, l'application à tout aéronef civil d'un programme d'inspection ou d'entretien approuvé par le ministre chargé de l'aviation civile.

L'arrêté du 12 septembre 1979 relatif au manuel d'entretien des aéronefs exploités par les entreprises de transport aérien stipule que le manuel d'entretien doit décrire le programme des opérations nécessaires pour maintenir l'aptitude d'un aéronef à être exploité en TRANSPORT AERIEN COMMERCIAL, ce qui va plus loin que le simple maintien de l'aptitude au vol : notamment les moyens de radiocommunication et de radionavigation et les équipements spéciaux exigés en transport public doivent être couverts.

Un manuel d'entretien doit être déposé par toute entreprise de transport aérien pour chaque type d'aéronef qu'elle exploite.

Le manuel d'entretien est APPROUVE par le ministre chargé de l'aviation civile. Il doit inclure :

- la définition de la doctrine et des concepts d'entretien adoptés ;
- la liste des différentes visites et leur périodicité ;
- la liste des inspections spéciales et les cas dans lesquels elles sont exigées ;
- la liste des différentes opérations relatives à ces visites et inspections ;
- l'identification des opérations devant faire l'objet d'un contrôle systématique.

Dans le cas d'accords internationaux de coopération technique entre entreprises de transport aérien, le manuel d'entretien peut prendre la forme d'un sommaire des différents éléments exigés renvoyant clairement à d'autres documents établis conjointement en application de ces accords.

L'instruction d'application de l'arrêté du 12 septembre 1979 précise en outre que :

- le manuel d'entretien doit servir au personnel de l'entreprise de transport aérien pour préparer, lancer, et, dans une certaine mesure, conduire les opérations d'entretien du matériel volant ;
- le manuel d'entretien doit servir à l'administration pour s'assurer que l'entreprise de transport aérien effectue un entretien suffisant pour maintenir l'aptitude des aéronefs à être exploités en transport commercial ;

- le manuel d'entretien doit être facilement utilisable ;
- l'entreprise de transport aérien doit s'assurer qu'il est connu et mis en application par le personnel concerné.

2. - CONTENU DU MANUEL D'ENTRETIEN

Le manuel d'entretien doit comprendre six sections :

- | | |
|-------------|---|
| SECTION 1 : | Instructions générales. |
| SECTION 2 : | Périodicité des visites d'entretien et des pesées. |
| SECTION 3 : | Mode d'entretien, limites d'utilisation et de stockage des composants ou ensembles. |
| SECTION 4 : | Inspections spéciales. |
| SECTION 5 : | Vois de contrôle. |
| SECTION 6 : | Tableau des opérations d'entretien. |

Le manuel d'entretien indique ce qui doit être fait, il n'indique pas comment on doit le faire : les procédures d'exécution sont généralement définies dans des manuels établis par le constructeur du matériel (manuel d'entretien constructeur = Maintenance Manual, manuel de révision générale = Overhaul Manual, manuel de réparation = Repair Manual...).

SECTION 1 : INSTRUCTIONS GENERALES

- Définition de l'entretien, terminologie, liste des documents de base utilisés pour l'élaboration du manuel, sens des abréviations.
- Doctrine d'entretien. Découpage des visites. Modes d'entretien. Décompte des heures de vol (bloc à bloc ou décollage-atterrissage).
- Programmes de contrôle de la fiabilité (s'ils existent) (voir § 4.).

SECTION 2 : PERIODICITE DES VISITES D'ENTRETIEN ET DES PESEES.

- Cycle et fréquence des visites suivant la terminologie définie en section 1, tolérances éventuelles sur les échéances.
- Fréquence des pesées des aéronefs en vue de la détermination des masses et centrages.

SECTION 3 : MODE D'ENTRETIEN - LIMITES D'UTILISATION ET DE STOCKAGE DES COMPOSANTS OU ENSEMBLES

- Tableau définissant pour les composants et ensembles de l'aéronef les modes d'entretien applicables avec l'indication des limites d'utilisation (exprimées en heures, cycles, mois, etc) et des tâches à accomplir lorsque ces limites sont atteintes (inspection, passage au banc, révision, rebut, etc).

EXEMPLE DE TABLEAU POUR LA SECTION 3

Ordre	Réf. Cie	Réf. Constructeurs	Désignation	Constructeur	Quantité par avion	Série Avion	Mode d'entretien		Stockage		Remarques
							Limite	Action	Limite	Action	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

- Présentation selon le découpage en chapitres et sous-chapitres ATA 100
 - Colonne 7 : dans le cas où il existe différentes séries dans un type d'avion
 - Colonne 8 : T.L. (H.T.) avec indication de la périodicité ou de la limite de vie V.E. (O.C.) avec indication de la périodicité des vérifications S.C. (C.M.)
 - Colonne 9 : Action en clair ou désignée par un code (défini alors en section 1)
Par exemple : Rebut ou révision pour des équipements classés T.L. - Passage au banc pour des équipements classés V.E.
 - Colonne 11 : Action due quand la limite de stockage indiquée en colonne 10 est atteinte
 - Colonne 12 : Par exemple : Référence de l'opération de la section 9 correspondant à l'action à mener sur un équipement V.E.
Indication sur le sondage
- T.L. Temps Limite (H.T. Hard Time)
V.E. Vérification Etat (O.C. On Condition)
S.C. Surveillance Comportement (C.M. Condition Monitoring)

EXEMPLE DE TABLEAU POUR LA SECTION 6

ATA N°	Désignation de l'élement	Zone	Operation	Série Avion	Périodicité			Visite			Remarques Contrôles Systématiques	
					V.J.	A	B	C	D			
1	2	3	4	5	6						7	

- Colonne 1 : Par exemple 21.10
ATA 100

- Colonne 3 : Référence dans la zone de l'avion quand elle existe.

