

**RÉORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL  
DE PARIS**

**RAPPORT FINAL D'EUROCONTROL**

**Présenté au Comité de Pilotage  
Paris  
24 septembre 2001**

## **TABLE DES MATIÈRES**

**SYNTHÈSE**

**SECTION 1:        Rapport opérationnel**

**SECTION 2:        Étude d'évaluation de l'impact du bruit**



## SYNTHÈSE

### INTRODUCTION

En janvier de cette année, les autorités françaises et le Directeur général d'EUROCONTROL ont marqué leur accord sur la fourniture par EUROCONTROL d'une assistance à la France pour **l'analyse du projet de réorganisation de l'espace aérien terminal de Paris**.

Un Comité de Pilotage, regroupant des représentants des élus de huit départements de l'Île-de-France sous l'égide du Préfet de la Région, a suivi les travaux menés dans le cadre de cette assistance. Le mandat confié à EUROCONTROL (cf. Appendice de la présente synthèse) a été approuvé par le Comité de Pilotage le 16 mai. Il était demandé à EUROCONTROL de livrer le rapport final en septembre 2001.

Le présent document est le rapport final d'EUROCONTROL présenté au Comité de Pilotage le 24 septembre 2001.

### OBJET DU PRÉSENT RAPPORT

Le Comité de Pilotage a demandé à EUROCONTROL de lui fournir une évaluation objective et une étude approfondie de la situation actuelle, ainsi que des diverses propositions de réorganisation du système de circulation aérienne dont il avait été saisi.

Il a également chargé EUROCONTROL de lui soumettre d'éventuelles propositions alternatives de réorganisation.

Le Comité de Pilotage a retenu trois propositions pour analyse : la proposition originale de la Direction de la Navigation Aérienne (DNA), et les alternatives présentées par 'Alerte Nuisances Aériennes' (ANA) et le 'Comité de coordination contre le couloir aérien' (C4A)

Ces trois propositions, avec quelques variantes suggérées par EUROCONTROL, sont analysées dans le rapport. Puisque les alternatives présentées concernent uniquement une route d'arrivée à Orly, l'analyse a été centrée sur cette route d'arrivée.

L'étude d'EUROCONTROL couvre à la fois les aspects opérationnels et environnementaux.

Le rapport final est composé de :

- la présente **synthèse** ;
- la **Section 1**, qui présente l'évaluation d'un point de vue opérationnel. Les travaux ont été gérés et réalisés par l'Unité Gestion de l'espace aérien et navigation (AMN) ;
- la **Section 2**, qui présente une étude indépendante évaluant l'impact du bruit sur la zone terminale de Paris. Cette étude a été menée sous contrat par un consortium formé par l'Administration de l'Aviation civile du Royaume-Uni (UKCAA) et par le Laboratoire national aérospatial des Pays-Bas (NLR), sous la supervision de l'Unité Exploitation des Aéroports (AOP).

L'Unité Appui aux États a coordonné au sein de l'Agence les différents moyens pour assurer cette étude.

## CONCLUSIONS

Les conclusions principales concernant la trajectoire d'arrivée à Orly en provenance du sud-ouest sont les suivantes :

- a) Bien que le niveau de bruit généré par un segment d'arrivée situé au niveau (FL) 100 (3000 m) soit, selon les experts en nuisances, virtuellement non mesurable pour la plupart des avions, en particulier dans les zones à hauts niveaux sonores ambiants dus au trafic ferroviaire et/ou routier, ce niveau de bruit pourrait être réduit davantage si le segment d'arrivée était rehaussé au niveau 110 (3300 m), ce qui resterait totalement compatible avec les procédures de route planifiées.
- b) L'étude d'EUROCONTROL révèle également qu'aucun obstacle opérationnel ne s'opposerait à l'élévation à 4000 pieds (1200 m) de l'altitude d'interception de l'ILS au lieu des 3000 pieds (900 m) proposés par la DNA. Un tel relèvement permettrait aux avions de se stabiliser à une altitude moins critique du point de vue du bruit avec des avantages sur le plan de l'environnement.

L'Agence EUROCONTROL estime que d'autres améliorations concernant les aéroports de Paris sont encore possibles afin de diminuer la gêne sonore et offre, dès lors son support technique à la DNA pour évaluer d'autres possibilités pour les autres aéroports de Paris.

Par exemple, les pistes suivantes pourraient être explorées :

- mise en œuvre de l'application stricte d'une limite de vitesse de 250 nœuds à l'intérieur de la TMA de Paris,
- communication à l'avion arrivant de la distance au point d'atterrissage, ce qui aiderait à obtenir un taux optimal de descente,
- évaluation d'une plus grande altitude d'interception de l'ILS particulièrement de nuit,
- révision des altitudes opérationnelles.

## SECTION 1 : RAPPORT OPÉRATIONNEL

EUROCONTROL a fondé son analyse de la situation actuelle et des différentes propositions formulées sur une série de documents relatifs à l'organisation de l'espace aérien, élaborés en son sein ou par l'OACI. Trois critères d'évaluation ont été retenus :

- la sécurité
- les incidences environnementales
- la capacité

Il ressort de l'analyse, présentée dans le chapitre 1, que le système en place engendre d'importants problèmes en termes de retards et de sécurité, et que l'organisation mise en place ne permettra donc pas d'absorber la croissance attendue de la demande de trafic aérien.

En outre, pour ce qui concerne l'analyse des propositions d'implantation de la trajectoire d'arrivée à Orly, trois outils ont été utilisés afin que tous les aspects de l'étude soient couverts :

- Simulations en temps réel du contrôle de la circulation aérienne (Partie 2) ;

- Doc. 8168 de l'OACI "Construction des procédures de vol aux instruments" (Partie 3) ;
- Simulateurs de vol (Partie 4).

Les propositions de modification ont été évaluées en même temps que les alternatives, et les recommandations suivantes ont été formulées :

- Adoption du FL110 (3300 m) comme niveau de vol initial pour les arrivées en provenance du sud-ouest à l'aéroport d'Orly.
- Adoption de 4000 ft (1200 m) comme altitude d'interception ILS de l'alignement de descente sur Orly.
- Nouvelle route d'arrivée vent arrière positionnée à moins de 9 NM au sud de l'axe central de la piste 26 (RWY 26) d'Orly.
- Les départs montent sous les arrivées du sud-ouest.
- Les pratiques opérationnelles devraient être modifiées pour permettre aux aéronefs de rester à des niveaux de vol supérieurs le plus longtemps possible au cours de la phase d'arrivée.

EUROCONTROL a élaboré une proposition qui prend ces différents éléments en considération, tout en respectant les trois critères d'évaluation fixés – sécurité, incidences réduites sur l'environnement et capacité.

### **SECTION 2 : ÉTUDE D'ÉVALUATION DE L'IMPACT DU BRUIT SUR LA ZONE TERMINALE DE PARIS**

Cette section présente une évaluation indépendante du bruit lié aux trajectoires de rechange proposées, et une comparaison de ces trajectoires entre elles et avec les trajectoires actuelles. Le consortium CAA-NLR a mené cette étude sous contrat avec EUROCONTROL.

Cette étude se fonde sur des données de référence recueillies sur une période échantillon représentative de 31 jours, qui rassemblent les informations trafic et radar enregistrées au mois de mai 2001 à l'aéroport d'Orly. Ces données de référence portent sur les éléments suivants : types d'appareils, routes prédéfinies et dispersion de trajectoires (différences entre les trajectoires nominales et les trajectoires effectivement suivies), informations de profil de vol et densités de trafic durant différentes plages horaires du jour et de la nuit. Ces informations englobent implicitement les procédures de vol existantes ainsi que les caractéristiques de contrôle du trafic aérien de l'aéroport d'Orly. Le trafic de mai 2001 a été évalué à la fois sur la base du bruit actuel et sur les options CTA proposées. Cette approche signifie que les facteurs externes aux trajets proposés ont été exclus de l'étude comparée.

Les options CTA considérées dans cette étude comparée diffèrent principalement les unes des autres au regard de l'alignement des trajectoires d'arrivée qui se trouvent nettement en dehors des courbes "standard" dans lesquelles les niveaux d'exposition au bruit excèdent DNL 55. Ce niveau est généralement reconnu comme le niveau le plus faible retenu pour les évaluations du bruit.

Cette considération a conduit à l'établissement d'une base à trois zones distinctes pour cette étude comparée. Ces trois zones sont classées par ordre d'importance acoustique.

- Une **zone interne**, dans laquelle les courbes de l'exposition au bruit "habituel" ont été calculées à l'aide de l'indice de mesure DNL, utilisé pour effectuer la corrélation entre le bruit environnant et les perturbations subies par les populations riveraines. Il n'existait aucune différence perceptible avec les courbes de la situation existante ni les courbes des propositions de routes d'arrivées modifiées. Les différences de routes à l'arrivée se situent très en dehors des courbes DNL et ne les influencent pas.
- Une **zone intermédiaire**, où bruit et perturbations ne sont pas directement associés, mais où le niveau de bruit des appareils peut être évalué avec une exactitude raisonnable. Les "empreintes" d'événements uniques d'arrivées sur l'aéroport ont été établies dans cette zone.
- Enfin, une **zone externe** qui couvre certaines parties des routes proposées les plus éloignées de l'aéroport. Dans ce dernier cas, les appareils volent à haute altitude et les niveaux de bruit ne peuvent être estimés de manière fiable. Bien que les niveaux de bruit soient faibles, même comparés avec les bruits des autres sources locales "quotidiennes", les appareils pourraient survoler certaines zones qui ne sont pas survolées actuellement. Leur seule présence risquant de provoquer le mécontentement des riverains, ces couloirs alternatifs de vol ont été tracés à l'aide de diagrammes de dispersion des signaux radar pour identifier les zones problématiques éventuelles.

Cette étude a dû être réalisée très rapidement pendant cette saison difficile qu'est la saison estivale. Il est évident que les questions soulevées sont complexes, il n'a donc pas été possible, dans le temps imparti, de réaliser une étude exhaustive ni un rapport aussi complet que l'équipe UKCAA/NLR l'aurait souhaité.

# TERMES DE RÉFÉRENCE

## 1. Nature de l'expertise d'EUROCONTROL

### 1.1. Contenu

- Analyse et évaluation de la situation actuelle (constat sur les trafics et les nuisances) au regard des critères retenus (cf. 1.2). Analyse de l'évolution de la situation à dispositif circulation aérienne constant.
- Évaluation de toute proposition de réorganisation de la circulation aérienne en région parisienne, celles demandées par le Comité de pilotage, celles émanant des services de la navigation aérienne et celles élaborées à l'initiative d'EUROCONTROL.

### 1.2. Critères dévaluation

Les évaluations, tant de la situation actuelle que des propositions de réorganisation du dispositif de circulation aérienne, seront menées au regard des critères suivants :

les exigences de sécurité ;

- la réduction de la gêne sonore globale à l'échelle de l'Ile de France avec analyse et cartographie détaillée de l'impact sonore comportant l'étude du nombre de personnes survolées, ou qui seraient survolées, en fonction de l'altitude, et du niveau sonore mesuré -dans toute la mesure du possible- ou calculé -utilisation d'outils de modélisation -.
- les difficultés rencontrées en matière de régularité et de fluidité du trafic (respect des horaires, attentes en vol et au sol, ...) et d'accès aux plates-formes aéroportuaires ;

## 2. Les modalités

La maîtrise d'ouvrage de l'expertise d'EUROCONTROL est assurée par le Comité de pilotage regroupant des élus des huit départements d'Ile-de-France sous l'égide du Préfet de la Région d'Ile de France.

Des réunions seront organisées sur l'initiative du Comité de pilotage ou d'EUROCONTROL, avec des représentants des professionnels du transport aérien et de la navigation aérienne, et des associations de riverains et de leurs experts.

EUROCONTROL rendra compte à chaque réunion du Comité de pilotage de l'état d'avancement des travaux. Il tiendra informé le Comité de pilotage des travaux menés par les sous-traitants qu'il pourrait être amené à solliciter.

EUROCONTROL pourra disposer :

- des dossiers relatifs à la circulation aérienne en région parisienne présentés aux CCE
- de toutes les données utiles au bon déroulement de l'expertise auprès d'ADP et de la DNA, et notamment des résultats de la simulation réalisée en décembre à l'École Nationale de l'Aviation Civile (ENAC) à Toulouse et des études de modélisation de l'impact sonore au sol ;
- de possibilités de simulation locale, notamment à Orly.

**REORGANISATION DE L'ESPACE AERIEN TERMINAL  
DE PARIS**

**RAPPORT  
OPÉRATIONNEL FINAL  
D'EUROCONTROL**

**Présenté au Comité de Pilotage  
Paris  
24 septembre 2001**

## PROJET DE REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS

### SYNTHESE

Avec l'ouverture récente de deux nouvelles pistes, l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (CDG) en compte désormais quatre. Cette extension vise à ménager une capacité suffisante pour répondre à la demande de trafic escomptée.

L'espace aérien situé autour de Paris forme aujourd'hui l'un des principaux goulets d'étranglement en Europe. Afin d'offrir une capacité d'espace aérien compatible avec celle de l'infrastructure aéroportuaire, des modifications doivent être apportées aux routes d'arrivée dans l'espace aérien terminal de la capitale française. Ces modifications sont également nécessaires pour des questions de sécurité et de charge de travail des contrôleurs de la circulation aérienne.

Les aménagements requis auront également une incidence sur les routes d'arrivée sur l'aéroport de Paris-Orly, situé à faible distance de l'aéroport de Paris-CDG. Le repositionnement des routes d'arrivée vers Orly a toutefois suscité de vifs débats. Un Comité de pilotage a été mis en place pour étudier les changements envisagés. Il se compose de représentants élus des huit départements de la Région d'Ile-de-France et est placé sous la supervision du Préfet de la Région.

Ce Comité a demandé à EUROCONTROL de lui fournir une évaluation objective et une étude approfondie de la situation actuelle, ainsi que des diverses propositions de réorganisation du système de circulation aérienne dont il avait été saisi. Il a également chargé EUROCONTROL de lui soumettre d'éventuelles propositions de remplacement (désignées « Alternative EUROCONTROL » dans le présent document).

L'étude d'EUROCONTROL couvre à la fois les aspects opérationnels et environnementaux, mais les nuisances sonores font l'objet d'un volet distinct du projet.

Le présent document propose donc une évaluation d'un point de vue **opérationnel**.

EUROCONTROL a fondé son analyse de la situation actuelle et des différentes propositions formulées sur une série de documents relatifs à l'organisation de l'espace aérien, élaborés en son sein ou par l'OACI. Trois critères d'évaluation ont été retenus :

- La sécurité ;
- Les incidences environnementales ;
- La capacité.

En outre, trois outils ont été utilisés afin que tous les aspects de l'étude soient couverts :

- Simulations en temps réel du contrôle de la circulation aérienne ;
- Simulateurs de vol ;
- Doc. 8168 de l'OACI "Construction des procédures de vol aux instruments".

Il ressort de l'analyse que le système en place engendre d'importants problèmes en termes de retards et de sécurité, et que l'organisation mise en place ne permettra donc pas d'absorber la croissance attendue de la demande de trafic aérien.

Les propositions de modification ont été évaluées en même temps que diverses formules de remplacement, et les recommandations suivantes ont été formulées :

- Adoption du FL110 comme niveau de vol d'arrivée du sud-ouest.
- Adoption de 4000 ft comme altitude d'interception ILS de l'alignement de descente sur Orly.
- Position de l'étape vent arrière à 9 NM de l'axe central de la piste 26 (RWY 26) d'Orly.
- Les départs montent sous les arrivées du sud-ouest.
- Les pratiques opérationnelles devraient être modifiées pour permettre aux aéronefs de rester à des niveaux de vol supérieurs le plus longtemps possible au cours de la phase d'arrivée.

EUROCONTROL a élaboré une proposition qui prend ces différents éléments en considération, tout en respectant les trois critères d'évaluation fixés – sécurité, incidences réduites sur l'environnement et capacité.

**SOMMAIRE**

**SYNTHÈSE**

**CHAPITRE 1**

**ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE**

**CHAPITRE 2**

**SIMULATION ATC DE L'AÉROPORT D'ORLY**

**CHAPITRE 3**

**QUESTIONS RELATIVES A LA CONCEPTION DES  
PROCÉDURES PANS-OPS**

**CHAPITRE 4**

**ÉVALUATION DES SIMULATEURS DE VOL**



## CHAPITRE 1 - ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE

### 1. INTRODUCTION

- 1.1 La demande de trafic aérien dans la zone CEAC devrait doubler à l'horizon 2015, pour atteindre 15,8 millions de mouvements par an. Dans le passé, de nombreux retards et goulets d'étranglement étaient provoqués par ce que l'on est convenu d'appeler l'environnement en route. En général, ces phénomènes n'étaient pas ou peu liés aux courants de trafic à l'arrivée et au départ des aéroports. Cependant, à mesure de l'application progressive des programmes d'amélioration de la structure en route {par ex. Navigation de surface de base (B-RNAV) et Minima réduits de séparation verticale (RVSM)}, le pourcentage des retards dans l'espace aérien supérieur devrait se résorber progressivement ; en revanche, un plus grand pourcentage de retards sera causé par les aéroports et l'espace aérien qui leur est associé. On pense que ce phénomène apparaîtra dès 2005. Il convient donc d'étudier ce problème de manière proactive. Il importe cependant tout autant de tirer le meilleur parti des performances des aéronefs et des systèmes ATC modernes, dans l'optique d'optimiser la structure et l'efficacité de l'espace aérien à proximité d'un aéroport.
- 1.2 Compte tenu des exigences croissantes en matière de sécurité aérienne liées à la hausse de la demande de trafic, les organismes de gestion du trafic aérien sont confrontés à de nouvelles préoccupations. De plus, et plus particulièrement pour Paris, les problèmes rencontrés en termes de ponctualité (souci majeur pour les passagers), ainsi que la nécessité de prendre en compte, dans la gestion des courants de trafic, la capacité potentielle offerte par la mise en service des deux pistes jumelées (soit un potentiel proche de 150 mouvements par heure), ont conduit la "Direction de la Navigation Aérienne" (DNA) française à la conclusion que le système desservant l'aéroport de Paris-CDG n'était plus adapté ou capable de supporter de telles hausses de la demande.

### 2. OBJET DU PRÉSENT RAPPORT

- 2.1 Le présent rapport rend compte d'une analyse objective réalisée par un groupe d'experts internationaux d'EUROCONTROL, afin de déterminer si des problèmes importants existent concernant l'espace aérien de l'aéroport de Paris-CDG. De plus, des propositions de modifications sont examinées, afin de définir l'interaction entre les aéroports de CDG et d'Orly, et d'en évaluer l'incidence sur les opérations de ce dernier.
- 2.2 L'étude a débuté le 16 mai 2001 et a dû se dérouler selon un calendrier de réalisation très court (le rapport final doit être livré au mois de septembre 2001). Aussi la participation d'EUROCONTROL s'est-elle limitée aux aspects essentiels, tels que spécifiés par le Comité de Pilotage.

- 2.3 Comme le savent tous les planificateurs de l'espace aérien, il n'est pas possible de remodeler totalement une zone aussi complexe que la TMA de Paris en 3 à 4 mois. Toutefois, il a été possible d'identifier les paramètres critiques associés à ce projet et de fournir une analyse indépendante de la situation.

### 3. PRINCIPES DE CONCEPTION

- 3.1 Dans le cadre de cette analyse, la principale référence est le document d'EUROCONTROL intitulé :

**'Organisation de l'espace aérien de région terminale - Lignes directrices concernant une méthode opérationnelle'**

Ce document a été rédigé en 1998 par des spécialistes d'EUROCONTROL en étroite coopération avec les experts d'un Groupe de Rédaction international sur la Conception d'Espaces terminaux. Il regroupe des informations et textes d'orientation dispersés dans un grand nombre de publications de l'Organisation de l'Aviation civile internationale (OACI) et développe certains sujets spécifiques, selon les besoins.

Il contient les principes de conception d'espaces terminaux appliqués dans l'ensemble de la zone de la Conférence européenne de l'Aviation civile (CEAC) et ne se limite pas à ceux qu'a adoptés une administration nationale particulière.

- 3.2 Des informations complémentaires relatives à ce projet spécifique ont également été obtenues, dans la mesure du possible, auprès de sources indépendantes de l'Administration française.
- 3.3 L'analyse a été menée par des experts de l'Unité Gestion de l'espace aérien et navigation d'EUROCONTROL, dirigée par A. W. F. Hendriks. Le Chef de Projet est M. Griffin et son équipe est composée de spécialistes de la conception d'espace terminal, des opérations ATC, de la conception de procédures, de la modélisation d'espace aérien, de la navigation de surface et des outils d'aide à l'ATC.
- 3.4 Les sites suivants ont fait l'objet de visites depuis le lancement du projet :

Organisme d'approche de l'aéroport Paris-CDG.  
Organisme d'approche de l'aéroport Paris-Orly.  
CRNA (Nord) - Centre de contrôle régional d'Athis-Mons.  
Aéroport de Paris (ADP) - Département de la Planification.  
Maison de l'Environnement - aéroport d'Orly.

Des réunions d'information se sont déroulées au sein de chaque organisme des services de la circulation aérienne et des observations ont été faites sur les secteurs de contrôle concernés lors de pics de trafic et dans diverses configurations de pistes.

#### 4. PROBLEMES ACTUELS – LES CHANGEMENTS NECESSAIRES

##### 4.1 RETARDS ET CAPACITÉ DES SECTEURS ATC

4.1.1 L'ampleur des retards qui se produisent dans la région terminale de Paris est à l'origine d'une réflexion en faveur de changements. En particulier, l'un des secteurs d'arrivée génère un fort pourcentage de retards. Il s'agit du secteur d'arrivée (codifié 'TP') situé au nord-ouest de Paris et qui traite le trafic en provenance du Royaume-Uni, ainsi que les vols transatlantiques. Ce trafic est régulé par le point **MERUE** (N.B. le trafic transatlantique n'est pas soumis à régulation et vient donc s'ajouter au trafic régulé). Les statistiques de retards suivantes ont été obtenues auprès de l'Organisme central de gestion des courants de trafic aérien (CFMU) d'EUROCONTROL.

- Le retard total généré par MERUE en 2000 était de 9200 heures.
- En 2000, MERUE était au sixième rang des secteurs les plus pénalisants dans la zone CEAC.
- Mois le pire pour les retards dans le secteur : juillet 2000, où MERUE a généré 1204 heures de retard.
- MERUE a généré 45 % de tous les retards du CCR de Paris (mars 2000).

4.1.2 La capacité publiée (CFMU) du secteur TP est de 21 mouvements d'arrivée par heure.

#### 5. ANALYSE DES OPERATIONS ACTUELLES

5.1 Les besoins du trafic sur le réseau en route sont ceux qu'a développés l'équipe Espace aérien et Navigation du Sous-groupe Développement du réseau de routes d'EUROCONTROL, ARN Version 3. Ce réseau de routes complexe, approuvé et adopté par les États membres, est illustré par le Diagramme 1.

5.2 Ce réseau en route permet de déterminer les besoins inhérents aux courants de trafic desservant la TMA de Paris. Celle-ci est empruntée par deux courants de trafic principaux : l'un pour l'aéroport de Paris-CDG ; l'autre pour l'aéroport d'Orly. Il existe également un certain nombre de courants de trafic secondaires. Les courants de trafic les plus importants étant ceux de l'aéroport de Paris-CDG (dont le potentiel de capacité est le plus élevé pour l'avenir - le nombre de mouvements à Orly ayant été limité à 250.000 par an), le cas de CDG a été étudié en premier lieu.

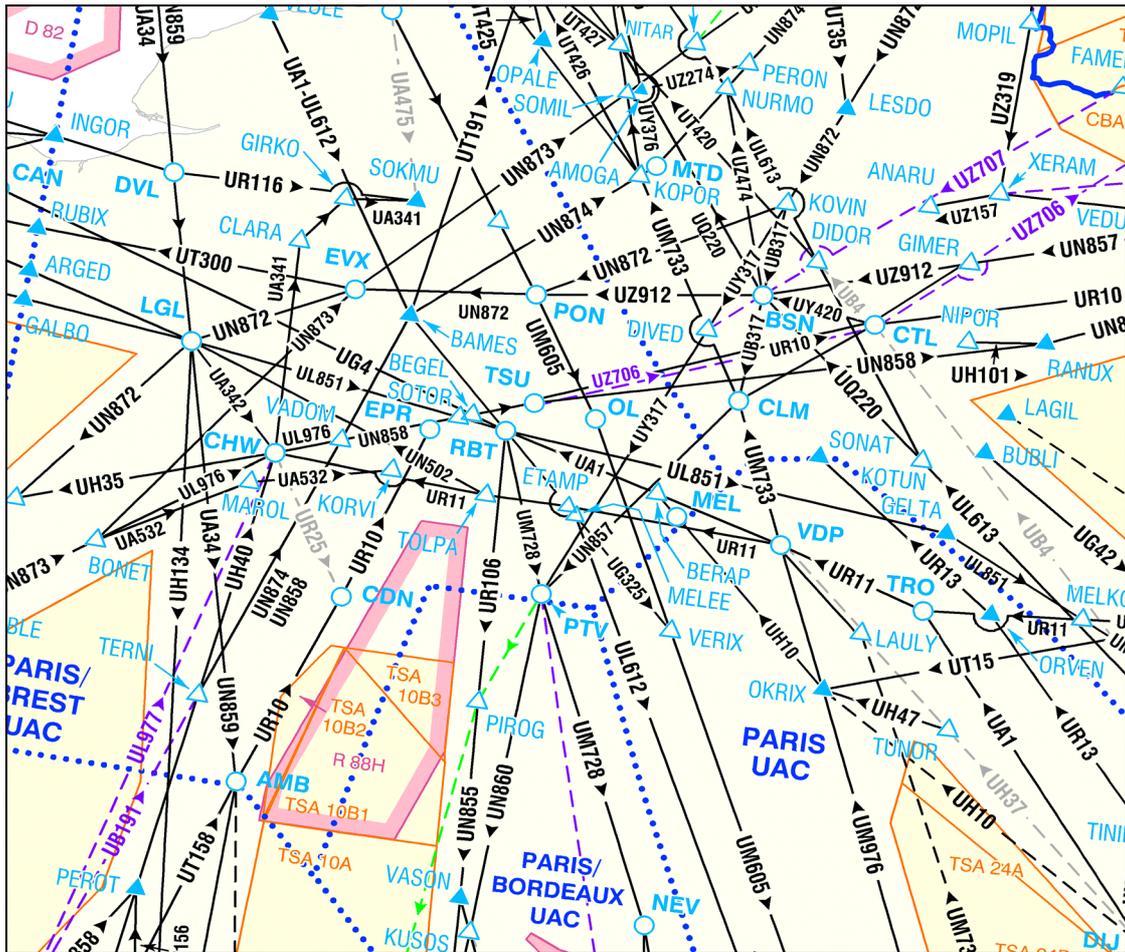


DIAGRAM 1

5.3 ARRIVEES SUR CDG – ORIGINE DES COURANTS DE TRAFIC

5.3.1 L'origine des courants de trafic concernant toutes les arrivées sur CDG le 11 mai 2001 est illustrée par le Diagramme 2.

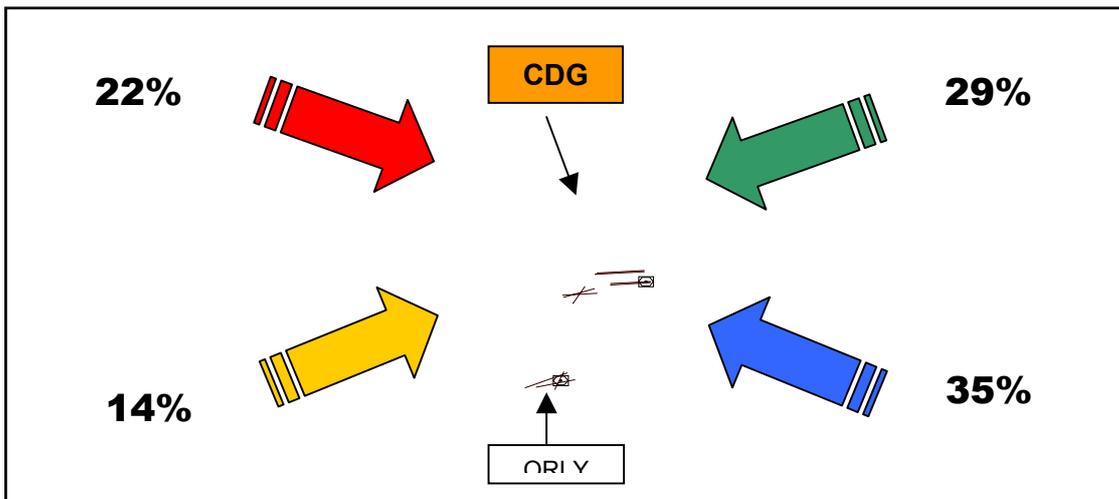
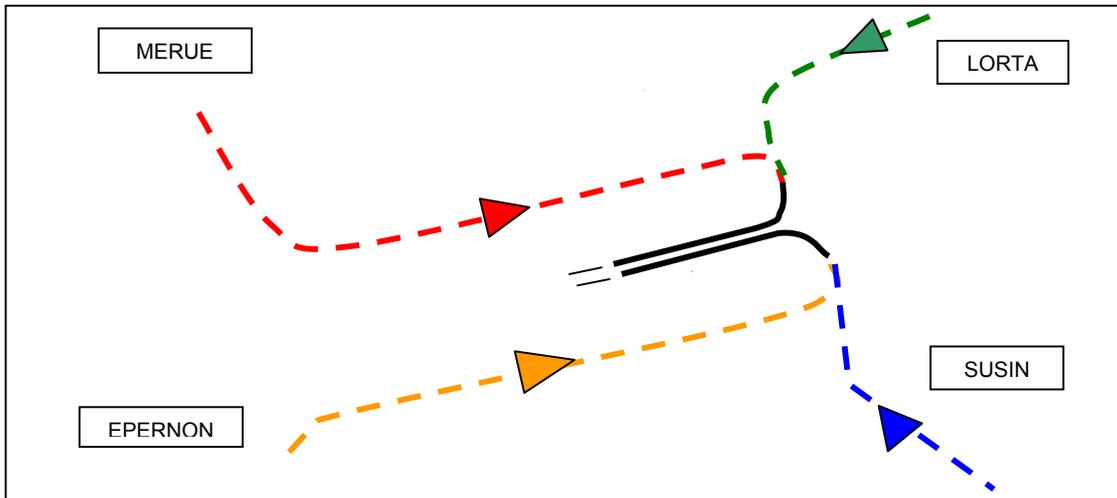


DIAGRAM 2

## 5.4 COURANTS DE TRAFIC OPTIMUM

5.4.1 D'après la demande de trafic et la configuration des pistes de CDG, la configuration d'arrivées illustrée au Diagramme 3 serait la configuration optimale.



**DIAGRAM 3**

5.4.2 Il importe particulièrement de noter que les courants de trafic ne sont que des **TRAJECTOIRES NOMINALES** et que la nécessité, pour les contrôleurs aériens, de réguler le trafic à l'arrivée au moyen de vecteurs radar risque de donner lieu à une large dispersion des trajectoires réelles.

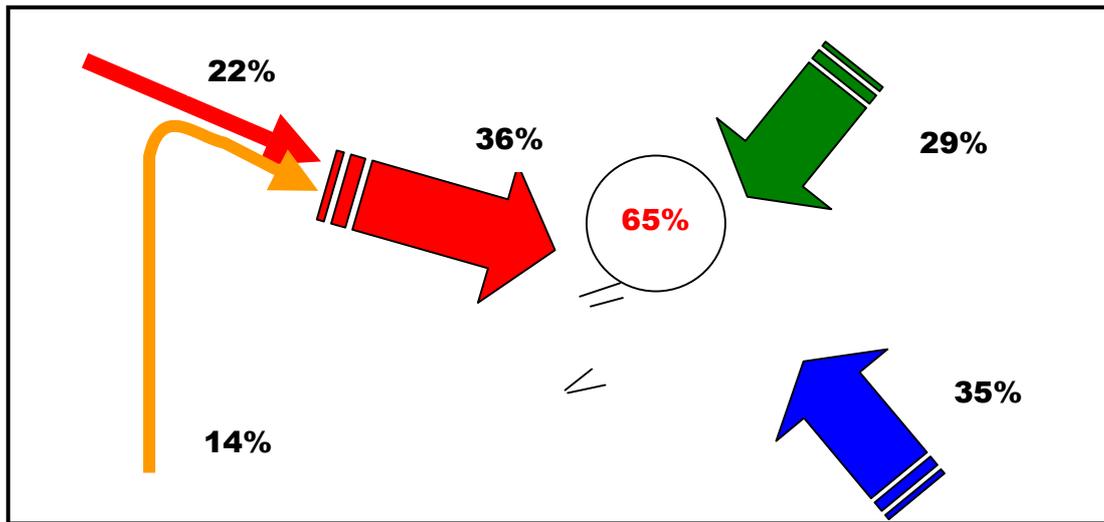
## 5.5 COURANTS DE TRAFIC ACTUELS

5.5.1 Comme le montre le Diagramme 2, environ 14 % du trafic arrivant à CDG provient du sud-ouest. A l'heure actuelle, il n'existe aucun courant d'arrivée établi pour ce trafic. Cette situation provoque un déséquilibre, le trafic en provenance du sud-ouest devant contourner la TMA de Paris par l'ouest et entrer dans le secteur 'TP' qui traite la totalité du trafic arrivant par MERUE. Ce courant de trafic est illustré sur le Diagramme 4.

## 5.6 SECTEUR D'ARRIVÉE "TP"

5.6.1 Le secteur TP est responsable des courants de trafic à l'arrivée sur MERUE. Le trafic en provenance du Royaume-Uni et le trafic transatlantique convergent naturellement sur Paris par ce secteur. N.B. Le trafic transatlantique n'est pas soumis à régulation.

5.6.2 Le trafic en provenance du sud-ouest est pris en charge par le secteur TP, en plus de ce fort courant d'arrivée vers CDG, ce qui engendre trois courants de trafic convergents et, ce qui est important, des conflits frontaux. De plus, un certain nombre de courants non soumis à régulation transitent par ce secteur et viennent se mélanger aux arrivées sur MERUE. La multiplicité des courants d'arrivée en descente vers la même balise, en particulier lorsqu'il s'agit de courants arrivant en sens inverse, est contraire aux principes de bonne organisation de l'espace aérien et engendre des risques en matière de sécurité.



**DIAGRAM 4**

### 5.7 L'APPROCHE DE PARIS-CHARLES DE GAULLE

5.7.1 L'Approche de CDG est divisée à la fois géographiquement et fonctionnellement. Faute de routes d'arrivée du sud-ouest, on note un déséquilibre des courants de trafic ayant pour conséquence une surcharge importante de la zone Nord de guidage radar des arrivées. Il ressort de l'examen d'un échantillon du trafic du 11 mai 2001 que 505 mouvements ont été traités dans la zone Nord, contre 268 mouvements dans la zone Sud. Les courants d'arrivée sont régulés au moyen de l'outil de gestion des arrivées appelé Maestro.

### 5.8 SECTEUR DE DÉPART "TS"

5.8.1 Le secteur 'TS' est chargé d'intégrer les départs d'Orly et CDG vers le sud. Dans l'échantillon du 11 mai 2001, ce secteur a traité 503 mouvements. Il se caractérise par une grande variété de profils de montée en raison de l'implantation des aéroports de CDG et d'Orly, et de la composition du trafic. La capacité du secteur est actuellement de 45 mouvements par heure. Toutefois, la demande future se situe à 75. En conséquence, il importe que ce secteur puisse rester exclusivement réservé aux départs, afin de répondre à la demande de trafic. Un partage supplémentaire des responsabilités sera sans doute nécessaire.

5.9 EFFET DU DÉSÉQUILIBRE DES COURANTS DE TRAFIC

5.9.1 Dans l'échantillon du 11 mai 2001, 108 mouvements en provenance du sud-ouest ont été traités par le secteur 'TP'. Cet acheminement allonge les trajectoires de près de 50 NM et accroît la consommation de carburant de chaque aéronef dans une mesure bien supérieure à celle que l'on peut attendre d'un acheminement 'idéal' tel qu'illustré par le Diagramme 3.

5.9.2 La complexité de la TMA de Paris appelle une structure d'espace efficace pour traiter l'énorme volume de trafic dans cette zone. En conséquence, les courants de départ sont insérés entre les courants d'arrivée, afin de prévenir les conflits, ce qui minimise le nombre de croisements difficiles entre aéronefs en montée et en descente. Toutefois, comme le montre le Diagramme 5, la répartition entre les aéronefs à l'arrivée et les aéronefs au départ se trouve déséquilibrée à l'ouest de Paris, où le trafic à destination de CDG doit croiser le secteur de départ 'TH'. Les arrivées en provenance du sud-ouest sont ainsi maintenues en altitude (FL250) jusqu'à ce qu'elles soient dégagées du trafic au départ de tous les aéroports de la TMA de Paris, pour être ensuite transférées tardivement vers le secteur d'arrivée 'TP'. Les contrôleurs 'TP' ont ensuite la tâche très délicate, dans un espace réduit, de faire descendre le trafic à l'arrivée et de le guider par radar afin de l'intégrer au courant de trafic déjà complexe se dirigeant sur MERUE.

5.9.3 De plus, le trafic en provenance du sud-ouest se retrouve face-à-face avec le reste du trafic du secteur 'TP' (comme le montre le Diagramme 4), ce qui pose un réel problème de sécurité au moment où les contrôleurs doivent fusionner les différents courants de trafic.

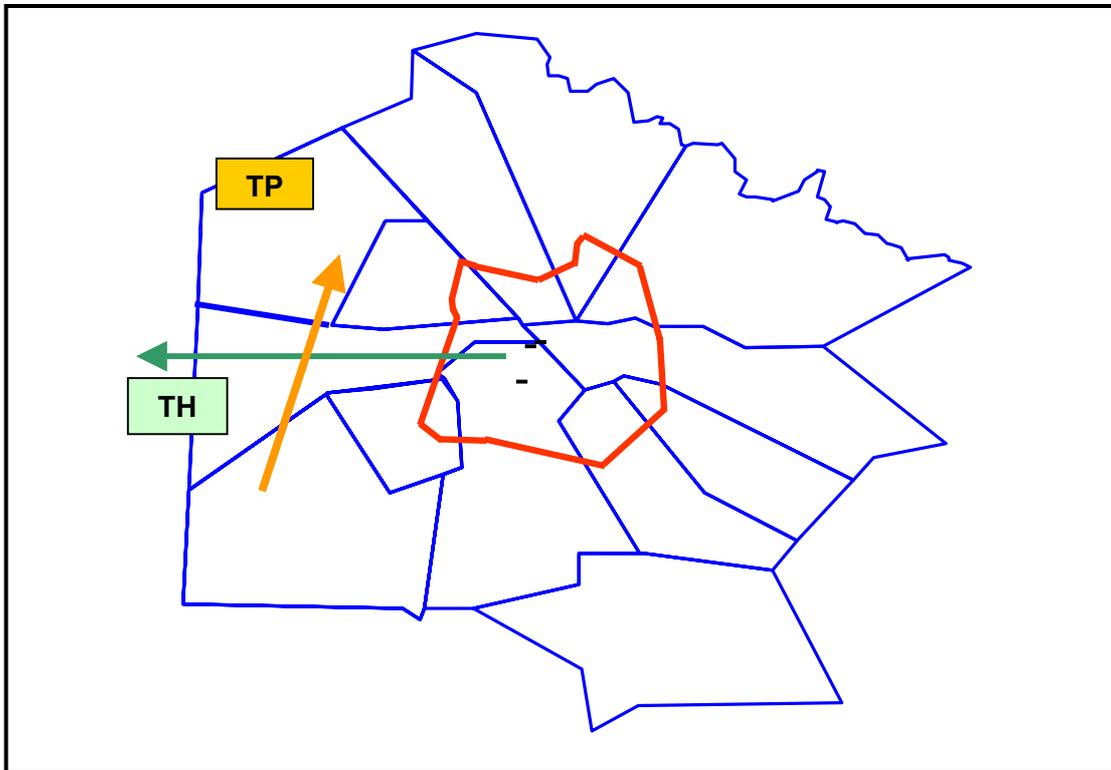


DIAGRAM 5

5.10 L'APPROCHE D'ORLY

5.10.1 Les principaux courants de trafic de l'aéroport d'Orly proviennent du sud-ouest par EPERNON et du sud-est par MELUN. Le trafic venant d'EPERNON est envoyé au nord de l'aéroport d'Orly pour atterrir face à l'ouest. Le trafic en provenance du sud-est par MELUN est envoyé directement vers la base gauche. Cependant, et c'est très important, *il n'existe aucune restriction d'utilisation fondamentale de l'espace au sud de l'aéroport d'Orly en cas de besoin*. Cela conduit l'ATC à acheminer les vols sous guidage radar du nord d'Orly au sud d'Orly dans les situations qui l'imposent, dans l'intérêt d'une plus grande flexibilité.

5.10.2 Le trafic à l'arrivée en provenance du sud-est doit descendre assez tôt en adoptant un profil l'amenant au niveau de vol 60 (FL060) au-dessus de MELUN, ce qui est particulièrement sensible lorsque les atterrissages s'effectuent face à l'est. Dans ce cas, le trafic arrivant des routes de MELUN survole le sud d'Orly, mais au-dessous du FL060 sur environ 50 NM.

5.10.3 Les routes de départ vers le sud sont fondées généralement sur un gradient de montée de 5,5 %. Les aéronefs qui se conforment au gradient minimum évoluent alors à des niveaux relativement bas lorsqu'ils virent vers les trajectoires de départ sud.

5.11 ARRIVÉES SUR ORLY – ORIGINE DES COURANTS DE TRAFIC

5.11.1 L'origine des courants de trafic à destination de l'aéroport d'Orly le 11 mai 2001 est illustrée par le Diagramme 6. On note que la demande de trafic pour Orly provient principalement du sud.

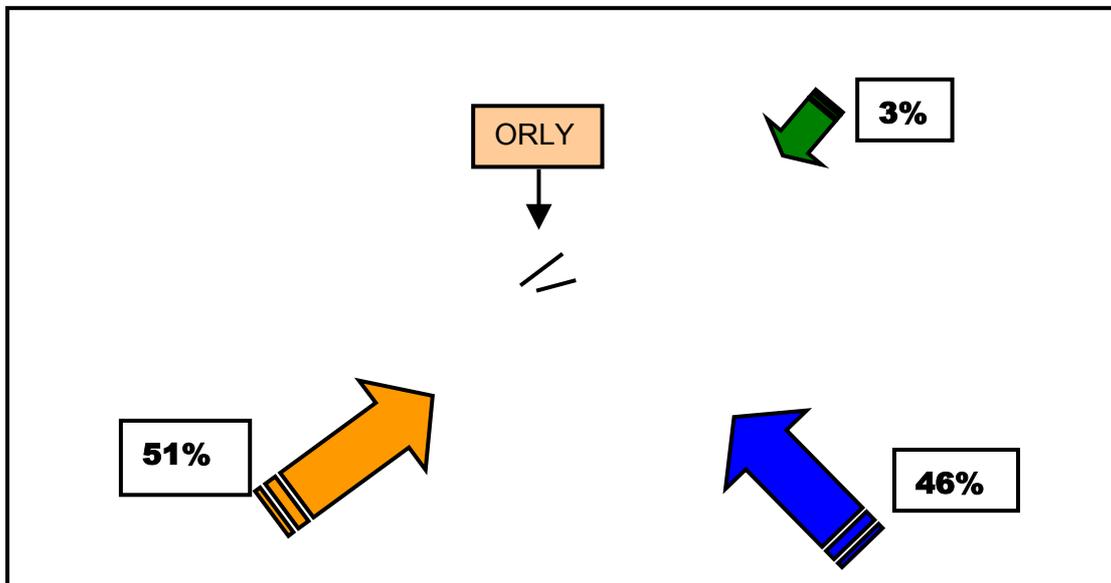


DIAGRAM 6

5.11.2 D'après cette demande de trafic et la configuration de pistes de l'aéroport d'Orly, la configuration d'arrivée illustrée par le Diagramme 7 serait la plus efficace (et offrirait la route la plus courte pour le trafic en provenance du sud-ouest) pour desservir la configuration de pistes face à l'ouest d'Orly.

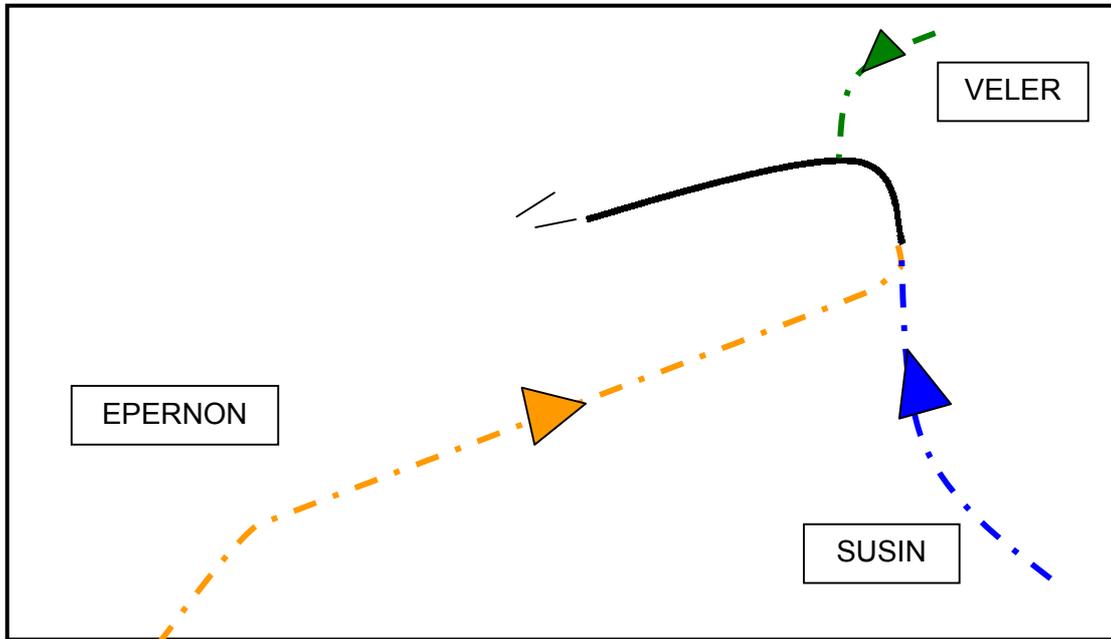


DIAGRAM 7

## 6. CONCLUSIONS CONCERNANT LA SITUATION ACTUELLE

- 6.1 Les opérations de la TMA de Paris comptent parmi les plus complexes en Europe. Par conséquent, une étude menée dans les délais impartis ne saurait être totalement exhaustive. Néanmoins, l'étude qui a été menée sur la situation actuelle met en lumière les principaux points suivants.
- 6.2 Le secteur d'arrivée ('TP') de l'aéroport de Paris-CDG pose un problème de retards important .
- 6.3 Une déficience apparaît dans la conception de l'espace aérien de la TMA de Paris qui ne prévoit pas de point d'entrée pour les arrivées sur CDG en provenance du sud-ouest.
- 6.4 L'absence d'un tel point d'entrée oblige le trafic supplémentaire à transiter par le secteur d'arrivée 'TP', ce qui génère trois courants de trafic dans le secteur, d'où une augmentation des conflits et des effets préjudiciables sur la sécurité. Ce courant de trafic interfère également avec le courant des départs vers l'ouest (secteur 'TH').
- 6.5 Les courants d'arrivée sur CDG sont déséquilibrés, avec une situation de surcharge au nord de l'aéroport.

- 6.6 Le trafic arrivant sur Orly doit descendre très tôt (ce qui est particulièrement sensible lorsque les atterrissages s'effectuent face à l'est).
- 6.7 Alors que le trafic d'arrivée est normalement acheminé du sud-ouest vers le nord d'Orly, il n'existe aucune restriction d'utilisation par l'ATC de l'espace aérien situé au sud d'Orly en cas de besoin. Il s'ensuit que le trafic d'arrivée peut être acheminé sous guidage radar au sud d'Orly.
- 6.8 Les profils de montée des aéronefs partant vers le sud depuis CDG et Orly conduisent à une interaction complexe à l'intérieur du secteur de départ 'TS'. Ce secteur devrait être réservé exclusivement aux départs, à la fois pour des raisons de sécurité et de capacité.
- 6.9 Du fait des exigences de conception des procédures applicables aux aéronefs partant d'Orly vers le sud, il se peut que ces derniers évoluent à des niveaux relativement bas au sud de l'aéroport d'Orly.
- 6.10 Il est particulièrement important de noter que les routes publiées ne sont que des **trajectoires nominales**. La nécessité pour les contrôleurs aériens de mettre les arrivées en séquence avec précision, sous guidage radar, risque de se traduire par une très grande dispersion des trajectoires effectives, particulièrement dans les zones de fusionnement des courants de trafic.

## CHAPITRE 2 – COMPTE RENDU DES SIMULATIONS DE L'ATC SUR L'AÉROPORT D'ORLY

25 - 28 juin 2001

### 1. INTRODUCTION

- 1.1 Le Comité de Pilotage a demandé à EUROCONTROL d'analyser un certain nombre d'options qui ont été proposées en vue d'une réorganisation des courants de trafic associés à l'espace aérien terminal de Paris. Ces propositions concernent la mise en place d'une nouvelle route d'arrivée sur l'aéroport d'Orly.
- 1.2 Pour analyser ces propositions, un certain nombre de moyens ont été utilisés, notamment des simulateurs de vol et des outils de conception de procédures de vol aux instruments. Toutefois, un aspect critique de cette étude est la simulation en temps réel des opérations du contrôle de la circulation aérienne (ATC).
- 1.3 La simulation en temps réel de l'ATC a été effectuée sur les installations de formation ATC de l'aéroport d'Orly, entre les 25 et 28 juin 2001. Cette simulation a porté sur deux secteurs (arrivée et départ), un troisième (régulation des arrivées) étant disponible lorsque la demande de trafic l'exigeait. Du personnel ATC de l'Organisme de contrôle d'approche d'Orly gérait ces secteurs.
- 1.4 Cette simulation visait à recenser les avantages et les inconvénients de chaque option. Son déroulement a été suivi uniquement par les experts d'EUROCONTROL et le personnel d'exploitation directement concerné, afin de garantir l'objectivité totale de l'évaluation et le traitement équitable de chaque option.

### 2. CRITERES D'ANALYSE

- 2.1 L'analyse a été menée selon les critères suivants :
  - **SÉCURITÉ** - en aucune circonstance le niveau de sécurité requis pour les opérations de trafic aérien ne doit être compromis. Au contraire, dans la mesure du possible, ce niveau doit être amélioré. Il convient d'éviter la convergence de courants de trafic multiples, avec des aéronefs en descente et en montée.
  - **ENVIRONNEMENT** - les facteurs environnementaux doivent impérativement être pris en considération et, compte tenu des questions de sécurité et de capacité, les incidences sur l'environnement doivent être réduites au minimum. Cela concerne non seulement les nuisances sonores, mais également les émissions toxiques (consommation de carburant, etc.). L'espace aérien devrait être conçu de manière à permettre l'utilisation de niveaux de vol plus élevés dans l'espace terminal *lorsque cela s'avère possible sur le plan opérationnel*, afin de minimiser

les incidences sur l'environnement et d'offrir des profils de vol plus rationnels.

- **CAPACITÉ** - pendant la phase d'arrivée, la régulation des aéronefs doit être simplifiée au maximum, afin de permettre au contrôleur d'appliquer la meilleure cadence d'atterrissages. Cela suppose la disponibilité d'un espace suffisant pour effectuer cette tâche, ainsi que l'élimination stratégique des conflits entre courants de trafic au départ et à l'arrivée, dans la mesure du possible.

### 3. PROPOSITIONS ANALYSEES

3.1 Trois propositions d'emplacement de la nouvelle route d'arrivée sur l'aéroport de Paris-Orly ont été présentées au Comité de Pilotage. Certaines d'entre elles comportaient des modifications de routes autres que les routes en question. Par conséquent, afin d'axer l'étude sur le sujet principal, c'est-à-dire le positionnement de la route d'arrivée, les autres questions considérées comme non pertinentes n'ont pas été analysées. Les trois scénarios examinés sont décrits ci-dessous :

#### 3.2 DIRECTION DE LA NAVIGATION AÉRIENNE (DNA)

- Il s'agit de la proposition initiale considérée par la DNA, avec le concours d'Aéroports de Paris (ADP).
- Les principales caractéristiques de cette proposition sont une route d'arrivée proche de la région sud de l'aéroport d'Orly (5 NM) au FL100, en descente pour atteindre le FL070 au sud du point OYE et intégrer le courant d'arrivée en provenance de MELUN (MEL) au FL060. L'interception de l'alignement de descente ILS (système d'atterrissage aux instruments) s'effectue à une altitude de 3000 ft.
- Le trafic au départ passe **sous** le trafic d'arrivée.
- La route simulée de la DNA figure sur le *Diagramme 14*.

#### 3.3 ALERTE NUISANCES AÉRIENNES (ANA)

- Cette proposition prévoit une route d'arrivée survolant des zones moins peuplées près d'Étampes et Fontainebleau.
- Les principales caractéristiques de cette proposition sont une route d'arrivée située à 18 NM au sud de l'aéroport d'Orly, suivant l'alignement MOMIN, ÉTAMPES (EM), MELUN (MEL) à partir du FL140. La descente vers le FL090 commence au sud d'Orly et l'interception ILS s'effectue à 4000 ft. Le trafic est ensuite fusionné avec le courant d'arrivée en provenance de MELUN (MEL) au FL060 sur un parcours de base très large.
- Le trafic au départ passe **sous** le trafic d'arrivée. *N.B. Cette proposition prévoit également des routes de départ modifiées dont les aspects ont été analysés au moyen de simulateurs de vol.*

- La route simulée ANA figure sur le *Diagramme 15*.

#### 3.4 COMITÉ DE COORDINATION CONTRE LE COULOIR AÉRIEN (C4A)

- Cette proposition prévoit une route d'arrivée passant à 35 NM au sud de l'aéroport d'Orly, débutant au FL130 et suivant l'alignement CHÂTEAUDUN (CDN), PITHIVIERS (PTV), MELUN (MEL). Le trafic est fusionné sur un double parcours de base, avec des interceptions ILS intervenant respectivement à 5000 ft et 6000 ft.
- Le trafic au départ monte **au-dessus** du trafic à l'arrivée.
- La route simulée C4A figure sur le *Diagramme 16*.

### 4. VARIATIONS DE SCENARIOS

- 4.1 Le Comité de Pilotage a exprimé le souhait que seuls soient simulés les propositions qui avaient été soumises par son intermédiaire ainsi que les scénarios jugés nécessaires par les experts d'EUROCONTROL. Toutefois, à ce stade, les experts d'EUROCONTROL ont décidé qu'il était préférable de ne simuler que les options soumises *avec les modifications éventuelles de niveaux de vol d'exploitation des aéronefs* qui pourraient être requises en raison d'autres facteurs opérationnels influents.
- 4.2 Au cours de la période de simulation, des problèmes sont apparus pour l'intégration des aéronefs en provenance du sud-ouest au niveau FL140 à MOMIN, en raison des exigences opérationnelles du CCR Nord (CRNA). Les experts d'EUROCONTROL ont examiné ce problème et en ont conclu que les arrivées en provenance du sud-ouest ne devraient pas opérer au-delà du FL110. Cette décision se justifie par la nécessité de prévoir des zones d'attente suffisantes et exemptes de conflits, à la fois pour l'Approche d'Orly et ses secteurs d'apport, et pour les secteurs d'apport adjacents pour le nouveau courant de trafic sur CDG.
- 4.3 En raison du nombre considérable de vols arrivant du sud-ouest en période de pointe, il est indispensable d'établir des zones d'attente pour réguler les courants de trafic. Ces zones d'attente devraient être mises en place dans chaque secteur d'arrivée précédant ou incluant l'Approche d'Orly. Pour les opérations futures, dans le cas des arrivées sur Orly et CDG à partir du sud-ouest, les zones d'attente concernées sont MOMIN, CDN et AMB (desservant Orly), ainsi que BALOD, ROMLO et LUMAN (desservant CDG). Ces zones d'attente sont illustrées sur le *Diagramme 17*.
- 4.4 En raison de la petite taille de ces secteurs et de la proximité des zones d'attente, les niveaux qui peuvent être utilisés dans chaque zone d'attente sont limités. C'est notamment le cas des niveaux d'attente à MOMIN. Ce dispositif d'attente est plafonné au FL140 en raison de l'interaction avec les circuits d'attente adjacents de BALOD et CDN. L'attente de MOMIN est réservée à l'usage de l'Approche d'Orly et constitue son unique point de régulation du trafic arrivant du sud-ouest. Pour assurer l'homogénéité du

courant de trafic entre les circuits d'attente lorsque le trafic est dense, l'Approche d'Orly a besoin de trois niveaux de vol d'attente au minimum.

- 4.5 Pour dégager ces niveaux de vol tout en maintenant le plus haut possible le niveau de vol d'entrée pour des raisons environnementales, le FL110 est considéré comme le niveau de vol d'arrivée optimal.
- 4.6 Par conséquent, pour évaluer les options faisables, ces scénarios ont également été simulés avec le FL110 comme niveau de vol d'entrée du sud-ouest, en cas de réacheminement via MOMIN.

### 5. SCENARIOS DE SIMULATION

- 5.1 Douze créneaux de simulation ont été mis à la disposition d'EUROCONTROL. Ils comprenaient des exercices d'une durée de 45 minutes, sur un échantillon de trafic réel d'aéronefs opérant sur l'aéroport d'Orly.

*N.B. Cet échantillon ne tenait pas compte des hausses de trafic prévues, mais se cantonnait aux nombres de mouvements actuellement enregistrés à Orly.*

- 5.2 Seules les nouvelles routes d'arrivée proposées ont été modifiées afin de permettre la comparaison des scénarios et de disposer d'une base standard d'évaluation.

*(Les routes d'arrivée et de départ sont interdépendantes et doivent être considérées dans ce contexte. Cependant, de nombreuses modifications apportées aux procédures de départ influent sur les opérations des aéronefs et non sur les activités ATC, et peuvent donc être analysées au moyen de simulateurs de vol, et non d'installations ATC en temps réel).*

### 6. IDENTIFICATION DES PROPOSITIONS ET DES SCENARIOS

Exercices de simulation **1 & 2**.

Proposition initiale de la DIRECTION DE LA NAVIGATION AÉRIENNE (DNA).

Exercices de simulation **3 & 4**.

Proposition initiale du COMITÉ DE COORDINATION CONTRE LE COULOIR AÉRIEN (C4A).

Analyse de l'application d'un double parcours de base uniquement.

Exercices de simulation **5 & 6**.

Proposition initiale de l'ANA (ALERTE NUISANCES AÉRIENNES).

Exercices de simulation **7 & 8**.

Proposition de l'ANA (ALERTE NUISANCES AÉRIENNES).

Variante EUROCONTROL (niveau de vol d'entrée au FL110).

Exercices de simulation **9 & 10**.

Proposition de la DIRECTION DE LA NAVIGATION AÉRIENNE (DNA).

Variante EUROCONTROL (entrée au FL110 avec interception ILS à 4000 ft).

*Exercices de simulation 11 & 12.*

Proposition initiale du COMITÉ DE COORDINATION CONTRE LE COULOIR AÉRIEN (C4A).

**7. OBSERVATIONS**

*N.B. Tous les exercices ont été menés en présence d'experts opérationnels d'EUROCONTROL ayant l'expérience de la spécification et de la supervision de simulations. Pour tous les exercices, l'échantillon de trafic est resté constant, exception faite des réattributions de niveaux et de trajectoires.*

**7.1 EXERCICES 1 & 2 (DNA – NIVEAU DE VOL D'ENTREE : FL100)**

*(Les trajectoires des aéronefs sont illustrées sur le Diagramme 8)*

**7.1.1 Route d'arrivée du sud-ouest – MOMIN**

Les aéronefs arrivant du sud-ouest évoluent en palier au FL100 depuis leur entrée dans la zone terminale d'Orly au point MOMIN, jusqu'à leur passage au sud de l'aéroport d'Orly. La plupart d'entre eux sont au-dessus du FL090 (considéré comme un niveau critique pour des raisons environnementales dans le cadre de la présente étude) jusqu'à leur passage à 7 NM au sud-est d'Orly. Le guidage radar de ce courant de trafic débute à un stade tardif en vent arrière, où la séparation verticale est utilisée pour intégrer ce trafic avec celui qui arrive du sud-est via MELUN.

En général, la régulation de ce courant de trafic pose peu de problèmes liés aux courants d'arrivée qui convergent à 90 %, ce qui permet de mettre les vols en séquence à proximité de l'approche finale.

**7.1.2 Route d'arrivée du sud-est – MELUN**

Les aéronefs arrivant du sud-est entament leur descente à un stade précoce de la procédure d'arrivée, de manière à être en palier au FL060 avant MELUN. Cette pratique engendre un sérieux impact sonore dans cette zone.

Dans certaines circonstances, la zone de guidage disponible (notamment par rapport à l'espace aérien situé à l'est et utilisé par les arrivées sur CDG) est limitée, ce qui limite la flexibilité offerte aux contrôleurs.

**7.1.3 Routes de départ**

Les départs effectuent leur montée initiale au FL090, puis sont autorisés à poursuivre leur montée par le contrôleur des départs lorsqu'ils sont dégagés du courant de trafic d'arrivée. Dans la plupart des cas, les aéronefs au départ ne sont pas contraints de se mettre en palier au FL090 et peuvent donc suivre un profil de montée continu. Toutefois, un faible pourcentage d'aéronefs sont contraints de se mettre en palier au FL090 pendant une courte période (en particulier sur la route de départ PIROG, pour laquelle la divergence des routes de départ et d'arrivée intervient à une distance plus éloignée de l'aéroport).

Les aéronefs peuvent être transférés vers le secteur de départ TS du CCR à un stade précoce, ce qui réduit le nombre d'aéronefs maintenus sur la fréquence du contrôleur des départs. La charge de travail s'en trouve réduite et le contrôleur du secteur TS dispose d'un délai d'anticipation plus long.

### 7.1.4 Approche finale

L'altitude d'interception ILS de 3000 ft exige que les aéronefs soient établis en approche finale à 12 NM du toucher des roues, ce qui laisse une marge de flexibilité suffisante pour assurer le guidage radar.

### 7.1.5 Zone de guidage radar

La zone de guidage radar est limitée en raison de la proximité des courants d'arrivée à l'est des aéroports de CDG et du Bourget. Toutefois, pendant la majeure partie du temps, une zone de guidage suffisante permet d'établir une séquence efficace des aéronefs.