- Colonne 4 : Indication en clair ou par un code correspondant à la terminologie ou aux définitions de la section 1 de l'opération d'entretien à effectuer sur la partie désignée en colonne 2).

- Colonne 5 : Idem colonne 7 tableau section 3.

- Colonne 6 : Indication par des croix de la périodicité des opérations prévues en colonne 4.

- Colonne 7 : Par exemple : Périodicités particulières non prévues en colonne 5.
Repérage des opérations devant faire l'objet d'un contrôle systématique.

01
N° d'ordre dans le chapitre ATA

- Le tableau doit indiquer également, le cas échéant, les lieux de stockage des composants et ensembles.

SECTION 4 : INSPECTIONS SPECIALES

Après :

- atterrissages durs ou en surcharge ou sur terrains non aménagés,
- vols dans des conditions de turbulence excessive,
- coups de foudre,
- vols dans la grêle,
- dépassement des limitations moteur ou hélice,
- dépassement des limitations aéronef,
- coups de vent ou rafale au sol (effet sur les gouvernes),
- etc.

SECTION 5 : VOLS DE CONTRÔLE

- Cas d'exigibilité des vols de contrôle et programme correspondant pour chaque cas envisagé.

SECTION 6 : TABLEAU DES OPERATIONS D'ENTRETIEN

- Présentation synoptique des opérations d'entretien classées selon un découpage en systèmes et sous-systèmes (norme ATA par exemple) avec pour chacune des opérations l'indication de la périodicité en fonction des visites définies à la section 2.
- Les opérations devant faire l'objet d'un **contrôle systématique** doivent être repérées de façon particulière.

3. - APPROBATION ET EVOLUTION DU MANUEL D'ENTRETIEN

Le manuel d'entretien est approuvé, au nom du ministre de l'aviation civile, par le Service de la Formation Aéronautique et du Contrôle Technique, bureau Entretien des Aéronefs (DGAC/SFACT/TE), sur l'avis technique du Bureau Veritas et du Service Technique de la Navigation Aérienne (STNA) dans leur domaine de compétence respectif (sont de la compétence du STNA les opérations d'entretien touchant tous les moyens de radiocommunication et de radionavigation installés à bord de l'aéronef : ATA 23 et 34).

Un manuel d'entretien n'est pas un document figé une fois pour toutes : l'expérience en service de l'exploitant et des autres utilisateurs, les modifications apportées à l'aéronef, les recommandations des constructeurs (bulletins service), les consignes de navigabilité, l'évolution des méthodes et des méthodes d'inspection (tests non destructifs...) sont autant de raisons qui imposent de fréquentes mises à jour. En particulier, les périodicités de visites peuvent être modifiées, généralement dans le sens d'une extension au fur et à mesure que le matériel est mieux connu. Il peut arriver que certaines tâches élémentaires ne puissent pas suivre l'évolution de périodicité de la visite à laquelle elles sont attachées : dans ce cas, on les rattache à des visites de rang inférieur.

Comme le manuel initial, les modifications sont soumises à l'approbation du ministre chargé de l'aviation civile. Les amendements majeurs sont approuvés par le SFACT/IE selon la même procédure que pour le manuel initial, les amendements mineurs sont approuvés directement par le Bureau Veritas ou le STNA.

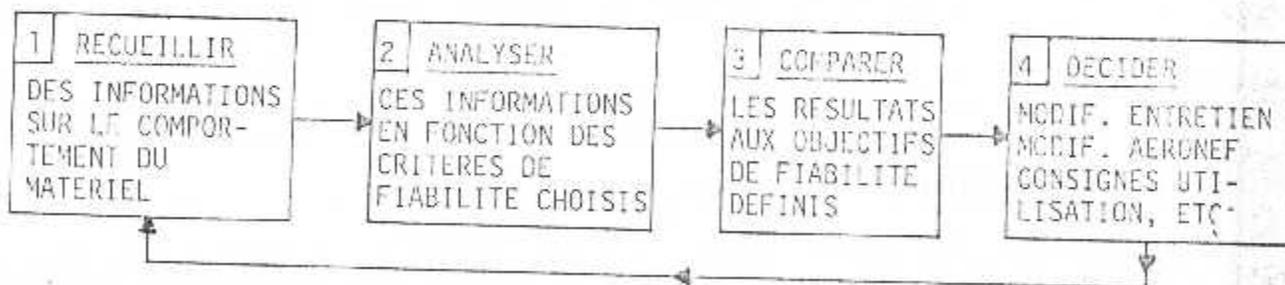
Cependant, si l'entreprise de transport aérien met en œuvre un programme de contrôle de la fiabilité approuvé par le ministre (DGAC/SFACT/IE), elle peut modifier son manuel d'entretien sans demander l'approbation explicite de l'amendement.

4. - PROGRAMME DE CONTROLE DE LA FIABILITE

La circulaire ministérielle du 24 octobre 1966 définit les principes des programmes de fiabilité.

La fiabilité est définie comme le degré de confiance que l'on peut avoir pour que, dans des conditions d'exploitation données (utilisateur et entretien), un équipement ou un système assure une période d'utilisation donnée sans incidents. Du point de vue de la réglementation, les incidents à prendre en considération sont ceux qui mettent en cause la sécurité. Les exploitants tiennent aussi compte d'incidents relatifs à d'autres aspects de l'exploitation, notamment à l'économie. A l'origine, c'est d'ailleurs un souci économique qui a conduit les transporteurs à proposer des règles plus souples d'évolution de l'entretien : l'accord explicite des services officiels peut demander des délais, les services officiels risquent d'adopter une attitude excessivement prudente par manque d'informations sur le comportement du matériel, d'où des coûts d'entretien inutiles.

Le fonctionnement d'un programme de fiabilité peut être schématisé comme suit :



Un programme de contrôle de la fiabilité repose sur l'exploitation statistique d'informations : il ne peut fonctionner efficacement que si la compagnie exploite un nombre suffisant d'aéronefs ou de moteurs du même type (un minimum de 5 aéronefs est admis en France).

Il importe que soient parfaitement définis les systèmes (système hydraulique, système électrique, système de détection d'incendie, etc, cf. norme A/A-100) auxquels s'applique le programme de fiabilité considéré. On distingue généralement les programmes de fiabilité avion, équipements et propulseurs, qui diffèrent par les critères de fiabilité retenus (taux de retards et d'annulations, taux d'incidents techniques, taux de déposes non programmées, taux d'arrêts en vol, etc).

Il importe aussi que le système de cheminement et de traitement de l'information soit parfaitement défini. Le programme de fiabilité doit permettre :

- d'identifier les sources des données,
- de suivre le cheminement des données depuis leurs sources jusqu'au centre d'analyse,
- de savoir quelles personnes ou quels services sont responsables de la transformation et des transferts des données au cours de leurs cheminements.

Phase 1 : Recueil des informations.

Parmi les principales sources d'information, on peut citer les documents établis à l'occasion :

- des déposes prématurées,
- des incidents matériels confirmés,
- des comptes rendus des équipages (CRM : compte rendu matériel),
- des comptes rendus d'anomalies constatées au sol,
- des essais au banc,
- des dépouillements systématiques d'enregistreurs de paramètres de vol.

Phase 2 : Analyse des informations.

Il s'agit d'opérer un traitement statistique des informations recueillies de façon à obtenir des **critères de fiabilité** mesurables, représentatifs de la tenue en service d'un système ou d'un équipement. Citons par exemple le **taux d'incidents techniques confirmés**, calculé pour chaque chapitre ATA, rapport du nombre d'incidents techniques confirmés au nombre d'heures de fonctionnement ou au nombre de vols. Autres critères : le **taux de retards et d'annulations**, qui donne une indication sur la fiabilité globale de l'aéronef ; les **taux de plaintes équipage ou d'actions correctives non programmées**, qui donnent une indication sur la fiabilité de tel ou tel chapitre ATA ; les **taux de déposes non programmées** utilisés pour les moteurs et les équipements ; le **taux d'arrêts en vol**, utilisé pour les moteurs.

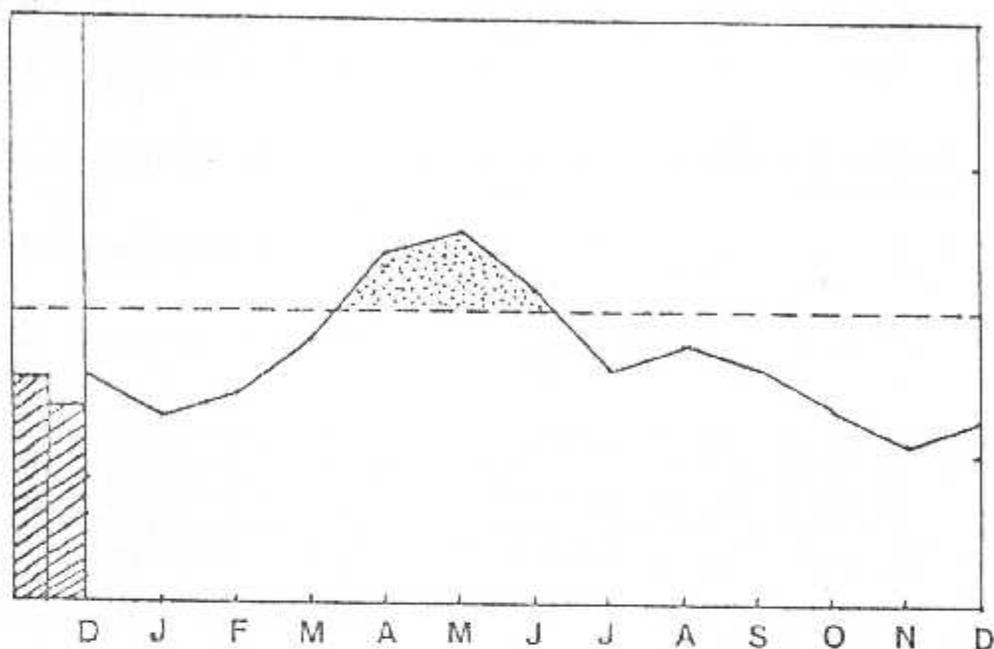
Le calcul de ces critères doit être effectué sur une période de référence suffisante pour que les valeurs obtenues soient significatives. En général, les calculs sont effectués mensuellement, avec lissage par moyenne mobile sur 3, 6 ou 12 mois.

Phase 3 : Comparaison des résultats aux objectifs.

A chaque critère de fiabilité défini dans le programme, est associée une **valeur limite (TAUX D'ALERTE)**. Cette valeur limite, établie à partir de l'expérience propre de l'exploitant et de celle des autres exploitants, sert de référence pour apprécier les résultats en exploitation.

Pratiquement, cette valeur limite détermine le **seuil** qui doit pas être franchi sans qu'une **action** soit déclenchée pour rechercher les causes de cette dégradation et améliorer en conséquence la fiabilité du système ou de l'équipement en cause.

COMPAGNIE AIR ENAC, AVION TYPE X EQUIPE DE REACTEURS Y



FIABILITE PROPULSION : TAUX D'ARRETS EN VOL CAUSE MOTEUR (1)

- taux d'arrêt en vol, moyenne mobile 3 mois.
- - - taux d'alerte
- ▨ taux moyen des 2 semestres précédents
- ▤ dépassement du taux d'alerte.

Remarque : les taux sont exprimés par 1000 heures de fonctionnement réacteur (heures avions x nombre réacteurs).

Dans cet exemple, on a choisi le taux d'alerte en arrondissant le produit $1,5 \times$ (taux moyen année précédente).