### 7.1.5 CONCLUSIONS

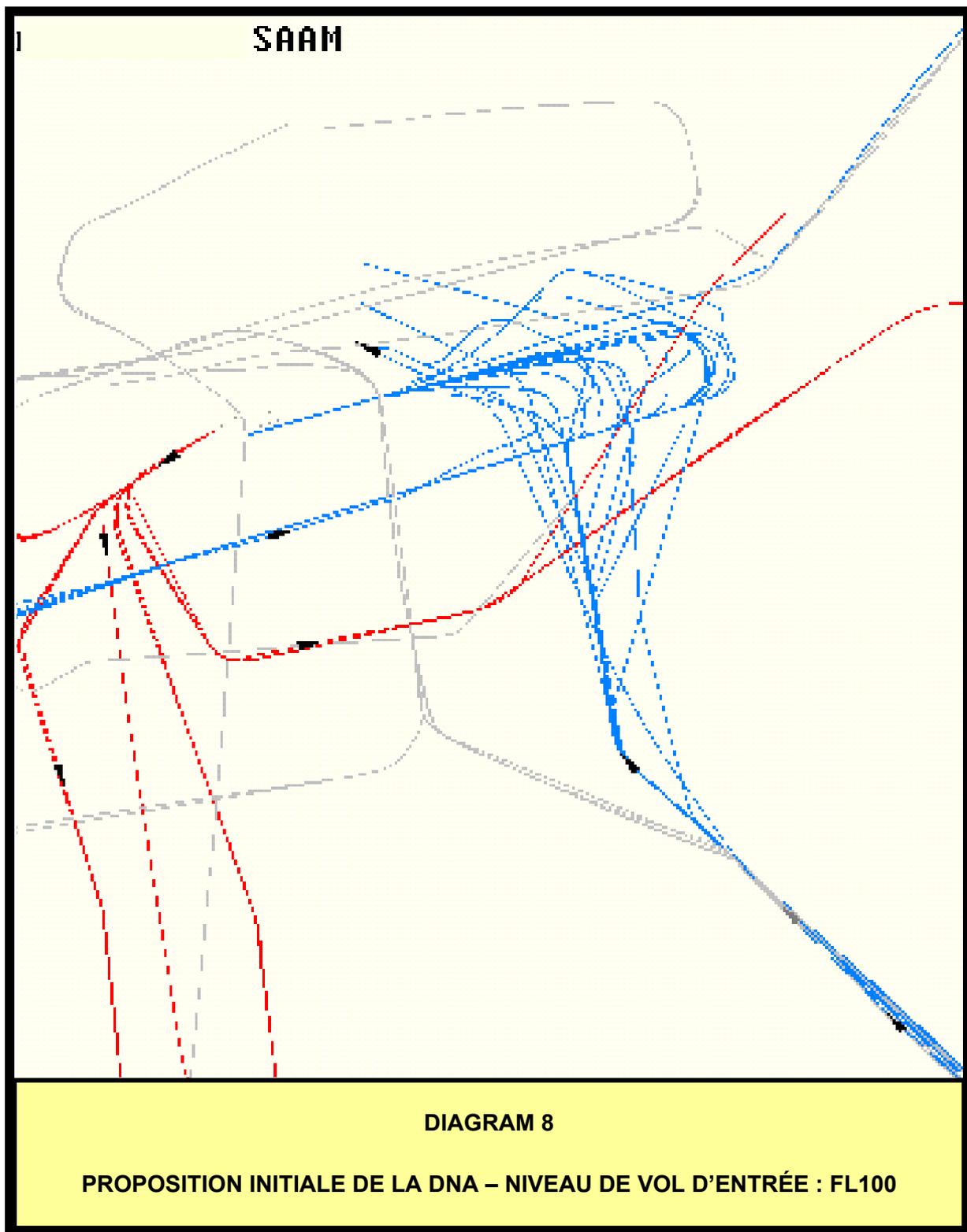
Sur la base des trois critères d'évaluation, cette option appelle les commentaires principaux suivants :

- Sécurité
  - Les courants de trafic convergents sont réduits au minimum possible.
  - Les conflits entre courants de trafic de départ et d'arrivée sont éliminés grâce au positionnement de la route d'arrivée en fonction du courant de départ. Toutefois, la situation pourrait être améliorée si le niveau d'arrivée était porté au FL110.
- Environnement
  - Les niveaux de vol d'arrivée des aéronefs sont bas, particulièrement dans le cas des courants de trafic en provenance du sud-est, ce qui entraîne un impact sonore important.
  - Le niveau d'arrivée est le FL100 pour les vols en provenance du sud-ouest. Cependant, ce niveau, associé au niveau d'interception ILS de 3000 ft, obligera les aéronefs à descendre légèrement avant le profil optimal. Ce point pourrait être amélioré si le niveau d'arrivée commençait au FL110 et si le niveau d'interception ILS était à 4000 ft.
  - Les aéronefs au départ peuvent adopter un profil de montée continu dans la plupart des cas, ce qui réduit l'impact sonore des évolutions à bas niveau.
- Capacité

- Les pratiques opérationnelles et la disponibilité restreinte de l'espace aérien seront légèrement préjudiciables à la capacité de l'approche d'Orly.

### 7.1.6 RECOMMANDATIONS

Cette option devrait être étudiée plus avant, avec un niveau de vol d'arrivée supérieur (FL110) et une interception ILS à 4000 ft. De plus, il conviendrait d'envisager de déplacer légèrement la trajectoire nominale, afin de réduire l'incidence sur l'environnement.



## 7.2 EXERCICES 3 & 4 (C4A - NIVEAU DE VOL D'ENTREE FL130 - EVALUATION D'UN DOUBLE PARCOURS DE BASE)

*(Les trajectoires des aéronefs sont illustrées sur le Diagramme 9)*

7.2.1 Le but de ces exercices particuliers était d'analyser les possibilités d'exploitation d'un double parcours de base uniquement. La portion initiale de la route C4A n'a donc pas été incluse dans la simulation (c'est l'objet des exercices 11 et 12).

### 7.2.2 Route d'arrivée du sud-ouest – MOMIN

Les aéronefs en provenance du sud-ouest sont au FL090 (considéré comme un niveau critique pour des raisons environnementales dans le cadre de la présente étude) jusqu'à leur passage dans la zone de MELUN (nouvelle balise proposée : MELPO), où le trafic est fusionné sur le parcours de base en descente jusqu'à 5000 ft.

Le guidage radar de ce courant de trafic débute généralement à 3 NM avant la balise actuelle de MELUN. Dans la majorité des cas, le trafic est maintenu au-dessus du courant de trafic arrivant du sud-est.

Pour simplifier le courant d'arrivée, les contrôleurs fusionnent le trafic à un stade précoce sur le parcours de base. Les courants sont ainsi fusionnés sur une distance relativement longue, ce qui complique le maintien d'une séquence précise et efficace des approches.

### 7.2.3 Route d'arrivée du sud-est – MELUN

Les aéronefs en provenance du sud-est sont autorisés à descendre à un stade précoce de la procédure d'arrivée et, dans certains cas, se mettent en palier au FL060 à une certaine distance avant MELUN, ce qui engendre un impact sonore important dans cette zone.

Un problème notable que pose l'utilisation d'un double parcours de base tient à ce qu'elle nécessite un espace aérien considérablement plus vaste à l'est de la zone d'approche actuelle d'Orly. Les contrôleurs sont obligés de réguler les courants de trafic par guidage radar sur un parcours de base. Lors de ces exercices, les aéronefs ont été régulièrement guidés hors de la zone de responsabilité d'Orly pour que puisse être appliquée une séparation de sécurité. Une telle pratique aurait des incidences sérieuses sur les courants de trafic à l'arrivée sur les aéroports de CDG et du Bourget.

### 7.2.4 Routes de départ

Lors de ces exercices, les courants de trafic de départ n'étaient pas l'objectif prioritaire des observations. Toutefois, on note que les profils de montée des aéronefs au départ et l'interaction avec le courant d'arrivée ont des incidences importantes sur le secteur de départ TS du CCR.

### 7.2.5 Approche finale

Les altitudes d'interception ILS de 5000 et 6000 ft pour le double parcours de base exigent que les aéronefs soient établis en approche finale à 18 NM et 21 NM respectivement avant le toucher des roues. Cela signifie que le trafic est régulièrement guidé hors de la zone de responsabilité d'Orly ; cette pratique a des incidences sérieuses sur les courants d'arrivée sur les aéroports de CDG et du Bourget. Une profonde réorganisation de l'espace aérien serait nécessaire pour pouvoir adopter les altitudes d'interception ILS de 5000 et 6000 ft.

### 7.2.6 Zone de guidage radar

La zone de guidage radar est sérieusement limitée en raison de la proximité des courants d'arrivée à l'est des aéroports de CDG et du Bourget. Dans une grande proportion des cas, le trafic est guidé hors de la zone de responsabilité d'Orly. Sans une profonde réorganisation de l'espace aérien, cette approche aurait des incidences sensibles sur la sécurité.

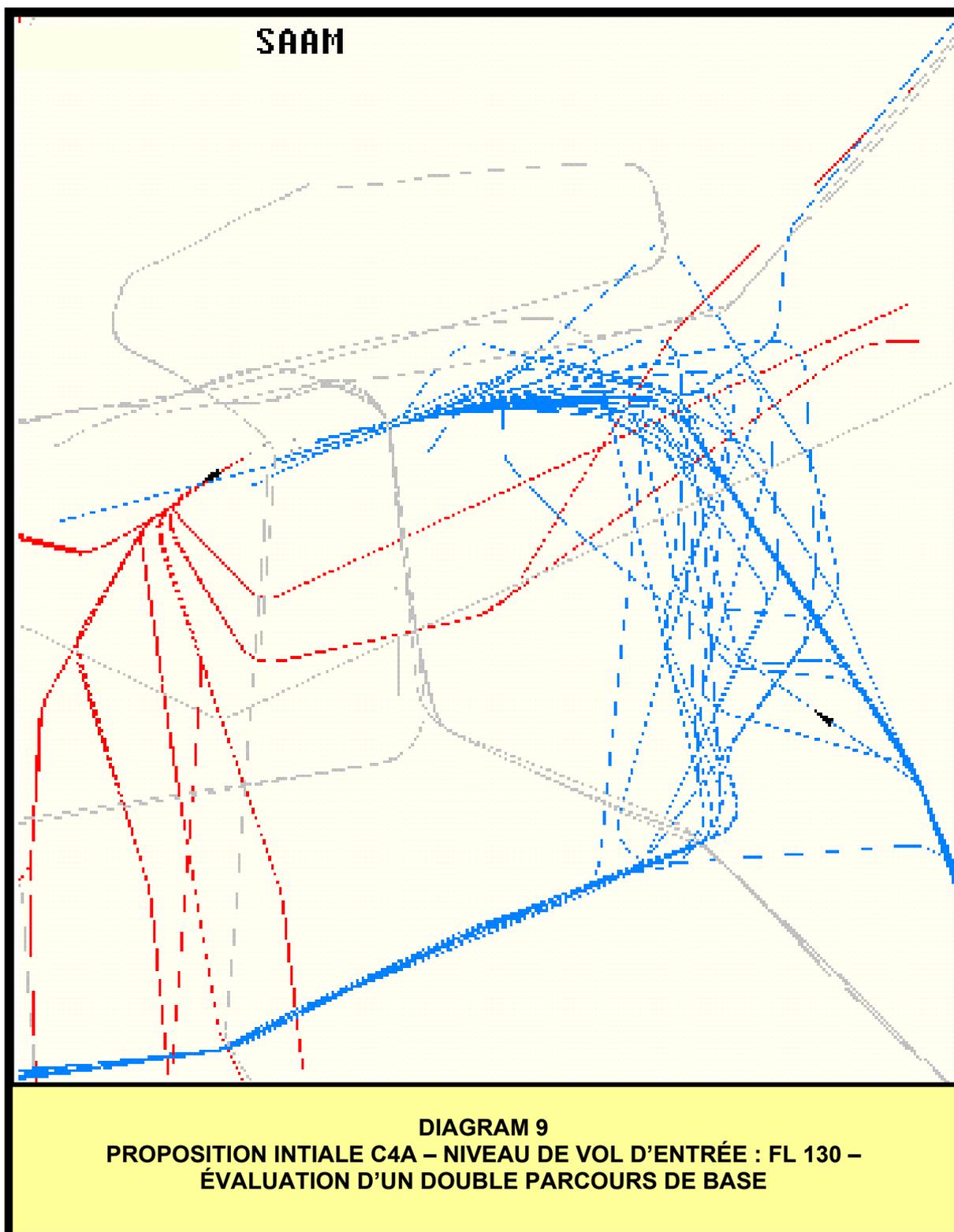
### 7.2.7 CONCLUSIONS

Sur la base des trois critères d'évaluation, cette option appelle les commentaires principaux suivants :

- Sécurité
  - Les courants de trafic convergents sont réduits grâce au double parcours de base.
  - L'espace aérien d'Orly étant restreint à l'est, les aéronefs doivent être régulièrement guidés vers une zone fréquentée par le trafic d'arrivée sur CDG et Le Bourget, ce qui risque de compromettre sérieusement la sécurité si l'espace aérien n'est pas profondément réorganisé.
- Environnement
  - Les niveaux de vol d'arrivée des aéronefs sont bas, en particulier par rapport aux courants de trafic en provenance du sud-est, ce qui entraîne un impact sonore important.
  - Les aéronefs au départ peuvent monter sans restrictions.
- Capacité
  - La nécessité d'intégrer le trafic sur un double parcours de base et la limitation de l'espace aérien disponible grèveront considérablement la capacité de l'Approche d'Orly.

### 7.2.8 RECOMMANDATIONS

Dans le cadre de cette option, seul a été analysé le double parcours de base prévu dans la proposition C4A ; cette option, en soi, n'est pas à considérer comme une option complète.



### 7.3 EXERCICES 5 & 6 (ANA – NIVEAU DE VOL D'ENTRÉE FL140)

*(Les trajectoires des aéronefs sont illustrées sur le Diagramme 10)*

#### 7.3.1 Route d'arrivée du sud-ouest – MOMIN

Les aéronefs en provenance du sud-ouest arrivent via MOMIN au FL140. Comme expliqué précédemment, cette solution n'est pas faisable en raison des exigences des secteurs précédents. Le niveau de vol d'arrivée doit donc être plus bas, au FL110.

Le guidage radar de ce courant de trafic ne peut pas débiter avant que les aéronefs soient dégagés des routes de départ vers le sud, notamment des départs normalisés aux instruments (SID) BENIP. La descente du FL140 au FL090 débute lors du passage au sud de l'aéroport d'Orly.

Le trafic est fusionné avec le courant en provenance du sud-est dans la zone de MELUN. L'intégration de ce trafic est très difficile et certains aéronefs doivent être guidés hors de la zone d'Orly.

#### 7.3.2 Route d'arrivée du sud-est – MELUN

Les aéronefs en provenance du sud-est sont autorisés à descendre à un stade précoce de la procédure d'arrivée et, dans certains cas, se mettent en palier au FL060 à une certaine distance avant MELUN, ce qui engendre un impact sonore important dans cette zone.

Le trafic est fusionné avec le courant en provenance du sud-ouest dans la zone de MELUN, avec guidage avant MELUN. Cette situation de trafic oblige certains aéronefs à attendre au sud-est, d'où des retards (jusqu'à 6 aéronefs en attente durant l'exercice de 45 minutes). La charge de travail imposée au contrôleur pour fusionner ces courants de trafic apparaît excessive et a des répercussions sur la sécurité et la capacité. Après la fusion des courants de trafic, des difficultés apparaissent pour établir une séquence efficace de trafic, le parcours de base requis étant très long.

#### 7.3.3 Routes de départ

Dans le cadre de ce scénario, les départs sont mis en palier au-dessous des courants de trafic d'arrivée (niveau maximum FL130), ce qui oblige certains aéronefs à voler en palier sur une distance pouvant atteindre 18 NM. Plus important, cela oblige également les aéronefs à rester sur la fréquence radio du contrôleur des départs pendant deux fois plus de temps que dans le cas des autres options (8 minutes au lieu de 4), ce qui accroît le nombre d'aéronefs sur la fréquence de départ et alourdit sensiblement la charge de travail du contrôleur. Cela se répercute sur la sécurité et la capacité, et engendre un effet « domino » pour le secteur de départ TS du CCR, qui reçoit les aéronefs à un stade tardif, avec une faible marge d'anticipation.

### 7.3.4 Approche finale

L'altitude d'interception ILS de 4000 ft exige que les aéronefs soient établis en approche finale à environ 15 NM du toucher des roues. Lors de pointes de trafic, les contrôleurs manquent de marge de manœuvre.

### 7.3.5 Zone de guidage radar

La zone de guidage radar associée à cette option est très vaste et, l'espace aérien disponible à l'est étant limité (en raison des arrivées sur CDG et Le Bourget), la marge de manœuvre des contrôleurs se trouve réduite à l'extrême.

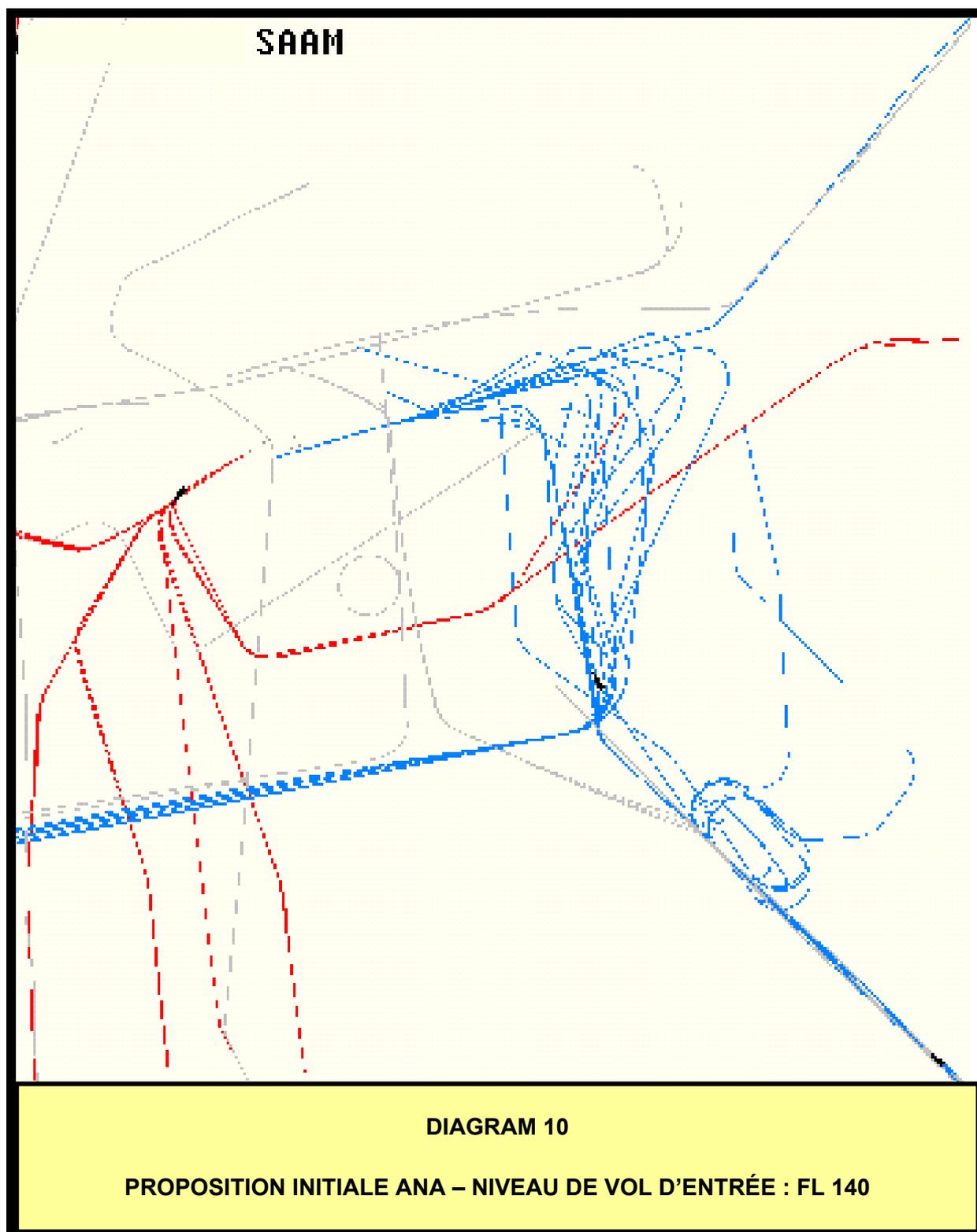
### 7.3.6 CONCLUSIONS

Cette option appelle les commentaires suivants :

- Sécurité
  - Les courants de trafic convergents à MELUN posent des problèmes de sécurité.  
*(N.B. depuis cette simulation, la proposition a été modifiée pour tenter de résoudre ces problèmes. Toutefois, il est considéré que cette modification n'altèrera pas la situation opérationnelle réelle, telle qu'elle a été reproduite au cours de la simulation).*
  - L'espace aérien d'Orly étant limité à l'est, la zone de guidage radar est extrêmement réduite, ce qui risque de compromettre la sécurité si l'espace aérien n'est pas profondément réorganisé.
- Environnement
  - Les niveaux de vol d'arrivée sont bas, notamment par rapport aux courants de trafic en provenance du sud-est, ce qui engendre un impact sonore important.
  - Les aéronefs au départ doivent se maintenir à des niveaux inférieurs aux niveaux possibles d'un point de vue opérationnel.
- Capacité
  - La fusion difficile des courants de trafic aux alentours de MELUN alourdit la charge de travail et réduit en conséquence la capacité.
  - La longueur du parcours de base complique également le maintien d'une séquence précise et efficace des atterrissages.
  - L'obligation pour les aéronefs de rester sur la fréquence de départ pendant une période prolongée alourdit la charge de travail du contrôleur des départs, ce qui réduit la capacité.

### 7.3.7 RECOMMANDATIONS

Cette option introduit un courant d'arrivée en provenance du sud-ouest au FL140, ce qui n'est pas possible en raison des exigences des secteurs d'apport (comme expliqué précédemment). Par conséquent, cette option devrait être réexaminée avec le FL110 comme niveau de vol d'entrée.



### 7.4 EXERCICES 7 & 8 (ANA – NIVEAU DE VOL D'ENTRÉE FL110)

*(Les trajectoires des aéronefs sont illustrées sur le Diagramme 11)*

#### 7.4.1 Route d'arrivée du sud-ouest – MOMIN

Les aéronefs en provenance du sud-ouest arrivent via MOMIN au FL110. Le guidage radar de ce courant de trafic ne peut pas débuter avant le passage des aéronefs à l'est des routes de départ vers le sud, notamment des SID BENIP.

Le trafic est fusionné avec le courant en provenance du sud-est dans la région de MELUN. L'intégration de ce trafic est très difficile et nécessite l'utilisation d'une vaste zone de guidage. Certains aéronefs doivent être guidés hors de la zone d'Orly (même situation que dans les exercices 5 & 6).

#### 7.4.2 Route d'arrivée du sud-est – MELUN

Les aéronefs en provenance du sud-est entament leur descente à un stade précoce de la procédure d'arrivée et, dans certains cas, se mettent en palier à 4000 ft, à 28 NM de l'atterrissage, causant un impact sonore important dans cette zone.

Le trafic est fusionné avec le courant en provenance du sud-ouest dans la zone de MELUN, et le guidage intervient avant MELUN. Cette situation de trafic entraîne également la mise en attente des aéronefs au sud-est. La charge de travail imposée au contrôleur pour fusionner ces courants de trafic apparaît excessive et peut compromettre la sécurité et la capacité. Après le fusionnement des courants de trafic, des difficultés apparaissent pour réguler efficacement la séquence de trafic en raison du très long parcours de base requise.

#### 7.4.3 Routes de départ

Dans le cadre de ce scénario, les départs sont mis en palier au-dessous des courants de trafic d'arrivée (niveau maximum FL100), ce qui oblige certains aéronefs à voler en palier sur une distance pouvant atteindre 20 NM. Plus important, cela oblige également les aéronefs à rester sur la fréquence radio du contrôleur des départs pendant deux fois plus de temps que dans le cas des autres options (8 minutes au lieu de 4), ce qui accroît le nombre d'aéronefs sur la fréquence de départ et alourdit sensiblement la charge de travail du contrôleur. Cela se répercute sur la sécurité et la capacité.

S'exerce également un effet « domino » pour le secteur de départ TS du CCR, qui reçoit les aéronefs à un stade tardif, avec une faible marge d'anticipation (même situation que dans les exercices 5 & 6).

#### 7.4.4 Approche finale

L'altitude d'interception ILS de 4000 ft exige que les aéronefs soient établis en approche finale à environ 15 NM du toucher des roues. Lors de pointes de

trafic, les contrôleurs manquent de marge de manœuvre en raison du faible espace aérien disponible.

### 7.4.5 Zone de guidage radar

La zone de guidage radar associée à cette option est très vaste et l'espace aérien disponible à l'est étant limité, la marge de manœuvre des contrôleurs se trouve extrêmement réduite. Lors de pointes de trafic, les contrôleurs doivent adopter une altitude d'interception ILS de 3000 ft, afin d'offrir suffisamment de flexibilité pour maintenir la capacité d'atterrissage.

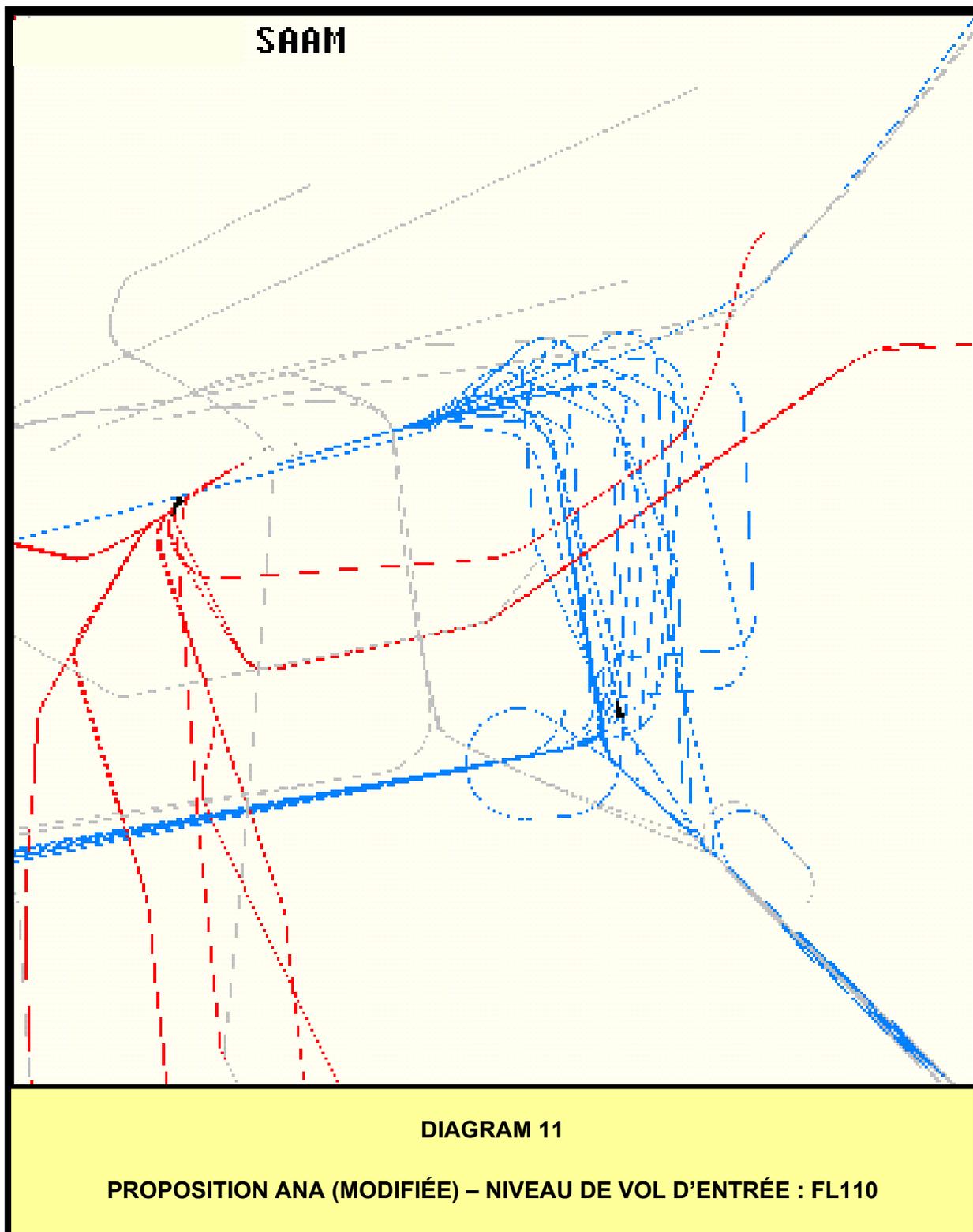
### 7.4.6 CONCLUSIONS

Sur la base des trois critères d'évaluation, cette option appelle les principaux commentaires suivants :

- Sécurité
  - Les courants de trafic convergents à MELUN posent des problèmes de sécurité.  
*(N.B. depuis cette simulation, la proposition a été modifiée pour tenter de résoudre ces problèmes. Toutefois, il est considéré que cette modification n'altèrera pas la situation opérationnelle réelle, telle qu'elle a été reproduite au cours de la simulation).*
  - L'espace aérien restreint d'Orly à l'est réduit à l'extrême la zone de guidage radar, ce qui risque de compromettre la sécurité si l'espace aérien n'est pas profondément réorganisé.
- Environnement
  - Les niveaux de vol d'arrivée sont bas, notamment par rapport aux courants de trafic en provenance du sud-est, d'où un impact sonore important.
  - Les aéronefs au départ doivent se maintenir à des niveaux inférieurs aux niveaux possibles d'un point de vue opérationnel.
- Capacité
  - Le fusionnement difficile des courants de trafic aux alentours de MELUN alourdit la charge de travail et réduit donc la capacité.
  - La longueur du parcours de base complique également le maintien d'une séquence précise.
  - L'obligation pour les aéronefs au départ de rester sur la fréquence de départ pendant une période prolongée alourdit la charge de travail du contrôleur des départs et réduit donc la capacité.

### 7.4.7 RECOMMANDATIONS

Ce scénario introduit un certain nombre d'aspects problématiques, notamment la convergence des courants de trafic à MELUN et l'interaction entre les courants d'arrivée et de départ, obligeant les aéronefs à rester sur la fréquence de départ pendant une période prolongée. Par conséquent, la trajectoire d'arrivée du sud-ouest devrait être reconsidérée. De plus, l'introduction d'une altitude d'interception ILS à 4000 ft semble être acceptable, à condition que l'altitude de 3000 ft puisse être utilisée par les contrôleurs afin de disposer d'une certaine flexibilité lors de pointes de trafic.



7.5 EXERCICES **9 & 10** (DNA – NIVEAU DE VOL D'ENTRÉE FL110)

*(Les trajectoires des aéronefs sont illustrées sur le Diagramme 12)*

7.5.1 Route d'arrivée du sud-ouest – MOMIN

Les aéronefs en provenance du sud-ouest arrivent via MOMIN au FL110 jusqu'à leur passage au sud de l'aéroport d'Orly. Ce niveau, associé à l'altitude d'interception ILS de 4000 ft, oblige les aéronefs à voler à des altitudes sensiblement plus élevées que celles préconisées dans la proposition initiale de la DNA (exercices 1 & 2).

Le guidage radar de ce courant de trafic débute à un stade tardif en vent arrière, mais la séparation verticale supplémentaire permet une intégration plus rationnelle avec le trafic en provenance du sud-est via MELUN.

La régulation de ce courant de trafic est assurée avec peu de problèmes et présente des améliorations notables par rapport à la proposition initiale de la DNA.

7.5.2 Route d'arrivée du sud-est – MELUN

Les aéronefs en provenance du sud-est entament leur descente au FL060 à un stade précoce de la procédure d'arrivée et se mettent en palier au FL060 avant MELUN, causant, comme dans les exercices 1 & 2, un impact sonore accru dans cette zone. Toutefois, le niveau plus élevé adopté pour le courant de trafic en provenance du sud-ouest devrait permettre de maintenir le trafic arrivant du sud-est à des niveaux également plus élevés.

7.5.3 Routes de départ

Les départs effectuent leur montée initiale au FL100, puis sont autorisés à poursuivre leur montée par le contrôleur des départs lorsqu'ils sont dégagés du courant de trafic d'arrivée, ce qui confère un avantage supplémentaire de 1000 ft par rapport à la proposition initiale de la DNA, en particulier si les gradients minimums de montée sont reconsidérés.

Dans la plupart des cas, les aéronefs au départ ne sont pas obligés de se mettre en palier au FL100 et peuvent donc suivre un profil de montée continu. La seule exception concerne la route de départ PIROG, pour laquelle un faible pourcentage d'aéronefs doivent se mettre en palier au FL100. Toutefois, cette contrainte est moindre que dans la proposition initiale de la DNA.

Les aéronefs peuvent également être transférés vers le secteur de départ TS du CCR à un stade précoce, ce qui permet d'obtenir les avantages décrits dans les exercices 1 & 2, c'est-à-dire réduire la charge de travail du contrôleur des départs et allonger le délai d'anticipation du contrôleur du secteur TS.

### 7.5.4 Approche finale

L'altitude d'interception ILS de 4000 ft exige que les aéronefs soient établis en approche finale à environ 15 NM du toucher des roues, ce qui, lors de pointes de trafic, réduit la flexibilité en raison du peu d'espace aérien disponible. Par conséquent, une altitude de 3000 ft a été décidée à titre exceptionnel afin d'offrir une marge de manœuvre suffisante.

### 7.5.5 Zone de guidage radar

La zone de guidage radar associée à cette option est contenue dans les limites de l'espace aérien disponible à l'est (en raison des arrivées sur CDG et Le Bourget). L'adoption de l'altitude d'interception ILS de 3000 ft pour offrir une marge de manœuvre suffisante le permet également.

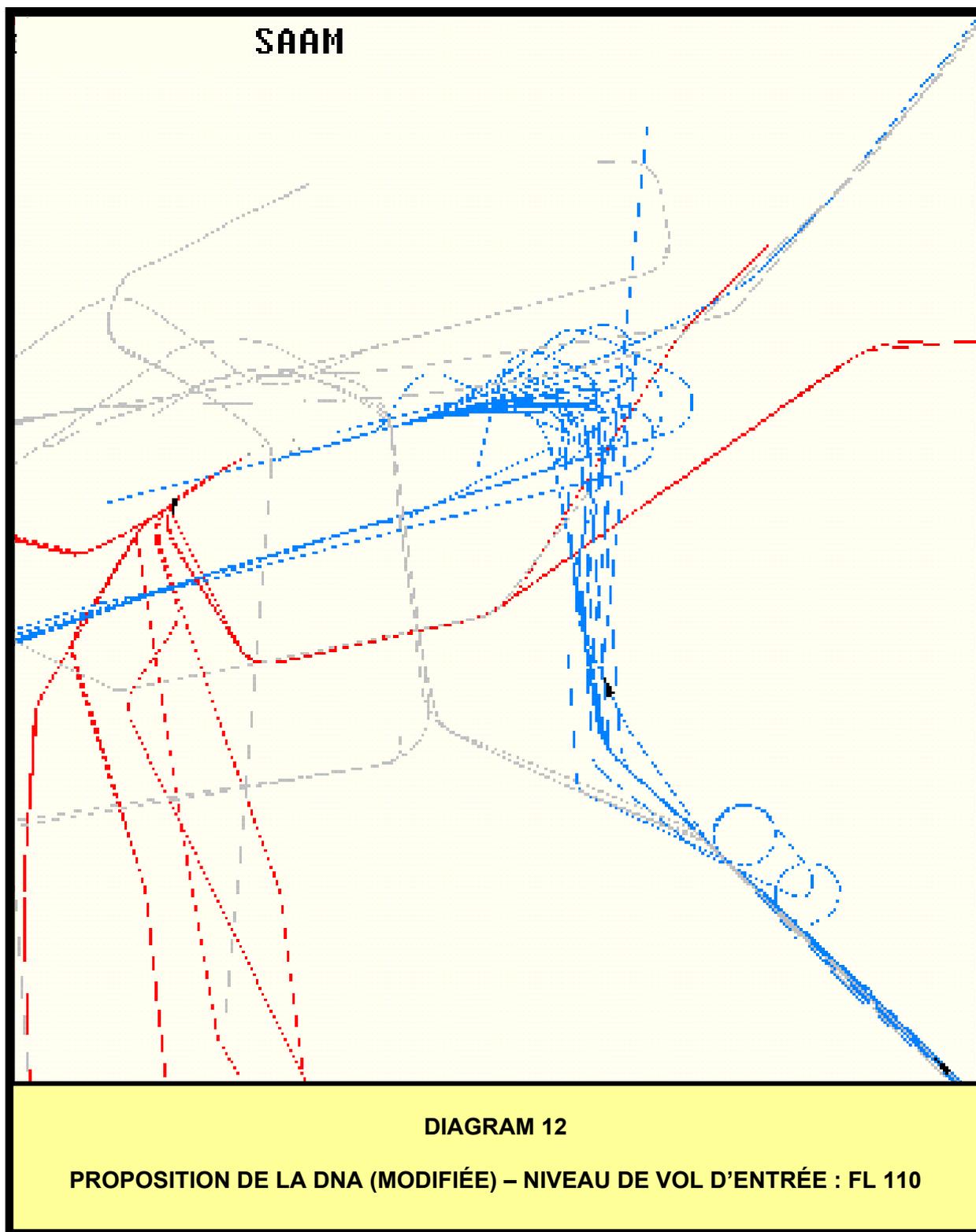
### 7.5.6 CONCLUSIONS

Sur la base des trois critères d'évaluation, cette option appelle les principaux commentaires suivants :

- Sécurité
  - Les courants de trafic convergents sont minimisés autant que possible et, de plus, le supplément de 1000 ft dans le tronçon vent arrière offre un surcroît de flexibilité.
  - Les conflits entre courants de trafic de départ et d'arrivée sont éliminés grâce au positionnement de la route d'arrivée par rapport au courant de départ. L'utilisation du FL110 comme niveau d'arrivée y contribue également.
- Environnement
  - Les niveaux d'arrivée du sud-est peuvent également être rehaussés en conséquence de l'élévation du niveau d'arrivée du sud-ouest.
  - Le niveau d'arrivée du sud-ouest est optimisé au FL110. Cette mesure, associée à l'altitude d'interception ILS de 4000 ft, contraint les aéronefs à voler à une altitude sensiblement supérieure pendant une période prolongée lors de la phase d'arrivée.
  - Les aéronefs au départ montent à un niveau supérieur sans être obligés de se mettre en palier et suivent, dans la majorité des cas, un profil de montée continu, réduisant ainsi l'impact sonore par rapport aux opérations à des niveaux plus bas.
- Capacité
  - L'utilisation du FL110 par le trafic en provenance du sud-ouest et la possibilité d'adopter l'altitude d'interception ILS de 4000 ft (et 3000 ft exceptionnellement), offrent aux contrôleurs un surcroît de flexibilité, d'où une optimisation de la capacité.

### 7.5.7 RECOMMANDATIONS

Cette option évalue un courant de trafic arrivant du sud-ouest au FL110. Ce scénario semble fournir une solution opérationnelle optimisée, conférant suffisamment de flexibilité et de capacité, et améliorant les niveaux d'exploitation des aéronefs. De plus, l'introduction de l'altitude d'interception ILS de 4000 ft semble être acceptable, sachant qu'une altitude de 3000 ft peut être utilisée par les contrôleurs pour disposer d'une marge de manœuvre plus grande en cas de pointes de trafic.



7.6 EXERCICES **11 & 12** (C4A – NIVEAU DE VOL D'ENTRÉE FL130)

*(Les trajectoires des aéronefs sont illustrées sur le Diagramme 13)*

7.6.1 Route d'arrivée du sud-ouest – CDN

Les aéronefs en provenance du sud-ouest transitent via le VOR/DME CDR au FL130 vers le VOR/DME PTV, ce qui achemine les aéronefs à 35 NM au sud de l'aéroport d'Orly, qui arrivent au FL090 à 33 NM au sud-est d'Orly. Le niveau d'arrivée FL130 n'est pas considéré comme possible (comme expliqué précédemment) et devrait donc être modifié au profit du FL110, ce qui obligerait les aéronefs à opérer au FL110, ou au-dessous, sur une distance pouvant atteindre 90 NM avant l'atterrissage. Le guidage radar de ce courant de trafic débute sur un double parcours de base (en l'occurrence le parcours vers l'ouest) jusqu'à une altitude d'interception ILS de 5000 ft. En général, cela ne présente pas de problème pour les contrôleurs. Toutefois, cette trajectoire oblige les aéronefs à être acheminés hors de la zone d'opération d'Orly et nécessiterait donc une profonde réorganisation de l'espace aérien vers le sud (dans la région d'Orléans). Plus importante est l'allongement de la distance parcourue associé à cette route d'arrivée. Les aéronefs doivent, en moyenne, voler 5 minutes de plus que dans le cas des autres options simulées (soit 25 NM de plus parcourus par aéronef), ce qui nuit sérieusement à l'exploitation des aéronefs en termes d'environnement et d'économie.

7.6.2 Route d'arrivée du sud-est – MELUN

Les aéronefs en provenance du sud-est doivent rallier un double parcours de base (en l'occurrence le parcours vers l'est) à une altitude d'interception ILS de 6000 ft. Dans le cadre des opérations générales des contrôleurs, cela ne pose pas un problème majeur, mais nécessite un guidage radar considérable pour mettre les aéronefs en séquence à l'arrivée. Les aéronefs sont guidés dans l'espace aérien à l'est de celui que contrôle l'Approche d'Orly et dans une zone où opère le trafic à l'arrivée sur CDG et Le Bourget. Sans une profonde réorganisation de l'espace aérien à l'est, cette option n'est ni faisable, ni sûre.

7.6.3 Routes de départ

Dans le cadre de ce scénario, les aéronefs au départ montent au-dessus du courant de trafic d'arrivée, ce qui oblige les contrôleurs à se concentrer sur le taux de montée des aéronefs au départ, et alourdit par conséquent leur charge de travail. Toutefois, ce scénario permet aux aéronefs de monter en continu, à l'exception d'un petit nombre d'aéronefs contraints de restreindre leur montée au FL120, le contrôleur concerné n'étant pas certain que le niveau requis puisse être atteint avant l'intersection du courant de trafic d'arrivée. N.B. Si le niveau d'arrivée est maintenu au FL110, la montée de départ au-dessus du courant de trafic d'arrivée sera plus facile.

### 7.6.4 Approche finale

Les altitudes d'interception ILS de 5000 et 6000 ft respectivement exigent que les aéronefs soient établis en approche finale à une distance du toucher des roues pouvant atteindre 21 NM. Cela réduit considérablement la marge de manœuvre des contrôleurs, du fait que l'espace aérien disponible est limité et que les aéronefs doivent être établis en approche finale hors de l'espace aérien d'Orly, dans une zone fortement fréquentée par le trafic d'arrivée sur CDG et Le Bourget.

### 7.6.5 Zone de guidage radar

La zone de guidage radar associée à cette option est extrêmement vaste et exigerait une profonde réorganisation de l'espace aérien, ce qui n'est guère possible sans une forte incidence sur les opérations voisines.

### 7.6.6 CONCLUSIONS

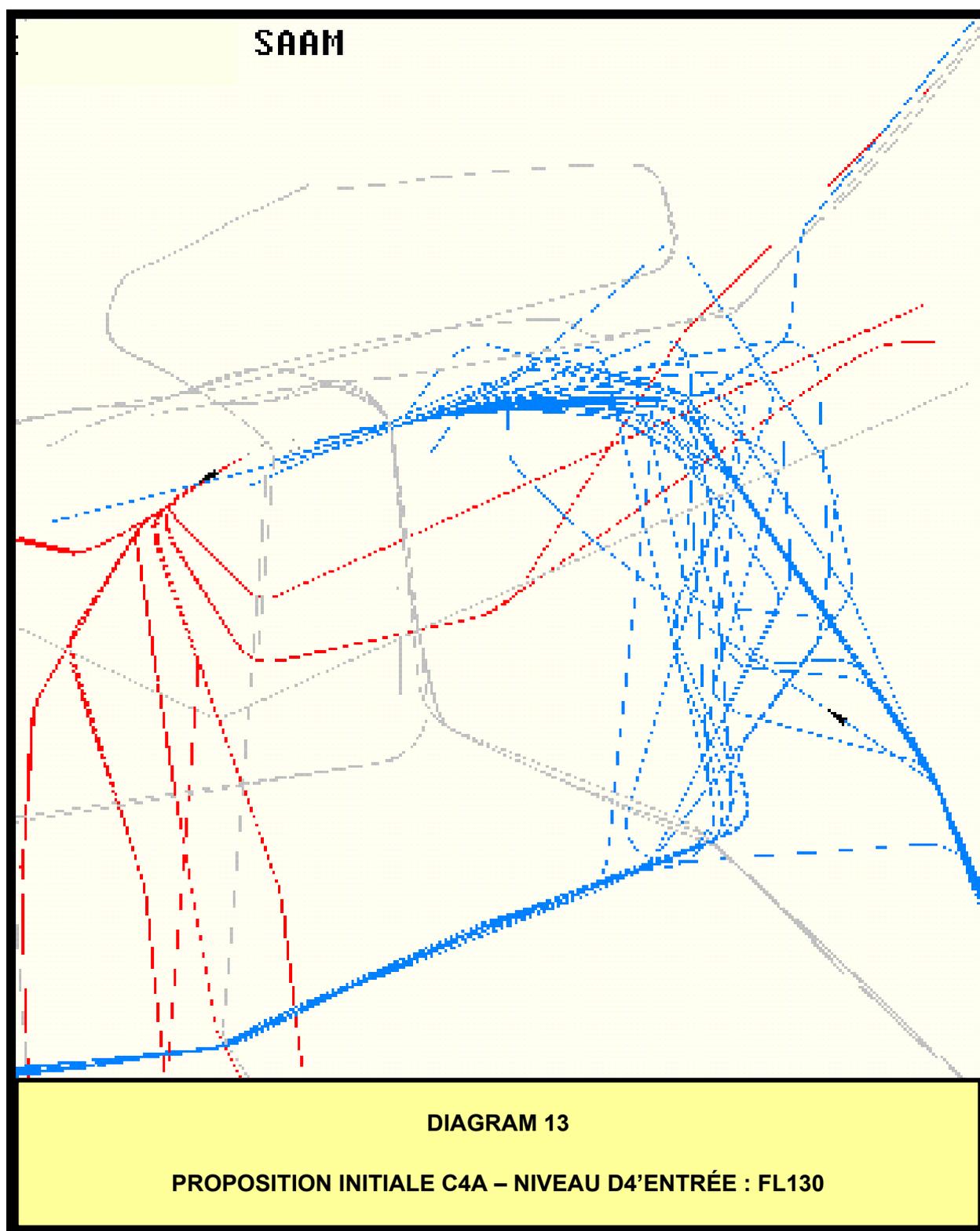
Cette option appelle les principaux commentaires suivants :

- Sécurité
  - Les courants de trafic convergents sont minimisés grâce au double parcours de base.
  - L'espace aérien restreint d'Orly à l'est oblige régulièrement les aéronefs à être guidés vers une zone fréquentée par le trafic d'arrivée sur CDG et Le Bourget, ce qui risque de compromettre sérieusement la sécurité si l'espace aérien n'est pas profondément réorganisé.
  - Les conflits entre courants de trafic de départ et d'arrivée sont généralement éliminés grâce au positionnement de la route d'arrivée par rapport au courant de trafic de départ. L'utilisation du FL110 comme niveau d'arrivée y contribue également.
- Environnement
  - Le niveau d'arrivée du sud-ouest ne doit pas être supérieur au FL110, ce qui obligera les aéronefs à voler à un niveau inférieur ou égal au FL110 sur une distance pouvant atteindre 90 NM avant l'atterrissage.
  - Un temps de vol supplémentaire de 5 minutes (25 NM) s'applique à toutes les arrivées du sud-ouest, augmentant d'autant la consommation de carburant et les émissions polluantes.
  - Les aéronefs au départ peuvent monter sans restrictions.
- Capacité
  - Les trajectoires ne nuisent pas à la capacité, à proprement parler, mais retardent la cadence des arrivées en raison de l'allongement de la distance à parcourir (sans compter le fait que l'espace aérien requis n'est

pas disponible). Étant donné le déficit d'espace aérien disponible pour les opérations d'Orly, les incidences sur la capacité seraient évidentes si les niveaux de sécurité devaient rester inchangés.

### 7.6.7 RECOMMANDATIONS

Cette option évalue un courant de trafic en provenance du sud-ouest au FL130. Cependant, cette option n'est pas possible en raison des impératifs des secteurs d'apport et exigerait l'adoption du FL110. L'allongement de la distance à parcourir associé à cette option et l'ampleur de l'espace aérien nécessaire pour assurer la sécurité des opérations rendent cette option non viable.



## 8. CONCLUSIONS GÉNÉRALES CONCERNANT LES SIMULATIONS

8.1 Les observations faites lors des simulations et les entretiens avec les contrôleurs permettent de tirer les conclusions suivantes :

- **Le niveau de vol d'arrivée du sud-ouest devrait être le FL110.**

Justification – niveau opérationnel maximum pouvant être pris en charge par le CCR d'Athis Mons.

Avantage – niveaux opérationnels supérieurs pour le trafic d'arrivée, dans l'intérêt de l'environnement.

- **L'altitude d'interception ILS devrait être de 4000 ft.**

Justification – meilleur profil de descente pour les aéronefs à l'arrivée.

Avantage – niveaux opérationnels supérieurs pour le trafic d'arrivée, dans l'intérêt de l'environnement.

- **Les aéronefs au départ devraient monter sous le courant de trafic d'arrivée en provenance du sud-ouest.**

Justification – l'espace aérien disponible n'est pas suffisant pour que la trajectoire d'arrivée puisse être positionnée assez loin au sud de manière à permettre aux départs de monter au-dessus des courants d'arrivée.

Avantage – pratique acceptée par l'ATC d'un point de vue opérationnel et allégeant la charge de travail des contrôleurs.

- **Le trafic devrait être fusionné à proximité de l'approche finale, afin d'éviter un long parcours de base régulé.**

Justification – la régulation permettant aux contrôleurs d'optimiser la séparation est difficile si un long parcours de base régulé est utilisé. Cela éviterait également les conflits frontaux entre courants de trafic.

Avantage – Capacité accrue et réduction de l'espace aérien requis.

- **Le trafic d'arrivée en provenance du sud-ouest devrait être acheminé à 9 NM au sud d'Orly pour un tronçon vent arrière.**

Justification – nécessité d'éliminer les conflits entre le courant d'arrivée au FL110 et les départs.

Avantage – profil de montée continu possible pour la plupart des départs et absence d'interaction entre courants de trafic pour les contrôleurs. De plus, la distance parcourue par les aéronefs à l'arrivée est plus courte.

**9. PRINCIPES DE CONCEPTION DE L'ESPACE AERIEN ACCEPTES OU REJETES A PARTIR DE CHAQUE OPTION**

9.1 OPTION INITIALE DE LA DNA EN FAVEUR DU FL100

Acceptés

- Nécessité de positionner le parcours vent arrière à proximité du sud de l'aéroport d'Orly.
- Les départs montent sous les arrivées.

Rejetés

- Adoption du FL100 comme niveau de vol d'arrivée du sud-ouest.
- Adoption de l'altitude d'interception ILS de 3000 ft pour les opérations normales.

9.2 OPTION INITIALE ANA EN FAVEUR DU FL140

Acceptés

- Possibilité pour le niveau de vol d'arrivée du sud-ouest d'être supérieur au FL090 actuellement utilisé.
- Tolérance accrue pour la position du parcours vent arrière, par rapport à celle envisagée dans la proposition de la DNA.
- Adoption de l'altitude d'interception ILS de 4000 ft pour les opérations normales.

Rejetés

- Niveau d'arrivée du sud-ouest au FL140 (*N.B. depuis, il a été convenu d'adopter le FL110*).
- Parcours vent arrière situé au milieu des profils de montée des départs.

9.3 OPTION C4A EN FAVEUR DU FL130

Acceptés

- Possibilité pour le niveau de vol d'arrivée du sud-ouest d'être supérieur au FL090 actuellement utilisé.
- Tolérance accrue pour la position du parcours vent arrière, par rapport à celle envisagée dans la proposition de la DNA.

- Altitude d'interception ILS supérieure à celle qui est actuellement utilisée.

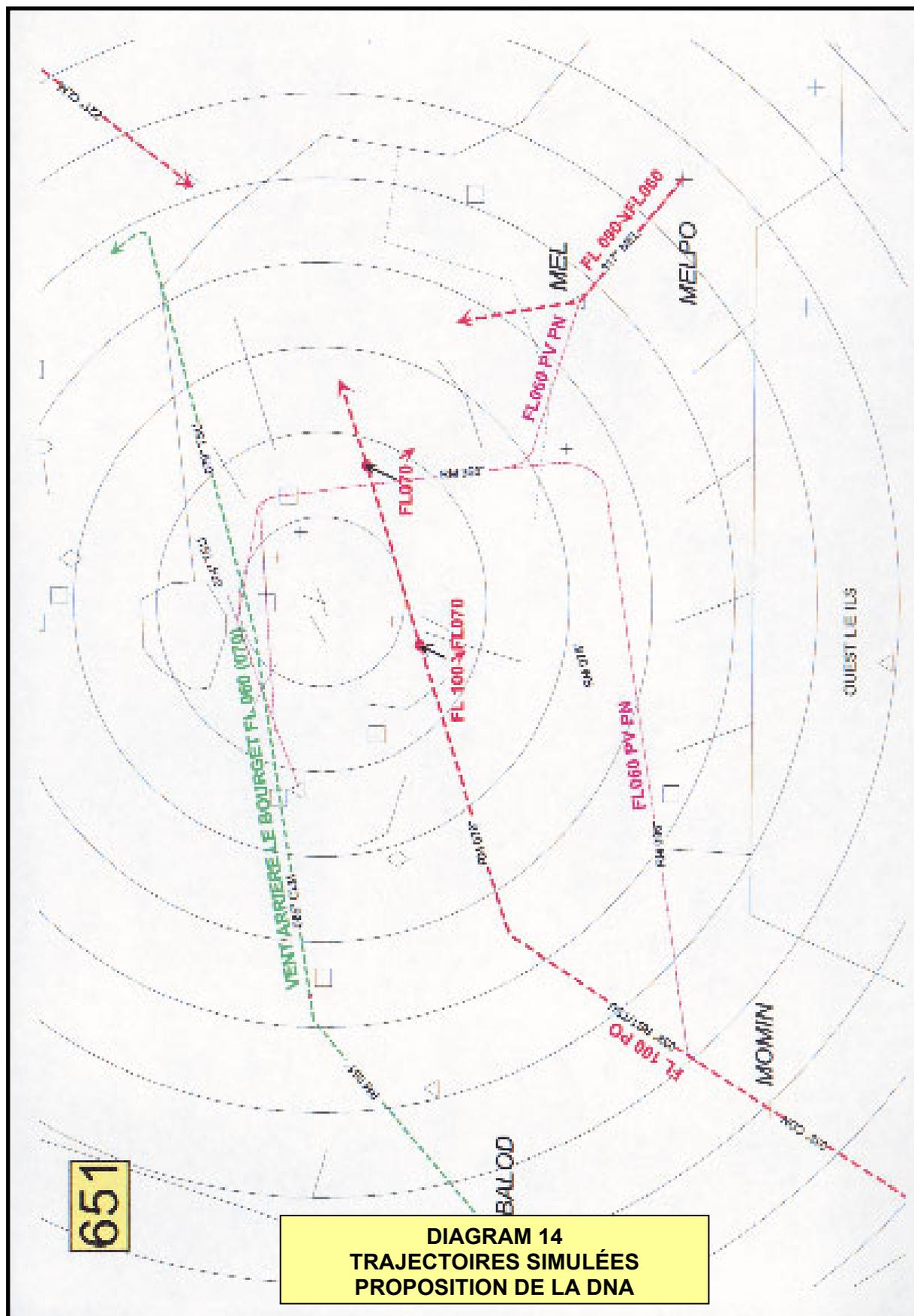
### Rejetés

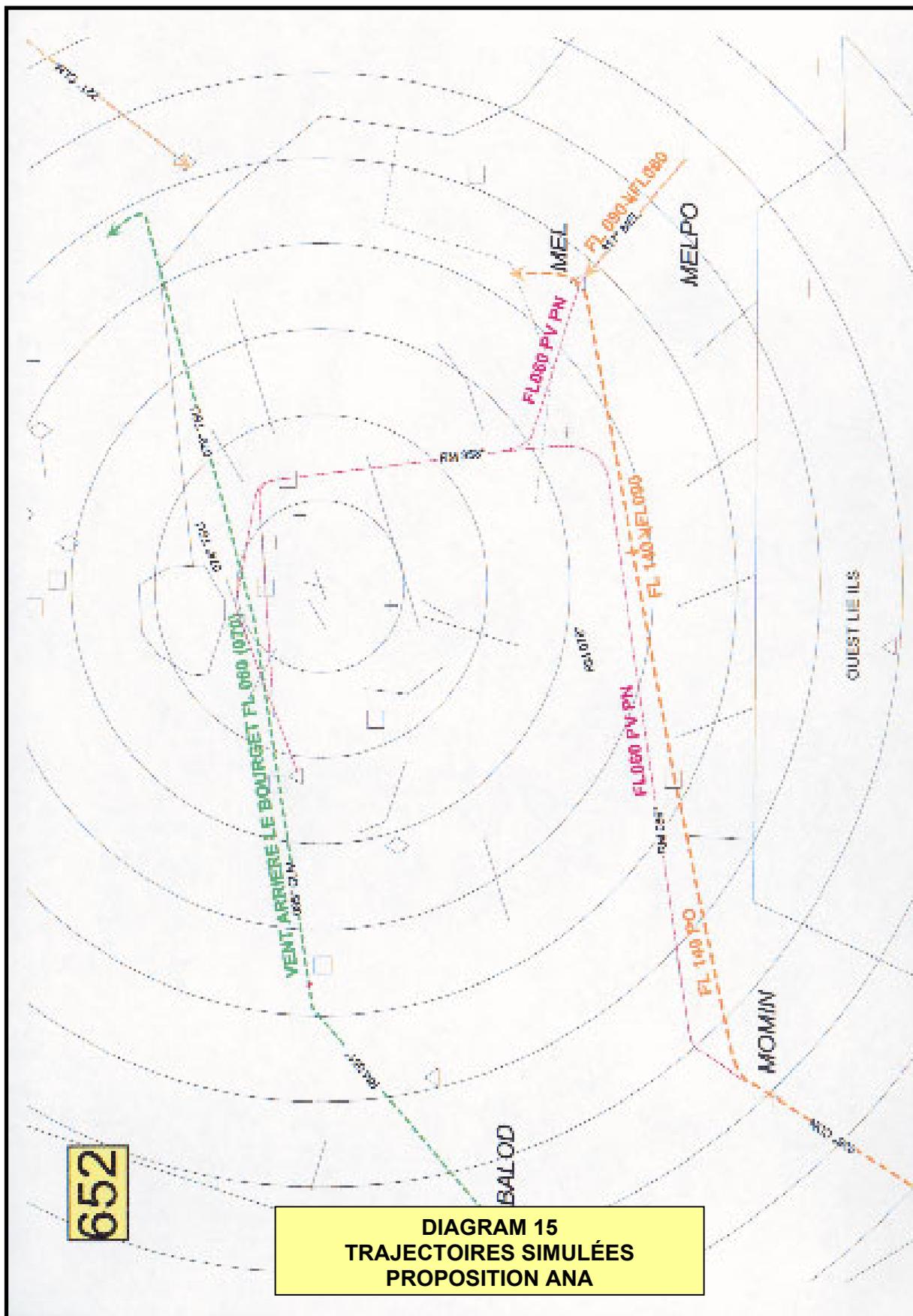
- Niveau de vol d'arrivée du sud-ouest au FL130.
- Parcours vent arrière situé dans une zone hors de l'espace aérien de l'Approche d'Orly.
- Double parcours de base dans une zone située hors de l'espace aérien de l'Approche d'Orly.
- Les départs montent au-dessus des arrivées.

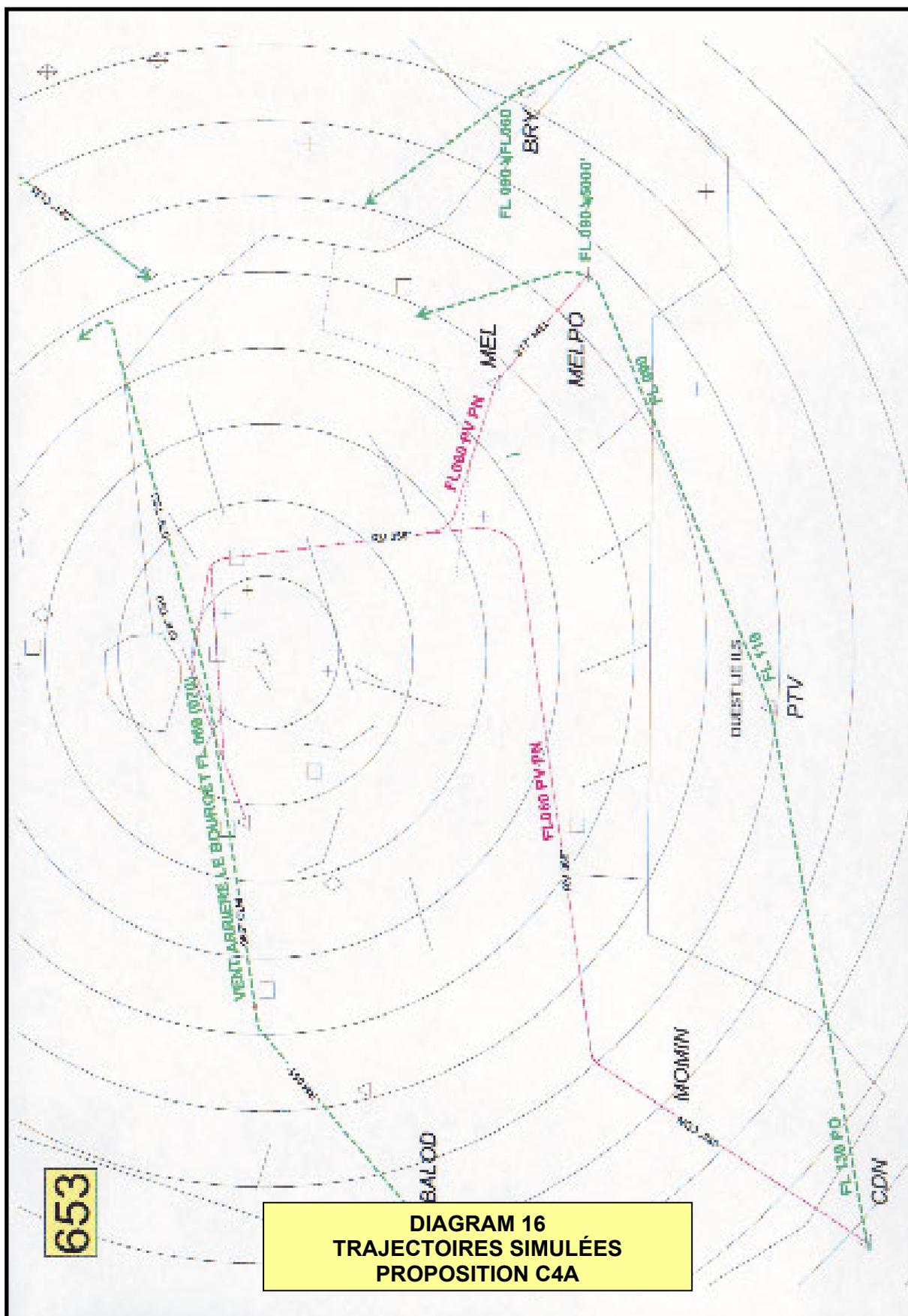
## 9.4 RECOMMANDATIONS D'EUROCONTROL

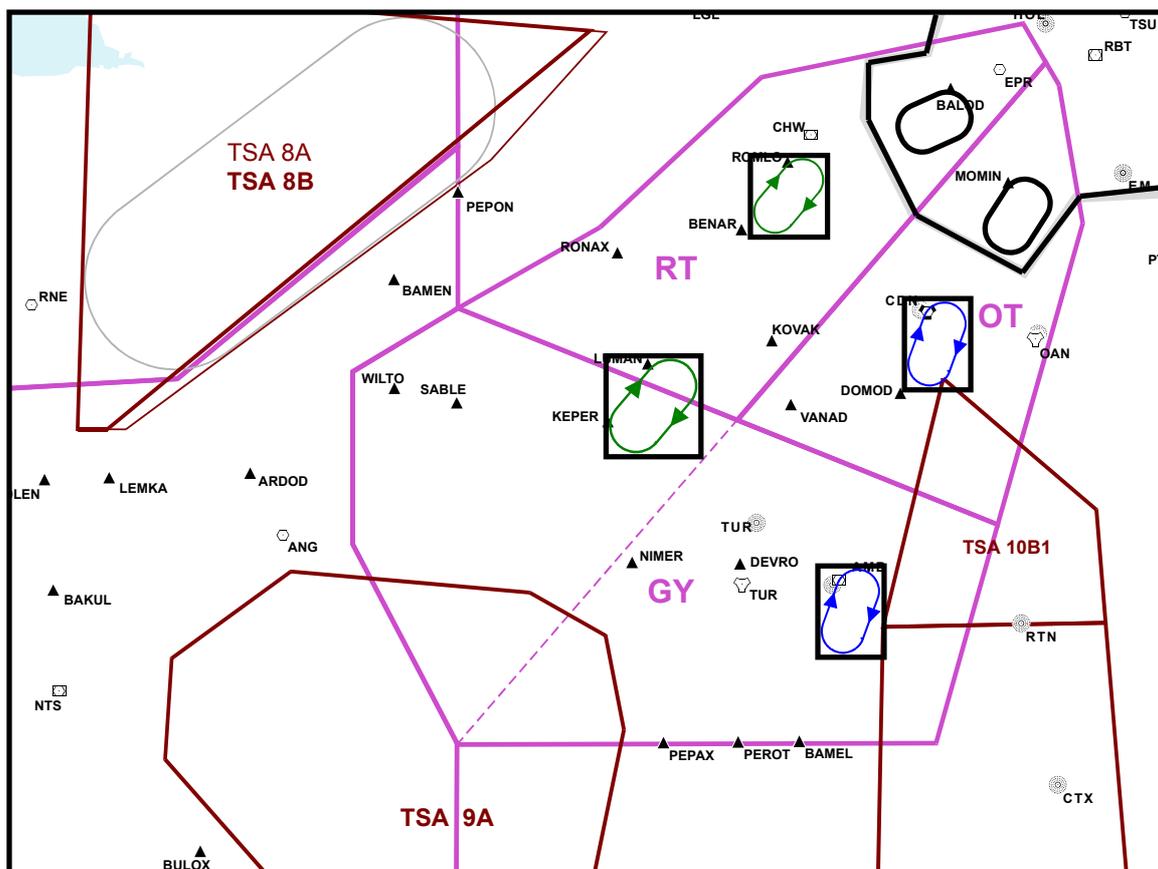
9.4.1 EUROCONTROL recommande que soit envisagée la mise en œuvre des principes suivants :

- Adoption du FL110 comme niveau de vol d'arrivée du sud-ouest.
- Adoption de 4000 ft comme altitude d'interception ILS.
- Parcours vent arrière situé à 9 NM de l'axe central de la piste 26 (RWY 26) d'Orly.
- Les départs montent sous les arrivées du sud-ouest.
- Les pratiques opérationnelles devraient être modifiées pour permettre aux aéronefs de rester à des niveaux de vols supérieurs le plus longtemps possible pendant la phase d'arrivée.