A la fin du premier trimestre, la situation commence à se dégrader. En avril, le taux d'alerte est atteint. Une analyse des arrêts en vol indique que beaucoup sont provoqués par la rupture d'ailettes de compresseur ayant atteint un certain âge. En liaison avec le motoriste et les autres utilisateurs, est alors décidée une inspection endoscopique des ailettes, pour recherche des criques, tous les 100 cycles. Cette mesure s'avère efficace puisque, à partir de juin, le taux d'arrêts en vol redescend vers des valeurs normales. En outre, vu le coût des inspections, il est décidé de remplacer les ailettes incriminées par des ailettes plus résistantes lors de la première dépense de chaque moteur.

(1) Un arrêt en vol n'est pas forcément dû à un mauvais fonctionnement du moteur. Exemple : fausse alarme incendie.

Application pratique - Rôle des services officiels

Pour qu'une entreprise de transport aérien (ou un groupe d'entreprises : cf. ATLAS, KSSU, Air Inter - Postale - Air Jet - Brit'Air pour les F. O. puisse appliquer un programme de fiabilité, deux conditions sont nécessaires :

- **flotte** d'aéronefs ou de propulseurs de même type d'une taille suffisante,
- existence au sein de la compagnie d'une **organisation** suffisante (structure et moyens).

En France, seuls Air France, UTA et Air Inter appliquent actuellement des programmes de contrôle de la fiabilité.

L'application d'un programme de fiabilité se traduit généralement par des réunions périodiques entre différents responsables des études, de la production et du contrôle, au cours desquelles les décisions sont prises (en cas d'urgence, une réunion extraordinaire peut être convoquée). Les participants à ces réunions constituent le **GROUPE DE CONTROLE DE LA FIABILITE**.

Le programme de contrôle de la fiabilité, soumis à l'approbation des **services officiels**, doit décrire :

- la liste des systèmes auxquels il s'applique,
- le choix des critères de fiabilité et de leurs valeurs limites,
- le processus d'acquisition des informations relatives au comportement du matériel en service,
- la méthode de traitement de ces informations,
- l'utilisation des données obtenues pour l'élaboration des décisions,
- la vérification de l'application des mesures décidées et le contrôle de leur efficacité,
- l'articulation des différents services concernés par le programme, la définition de leurs rôles et responsabilités respectifs dans l'application du programme.

Toute modification de ces éléments doit être soumise à l'approbation préalable des services officiels.

Lorsque le programme de fiabilité a été approuvé, l'exploitant peut faire évoluer son manuel d'entretien sans l'approbation explicite des services officiels.

Ceux-ci doivent recevoir les informations et documents leur permettant de juger de la correcte application du programme : participation aux réunions de fiabilité en observateurs, rapports périodiques montrant l'évolution des résultats de fiabilité et les mesures prises, etc.

Ils peuvent intervenir directement lorsque l'exploitant n'a pas respecté les procédures définies dans son programme ou lorsqu'une série d'incidents graves nécessite une action urgente.

ANNEXE 3

Introduction

Delphi est un environnement de programmation permettant de développer des applications pour Windows 95, Windows 98/2000 et Windows NT. Il incarne la suite logique de la famille *Turbo Pascal* avec ses nombreuses versions. Le Turbo Pascal (DOS et Windows) ne subira apparemment plus de mises à jour. Delphi est un outil moderne, qui fait appel à une conception visuelle des applications, à la programmation objet. De plus, il prend en charge le maintien automatique d'une partie du code source.

Voici quelques-unes des caractéristiques de Delphi:

- Programmation objet
- Outils visuels bidirectionnels
- Compilateur produisant du code natif
- Traitement complet des exceptions
- Possibilité de créer des exécutables et des DLL
- Bibliothèque de composants extensible
- Débogueur graphique intégré
- Support de toutes les API de Windows: OLE2, DDE, VBX, OCX, ...

1- Delphi et les autres

La plupart des applications Windows sont encore écrites en C ou C++ pour des raisons essentiellement historiques. Microsoft pousse bien-entendu le C++ du fait que l'environnement Windows lui-même conçu sous forme d'objets.

A la naissance de Windows, Microsoft donnait également la possibilité d'écrire des applications Windows en Pascal, mais probablement aucune application réelle et commerciale n'a jamais été écrite dans ce langage.

Le premier changement majeur dans le développement sous Windows fut l'apparition de Visual Basic:

- Charmeur par sa relative facilité de programmation
- Pénalisé par un passé lourd de catastrophes dues à la moitié de son nom: Basic
- Décevant par ses performances.

Visual Basic a rendu d'immenses services à ceux qui ont su l'utiliser à bon escient, c'est-à-dire pour ce qu'il sait faire. Un certain nombre d'applications à large diffusion sont écrites à base de Visual Basic; par exemple Visio 4.

Visual Basic a comblé une ~~laine~~, détourné quelques programmeurs C, mais surtout permis à d'autres programmeurs d'entrer en scène.

Alors pourquoi *Delphi*? La ~~question~~ a un sens car, à première vue, en comparant *Delphi* et *Visual Basic*, on penserait plutôt à du plagia. En réalité il n'en est rien. Par sa conception, un environnement de développement et ses performances, *Delphi* fait de plus en plus d'adeptes. C'est sa courte histoire qui tend à le prouver, au travers de quelques constatations:

De plus en plus de journaux et revues publient habituellement des programmes (souvent des utilitaires) écrits en C, se convertissent à *Delphi*. C'est le cas par exemple du très réputé *PC Magazine*.

Les chiffres des ventes ont même réussi à sauver Borland (l'éditeur de *Delphi*), au-delà de toute attente réaliste.

De l'avis quasi unanime *Delphi* surpasse largement *Visual Basic*, même et surtout on compare sa dernière version 32 bits et le nouveau *Visual Basic 6*.

SUN, créateur de *Java* et *HotJava*, a fait appel à Borland pour créer des composants *Delphi* permettant de construire des applications *Java* sur Internet.

Et le C? Mis à part des questions de langage (donc de syntaxe) est-il vraiment plus performant qu'un ~~quel~~ comme *Delphi*? Il vaut mieux éviter tout affrontement. En tout cas, les compilateurs Turbo C++, Borland C++ produits par Borland ont toujours été parmi les plus performants du marché. Or il se trouve que Borland a utilisé le même noyau de compilateur pour son *Delphi* et pour son C++. Par exemple, le ~~code~~ généré est aussi optimisé pour l'un que pour l'autre. Partant de là, les performances doivent probablement être comparables. La vie d'un développeur Windows ne se résume plus qu'à un choix de langage.

Il y a bien d'autres environnements de développement à part les trois cités ci-dessus, mais leur faible diffusion les marginalise.

2- Principes de développement en Delphi :

Delphi fait évidemment partie de la famille de la programmation constructive, comme ne peuvent que l'être les langages de développement modernes sous Windows. On ne peut plus se permettre d'attendre des années avant de découvrir (ou d'apprendre par cœur) que l'objet "barré de définitivement verticale" possède telle ou telle propriété. Les propriétés, entre autres, des objets doivent être immédiatement et toujours visibles au programmeur. Pour construire l'interface d'une application, ce dernier place des objets sur une fiche ("fenêtre") et les personnalise en modifiant éventuellement leurs propriétés et/ou en leur attachant des instructions liées à des événements donnés.

Bien que pour certaines applications (souvent montrées comme exemples) il ne soit pas nécessaire d'écrire du code (ni de connaître le Pascal), il vaut mieux avoir une solide expérience de la programmation avant de se lancer dans un développement réel.

3- Delphi et Windows :

Delphi permet de créer et de manipuler tout objet de Windows. Tous les objets et une grande partie de l'API de Windows sont encapsulés dans des composants *Delphi*. Les messages Windows sont redirigés par *Delphi* vers les objets auxquels ils sont destinés.

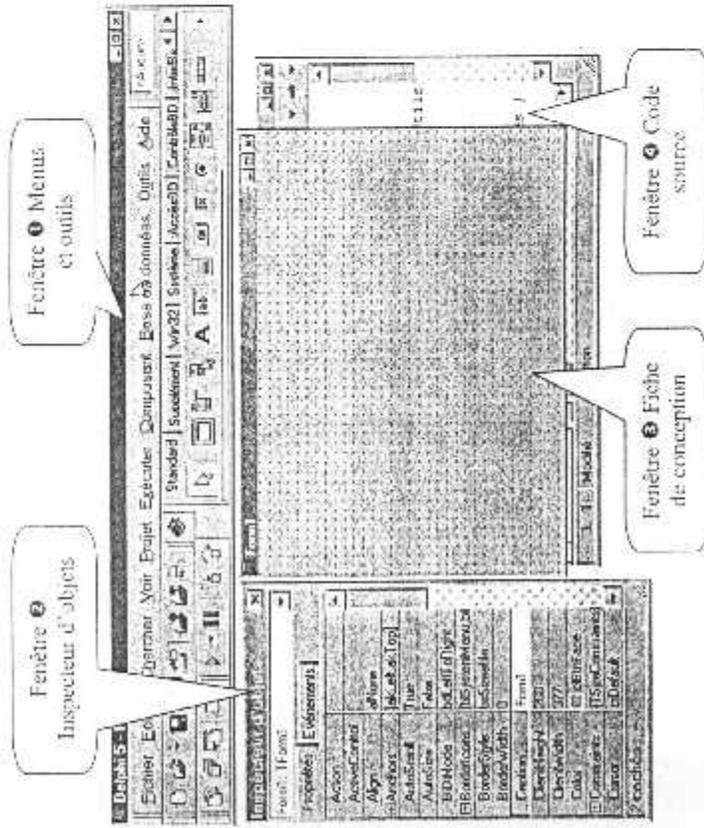
Dans tous les cas, il est toujours possible de faire appel directement à l'API de Windows.

Introduction :

Delphi diffère des autres langages classiques tel que Pascal ou Fortran, là où on doit directement écrire des instructions l'une à la suite de l'autre jusqu'à la fin. Delphi ressemble plus à un atelier où l'on dispose d'une boîte à outils et d'un ensemble d'objets qui servent à fabriquer une application. On la bien dit, sous Delphi, on écrit pas une application mais on la fabrique.

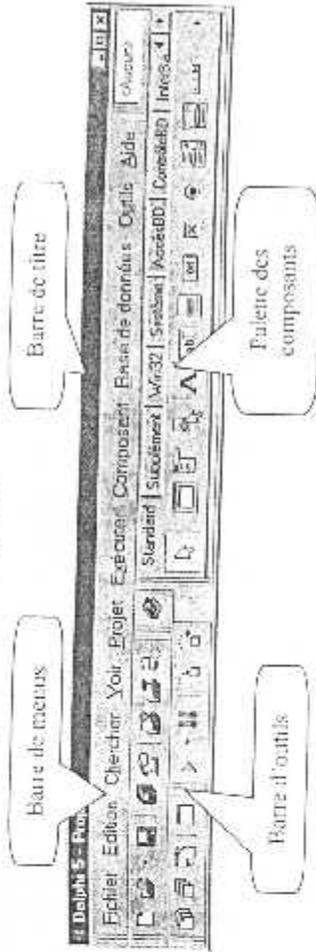
1- Interface de Delphi :

Après l'exécution de Delphi, vous pouvez constater que l'écran se compose de quatre (04) fenêtres :