**DIAGRAM 17  
ZONES D'ATTENTE SIMULÉES**

## 10. ALTERNATIVE D'EUROCONTROL A LA SIMULATION EN TEMPS REEL

*(Les trajectoires des aéronefs sont illustrés sur le Diagramme 19)*

- 10.1 A la suite de la simulation en temps réel effectuée à l'aéroport de Paris-Orly entre les 25 et 28 juin 2001, EUROCONTROL a élaboré une option supplémentaire réunissant, dans la mesure du possible, les meilleurs éléments de chaque scénario proposé au Comité de Pilotage. L'option EUROCONTROL, sans être la plus efficace d'un point de vue opérationnel, est considérée comme un compromis viable.
- 10.2 Cette option a (Diagramme 19) été simulée à l'aéroport d'Orly le 5 septembre. Cinq exercices de simulation ont été menés autour du même scénario de base, mais avec des variantes permettant de traiter les questions soulevées par les contrôleurs aériens.

### 10.3 OBSERVATIONS FAITES A PARTIR DE LA SIMULATION

#### 10.3.1 Route d'arrivée du sud-ouest via MOMIN

Les aéronefs en provenance du sud-ouest volent en palier au FL110 jusqu'à leur passage au sud d'Orly où ils entament leur descente. La plupart d'entre eux se trouvent au-dessus du FL090 lorsqu'ils passent à 10 NM au sud-est d'Orly. Les contrôleurs débutent le guidage radar à un point tardif sur le parcours vent arrière. L'intégration de ce courant de trafic avec celui en provenance du sud-est, en période de densité faible à modérée, ne pose pas de problème.

Toutefois, en période de pointe, avec sectorisation de la fonction d'arrivée, les procédures d'exploitation des contrôleurs devront être affinées.

#### 10.3.2 Route d'arrivée du sud-est via MELUN

Les aéronefs arrivant du sud-est sont mis en descente plus tôt que nécessaire, dans la plupart des situations. Il existe une possibilité de maintenir les aéronefs à des niveaux supérieurs plus longtemps pendant la procédure d'arrivée. Le fait de faire descendre les aéronefs à un stade précoce aggrave l'impact sonore dans cette zone.

#### 10.3.3 Routes de Départ

Les départs montent initialement au FL100 et sont autorisés à poursuivre leur montée par le contrôleur des départs, lorsqu'ils sont dégagés du courant de trafic d'arrivée. Dans un certain nombre de cas d'aéronefs très performants en montée, les départs doivent se mettre en palier pendant une très courte durée (en particulier sur la route de départ PIROG). Cela pourrait être évité en modifiant la procédure de départ au profit d'un gradient de montée maximum obligatoire de 7,5 %.

Les aéronefs sont transférés vers le secteur TS du CCR à un stade précoce, ce qui permet de planifier assez tôt l'intégration des courants de trafic au départ de CDG.

#### 10.3.4 Approche Finale

L'altitude d'interception ILS est de 4000 ft pour le trafic arrivant via MOMIN. A titre exceptionnel, dans des situations de forte densité, l'altitude de 3000 ft est utilisée pour offrir aux contrôleurs suffisamment de flexibilité.

#### 10.3.5 Zone de guidage radar

La zone de guidage radar semble suffisante pour l'établissement d'une séquence efficace d'arrivée.

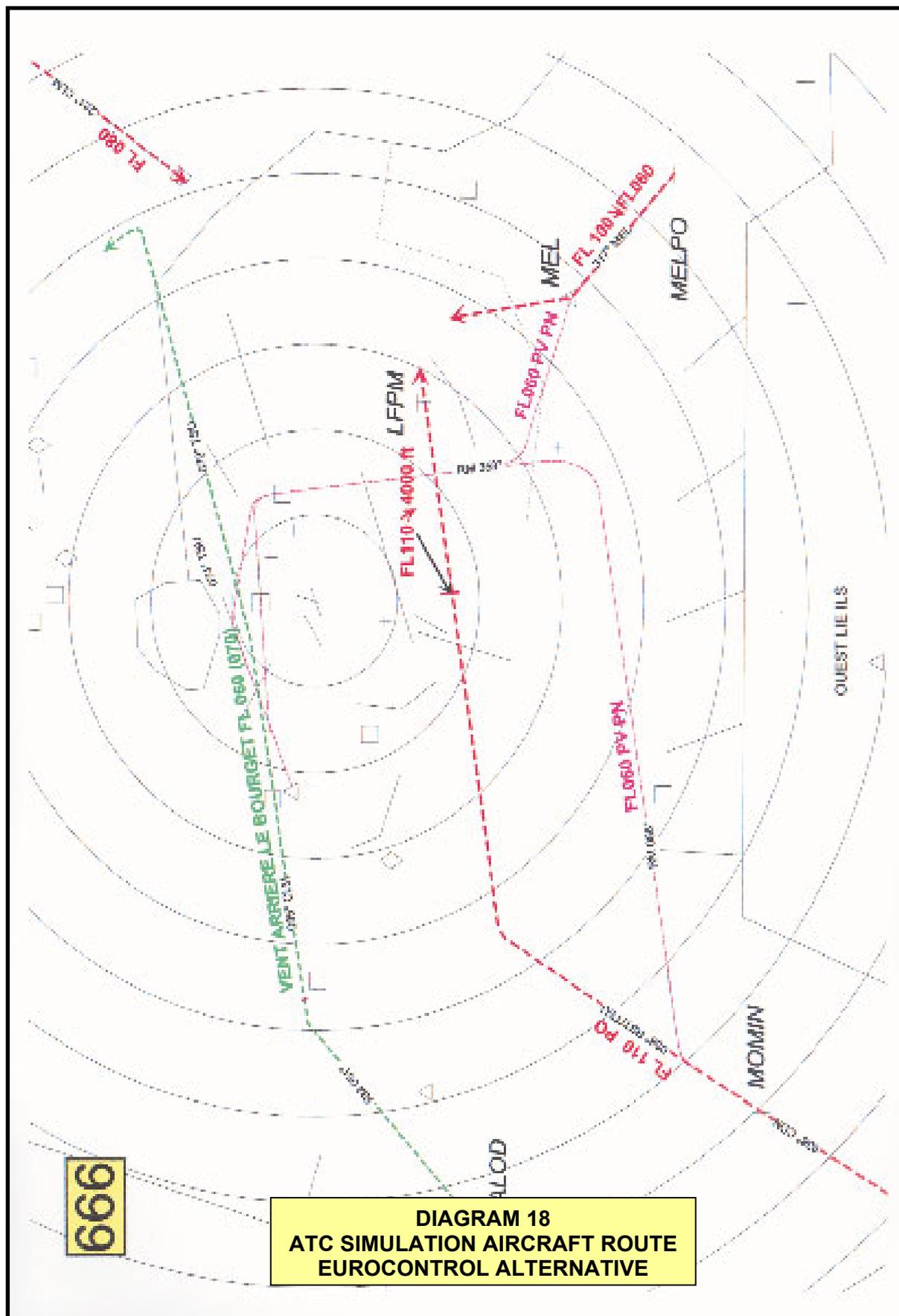
#### 10.3.6 CONCLUSIONS

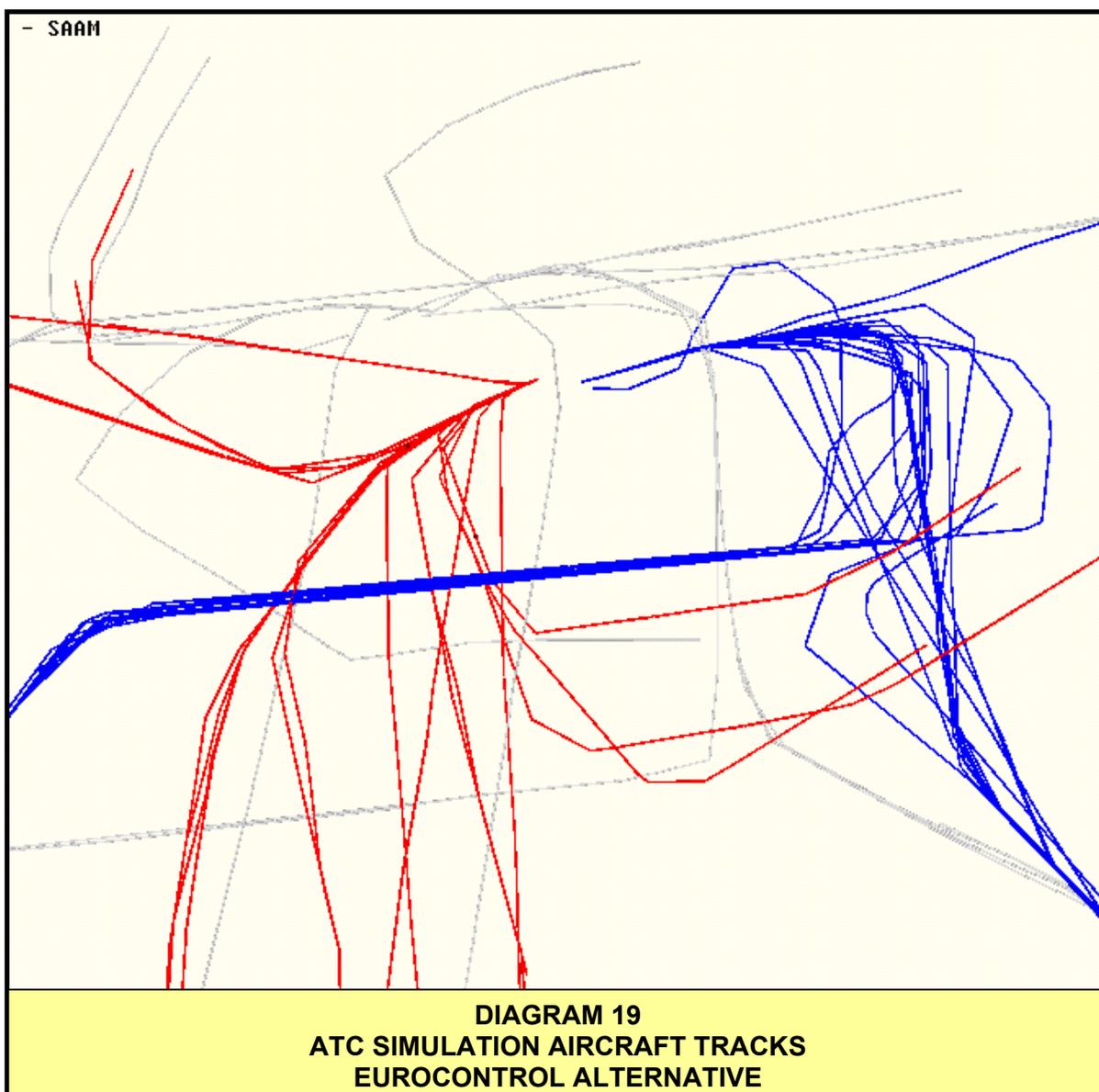
Au regard des trois critères d'évaluation, cette option appelle les principaux commentaires suivants:

- Sécurité
  - Les courants de trafic qui convergent frontalement sont minimisés autant que possible. Les procédures de guidage radar seront appliquées à partir d'un point tardif du parcours vent arrière et sur le parcours de base, afin que les courants d'arrivée soient intégrés en toute sécurité.
  - La plupart des conflits entre les courants de trafic de départ et d'arrivée sont éliminés. Avec l'introduction d'un gradient de montée maximum de 7,5 %, tous les conflits entre courants de trafic d'arrivée et de départ seront éliminés.
- Environnement
  - Les niveaux d'arrivée des aéronefs sont rehaussés, ce qui réduit les nuisances sonores. Le niveau d'arrivée à partir du sud-ouest est optimisé au FL110. Cette mesure, associée à l'altitude d'interception ILS de 4000 ft, maintient les aéronefs à une altitude sensiblement supérieure pendant une période prolongée lors de la phase d'arrivée.
  - Les aéronefs au départ peuvent suivre un profil de montée continu avec peu de contraintes.
- Capacité
  - L'utilisation des vecteurs radar et de l'altitude d'interception ILS de 4000 ft (3000 ft exceptionnellement) offre une capacité suffisante pour répondre aux besoins actuels et à court terme.

### 10.3.7 RECOMMANDATIONS

Cette option offre un compromis viable, qui tient compte de toutes les préoccupations, dans la mesure du possible. Elle gagnerait à être développée plus avant, afin que les procédures d'exploitation des contrôleurs aériens soient ajustées au mieux.





## **CHAPITRE 3 – QUESTIONS RELATIVES A LA CONCEPTION DES PROCÉDURES PANS-OPS**

### **1. INTRODUCTION**

- 1.1 Lors de la réunion du 6 juillet 2001 à Paris, EUROCONTROL a informé le Comité de Pilotage qu'elle ferait appel à un spécialiste international indépendant en matière de conception des procédures PANS-OPS de l'OACI, pour élaborer les différentes procédures associées aux projets de routes d'arrivée sur l'aéroport de Paris-Orly.
- 1.2 De plus, les normes OACI applicables aux aéronefs en montée seraient utilisées pour évaluer l'interaction entre les routes normalisées de départ aux instruments (SID) actuelles d'Orly et les propositions pour les arrivées.
- 1.3 Enfin, conjointement avec les autres experts associés à la présente étude, et si c'est nécessaire, une alternative EUROCONTROL distincte de route d'arrivée serait définie et les critères pertinents PANS-OPS de l'OACI utilisés pour élaborer un schéma initial de trajectoire et de profil de vol.
- 1.4 La présente section du rapport principal (Chapitre 3) décrit les paramètres utilisés pour évaluer les différentes propositions et la logique qui sous-tend l'élaboration de l'option EUROCONTROL.

### **2. PRINCIPES DE CONCEPTION ET D'ÉVALUATION**

- 2.1 Toutes les procédures développées dans la présente étude ont été élaborées et/ou évaluées conformément aux principes énoncés dans le Doc. 8168 (Exploitation technique des aéronefs) Vol. II (Construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments) de l'OACI.
- 2.2 Les principaux paramètres suivants ont été utilisés :
  - Le niveau de vol de départ à Châteaudun (CDN) était fixé au FL110 afin que les principaux circuits d'attente à MOMIN puissent être utilisés entre les FL 120 et 140. La disponibilité de ces niveaux d'attente est absolument vitale pour les opérations ATS entre le CCR de Paris Nord et l'Organisme de contrôle d'approche d'Orly.
  - Les aéronefs à l'arrivée devraient être maintenus au FL110 aussi longtemps que possible, afin de réduire l'impact sonore subi par la population située sous leur trajectoire (comme convenu par toutes les parties).
  - L'une des propositions initiales (ANA) avait suggéré que les aéronefs au départ d'Orly maintiennent le cap piste jusqu'à 13 NM du DME OL. Cette option a été retirée lors d'une réunion ultérieure du Comité de Pilotage et n'a donc pas été retenue dans la présente évaluation.

- L'évaluation des différentes propositions a permis l'établissement de plusieurs altitudes d'interception de l'alignement de descente ILS, tout en respectant cependant l'exigence OACI selon laquelle les aéronefs doivent être établis sur le radiophare au moins 3 NM avant le point d'interception de l'alignement de descente.
  - Les altitudes nominales applicables au trafic d'arrivée (comme le montrent les diagrammes) se fondent sur un angle de descente constant de 3° (jusqu'à 3 NM avant le point d'interception de l'alignement de descente).
  - Les altitudes nominales applicables au trafic de départ sont données pour les paramètres suivants :
    - un gradient de montée de 5,5 % (actuellement publié comme le minimum possible).
    - une trajectoire de vol moyenne (selon l'abaque publié dans les PANS-OPS Doc. 8168).
    - un gradient de montée de 10 % (considéré comme le maximum possible).
- 2.3 Le trafic de/vers les autres aéroports de la TMA de Paris n'a pas été pris en compte dans la présente étude fondée sur les PANS-OPS.
- 2.4 Les zones à risques de conflit ont été incluses sur les trajectoires tracées sur les cartes d'arrivée. Selon les procédures PANS-RAC Doc. 4444 de l'OACI, ces zones se fondent sur une séparation latérale de 6 NM. Elles figurent sur les cartes afin d'indiquer comment un contrôleur peut évaluer s'il est totalement sûr ou non de faire monter un aéronef sur une SID au-dessus du trafic en approche sur une route d'arrivée au FL110. Il convient de garder à l'esprit que cette montée doit être **TOTALEMENT SURE** et que le contrôleur doit tenir compte de facteurs tels que les performances en montée de chaque aéronef, du délai de réaction des pilotes, de la météorologie et des minima d'espacement radar. De surcroît, une forte charge de travail et l'absence d'outils d'assistance prévisionnelle à moyen terme rendent cette décision à la fois critique et très difficile. Par conséquent, le maintien en permanence d'un espacement vertical sûr « intégré » est jugé vital.

### **3. OBSERVATIONS CONCERNANT CHACUNE DES PROPOSITIONS**

- 3.1 Les propositions DNA, ANA et C4A ont été élaborées selon les PANS-OPS et sont illustrées sur les diagrammes 20 à 22.
- 3.2 PROPOSITION ANA (Diagramme 20)
- 3.2.1 Le niveau de vol initial de départ, FL130 à CDN, a été abaissé au FL110 (comme l'explique le para. 2.2) et les SID actuellement publiées ont été utilisées pour l'évaluation.
- 3.2.2 Si une descente continue est utilisée pour positionner les aéronefs sur le radiophare à 3 NM de l'interception de l'alignement de descente, alors le FL110 peut être conservé jusqu'à MEL.

- 3.2.3 La position géographique et la taille de la zone d'interaction entre la trajectoire d'arrivée ANA et les SID existantes signifient que presque tous les aéronefs au départ ne devront pas dépasser le FL100 jusqu'à ce qu'ils soient dégagés des arrivées. Cela s'explique par le fait que même les aéronefs les plus performants en montée ne peuvent atteindre le FL110 qu'avant d'entrer dans la zone conflictuelle, ce qui rend par conséquent improbable une montée continue (sauf si aucun trafic d'arrivée n'affecte le vol). Le niveau stratégique sûr de mise en palier momentanée applicable aux SID ne devrait donc pas être supérieur au FL100.
- 3.2.4 La distance nominale de la trajectoire entre CDN et le toucher des roues (RWY 26) serait de 105 NM.
- 3.3 PROPOSITION C4A (Diagramme 21)
- 3.3.1 Le niveau de vol initial de départ, FL140 à CDN, a été abaissé au FL110 (comme l'explique le para. 2.2).
- 3.3.2 La construction PANS-OPS des deux zones d'attente proposées à MELPO et BRAY montre que les zones de protection se chevauchent, ce qui signifie que les deux circuits d'attente ne sont pas considérés comme séparés et ne peuvent donc pas être exploités simultanément pour des aéronefs évoluant à la même altitude.
- 3.3.3 La majeure partie du trafic de départ pourrait monter au-dessus de la trajectoire d'arrivée C4A au FL110, mais pas la totalité. Le trafic à faible taux de montée pourrait donc poser des problèmes aux contrôleurs aériens.
- 3.3.4 La distance nominale de la trajectoire entre CDN et le toucher des roues (RWY 26) serait de 115 NM.
- 3.4 PROPOSITION DE LA DNA (Diagramme 22)
- 3.4.1 Le niveau de vol initial de départ, FL100, a été porté au FL110 afin de réduire l'impact sonore au sol (ce qui respecte également l'accord décrit au para. 2.2).
- 3.4.2 La construction des deux circuits d'attente proposés à MOMIN (trafic d'Orly) et BALOD (trafic de CDG) confirme qu'ils sont considérés comme séparés et peuvent ainsi être exploités simultanément par des aéronefs évoluant à la même altitude.
- 3.4.3 Cette option de trajectoire d'arrivée étant latéralement proche d'Orly, seul les aéronefs les plus performants en montée devront se mettre en palier avant de se dégager totalement de la zone conflictuelle.
- 3.4.4 La distance nominale de la trajectoire entre CDN et le toucher des roues (RWY 26) serait de 104 NM.

#### 4. **CONSIDÉRATIONS DE CES PROPOSITIONS SOUS L'ANGLE DES PANS-OPS**

4.1 Au vu des performances des aéronefs détaillées dans les PANS-OPS, on estime que toutes les trajectoires proposées pourraient être suivies par les aéronefs qui fréquentent normalement l'aéroport d'Orly. Par conséquent, les autres questions de capacité, d'environnement, d'exigences opérationnelles des exploitants et d'efficacité de l'ATM, devront faire l'objet d'une évaluation complète pour que la meilleure option puisse être sélectionnée.

4.2 Après avoir constaté que chaque option présente des avantages et des inconvénients au regard des considérations de conception des procédures, il a été jugé utile d'élaborer une alternative EUROCONTROL de route d'arrivée dans le but exprès de conjuguer les meilleurs aspects de chacune des options.

##### 4.3 ALTERNATIVE EUROCONTROL (Diagramme 23)

4.3.1 Après la construction purement PANS-OPS de ces trois propositions, l'objectif était d'optimiser l'efficacité opérationnelle, tant au profit des exploitants que de l'ATC, tout en essayant de minimiser l'impact environnemental.

4.3.2 Comme le montre le Diagramme 20, ce serait possible avec un réaligement du parcours vent arrière de manière à survoler moins de villages et de villes, et donc moins de maisons. La trajectoire alternative d'EUROCONTROL au départ de CDN vire au niveau de la jonction autoroutière d'Ablis, passe au nord de Dourdan et au sud d'Arpajon, contourne au sud de l'aérodrome de Brétigny-sur-Orge, puis transite au-dessus de l'aérodrome de Melun-Villaroche pour rejoindre le parcours de base d'Orly.

4.3.3 Cette alternative EUROCONTROL de route d'arrivée n'aurait que peu d'incidences sur la nécessité de mettre en palier le trafic de départ en montée, et il apparaît que cette route serait exploitable d'après les données de performances.

4.3.4 La distance nominale de la trajectoire entre CDN et le toucher des roues (RWY 26) serait de 109 NM.

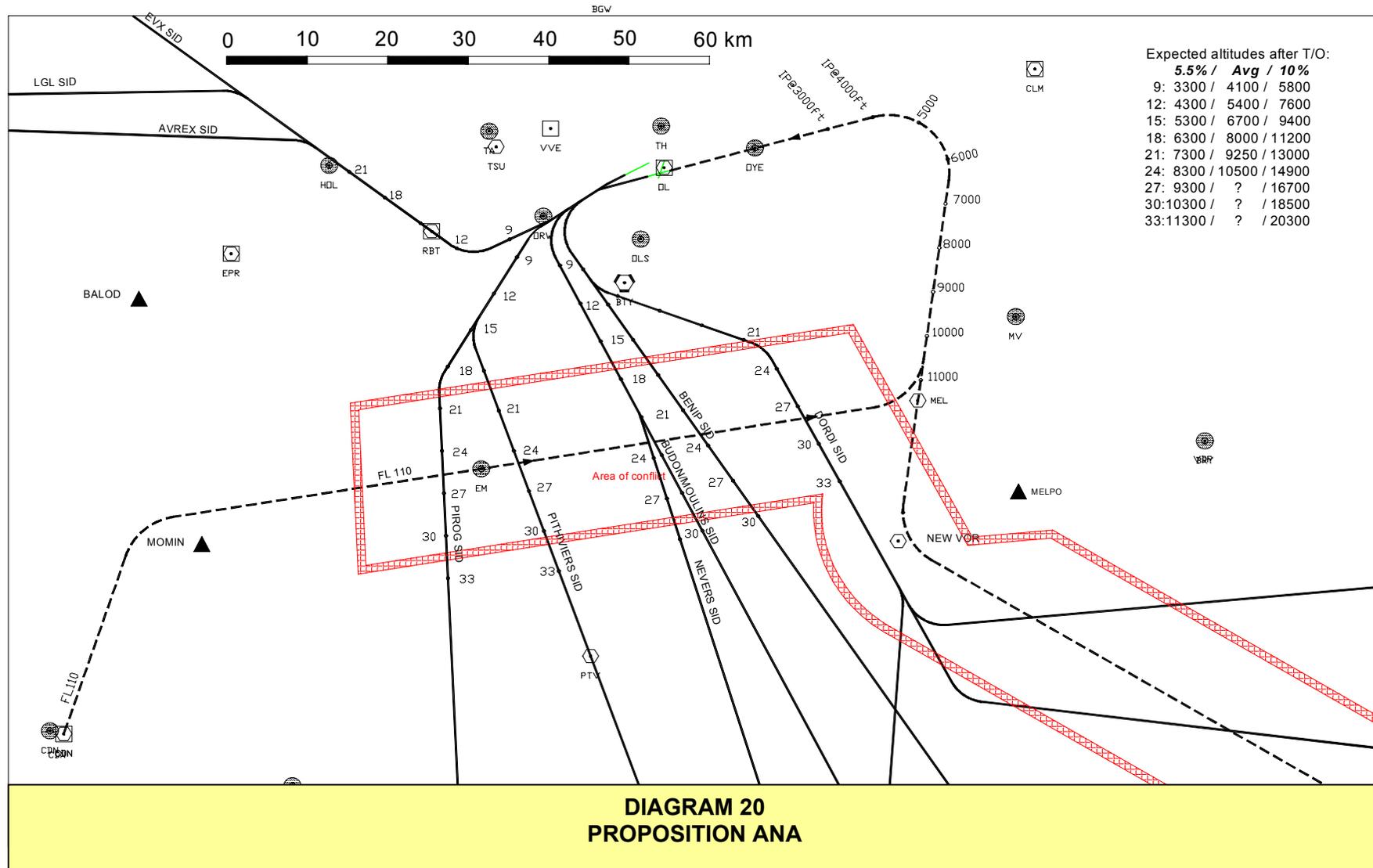
#### 5. **SYNTHÈSE**

5.1 Les observations faites au cours de cette phase de l'étude sont récapitulées dans le tableau ci-dessous (Tableau 1) :

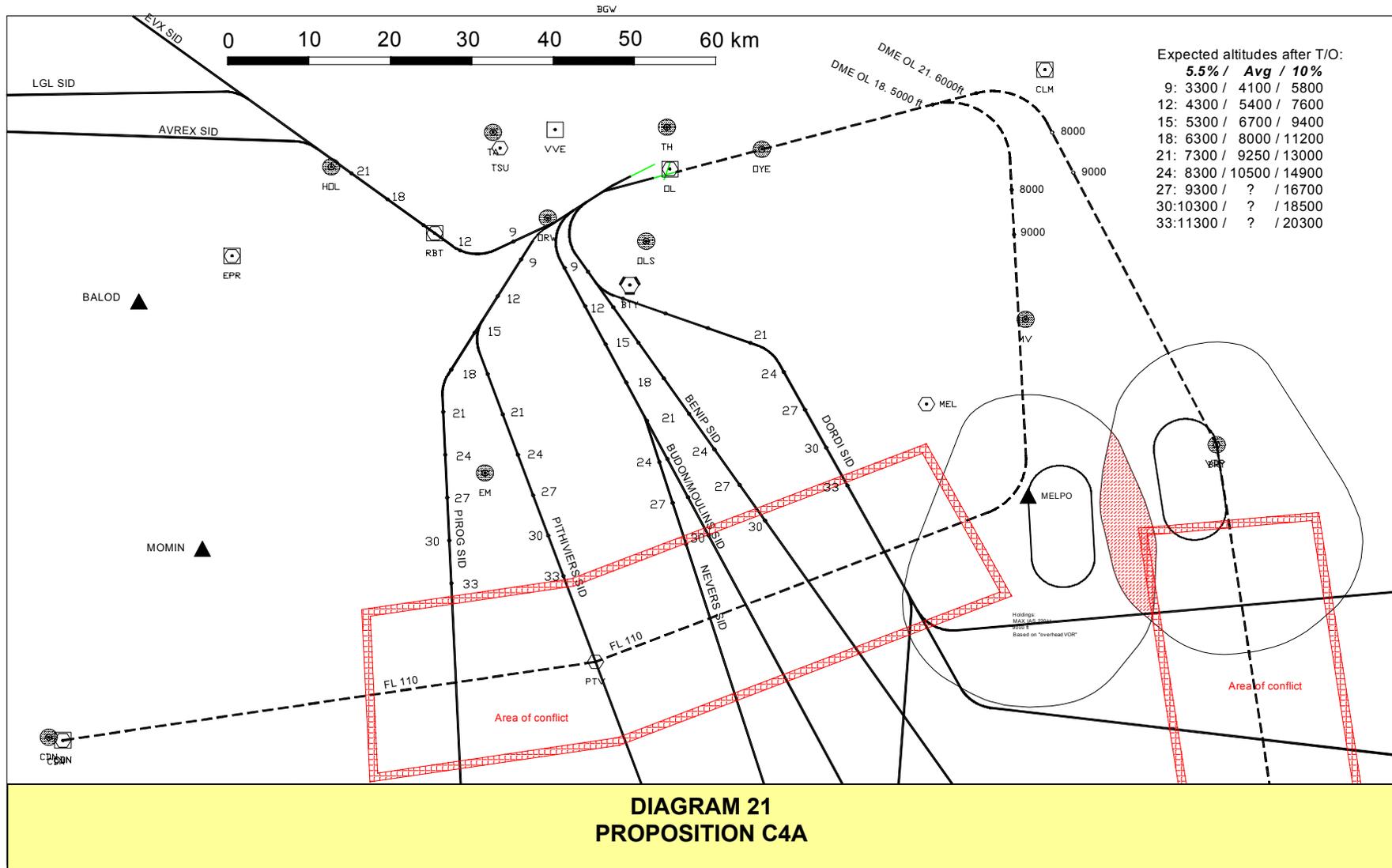
OPTION	EXPLOITABLE ?	INTERACTION AVEC LES DÉPARTS ?	LONGUEUR DE LA TRAJECTOIRE (NM)
ANA	OUI	FORTE	105
C4A	OUI	MOYENNE	115
DNA	OUI	TRÈS FAIBLE	104
EUROCONTROL	OUI	FAIBLE	109

**TABLEAU 1**

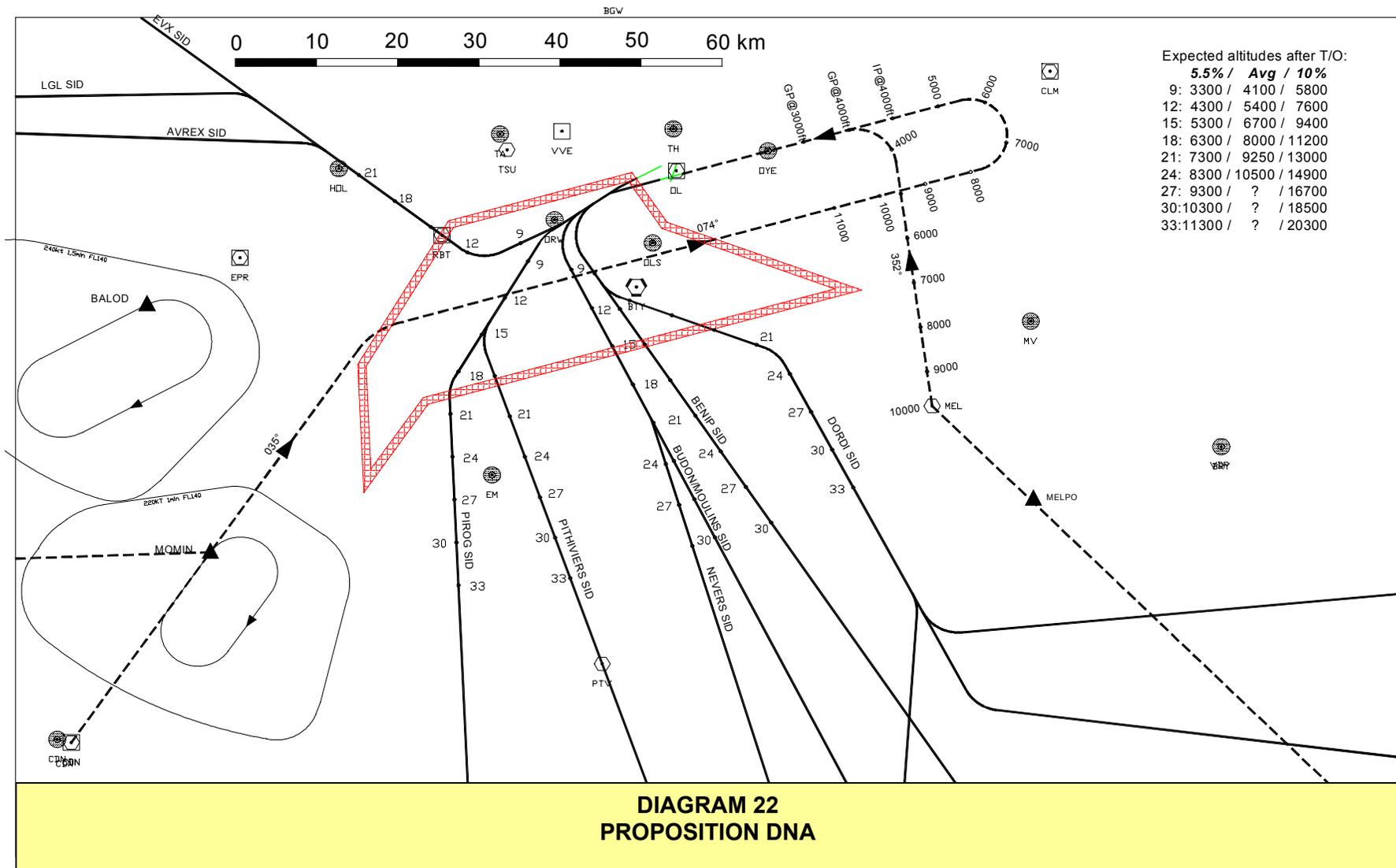
# PARIS TERMINAL AIRSPACE RE-ORGANISATION



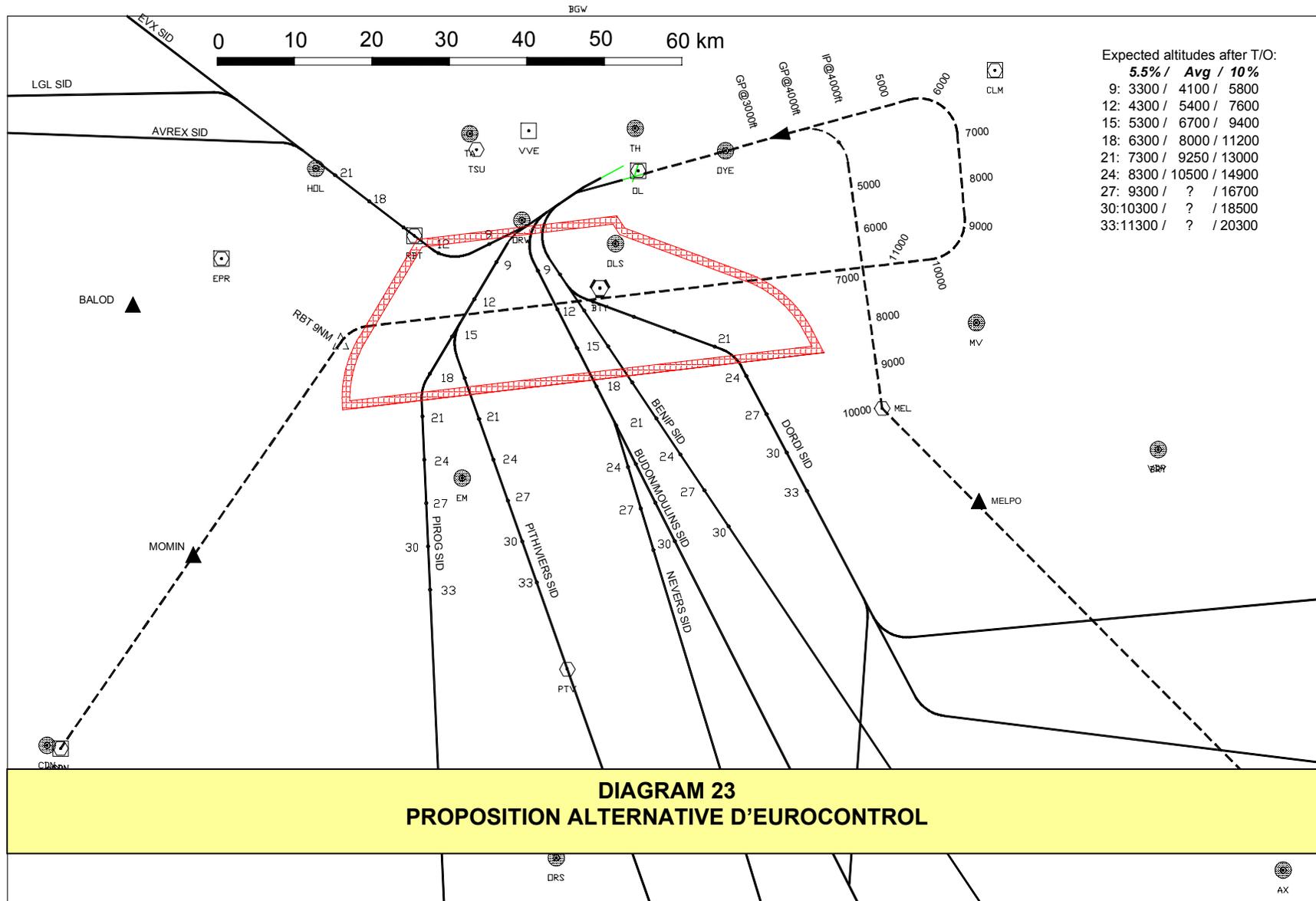
# PARIS TERMINAL AIRSPACE RE-ORGANISATION



# PARIS TERMINAL AIRSPACE RE-ORGANISATION



# PARIS TERMINAL AIRSPACE RE-ORGANISATION



## CHAPITRE 4 – ÉVALUATION SUR SIMULATEURS DE VOL

### 1. INTRODUCTION

- 1.1 Pour valider les propositions sous l'angle des exploitants, une série d'évaluations a été menée à l'aide de simulateurs de vol mobiles (FFS) de compagnies aériennes, placés entre les mains de pilotes de ligne de deux compagnies aériennes. Les détails ont été observés et les données enregistrées par les experts EUROCONTROL directement associés à cette étude.
- 1.2 L'étude devant être limitée aux propositions spécifiées par le Comité de Pilotage, l'évaluation de l'interaction des routes d'arrivée proposées avec les SID existantes a été entreprise. De plus, l'exploitabilité et les exigences de maintien d'altitude des routes d'arrivée ont été étudiées. La longueur des trajectoires, la durée du vol selon les procédures et la consommation de carburant correspondante ont été enregistrées.
- 1.3 Il importe de reconnaître qu'un simulateur de vol est conçu pour entraîner les équipages à l'exploitation d'un type particulier d'aéronef et reproduit donc les données propres à ce type d'aéronef. Dans cette étude, l'aéronef était piloté selon la trajectoire et le profil conçus, et n'a pas pris en compte certains impératifs ATC, tels que le guidage radar ou la mise en séquence.

### 2. CONDUITES DES SIMULATIONS

- 2.1 Pour reproduire des conditions susceptibles de s'appliquer à une gamme représentative des aéronefs fréquentant Orly, les simulations ont été menées à l'aide de simulateurs de Boeing 737-300 et de Boeing 747-400. Les simulations avec ce dernier type d'aéronef n'ont pas été réalisées à temps pour pouvoir être incluses dans le présent Projet de Rapport final, mais les données collectées sur ce très gros-porteur seront publiées dans le Rapport final qui doit être présenté le 24 septembre 2001. Les résultats recueillis à ce jour s'appliquent donc au Boeing 737-300 (moyen-courrier).
- 2.2 Les scénarios ont été modifiés afin de reproduire des températures ambiantes élevées et basses, ainsi que des masses totales faibles et élevées des aéronefs. En raison des délais serrés de livraison des résultats et de la disponibilité limitée des simulateurs et des équipages des compagnies aériennes, tous les exercices ont été menés en condition de vent calme et de pression atmosphérique standard (1013 mb).
- 2.3 S'agissant des scénarios simulant l'interaction avec les routes d'arrivée, les SID les plus longues (PIROG) et les plus courtes (BENIP) ont été simulées, et les altitudes en diverses parties de la procédure enregistrées. Les résultats de ces vols ont été transposés sur les procédures PANS-OPS (développement décrit dans le Chapitre 3 du présent rapport) et sont illustrés sur les Diagrammes 25 à 32 (Boeing 737-300) et les Diagrammes 33 à 40 (Boeing 747-400).

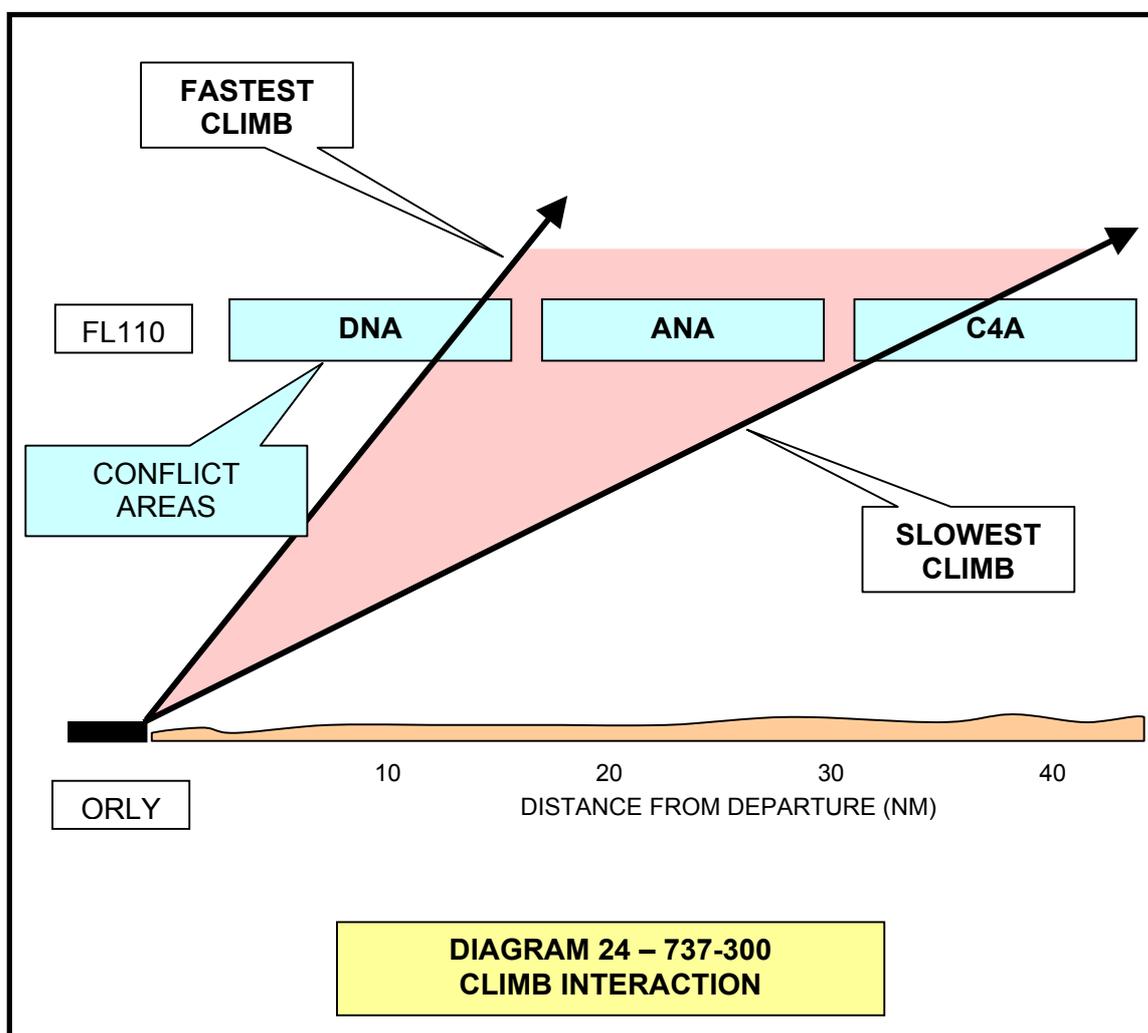
2.4 Les routes d'arrivée (à l'exception de l'alternative d'EUROCONTROL à ce jour) ont également été simulées, et les données relatives aux principaux aspects du vol reproduites sur les Diagrammes 41 à 44 (Boeing 737-300) et 45 à 48 (Boeing 747-400). Une fois encore, l'évaluation des arrivées non encore traitées sera menée avant la rédaction du rapport final.

### 3. SYNTHÈSE DES RESULTATS

3.1 Chacune des routes d'arrivée proposées a été évaluée au regard de son effet sur le trafic en montée au départ d'Orly.

3.2 Les altitudes atteintes par le Boeing 737-300 sous diverses conditions de masse et de température ambiante sont mentionnées sur les diagrammes des SID correspondantes. Une évaluation, tenant compte des zones perçues comme à risques de conflit, a ensuite été menée sur la décision vraisemblable du contrôleur aérien de faire monter ou non les aéronefs AU-DESSUS du trafic d'arrivée, ou de les maintenir 1000 ft au-dessous, c'est-à-dire au FL100.

3.3 Cette décision serait naturellement sujette à de multiples facteurs, parmi lesquels on peut citer la densité du trafic empruntant ces routes, les positions relatives des vols en conflit potentiel, le laps de temps disponible pour prendre la décision (charge de travail du contrôleur), ainsi que les performances observées et attendues de certains types particuliers d'aéronef. Ces évaluations sont reproduites dans le Diagramme 24.



ROUTE	EXPLOITABLE ?	LONGUEUR DE ROUTE (NM)	DURÉE (MINS:SECS)	CONSOMMATION CARBURANT (Kg)
<b>ANA</b>	OUI	105,0	24:34	704
<b>C4A</b>	OUI	115,8	26:19	819
<b>DNA</b>	OUI	102,9	23:57	721
<b>EUROCONTROL</b>	OUI	107,5	23:15	768

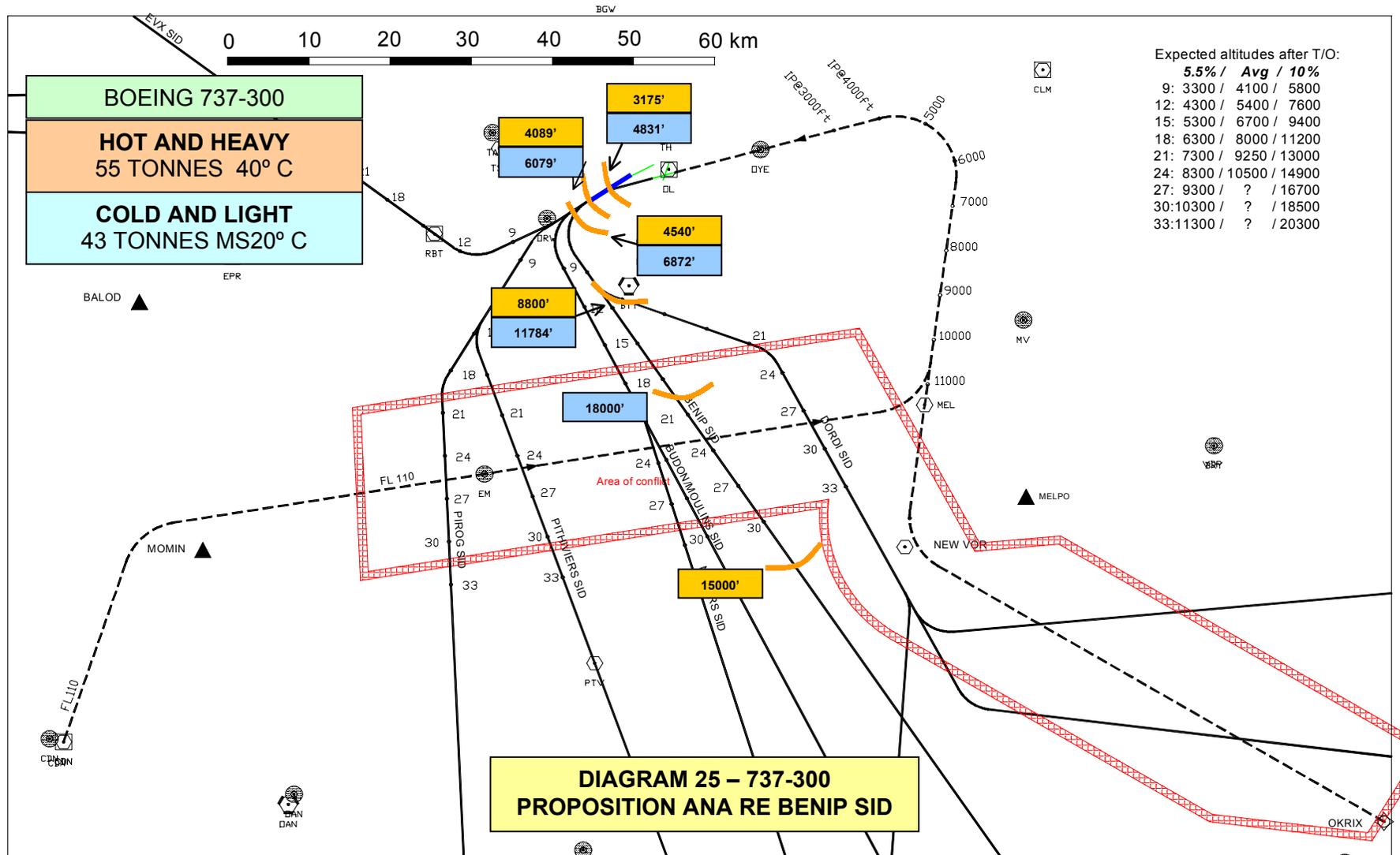
**TABLEAU 2 – 737-300**

- 3.4 Les routes d'arrivée prévues dans les trois options proposées par ANA, C4A et la DNA ont également fait l'objet d'évaluations individuelles. La distance totale parcourue pour chaque route d'arrivée et les altitudes mesurées aux principaux points de cheminement figurent sur les cartes (Diagrammes 41 à 45). Le temps nécessaire pour mener à bien la procédure entre le point de départ commun CDN et l'atterrissage sur la piste 26 (RWY26) d'Orly, a également été chronométré.
- 3.5 Pour interpréter ces résultats, il convient de garder à l'esprit que les avions réagissent conformément aux commandes de leur calculateur de gestion de vol (FMC), qui optimisait leur profil de vol en fonction des différents exercices simulés. Un autre jour, dans d'autres conditions, ces résultats pourraient être légèrement différents.
- 3.6 Le Tableau 2 (Boeing 737-300) et le Tableau 3 (Boeing 747-400) récapitulent les résultats obtenus et précisent la consommation de carburant pour chacune des quatre routes. Comme expliqué précédemment dans le présent projet de rapport, ces résultats seront complétés par les observations faites lors de simulations sur un Boeing 747-400. De plus, les alternatives d'EUROCONTROL seront également simulées et consignées.

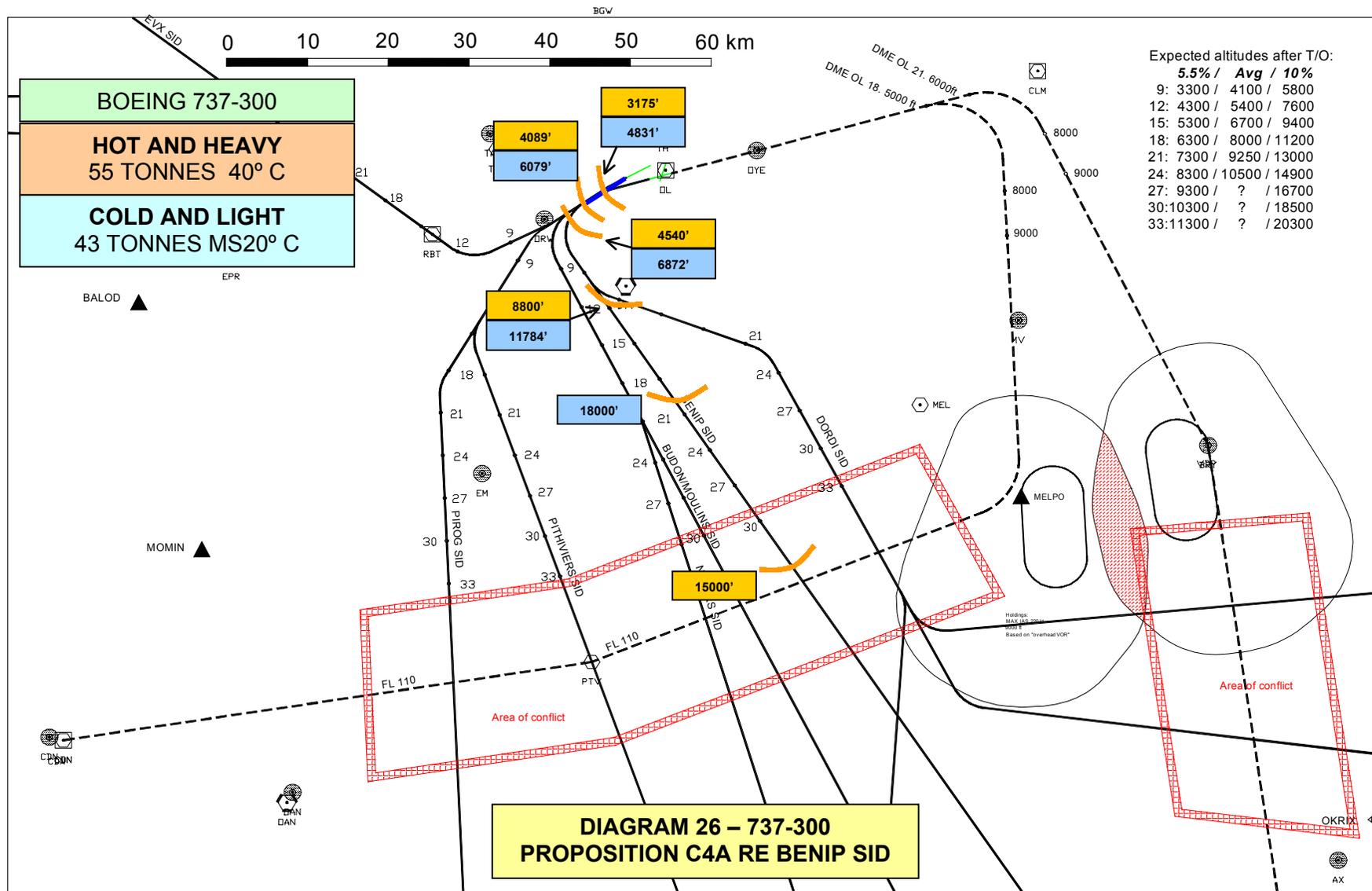
ROUTE	EXPLOITABLE ?	LONGUEUR DE ROUTE (NM)	DURÉE (MINS:SECS)	CONSOMMATION CARBURANT (Kg)
<b>ANA</b>	OUI	105,2	22:30	2700
<b>C4A</b>	OUI	116,1	25:28	3600
<b>DNA</b>	OUI	102,1	22:48	2700
<b>EUROCONTROL</b>	OUI	107,0	23:20	2900

**TABLEAU 3 – 747-400**

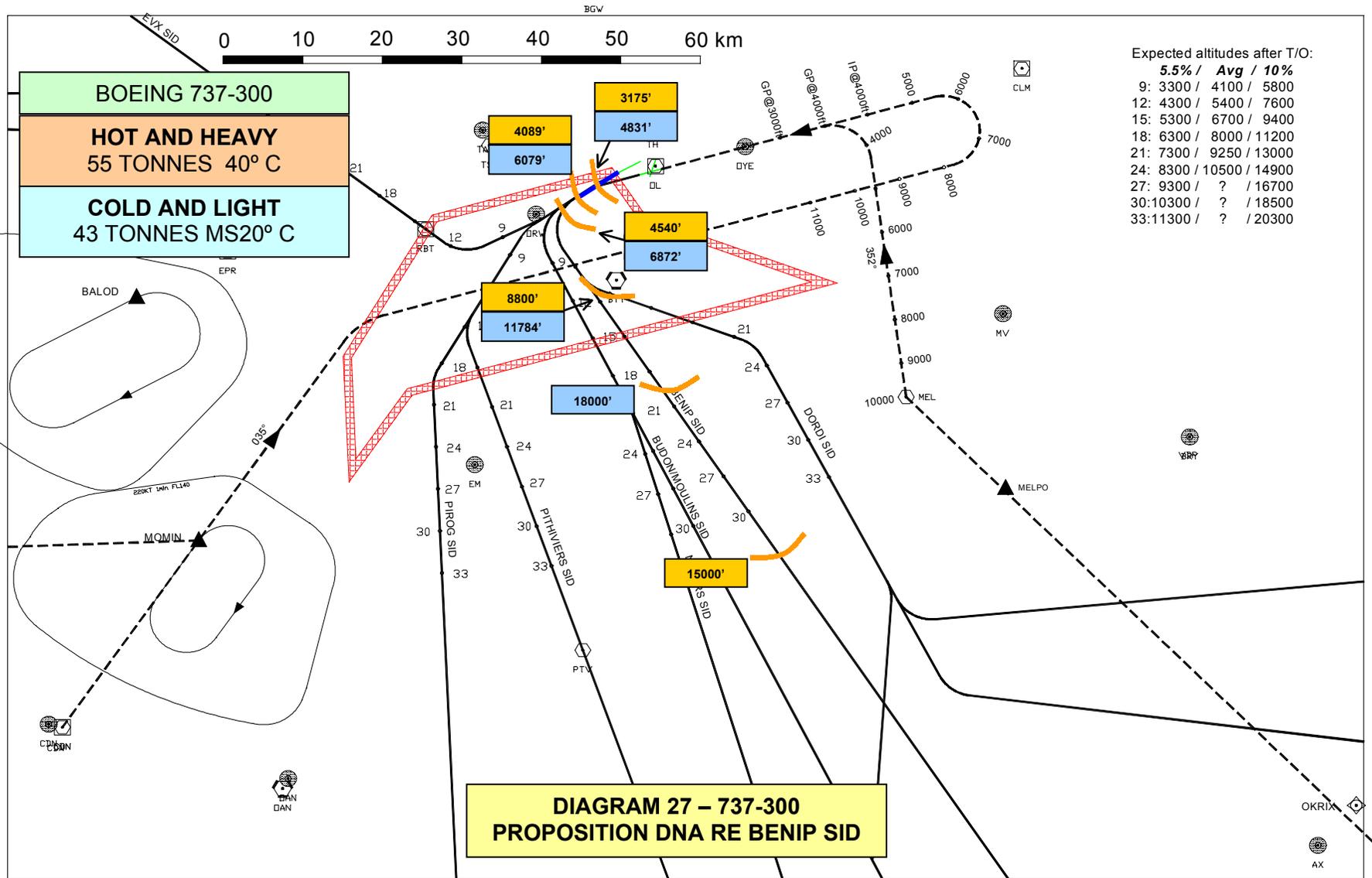
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



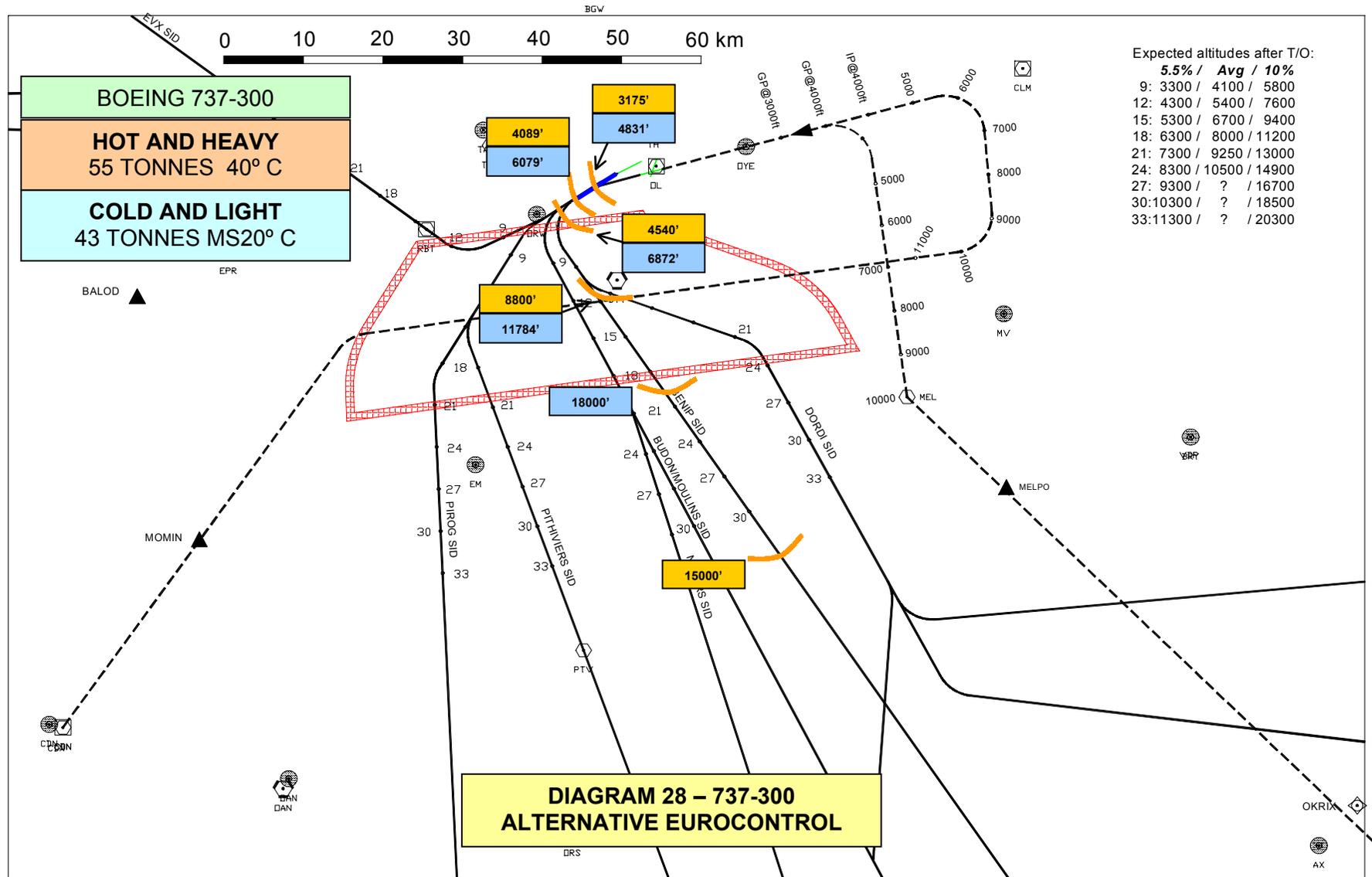
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