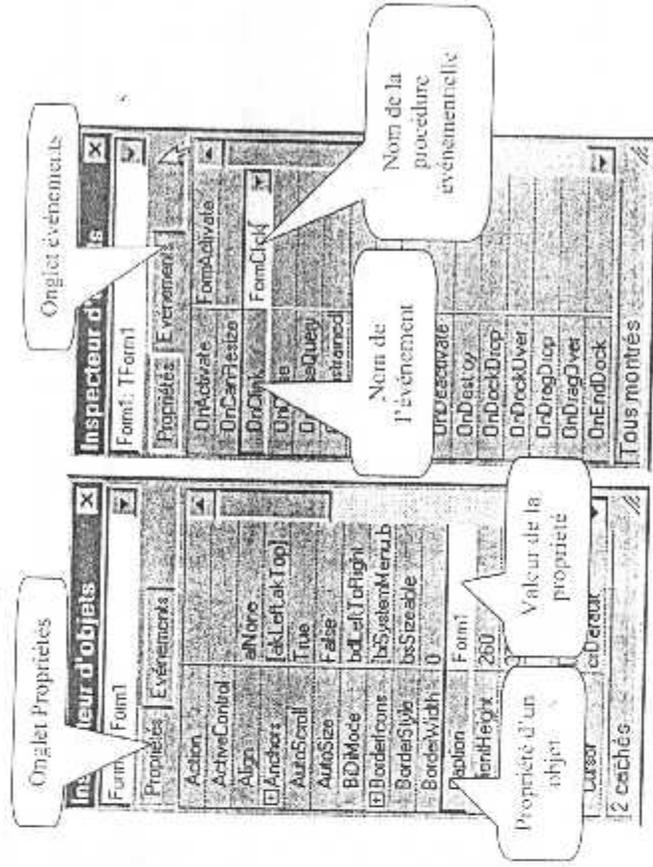


➔ La première fenêtre occupe la partie supérieure de l'écran ; elle contient :

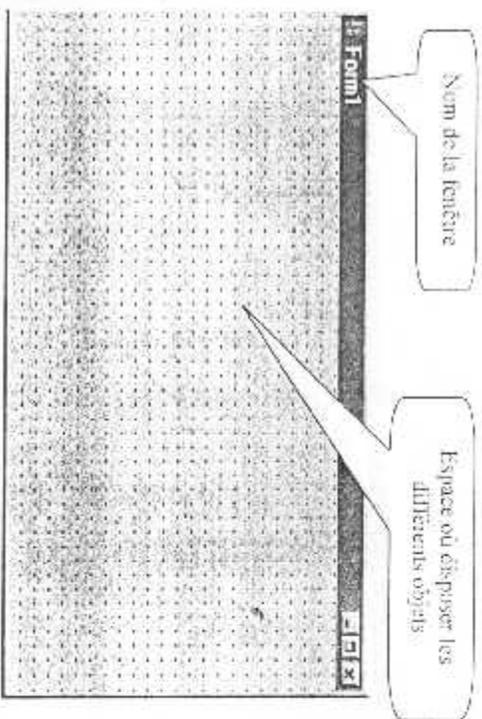
- La barre de titre
- La barre de menus
- La barre d'outils
- La palette des composants



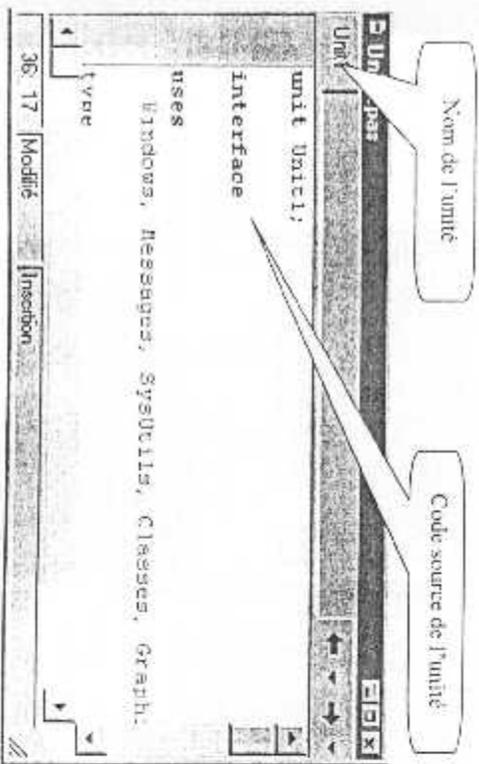
➔ La deuxième fenêtre se trouve par défaut à gauche de l'écran, elle correspond à l'Inspecteur d'objets : elle est composée de deux volets (onglets), l'un correspond aux propriétés d'un objet, l'autre aux événements auxquels l'objet peut répondre.



- ➔ **La troisième fenêtre** : elle constitue la fiche principale de la future application, il s'agit d'une fenêtre vide dans laquelle, on placera les divers objets (composants), on y trouve beaucoup d'appellations tel que Forme (Form), Feuille ou Fenêtre, nous utilisons l'appellation Fiche.



- ➔ **La quatrième fenêtre** est caché sous la fenêtre *Fiche*, on l'appelle « L'Editeur de code », cette fenêtre contient le code source relatif à la fiche, elle représente une unité de l'application parmi d'autres.



- ➔ **Remarques :**
 - Chaque fenêtre *Fiche* correspond à une fenêtre *Unité*.
 - Une application *Delphi* peut regrouper plusieurs *fiches* donc plusieurs *unités*.

2- Travailler avec l'interface :

Dans ce paragraphe nous allons revenir sur les éléments importants de l'interface, c'est-à-dire ceux que nous utiliserons le plus souvent.

2-1- A quel servent les menus et la barre d'outils :

Comme vous l'avez remarqué l'interface de Delphi comme toute interface sous Windows possède des menus déroulants. Presque toujours les mêmes (Fichier, Edition, ...).

Nous allons nous intéresser ici à quelques commandes plus urgentes :

➔ Fichier/Nouvelle application :

Lorsque vous exécutez Delphi, il vous crée automatiquement une nouvelle application avec une fiche « Form1 » et son unité « Unit1 » que vous pouvez utiliser pour construire votre application. La commande *Nouvelle application* a le même effet.