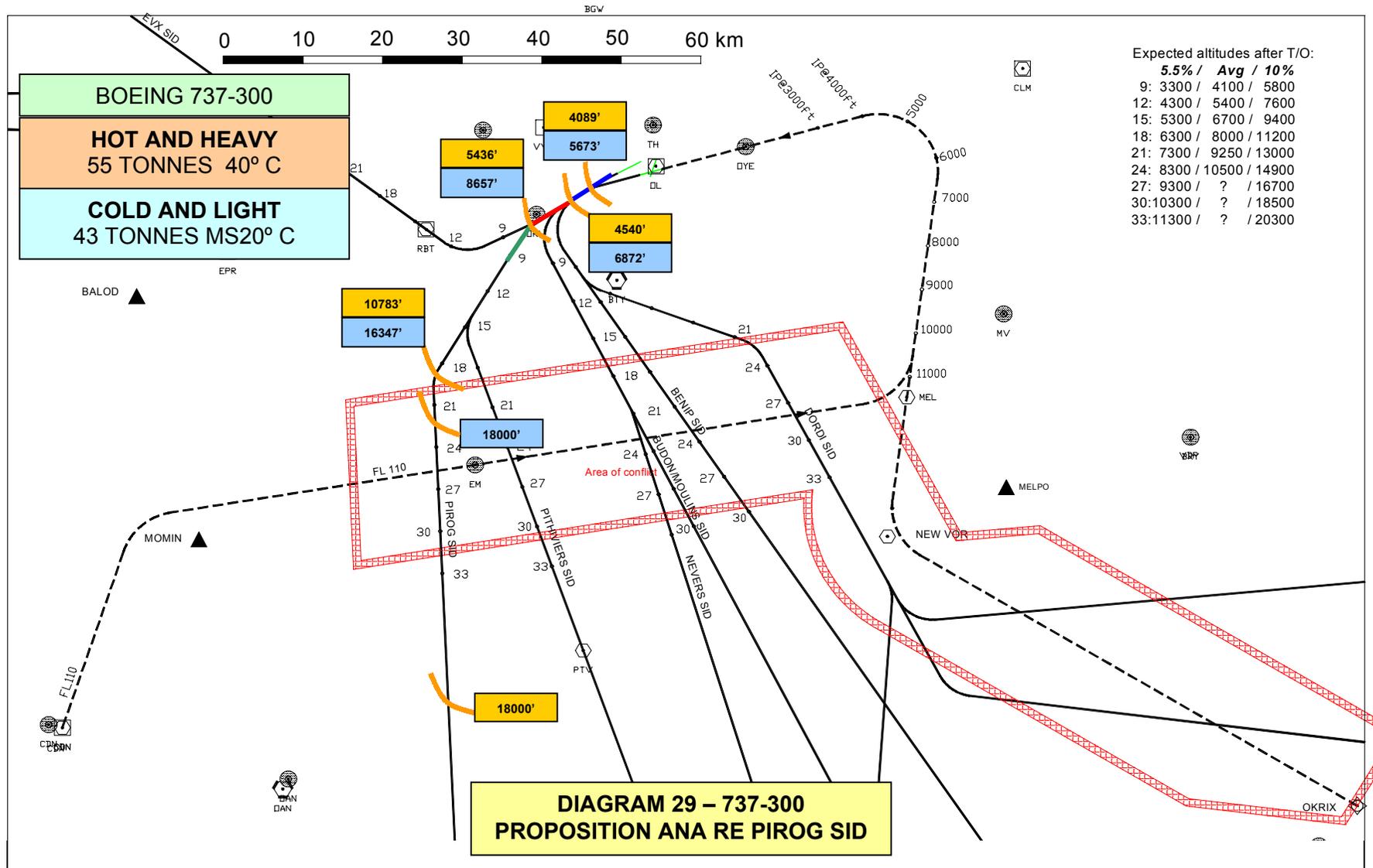
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



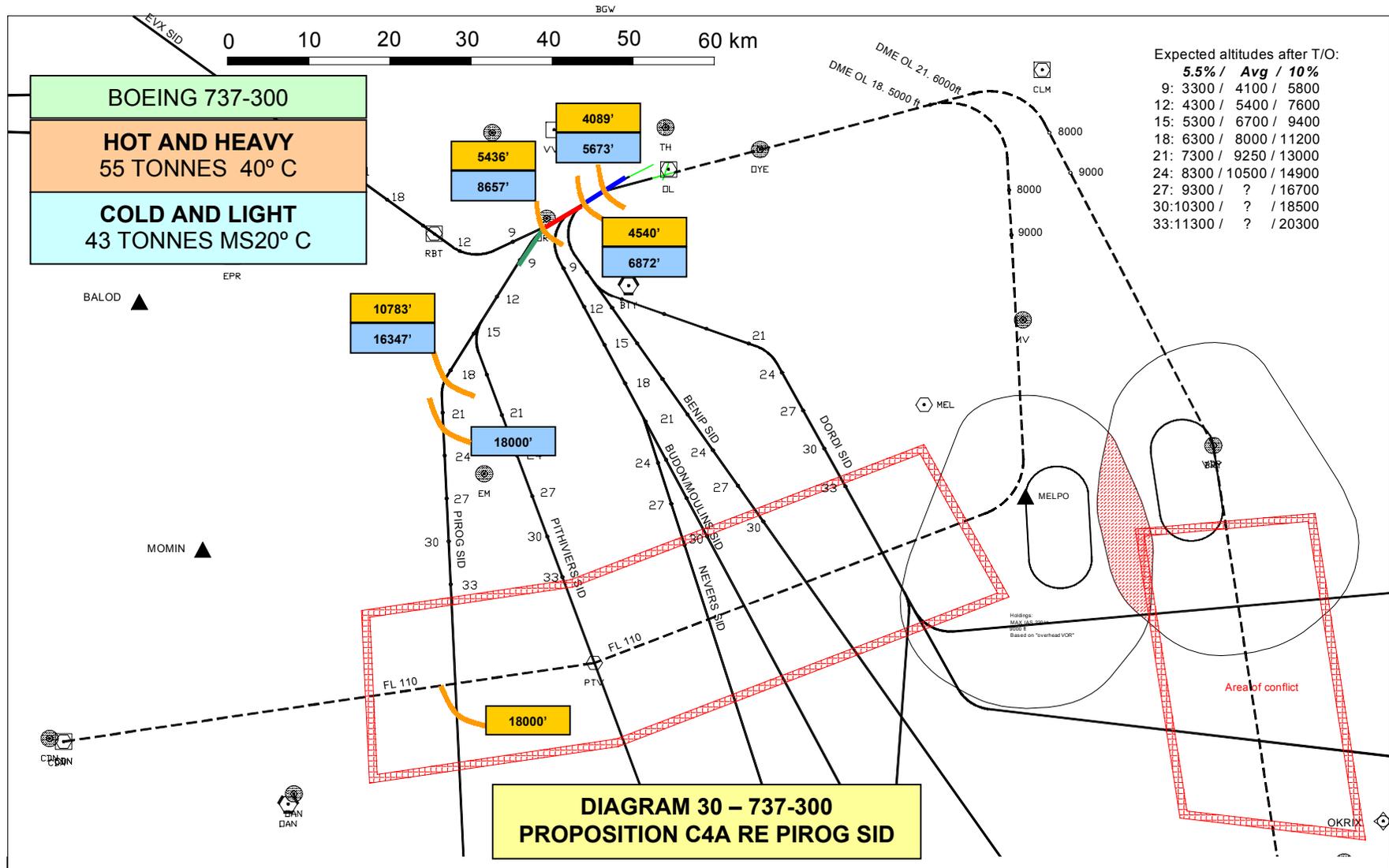
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



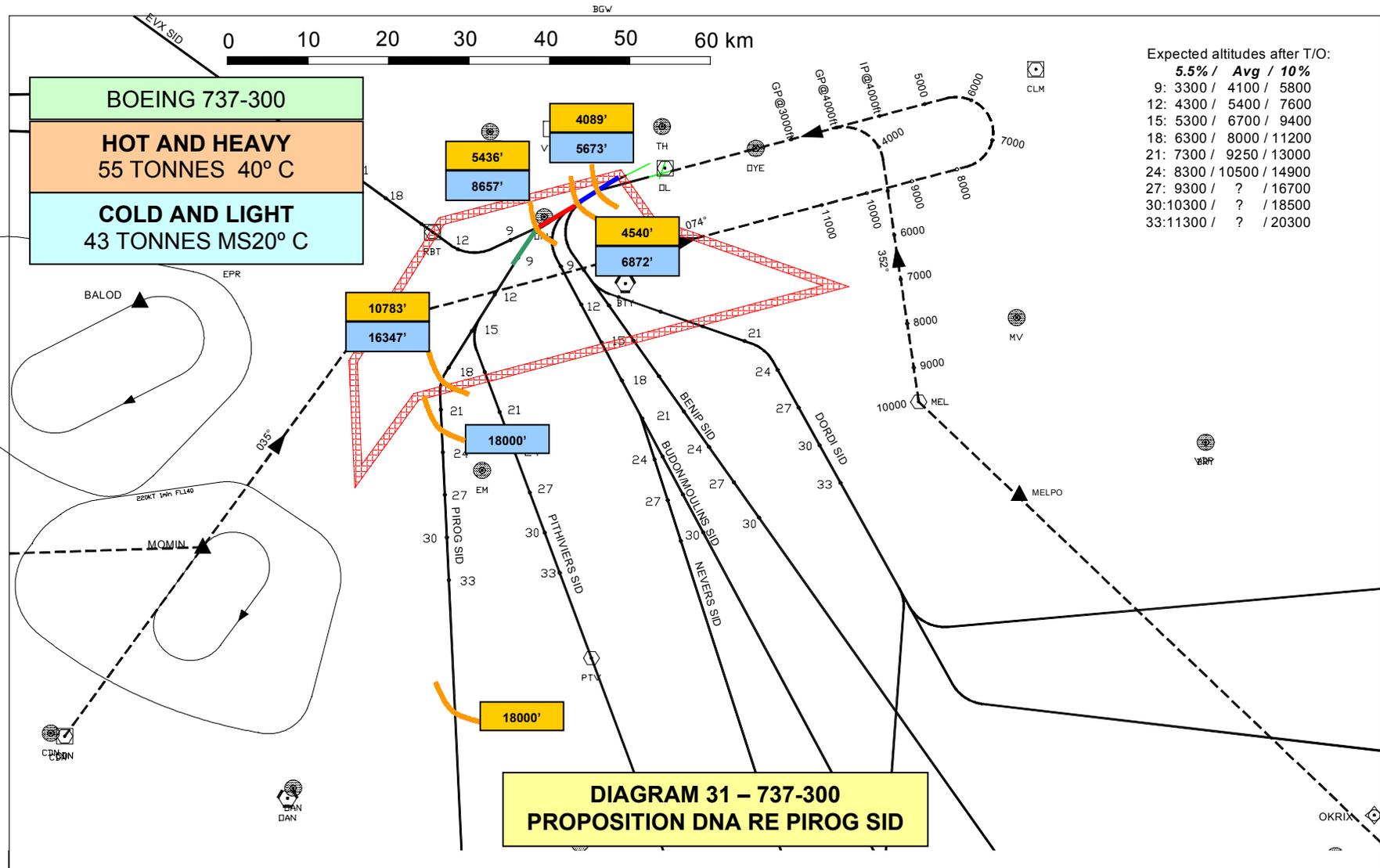
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



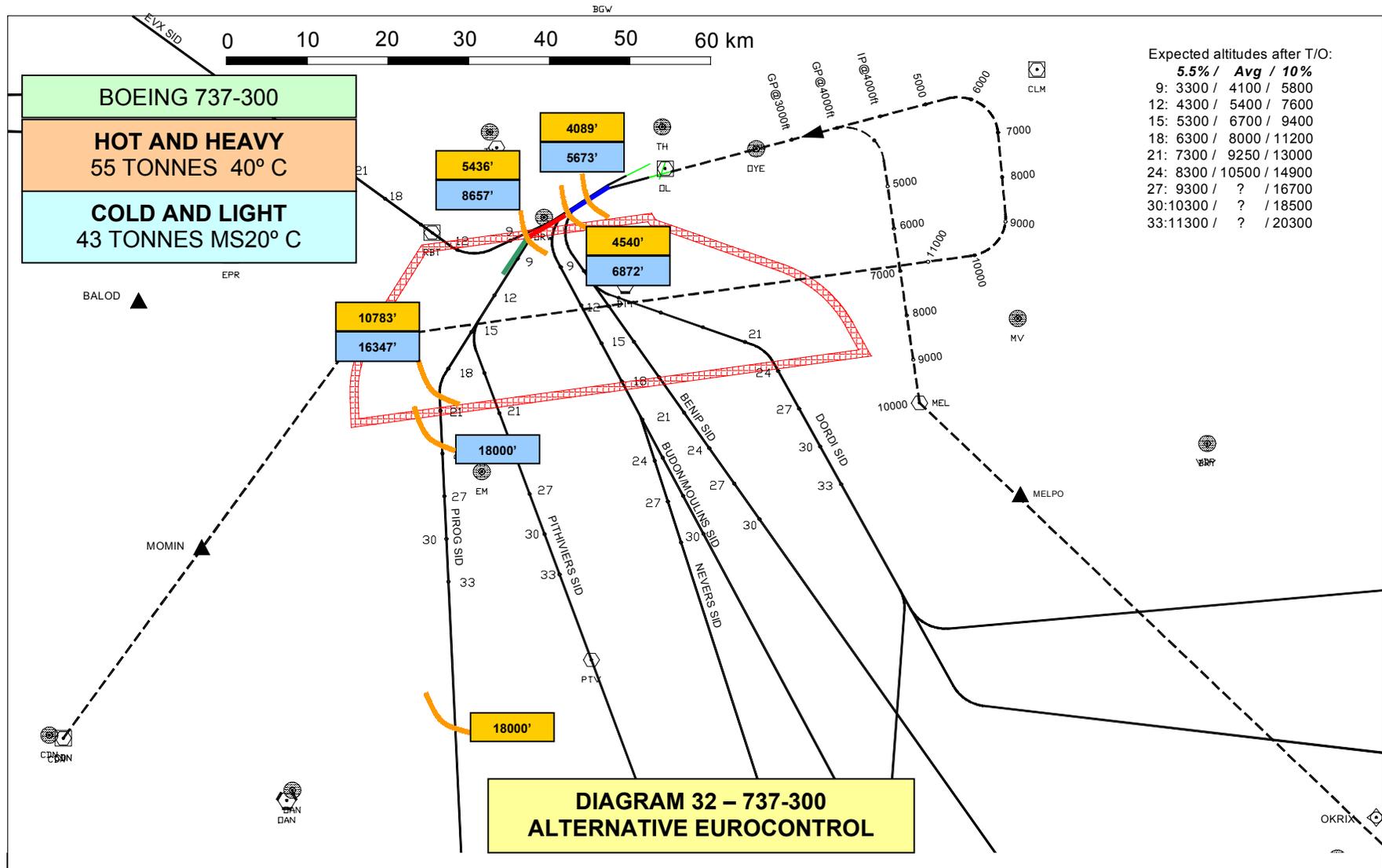
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



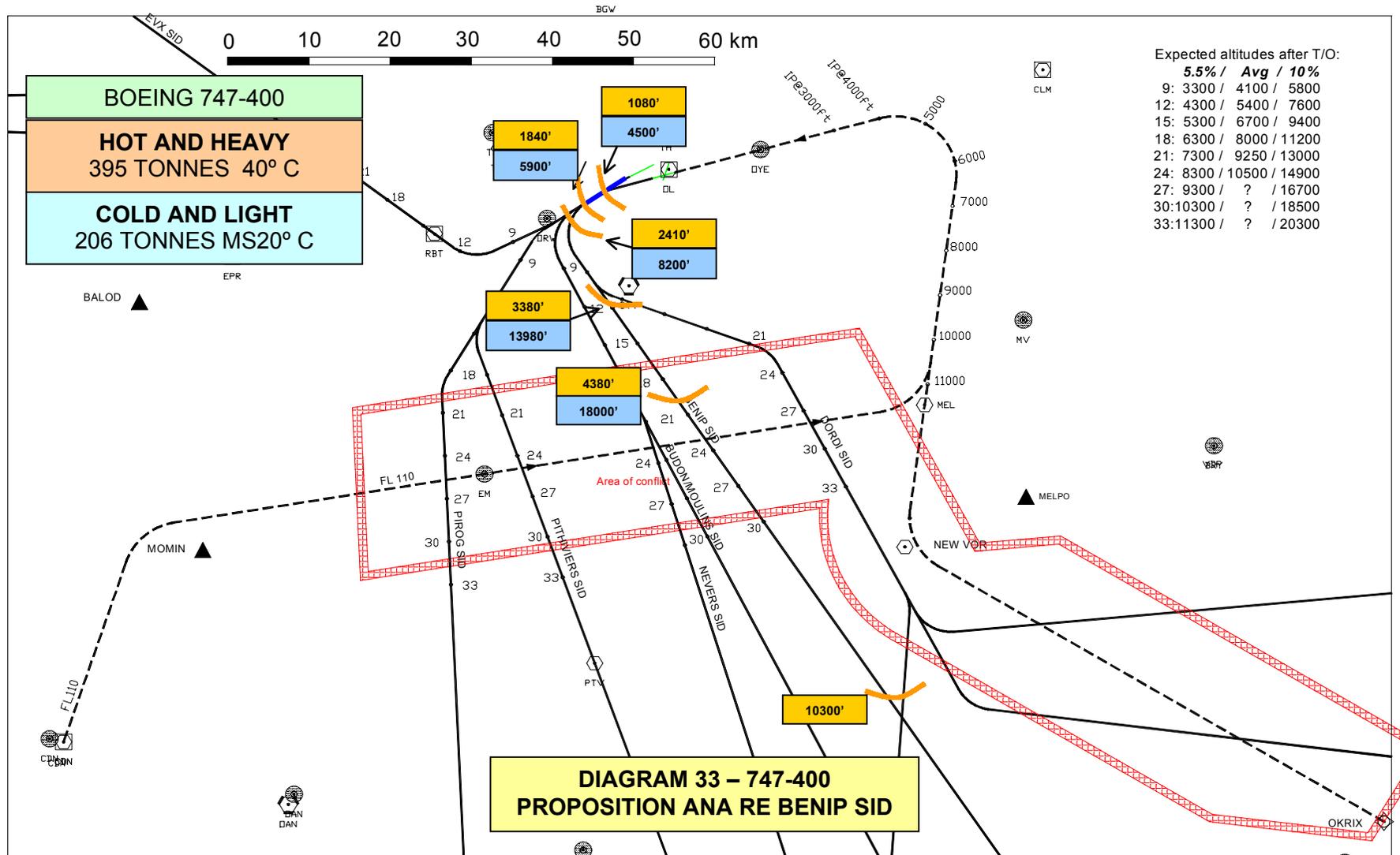
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



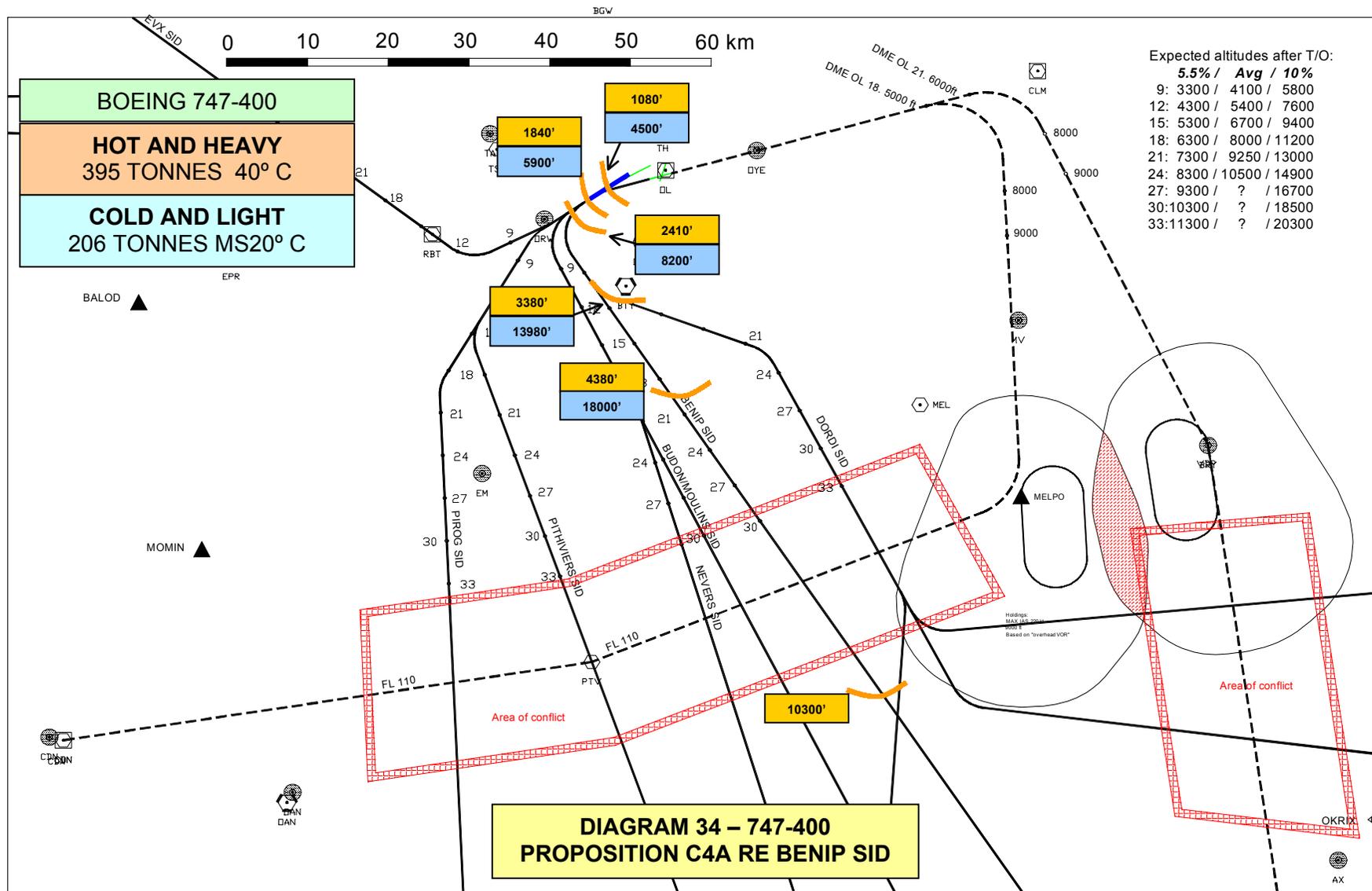
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



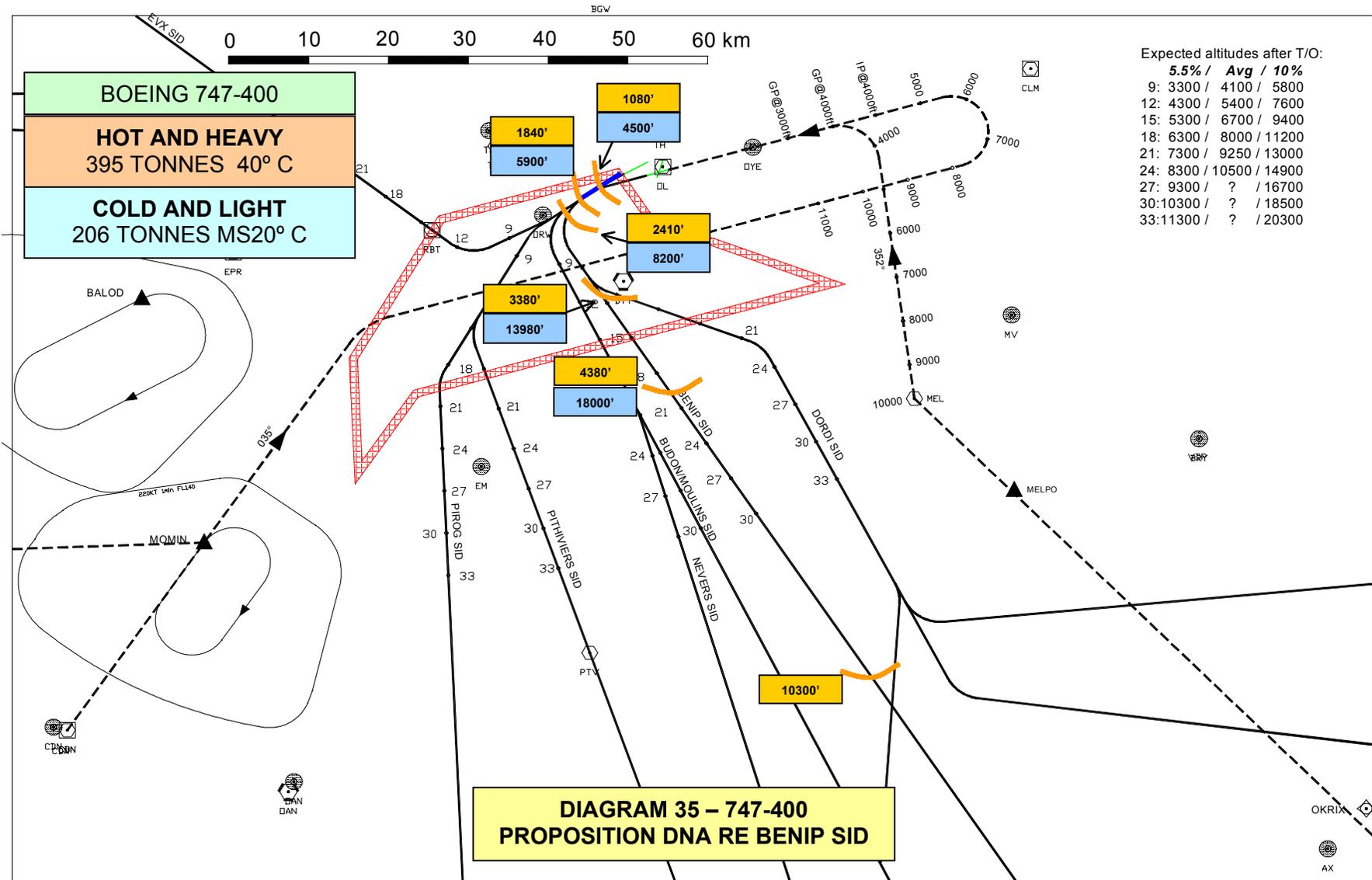
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



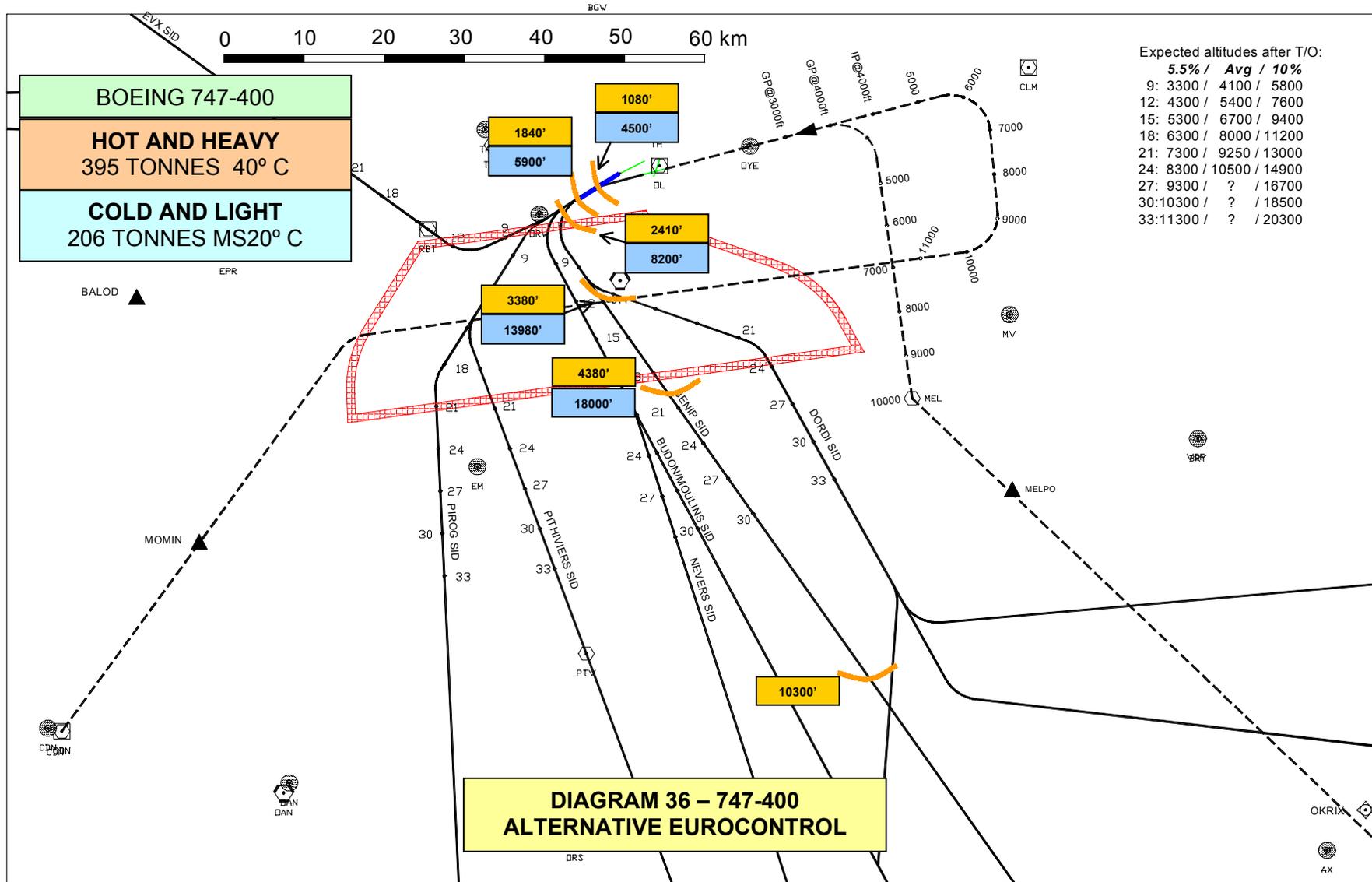
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



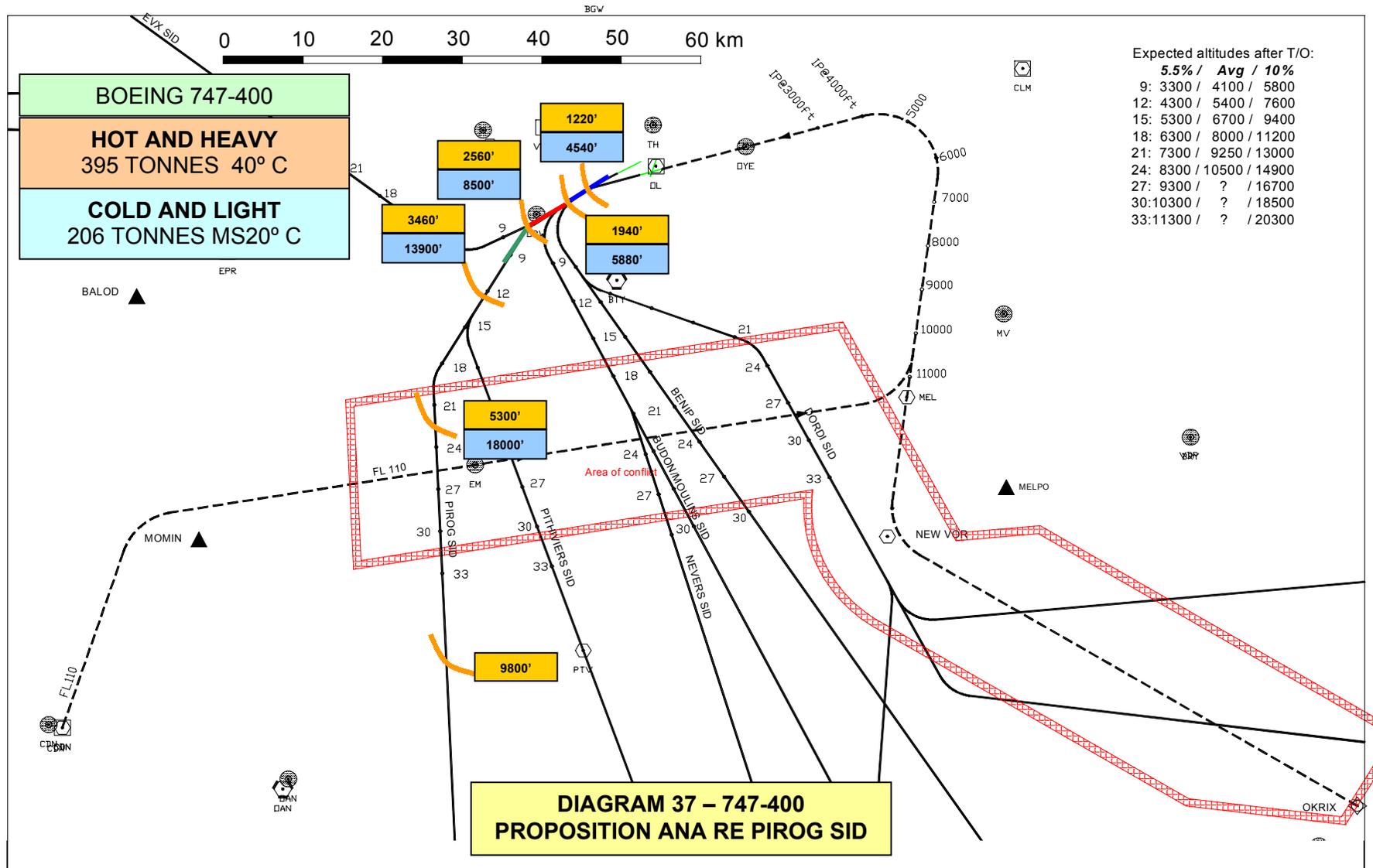
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



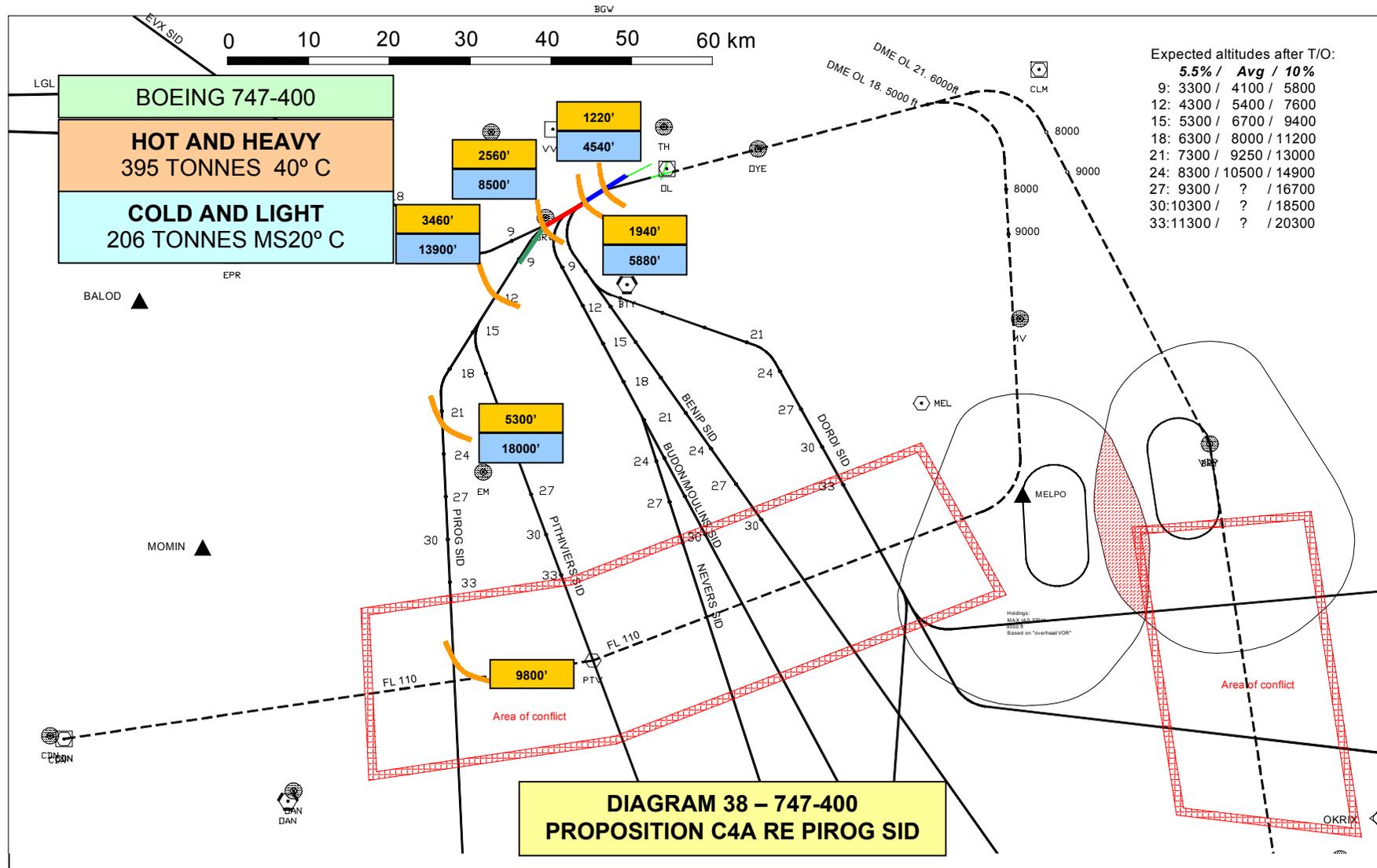
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



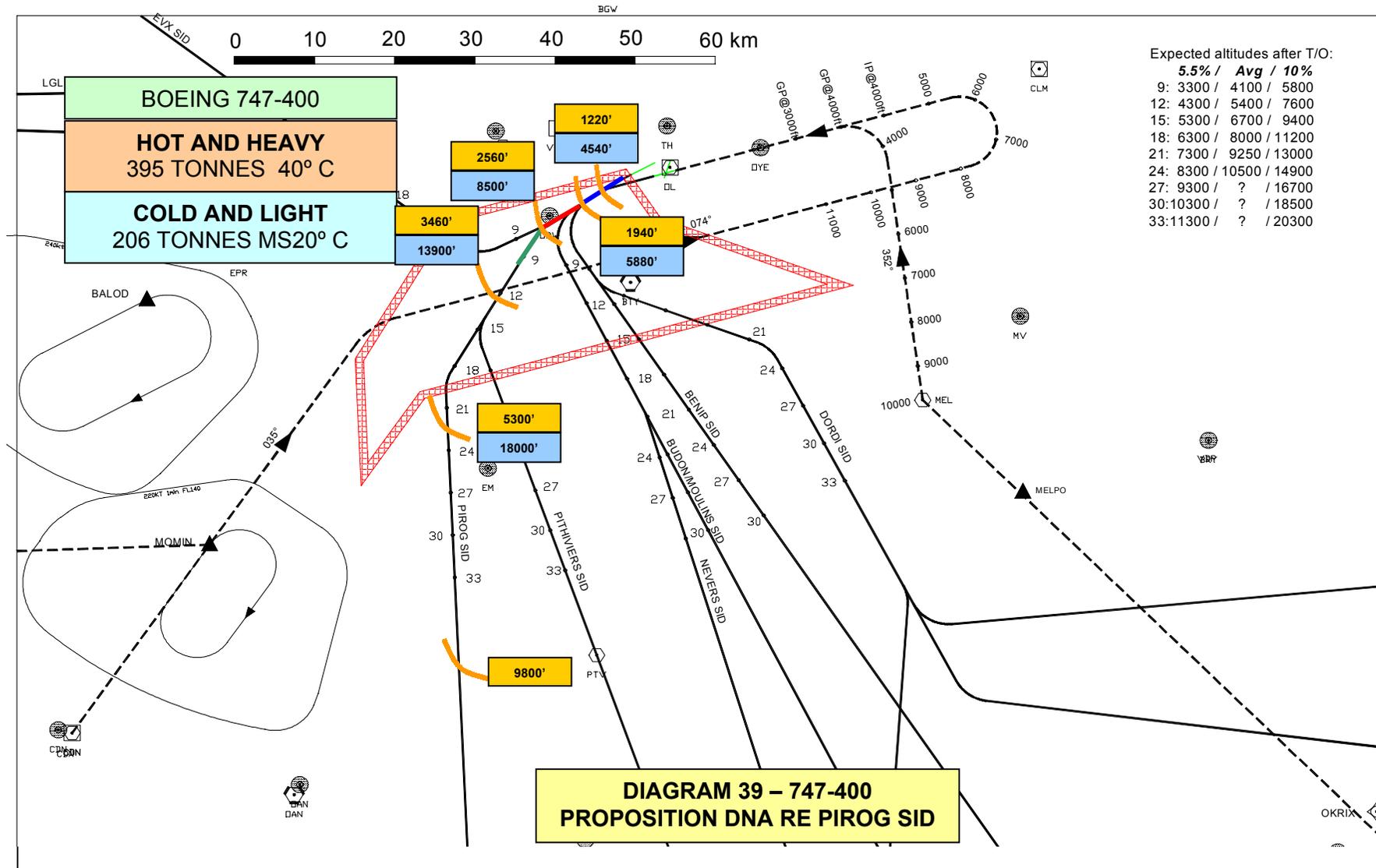
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



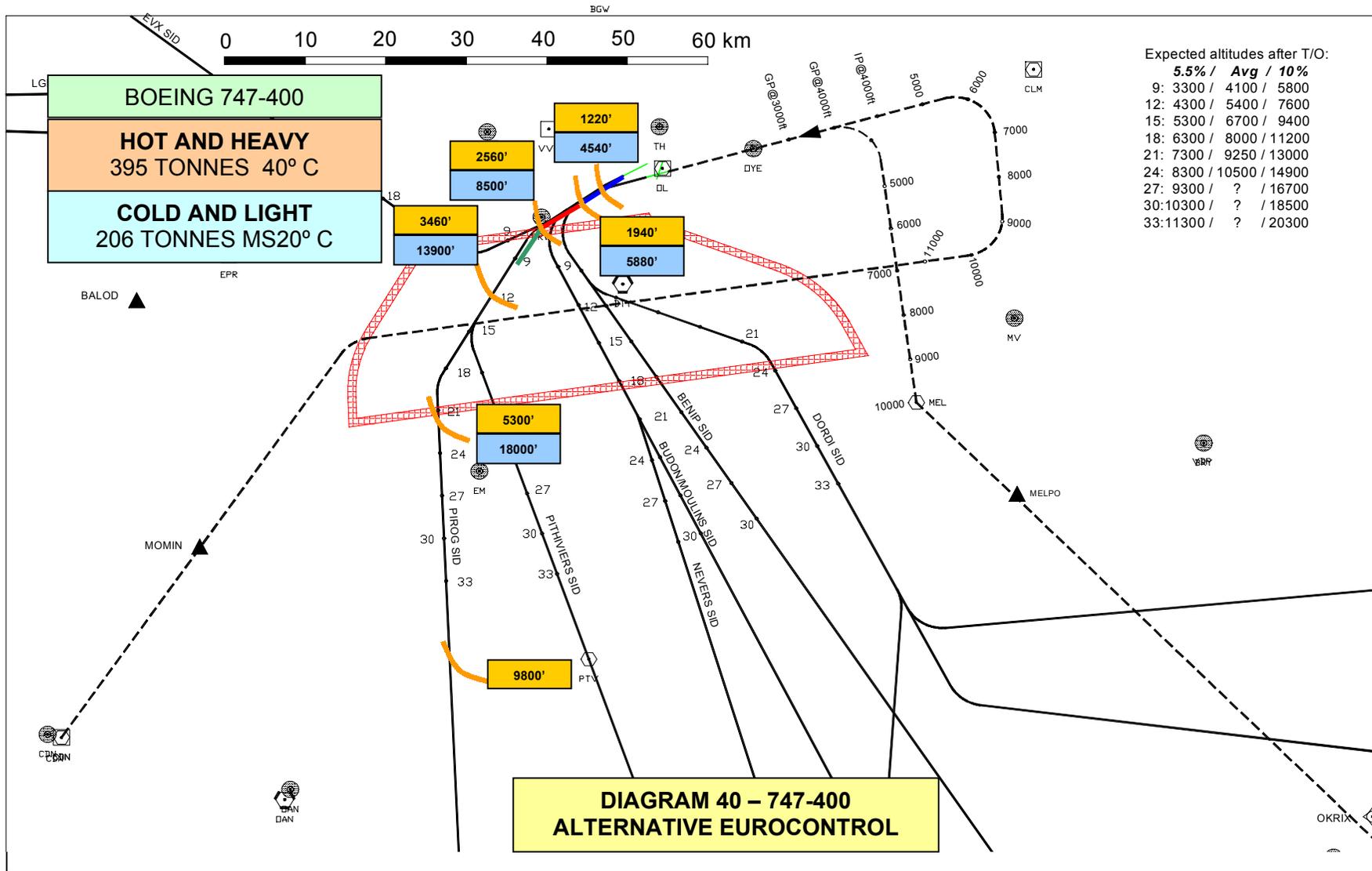
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



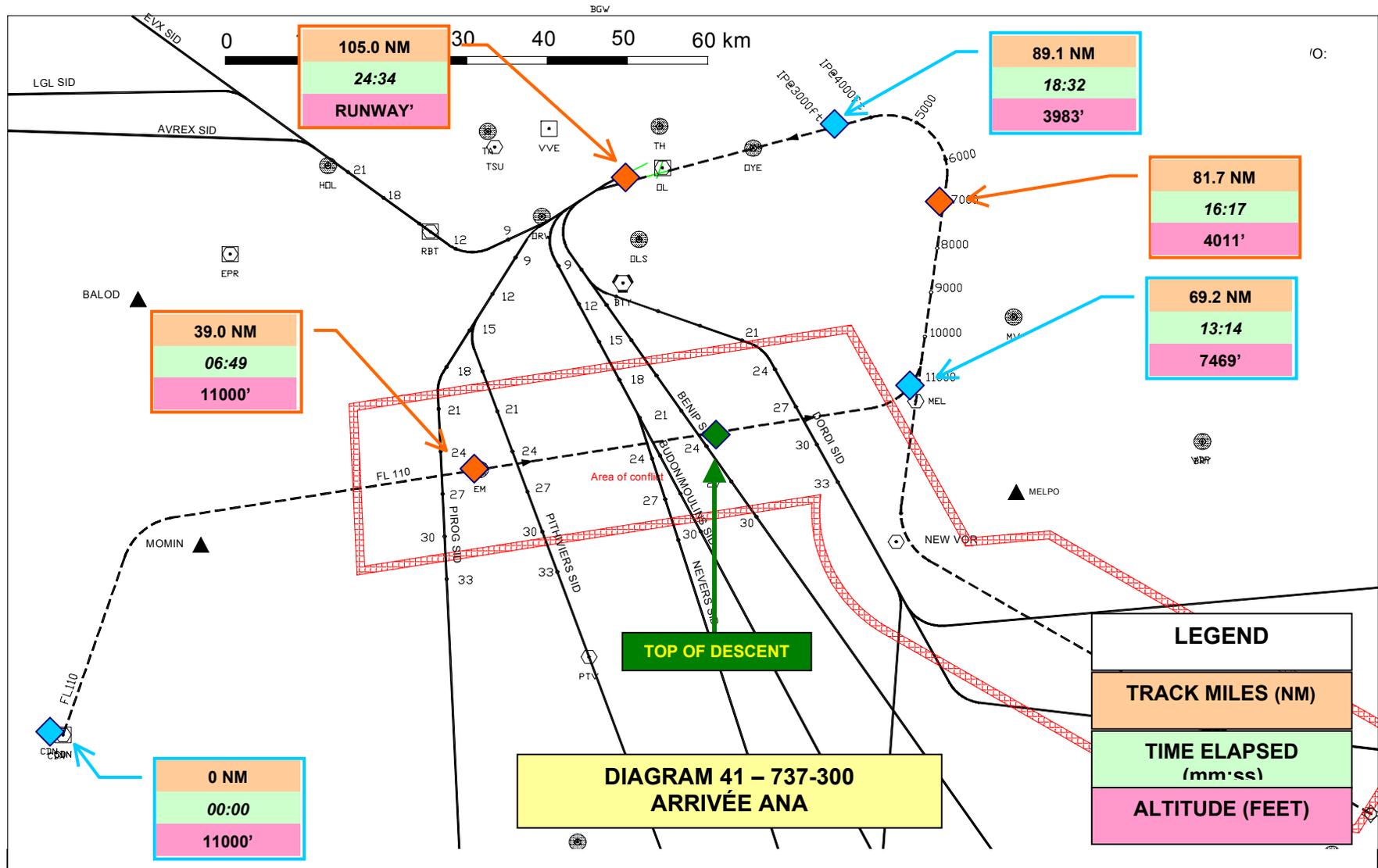
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



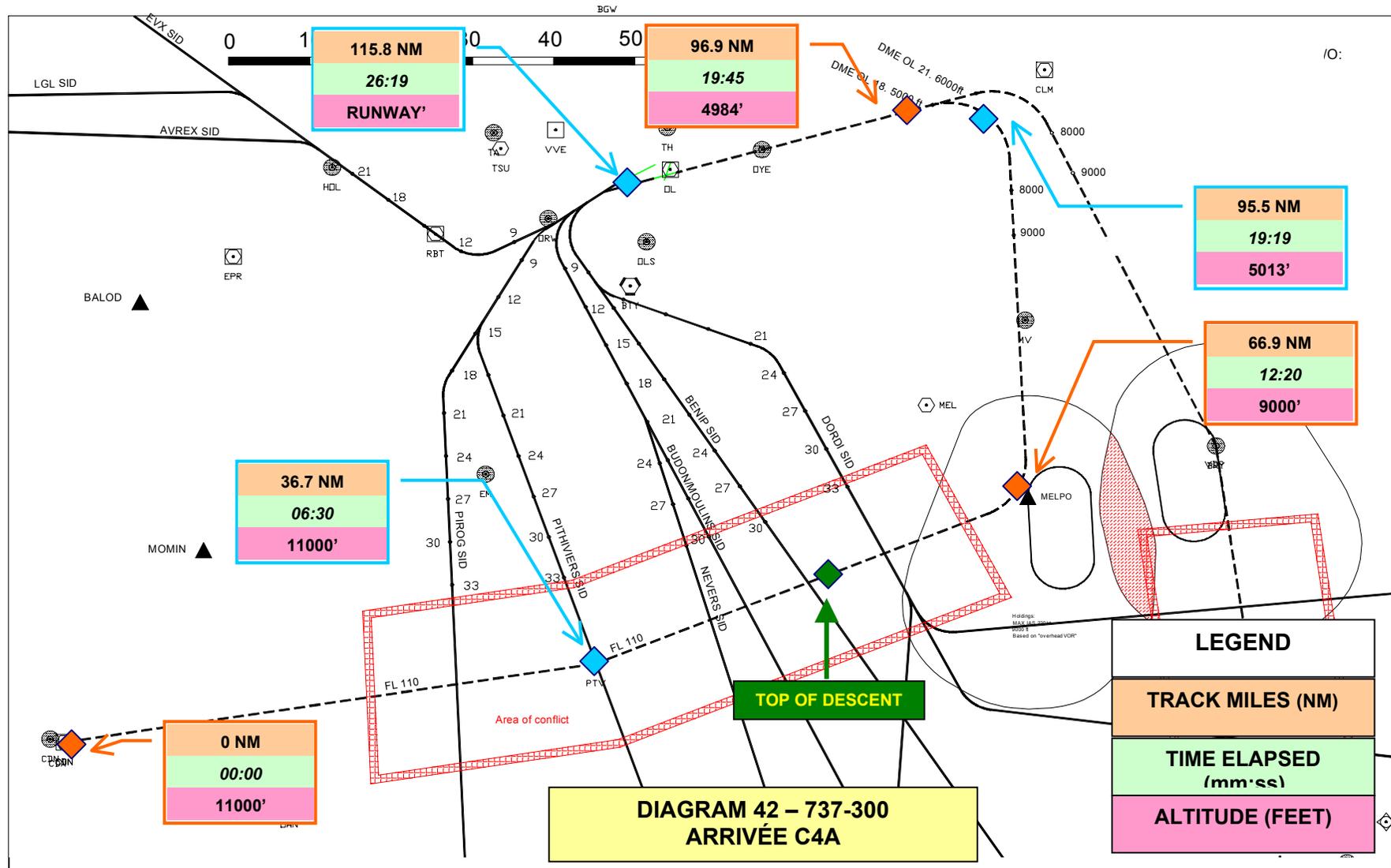
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



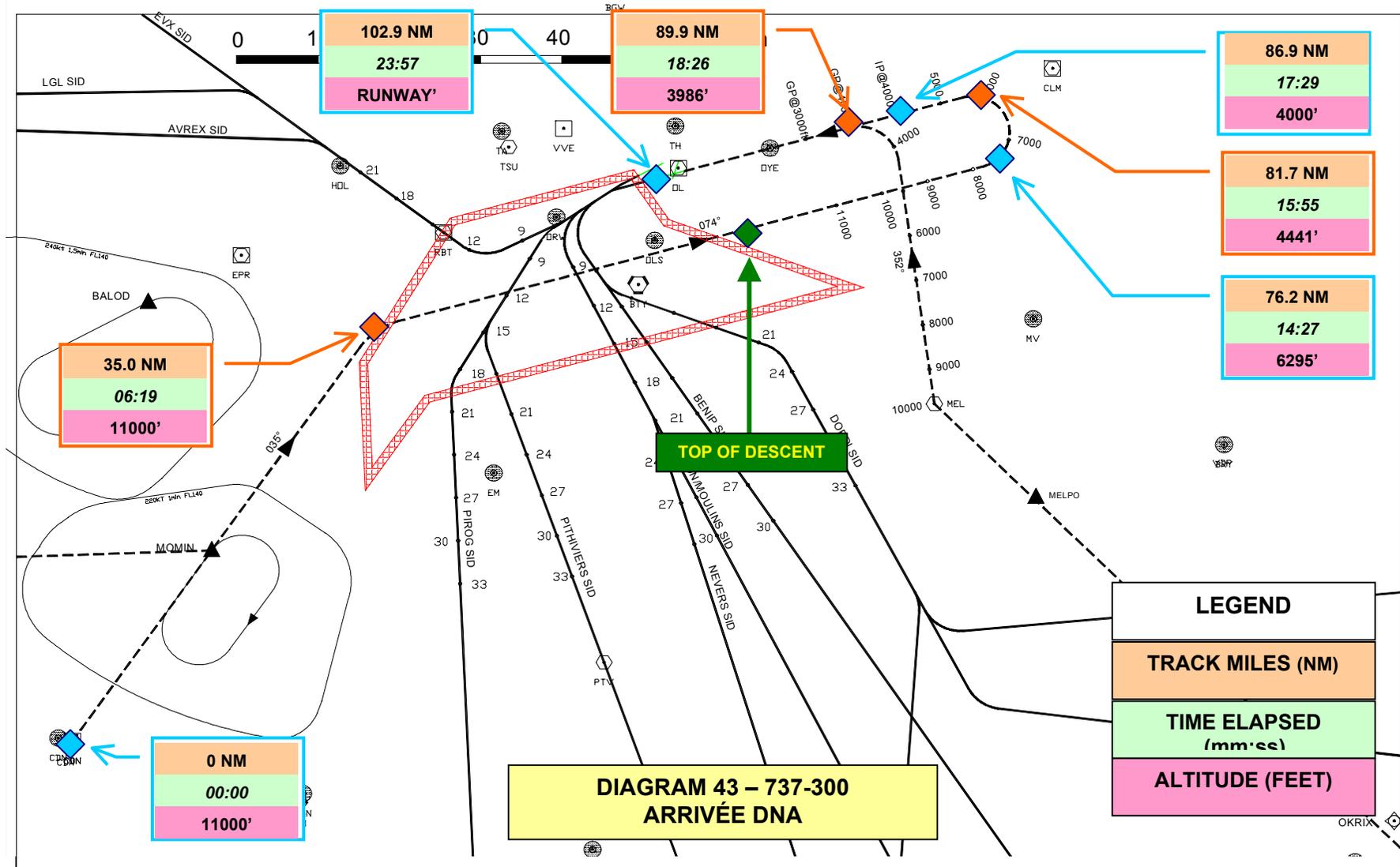
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



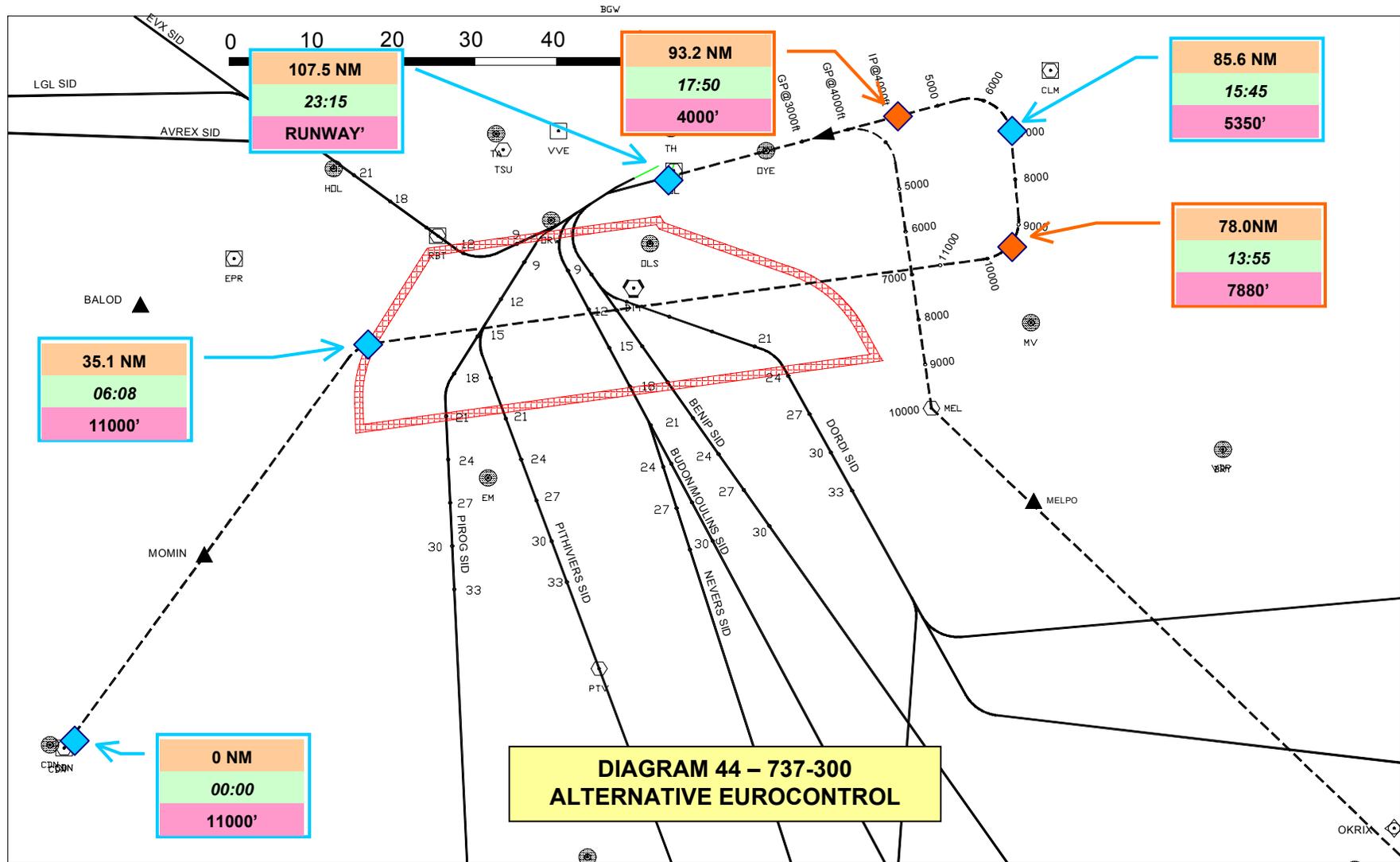
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



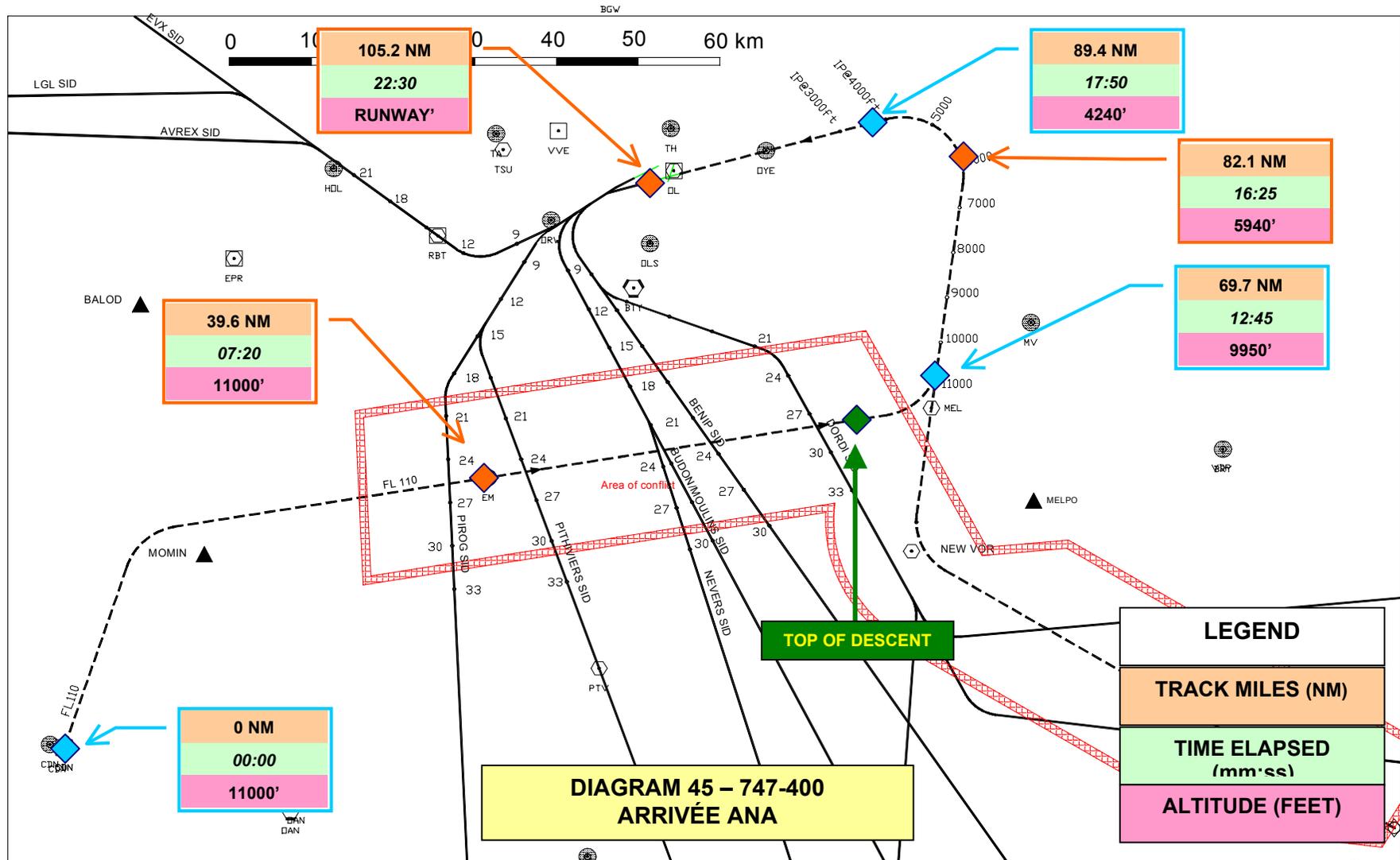
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