➔ Fichier/Nouvelle fiche :

Cette commande vous permet de rajouter d'autres fiches à votre application, selon le besoin, la fiche insérée sera superposée à celles déjà existantes, dans la barre d'outils elle est représentée par l'icône .

➔ Fichier/Ouvrir :

Cette commande sert à ouvrir une unité déjà existante, l'ouverture de l'unité (.Pas) provoque l'ouverture automatique de la fiche qui lui correspond.

➔ Fichier/Ouvrir un projet (Ctrl+F11) :

Un *Projet* représente une application entière, l'ouverture d'un projet (.Dpr ou .Dpg) provoque la fermeture du projet en cours, car un seul projet peut être affiché à la fois. Le terme projet signifie « *Application* » ou « *Logiciel* ».

➔ Fichier/Enregistrer (Ctrl+S) :

Cette commande permet d'enregistrer les unités relatives au projet en cours, les noms de fichiers sont suivis de l'extension (.Pas).

➔ **Fichier/Tout enregistrer**  :

Cette commande permet d'enregistrer les unités ainsi que le projet lui-même avec tous les fichiers ressources.

Les unités sont sauvegardés avec l'extension: (.Pas)

Le projet est sauvegardé avec l'extension (.Dpr) n'oubliez pas de choisir un répertoire qui doit contenir votre projet.

➔ **Projet/Compiler projet (Ctrl+F9)**  :

Cette commande permet de compiler votre projet et de déceler les erreurs s'il y a lieu.

➔ **Exécuter/Exécuter**  :

Cette commande permet de lancer l'exécution du projet en cours.

➔ **Exécuter pas à pas (F8)**  :

Cette commande permet d'exécuter votre projet pas à pas pour cerner le problème dans votre code source.

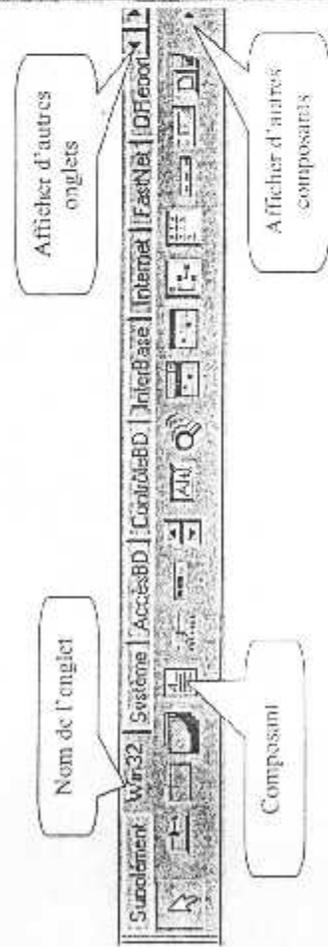
➔ **Exécuter/Réinitialiser le programme (Ctrl+F2)** :

Cette commande permet de rompre l'exécution du programme en cours.

D'autres commandes seront expliquées à l'ur et à mesure que l'on avance dans les notions.

2-2- A quoi sert la palette des composants :

La *Palette des composants* contient un ensemble de composants réparti par famille, chaque famille figure dans un onglet de la palette.



C'est quoi un composant ?

Pour voir mieux la signification d'un composant, prenons l'exemple d'un acier de fabrication de meubles, on veut par exemple fabriquer une table, on sait à l'avance quels sont les éléments qui constituent une table :

- Un plateau en bois
- 4 pieds
- Pièces d'assemblage.

Le fabricant utilise directement les éléments ci-dessus pour monter une table. Et si l'on suppose que ces éléments ne sont pas disponibles, le fabriquant serait obligé de les fabriquer, chose qui est loin d'être pratique.

Alors, par simulation, on peut dire qu'un projet est constitué de plusieurs éléments qu'on appelle composants, ces composants peuvent être disponibles au préalable et peuvent servir à la fabrication de plusieurs types d'applications.

Le composant serait donc un programme (petit projet) qui exécute une tâche élémentaire ou une fonction déterminée, ce programme est créé puis inséré dans la palette pour une réutilisation probable. En effet tout le monde peut créer ses composants et les insérer dans la palette des composants.

Certains composants sont proposés par Delphi, ce sont ceux là qui vont servir à la création de nos projets.

2-3- A quoi sert l'inspecteur d'objets :

Comme on l'a déjà dit, l'inspecteur d'objets est composé de deux onglets : Propriétés et Evénements.

a- Les propriétés :

L'onglet propriétés affiche une liste de propriétés pour chaque composant inséré sur la fiche, si aucun composant est inséré, l'inspecteur d'objets affiche les propriétés relatives à la fiche.

→ *Parmi les propriétés importantes et qui reviennent souvent :*

• **Name**

Propriété qui a pour valeur le nom de l'objet (composant) ou de la fiche, l'inspecteur d'objets propose des noms par défaut qu'il numérote automatiquement, il est recommandé de laisser les valeurs de *Name* telles quelles sont.

Name est une propriété qui est commune à tous les objets



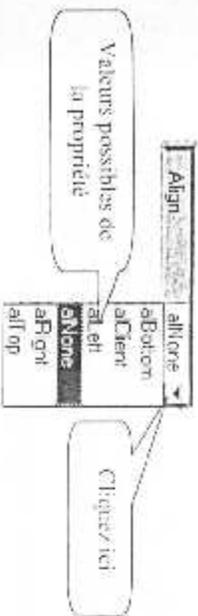
Caption
C'est une propriété qui apparaît lorsque le composant inséré possède une description :

Par exemple :

La fiche possède une description qui s'affiche sur la barre de titre, pour la modifier, il suffit de changer la valeur de la propriété *Caption*. Par contre le composant Edit ne possède pas de description donc la propriété *Caption* n'a pas lieu d'être.