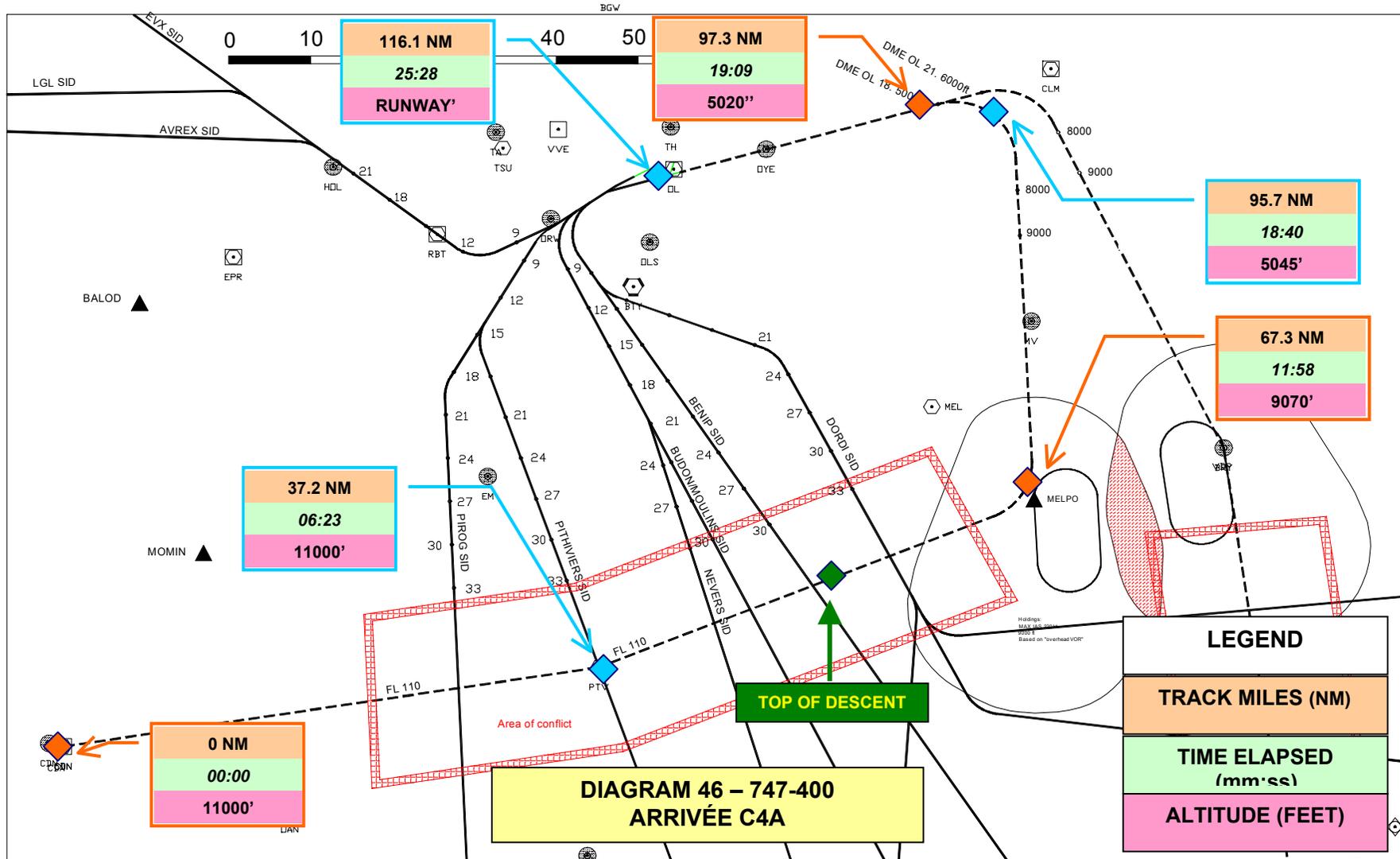
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



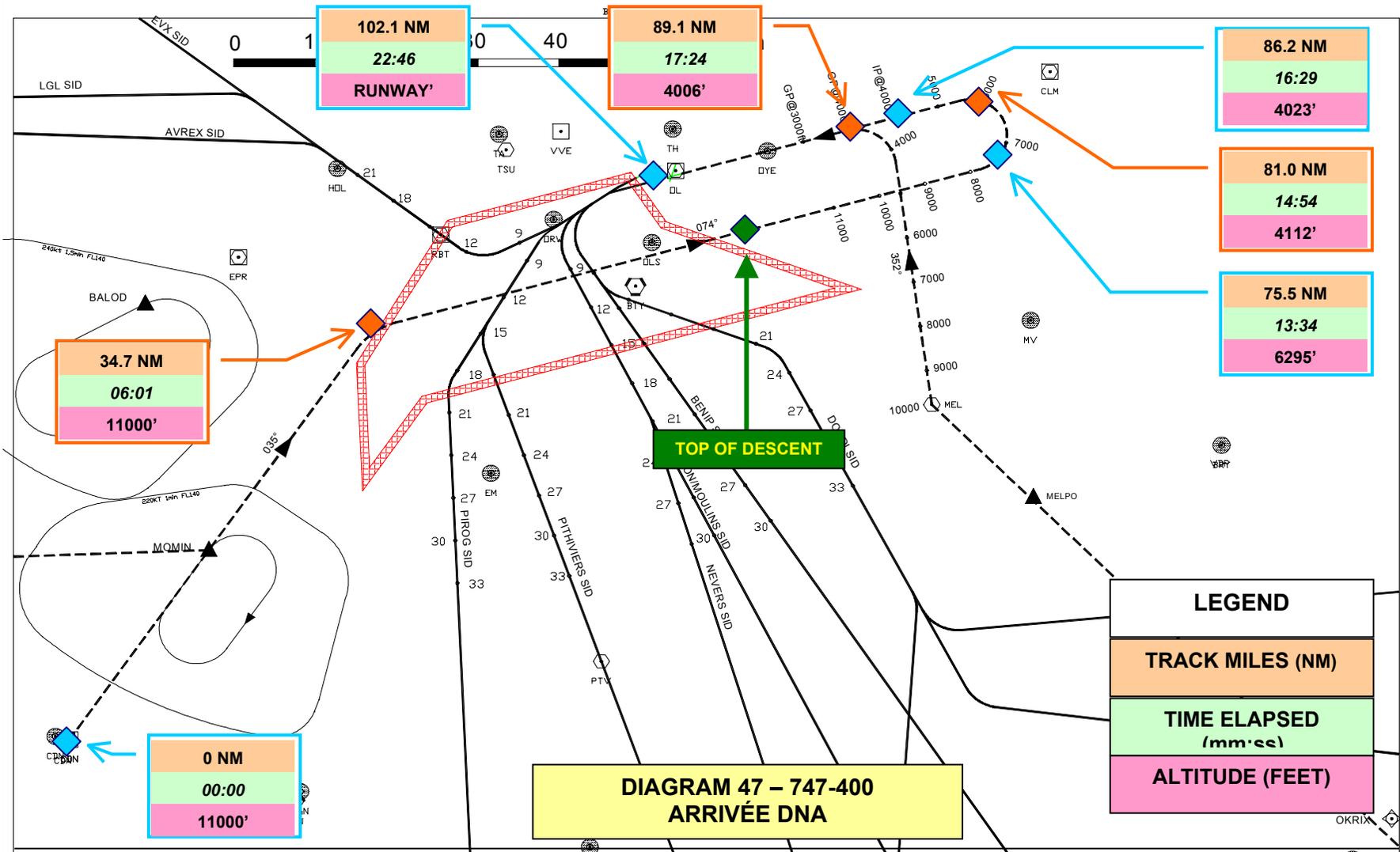
# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS

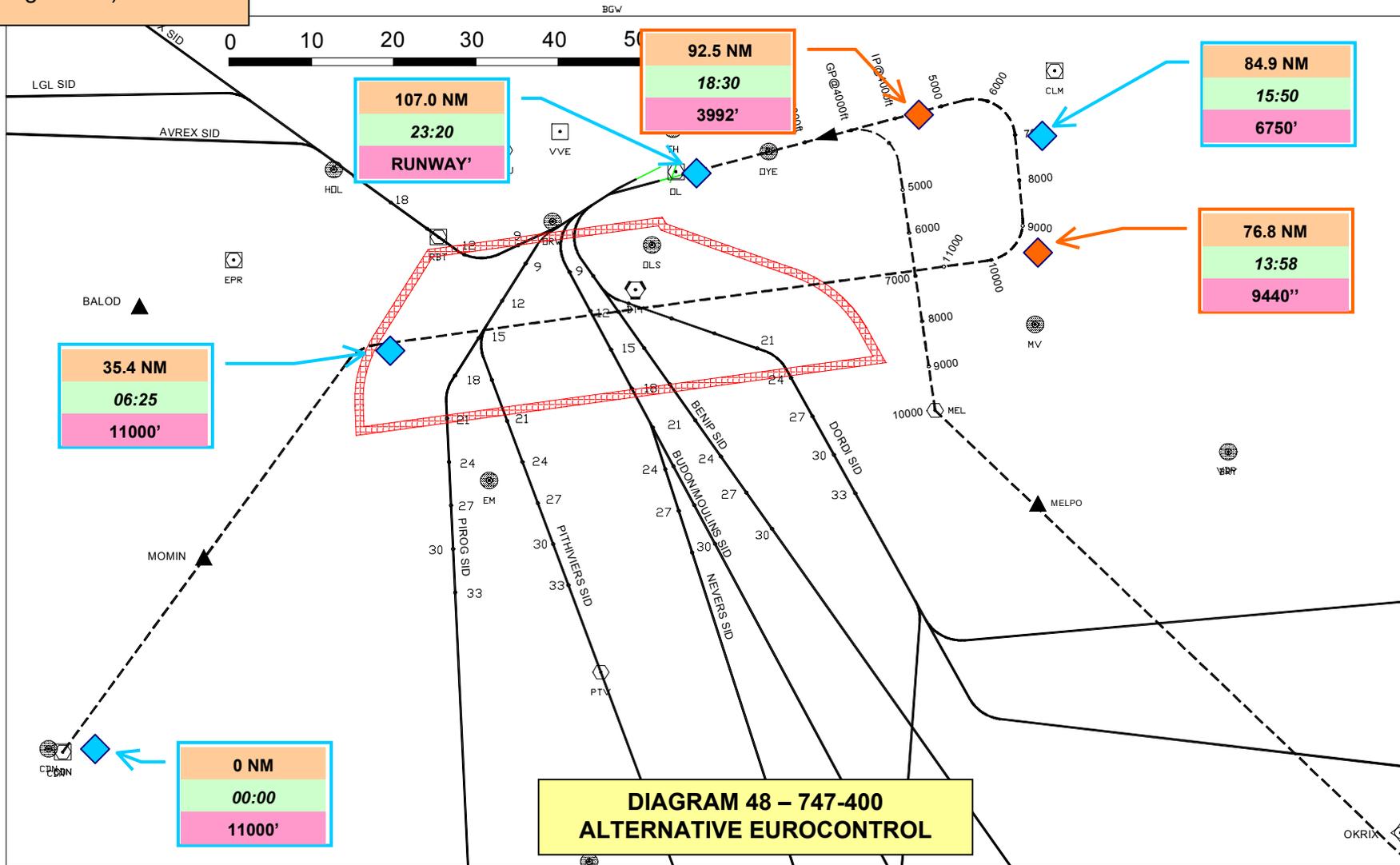


# REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS



REORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN TERMINAL DE PARIS

New drawing required from LF  
 – check distance from CDN  
 and time to be more than DNA  
 option (Diagram 47)



**ORGANISATION DE  
L'ESPACE AERIEN EN  
REGION TERMINALE**

**Lignes directrices  
concernant une méthode  
opérationnelle**

ASM.ET1.STO6.DEL01

<b>Edition</b>	<b>:</b>	<b>A</b>
<b>Édition Date</b>	<b>:</b>	<b>25/06/98</b>
<b>État</b>	<b>:</b>	<b>Version Publiée</b>
<b>Classification</b>	<b>:</b>	<b>Diffusion générale</b>



**FICHE SIGNALÉTIQUE****DESCRIPTION DU DOCUMENT****Titre du document**

Organisation de l'espace aérien en région terminale  
*Lignes directrices concernant une méthode opérationnelle*

NUMERO DE REFERENCE du PRODUIT EWP ASM. ET1. ST06. DEL. 01

**REFERENCE DU PROGRAMME**

ASM.ET1.ST06 - GUI - 01 - 01

**EDITION :** A**DATE :** 25/06/98**Résumé**

Le présent document propose un ensemble de méthodes et définit des principes associés à l'organisation de l'espace aérien en région terminale.

**Mots clefs**

Espace aérien de  
région terminale

**RESPONSABLE :** M.GRIFFIN **TEL :** 3292 **DIVISION :** DED.4

**STATUT ET TYPE DE DOCUMENT**

STATUT	CATEGORIE	CLASSIFICATION
Avant-projet <input type="checkbox"/>	Mission d'encadrement <input type="checkbox"/>	Diffusion générale <input checked="" type="checkbox"/>
Projet <input type="checkbox"/>	Tâche spécialisée <input checked="" type="checkbox"/>	EATCHIP <input type="checkbox"/>
Version proposée <input type="checkbox"/>	Tâche annexe <input type="checkbox"/>	Restreinte <input type="checkbox"/>
Version publiée <input checked="" type="checkbox"/>		

**SAUVEGARDE ELECTRONIQUE**

**REFERENCE INTERNE :** ORGANISATION DE L'ESPACE AERIEN DE REGION TERMINALE

SYSTEME HOTE	SUPPORT	LOGICIEL(S)
Microsoft Windows	Type : Disque dur	
	Identification du support :	



**APPROBATION DU DOCUMENT**

La présente édition du document a été approuvée successivement par les autorités responsables suivantes :

<b>AUTORITE RESPONSABLE</b>	<b>NOM ET SIGNATURE</b>	<b>DATE</b>
Président du Sous-Groupe Développement du Réseau de routes ATS (RNDSG)	M. J. Lambert	29/06/98
Président du Groupe Espace aérien et Navigation Team (ANT)	M. A. Hendriks	29/06/98
Chef de Projet EATCHIP	M. W. Philipp	30/06/98



**RELEVÉ DES MODIFICATIONS**

Le tableau ci-dessous retrace l'historique des diverses éditions du présent document.

<b>EDITION</b>	<b>DATE</b>	<b>MOTIF DU CHANGEMENT</b>	<b>SECTIONS/ PAGES MODIFIEES</b>
A	25/06/98	Version Publiée	Toutes



**TABLE DES MATIERES**

<b>APPROBATION DU DOCUMENT .....</b>	<b>III</b>
<b>RELEVÉ DES MODIFICATIONS.....</b>	<b>V</b>
<b>TABLE DES MATIERES .....</b>	<b>VII</b>
<b>PRINCIPAUX SIGLES UTILISÉS DANS LE DOCUMENT.....</b>	<b>IX</b>
<b>AVANT-PROPOS.....</b>	<b>1</b>
<b>PREMIÈRE PARTIE CONTEXTE.....</b>	<b>3</b>
1.1 INTRODUCTION .....	3
1.2 RÉFÉRENCES DE L'OACI EN MATIÈRE D'ORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN EN RÉGION TERMINALE .....	5
1.3 LES TÂCHES ASSOCIÉES AU CONTRÔLE D'APPROCHE.....	11
<b>DEUXIÈME PARTIE LA FONCTION D'ESPACE AÉRIEN EN RÉGION TERMINALE .....</b>	<b>13</b>
2.1 DÉVELOPPEMENT PROGRESSIF DE L'ESPACE AÉRIEN EN RÉGION TERMINALE .....	13
2.2 DIVISION FONCTIONNELLE DE L'ESPACE AÉRIEN EN RÉGION TERMINALE .....	15
2.3 SECTORISATION DES RÉGIONS DE CONTRÔLE D'APPROCHE ET DES RÉGIONS TERMINALES .....	18
<b>TROISIÈME PARTIE CONCEPTION DE L'ESPACE AÉRIEN EN RÉGION TERMINALE ..</b>	<b>25</b>
3.1 CONCEPTION DES STRUCTURES DE L'ESPACE AÉRIEN DE RÉGION TERMINALE .....	25
3.2 PRATIQUES OPÉRATIONNELLES AU SEIN D'UNE RÉGION TERMINALE DÉTERMINÉE .....	29
3.3 POSITION THÉORIQUE DES POINTS SIGNIFICATIFS .....	33
3.4 ZONES D'INTERACTION.....	35
3.5 DÉLÉGATION DES SERVICES ATS.....	36
<b>QUATRIÈME PARTIE FACTEURS D'INFLUENCE ET PROBLÈMES CONSTATÉS .....</b>	<b>39</b>
<b>CINQUIÈME PARTIE MÉTHODE D'ORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN DE RÉGION         TERMINALE .....</b>	<b>49</b>
5.1 ÉTAPE 1 – ÉVALUATION DU PROBLÈME .....	49
5.2 ÉTAPE 2 – ORGANISATION DU PROJET .....	53
5.3 ÉTAPE 3 – ÉLABORATION DE LA PROPOSITION.....	54
5.4 ÉTAPE 4 – VALIDATION DES PROPOSITIONS.....	55
PROCESSUS DE MISE AU POINT – CONCEPT D'ORGANISATION DE L'ESPACE AÉRIEN DE RÉGION TERMINALE .....	56
<b>SIXIÈME PARTIE LE CONCEPT D'ESPACE AÉRIEN DE RÉGION TERMINALE .....</b>	<b>57</b>
6.1 APERÇU DES BESOINS .....	57
6.2 DOCUMENTATION DE L'OACI .....	57
6.3 ÉLABORATION DU CONCEPT .....	58
6.4 CONCLUSION .....	60
<b>CADRE D'ANALYSE DE L'ESPACE AÉRIEN DE RÉGION TERMINALE.....</b>	<b>61</b>



**PRINCIPAUX SIGLES UTILISES DANS LE DOCUMENT**

ADC	Contrôle d'aérodrome (Tour)
AGL	Au-dessus du niveau du sol
AIP	Publication d'informations aéronautiques
AMSL	au-dessus du niveau moyen de la mer
ANT	Groupe Espace aérien et Navigation (EUROCONTROL)
APATSI	Interface Aéroports/Services de la circulation aérienne
APP	Approche (Contrôle)
ATC	Contrôle de la circulation aérienne
ATCC	Centre de contrôle de la circulation aérienne
ATCO	Contrôleur de la circulation aérienne
ATCU	Organe des services de la circulation aérienne.
ATS	Service(s) de la circulation aérienne
ATSU	Organe des services de la circulation aérienne
ATZ	Zone de circulation d'aérodrome
CAA	Administration de l'aviation civile
CCR	Centre de contrôle régional
CFMU	Organisme central de gestion des courants de trafic (EUROCONTROL)
CODA	Bureau central d'analyse des retards (EUROCONTROL)
CRDA	Affichage des pistes convergentes
CTA	Région de contrôle
CTR	Zone de contrôle
DME	Système de mesure de distance
EATCHIP	Programme européen d'harmonisation et d'intégration du contrôle de la circulation aérienne
ECAC	Conférence européenne de l'aviation civile
EUROCONTROL	Organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne
FIR	Région d'information de vol
FL	Niveau de vol
ft	pied
FUA	Utilisation flexible de l'espace aérien.
GND	(Niveau) du sol
GPS	Système de positionnement à l'échelle du globe
IATA	Association du transport aérien international
IFATCA	Fédération internationale des associations de contrôleurs aériens
IFR	Règles de vol aux instruments
IMC	Conditions météorologiques de vol aux instruments
(k)m	(kilo)mètres
NDB	radiophare non-directionnel
NM	Milles nautiques
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
RNAV	Navigation de surface
RNDSG	Sous-groupe «Réalisation du réseau de routes ATS » (EUROCONTROL)
RTF	Radiotéléphonie
RWY	Piste
SARPs	Normes et Pratiques recommandées (OACI)
SCR	Bureau central des redevances de route (EUROCONTROL)
SID	Départ normalisé aux instruments (Itinéraire)
SRA	Région à réglementation spéciale
SRZ	Zone à réglementation particulière
STAR	Itinéraire d'arrivée normalisée aux instruments
TMA	Zone de contrôle terminale
TWR	Tour
VFR	Règles de vol à vue
VMC	Conditions météorologiques de vol à vue
VOR	Radiophare d'alignement omnidirectionnel (VHF)



## **AVANT-PROPOS**

L'organisation de l'espace aérien en région terminale est abordée, sous divers points de vue, dans le Programme européen d'harmonisation et d'intégration du contrôle de la circulation aérienne (EATCHIP), dont EUROCONTROL a la charge. Cette prise en compte est une nécessité, tant il est difficile de délimiter avec précision la frontière exacte entre opérations de route et opérations en région terminale, délimitation qui serait au demeurant peu opportune. Or il est indispensable de bien comprendre les caractéristiques propres à chacun de ces types d'opérations si l'on veut pouvoir améliorer la capacité du système dans son ensemble. Les informations sur l'organisation de l'espace aérien en région terminale ne manquent pas dans diverses publications de l'OACI. Il n'est pas question ici de reprendre ni de modifier ces données mais de les utiliser pour développer certains points pertinents. Les directives, dont nous proposons ici une première version, ne sont donc pas exhaustives. Certains éléments pourront devoir être modifiés ou complétés et le lecteur est invité à faire parvenir ses observations ou suggestions éventuelles à l'adresse suivante : Section 2, DED.4, Siège d'EUROCONTROL, Haren, B 1130 Bruxelles (Belgique).

Le présent document vise à proposer aux personnes associées à l'organisation de l'espace aérien en région terminale un ensemble de méthodes qui permettront de définir leur rôle de façon plus précise. Les méthodes préconisées devraient faciliter l'analyse et l'évaluation des mécanismes propres à l'espace aérien de région terminale dans le cadre de la fonction à exécuter. Les questions et les contraintes à prendre en compte lors d'une telle évaluation sont également abordées.

Nombre d'administrations nationales confient la responsabilité de l'organisation de l'espace aérien en région terminale aux organismes qui y assurent le service. Bien souvent, cette tâche revient à des personnes n'ayant aucune expérience préalable dans ce domaine. Le présent document, établi à leur intention, leur donnera un aperçu des principes régissant cette organisation. Les États qui envisagent de modifier les structures de leur espace aérien en région terminale y trouveront également une base de référence initiale.

Un document sur l'organisation de l'espace aérien en région terminale ne peut avoir un caractère définitif. En effet, les structures évoluent avec le temps et chaque région doit être considérée dans sa spécificité. Aucun détail de procédure n'est donné ici et les paramètres d'organisation de l'espace sont fixés selon des critères variables d'un site à l'autre. Nombre de paramètres ont une incidence sur le développement de l'espace aérien de région terminale et chacun d'entre eux peut varier dans une large proportion. Ces facteurs, auxquels s'ajoute la diversité des politiques adoptées par les États, expliquent la multiplicité des critères de conception. Mais il existe de nombreux éléments communs qui ont servi de point de départ au présent document.

Les aspects de navigation ne sont pas abordés. Il est cependant admis que les concepteurs des procédures devront prendre en considération les nouveautés technologiques mises en œuvre, telles que la navigation de surface (RNAV), et la question pourrait devoir être approfondie dans des versions ultérieures du présent document.

Les directives ont été rédigées sous la conduite de plusieurs experts nationaux, spécialistes du domaine. Elles reposent sur une analyse des opérations dans tous les États de la CEAC, qui a permis de déceler plusieurs problèmes propres à l'espace aérien de région terminale ; les solutions qui y ont été apportées dans un certain nombre de pays pourraient servir à d'autres États qui rencontreraient les mêmes difficultés.



## **PREMIERE PARTIE**

### **CONTEXTE**

#### **1.1 INTRODUCTION**

Il est nécessaire de délimiter une portion d'espace aérien à proximité de certains aéroports, qui permette d'offrir une protection aux aéronefs et de garantir ainsi la sécurité du système de contrôle de la circulation aérienne. En règle générale, cet espace aérien est situé à proximité des aéroports sur lesquels des services de contrôle de la circulation aérienne (ATS) sont fournis aux aéronefs effectuant des vols conformément aux règles de vol aux instruments (IFR).

Le développement soutenu du secteur de l'aéronautique a donné naissance à une terminologie complexe. Divers termes sont utilisés pour décrire l'espace aérien à proximité des aérodromes, qui recouvrent tous, pour l'essentiel, une même fonction. Certains de ces termes sont définis au sein de l'OACI, d'autres pas.

Aux fins du présent du document, on retiendra la définition suivante :

**“L'Espace aérien de région terminale** est une expression générique qui désigne l'espace aérien entourant un aéroport où des services de contrôle de la circulation aérienne sont fournis. Cette expression englobe toutes les variantes terminologiques actuellement utilisées dans l'ensemble de la zone de la CEAC”.

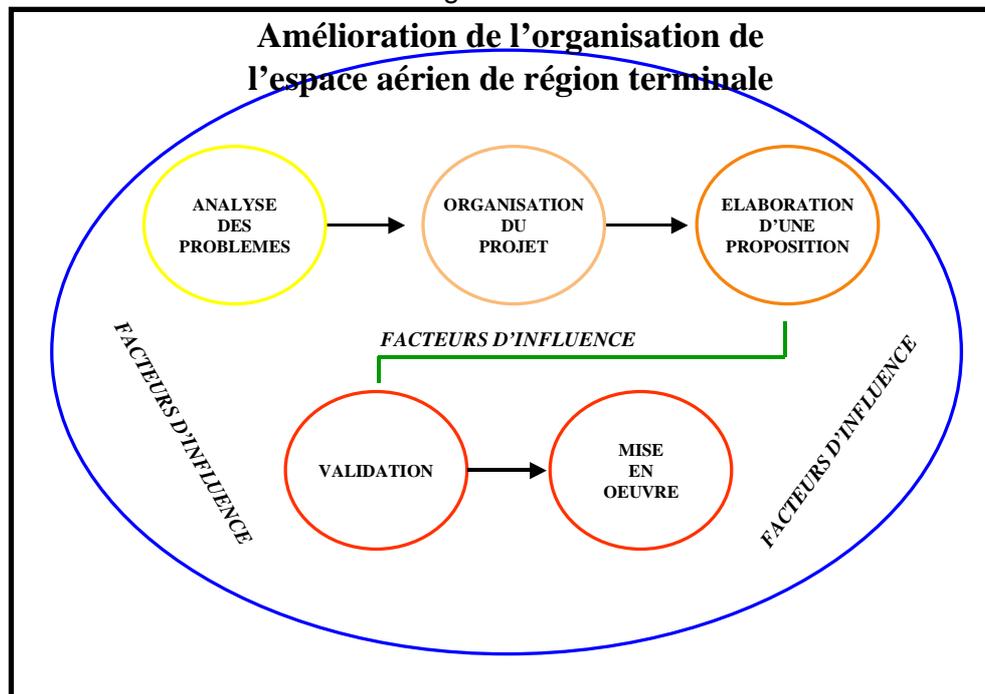
[Note explicative : La définition ci-dessus vise à inclure la classification des espaces aériens de type TMA, CTA, CTR, SRZ, ATZ ou toute autre nomenclature servant à désigner l'espace aérien aux alentours d'un aéroport.]

NB. L'expression “espace aérien de région terminale” n'est pas actuellement utilisée ni définie par l'OACI.

L'organisation de ces espaces aériens est tributaire de divers facteurs qui varieront inévitablement d'un lieu à l'autre en fonction des exigences locales. Il ne serait donc pas judicieux de concevoir un ensemble de directives qui s'appliquent à tous les sites. Cependant, une méthode générale d'organisation de l'espace aérien constitue un fonds commun pour la majorité, voire la totalité, des espaces aériens en région terminale.

Cette méthode peut être illustrée comme suit :

Diagramme 1-1



## 1.2 REFERENCES DE L'OACI EN MATIERE D'ORGANISATION DE L'ESPACE AERIEN EN REGION TERMINALE

La documentation de l'OACI sur l'organisation de l'espace aérien en région terminale est abondante. Elle prévoit le développement progressif de l'espace aérien en question. Des informations figurent notamment dans les documents suivants :

Annexe 2 - Convention relative à l'aviation civile - Règles de l'air  
Annexe 11 - Convention relative à l'aviation civile - Services de la circulation aérienne  
Doc. 4444-RAC Règles de l'air et Services de la circulation aérienne  
Doc. 9426 - AN Manuel de planification des services de la circulation aérienne  
Doc. 8168-OPS Exploitation technique des aéronefs - Volume II  
Doc. 9368-AN Manuel de construction des procédures de vol aux instruments  
Doc. 9371-AN Manuel des gabarits pour les procédures d'attente, d'inversion et en hippodrome

Quatre grands thèmes y sont abordés :

- a) *La conception des procédures*
- b) *La configuration des structures de l'espace aérien de région terminale*
- c) *La répartition des responsabilités en matière de fourniture de services de la circulation aérienne*

La désignation et la classification des espaces aériens ATS.

Ces thèmes constituent le point de départ de l'organisation de l'espace aérien en région terminale, à tous les niveaux de densité de trafic. Les documents de l'OACI traitent de bien d'autres sujets encore, notamment des itinéraires normalisés de départ et d'arrivée aux instruments ainsi que des procédures qui y sont associées, de l'utilisation du radar, des vols mixtes IFR/VFR, de l'établissement de procédures de vol à vue et aux instruments, etc. Ces mesures, qui complètent et élargissent les dispositions de base, sont appliquées sur les sites nécessitant un tel dispositif.

### 1.2.1 Conception des procédures

L'OACI donne des informations détaillées sur la conception de procédures applicables à l'espace aérien de région terminale. Des données sur leur construction, fournies à l'usage des spécialistes du domaine, décrivent les prescriptions essentielles au plan local ainsi que les exigences de franchissement d'obstacle pour assurer la sécurité et la régularité des opérations de vol aux instruments.

Les informations sur la conception des procédures portent sur trois grands domaines d'opérations dans l'espace aérien de région terminale:

- a) Les procédures de départ, qui sont établies pour chaque piste appelée à servir pour les départs aux instruments;
- b) Les procédures d'arrivée, qui peuvent comporter cinq segments distincts : les segments d'arrivée, d'approche initiale, d'approche intermédiaire, d'approche finale et d'approche interrompue;

- c) Les procédures d'attente, avec une zone d'attente fixée en fonction d'un certain nombre de facteurs variables.

L'organisation des structures de l'espace aérien en région terminale sera bien sûr étroitement liée aux procédures de départ, d'arrivée et d'attente qui seront établies pour l'aérodrome en question. Le planificateur de l'espace aérien devra donc avoir connaissance des procédures, en vigueur ou prévues, applicables sur le site desservi par la structure de l'espace aérien.

## 1.2.2 Configuration des structures de l'espace aérien de région terminale

L'OACI demande que, lorsque la fourniture de services ATS a été décidée, les portions d'espace aérien à l'intérieur desquelles ces services seront fournis soient désignées comme suit:

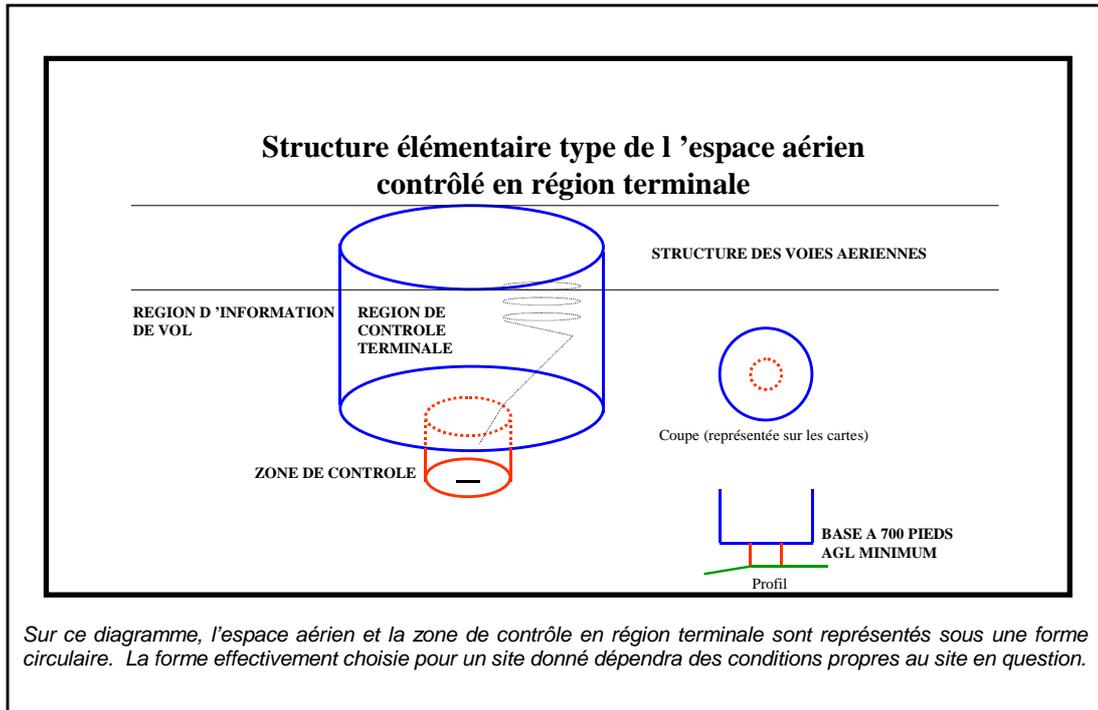
- a) *Région d'information de vol (FIR)*: c'est la portion de l'espace aérien à l'intérieur de laquelle il a été décidé de fournir un service d'information de vol et un service d'alerte ;
- b) *Région de contrôle (CTA)*: c'est la portion de l'espace aérien située au-dessus d'une limite déterminée par rapport à la surface. La limite inférieure d'une région de contrôle doit être fixée à une hauteur d'au moins 200 m (700 pieds) au-dessus du sol ou de la mer.  
Les régions de contrôle peuvent être composées :
  - i. des régions de contrôle terminales (TMA)
  - ii. des voies aériennes communiquant entre elles
  - iii. des régions de contrôle du type "surface";
- c) *Zone de contrôle (CTR)*: c'est un espace aérien contrôlé s'étendant verticalement à partir de la surface jusqu'à une limite supérieure spécifiée. Les limites latérales d'une zone de contrôle sont d'au moins 9,3 km (5 MN) à partir du centre de l'aérodrome ou des aérodromes concernés, dans les directions à partir desquelles l'approche peut être effectuée.

*NB. Une zone de contrôle peut englober plusieurs aérodromes proches.*

***Les portions d'espace aérien à l'intérieur desquelles il est décidé de fournir un service de contrôle de la circulation aérienne pour les vols IFR sont appelées régions de contrôle ou zones de contrôle.***

Ces structures de base sont utilisées par les États de diverses façons, dans le but d'offrir un espace aérien contrôlé suffisant qui englobe (le cas échéant) les trajectoires des vols IFR à l'arrivée comme au départ d'un aérodrome. Dans ce contexte, les aéronefs en attente aux abords d'un aérodrome sont considérés comme des aéronefs à l'arrivée. Une configuration de base est illustrée sur le diagramme 1-2.

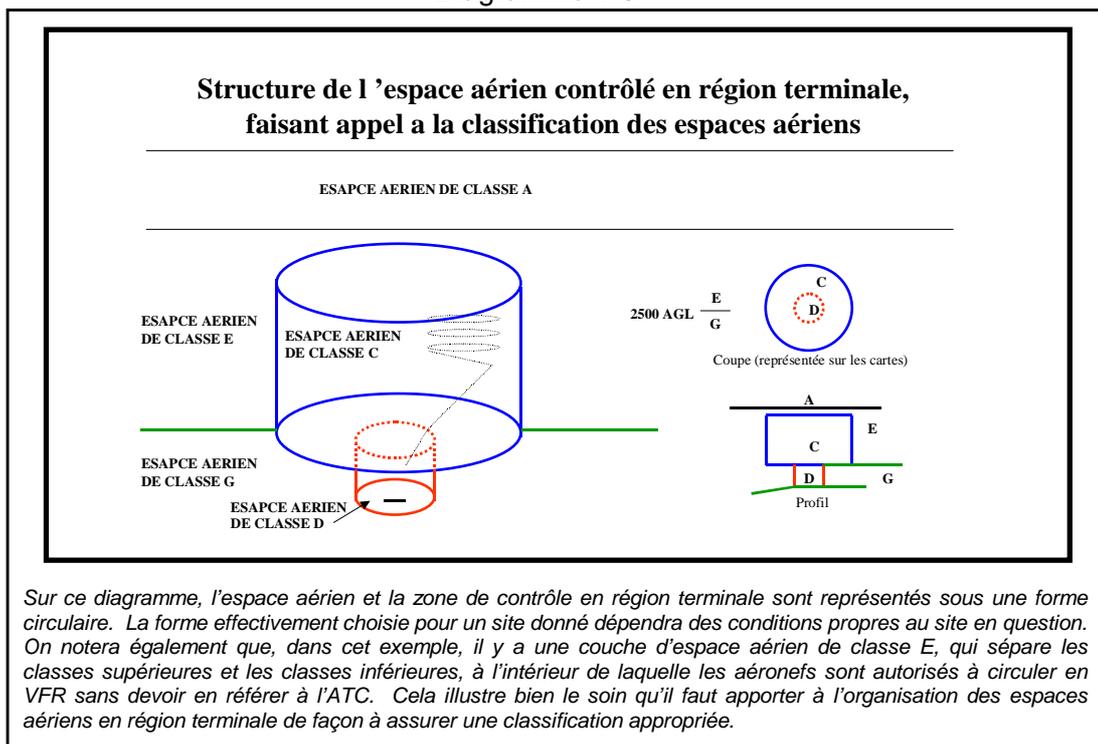
Diagramme 1-2



### 1.2.3 Classifications des espaces aériens en région terminale

L'OACI impose que les espaces aériens ATS soient classés et désignés selon la liste de classification publiée par ses soins. Indiquer qu'une portion d'espace aérien appartient à une classification donnée a la même finalité que l'assimiler à une structure d'espace aérien, par exemple une zone ou une région de contrôle. C'est ce qui apparaît sur le diagramme 1-3.

Diagramme 1-3



Le choix de la classification des espaces aériens peut avoir une incidence notable sur la capacité de l'espace aérien de région terminale. Il convient de considérer parallèlement :

*Les mesures nécessaires pour que la coexistence de vols IFR et VFR sur les aérodromes en question et aux alentours ne compromettent pas la sécurité des vols*  
- (Doc. 9420).

L'Annexe 11 prévoit des espaces aériens contrôlés à l'intérieur desquels il est possible d'effectuer des opérations en VFR libres de toutes restrictions ainsi que soumis à restrictions. Cela aboutit à une classification en trois catégories d'espace aérien contrôlé :

- **espace aérien limité aux vols aux instruments** **Classe A**  
Seuls les vols IFR sont admis.
- **vols aux instruments/vols à vue** **Classes B, C, D**  
Les vols IFR et VFR sont admis dans un environnement contrôlé.
- **vols à vue non contrôlés** **Classe E**  
Les vols IFR et VFR sont admis mais les opérations en VFR ne sont pas contrôlées.

En outre, des dispositions sont prévues pour l'espace aérien non contrôlé :

- **service consultatif de la circulation aérienne/ service d'information de vol** **Classe F**  
Les vols IFR et VFR sont admis et tous les vols IFR participants bénéficient du service consultatif de la circulation aérienne.
- **Service d'information de vol** **Classe G**  
Les vols IFR et VFR sont admis, les aéronefs bénéficiant du service d'information de vol s'ils le demandent.

Il appartient aux responsables de l'espace aérien de région terminale considéré d'évaluer le niveau de contrôle requis pour les opérations en VFR et d'apporter la solution adéquate au problème des vols mixtes VFR/IFR à l'intérieur du même espace. L'exclusion totale, comme dans le cas de la classe A, prive certains usagers de l'espace aérien et des services qui y sont associés. Toutefois, si le risque de collision existe, il peut être nécessaire d'appliquer certaines restrictions aux vols VFR, par exemple l'obligation d'emport d'équipements particuliers ou la limitation des vols à certaines régions et/ou routes.

Des restrictions peuvent être imposées aux vols VFR par le recours à la classification de l'espace aérien. Lorsque la valeur de confinement des vols VFR est plus faible, la classe d'espace aérien peut être moins restrictive.

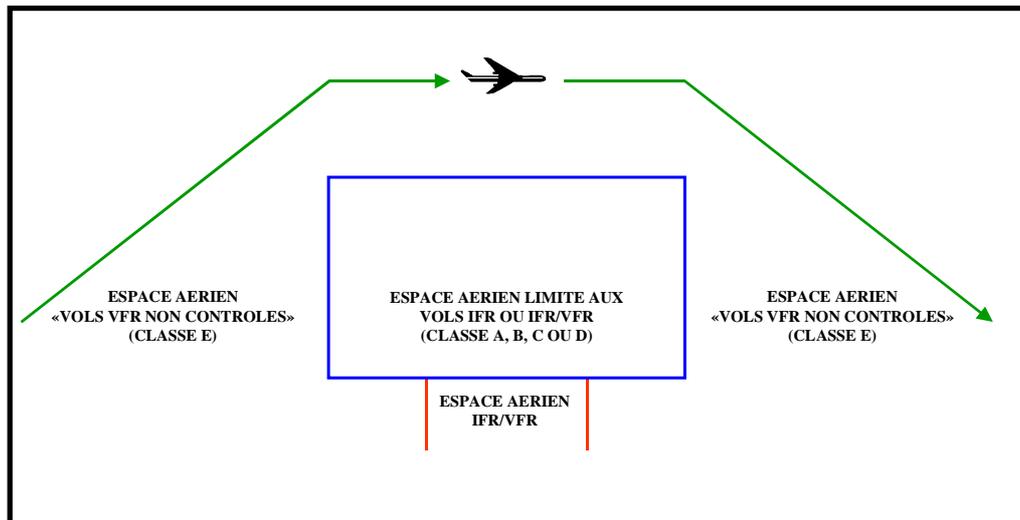
*Selon ce principe, l'espace aérien de classe B sera considéré comme moins restrictif que celui de classe A et l'espace aérien de classe C moins restrictif que celui de classe B, etc.*

En règle générale, c'est l'augmentation de la densité de trafic qui impose l'adoption de classes plus restrictives. Toutefois, la classification associée à une densité de trafic donnée variera d'un lieu à l'autre, selon les circonstances et les préférences. Ainsi, les classifications à proximité des aéroports européens où le trafic est le plus dense varient de la classe A à la classe E. En outre, en vue principalement de répondre aux besoins de l'aviation générale, on utilise généralement des classes moins restrictives à faible altitude qu'à altitude plus élevée.

A titre d'exemple, une zone de contrôle peut être classée D de façon que les vols VFR puissent avoir accès à l'aéroport en question (en assurant la sécurité des vols IFR), tandis

que la région de contrôle située au-dessus de cette zone de contrôle est classée B. Les vols VFR sont ainsi soumis à de plus fortes restrictions mais peuvent néanmoins se dérouler en dessous d'une telle zone de contrôle. Ailleurs toutefois, on peut estimer préférable de définir une région à l'intérieur de laquelle les vols VFR peuvent se dérouler hors contrôle entre les limites verticales de deux portions d'espace où les opérations en VFR peuvent être soumises à restriction ou au contrôle de la circulation aérienne. Le diagramme 1-4 illustre ce cas de figure.

Diagramme 1-4



#### 1.2.4 Répartition des responsabilités dans l'espace aérien de région terminale

L'OACI donne des orientations concernant le partage des responsabilités en matière de fourniture de services de la circulation aérienne, notamment :

*“La subdivision des responsabilités entre les services TWR et APP d'une part et APP et ACC d'autre part ne saurait être définie de manière stricte car elle est largement fonction des conditions locales qui varient d'un endroit à un autre. Il faut donc les déterminer dans chaque cas en tenant le plus grand compte des conditions de la circulation, de sa composition, des dispositions concernant l'espace aérien, des conditions météorologiques locales et des éléments relatifs qui sont liés à la charge de travail. Toutefois, les arrangements qui régissent la subdivision des responsabilités entre ces différentes parties des services ATS ne devraient pas compliquer les problèmes de coordination ni entraîner un manque de souplesse excessif dans l'utilisation de l'espace ou une charge de travail accrue pour les pilotes par suite de transferts inutiles du contrôle avec le surcroît de communications radio que cela suppose.”*

- Doc. 9426

La répartition des responsabilités entre ACC et APP pour ce qui concerne la fourniture des services ATS, exerce une influence de plus en plus importante sur la capacité de l'espace aérien de région terminale ainsi que sur sa gestion efficace. C'est plus particulièrement vrai dans les régions où la circulation est très dense et où la demande de coordination est potentiellement forte, ce qui impose une charge de travail plus lourde aux contrôleurs et aux pilotes.

L'OACI précise que la délimitation entre fourniture d'un service de contrôle régional et fourniture d'un service de contrôle d'approche n'est pas claire. A certains endroits, des

organismes de contrôle d'approche exercent des fonctions de contrôle régional tandis que, dans d'autres, des organismes de contrôle d'approche assument des fonctions de contrôle régional.

“Les services de la circulation aérienne seront fournis par les divers organismes dans les conditions suivantes :

- a) Service de contrôle régional**
  - i. par un centre de contrôle régional;
  - ou
  - ii. par l'organe assurant le contrôle d'approche dans une zone de contrôle, ou dans une région de contrôle d'étendue limitée, qui est surtout destinée à assurer le contrôle d'approche et où il n'a pas été établi de centre de contrôle régional.
  
- b) Service de contrôle d'approche:**
  - i. par une tour de contrôle d'aérodrome ou un centre de contrôle régional, lorsqu'il est nécessaire ou souhaitable de grouper sous la responsabilité d'un seul organe les fonctions du contrôle d'approche et celles du contrôle d'aérodrome ou du contrôle régional;
  - ou
  - ii. par un bureau du contrôle d'approche, lorsqu'il est nécessaire ou souhaitable d'établir un bureau séparé.

- Doc. 4444

On voit donc que de nombreuses responsabilités de contrôle d'approche peuvent être réparties entre divers organismes de la circulation aérienne.

## 1.3 LES TACHES ASSOCIEES AU CONTROLE D'APPROCHE

### 1.3.1 Responsabilité Générale

Le contrôle d'approche vise principalement le contrôle des vols IFR à l'arrivée et au départ des aérodromes. L'espacement entre les aéronefs obéit à des normes, prescrites pour chaque site en fonction des équipements requis et des pratiques opérationnelles. Pour accomplir cette tâche et appliquer les espacements appropriés, il convient de tenir compte également des vols VFR et des vols en transit dans le même espace aérien. La méthode appliquée sera conditionnée par un certain nombre de facteurs, notamment l'organisation de l'espace aérien et la division fonctionnelle de l'espace aérien qui y sera associée. Pour analyser l'organisation de l'espace aérien en région terminale, il est nécessaire de bien comprendre les opérations qui s'y déroulent. A cet effet, on subdivisera les tâches de contrôle d'approche en trois catégories, telles qu'indiquées ci-dessous.

### 1.3.2 Les tâches de contrôle d'approche

#### a. L'arrivée

Pour l'arrivée, les aéronefs sont mis en séquence de façon ménager un écoulement ordonné du trafic dans une zone de convergence où le volume d'espace aérien se rétrécit.

L'une des principales caractéristiques du trafic entrant dans l'espace aérien de région terminale est le défaut de respect de la structure des routes publiées. Nombre d'aéroports publient des itinéraires d'arrivée normalisée aux instruments (STAR) qui sont censés permettre la transition entre l'élément en route et la phase d'approche du vol. En outre, des procédures d'approche aux instruments sont publiées pour chaque piste. Toutefois, il est rare qu'elles soient utilisées pleinement. A leur place, l'ATC recourt à la prise en charge intégrale, en donnant des instructions quant à l'altitude, à la décélération et au cap, avec l'aide des radars (guidage par mise sur vecteur). En cas de guidage radar dans l'espace aérien de région terminale, les aéronefs ne sont pas censés suivre les itinéraires publiés ni changer de cap tant qu'ils n'ont pas reçu l'autorisation de commencer une approche aux instruments ou à vue en direction de l'aéroport. En conséquence, sauf aux endroits où l'approche se fait aux procédures, les itinéraires STAR, que les pilotes utilisent pourtant pour établir les plans de vol, ne donnent pas nécessairement une indication de l'acheminement dans la région terminale. Les itinéraires effectivement suivis sont conditionnés par un certain nombre de facteurs, notamment la densité de trafic, les conditions météorologiques, les caractéristiques de l'aéronef, la technique du contrôleur, etc.

Le guidage radar offre la souplesse nécessaire pour adapter les flux de trafic et optimiser l'espacement entre les aéronefs à l'arrivée avec beaucoup plus d'efficacité que ne le permettent les outils classiques de navigation et de gestion. Le degré de recours au guidage radar dépend de l'espace aérien dont peut disposer le contrôleur assumant la fonction de contrôle d'approche à l'arrivée et sera déterminé par l'organisation et la division fonctionnelle de l'espace aérien.

#### b. Le départ

Dans le cas des départs, la tâche consiste à faire déplacer un aéronef d'un point donné, à savoir la piste, vers une zone d'espace aérien de volume supérieur, c'est-à-dire la structure de route. La séparation des aéronefs au départ peut souvent se faire, de manière géographique, juste après le départ, en envoyant les aéronefs sur des trajectoires divergentes. Elle peut aussi être obtenue en échelonnant, à intervalles de temps appropriés, les départs des aéronefs empruntant le même itinéraire. Deux systèmes identifiables sont utilisés pour traiter les tâches associées à la phase de départ :

- i. l'adoption d'itinéraires normalisés de départ aux instruments (SID) ;
- ii. un système souple permettant l'octroi d'autorisations individuelles.

L'OACI recommande que des SID soient adoptés de façon que les aéronefs puissent emprunter les itinéraires sans guidage radar. La charge de travail du contrôleur responsable des départs s'en trouve ainsi allégée. Toutefois, en certains endroits, le guidage radar des aéronefs vers le point de raccordement à l'environnement de route peut contribuer à accroître la capacité d'écoulement des départs, et offrir ainsi une solution de remplacement à une structure SID rigide.

### **c. Flux de trafic interdépendants**

La tâche consiste en l'occurrence à assurer la séparation entre les flux de trafic à l'arrivée et au départ. Dans bon nombre de sites, il s'agit également d'assurer la séparation entre ces flux de trafic et les aéronefs en survol.

La séparation peut être assurée par deux méthodes de base :

- i. l'adoption d'une structure SID et STAR qui permettra une résolution stratégique des conflits liés aux flux de trafic ;
- ii. un système souple dans lequel la séparation est assurée de manière individuelle pour chaque aéronef.

La résolution stratégique des conflits entre itinéraires d'arrivée et de départ peut contribuer à alléger la charge de travail des contrôleurs et, partant, à augmenter la capacité. Elle peut être assurée sur une base géographique (latérale) ou dans le plan vertical (séparation de niveau). Le choix de la méthode dépendra des flux de trafic associés à un endroit donné ainsi que des principes d'organisation retenus.

#### **1.3.3 Répartition des tâches**

Les trois tâches qui sont associées au contrôle d'approche peuvent être accomplies par un seul contrôleur ou, notamment sur les sites les plus encombrés, être réparties entre deux contrôleurs, voire plus. Cette répartition des tâches peut se faire de diverses manières, la méthode choisie étant fonction de l'organisation de l'espace aérien ainsi que des principes de fonctionnalités adoptés sur le site. Un contrôleur peut ainsi se voir attribuer la responsabilité d'une zone précise, distincte, dans le plan latéral ou vertical, des zones adjacentes, ou celle d'un flux de trafic donné, par exemple les arrivées ou les départs.

Les secteurs ainsi divisés peuvent être ouverts ou combinés, en fonction de la densité de trafic à un moment donné, ce qui garantit une souplesse d'exploitation et une optimisation des ressources ATC.

## DEUXIEME PARTIE

### LA FONCTION D'ESPACE AERIEN EN REGION TERMINALE

#### 2.1 DEVELOPPEMENT PROGRESSIF DE L'ESPACE AERIEN EN REGION TERMINALE

En raison de l'évolutivité quasi-générale de l'organisation de l'espace aérien en région terminale, il devient impératif de suivre l'évolution de la situation afin de s'assurer que la structure d'espace aérien mise en place répond aux attentes dans toute la mesure possible. Nombre de ces structures n'ont pas été modifiées depuis une trentaine d'années, voire plus, et correspondent souvent aux besoins de générations antérieures d'aéronefs.

La terminologie et les structures associées à l'espace aérien de région terminale se font moins nombreuses. Il s'agit maintenant de définir les principales fonctions associées à l'espace aérien en question.

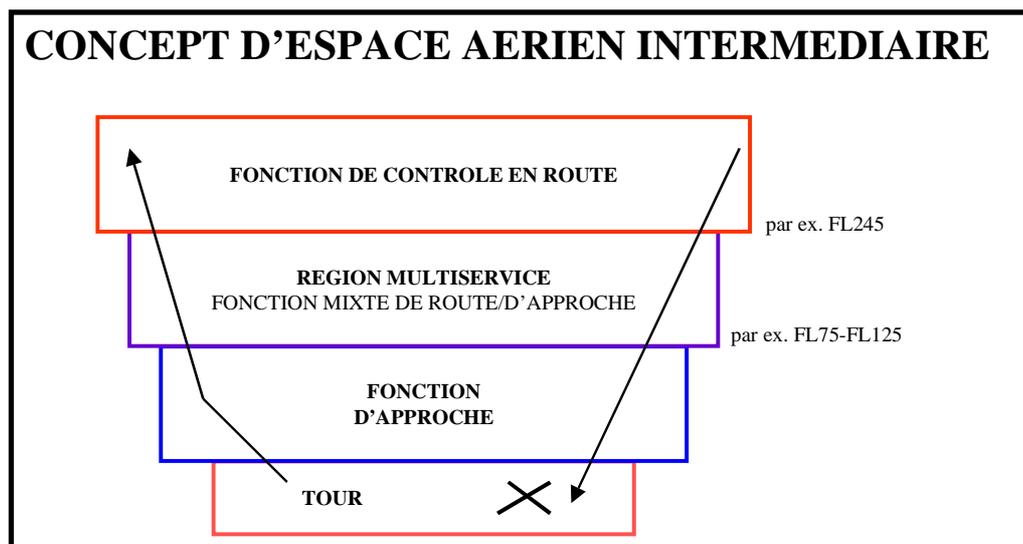
Le Manuel de planification des services de la circulation aérienne (document 9426 de l'OACI) précise notamment :

*“La répartition des responsabilités entre les services APP et ACC doit être traitée avec une attention particulière car elle a un effet significatif sur la capacité du système ATC à l'emplacement dont il s'agit, notamment en ce qui concerne la coordination et la charge de travail imposée aux contrôleurs et aux pilotes. On a constaté par exemple que, dans le cas de certains grands aérodromes où le trafic est suffisamment dense, l'arrangement aux termes duquel la circulation au départ est transférée directement de la tour de contrôle d'aérodrome à un poste de contrôle de départ de l'ACC qui lui est associé, ou aux termes duquel seule la partie de la circulation à l'arrivée qui a été amenée en un point où elle ne pose plus de problème au reste de la circulation au départ ou en survol est transmise à l'APP par l'ACC correspondant, permet d'obtenir un écoulement optimal de la circulation aérienne tout en maintenant la charge de travail dans des proportions acceptables. Il faut toutefois noter que de tels arrangements sont encore plus tributaires de la situation locale et qu'il ne faut y recourir que lorsque tous les facteurs pertinents ont été pris en compte par toutes les parties en cause.*

*Dans de nombreux cas, on a également constaté que des arrangements conclus entre l'APP et l'ACC, qui s'en remettent, pour le transfert du contrôle de la circulation au départ et à l'arrivée, à des accords ad hoc qu'ils concluent entre eux en tenant compte de la situation globale de la circulation, donnent satisfaction lorsque, de chaque côté, on cherche à obtenir de bons résultats plutôt que de s'en tenir à une stricte observation des compétences mutuelles.”*

La répartition des responsabilités pour la fourniture de services ATS est perçue comme un facteur majeur d'influence sur la capacité de l'espace aérien en région terminale. Toutefois, il peut être impossible de délimiter clairement la frontière entre espace aérien en route et espace aérien de région terminale. L'espace aérien associé avec la fonction de route dans l'espace aérien supérieur peut être identifiable, tout comme les niveaux inférieurs de l'espace aérien dans lequel aucune fonction de route importante n'intervient et où le service d'approche constitue la fonction majeure. Toutefois, il existe entre ces portions d'espace aérien un espace dans lequel les éléments de route et d'approche sont fournis. Cet espace aérien intermédiaire peut aussi être appelé espace multiservice. Voir l'illustration sur le Diagramme 2-1. On notera toutefois que les niveaux de vol indiqués ne sont donnés qu'à titre d'exemple et n'ont aucune valeur normative.

Diagramme 2-1



Cet espace aérien intermédiaire ou multiservice n'impose pas la désignation officielle d'une nouvelle portion de l'espace aérien mais on peut le mettre en œuvre :

- a) en rehaussant la limite supérieure de la zone de responsabilité d'un organisme de contrôle d'approche.

*et/ ou,*

- b) en abaissant la limite inférieure de la zone de responsabilité d'un organisme de contrôle régional.

Les tâches *multiservice* associées à la fonction de contrôle d'approche qui sont exécutées dans cette portion d'espace aérien sont les suivantes :

- transition de la phase de départ vers la phase en route,
- gestion de la phase initiale de la descente vers le circuit d'attente
- guidage radar pour la séquence d'approche
- interaction entre les services de route aux niveaux inférieurs et le trafic à l'arrivée / au départ.

## 2.2 DIVISION FONCTIONNELLE DE L'ESPACE AERIEN EN REGION TERMINALE

L'OACI impose la fourniture d'un service de contrôle d'approche par un centre de contrôle régional ou par un bureau de contrôle d'approche lorsqu'il est nécessaire ou souhaitable de mettre en place une unité distincte.

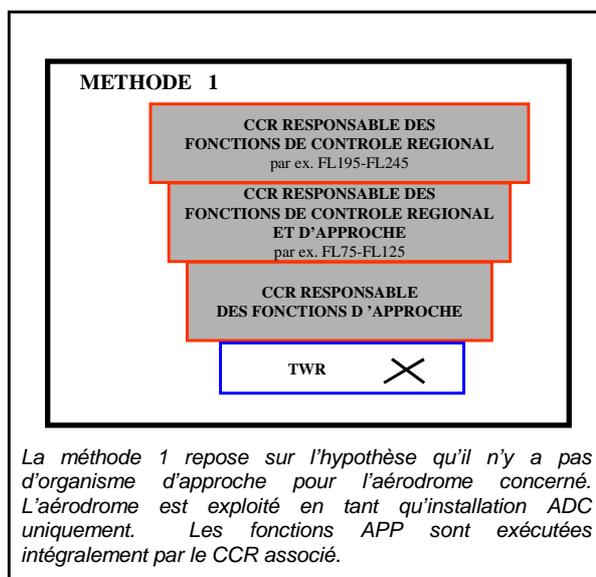
C'est pourquoi diverses méthodes sont utilisées pour la répartition des fonctions de contrôle d'approche.

On dénombre trois méthodes principales pour l'organisation (de la fonction ATC) :

### Méthode 1

Ce type de configuration peut être envisagé dans le cas de sites ne disposant pas de service d'approche. Toutes les fonctions associées au contrôle d'approche sont exécutées par le CCR, comme illustré sur le diagramme 2.2. Un secteur CCR inférieur peut être mis en place, auquel la responsabilité de la fonction d'approche sera confiée parallèlement aux fonctions de contrôle en route. Ou bien, la fonction peut être intégrée dans un secteur de route, suivant la sectorisation et la densité de trafic.

Diagramme 2-2



Cette méthode pourrait être plus fréquemment utilisée avec le développement des organismes CCR/APP combinés de façon à réduire les besoins de coordination. Dans cette situation, l'organisme APP est intégré dans le service CCR et un contrôle d'aérodrome (ADC) "autonome" est mis en place à l'aérodrome concerné.

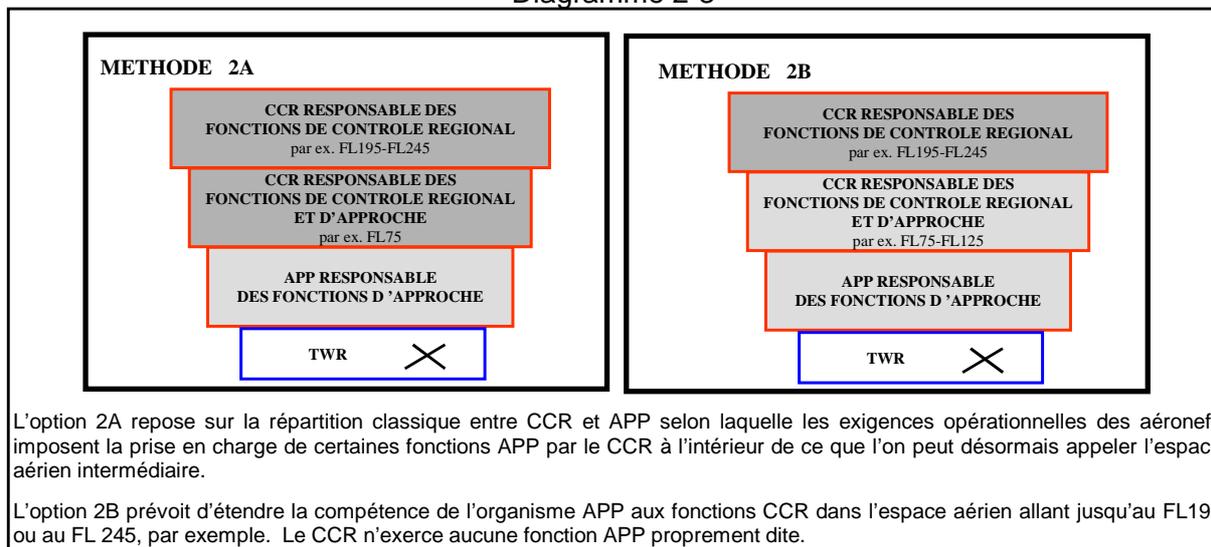
### Procédures de coordination associées à la méthode 1

Les besoins de coordination sont manifestement réduits en l'absence d'un organisme APP spécialisé, tandis que les méthodes de coordination utilisées au CCR dépendront de la sectorisation de ce dernier.

## Méthode 2

Cette méthode prévoit la répartition des responsabilités par niveau de vol. En fonction des conditions locales, le type de configuration indiquée ici permet la prise en charge, de manière efficace, d'un nombre important d'opérations. Cette méthode peut être subdivisée en deux (2A et 2B) selon que le CCR ou l'APP assume la responsabilité de l'espace aérien intermédiaire. Les deux options sont illustrées sur le diagramme 2-3.

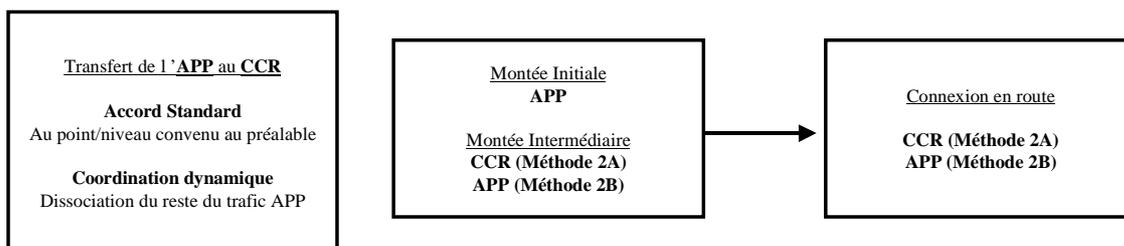
Diagramme 2-3



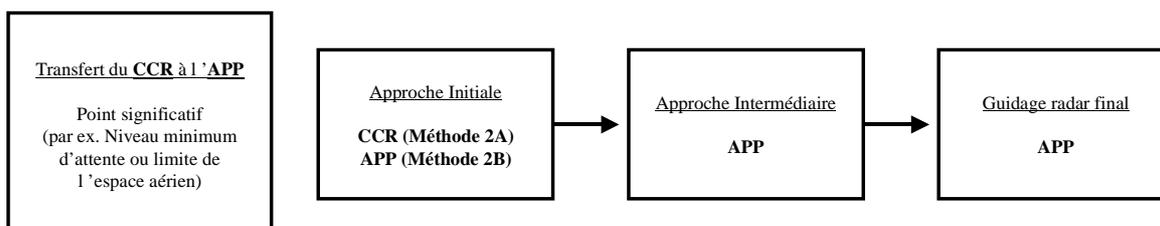
## Procédures de coordination associées à la méthode 2

La division fonctionnelle associée à la méthode 2 peut se faire par la voie d'une **coordination dynamique** (chaque aéronef faisant l'objet d'une coordination individuelle) ou par une **coordination de type classique** (les procédures standard de transfert de contrôle faisant l'objet d'un accord).

### Aéronefs au départ



### Aéronefs à l'arrivée

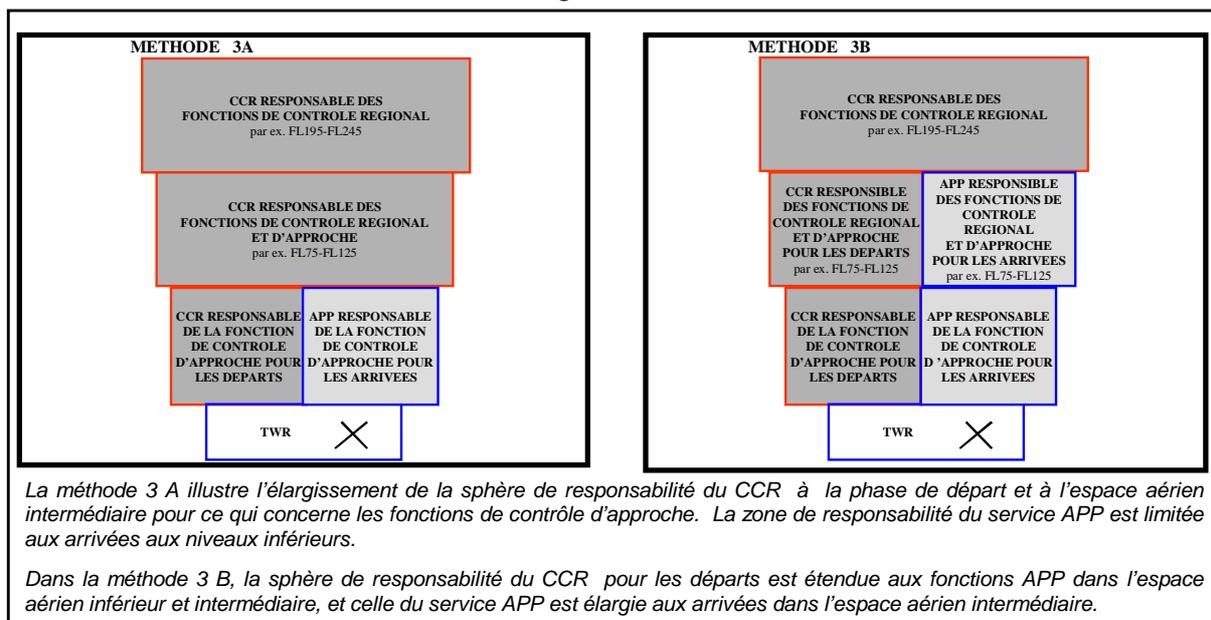


**Note:** Il se peut qu'aucun SID/STAR n'ait été établi. Cependant, même s'il en existe, cela ne veut pas dire pour autant que les conflits stratégiques en soient exclus.

### Méthode 3

La répartition des fonctions arrivée et départ sur une base géographique constitue une autre méthode de prise en charge d'un trafic dense. Cette configuration permet de limiter au minimum la coordination pour les aéronefs au départ, lesquels peuvent adopter un profil de montée presque optimal. Le recours à cette méthode sera dicté par les conditions locales et par les pratiques opérationnelles dans l'espace aérien considéré. La méthode 3 peut-elle aussi être subdivisée en 3A et 3 B, en fonction de la répartition des responsabilités (voir le diagramme 2-4).

Diagramme 2-4



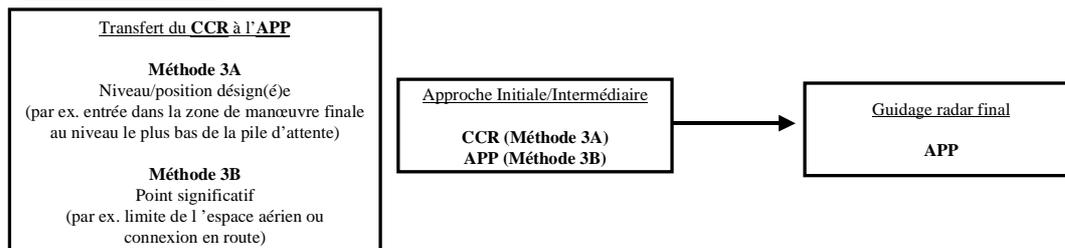
### Procédures de coordination associées à la méthode 3

La division fonctionnelle associée à la méthode 3 peut se faire par la voie d'une coordination dynamique (dans laquelle chaque aéronef fait l'objet d'une coordination individuelle) ou par une coordination standard (dans laquelle des procédures standard de transfert de contrôle sont arrêtées d'un commun accord). Toutefois, en raison de la complexité de la coordination associée à la méthode 3 B, un accord de coordination standard peut être préférable.

#### Aéronefs au départ



#### Aéronefs à l'arrivée



**Note:** Des SID/STAR sont généralement établis, dont l'absence de conflit a été vérifiée.

## 2.3 SECTORISATION DES REGIONS DE CONTROLE D'APPROCHE ET DES REGIONS TERMINALES

La répartition fonctionnelle adaptée à un site donné aura également une influence sur la méthode de sectorisation de l'espace aérien. Il peut en outre y avoir plusieurs aéroports sur un site, ce qui pourra imposer certaines contraintes de découpage. La sectorisation peut être une division des responsabilités au sein de l'organisme d'approche proprement dit ou une répartition entre APP et CCR. La répartition entre secteurs doit viser l'optimisation de la capacité ATC totale. La souplesse est un autre facteur à prendre en considération dans le choix de la configuration, étant donné que la demande dans un secteur donné peut ne pas être constante pendant toute la période considérée. Il convient d'envisager également la possibilité de regrouper plusieurs secteurs, en cas de baisse de la demande de trafic, afin d'optimiser l'utilisation des ressources.

La nécessité d'une sectorisation de la fonction APP et la répartition effective des responsabilités sont propres à chaque site. Elles sont toutefois susceptibles de dépendre de la densité de trafic et, partant, de la charge de travail des contrôleurs. Aux endroits où la densité de trafic est faible, il peut être possible d'exploiter la fonction APP au sein d'un même secteur. Mais, à mesure de l'intensification du trafic, la nécessité d'une sectorisation peut se faire sentir. Le découpage en secteurs peut donner lieu à la désignation d'un directeur de l'approche finale ou à la répartition des responsabilités entre la fonction arrivée et la fonction départ. A l'intérieur de l'espace aérien de région terminale, une division géographique entre secteurs d'arrivée et secteurs de départ, ou selon une ligne de démarcation de part et d'autre de la piste exploitée, est plus courante qu'une division verticale (en raison des caractéristiques de performance des aéronefs). Autre critère couramment retenu, la complexité des opérations, lorsque plusieurs aéroports sont situés à faible distance les uns des autres. Dans certains cas, il peut être avantageux d'associer les fonctions d'approche de chacun des aéroports, encore que cela ne soit pas toujours possible sur tous les sites.

### 2.3.1 Éléments à prendre en considération pour la sectorisation

Les éléments à prendre en considération sont notamment les suivants :

- structure des routes ATS, points d'entrée et de sortie, intersections, circuits d'attente
- aérodromes et configurations des pistes appelés à être desservis par les secteurs
- profils des vols
- tolérances de navigation sur les routes ATS et les aires d'attente
- espace aérien requis pour les trajectoires décidées par l'ATC (zones de guidage par mise sur vecteur)
- acheminement et niveaux de vol pour le trafic de transit
- méthodes de contrôle appliquées au trafic aérien à l'intérieur du secteur
- facteurs influençant la division des responsabilités et la coordination entre les organismes APP et les autres
- considérations matérielles (postes opérationnels, communications et/ou couverture radar, etc.)
- impératifs d'autres utilisateurs de l'espace aérien (opérations militaires par ex.).

*Note: Le nombre d'aéronefs pris en charge simultanément par un contrôleur d'approche est en général nettement inférieur à celui qu'assume un contrôleur régional. La nature généralement plus complexe des opérations des aéronefs dans l'espace aérien de région terminale en est la cause.*

### 2.3.2 Options de Sectorisation

La sectorisation peut se faire entre les opérations CCR et les opérations APP. Dans ce cas, sa mise en œuvre peut être comparable à celle employée pour la répartition des fonctions entre CCR et APP. Dans la méthode 1, toute la sectorisation porte évidemment sur les opérations CCR.

La sectorisation peut également se faire avec des secteurs APP distincts. Dans ce cas, bien que les méthodes 2A ou 3A puissent être appliquées, ce sont le plus souvent les méthodes 2B ou 3 B qui sont retenues, l'APP disposant d'une sphère de responsabilité opérationnelle étendue.

Certaines options de sectorisation associées à la répartition de fonctions particulières sont illustrées sur les diagrammes 2-5, 2-6 et 2-7. Cette présentation n'est pas exhaustive et il convient de rappeler que la sectorisation sera adaptée à chaque site.

Diagramme 2-5

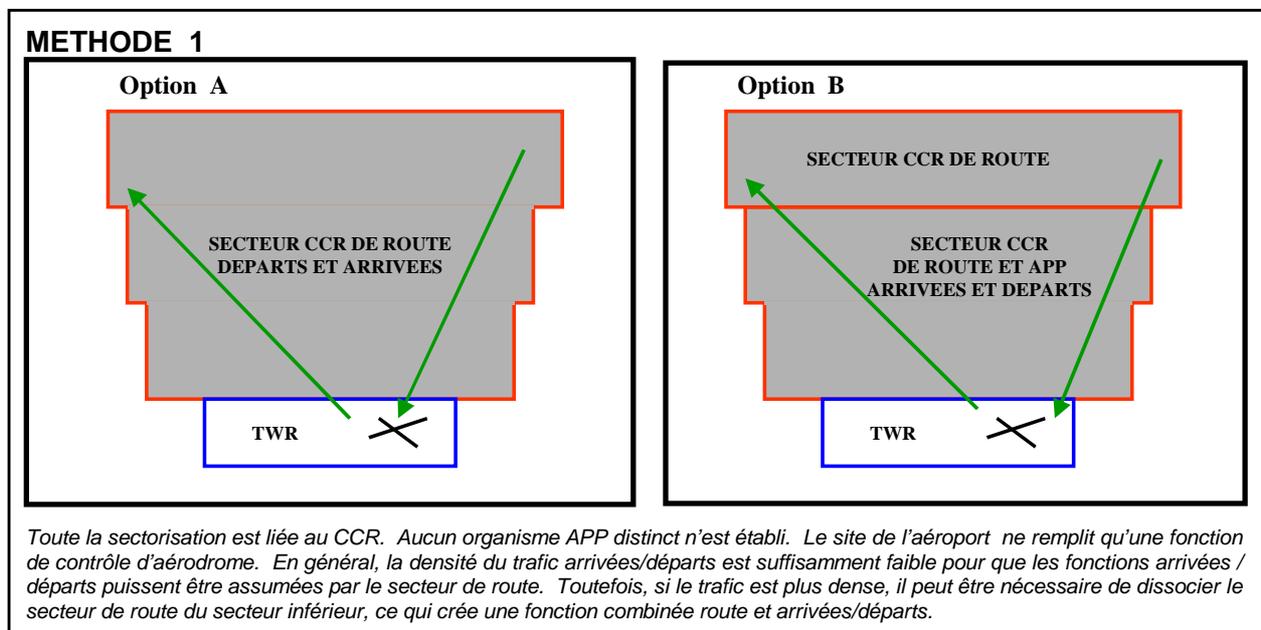


Diagramme 2-6

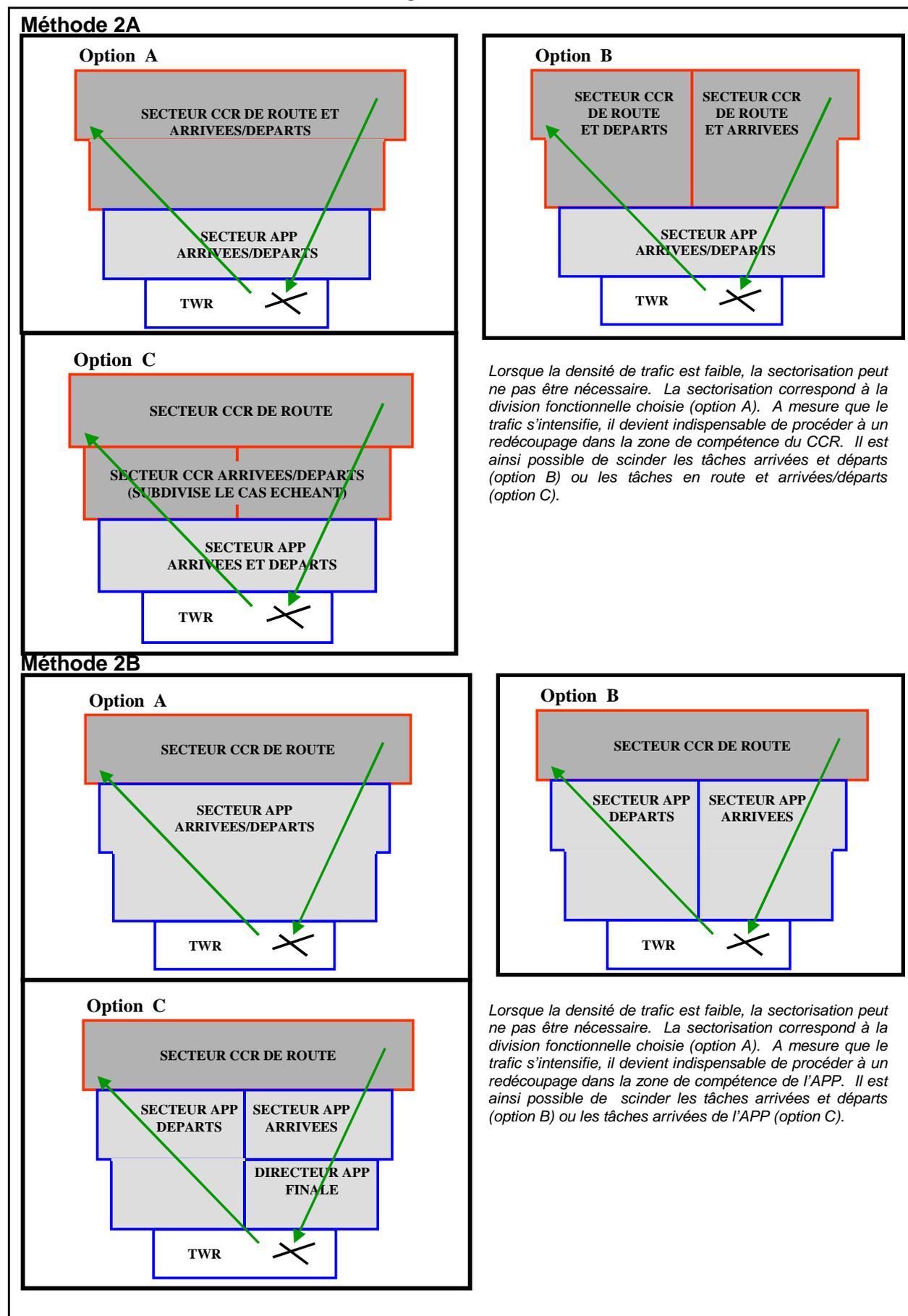
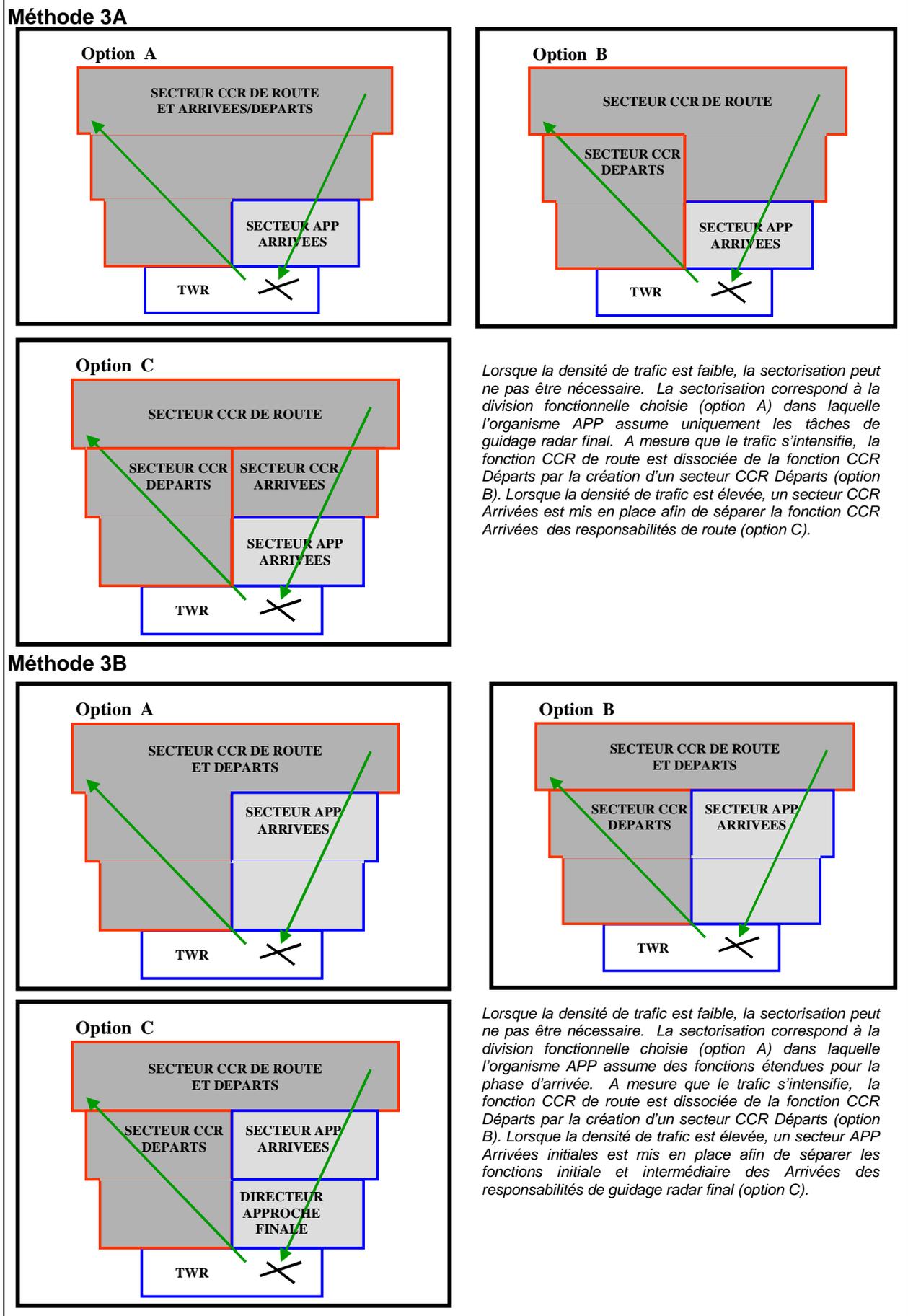


Diagramme 2-7



### 2.3.3 Procédures de coordination associées à une fonction d'approche scindée

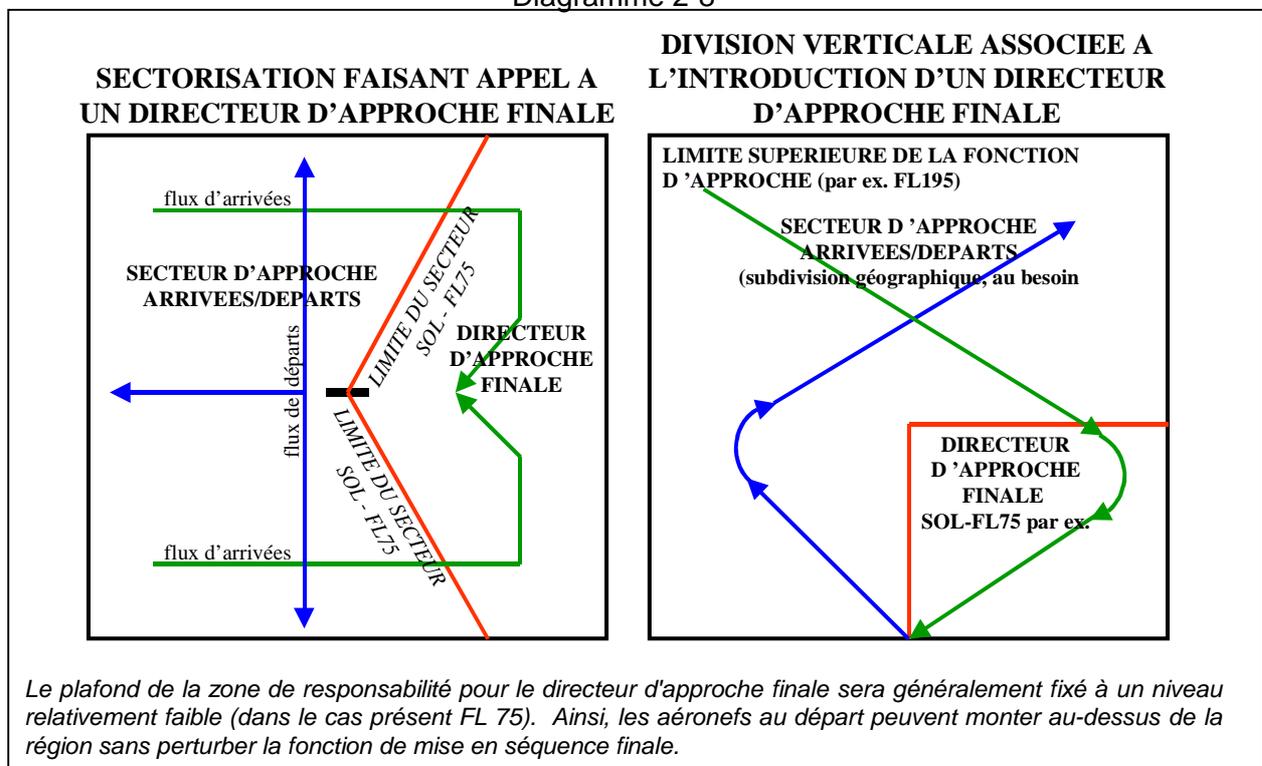
L'organisme d'approche peut être exploité par des secteurs distincts. Ces derniers peuvent recourir aux accords de coordination dynamique mais, étant donné que la zone concernée est relativement petite et qu'une coordination multiple est nécessaire, des accords standard sont généralement conclus.

Ou bien, les tâches d'arrivées et de départs peuvent être scindées sur certains sites, sans qu'une sectorisation ne soit nécessaire. Ce scénario exige une coordination active et dynamique pour garantir le maintien de la séparation. Une coordination effective et rentable entre secteurs adjacents doit être envisagée avec soin, notamment lorsque la coordination dynamique contribuera à renforcer les niveaux de capacité ATC. Trop d'exigences en matière de coordination pourraient nuire à la capacité de secteurs.

### 2.3.4 Sectorisation potentielle de l'organisme d'approche

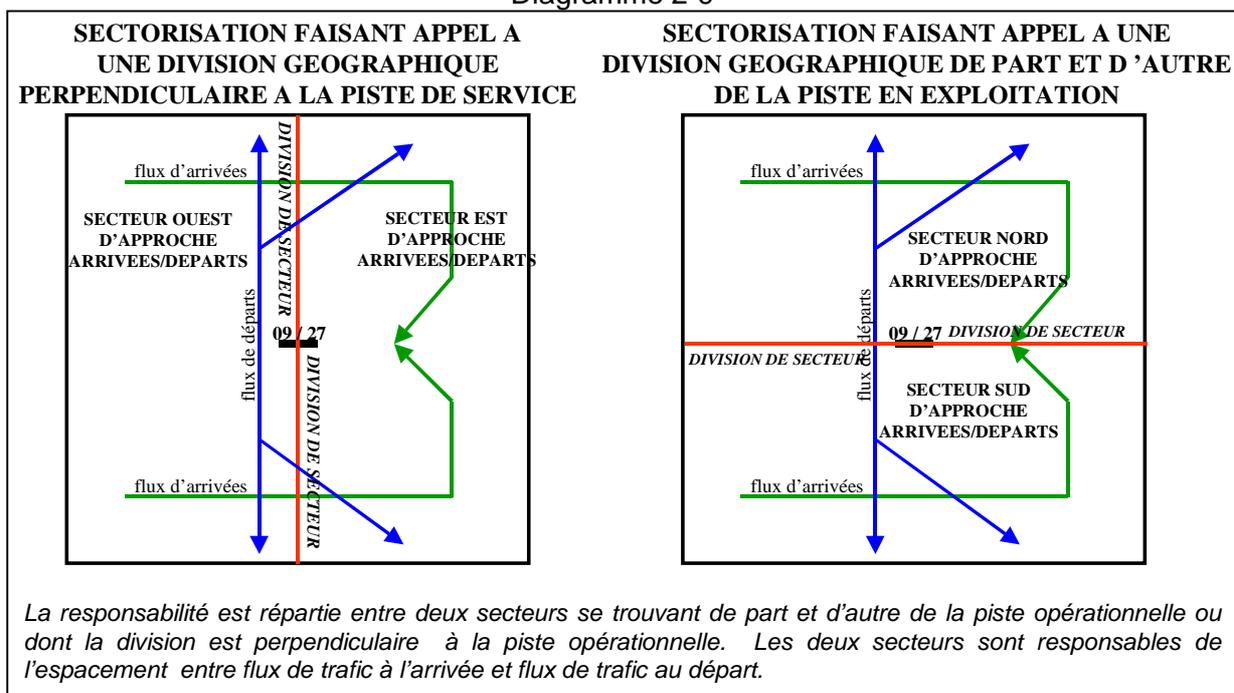
Il est possible de dissocier les tâches de mise en séquence dans le cadre de l'approche finale des autres tâches d'approche par la mise en place d'un secteur "directeur d'approche finale". Ce secteur sera fixé en fonction de la piste en usage et englobera généralement l'espace aérien à proximité immédiate de la zone d'approche finale. L'étendue de ce secteur dans le plan vertical est en général relativement faible (par ex. FL 75-FL 100). Cela permet de réserver le secteur à la tâche de mise en séquence d'approche finale, sans que d'autre trafic dans la région terminale ne s'interpose. Le Diagramme 2-8 donne un exemple classique de sectorisation dans le plan vertical et dans le plan horizontal.

Diagramme 2-8



La répartition des tâches de l'organisme d'approche peut également se faire par sectorisation géographique. La structure de ces secteurs sera conditionnée par les besoins d'un site donné. La répartition des tâches entre opérations de part et d'autre de la piste en service en est un exemple. Dans ce cas, les contrôleurs sont responsables du trafic Arrivées et Départs dans le secteur qui leur est assigné. La répartition peut se faire aussi perpendiculairement à la piste utilisée. Ces deux options sont présentées sur le diagramme 2-9.

Diagramme 2-9





## **TROISIEME E PARTIE**

### **CONCEPTION DE L'ESPACE AERIEN EN REGION TERMINALE**

#### **3.1 CONCEPTION DES STRUCTURES DE L'ESPACE AERIEN DE REGION TERMINALE**

Il a déjà été démontré que les structures de l'espace aérien de région terminale peuvent être définies de diverses manières. Toutes ces structures ont pour but de fournir un système sûr de contrôle de la circulation aérienne pour les vols IFR à proximité de l'aéroport ou des aéroports concernés. La terminologie effectivement employée pour désigner cet espace aérien porte peu à conséquence sur le plan opérationnel. Toutefois, les principes d'organisation sur lesquels cet espace aérien est construit revêtent une importance majeure.

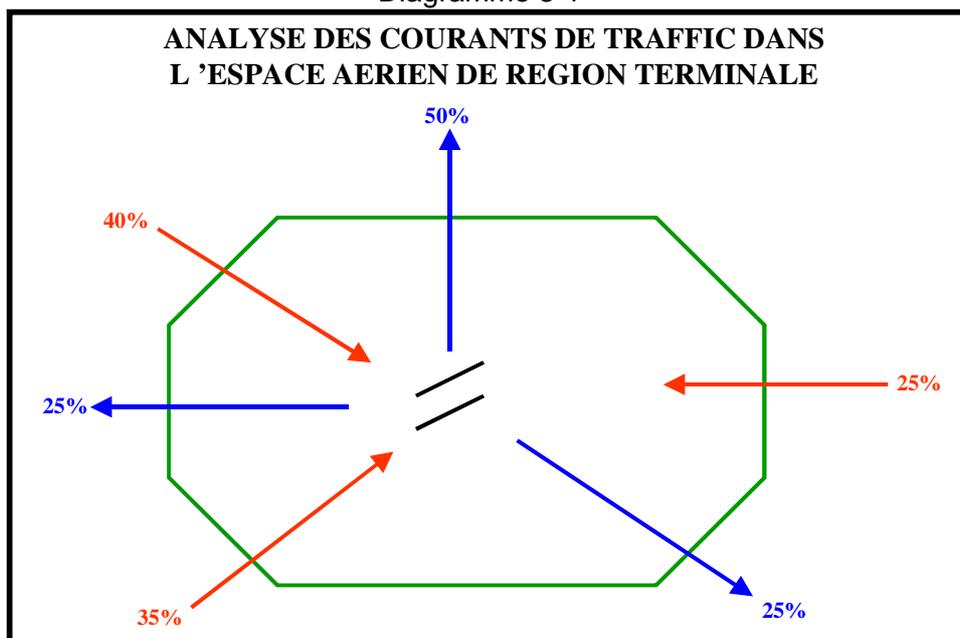
Les principes d'organisation de l'espace aérien se répercuteront largement sur les méthodes utilisées pour la séparation à l'intérieur de l'espace aérien et, partant, sur la capacité de l'espace aérien correspondant.

Comme les structures de l'espace aérien ont évolué au fil des ans, il faut analyser avec soin les structures en place et définir l'espace aérien correspondant pour un site donné.

##### **3.1.1 Evaluation des courants de trafic**

Une évaluation des courants de trafic actuels ou prévus constitue une étape importante dans les premières phases de la conception de l'espace aérien de région terminale. Les caractéristiques du flux de trafic (bidirectionnel, multidirectionnel, etc. ) influenceront dans une large mesure sur la conception et l'exploitation de cet espace aérien. La création de nouveaux itinéraires éventuels devrait également être envisagée. Une évaluation sommaire des courants de trafic est présentée sur le diagramme 3-1 ci-dessous.

Diagramme 3-1



### **3.1.2 Délimitation de l'espace aérien dans lequel s'exerce le contrôle d'approche**

Une analyse des profils de vol des aéronefs peut être réalisée afin de déterminer la zone dans laquelle la fonction d'approche est fournie. Il n'est pas question de fixer précisément le point de fin de montée ou de début de descente, ces questions pouvant, le plus souvent, être considérées comme une fonction de contrôle régional. Il s'agit plutôt de prendre une décision propre au site considéré, qui tienne compte de questions telles que les besoins des organismes adjacents, la sectorisation des CCR, etc.

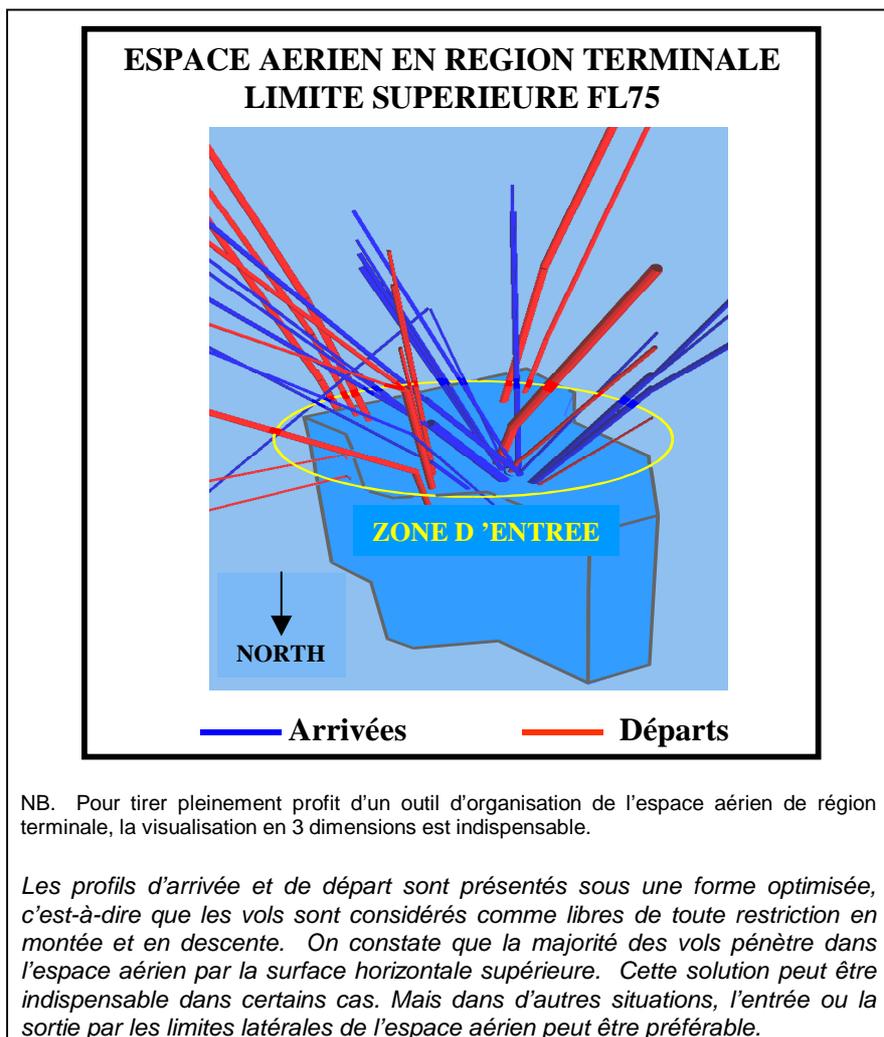
Une analyse des profils de vol peut se faire au moyen d'une visualisation assistée par ordinateur de l'espace aérien, comme le montre le diagramme 3-2 qui représente une région terminale dont la limite supérieure est le FL 75, et où apparaissent les profils optimisés de montée et de descente. Une comparaison des profils opérationnels à la fois standard et réels montrera les contraintes qui pèsent sur les performances de l'aéronef, même si l'on ne peut trop insister sur la nécessité de considérer les résultats en trois dimensions si l'on veut tirer pleinement parti de cet outil. Toutefois, en l'absence de moyens analytiques informatisés, les profils de vol peuvent être établis manuellement.

### **3.1.3 Création de nouveaux sites**

Parfois, la nécessité d'un espace aérien de région terminale peut être liée à la création ou à l'extension d'infrastructures aéroportuaires sur des sites où le type d'opération envisagé n'est pas encore fourni. En pareil cas, on ne dispose pas d'échantillons de trafic pour réaliser une analyse des profils de vol ou pour déterminer les caractéristiques des courants de trafic. Un échantillon de trafic peut être élaboré en fonction des types d'aéronef et des routes censés former l'essentiel des activités. Outre le profil de vol et les routes, l'organisation de l'espace aérien en région terminale sera conditionnée par les aides à la navigation requises, l'implantation de ces installations et d'autres facteurs déterminants tels que les contraintes pesant déjà sur l'espace aérien.

Lorsqu'un nouveau site est créé, il importe qu'un bilan soit dressé à intervalles réguliers de façon que l'utilité d'une modification de la structure puisse, le cas échéant, être rapidement décelée.

Diagramme 3-2

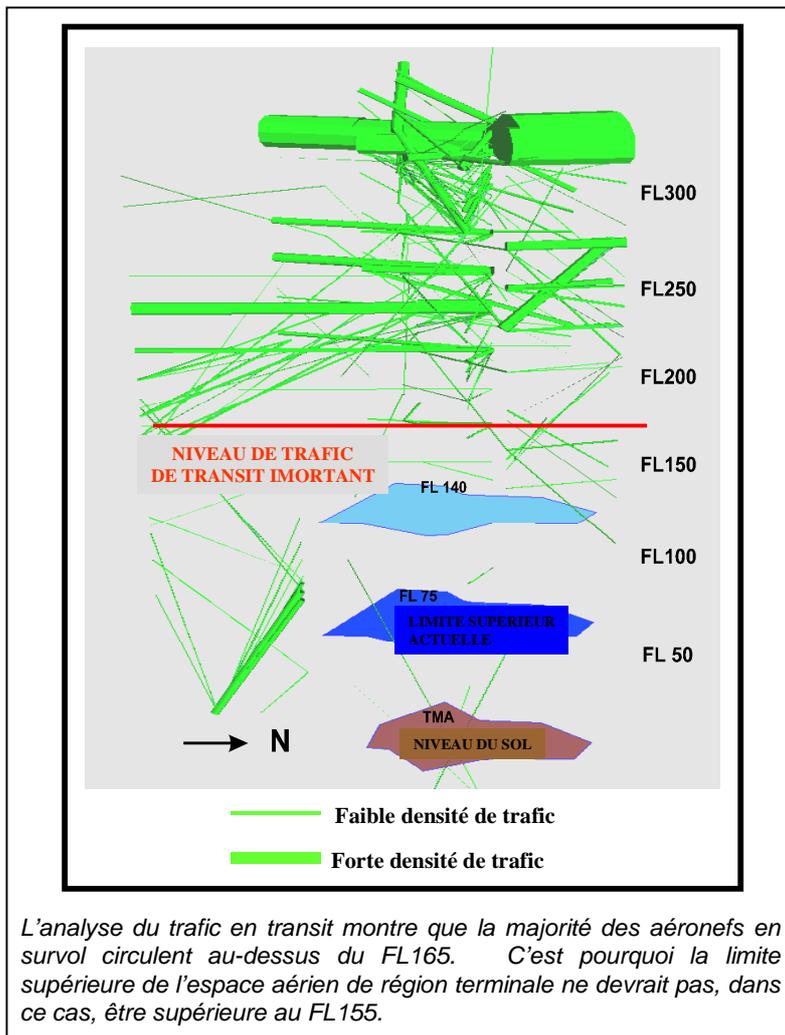


### 3.1.4 Localisation des flux de trafic en survol

L'espace aérien dans lequel la fonction d'approche est appelée à être exercée doit être conçu dans le respect du principe fondamental de l'exclusion du trafic de survol, dans toute la mesure possible. Il est donc impératif de recenser les principaux flux de trafic en survol. Cette tâche est facilement réalisable, elle aussi, grâce aux moyens informatisés. Le diagramme 3-3 présente une analyse classique des mouvements d'aéronefs en transit. Dans cet exemple, la limite supérieure de la région terminale est fixée au FL75. On pourrait toutefois considérer qu'une limite moins restrictive serait de nature à améliorer la gestion de l'espace aérien en question et l'analyse présentée ici montre qu'il est possible de porter le plafond au FL 155 sans que des flux importants de vols en transit ne soient intégrés dans l'espace en question.

Dans certains endroits, des restrictions sont imposées aux aéronefs qui veulent transiter par une région terminale. Ainsi, les aéronefs peuvent être tenus de contourner l'espace aérien en question par le côté ou par le dessus. Mais souvent, cette solution n'est pas jugée acceptable.

Diagramme 3-3



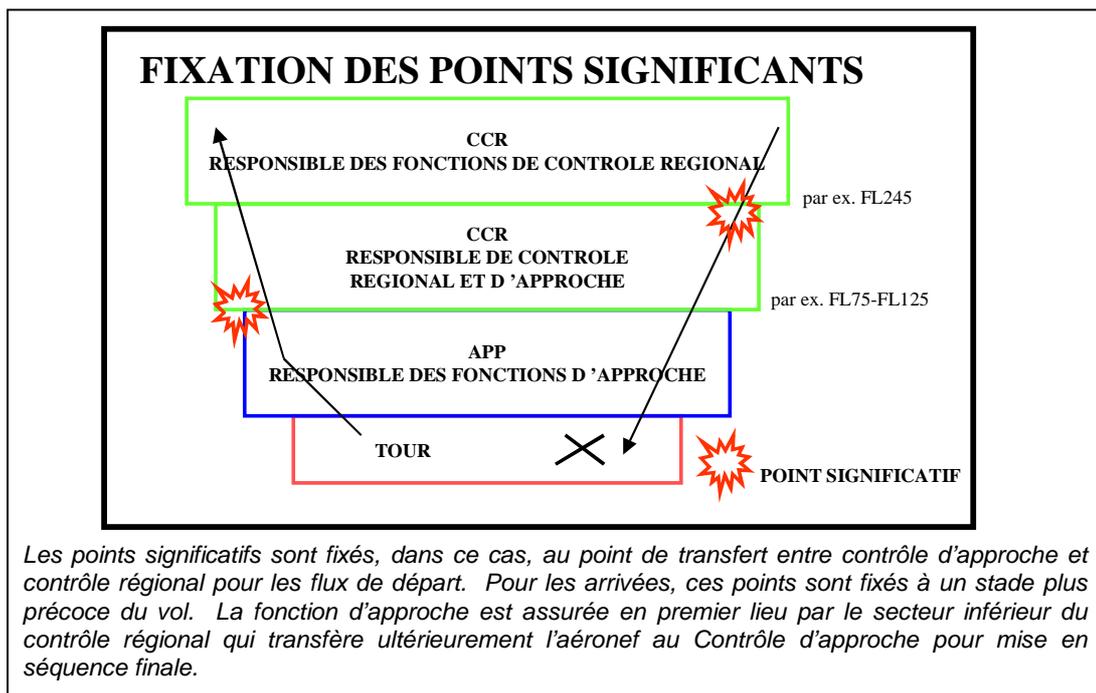
### 3.1.5 Etablir la connexion avec l'environnement en route

Les dimensions que doit avoir une portion donnée d'espace aérien de région terminale ne sont pas nécessairement indiquées dans un document définitif. Toutefois, la création de *points significatifs*<sup>\*</sup>, par lesquels les avions sont censés passer de la phase de route à la phase d'approche (et vice versa) pour une région donnée, pourra servir à définir ces dimensions.

Le choix de la localisation de ces *points significatifs* dépendra, dans une large mesure, de la *méthode fonctionnelle* qui sera retenue pour l'espace aérien considéré. Leur position ne coïncidera pas nécessairement avec la fin de montée ou le début de descente, si ces questions entrent dans la fonction de contrôle régional à l'endroit considéré. A titre d'exemple, si la méthode de conception fonctionnelle 2A est retenue, le *point significatif* pourrait très bien être situé à un stade antérieur de l'itinéraire de départ (par exemple entre le FL75 et le FL125). Le point significatif pour l'itinéraire d'arrivée pourrait aussi être fixé à un stade antérieur (par ex. au FL245). Cette situation est illustrée sur le diagramme 3-4.

<sup>\*</sup> Définition de l'OACI : Un point significatif est un emplacement géographique spécifié, utilisé pour définir une route ATS ou la trajectoire d'un avion, ainsi que pour les besoins de la navigation et des services de la circulation aérienne.

Diagramme 3-4



### 3.2 PRATIQUES OPERATIONNELLES AU SEIN D'UNE REGION TERMINALE DETERMINEE

Les opérations au sein de la région considérée comme associée à la fonction APP (c'est-à-dire la région délimitée par les *points significatifs* choisis) seront liées aux aéroports desservis par cet espace aérien de région terminale. Les pratiques opérationnelles en vigueur à l'endroit considéré dépendront d'un certain nombre de facteurs, notamment :

- a. la densité de trafic
- b. la complexité des flux
- c. la nature des opérations aériennes
- d. les conditions et/ou restrictions locales
- e. les exigences RNAV et/ou l'infrastructure d'aide à la navigation
- f. d'autres activités (notamment militaires).

Sur bien des aéroports, notamment ceux où la densité de trafic est faible, les pratiques opérationnelles peuvent être souples et ne comporter aucun itinéraire normalisé d'arrivée ou de départ aux instruments. Ailleurs, il convient d'utiliser des itinéraires normalisés, suivant les besoins, qui peuvent être publiés sous forme de SID et STAR ou de procédures d'exploitation agréées à l'usage des contrôleurs.

#### 3.2.1 Etablissement de SID et de STAR

Des itinéraires SID et STAR doivent être établis, suivant les besoins, afin de favoriser :

- a. le maintien d'un écoulement sûr, ordonné et rapide du trafic aérien ;
- b. la description des routes et des procédures dans les autorisations délivrées par l'ATC
- c. la réduction de la charge de travail ;
- d. l'augmentation potentielle de capacité ;

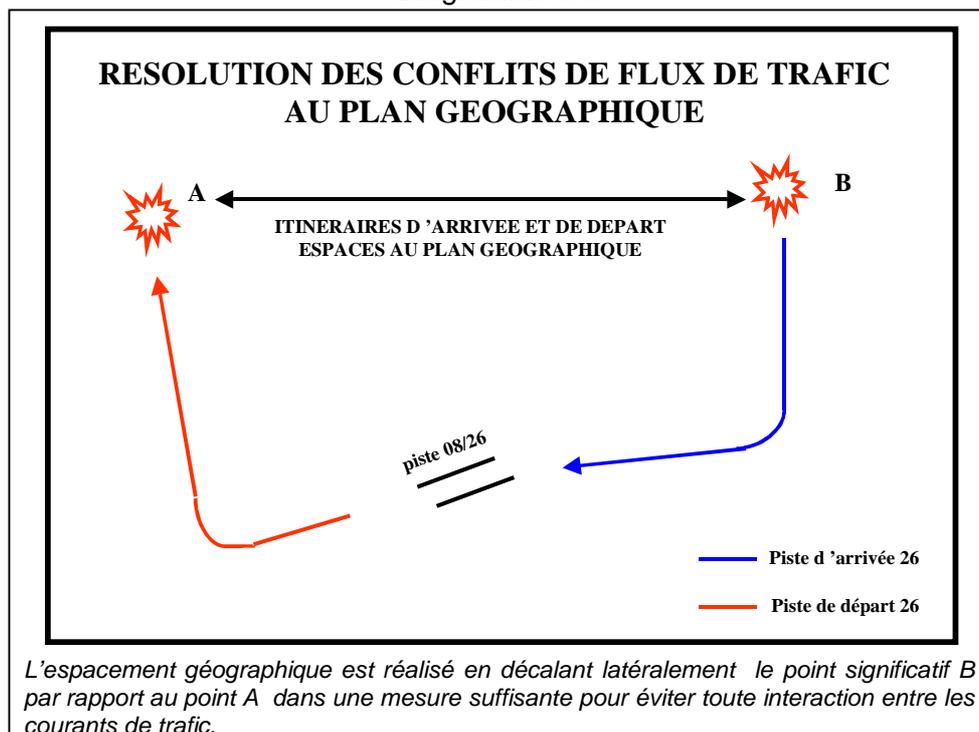
- e. la codification des bases de données de navigation ;
- f. l'appui aux systèmes modernes de traitement des données de vol.

En règle générale, ces itinéraires sont établis dans les zones les plus encombrées où les flux de trafic sont complexes. Dans la mesure du possible, les risques de conflits stratégiques auront été éliminés, soit au plan *géographique*, soit dans le plan *vertical*, soit encore dans les deux plans combinés. L'élimination des conflits stratégiques vise à assurer un flux constant et régulier d'arrivées et de départs, permettant ainsi une augmentation globale de capacité. Toutefois, sur de nombreux sites, la capacité est accrue également grâce au guidage radar par mise sur vecteur qui permet d'optimiser les flux de trafic.

### 3.2.2 Elimination des conflits de trafic au plan géographique et dans le plan vertical

L'espacement *géographique* est assuré par élimination des conflits entre flux de trafic dans le plan *horizontal*. Ce principe est représenté sur le diagramme 3-5. L'espacement *géographique* peut souvent permettre d'optimiser les performances de vol, les profils de montée et de descente restant largement intacts. Toutefois, l'application de l'espacement *géographique* peut allonger la trajectoire pour les aéronefs à l'arrivée comme au départ.

Diagramme 3-5

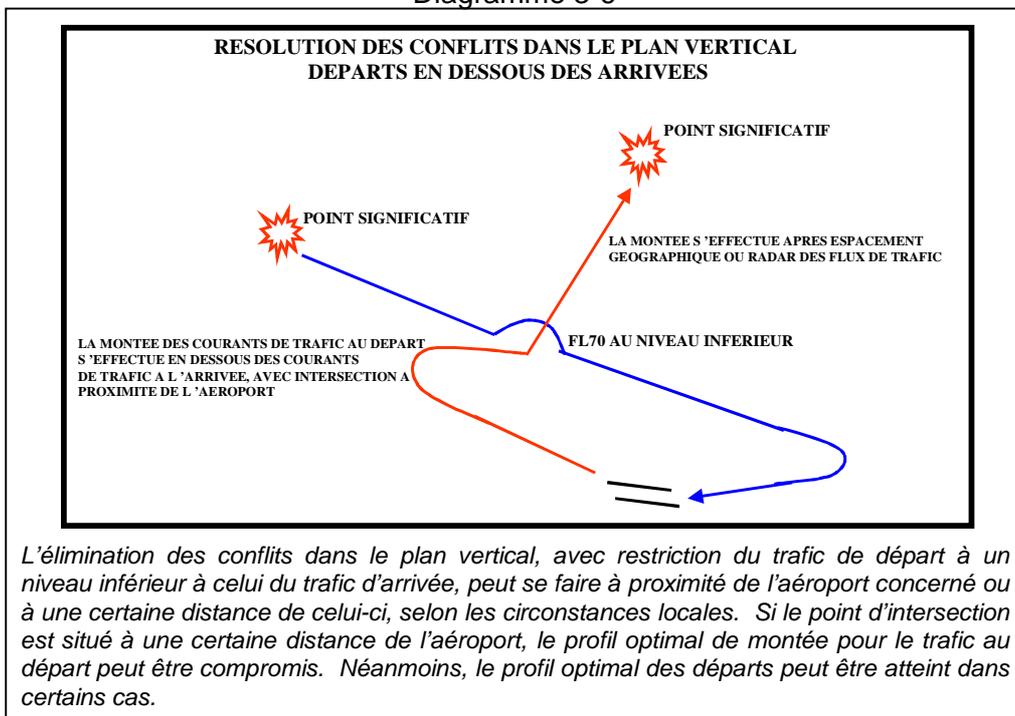


Le recours à l'espacement *vertical* peut permettre un acheminement plus direct, la trajectoire étant ainsi moins longue que celle obtenue par espacement *géographique*. Toutefois, les profils de montée et de descente peuvent s'en ressentir. Une analyse des points de conflit et des niveaux en cause peut toutefois réduire ce risque.

Lorsque l'espacement au plan *vertical* des flux d'arrivées et de départs est envisagé, il convient de déterminer à quelle distance de l'aéroport les courants de trafic se croiseront. Cela peut être à proximité de l'aéroport et, dans ce cas, les départs seront limités à un niveau inférieur à celui du trafic d'arrivée. La division dans le plan vertical sera alors

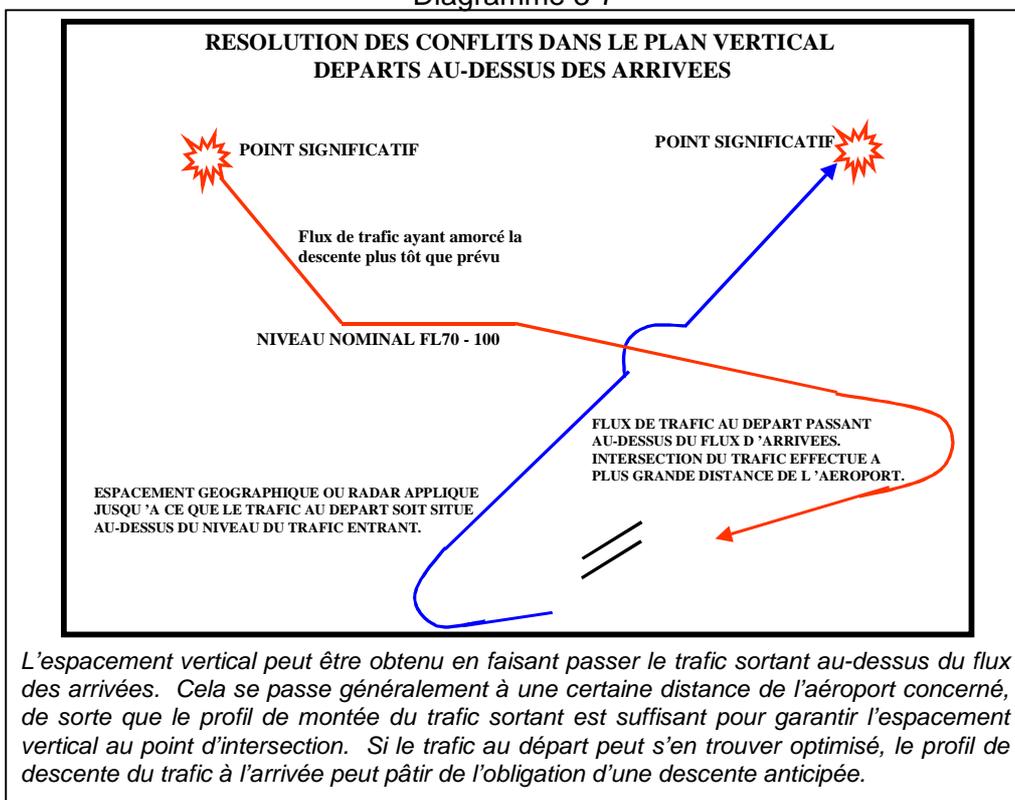
déterminée localement mais, en général, le passage se fera au FL70 (valeur nominale) ou en dessous. Le Diagramme 3-6 en donne une illustration. Dans certains cas, il pourra être avantageux de faire passer les pistes d'arrivée à la verticale de l'aéroport, la montée des aéronefs au départ pouvant ainsi se faire sans aucune restriction.

Diagramme 3-6



Si le point d'intersection est plus éloigné de l'aéroport, il peut être envisagé de faire monter le trafic de départ au-dessus du flux des arrivées, ainsi que le montre le Diagramme 3-7.

Diagramme 3-7



Les performances des aéronefs concernés doivent être prises en compte lors du choix de la méthode à appliquer. S'il est décidé d'imposer aux aéronefs au départ de rester en dessous du trafic entrant, l'intersection devrait normalement avoir lieu à proximité de l'aéroport concerné afin de restreindre les répercussions sur le profil de montée et de descente des aéronefs. La zone où cette intersection se produira sera déterminée en fonction des conditions locales. Toutefois, afin de ménager suffisamment de temps et d'espace pour la poursuite de la descente du trafic entrant jusqu'à l'approche finale, une intersection dans les débuts du parcours vent arrière pourrait être utile.

S'il est décidé de faire monter le trafic sortant au-dessus du trafic entrant, il est nécessaire de fixer le point d'intersection en un lieu qui garantisse une performance de montée suffisante pour les aéronefs au départ de sorte que l'espacement vertical soit assuré au point d'intersection. Dans ce cas, il pourrait être avantageux de fixer le point d'intersection vers la fin du parcours vent arrière, les aéronefs au départ disposant ainsi d'une trajectoire plus longue pour atteindre le niveau le plus élevé requis au point d'intersection. A contrario, le trafic entrant sera à un niveau inférieur dans cette région.

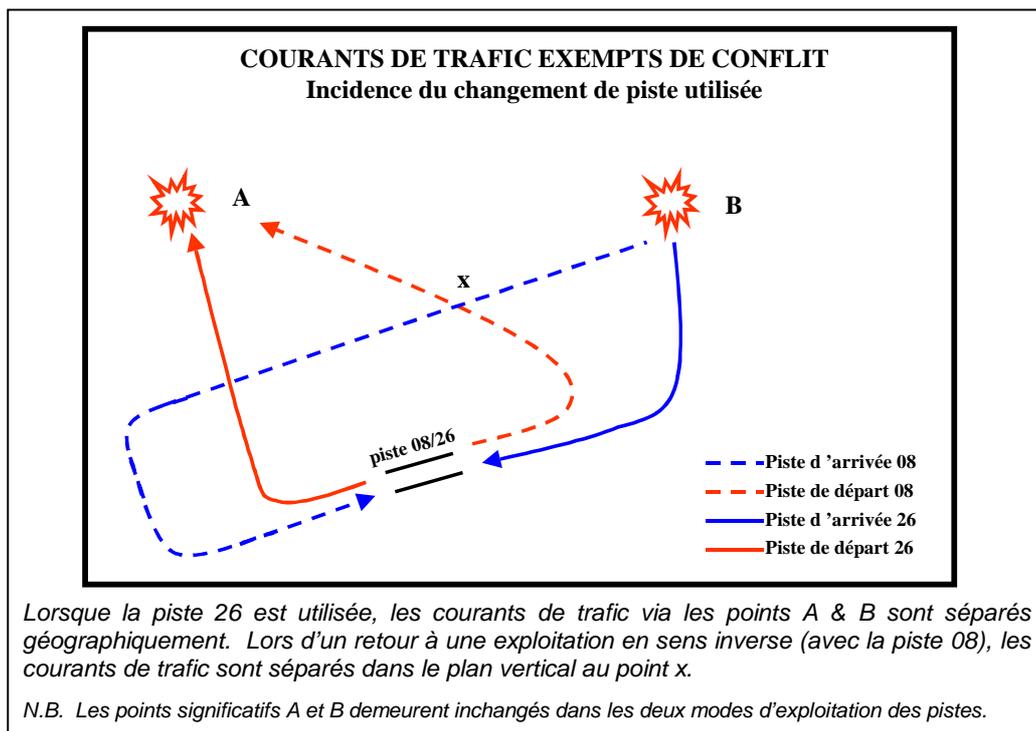
### **3.2.3 Exigences liées aux pistes préférentielles**

La plupart des aéroports ont un système de pistes préférentielles qui peuvent être déterminées selon divers facteurs dont les suivants :

- a. régime des vents habituellement observé;
- b. considérations d'ordre écologique;
- c. existence de procédures d'approche;
- d. topographie.

La piste préférentielle peut être utilisée la plupart du temps et les flux de trafic seront généralement développés pour optimiser l'activité sur cette piste. En cas de recours à une autre piste, les opérations peuvent être plus difficiles et moins efficaces en raison de conflits avec d'autres courants de trafic. Idéalement, l'espace aérien de région terminale devrait être conçu de sorte que la capacité reste constante quelle que soit la piste utilisée. On peut y parvenir en adoptant une organisation dans laquelle les courants de trafic espacés géographiquement puissent revenir à un espacement vertical, et vice versa, selon l'évolution de l'emploi des pistes. Ce cas est illustré sur le diagramme 3-8. Toutefois, l'application de ce principe peut être remise en cause par divers facteurs, notamment d'ordre écologique.

Diagramme 3-8

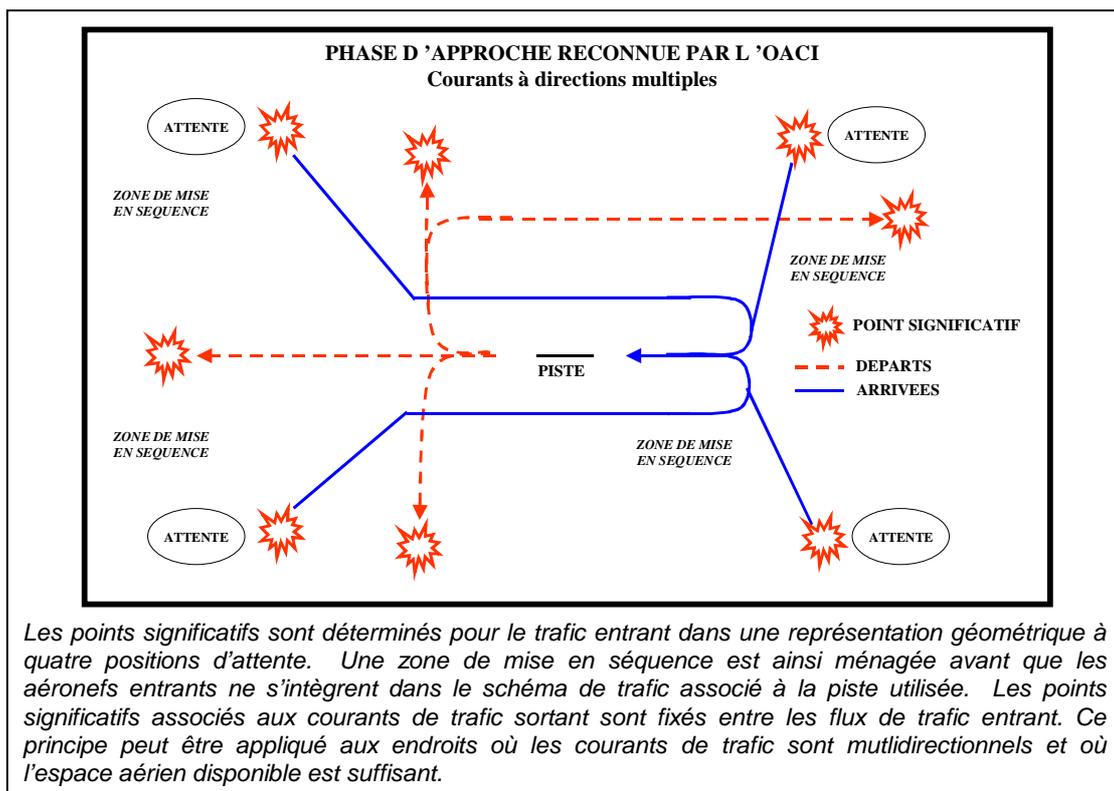


### 3.3 POSITION THEORIQUE DES POINTS SIGNIFICATIFS

#### 3.3.1 Système multidirectionnel à quatre positions d'attente

Dans un environnement théorique où les courants de trafic arrivent et partent selon diverses directions, l'organisation de l'espace aérien, sur la base de l'élimination des conflits de trafic dans les plans vertical et géographique, peut s'approcher d'un système à quatre positions d'attente permettant d'intégrer les principes d'élimination stratégique des conflits. Le diagramme 3-9 illustre ce cas de figure. Une zone de mise en séquence est prévue avant que l'aéronef entrant ne s'intègre dans le schéma de trafic associé à la piste utilisée (parcours vent arrière, parcours de base et approche finale). Cette zone de mise en séquence sert à établir la séquence d'atterrissage souhaitée. Les *points significatifs* associés aux courants de trafic sortant sont fixés entre les flux de trafic entrant.

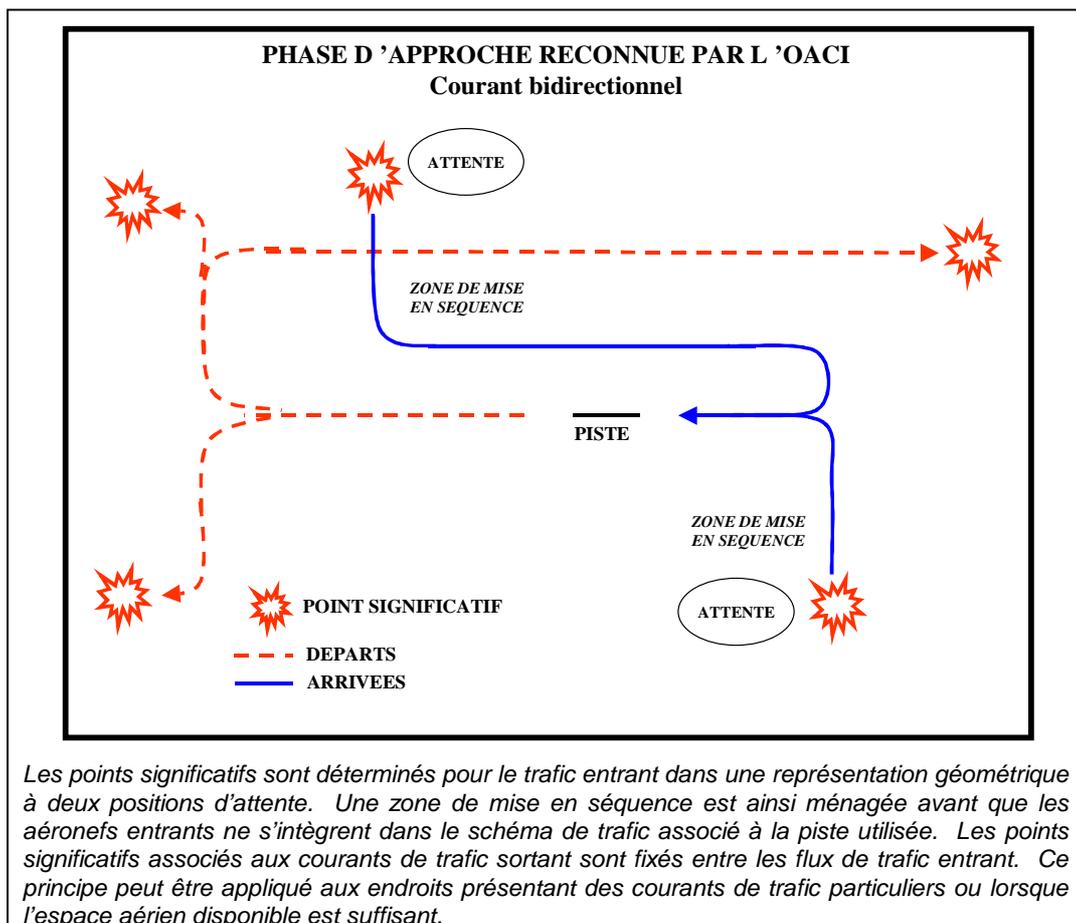
Diagramme 3-9



Le système multidirectionnel à quatre positions d'attente peut être utilisé lorsque l'espace aérien disponible est suffisant. Or, en Europe, celui-ci est souvent limité. Cette pénurie, jointe à diverses autres contraintes telles que les courants de trafic et la géométrie des pistes, en limiteront l'application intégrale à quelques rares endroits.

Des variations du système multidirectionnel à quatre positions d'attente sont possibles, avec l'adoption d'un système à deux ou trois positions d'attente, où les courants de trafic et les contraintes imposent le choix de l'option. Un système bidirectionnel est illustré sur le diagramme 3-10.