Certaines propriétés possèdent des sous propriétés, celles-ci sont précédées d'un signe « + », il suffit de cliquer dessus pour voir apparaître les sous propriétés.

Par exemple : La propriété *Font*



autres propriétés proposent un choix de valeurs parmi lesquelles il faut en sélectionner une.
Par exemple : La propriété *Align*

➔ D'autres propriétés prennent deux valeurs possibles « True » ou « False ».

Par exemple : La propriété *Visible*



≡ Exemple d'application :

Pour illustrer l'utilisation des propriétés, essayons d'insérer un composant dans la fiche et attribuons-lui ses différentes propriétés :

☞ Insérer le composant « Label1 » de la palette des composants *Standard* symbolisé par **A**, pour cela cliquez sur le composant et déposez le sur la fiche en cliquant sur l'endroit voulu.



☞ Dans l'inspecteur d'objets :

- Visualisez la propriété *Name*, par défaut le nom *Label1* est attribué au composant *Label*, vous pouvez le changer ou le garder.
- Sélectionnez la propriété *Caption*, par défaut Delphi lui affecte la description « Label1 », changez cette valeur en mettant à la place la description suivante : 'Bonjour le monde' vous allez apercevoir que le texte change automatiquement sur le composant *Label1*.
- Cliquez sur le signe « + » qui précède la propriété « Font », une liste de propriétés apparaît :
 - i. Mettez la valeur « *CYellow* » pour la propriété *Color* (couleur de caractère).
 - ii. Mettez la valeur *Arial1* pour la propriété *Name* (nom de police).
 - iii. Mettez la valeur 16 pour la propriété *Size* (taille de caractère).

- Pour modifier la couleur de fond du Label : Sélectionnez la propriété *Color* qui est placée juste après la propriété *Caption*, et affectez-lui la valeur *ClRed*.

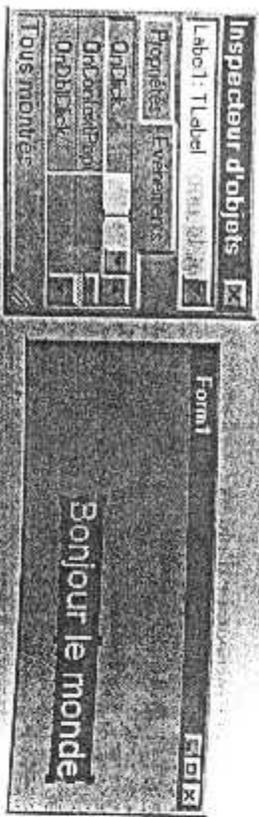
Remarque :

*On voit bien que les propriétés agissent sur le composant dès la conception, en revanche, il existe d'autres propriétés qui agissent uniquement lors de l'exécution de l'application, pour voir, essayez de changer la valeur de la propriété *Visible* et affectez-lui la valeur *False*, vous remarquerez qu'il n'y a aucun changement. Cette valeur a pour effet de rendre invisible le composant à l'exécution.*

b- Les événements :

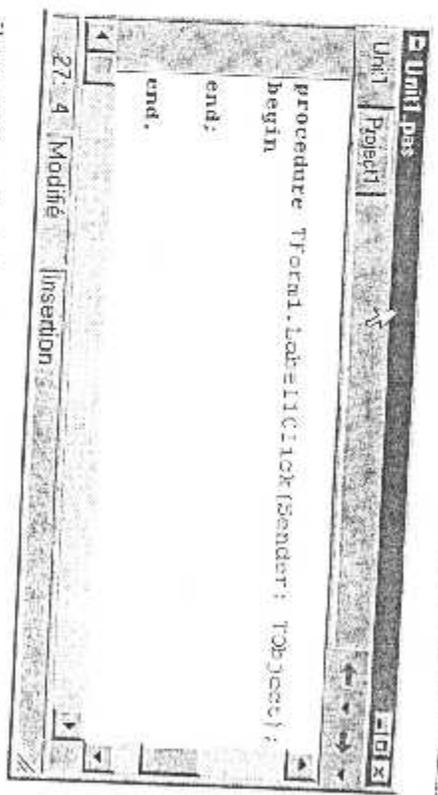
Chaque objet possède des événements qui peuvent le gérer, certains événements sont communs à tous les objets, d'autres sont spécifiques. Un événement permet de déclencher une procédure.

- Pour voir le sens d'un événement, revenons à l'exemple d'application précédent :
- Cliquez une fois sur le label « Bonjour le monde » pour le focaliser (le sélectionner).
- Remettez la propriété *Visible* à *True*.
- Cliquez sur l'angle événement pour voir apparaître les événements relatifs au composant *Label*.



Sélectionnez l'événement *OnClick* et double cliquez sur la zone de saisie ou bien vous simplement double cliquez sur le composant lui-même, le résultat serait le même.

La fenêtre du code apparaît à l'écran et une procédure relative à l'événement est créée automatiquement.



Il ne reste qu'à écrire les instructions relatives à l'action qu'on veut avoir.

L'événement *OnClick* signifie qu'on exécute une action lorsqu'on clique sur le composant *Label1*, pour cela essayons de créer cet événement qui est le suivant :

On souhaite que, lorsqu'on clique sur « Bonjour le monde » on doit avoir le texte 'Bonjour le monde' qui s'attache à sa place avec un fond bleu, pour cela rajoutons l'instruction suivante :

```

Procédure TForm1.Label1Click(Sender: TObject);
Begin
Label1.Caption := 'Bonjour le monde' ;
Label1.Color := ClBlue ;
End;
```

Exécutez le programme, puis cliquez sur 'Bonjour le monde' et constatez le résultat.

Conclusion

Jusqu'ici on a pu avoir une idée sur la manière dont Delphi travaille, en utilisant son interface vous allez-vous en apercevoir que l'environnement de développement devient un jeu d'enfant.