Diagramme 3-10



### 3.3.2 Etablissement d'une relation cohérente avec l'environnement en route

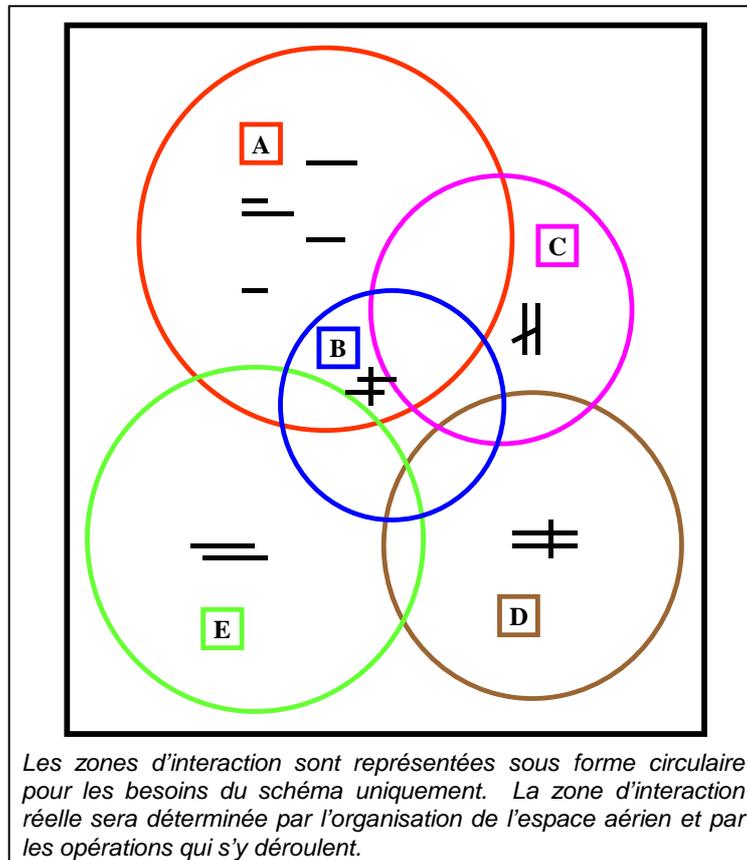
Les modifications des courants de trafic à l'intérieur de l'espace aérien de région terminale lorsque les pistes changent sont, dans une large mesure, inévitables étant donné que les exigences liées à l'origine/la destination du trafic demeureront inchangées, quelle que soit la piste utilisée. Il est généralement souhaitable que le choix des pistes utilisées sur un aéroport et l'utilisation des SID et STAR qui en découle soient neutres en termes d'impact sur le système de route. En conséquence, les flux de trafic entrant dans la région terminale ou la quittant au-delà des points significatifs définis devraient, idéalement, rester constants et ne pas être tributaires des besoins internes d'écoulement de trafic dans la région terminale. En effet, la modification des flux de trafic entraînée par un changement de piste introduirait dans le système un élément de non-normalisation et d'imprévisibilité, qui pourrait compromettre la capacité du secteur de route et nécessiter des plans de vol variables quant à l'acheminement.

### 3.4 ZONES D'INTERACTION

Il est évident que la réorganisation d'une zone particulière à l'intérieur d'une région terminale peut avoir des incidences sur d'autres zones voisines situées dans la même région, comme le montre le Diagramme 3-11. En revanche, les répercussions éventuelles sur les activités dans des zones très éloignées n'apparaissent pas aussi clairement. L'importance de ces effets représente une inconnue mais elle sera fonction du trafic (le nombre d'aéroports situés dans cet espace aérien, le nombre de pistes qui y sont associées, etc.), seront des facteurs

déterminants.) A titre d'exemple, la zone d'influence de l'aéroport Schiphol d'Amsterdam est de l'ordre de 100 NM (source : Directeur des opérations ATC de Schiphol). Dans des espaces aériens plus complexes desservant plusieurs aéroports, l'influence peut s'étendre jusqu'à 200 NM, voire plus.

Diagramme 3-11



Les incidences d'un tel concept sont importantes pour des régions dans lesquelles les points significatifs se chevauchent. Les courants de trafic interne d'une région seront liés aux opérations se déroulant dans les zones de chevauchement. L'itinéraire réel de l'aéronef passant par un espace aérien de ce type peut être conditionné par l'utilisation des pistes sur des aérodromes associés à d'autres espaces aériens de région terminale dont les zones se recoupent. Dans ce cas, une coordination étroite lors de la planification et pendant les opérations est capitale si l'on veut parvenir à une intégration efficace des systèmes. A de tels endroits, l'application des normes et pratiques recommandées de l'OACI devraient être harmonisées dans toute la mesure possible.

### 3.5 DELEGATION DES SERVICES ATS

#### 3.5.1 Les principes de la délégation des services ATS

La délimitation de l'espace aérien devrait être fonction de la nécessité d'assurer un service efficace et non pas suivre les frontières nationales. Nombre de régions terminales sont situées à proximité d'une frontière nationale. Pour que l'espace aérien y soit organisé de façon optimale, il peut être nécessaire, dans ce cas, de prolonger les opérations des services de la circulation aérienne d'un État sur le territoire du pays limitrophe. A cet effet, l'OACI a prévu la délégation des services de la circulation aérienne. Les principes de base de cette délégation sont exposés dans l'Annexe 11 de la Convention de Chicago.

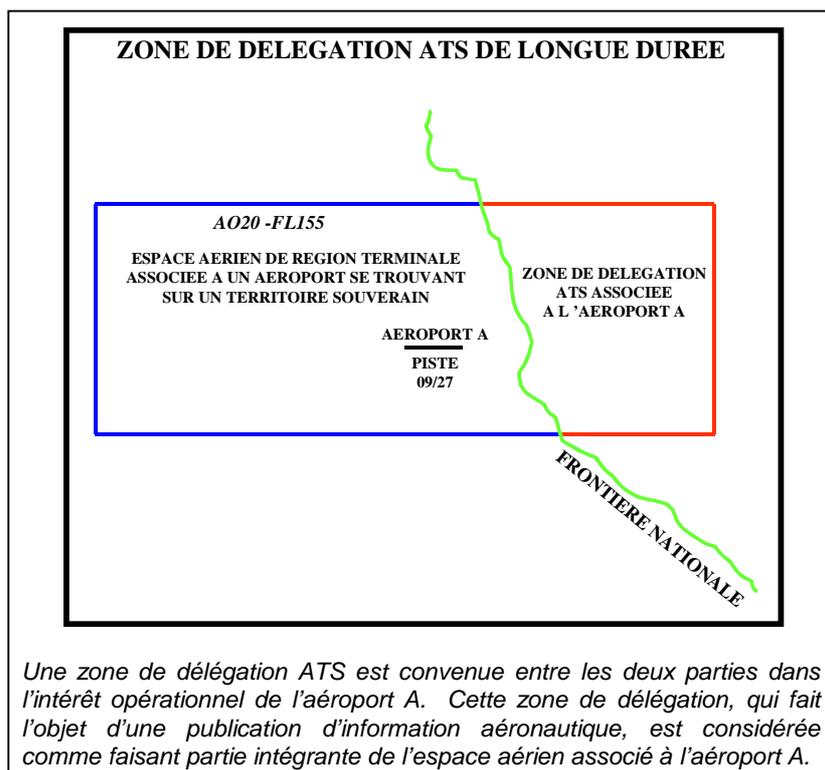
*N.B. Il convient de noter qu'en règle générale, on ne parle pas de "délégation d'espace aérien", cette notion pouvant sous-entendre le transfert de la souveraineté rattachée à l'espace aérien en cause.*

Le concept de délégation des services ATS est censé permettre le redécoupage de l'espace aérien situé à la frontière entre deux pays, lorsque cette mesure est de nature à faciliter la fourniture de services de la circulation aérienne. Sa mise en place peut être de longue ou de courte durée.

### 3.5.2 Délégation ATS de longue durée

La délégation de responsabilité pour la fourniture de services de la circulation aérienne à un autre État peut être de longue durée, ainsi que le montre le diagramme 3-12. L'espace aérien concerné ne pourra faire l'objet d'aucune restriction d'accès ni de modification d'utilisation sans consultation préalable de l'État prestataire. Sur le plan opérationnel, l'espace aérien apparaît comme faisant partie intégrante de l'espace aérien de région terminale que la délégation accordée est censée aider. Lorsqu'un État délègue à un autre État, pour une longue période, la responsabilité de fournir des services ATS dans une portion de l'espace aérien situé au-dessus de son territoire, les deux États concernés doivent publier dans leurs AIP nationales toutes les informations utiles à ce sujet.

Diagramme 3-12

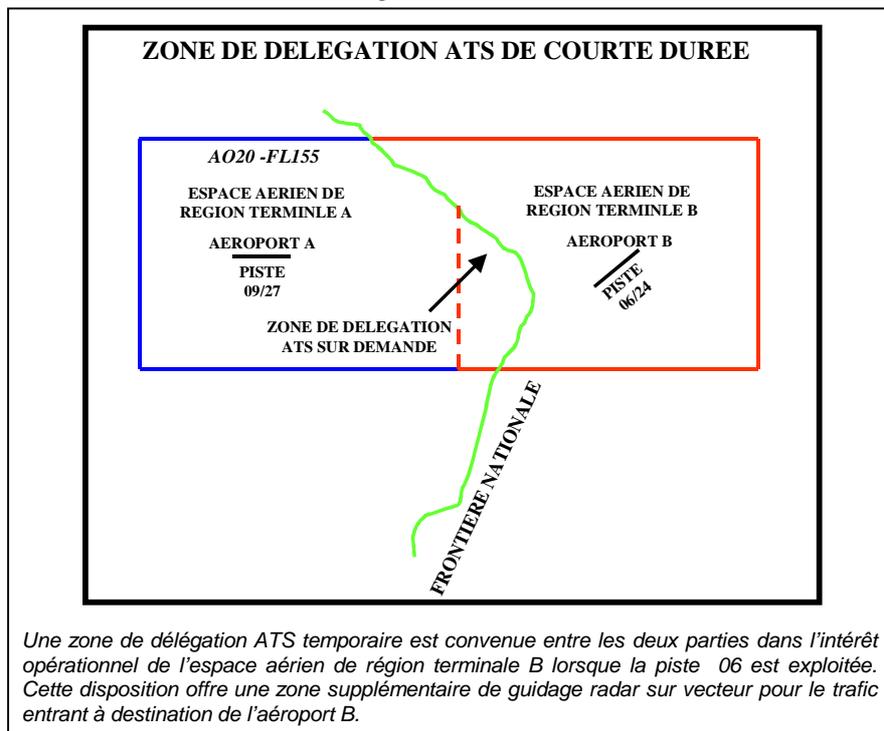


### 3.5.3 Délégation ATS de courte durée

La responsabilité de la fourniture de services ATS peut être déléguée à un autre État à titre temporaire, comme le montre le Diagramme 3-13. La mise à disposition sera pour une durée limitée, selon l'accord entre les deux parties. Ce principe peut être associé à une situation particulière, par exemple l'utilisation d'une piste donnée. Dans ce cas, lorsqu'un État délègue à un autre État la responsabilité de fournir les services ATS dans une portion de l'espace aérien situé au-dessus de son territoire, pour une courte durée, l'information

relative à la portion d'espace aérien en question n'est pas nécessairement publiée dans les AIP nationales.

Diagramme 3-13



### 3.5.4 Zones d'interaction et de délégation ATS

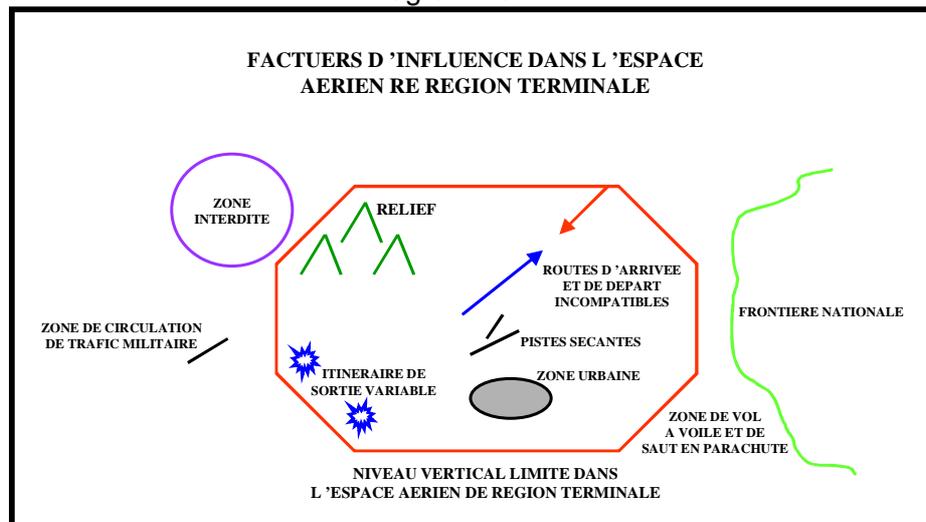
Les principes qui sous-tendent la délégation ATS peuvent également être associés au concept de zones d'interaction dans lesquelles les activités d'un aéroport subissent les conséquences directes de la proximité d'un autre aéroport. Une analyse reposant sur le concept de zones d'interaction peut mettre en évidence des zones où la délégation ATS serait susceptible d'améliorer l'activité d'un ou de plusieurs aéroports.

## QUATRIEME PARTIE

### FACTEURS D'INFLUENCE ET PROBLEMES CONSTATES

Les facteurs d'influence sont multiples pour ce qui concerne l'organisation et la gestion de l'espace aérien en région terminale. Leur nombre et leurs effets sont variables d'un endroit à un autre. Toutefois, un aperçu général des facteurs d'influence potentiels et des problèmes qui y sont associés peut se justifier. Souvent, l'origine des facteurs ayant pour effet de restreindre la capacité se révèle être sensiblement différente de celle initialement supposée. Certains de ces facteurs restrictifs sont examinés ci-dessous et illustrés sur le diagramme 4-1.

Diagramme 4-1



Type de contrainte affectant l'espace aérien de région terminale	Effet de la contrainte sur les opérations dans l'espace aérien de région terminale	Solution possible pour atténuer la contrainte (sans ordre de priorité)
<b>Géométrie de l'aéroport</b>		
Insuffisance de la zone de stationnement ou de la capacité aéroportuaire	Imposition de restrictions d'atterrissage entraînant des délais d'attente et un encombrement de l'espace aérien	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Développement d'une infrastructure complémentaire</li> <li>2. Adoption de mesures de régulation du débit</li> </ol>
Système de voies de circulation incomplet ou non optimisé	Augmentation du temps d'occupation des pistes entraînant un espacement plus important lors de l'approche finale	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mise à disposition de voies de circulation supplémentaires</li> <li>2. Mise en œuvre d'autres formules d'utilisation des pistes disponibles</li> </ol>
Approche par pistes convergentes ou sécantes	Augmentation de l'espacement en approche finale en conditions IMC	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction d'un affichage de pistes convergentes (CRDA)</li> <li>2. Développement d'approches indépendantes par pistes convergentes</li> <li>3. Résolution des conflits de procédures d'approche interrompue</li> </ol>
Utilisation de pistes secondaires - en dehors de l'utilisation des pistes en sens inverse	Nécessité de réorganiser les secteurs à l'intérieur de l'espace aérien de région terminale, ce qui entraîne une diminution de capacité	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconfiguration des secteurs</li> <li>2. Assouplissement de l'organisation des secteurs</li> </ol>
Absence d'aides d'approche (signalisation lumineuse) associées aux pistes secondaires	Manœuvres à vue nécessaires, d'où un accroissement de l'espacement	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Installation d'aides d'approche /de signalisation lumineuse pour pistes secondaires</li> <li>2. Etude de l'utilisation éventuelle de systèmes non basés au sol</li> </ol>

Type de contrainte affectant l'espace aérien de région terminale	Effet de la contrainte sur les opérations dans l'espace aérien de région terminale	Solution possible pour atténuer la contrainte (sans ordre de priorité)
Espacement latéral entre pistes parallèles inférieur aux minima prescrits par l'OACI	Impossibilité d'exploiter des approches parallèles indépendantes	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Application des règles de l'OACI pour permettre des approches parallèles vers des pistes séparées de 1035 m ou plus</li> <li>2. Recours à l'approche parallèle dépendante (c'est-à-dire application d'un espacement en diagonale lors de l'approche finale des deux pistes)</li> <li>3. Exploitation séparée des pistes parallèles</li> </ol>
Utilisation de pistes en sens inverse jusqu'à la piste principale  NB: piste principale = piste la plus fréquemment utilisée.	Elaboration de SID/STAR pour la piste principale incompatible avec une exploitation sur piste en sens inverse, d'où une baisse de capacité	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Réorganisation des SID et STAR de façon à fournir une structure "en miroir"</li> <li>2. Utilisation de l'espacement vertical plutôt que de la séparation géographique en cas d'exploitation en sens inverse</li> </ol>
Utilisation de pistes en sens inverse - Insuffisance de l'espace aérien disponible	Diminution de l'espace aérien disponible pour le guidage radar, ce qui entraîne un encombrement de l'espace aérien et une réduction de la zone de protection disponible pour l'organisation des procédures	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Augmentation de la dimension latérale et de la profondeur de l'espace aérien de région terminale</li> <li>2. Accord avec les utilisateurs des zones adjacentes sur la mise à disposition d'«espaces aériens dynamiques»</li> </ol>
Capacité des pistes insuffisante	Délais d'attente, allongement des itinéraires et encombrement de l'espace aérien	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Construction de pistes supplémentaires</li> <li>2. Utilisation d'autres aéroports voisins</li> <li>3. Adoption de procédures de renforcement de la capacité* des pistes.</li> </ol>

\* par exemple, espacement réduit lors de l'approche finale et espacement anticipé

Type de contrainte affectant l'espace aérien de région terminale	Effet de la contrainte sur les opérations dans l'espace aérien de région terminale	Solution possible pour atténuer la contrainte (sans ordre de priorité)
Proximité de plusieurs aéroports	Réduction de la capacité potentielle sur un ou plusieurs de ces aéroports du fait de la non intégration du système	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fournir un système intégré d'approche pour les aéroports concernés</li> <li>2. Eliminer les conflits SID/STAR sur les aéroports concernés</li> <li>3. Développer les installations sur un site et fermer les aéroports secondaires</li> </ol>
<b>Besoins des utilisateurs</b>		
Zone de circulation militaire voisine de l'espace aérien de région terminale	<p>Réduction de la zone de guidage radar, entraînant un surcroît de travail pour le contrôleur et un encombrement de l'espace aérien</p> <p>Allongement des itinéraires pour éviter la zone militaire</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction des principes d'utilisation flexible de l'espace aérien</li> <li>2. Mise en place d'une coordination dynamique entre organismes ATS civils et militaires compétents</li> <li>3. Adaptation des procédures civiles pour permettre l'accueil du trafic militaire</li> <li>4. Déplacement des zones d'exercices militaires</li> </ol>
Zone de circulation militaire incluse dans l'espace aérien de région terminale (par ex. par suite de la présence d'un aérodrome militaire dans l'espace aérien en question)	Restrictions imposées sur la zone de guidage radar, ce qui entraîne un surcroît de travail pour le contrôleur et limite la marge de manœuvre des aéronefs.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction des principes d'utilisation flexible de l'espace aérien</li> <li>2. Intégration des organismes ATS civils et militaires</li> <li>3. Déplacement de la zone de circulation militaire (création éventuelle d'un couloir d'accès (entrée/sortie) à l'aéroport militaire</li> </ol>

Type de contrainte affectant l'espace aérien de région terminale	Effet de la contrainte sur les opérations dans l'espace aérien de région terminale	Solution possible pour atténuer la contrainte (sans ordre de priorité)
Accès nécessaire des vols VFR à l'aéroport principal à l'intérieur de l'espace aérien de région terminale concerné	Diminution de la capacité de piste disponible pour les vols IFR commerciaux Augmentation de la densité de trafic	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mettre en place une structure d'espace aérien appropriée qui permette l'accès tout en limitant au minimum le passage dans l'espace aérien contrôlé</li> <li>2. Mise en place de routes VFR particulières</li> <li>3. Déplacement des opérations VFR vers d'autres sites adjacents</li> </ol>
Nécessité d'accès des vols VFR à un aéroport satellite dans la région terminale	Augmentation de la densité de trafic et de la charge de travail du contrôleur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mettre en place des couloirs d'entrée et de sortie et une classification appropriée de l'espace aérien</li> </ol>
Pratique de sports aériens à l'intérieur ou à proximité de l'espace aérien de région terminale	Accroissement de la densité de trafic et neutralisation de portions d'espace aérien	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction d'une coordination dynamique entre l'organisme ATS et les associations sportives.</li> <li>2. Déplacement de la zone d'activités sportives.</li> </ol>
Diversité des besoins des exploitants d'aéronefs dans la région terminale, en raison notamment des performances variables des appareils	La multiplicité des besoins peut accroître la complexité de l'espace aérien ou être préjudiciable aux autres utilisateurs	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Normalisation de l'ensemble des opérations afin de répondre aux besoins de tous les utilisateurs</li> <li>2. Offrir des acheminements distincts pour certaines catégories d'aéronefs</li> <li>3. Modifier les procédures d'approche aux instruments pour certaines catégories d'aéronefs</li> </ol>
Frontières nationales		
Aéroport situé à proximité d'une frontière nationale	Limitation de la disponibilité de l'espace aérien de région terminale, d'où une réduction de la zone de guidage et un allongement de l'acheminement	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction du principe de délégation ATS de longue durée</li> <li>2. Gestion souple des portions d'espace aérien par la délégation ATS temporaire</li> </ol>

Type de contrainte affectant l'espace aérien de région terminale	Effet de la contrainte sur les opérations dans l'espace aérien de région terminale	Solution possible pour atténuer la contrainte (sans ordre de priorité)
Dans les portions d'espace aérien faisant l'objet d'une délégation ATS, les règles de l'air et la classification de l'espace aérien varient	Base incertaine pour la fourniture de services ATS Peut rendre l'environnement ATC plus complexe	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Normalisation de la classification des espaces aériens</li> <li>2. Rédaction de lettres d'accord traitant des questions de délégation</li> <li>3. Mise en évidence des différences dans les ordres opérationnels donnés par les contrôleurs au plan local</li> </ol>
Proximité de plusieurs aéroports séparés par des frontières nationales	Disponibilité restreinte de l'espace aérien de région terminale Procédures de coordination complexes entraînant une réduction de la capacité de l'espace aérien	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mise en place d'un service multinational unique</li> <li>2. Création d'un espace aérien intégré dans lequel des organismes ATS éliminent les conflits entre routes</li> <li>3. Adoption du concept de délégation de services ATS à titre permanent ou provisoire</li> </ol>
Incompatibilité ou insuffisance des systèmes de communication et d'échange de données	Nécessité d'une coordination complémentaire entraînant un surcroît de travail	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mise en place de liaisons compatibles de communication et d'échange de données</li> </ol>
Inefficacité de l'organisation de l'espace aérien en raison d'exigences nationales	Absence de zone de guidage radar. Besoins accrus de coordination	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Application du concept de délégation de services ATS à titre permanent ou provisoire</li> <li>2. Organisation coordonnée de l'espace aérien</li> </ol>

Type de contrainte affectant l'espace aérien de région terminale	Effet de la contrainte sur les opérations dans l'espace aérien de région terminale	Solution possible pour atténuer la contrainte (sans ordre de priorité)
Lieu d'implantation		
Aéroport situé à proximité d'une zone de relief	<p>La limitation des flux de trafic entrants et sortants à des pistes particulières entraîne :</p> <p>a. un allongement des routes</p> <p>b. l'absence de résolution des conflits entre SID/STAR</p> <p>c. la non-divergence des flux de trafic sortants, ce qui exclut l'application des espacements minima au départ</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Réorganisation des SID/STAR sur la base des performances des aéronefs de la nouvelle génération</li> <li>2. Mise en place de routes en fonction des moyens RNAV</li> <li>3. Utilisation du guidage radar pour les aéronefs au départ</li> <li>4. Adoption de procédures reposant sur des repères visuels</li> </ol>
Implantation dans des zones où les conditions climatiques sont difficiles	Manœuvres d'approche impossibles en cas de conditions météorologiques difficiles, entraînant délais d'attente et encombrement de l'espace aérien	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacité déclarée réduite</li> <li>2. Adoption de mesures de régulation du trafic</li> <li>3. Amélioration des aides à la navigation pour l'approche</li> <li>4. Mise à disposition de moyens d'attente supplémentaires et optimisés</li> </ol>
Environnement		
Imposition de restrictions à l'exploitation optimale de la configuration des pistes pour des raisons de protection de l'environnement	Exploitation optimale des pistes possible uniquement pendant des périodes limitées, d'où une réduction de la capacité de l'aéroport et une complexité des opérations dans l'espace aérien	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Construction de nouvelles installations de pistes afin de tenir compte des exigences écologiques</li> <li>2. Interdiction des aéronefs non conformes au chapitre 3.</li> <li>3. Recours à des procédures de renforcement de la capacité</li> </ol>

Type de contrainte affectant l'espace aérien de région terminale	Effet de la contrainte sur les opérations dans l'espace aérien de région terminale	Solution possible pour atténuer la contrainte (sans ordre de priorité)
Utilisation obligatoire des routes préférentielles à moindre bruit	Un système d'itinéraires de départ optimisés ne peut avoir été mis en place pour des motifs de nuisances sonores	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adoption de systèmes de navigation offrant une précision de cheminement accrue</li> <li>2. Interdiction des aéronefs non conformes au chapitre 3.</li> <li>3. Mise en place de routes particulières pour les aéronefs dont l'impact sur l'environnement est faible</li> <li>4. Réévaluation des SID/STAR en tenant compte des performances des aéronefs de la nouvelle génération</li> </ol>
Impossibilité d'utiliser une piste à double sens pour des motifs d'ordre écologique, par ex. nuisances sonores	<p>Si une piste préférentielle est utilisée en situation de vent arrière, il peut être nécessaire d'augmenter l'espacement dans la phase finale d'approche</p> <p>Utilisation de pistes secondaires (sécantes) entraînant un risque de baisse de capacité</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilisation d'approches en descente continue</li> <li>2. Utilisation de la RNAV pour éviter les zones peuplées</li> </ol>
<b>Structure des routes</b>		
Aucune résolution des conflits SID/STAR	Entraîne de multiples conflits dans l'espace aérien et une intervention accrue des contrôleurs	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Résolution stratégique des conflits SID/STAR dans les plans géographique ou vertical</li> <li>2. Recours accru aux procédures radar normalisées</li> </ol>
Les points d'entrée/de sortie dans l'espace aérien de région terminale varient selon la piste utilisée	Impossibilité de normaliser les routes reliant l'espace aérien de région terminale à l'espace aérien de route, ce qui entraîne des incohérences dans les plans de vol et des problèmes de planification de l'espace aérien	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Réorganiser les SID/STAR de façon que les points d'entrée/de sortie soient indépendants de l'utilisation/du choix de la piste</li> </ol>

Type de contrainte affectant l'espace aérien de région terminale	Effet de la contrainte sur les opérations dans l'espace aérien de région terminale	Solution possible pour atténuer la contrainte (sans ordre de priorité)
Non-concordance des besoins propres à l'espace aérien avec les exigences de performances des aéronefs	Conflits de besoins entraînant une exploitation non optimisée et un accroissement de la charge de travail du contrôleur et du pilote	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Réévaluation des SID/STAR en tenant compte des performances de la nouvelle génération d'aéronefs</li> <li>2. Normalisation des exigences imposées aux exploitants d'aéronefs</li> <li>3. Meilleure utilisation de l'espacement radar</li> </ol>
Conception des SID/STAR pour une piste incompatible avec leur emploi sur une piste en sens inverse ou une piste secondaire	Entraîne des conflits multiples à l'intérieur de l'espace aérien et une intervention accrue du contrôleur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Réaménagement des SID/STAR pour offrir une structure qui soit compatible avec toutes les configurations de pistes</li> <li>2. Abandon de la résolution des conflits dans le plan vertical au profit de la résolution géographique en cas d'emploi de la piste en sens inverse</li> </ol>
Utilisation des même routes par des appareils de performances différentes	Retards dus à l'absence d'optimisation des courants de départ et d'arrivée, par ex. aéronef lent empruntant un SID particulier, suivi par un aéronef évoluant à grande vitesse sur le même SID	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recours accru aux moyens radar</li> <li>2. Introduction de routes conditionnelles pour certaines catégories d'aéronef</li> </ol>
<b>Effectif / Équipements</b>		
Pénurie de personnel possédant les qualifications requises	Capacité ATC réduite, division du secteur impossible	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formation de personnel supplémentaire</li> <li>2. Réorganisation des secteurs pour compenser l'inégalité de répartition du personnel</li> </ol>
Équipements appropriés non disponibles ou hors service	Utilisation non optimale de l'espace aérien disponible Espacement accru entre aéronefs	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fournir les équipements requis et renforcer le doublement des systèmes</li> <li>2. Utilisation d'autres installations (dispositifs d'urgence)</li> </ol>



**CINQUIEME PARTIE****METHODE D'ORGANISATION DE L'ESPACE AERIEN DE REGION TERMINALE****5.1 ETAPE 1 – EVALUATION DU PROBLEME**

Avant de lancer un projet d'organisation de l'espace aérien en région terminale, il est nécessaire d'en définir le but et la portée. L'espace aérien peut fonctionner de manière adéquate et ne nécessiter qu'une optimisation, ou, en revanche, le problème peut être décelé, soit qu'il existe déjà, soit que l'on en anticipe la manifestation dans l'avenir par suite d'une augmentation des niveaux de trafic, ou d'une modification des caractéristiques du trafic, etc. Pour anticiper des difficultés, il faut suivre la demande de trafic et établir les prévisions nécessaires.

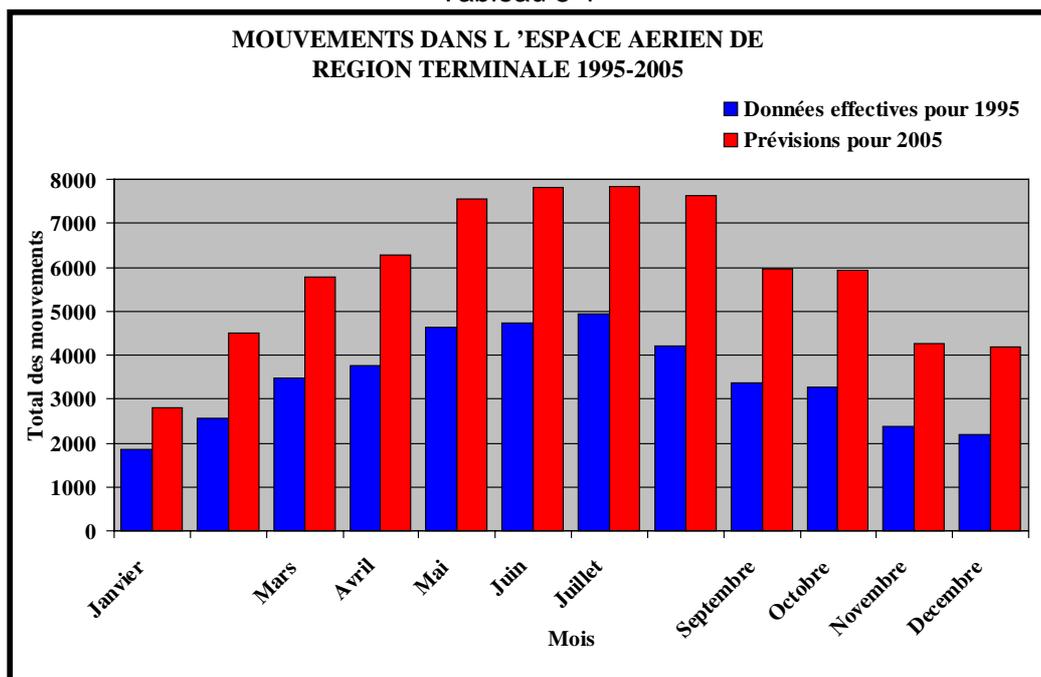
Suivre la demande de trafic impose d'établir une base de données statistiques précises qui servira de point de départ à la planification ultérieure. Il faut en outre analyser de manière complète les courants de trafic existants et prévus, en y englobant non seulement les flux directionnels mais les types d'aéronef et les profils de vol.

Dans un nombre de cas limité, l'espace aérien peut être une structure totalement nouvelle. Cependant la méthode reste la même.

**5.1.1 Techniques de prévision**

Un certain nombre de méthodes de prévision ont été mises au point, allant des simples prévisions reposant sur le raisonnement aux prévisions faisant appel aux modèles analytiques. La plupart des techniques tiennent compte de facteurs économiques, politiques, financiers et concurrentiels. La méthode effectivement choisie dépendra des types et des sources de données disponibles. Un exemple en est donné dans le Tableau 5-1.

Tableau 5-1



Les prévisions peuvent se faire selon un mode cumulatif ou, si l'on veut un schéma plus précis, selon un mode non cumulatif. Elles doivent indiquer l'évolution de la demande de trafic sur une base saisonnière, hebdomadaire ou journalière. Dans certains cas, et surtout si la demande est censée atteindre, voire dépasser, la capacité des pistes, des prévisions horaires peuvent se révéler utiles.

Les prévisions doivent être réévaluées et ajustées à intervalles réguliers pour confirmer les tendances du schéma de trafic.

### **5.1.2 Indicateurs de performances**

Les performances de l'espace aérien de région terminale peuvent être suivies afin d'anticiper les problèmes plutôt que d'attendre qu'ils ne surviennent pour réagir

Les indicateurs de performances constituent un outil de gestion qui est largement utilisé dans de nombreux secteurs. Un système d'indicateurs peut permettre de déceler de manière anticipée des problèmes potentiels. Un système bien conçu peut aussi permettre de déceler les domaines dans lesquels les problèmes sont susceptibles de survenir, par ex. insuffisance de la capacité des pistes, par opposition aux restrictions de l'espace aérien.

La quasi-totalité des zones de l'espace aérien de région terminale profiteront de la mise en place d'un système d'indicateurs de performances. Les informations réunies par un système simple pourront être tout aussi utiles que celles d'un système plus élaboré, surtout lorsque l'environnement de l'espace aérien de région terminale est moins complexe.

Ces indicateurs de performances peuvent être puisés à plusieurs sources dont les suivantes :

<b>Organisme central de gestion des courants de trafic aérien (CFMU) d'EUROCONTROL*</b>	Des rapports réguliers sont établis par le CFMU sur les zones où des retards importants sont enregistrés.
p. ex. Allocation de créneaux de départ	
<b>Service central d'analyse des retards de trafic (CODA) d'EUROCONTROL*</b>	Des rapports mensuels donnent des statistiques reposant sur les créneaux horaires de départ qui ont été attribués.
p. ex. Statistiques des retards dans les aéroports	
<b>Service central des redevances de route (SCRR) D'EUROCONTROL*</b>	Les fichiers relatifs à la perception des redevances et les paires de villes qui y sont associées peuvent fournir des éléments d'information utiles pour l'analyse des performances des courants de trafic.
p. ex. itinéraires allongés	
<b>Association du transport aérien international* (IATA)</b>	L'IATA suit les statistiques des retards en s'appuyant sur des données non cumulées, ce qui offre un moyen d'identifier les retards liés au contrôle de la circulation aérienne, aux difficultés météorologiques, etc.
p. ex. Plaintes des exploitants	
<b>Administrations nationales de l'aviation civile</b>	Les administrations de l'aviation civile publient diverses statistiques portant notamment sur la comparaison des mouvements sur les aéroports, les catégories d'aéronefs, les comptes rendus d'incidents, etc.
p. ex. comptes rendus d'incidents en vol	
<b>Groupe d'usagers de l'espace aérien</b>	Les usagers de l'espace aérien peuvent avoir des méthodes officielles ou officieuses d'enregistrement de données relatives aux performances de l'espace aérien.
p. ex. Rapports sur l'aviation générale	
<b>Statistiques des aéroports</b>	Les aéroports établissent diverses statistiques, notamment sur les mouvements de toutes les catégories d'aéronefs, les services fournis, les moyens d'approche utilisés, les plaintes relatives à l'environnement, etc.
p. ex. Temps d'occupation des pistes	
<b>Association de contrôleurs</b>	Nombre d'associations de contrôleurs fournissent des statistiques et des observations sur les performances et la fonction de l'espace aérien. Elles peuvent servir de point de départ au suivi des performances, notamment concernant les facteurs humains.
p. ex. Charge de travail des contrôleurs	

\* principalement pour utilisation au niveau de la macro organisation.

### 5.1.3 Exemples d'évaluation des problèmes

<b>Dimensions de l'espace aérien</b>
Les zones d'espace aérien de région terminale ont, pour la plupart, évolué au fil du temps. Toutefois dans certains cas, elles correspondent aux besoins des aéronefs de générations antérieures. Il est donc nécessaire de réévaluer leurs dimensions en fonction des profils de vol des aéronefs actuels.
<b>Arrivée normalisée aux instruments/Départ normalisé aux instruments</b>
La nécessité de publier des SID/STAR est liée à la densité et à la complexité de l'espace aérien de région terminale en question. Lorsque la densité des opérations de vol est faible, la publication de SID/STAR ne s'impose pas et un système souple peut être mis en place. A mesure que la densité des mouvements d'aéronefs augmente, des techniques peuvent être nécessaires pour accroître l'efficacité et maîtriser (ou réduire) la charge de travail, entraînant ainsi la mise en place de SID/STAR.
<b>Questions d'environnement</b>
Les questions d'environnement peuvent, selon certains avis, se révéler être le facteur le plus restrictif dans l'organisation de l'espace aérien en région terminale. La marge de réaligement des courants de trafic peut être limitée en de nombreux endroits par suite de l'obligation de suivre des routes préférentielles à moindre bruit. Un certain nombre d'autres questions, telles que l'impact visuel des aéronefs et les rejets toxiques deviennent plus critiques. Il est donc impératif de tenir compte des questions d'environnement et de les suivre.
<b>Classification des espaces aériens</b>
Le choix de classe de l'espace aérien peut influencer sensiblement sur la capacité de l'espace aérien de région terminale. Par exemple, l'accès du trafic VFR à l'espace aérien contrôlé classé E, suivant le schéma de l'OACI, n'est subordonné à aucune autorisation, tandis que dans l'espace aérien de classe A, aucun vol VFR n'est autorisé.  Si l'espace aérien n'est pas classé de façon adéquate ou s'il existe une ambiguïté concernant son classement, le fonctionnement de l'espace aérien peut s'en ressentir.
<b>Gestion de l'espace aérien</b>
Certains aspects des pratiques de gestion de l'espace aérien doivent être constamment suivis pour évaluer les besoins présents et futurs. Par exemple, une évolution de la situation politique d'un État peut ouvrir la voie à l'adoption du Principe d'utilisation flexible de l'espace aérien dans le but d'optimiser la structure de l'espace aérien en région terminale. Il peut également être nécessaire d'envisager l'adoption de mesures de régulation du débit. La capacité de l'espace aérien doit être suivie parallèlement à la demande associée à l'espace aérien en question. Lorsque la demande est supérieure à une capacité donnée, il peut être nécessaire d'assurer une gestion des flux.
<b>Infrastructure et configuration aéroportuaire</b>
La mise à disposition de pistes, leur configuration et l'infrastructure qui y est associée sont étroitement liées à l'organisation de l'espace aérien. Des temps excessifs d'occupation des pistes, une demande excédentaire de créneaux d'utilisation des pistes, des retards dus aux mauvaises conditions climatiques imposent une évaluation constante de façon à optimiser la capacité et l'efficacité.
<b>Aides à la navigation requises</b>
Les itinéraires de départ et d'arrivée normalisés aux instruments à l'intérieur de l'espace aérien de région terminale exigent que la navigation se fasse par rapport aux installations de radionavigation basées au sol. L'OACI recommande que des points significatifs soient fixés par la voie de l'implantation d'une installation de radionavigation ou de la définition d'une position par rapport à un équipement VOR/DME. Le recours aux relèvements NDB est tenu au minimum. La fourniture d'aides à la navigation et leur couverture nécessitent une réévaluation si les routes doivent être réalignées. La mise au point d'équipements de nouvelle génération peut aussi inciter à réévaluer les structures existantes de l'espace aérien.
<b>Relief</b>
Dans de nombreux endroits, le relief influencera dans une large mesure l'organisation de l'espace aérien de région terminale. La faculté de mise en place d'itinéraires d'arrivée et de départ pourra être limitée par l'impossibilité de fournir la marge de franchissement d'obstacles requise. Le relief pourra également influencer sur l'emplacement des installations de navigation basées au sol, qui pourra lui-même influencer la conception des SID/STAR.

## 5.2 ETAPE 2 – ORGANISATION DU PROJET

### 5.2.1 Perspectives d'organisation

Les impératifs d'organisation varieront selon les projets. Il est toutefois indispensable d'associer toutes les parties dès le premier stade. Les modalités de travail peuvent être vues sous deux angles, ainsi que le montre le diagramme 5-2.

#### Au niveau *macro structurel*

Dans ce cas, on examine les principaux courants de trafic au sein d'un espace aérien multinational qui n'est pas conditionné par les frontières FIR/UIR existantes ou des éléments d'ordre politique. L'interface associée avec les régions terminales est alors prise en considération pour qu'il soit tenu compte, dans toute la mesure possible, des besoins de l'ensemble du système. Ce dispositif présente l'avantage d'aller au-delà de la zone de simulation et d'élargir le point de vue, ce qui peut permettre l'harmonisation des routes avec celles des régions adjacentes.

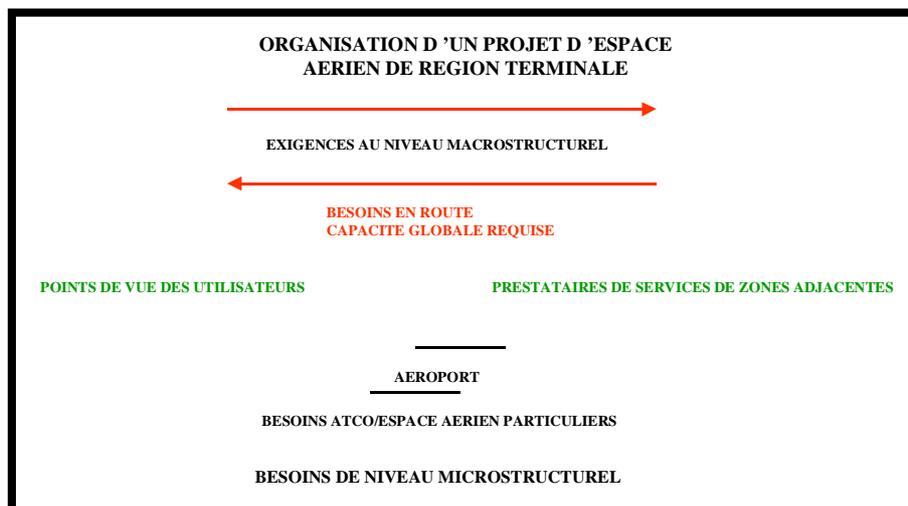
#### Au niveau *micro structurel*

Il faut pour cela une contribution des prestataires de services, notamment des contrôleurs de la circulation aérienne, des usagers de l'espace aérien, etc.

L'objectif est d'améliorer la structure de la zone particulière de l'espace aérien de région terminale. C'est en général la méthode la plus fructueuse dans un contexte individuel. Toutefois, si le développement est pris isolément, il se peut qu'il soit contraire à l'amélioration globale de la capacité. Les principes de zones d'interaction (voir paragraphe 3.4) doivent également être pris en considération, avec une vaste consultation de toutes les parties intéressées.

De toute évidence, les deux points de vue ont leurs limites si on les considère isolément et les exigences d'un développement en route peuvent, dans certains cas, être impossibles à satisfaire pour diverses raisons, dans un espace aérien de région terminale donné. Toutefois, le développement d'une zone particulière d'espace aérien de région terminale sans la prise en compte d'autres facteurs peut entraîner une fragmentation de la structure de l'espace aérien. Il est donc important qu'une consultation approfondie ait lieu aux premiers stades de la planification.

Diagramme 2-5



### 5.3 ETAPE 3 – ELABORATION DE LA PROPOSITION

L'élaboration de la proposition doit être fondée sur une évaluation quantifiée du problème et peut couvrir plusieurs aspects. Ceux-ci varieront d'un projet à l'autre et un même problème peut se solder par l'adoption de solutions différentes selon les États, en raison des exigences locales.

On trouvera dans la liste ci-après un aperçu des éléments qu'il conviendrait de prendre en considération lors de l'élaboration de propositions d'amélioration pour l'espace aérien de région terminale:

<b>Organisation de l'espace aérien</b>
L'espace aérien constitue un bien précieux qui doit être géré de manière efficace. L'amélioration des performances des aéronefs, tant pour le profil de vol que dans le domaine de la navigation, permettra d'envisager de nouveaux concepts d'organisation. Le principe de base consiste à réduire au minimum les restrictions de l'espace aérien en se conformant aux impératifs de sécurité, tout en fournissant une capacité suffisante pour répondre à la demande présente et future.
<b>Courants de trafic</b>
A l'interface entre les courants de trafic et l'environnement de route, la transition doit se faire sans heurt et, de préférence, permettre une montée et une descente ininterrompues, avec une intervention minimale du contrôle de la circulation aérienne. Les courants de trafic doivent être conçus de façon que l'interface avec l'environnement de route ne soit pas tributaire de la piste utilisée à un moment donné. Une conception «en miroir» pourrait être la solution de choix. Dans la pratique toutefois, cet objectif n'est pas facile à atteindre, les courants de trafic n'étant pas également répartis entre les directions, dans la plupart des aéroports.
<b>Procédures</b>
De nouvelles procédures sont mises en place dans de nombreux sites, en vue d'accroître la capacité sur les aéroports et dans l'espace aérien avoisinant. Un certain nombre d'entre elles sont exposées dans le document «APATSI Manual on Mature Procedures» de la CEAC. Cependant, il convient de noter que ces procédures ne sont pas nécessairement conformes aux dispositions de l'OACI. Note : Le non-respect des Normes et pratiques recommandées de l'OACI doit être consigné en tant que différence par rapport à l'OACI.
<b>Gestion de l'espace aérien</b>
L'utilisation flexible de l'espace aérien (FUA), concept entériné par les États de la CEAC, impose de considérer l'espace aérien comme un continuum appelé à être alloué pour répondre aux besoins des utilisateurs. Ce principe débouchera sur la création de structures plus souples en vue d'optimiser l'organisation de l'espace aérien. Cette souplesse peut se situer entre usagers civils et militaires ou entre usagers civils uniquement, notamment lorsque l'espace aérien est alloué à un organisme ATS donné suivant la direction de la piste utilisée.
<b>Régulation du débit</b>
Il arrive souvent que la demande de trafic et la capacité disponible ne coïncident pas. Pour les concilier en périodes de pointe dans la journée, des mesures de régulation du débit peuvent être mises en place. Anticiper une telle situation suppose l'analyse des prévisions horaires. Une évaluation de la capacité portant sur l'espace aérien et les aéroports associés est indispensable à la mise en place de mesures de régulation du débit.
<b>Equipements</b>
A mesure de l'augmentation de la densité de trafic, le recours à des technologies évoluées devient plus important. Ainsi, avec les aéronefs des générations précédentes, la capacité à l'intérieur d'une zone de faible densité peut avoir été adéquate dans le cas du contrôle aux procédures mais, avec l'augmentation du trafic, la nécessité d'un recours au radar est apparue. L'introduction de technologies nouvelles nécessitera l'élaboration de procédures complémentaires.
<b>Usagers de l'espace aérien</b>
L'adoption de mesures de renforcement de la capacité à l'intérieur de l'espace aérien de région terminale pourrait exiger une large participation des usagers associés à l'espace aérien concerné. Dans ce cas, les propositions peuvent porter sur la formation de ces usagers aux techniques de vol et aux procédures d'exploitation à appliquer dans cet espace. D'autres usagers de l'espace aérien, par exemple les aéronefs d'État, nécessiteront une prise en charge qui tienne compte des capacités de leurs aéronefs.
<b>Restrictions d'ordre écologique et autres</b>
Des restrictions peuvent être appliquées à l'espace aérien pour diverses raisons, par exemple la protection de l'environnement ou la création de zones interdites pour des motifs de sécurité nationale. Nombre de ces restrictions ne peuvent être levées et des solutions nouvelles doivent être trouvées de façon à permettre une exploitation optimale des aéronefs dans le respect des exigences imposées dans cet espace aérien.

## 5.4 ETAPE 4 – VALIDATION DES PROPOSITIONS

La validation est généralement nécessaire avant la mise en œuvre des propositions. Elle doit être réalisée par simulation (accélérée et/ou en temps réel) ou par analyse des essais et/ou mise en œuvre sur d'autres sites. Toutefois, si les propositions sont considérées comme des affinements de la structure ou du système en place, une validation peut être jugée superflue.

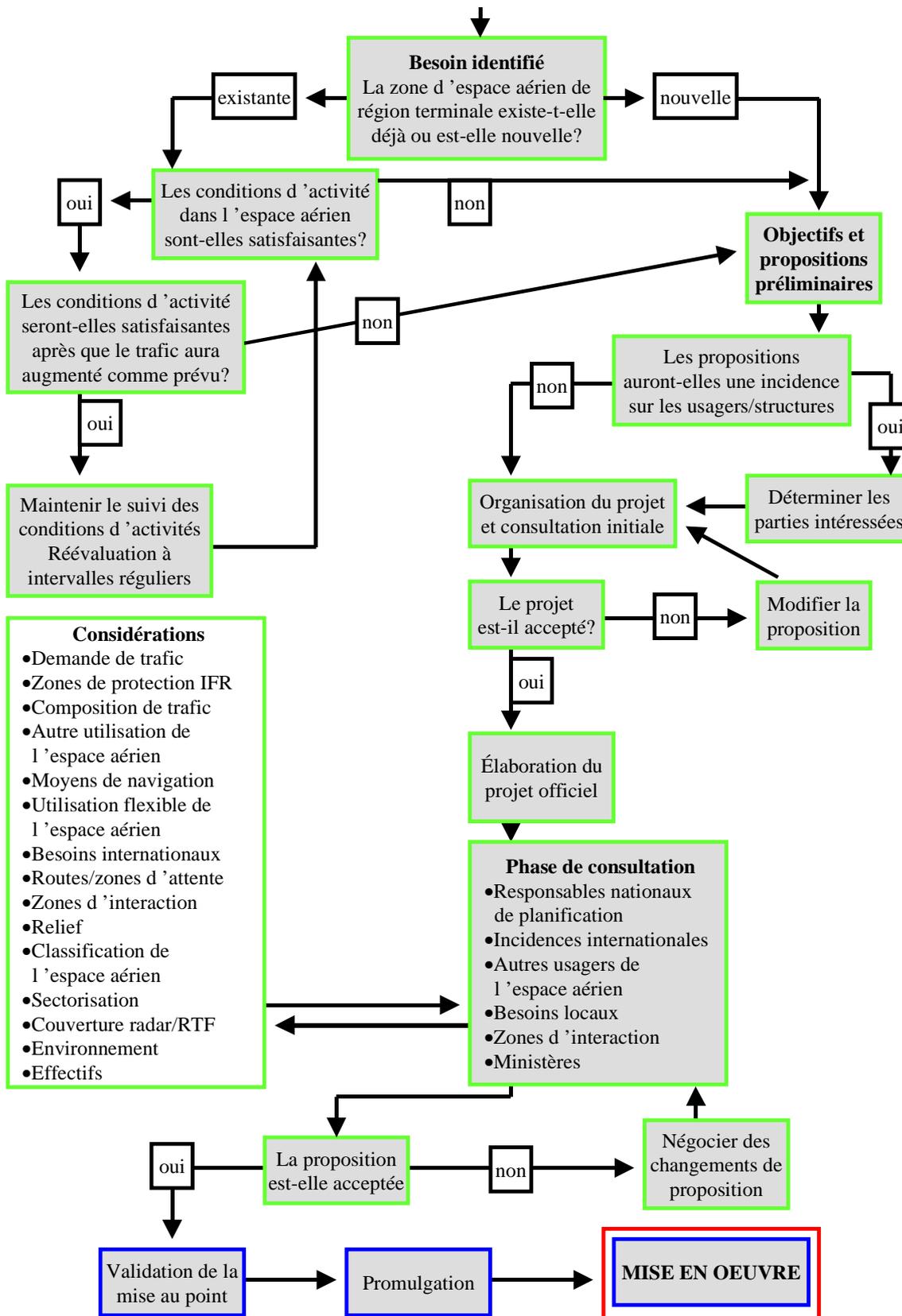
Si la simulation est la méthode de validation retenue, une démarche progressive est souhaitable. En règle générale, c'est la simulation en temps réel qui donne les meilleurs résultats, mais elle nécessite des ressources importantes. Une analyse de haut niveau des diverses options, lorsqu'elles existent, peut servir de point de départ. Malgré l'absence d'informations détaillées, une telle analyse devrait permettre d'écarter, dès les premiers stades, les options manifestement inadaptées, et de ne pas réaliser inutilement des simulations nécessitant d'importants moyens.

Afin de tirer le meilleur parti des ressources disponibles, un certain nombre d'options peuvent alors être analysées en simulation en temps accéléré, les meilleures d'entre elles étant alors sélectionnées pour une simulation en temps réel.

Approche progressive	Moyen de validation
Affinement des structures ou systèmes existants	Si la proposition est considérée comme un affinement d'une structure ou d'un système en place, il se peut que la validation soit jugée superflue.
Procédures existantes	Procédures en vigueur sur un autre site. <i>La validation de procédures ou concepts appliqués sur un autre site peut rendre superflue la réalisation d'une simulation approfondie.</i>
Evaluation initiale des options	Outil d'analyse de haut niveau faisant appel à des données génériques ou aux données de plan de vol du CFMU. <i>Permet d'évaluer un certain nombre d'options et d'éliminer celles qui n'offrent aucun potentiel.</i>
Evaluation des options viables	Simulation en temps accéléré à l'aide de modèles mathématiques ou analytiques, par ex. SIMMOD, TAAM ou RAMS. <i>Permet d'analyser les solutions potentiellement viables et de déceler les problèmes susceptibles de se poser au démarrage.</i>
Simulation des options retenues	Simulation en temps réel. <i>Cette méthode, qui nécessite des ressources importantes, ne doit être utilisée que pour l'évaluation des seules options toujours considérées comme viables.</i>
Validation sur le site	La validation sur le site peut comprendre des essais en vol de procédures ou de structures, simulées ou adoptées sur d'autres sites.

**Un cadre est proposé à l'Annexe A pour l'analyse de l'espace aérien de région terminale.**

## 5.5 PROCESSUS DE MISE AU POINT – CONCEPT D'ORGANISATION DE L'ESPACE AERIEN DE REGION TERMINALE



## SIXIEME PARTIE

### LE CONCEPT D'ESPACE AERIEN DE REGION TERMINALE

#### 6.1 APERCU DES BESOINS

Les diverses zones d'espace aérien de région terminale en Europe ont des besoins extrêmement variés et il n'est donc pas question de leur appliquer un concept rigide. Il est cependant possible de dégager des grands principes, qui tiennent compte des recommandations de l'OACI, sur lesquels il sera possible de s'appuyer pour édifier une structure individuelle. Ces principes ont été examinés dans les précédents chapitres du présent document.

#### 6.2 DOCUMENTATION DE L'OACI

##### 6.2.1 Dispositions de l'OACI

La définition d'un concept d'espace aérien de région terminale devrait prendre pour point de départ les dispositions des documents pertinents de l'OACI. Ainsi que nous l'avons mentionné plus haut, quatre questions distinctes devraient être prises en considération :

##### a. L'élaboration de procédures

La conception des structures de l'espace aérien de région terminale est étroitement liée aux procédures de départ, d'arrivée et d'attente qui ont été établies pour le site en question. Ces structures contrôlées sont mises en place dans l'espace aérien de région terminale pour assurer la protection des vols IFR au cours des phases d'arrivée et de départ. Toute personne chargée de planifier l'espace aérien doit donc avoir une bonne compréhension des procédures d'arrivée/de départ, en vigueur ou envisagées, à l'endroit desservi par la structure en question.

##### b. Dénomination de l'espace aérien

Le concept d'espace aérien de région terminale ne doit pas être nécessairement déterminé par rapport à la dénomination de la structure d'espace aérien concernée. Toutefois, l'objectif final doit être de mettre en place un espace contrôlé qui réponde aux exigences de profil de vol des aéronefs circulant en IFR auxquels un service ATC doit être fourni. L'OACI donne un certain nombre de lignes directrices sur les structures que l'on peut résumer comme suit :

**Zones de contrôle:** les zones de contrôle devront être aussi restreintes que possible, de façon à permettre la prise en charge des trajectoires des vols IFR contrôlés entre les limites inférieures d'une CTA et l'aérodrome pour lequel la zone de contrôle est établie.

**Régions de contrôle:** Des régions de contrôle peuvent être constituées de diverses manières pour permettre la prise en charge des trajectoires des vols IFR contrôlés. Ces structures devraient compléter la zone de contrôle associée tout en maintenant son extension au strict minimum.

### **C. Fonction de l'espace aérien**

La fonction de l'espace aérien prend de plus en plus d'importance pour la capacité. Il est donc impératif de localiser l'espace aérien dans lequel une fonction APP est assurée. Il suffit de souligner que cette fonction peut être assurée par un CCR ou un organisme APP. A mesure que la densité de trafic augmentera, le passage d'une "division de fonction" à une autre pourra être nécessaire. Cela sera décidé au niveau local.

L'OACI exige que soient fixés des points significatifs pour les itinéraires d'arrivée et de départ, qui servent à distinguer la phase en route de la phase approche d'un vol. Ces dispositions, qui seront propres à chaque site, pourront ne pas coïncider avec les transferts de responsabilité d'un organisme APP à un CCR ou inversement. Les points significatifs des itinéraires d'arrivée et de départ peuvent aussi ne pas coïncider entre eux.

### **D. Classification de l'espace aérien**

Les problèmes que la classification de l'espace aérien est susceptible de poser tiennent à la coexistence possible de vols IFR et VFR. A mesure de l'augmentation de la densité de trafic, il pourra être nécessaire de mettre en place des dispositions spéciales pour les vols VFR. Et si la densité de trafic augmente encore, les dispositions ATS devront être à nouveau renforcées en séparant les vols VFR des arrivées et départs IFR, ce qui entraînerait une modification de la classification de l'espace aérien.

## **6.3 ELABORATION DU CONCEPT**

### **6.3.1 Concept d'exploitation**

Un certain nombre de mesures doivent être prises pour établir un concept d'exploitation pour une zone particulière d'espace aérien de région terminale. Ces mesures seront en général les mêmes pour tous les sites. Mais le résultat final pourra varier en fonction des impératifs locaux.

#### **MESURE 1 – Evaluation de la capacité \***

Les responsables de la planification de l'espace aérien devront suivre le comportement de l'espace aérien de région terminale au moyen d'indicateurs de performance établis à cet effet. Ils devront évaluer la capacité et s'appuyer sur des prévisions pour parvenir à équilibrer la capacité et la demande actuelle et prévue.

#### **MESURE 2 – Analyse des courants de trafic \***

L'analyse des courants de trafic permet de déterminer les flux et les changements prévus pendant la période considérée.

\* Dans le cas d'un nouveau site, l'évaluation de la capacité et l'analyse des courants de trafic se feront sur la base des besoins prévus.

**MESURE 3 – Elaboration du projet**

Les exigences sur le plan de l'organisation devront être prises en considération et toutes les parties intéressées devront être associées aux travaux de façon à favoriser la coopération.

**MESURE 4 – Fonction et sectorisation de l'espace aérien**

La méthode fonctionnelle à appliquer sera déterminée en fonction des besoins particuliers de l'espace aérien. Cela influera sur le choix du type de sectorisation.

**MESURE 5 – Organisation de l'espace aérien**

La zone concernée par la fonction de contrôle d'approche et les incidences potentielles du trafic de transit doivent être mises en évidence

**MESURE 6 – Opérations dans l'espace aérien**

Il conviendra d'évaluer la nécessité d'établir des SID et STAR. Les courants internes de trafic dans l'espace aérien de région terminale devront être étudiés de façon que l'interface avec la structure en route soit aussi cohérente que possible.

**MESURE 7 – Nécessité d'une sectorisation**

La nécessité d'un découpage entre secteurs de la zone de compétence du contrôle d'approche devra être examinée parallèlement à la détermination des fonctions de contrôle d'approche. Les méthodes appliquées localement auront une incidence à cet égard.

**MESURE 8 – Facteurs d'influence**

Les facteurs d'influence associés à l'espace aérien de région terminale et l'impact sur les besoins devront être évalués.

**MESURE 9 – Etablir une connexion avec la phase en route**

Il convient de déterminer l'emplacement des points significatifs et de repérer les zones de chevauchement éventuel.

**MESURE 10 – Validation**

La méthode de validation appropriée devra être appliquée suivant l'ampleur de la réorganisation ou du développement du projet.

**MESURE 11 – Mise en œuvre et suivi**

Une fois le projet mis en œuvre, il faudra assurer un suivi permanent des activités de façon que la nécessité d'apporter des modifications puisse être décelé au plus vite.

## **6.4 CONCLUSION**

Il a été rappelé dans le présent document que l'organisation de l'espace aérien en région terminale ne peut avoir un caractère définitif. Chaque zone doit être considérée dans sa spécificité. Le présent document a pour ambition d'exposer succinctement les principes qui régissent cette organisation et sur lesquels l'élaboration de documents nationaux peut s'appuyer. C'est dans le cadre de ces documents que les besoins propres aux États concernés peuvent être dûment pris en compte.

Les structures de l'espace aérien ont évolué avec le temps. Cette évolution se poursuivra et devra prendre en compte les nouvelles générations d'aéronefs dont les performances sont supérieures à celles de leurs prédécesseurs. Les nouveaux systèmes de navigation sont aussi le point de départ d'une réorganisation de l'espace aérien et pourront permettre la mise en place de structures et de procédures opérationnelles plus efficaces. Il est donc nécessaire de poursuivre la réévaluation des structures actuelles de l'espace aérien à la lumière des besoins futurs et du développement de la technologie aéronautique.

**CADRE D'ANALYSE DE L'ESPACE AERIEN DE REGION TERMINALE**

Le présent document est destiné à fournir un cadre adapté à l'analyse des opérations en région terminale. Il ne se veut pas exhaustif mais vise plutôt à préciser les domaines de recherche et les parties qu'il convient d'associer au processus. Chaque zone d'espace aérien de région terminale étant unique, les rubriques proposées ici pourront être complétées au cas par cas. Inversement, certaines rubriques du présent cadre d'analyse pourront être sans objet dans une zone particulière.

<b>CADRE DU PROJET</b>		
<b>1. COLLECTE DES DONNEES</b>		
<b>DOCUMENTATION</b>	Installations aéroportuaires/de pistes	Changements en cours, proposés et prévus concernant l'utilisation des installations ou leur développement.
	<b>Dimensions de l'espace aérien</b>	Limites dans les plans horizontal et vertical, types de structure, classification de l'espace aérien et différences déclarées par rapport aux prescriptions de l'OACI. Dispenses existantes ou proposées.
	Installations et services de navigation	Types d'aide fournis et proposés. Taux de fonctionnement et diagrammes de couverture du service. Législation nationale relative à l'utilisation des moyens de navigation (p. ex. Recours exclusif au GPS, etc.). Routes et procédures RNAV en service ou prévues.
	Cartes aéronautiques	Tous les aspects de l'espace aérien et des installations susceptibles d'avoir une incidence sur l'espace aérien en question.
	Espace aérien à usage spécial	Recenser les zones interdites, dangereuses et réglementées.  Déterminer les catégories d'opération ou de restriction ainsi que leur portée.
	Questions liées à l'environnement  p. ex procédures d'exploitation à moindre bruit, sanctuaires ornithologiques	Zones à prendre en considération. Courbe isopsophique et normes de surveillance applicables. Niveaux correspondant aux procédures d'exploitation à moindre bruit.
	Critères applicables au franchissement d'obstacles	Ecartés signalés par rapport aux critères du Doc. 8168 PANS-OPS

	Données géodésiques	Type de référentiel cartographique utilisé et dispositions envisagées pour l'avenir (notamment pour ce qui concerne le WGS-84).
	Documents de référence associés	Circulaires d'information aéronautique, Manuels nationaux des services de la circulation aérienne, instructions locales, etc.
	Cartes topographiques	Cartes à échelles diverses, s'il en existe.
<b>BASE DE DONNEES/INFORMATIONS DE SIMULATION</b>	Organisme central de gestion des courants de trafic aérien	Données d'archives et données de gestion stratégique du trafic. Niveaux de retard correspondant à l'espace aérien concerné.
	Modèle de trafic de base	Utilisation d'outils informatisés (p. ex. SAAM et logiciel de visualisation en 3 D) pour visualiser l'espace aérien.
	Classification des aéroports/de l'espace aérien de région terminale/ Documentation	Classification de l'espace aérien en fonction des mouvements autorisés. Aéroports adjacents à prendre en considération. Mouvements d'aéronefs.
	Documentation sur les aéroports	Configuration et utilisation (p. ex. exploitation en mode séparé et mixte). Mesures en cours visant le renforcement de la capacité et possibilité de mise en place de procédures diverses. Contraintes existantes.
	Recensement des principaux utilisateurs de l'aéroport	Par analyse des échantillons de trafic du CFMU et des registres des mouvements tenus pas les ATC locaux.
<b>2. RECOMMANDATIONS PROVISOIRES</b>		
	A partir de ce qui précède, soumettre, dans le cadre d'un rapport, des recommandations provisoires sur la démarche à adopter pour la visite du site. Un plan complet a peu de chances d'être établi à ce stade, étant donné que les informations n'auront pas été recueillies sur place. Toutefois, les recommandations pourraient comprendre plusieurs solutions susceptibles de répondre aux besoins perçus dans l'espace aérien concerné. Ces projets pourraient être modifiés et perfectionnés après la visite du site et la rencontre des représentants locaux.	

<b>3. VISITE DU SITE</b>	
Prestataire ATS, exploitant de l'aéroport et autorités militaires	Orientation du trafic et chargement. Utilisation préférentielle des pistes
	Analyse du débit et de la demande par rapport à la capacité.
	Différences, sur le plan opérationnel, entre les dimensions de l'espace aérien et les critères publiés.
	Caractéristiques du trafic. Coexistence de vols IFR et VFR et besoins correspondants. Catégories d'aéronefs utilisés.
	Itinéraires préférentiels recensés. Interface avec l'environnement de route. Incidences pour les vols VFR.
	Itinéraires opérationnels préférés des contrôleurs.
	Acheminement aux procédures (SID/STAR publiés). Acheminement effectif par guidage radar et interaction entre trajectoires théoriques et trajectoires effectives.
	Interaction avec d'autres aéroports/aérodromes et accords opérationnels existants.
	Contraintes liées à l'espace aérien. Relief, autres usagers, circulation militaire, etc.
	Procédures d'exploitation locales. Ecart non signalés par rapport aux normes de l'OACI.
	Exigences opérationnelles variables selon les pistes.
	Méthodes de résolution des conflits SID/STAR (stratégique/tactique).
	Limites/contraintes propres au site considéré.
	Utilisation de moyens de mise en séquence. Interface homme/machine pour le contrôleur.
	Minima d'espacement radar possibles et restrictions imposées à leur application.
	Niveau des équipements, présents et proposés.

	Mise en place de procédures RNAV et principe de développement de telles procédures.
	Proximité de frontières nationales et possibilités de délégation des services ATS.
	Autres préoccupations/contraintes ou améliorations proposées au niveau local.
<b>AUTORITES AEROPORTUAIRES</b>	Capacité des pistes et données opérationnelles. Mode d'exploitation mixte, opérations indépendantes/dépendantes ou séparées.
	Opérations sur pistes convergentes.
	Activités militaires sur l'aéroport.
	Plans futurs de développement.
	Contraintes écologiques sur l'exploitation de l'aéroport.
	Recours aux techniques de suivi des performances opérationnelles.
	Prévisions des niveaux de trafic. Types d'aéronef exploités et nouveaux marchés potentiels.
	Niveau opérationnel de service de l'aéroport.
	Applicabilité de l'Annexe 14 de l'OACI et homologation des opérations - autorité responsable.
	Confirmation des données géographiques publiées dans les AIP.
	Besoins locaux particuliers.
	Autres préoccupations/contraintes ou améliorations suggérées localement.

PRINCIPAUX EXPLOITANTS (civils et militaires)	Exploitation de la flotte. Possibilité d'une exploitation mixte dans l'avenir.
	Moyens de navigation des appareils en service et prévus.
	Itinéraires et procédures préconisés pour l'arrivée et le départ.
	Direction de la route, actuelle et proposée.
	Profil de montée optimum.
	Profils de descente souhaités.
	Procédures d'exploitation particulières en vigueur sur le site en question.
	Contraintes perçues par les exploitants.
	Autres préoccupations ou améliorations proposées au plan local.
	Recenser les itinéraires souhaitables d'un point de vue opérationnel.
	Déterminer les contraintes opérationnelles existantes.
	Préciser les critères appliqués en ce qui concerne la marge de franchissement d'obstacles.
	Réaliser une première évaluation de l'espace aérien.
	Rechercher les possibilités de mise en commun des segments de route, points de repère et/ou points de cheminement. Envisager l'opportunité d'une exploitation autonome ou commune à plusieurs aéroports.
	Elaborer des itinéraires et des procédures provisoires.
	Définir les exigences en matière d'espace aérien, sur la base des itinéraires préliminaires.
	Evaluer les contraintes et les limites affectant les itinéraires initialement proposés.

	S'assurer que les itinéraires sont aussi simples que possible et qu'ils sont exploitables.
	Réévaluer les exigences opérationnelles en fonction des propositions. Réévaluer les dimensions de l'espace aérien qui y est associé.
	Déterminer les contraintes perçues par les exploitants.
	Analyser les questions de charge de travail du pilote/du contrôleur avant la simulation.
<b>5. VALIDATION</b>	
	Réaliser une première validation par l'emploi d'outils d'évaluation de haut niveau, SAAM, dispositif de visualisation en 3D, etc., afin d'obtenir une première idée des solutions et/ou problèmes potentiels.
	Une autre évaluation peut être faite par simulation en temps accéléré, à l'aide de moyens tels que SIMMOD, TAAM, RAMS ou autres (installations dont l'État en question peut disposer). Le choix des moyens de simulation à utiliser dépendra des zones. Déterminer l'intérêt d'essais en situation réelle.
	Demander une simulation en temps réel, selon les besoins.

**ETUDE DE L'EVALUATION DE L'IMPACT DU  
BRUIT SUR LA ZONE TERMINALE  
AEROPORTUAIRE DE PARIS**

**Projet de rapport final**

**Civil Aviation Authority (CAA)  
National Aerospace Laboratory (NLR)**

**Septembre 2001**



---

**TABLE DES MATIERES**

<b>ABBREVIATIONS.....</b>	<b>4</b>
<b>1. CONTEXTE.....</b>	<b>7</b>
<b>2. OBJET ET MISSION.....</b>	<b>8</b>
<b>3. PERSONNES CONCERNÉES ET CLIENT FINAL.....</b>	<b>8</b>
<b>4. ORGANISATION DU PROJET ET RÔLES DES PARTENAIRES .....</b>	<b>9</b>
4.1. Organisation du projet .....	9
4.2. Responsabilités et rôles du consortium .....	9
4.3. Assurance qualité .....	9
4.4. Biens livrables .....	10
<b>5. INFORMATIONS À LA BASE DE L'ÉTUDE COMPARÉE.....</b>	<b>11</b>
5.1. Sources d'information et hypothèses.....	11
5.2. Données de trafic .....	11
5.3. Utilisation des pistes.....	11
5.4. Routes prédéfinies.....	12
5.5. Dispersion de trajectoire.....	12
5.6. Profils d'altitude .....	13
5.7. Avions les plus bruyants.....	14
<b>6. PROPOSITIONS DE ROUTES ALTERNATIVES.....</b>	<b>15</b>
6.1. Hypothèses de trafic.....	17
6.2. Hypothèses de routes.....	17
<b>7. METHODES D'EVALUATION DU BRUIT .....</b>	<b>18</b>
7.1. Zone interne .....	18
7.2. Zone intermédiaire.....	19
7.3. Zone externe .....	19
<b>8. RESULTATS.....</b>	<b>20</b>
8.1. Zone interne .....	20
8.2. Zone intermédiaire.....	21
8.3. Zone externe .....	26
<b>9. CONCLUSIONS.....</b>	<b>35</b>
<b>ANNEXE A : RÉFÉRENCES DE LA CAA ET DU NLR.....</b>	<b>36</b>
<b>ANNEXE B : BRUIT ET ÉVALUATION DU BRUIT.....</b>	<b>38</b>
<b>ANNEXE C : DESCRIPTION DU MODÈLE ANCON.....</b>	<b>43</b>
<b>ANNEXE D : DONNÉES DE TRAFIC SUR ORLY EN MAI 2001 .....</b>	<b>45</b>
<b>ANNEXE E : EVALUATION EN ZONE EXTERNE.....</b>	<b>47</b>

## ABBREVIATIONS

AdP	Aéroports de Paris
AIP	Aeronautical Information Publication (Publication d'informations aéronautiques)
ANA	Alerte Nuisances Aériennes
ANCON	Aircraft Noise CONtour model (Modèle de courbes de bruit des avions)
C4A	Comité de Coordination contre le Couloir Aérien
CAA	Civil Aviation Authority (Direction de l'aviation civile britannique)
CAEP	Committee on Aviation Environmental Protection (Comité de protection de l'environnement contre l'aviation)
CTA	Contrôle du Trafic Aérien
dB	Décibel
DNA	Direction de la Navigation Aérienne
DNL	Day-Night Level (Niveau Jour-Nuit)
ECAC	European Civil Aviation Conference (Conférence européenne de l'aviation civile)
FAA	Federal Aviation Administration (Direction de l'aviation civile fédérale américaine)
FL	Flight Level (Niveau de vol)
ft	Feet (Pieds)
ICAO	International Civil Aviation Organisation (Organisation mondiale de l'aviation civile)
ILS	Instrument Landing System (Système d'atterrissage aux instruments)
INM	Integrated Noise Model (Modèle de bruit intégré)
LAeq	A-weighted equivalent continuous sound level (Niveau énergétique équivalent pondéré - A)
Lmax	Maximum sound level (Niveau sonore maximal)
Leq	Equivalent continuous sound level (Niveau énergétique équivalent)
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium (Laboratoire aérospatial national des Pays-Bas)
SAE	Society of Automotive Engineering (Société de génie automobile)
SEL	Sound Exposure Level (Niveau d'exposition au bruit)
SID	Standard Instrument Departure (Départ normalisé aux instruments)
STAR	STandard Arrival Route (Route prédéfinie, Trajectoire d'arrivée normalisée)
TMA	Terminal Area (Zone terminale aéroportuaire, espace aérien dans lequel l'avion manœuvre avant le touché et immédiatement après le décollage)

## SYNTHESE

EUROCONTROL a reçu pour mission d'examiner la restructuration de la zone terminale aéroportuaire (TMA) de Paris, y compris d'expertiser quatre propositions de trajectoires d'arrivée sur Orly par l'ouest. Ce rapport présente l'évaluation indépendante du bruit lié aux alternatives de trajets proposées, et la comparaison de ces alternatives entre elles et avec les trajets existants. Le consortium CAA-NLR a mené cette étude sous contrat d'EUROCONTROL.

Cette étude se fonde sur des données de référence recueillies sur une période échantillon représentative de 31 jours qui rassemble les informations trafic et radar enregistrées au mois de mai 2001 à l'aéroport d'Orly. Ces données de référence portent sur les éléments suivants : types d'appareils, routes prédéfinies et dispersion de trajectoires (différences entre les trajectoires nominales et les trajectoires individuelles utilisées), informations de profil de vol et densités de trafic durant différentes plages horaires du jour et de la nuit. Ces informations englobent implicitement les procédures de vol existantes ainsi que les caractéristiques de CTA de l'aéroport d'Orly. Le trafic de mai 2001 a été évalué à la fois sur la base du bruit actuel et sur les options CTA proposées. Cette approche signifie que les facteurs externes aux trajets proposés ont été exclus de l'étude comparée.

Pour les besoins de cette étude, la zone concernée, qui couvre une vaste section de la région Ile-de-France, a été divisée en trois zones distinctes :

- Une zone interne, dans laquelle les courbes de l'exposition au bruit "habituel" ont été calculées à l'aide de l'indice de mesure DNL, utilisé pour effectuer la corrélation entre le bruit environnant et les perturbations subies par les populations riveraines.
- Une zone intermédiaire, où bruit et perturbations ne sont pas directement associés, mais où le niveau de bruit des appareils peut être évalué avec une exactitude raisonnable. Les "empreintes" d'événements uniques d'arrivées sur l'aéroport ont été établies dans cette zone.
- Enfin, une zone externe qui couvre certaines parties des routes proposées les plus éloignées de l'aéroport. Dans ce dernier cas, les appareils volent à haute altitude et les niveaux de bruit ne peuvent être estimés de manière fiable. Bien que les niveaux de bruit soient faibles, même comparés avec les bruits des autres sources locales "quotidiennes", les appareils seraient susceptibles de survoler certaines zones qui ne sont pas habituellement survolées. Leur seule présence risquant de provoquer le mécontentement des riverains, des couloirs alternatifs de vol ont été tracés à l'aide de diagrammes de dispersion des signaux radar pour identifier les zones problématiques éventuelles.

Cette étude a dû être réalisée très rapidement pendant cette saison difficile qu'est la saison estivale. Il est évident que les questions soulevées sont complexes, il n'a donc pas été possible, dans le temps imparti, de réaliser une étude exhaustive ni un rapport aussi complet que l'équipe l'aurait voulu. L'équipe se réserve, en particulier, le droit de compléter ou de modifier le contenu de ce rapport, suite à la présentation qu'elle en fera au Comité de Pilotage.



## 1. CONTEXTE

L'Ile de France et ses environs comptent bon nombre d'aéroports, les plus importants étant ceux d'Orly et de Roissy Charles de Gaulle. A Orly, le nombre annuel de mouvements d'avions est limité à 250 000. Charles de Gaulle exploite actuellement trois pistes et une quatrième est en cours de construction. Cet aéroport a traité 518 000 mouvements en l'an 2000. La capacité déclarée de l'aéroport Charles de Gaulle est actuellement de 101 mouvements par heure. L'exploitation de la quatrième piste portera ce nombre à 120.

Même au rythme actuel, la capacité de l'espace aérien pose de sérieux problèmes, particulièrement du fait de l'absence d'un quatrième point d'entrée au sud-ouest. Tout le trafic en approche du sud-ouest est redirigé au nord-ouest, sur un point d'entrée déjà surchargé. A l'heure actuelle, même sans l'augmentation à venir de la capacité aéroportuaire et sans la croissance anticipée des mouvements aériens, le trafic connaît une congestion et des retards de 40 à 60 minutes chaque matin.

Pour résoudre la congestion du trafic actuelle et anticipée, l'aéroport de Paris (ADP) et la Direction de la Navigation Aérienne (DNA) ont négocié un quatrième point d'entrée au sud-ouest avec le Ministère de la défense. La disponibilité de ce nouveau point d'entrée a ouvert la porte d'une réorganisation de la zone terminale aéroportuaire de Paris, et de la structure d'un nouveau trajet dans cette région à haute densité de population qu'est l'Ile de France.

Toutes les propositions quelles qu'elles soient de nouveau trajet au-dessus de l'Ile de France auront un impact certain sur le système de contrôle du trafic aérien parisien (CTA). Elles sont actuellement en cours d'étude et d'évaluation par EUROCONTROL. Le système CTA restructuré doit être optimisé en termes de sécurité, capacité et bruit.

Ces propositions impliquent de nouveaux trajets selon lesquels les avions voleront au-dessus de zones habitées jamais survolées auparavant, ou selon lesquels la densité du trafic des trajets existants sera modifiée. Le bruit qui en résultera est un sujet de préoccupation important et le Ministère des transports a demandé une étude indépendante sur l'impact de ce bruit.

## 2. OBJET ET MISSION

Ce rapport décrit l'étude comparée menée par une équipe d'experts de la CAA (Civil Aviation Authority) britannique et du NLR (Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium – Laboratoire National d'Aérospatiale) néerlandais, destinée à évaluer l'exposition du bruit qui résulterait du décollage et de l'atterrissage d'avions selon différents trajets, de et à l'aéroport de Paris-Orly, et plus particulièrement les points suivants :

- Les opérations de Paris-Orly utilisent actuellement trois points d'entrée sur la zone terminale aéroportuaire. Ces points d'entrée servent de base à cette étude : ils sont comparés aux trajets alternatifs éventuels, aux trajets d'arrivée, aux points d'entrée et les différents impacts sont analysés.
- Six propositions sont expertisées. Chacune d'entre elles consiste en un ou plusieurs trajets dans une zone aéroportuaire à quatre points d'entrée. Le nouveau et quatrième point d'entrée se situe au sud-ouest d'Orly. Dans ce rapport, chaque proposition est identifiée par le nom de l'organisme qui l'avance et le niveau de vol (FL) du parcours de vent descendant. Les différents trajets sont décrits au chapitre 6. Les propositions expertisées sont les suivantes :
  - DNA FL100,
  - DNA FL110,
  - ANA FL140,
  - ANA FL110,
  - C4A FL110, et
  - EUROCONTROL FL110.

Il faut préciser que l'intention de cette étude n'est pas de fournir une simulation "en conditions réelles" des différentes propositions. Ce rapport présente des évaluations représentatives mais réalistes des avantages et des inconvénients des propositions, en termes de bruit et de gêne, au regard de la situation existante.

Cette étude comparée a débuté en juillet 2001 et se terminera le 24 septembre 2001.

Les résultats figurant dans ce rapport seront présentés à EUROCONTROL et au Comité de Pilotage en septembre 2001.

## 3. PERSONNES CONCERNEES ET CLIENT FINAL

Ce rapport a été compilé par le consortium CAA-NLR sous contrat d'EUROCONTROL.

Le client final est le Comité de Pilotage qui a été nommé par le Ministère des transports, pour représenter les intérêts des communautés riveraines dans le processus de décision de la restructuration de la zone terminale aéroportuaire de Paris. Ce comité est constitué de représentants de huit départements de la région parisienne. Chaque département est représenté par deux délégués.

## **4. ORGANISATION DU PROJET ET ROLES DES PARTENAIRES**

Dans le cadre de ce projet, un consortium composé de la CAA et du NLR a été constitué, avec à sa tête, la CAA. La CAA et le NLR ont discuté le projet et sont parvenus à un accord sur l'organisation et la répartition des rôles.

Les références de la CAA et du NLR pour l'exécution de ce projet sont décrites à l'annexe A.

### **4.1. Organisation du projet**

Ce projet a été subdivisé en trois parties principales :

- Analyse du recueil des faits pour l'obtention des informations requises portant sur la région parisienne ;
- Evaluation et validation de la situation existante à la base de l'étude comparée, y compris l'établissement des données de trafic de référence ;
- Expertise et évaluation des propositions de CTA identifiées.

### **4.2. Responsabilités et rôles du consortium**

Les rôles de la CAA et du NLR ont été soigneusement établis, afin que les résultats et leur présentation ne penchent en faveur d'aucun intéressé particulier.

La CAA a été chargée de la gestion globale du projet et a dirigé la structure du projet ainsi que le traitement des données.

Le NLR a validé tous les modèles de bruit reçus et vérifié l'intégrité des résultats. Le NLR a également reçu la responsabilité de préparer ce rapport.

### **4.3. Assurance qualité**

Lors de ce projet, la CAA et le NLR ont suivi des procédures conformes à la norme ISO 9001 sur les systèmes de gestion de la qualité. (Le NLR possède l'accréditation ISO 9001; l'ERCD de la Civil Aviation Authority utilise une mesure qualitative similaire à l'ISO 9001, et une demande d'accréditation formelle ISO 9001 est en cours). En particulier :

- Le NLR et la CAA se sont mis d'accord sur la manière de traiter les données pertinentes dans le cadre du projet ;
- La CAA et le NLR ont adopté les formulaires de traitement des données du NLR à la fois pour le traitement et la vérification des données ;
- La CAA a pris la direction de la partie concernant le traitement des données et le calcul du bruit. Chaque élément a été ensuite présenté au NLR pour évaluation. Le NLR a alors transmis ses commentaires appropriés à la CAA.

#### **4.4. Biens livrables**

Ce rapport est le seul bien livrable, dans le cadre du contrat d'EUROCONTROL avec la CAA et du contrat de la CAA avec le NLR. Sur la base des résultats rapportés aux présentes, une présentation sera faite au Comité de Pilotage en septembre 2001.

## **5. INFORMATIONS A LA BASE DE L'ETUDE COMPAREE**

### **5.1. Sources d'information et hypothèses**

L'évaluation des niveaux de trafic actuels sur Paris-Orly a pris pour base les données radar et trafic séparées, enregistrées sur un mois complet (mai 2001). Les données radar les plus récentes disponibles à la période de l'évaluation étaient celles de mai 2001. Les niveaux de trafic de mai 2001 étaient considérés comme représentatifs des opérations actuelles d'Orly.

Les données radar comprenaient des informations sur les trajectoires 4-D (à savoir position dans l'espace par rapport au temps) des vols individuels. Des échantillons importants de ces données radar ont été traités par la CAA pour produire les routes prédéfinies moyennes et les dispersions de trajectoires (à savoir la dispersion latérale) pour chaque trajet de départ normalisé aux instruments (SID) et pour chaque route d'arrivée prédéfinie (STAR). Les profils de vol moyens des types d'aéronefs ont été également examinés. Les données des journaux de trafic, distinctes des données radar, ont été utilisées pour déterminer la fréquence des mouvements à l'arrivée et au départ, par type d'aéronef, car les données radar n'étaient pas complètes.

L'évaluation du bruit des avions est décrite succinctement à l'annexe B. La méthodologie utilisée est résumée au Chapitre 7. La CAA a utilisé son modèle ANCON pour générer les courbes à partir des informations concernant l'avion et le vol décrites ci-dessous, et une brève description de ce modèle se trouve à l'annexe C. L'évaluation du bruit par rapport au cas de base (situation existante) ainsi que l'expertise des différentes propositions, sont discutées au chapitre 8.

### **5.2. Données de trafic**

Les données de trafic ont permis d'établir des tableaux par type d'aéronef (SID et STAR), par arrivée et par départ, de jour (0600-2200 heure locale) et de nuit (2200-0600 heure locale) pour faciliter le calcul des niveaux de bruit à l'aide de l'indice acoustique DNL. L'indice DNL ajoute une pénalité de 10 dB à tout mouvement nocturne.

Les données de trafic indiquaient que la majorité des départs utilisaient les départs normalisés aux instruments (SID) PIROG et PTV sud (environ 30 à 35% chacun). Les arrivées se répartissaient également à environ 50:50 entre les routes prédéfinies (STAR) EPR et MEL. Les types d'avions peuvent être classés en termes de nombre de vols. Le tableau D1 de l'annexe D montre les types d'avions les plus fréquents en période diurne et le tableau D2 en période nocturne.

Il convient de noter que les vols du Concorde ont été inclus pour compléter l'analyse de la situation existante. Le Concorde a atterri et décollé une seule fois durant le mois de mai 2001.

Afin de simplifier le processus de modélisation du bruit, les types d'aéronefs aux caractéristiques de bruit et de performance similaires ont été regroupés sous une même catégorie (Voir Annexe D).

### **5.3. Utilisation des pistes**

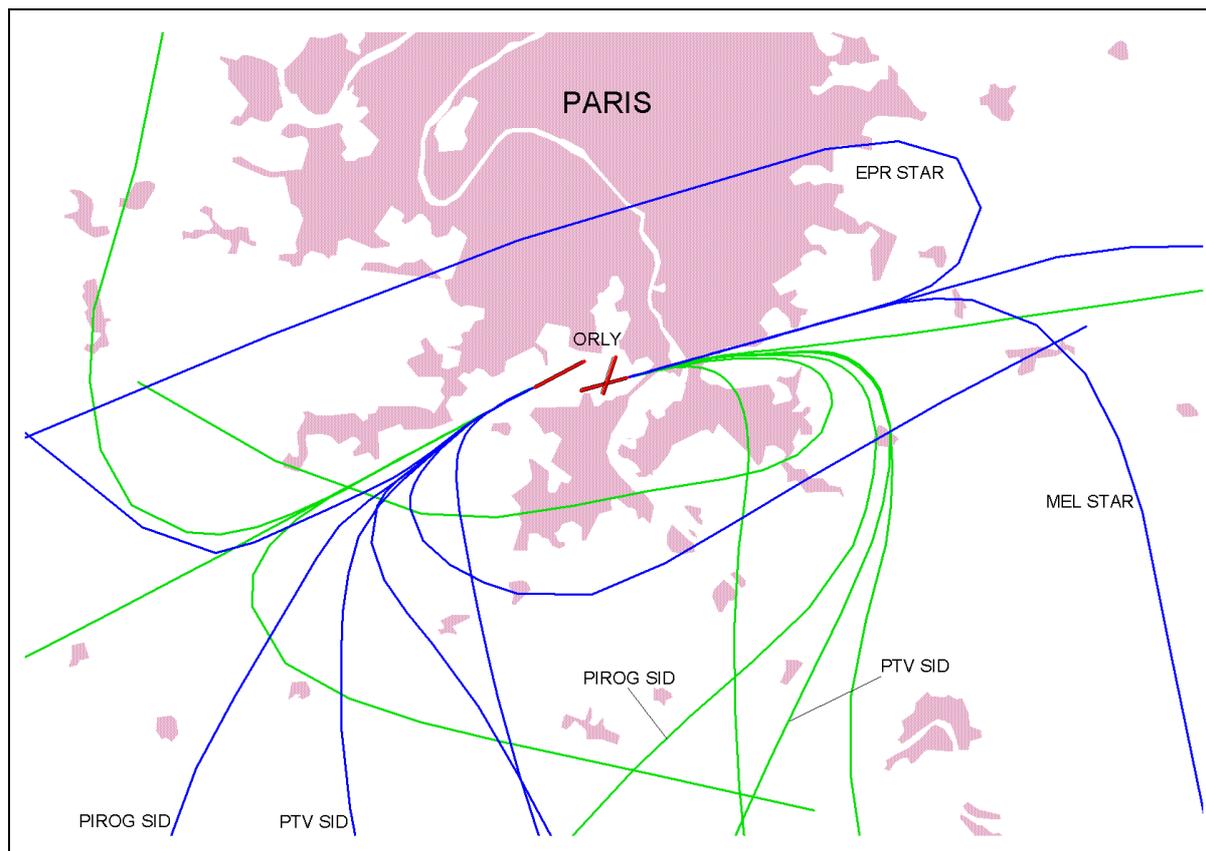
Orly exploite un système de piste préférentielle qui a été pris en compte dans l'évaluation. En mode d'orientation ouest, par exemple, les décollages se font sur la piste 25 et les atterrissages sur la piste 26. La piste transversale (02/20) est rarement utilisée et a été

exclue de la modélisation.

Bien que la répartition d'orientation des pistes choisies puisse varier de manière notable d'année en année, un pourcentage à long terme (30 ans) de 60% à l'ouest a été retenu dans l'étude comparée (c'est-à-dire les départs et les arrivées à l'ouest comptent pour 60% des cas).

#### 5.4. Routes prédéfinies

Les routes prédéfinies moyennes, générées à partir de données radar pour les SID et STAR correspondants, sont décrites à la Figure 1.



**Figure 1 Routes prédéfinies moyennes générées pour les SID et les STAR actuels de l'aéroport d'Orly (les opérations à l'ouest=bleu, les opérations à l'est=vert)**

#### 5.5. Dispersion de trajectoire

Les dispersions ont été dérivées pour chaque route moyenne générée. La dispersion décrit la variation entre les routes constatées et les routes prédéfinies moyennes. La dispersion est la conséquence de l'interaction entre de nombreux facteurs :

- Navigation des avions pour l'acheminement à l'aide d'équipements de navigation au sol (balises) ;
- Différences de performance et de masse ;
- Différences de procédures normalisées des compagnies et des pilotes ;
- Conditions météorologiques ;
- Manœuvres commandées par le CTA pour garantir les distances spatiales et

temporelles correctes entre les avions, la sécurité et un flux de trafic régulier.

## 5.6. Profils d'altitude

### *Départs normalisés aux instruments*

Les avions qui effectuent un SID changent d'altitude, de vitesse, de configuration et donc de paramètres de poussée. Un SID se caractérise généralement par les éléments suivants :

- Roulage ;
- Premier segment de montée (poussée de décollage, volets et train sortis) ;
- Deuxième segment de montée (poussée de décollage, volets sortis, train rentré) ;
- Troisième segment de montée (poussée de montée maximale, volets et train rentrés) ;
- Montée continue (poussée réduite) ;
- Stabilisation à l'altitude prescrite.

Les profils d'altitude de SID dépendent, dans une grande mesure, du type d'aéronef, et sont en même temps des facteurs déterminants de l'exposition au bruit au sol. Dans les limites des caractéristiques mêmes de l'avion, ces profils d'altitude peuvent être influencés par le CTA : pour des raisons de sécurité, par exemple, les avions peuvent être maintenus à basse altitude sous des appareils en arrivée.

Pour les besoins de cette étude comparée, les profils moyens au départ d'altitude, de vitesse et de poussée ont été déterminés à partir des données radar pour les avions les plus bruyants à Orly (série MD80, Airbus 319/320/321, DC10 et B733). Pour tous les autres types d'avions qui, du fait de leur faible bruit ou de leur faible nombre, auraient un impact négligeable sur les courbes, des profils moyens de la base de données ANCON ont été utilisés par commodité.

### *Routes d'arrivée prédéfinies*

Normalement, un avion suivant une route d'arrivée prédéfinie STAR se comporte comme suit :

- Il descend de son altitude de croisière selon une balise spécifique pour entamer la procédure d'arrivée ;
- Il se tient à un point d'attente ;
- Il attend conformément au délai requis puis quitte le point d'attente à un niveau de vol spécifié pour rejoindre le flot des arrivées, conformément aux instructions du CTA ;
- Il entame sa descente en manœuvrant conformément aux instructions du CTA pour maintenir l'écart entre les avions (position des volets, vitesse, altitude, poussée et cap modifiés selon les instructions) ;
- Il se stabilise à l'altitude d'interception ILS sur environ 3 milles (volets, train et poussée sont réglés aux paramètres requis) ;
- Il descend selon l'ILS (volets en configuration d'atterrissage, train sorti, poussée réduite) ;
- Il atterrit et ralentit au roulage (freins et poussée inverse).

A proximité de la piste, les avions en arrivée suivent le radioalignement de descente ILS en configuration d'approche finale. Leur trajectoire, leur altitude, leur vitesse, leur pente de descente et leur niveau de poussée peuvent être spécifiés assez précisément pour déterminer les niveaux d'exposition au bruit avec assez d'exactitude. Cette phase d'approche finale qui couvre les 9 derniers milles avant le touché est commune à tous les

appareils en arrivée. Les profils moyens d'arrivée sur Orly en phase d'approche finale correspondent tout à fait à ceux de la base de données ANCON, et c'est pourquoi ces derniers ont été utilisés comme modèles de courbes de base de l'étude comparée.

### 5.7. Avions les plus bruyants

Sur la base des caractéristiques de bruit des appareils et le nombre de vols par type d'avion, le niveau de bruit par type d'appareil par rapport au niveau global de bruit des départs et arrivées à Orly ont pu être définis (voir les tableaux 1 et 2 ci-dessous).

**Tableau 1 Contribution au bruit au départ par type d'avion**

Type d'avion	Jour (%)	Nuit (%)
Airbus 319/320/321	17	9
B737-300/400/500	2	13
B747-200	6	8
DC10	3	14
Série MD80	56	32
Autres types	4% ou moins chacun	7% ou moins chacun

**Tableau 2 Contribution au bruit à l'arrivée par type d'avion**

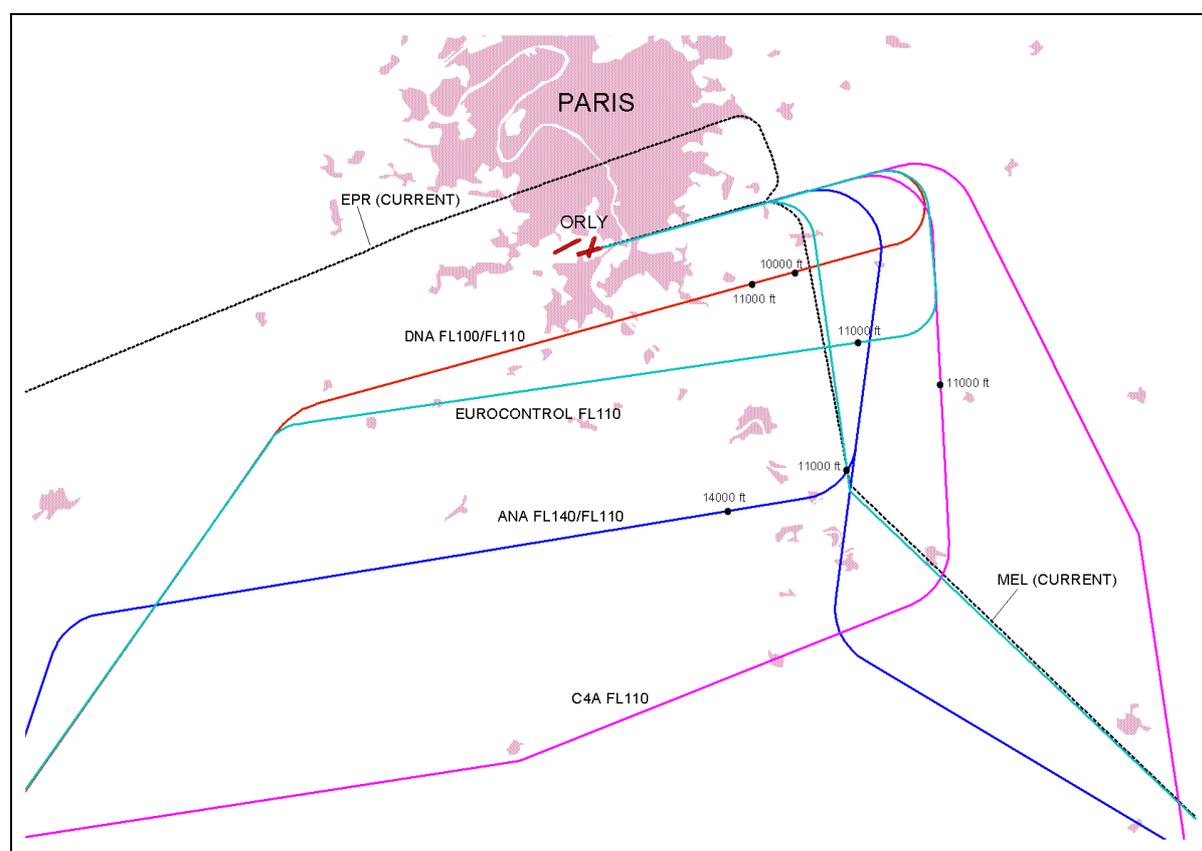
Type d'avion	Jour (%)	Nuit (%)
Airbus 319/320/321	38	34
B737-300/400/500	4	10
B737-800	2	12
B747-200	10	7
DC10	6	3
Série MD80	12	25
Autres types	6% ou moins chacun	2% ou moins chacun

Les tableaux ci-dessus indiquent que les avions de la série MD80 dominent au niveau du bruit au départ à Orly, tandis que les Airbus 319/320/321 contribuent principalement au niveau de bruit à l'arrivée.

## 6. PROPOSITIONS DE ROUTES ALTERNATIVES

Avant d'accrocher l'ILS, les avions suivent différentes trajectoires en fonction de leur point d'entrée dans la zone TMA, des conditions de trafic, de la météo et d'autres facteurs. Les appareils descendent de leur voie aérienne et de leur altitude de croisière, jusqu'au point d'arrivée à FL100 ou au-dessus, selon que des avions sont placés en circuit d'attente ou non. Qu'ils soient maintenus en pile ou non, une fois qu'ils quittent le point d'attente, les avions volent selon des constantes de vitesse, de cap et de niveau de vol (entre FL100 et FL140) approximativement 10 000 (3000 m) et 14 000 pieds (4300 m) au-dessus du sol, avant d'entamer leur descente sur l'aéroport.

Les trajectoires nominales sont décrites à la Figure 2 qui indique les points auxquels, pour les besoins de cette étude comparée, la descente est supposée commencer.



**Figure 2 Alternatives de routes d'arrivée sur l'aéroport d'Orly**

**Figure 2 : légende**

**EPR (CURRENT) : EPR ACTUEL**

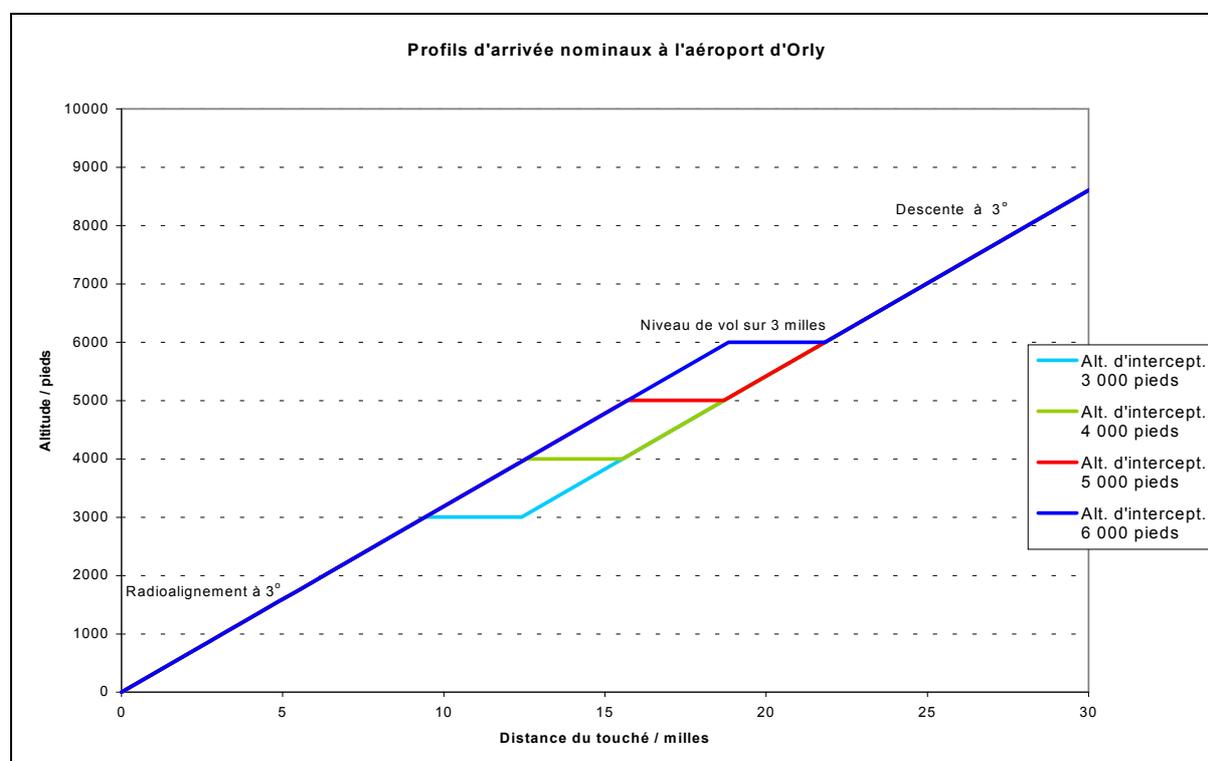
**MEL (CURRENT) : MEL ACTUEL**

En pratique, le pilote décide de la manière précise dont la phase de descente de la route prédéfinie (STAR) est exécutée. Normalement, le pilote reçoit l'autorisation du CTA de descendre du niveau de vol initial à une altitude spécifique, à partir de laquelle il intercepte le radioalignement de descente ILS. Le temps de maintien à cette "altitude d'interception" dépend du taux de descente à cette altitude et la route prédéfinie suivie. La distance totale de vol suivant le début de la descente est ajustée selon les instructions du CTA qui maintient la distance requise entre tous les avions en approche finale. Pour ce faire, les avions doivent être dirigés pour se tourner vers le LOC (extension de la ligne centrale de la piste) à

différentes distances de la piste. Ceci peut entraîner un certain nombre de manœuvres comme un virage ou un double virage en S, pour retarder l'opération si nécessaire.

Dans le cadre de cette étude comparée, il a été nécessaire de simplifier les hypothèses pour comparer l'impact potentiel des différentes propositions. Les hypothèses sont donc les suivantes :

- Les avions descendent de leur niveau de vol initial à un angle de  $3^\circ$  sur l'horizontale (équivalent à la pente de descente ILS) ;
- L'altitude d'interception spécifiée est maintenue sur une distance de route de 3 milles. Ceci signifie qu'en rapport à la distance de la route au touché, tous les avions sont supposés suivre exactement la même pente de descente initiale et finale, ces deux pentes étant séparées par une distance de 3 milles. Voir Figure 3. Dans cette hypothèse, les seules différences entre les propositions avancées sont les altitudes d'interception : 3 000 pieds, 4 000 pieds, 5 000 pieds ou 6 000 pieds. Voir Tableau 3. Par conséquent, les distances du touché auxquelles les avions passent d'une pente de descente à une autre varient proportionnellement.



**Figure 3 Profils d'altitude des différentes propositions d'interception du radioalignement de descente**

Les altitudes initiales et l'altitude d'interception de la pente de descente sont résumées au Tableau 3 ci-après :

**Tableau 3 Résumé des correspondances entre altitudes initiales et altitude d'interception du radioalignement de descente pour les propositions suivantes**

PROPOSITION	FL DE DEPART	ALTITUDE D'INTERCEPTION S-O	ALTITUDE D'INTERCEPTION S-E
DNA (Orig)	FL100	3 000 pieds	3 000 pieds
DNA (Alt)	FL110	4 000 pieds	4 000 pieds
ANA (Orig)	FL140	4 000 pieds	4 000 pieds
ANA (Alt)	FL110	4 000 pieds	4 000 pieds
C4A	FL110	5 000 pieds	6 000 pieds
EUROCONTROL	FL110	4 000 pieds	4 000 pieds

Les propositions expertisées ne concernent que les routes d'arrivées par l'ouest. Certaines propositions peuvent avoir un impact sur les départs correspondants. Dans la proposition ANA, par exemple, il semble que le trafic au départ doit être maintenu à FL110 pour éviter les conflits de sécurité. Ce "maintien bas" des avions au départ pourrait avoir un effet négatif sur l'exposition au bruit au sol (voir Section 8.3).

### 6.1. Hypothèses de trafic

L'expertise des propositions présuppose l'adoption de différentes hypothèses de trafic, sachant que l'objectif de cette étude est de comparer exclusivement les caractéristiques de routes. Pour effectuer une comparaison entre propositions équivalentes, les propositions suivantes ont été émises :

- Pour le volume de trafic de chaque route, le point d'entrée au sud-ouest devrait traiter tout le trafic en provenance du sud-ouest. Dans la situation existante, ce trafic est dirigé au nord d'Orly ;
- La composition et le volume du trafic devraient rester constants à la fois dans la situation existante et dans les propositions ; la moyenne du trafic quotidien (basée sur les statistiques du mois de mai 2001) est de 638 mouvements (319 arrivées et 319 départs). Si l'on considère une répartition exacte de 50:50, cela représente une moyenne de 159,5 mouvements par jour et par point d'entrée, dont 4,5 % durant la nuit. Ces mouvements concernent les vols en mode d'orientation ouest sur les trajets considérés 6 jours sur 10.
- Les schémas de dispersion de trajectoires sur Orly ont été reproduits sur les routes proposées pour tenir compte des interactions prévues entre CTA, les avions et les effets des équipements de navigation.

### 6.2. Hypothèses de routes

En outre, certaines hypothèses propres aux routes ont été établies, aux fins de modélisation des propositions :

- Pour les propositions de la DNA et d'EUROCONTROL, au regard des virages serrés à 180 degrés des arrivées au sud-ouest, la répartition des dispersions de trajectoires en arrivée EPR actuelles ont été considérées comme représentatives des segments de base des arrivées au sud-ouest ;
- Pour toutes les autres routes nominales, c'est la répartition des dispersions de trajectoire en arrivée MEL qui a été retenue.

## 7. METHODES D'EVALUATION DU BRUIT

Les échelles d'intensité et les indices acoustiques utilisés pour l'évaluation du bruit des avions, y compris les indices DNL, SEL et Lmax, sont décrits à l'Annexe B. Cette évaluation des effets du bruit suite à la restructuration de la zone TMA de Paris-Orly s'étend bien au-delà de la simple analyse de l'impact du bruit habituel autour des aéroports. Les options CTA considérées dans cette étude comparée diffèrent principalement les unes des autres au regard de l'alignement des trajectoires d'arrivée qui se trouvent nettement en dehors des courbes "standard" dans lesquelles les niveaux d'exposition au bruit excèdent DNL 55. Ce niveau est généralement reconnu comme le niveau le plus faible retenu pour les évaluations du bruit. Tout changement notable du climat de bruit des avions ne se produirait que dans les zones où les appareils sont nettement plus haut et les événements nettement moins sonores. En conséquence, aucune corrélation directe fiable ne peut être établie entre l'ampleur des effets des changements et la satisfaction des populations riveraines.

Cette considération a conduit à l'établissement d'une base à trois zones distinctes pour cette étude comparée. Ces trois zones sont classées par ordre d'importance acoustique :

- La **zone interne** se trouve dans les courbes d'exposition "habituelle" au bruit, dans lesquelles le bruit et la gêne sont directement associés ;
- La **zone intermédiaire** est adjacente à la première zone mais elle se trouve hors des courbes. Dans cette zone, le bruit et la gêne ne peuvent être directement associés mais le niveau de bruit des avions peut être estimé avec une précision raisonnable ;
- La **zone externe** est très en dehors des courbes de bruit des aéroports. Dans cette zone, les routes de vol seraient modifiées et donc remarquées par certaines personnes, bien que les niveaux de bruit perçus au sol soient très faibles et difficiles à évaluer avec précision.

Pour chacune de ces zones, une méthode différente est utilisée lors de l'évaluation. Elle est abordée aux paragraphes qui suivent.

### 7.1. Zone interne

Dans cette zone (dont la limite est définie par toutes les opérations, départs et arrivées) les avions en arrivée sont établis sur le radioalignement de descente ILS en configuration d'approche finale. A ce moment précis, leur route, leur altitude, leur vitesse, leur taux de descente et leur niveau de poussée peuvent être calculés avec une grande précision, de sorte que l'exposition au bruit peut être déterminée avec un haut degré de fiabilité. Cette phase d'approche finale qui couvre les 9 derniers milles avant le touché est commune à tous les avions en arrivée. Durant cette phase, les niveaux de puissance moteur et donc d'émission sonore sont plus importants qu'aux phases précédentes d'approche, car le pilote cherche à surmonter la traînée (résistance à l'air) des volets et des trains sortis. Toutefois, les niveaux de bruit de la zone interne ne seraient pas affectés de manière significative par les différences entre les propositions de routes alternatives.

L'indice acoustique utilisé pour décrire le bruit de la zone interne est l'indice DNL. L'Annexe B donne davantage de précisions sur le choix des indices pour l'évaluation du bruit.

## 7.2. Zone intermédiaire

Cette zone est celle dans laquelle les avions descendent et interceptent l'ILS pour entamer leur approche finale et donc commencer la décélération qui requiert la sortie des spoilers, des volets, des becs, des aérofreins et des autres dispositifs requérant une puissance moteur accrue et, par conséquent, un bruit accru. Cette étude assume que tous les avions qui arrivent par le même point d'entrée suivent le même profil de descente mais les trajectoires se dispersent largement au-dessus d'un terrain considérable au sol, du fait de la manière dont le CTA place les avions dans le flot des appareils en approche finale.

Dans cette zone, les DNL sont inférieurs à 55 dB(A), donc aucune interprétation acceptée de la gêne ne s'applique. Le nombre d'arrivées et la composition du trafic ne différant pas entre les différentes propositions (elles se fondent toutes sur une répartition à 50:50 entre les arrivées par le sud-est et par le sud-ouest, et une répartition identique entre les arrivées existantes EPR/MEL), ces données semblent suffisantes pour comparer "l'empreinte" moyenne du bruit des arrivées types. Ces empreintes sont les courbes des indices moyens SEL et non DNL. L'Annexe B donne davantage de précisions sur l'indice acoustique SEL.

Cette comparaison révèle comment les motifs de bruit se modifieraient, à savoir où les événements de bruits différeraient entre les propositions. Les empreintes de tous les types d'avions auraient essentiellement la même forme, bien que leur niveau "absolu", évidemment, soit différent.

Dans quelle mesure le bruit des avions, dans cette zone intermédiaire, peut-il être considéré comme une intrusion à un emplacement donné ? Cela dépend du bruit local ambiant et d'autres facteurs de modification non acoustiques comme l'emplacement, le bien-être des habitants et l'accoutumance au bruit. En termes absolus, les niveaux de bruit des avions sont bas. La circulation routière avoisinante génère probablement des niveaux d'événements plus élevés.

## 7.3. Zone externe

Dans cette zone, les niveaux de bruit et leur perception par la population font l'objet d'un grand degré d'incertitude. Il n'est même pas certain que ce bruit (audibilité) soit le facteur dominant de l'intrusion dans la vie des riverains. De nombreuses recherches ont démontré que les facteurs non acoustiques liés à la source du bruit affectaient toujours la gêne autant, voire plus que l'ampleur physique du bruit lui-même. Dans les zones où les niveaux de bruit sont faibles, les facteurs tels que :

- le manque de compréhension de ce qui se passe dans le ciel,
- les opinions sur le caractère juste de la situation,
- les sentiments d'impuissance ou d'incapacité à changer les choses et même,
- la peur des accidents,

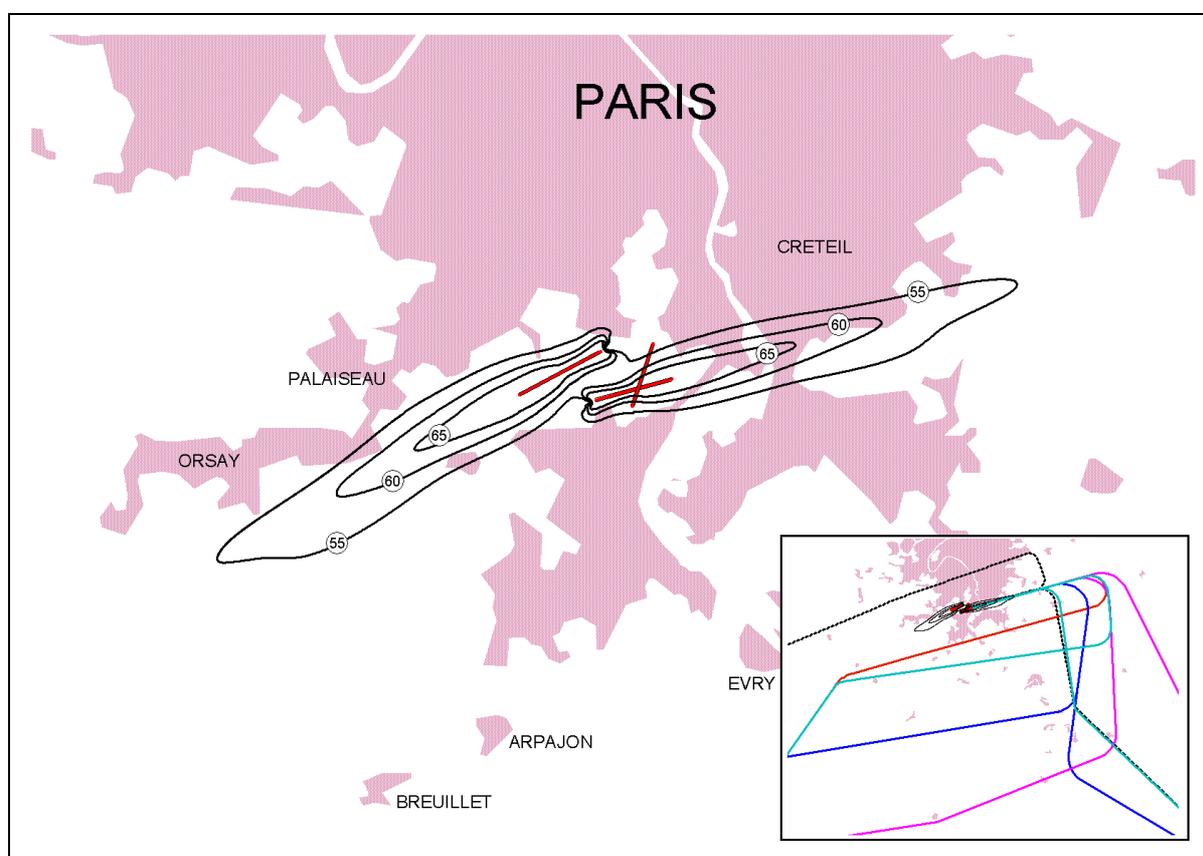
sont autant de facteurs, parmi d'autres, qui peuvent fortement influencer sur les réactions de gêne des populations, et non les niveaux de bruit eux-mêmes.

L'Annexe E explore les approches pour l'évaluation de cette zone. Elle conclut que la meilleure façon de comparer les propositions de routes consiste simplement à afficher les couloirs de vol sur une carte de la région, sous lesquels les avions sont "potentiellement perceptibles". Ces couloirs cartographiés mettent clairement en évidence les localités qui ne sont plus survolées et les populations riveraines qui sont survolées pour la première fois, par rapport à la situation existante.

## 8. RESULTATS

### 8.1. Zone interne

La Figure 4 ci-après montre la moyenne calculée des courbes DNL à 55, 60 et 65 dB(A) représentant, respectivement, les niveaux bas, moyen et élevé de l'impact du bruit des avions. Ces données concernent tout le trafic diurne moyen, à savoir les arrivées et les départs dans les deux directions de la piste. Il n'existe aucune différence perceptible avec les courbes de la situation existante ni les courbes des propositions de routes d'arrivées modifiées. Les différences de routes à l'arrivée se situent très en dehors des courbes DNL et ne les influencent pas (voir encart de la Figure 4). En d'autres termes, il n'est pas possible, en utilisant les méthodes traditionnelles d'évaluation de l'impact du bruit des avions, de quantifier les différences entre les effets des différentes propositions de changement de route.



**Figure 4 Courbes DNL de la situation existante à l'aéroport d'Orly**

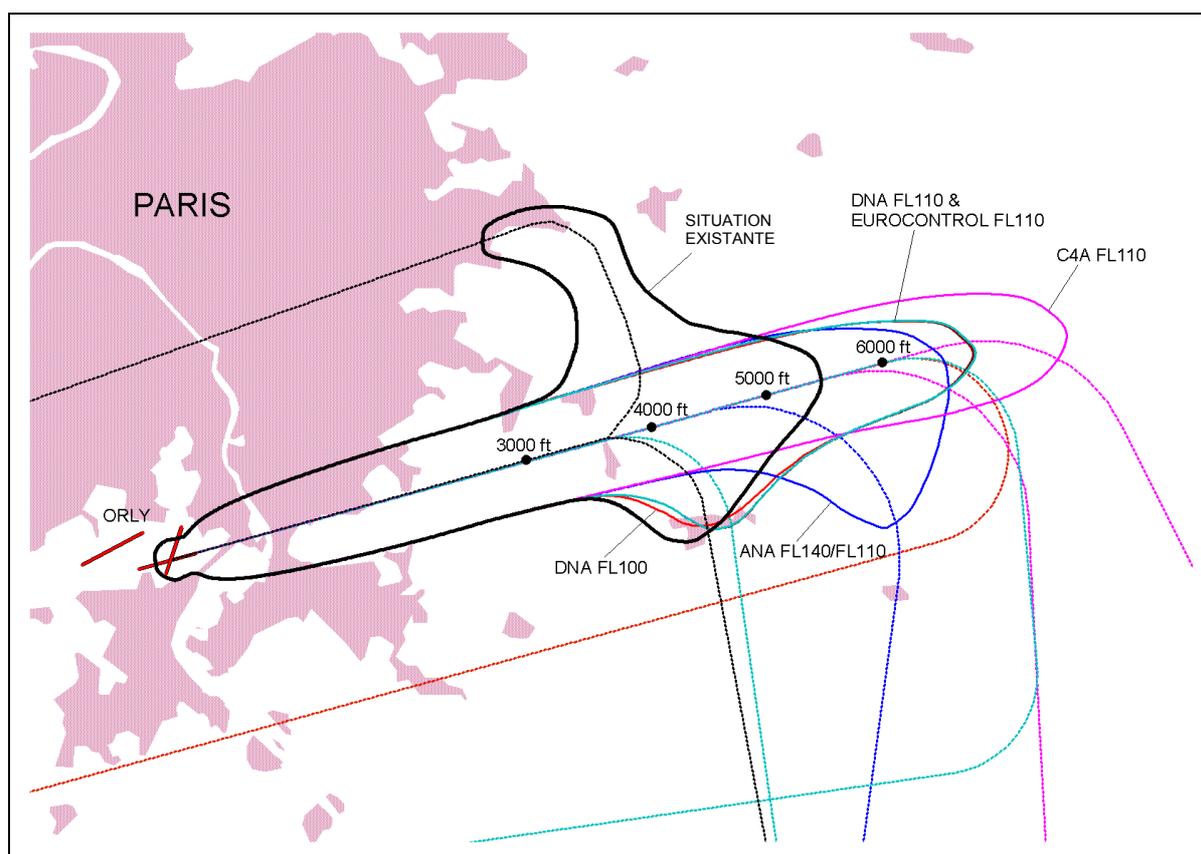
Les zones géographiques estimées couvertes par ces courbes sont indiquées au Tableau 4 :

**Tableau 4 Surfaces estimées dans le cadre des courbes DNL**

DNL dB(A)	Surface (km <sup>2</sup> )
55	70,6
60	29,2
65	11,7

## 8.2. Zone intermédiaire

La Figure 5 montre les empreintes SEL moyennes de toutes les propositions, partant du principe d'une répartition à 50:50 du trafic entre l'arrivée S-O et S-E. Pour assurer une comparaison d'éléments similaires, la base de l'étude comparée est une hypothèse "dans le pire des cas" fondée sur les trajectoires d'arrivée nominales existantes et une altitude d'interception ILS de 3 000 pieds. Les empreintes ne mentionnent pas de chiffres parce que les valeurs SEL varient entre différents types d'avions. Pour la famille des Airbus A320, par exemple (A319, A320 et A321, avions aux caractéristiques de bruit similaires et représentant 44 % des arrivées en mai 2001), les indices SEL seraient de 63 dB(A)<sup>1</sup>. Pour le B747-200/300 (2 % des arrivées), avion le plus bruyant<sup>2</sup> de la flotte de mai 2001, le niveau serait d'environ 71 dB(A). Pour ces appareils, les "niveaux d'intensité" Lmax correspondants seraient environ de 53 et 61 dB(A). Il faut de nouveau souligner que ces niveaux d'événements sont bas en termes absolus. Chaque jour, les sons générés par les activités terrestres, plus particulièrement ceux des voitures qui passent et autres véhicules, peuvent être nettement plus forts, par endroits de 10 à 20 décibels ou plus. Les avions peuvent ou non être audibles, en fonction du bruit de fond ambiant ; ces empreintes de bruit sont utilisées ici purement pour montrer comment la zone intermédiaire serait reformée par les changements de trajectoires d'arrivée hors des courbes DNL. Elles indiquent les endroits où le bruit des avions en approche se remarque le plus et ceux où il se remarque le moins.



**Figure 5 Empreintes SEL moyennes de la situation existante et des propositions**

Les empreintes de la Figure 5 n'indiquent pas le degré de variation (augmentation) des niveaux d'événements acoustiques dans ces empreintes. Ceci est, en revanche, indiqué par

<sup>1</sup> Les empreintes ont été calculées pour cet appareil, mais celles des autres types d'appareils auraient des formes très similaires.

<sup>2</sup> A part le Concorde.

les Figures 6 à 9 qui montrent les empreintes SEL calculées à +3, +6, +9 et +12 dB par rapport aux empreintes de la Figure 5. Les altitudes d'interception ILS à 3 000 pieds, 4 000 pieds etc, sont indiquées. Dans ces figures, la situation de base (lignes rouges) est l'une des alternatives : la proposition DNA à FL100 et 3 000 pieds d'interception est la "pire" des alternatives car elle propose l'altitude la plus basse d'interception. Cette situation de base a été choisie parce que les empreintes de route existantes ont une forme très différente et conviennent moins bien à la comparaison. L'examen de ces diagrammes révèle les effets des différences entre les propositions. Ces différences proviennent des phénomènes suivants :

- La pente initiale de descente, qui dans toutes les propositions est supposée suivre le même angle de 3 degrés que le radioalignement de descente ILS, est à 3 milles de ce radioalignement. En ce qui concerne le profil de vol, les propositions ne diffèrent que sur l'emplacement et l'altitude du segment d'interception de 3 milles de long. Par conséquent, avant ces segments, le bruit sous l'avion est pratiquement le même pour toutes les propositions.
- Dans le segment de stabilisation, la poussée augmente. Sous ce segment, l'empreinte se rétrécit alors que l'altitude d'interception augmente (l'empreinte s'élargit alors que l'altitude baisse).
- Chaque proposition expertisée inclut deux routes, acheminant le trafic des points d'entrée au sud-ouest et au sud-est. Lorsque ces deux routes fusionnent, les niveaux moyens sont plus élevés que lorsque les deux routes sont entièrement séparées (parce que le niveau moyen est calculé en divisant le bruit total par le nombre total d'arrivées, sans distinction). Bien entendu, l'alignement des trajectoires d'arrivée affecte également les formes et les positions des empreintes.

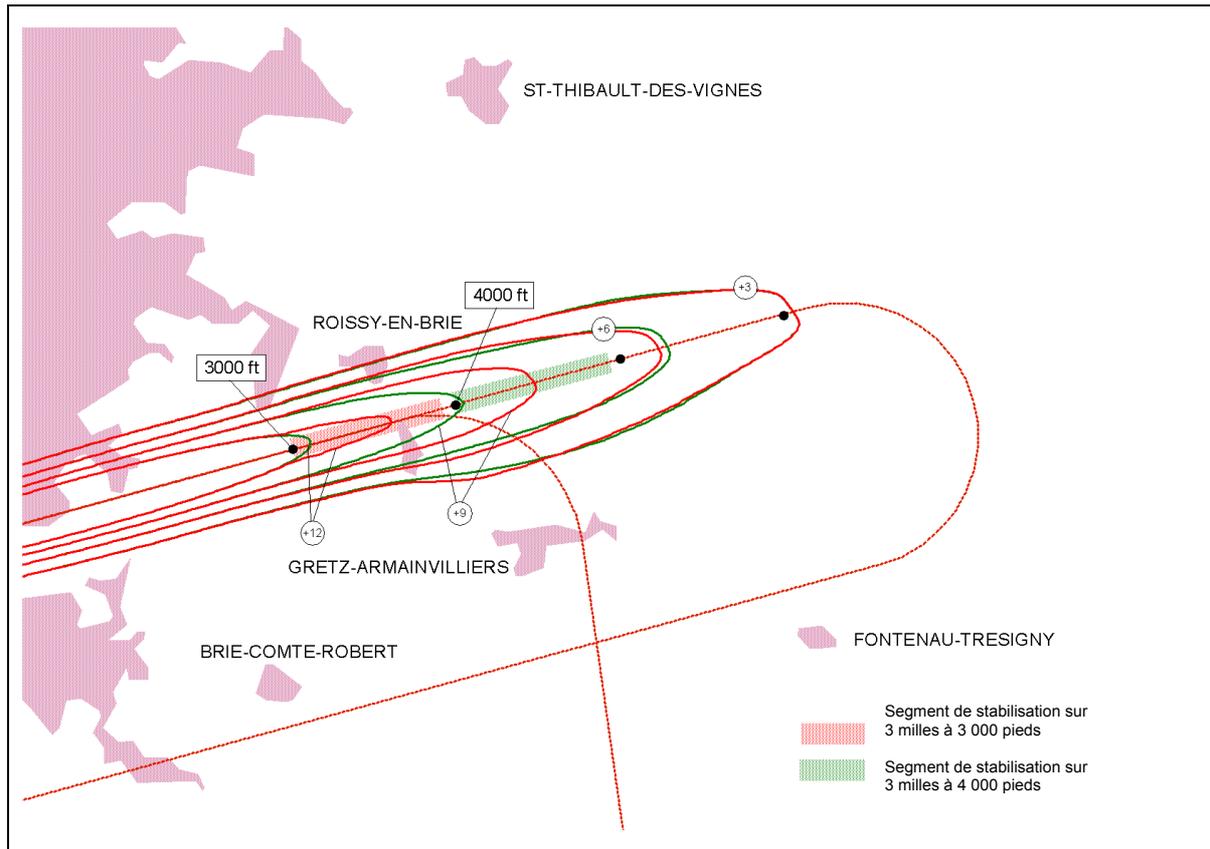


Figure 6 Comparaison des empreintes SEL des propositions DNA FL100 (rouge) et DNA FL110 (vert)

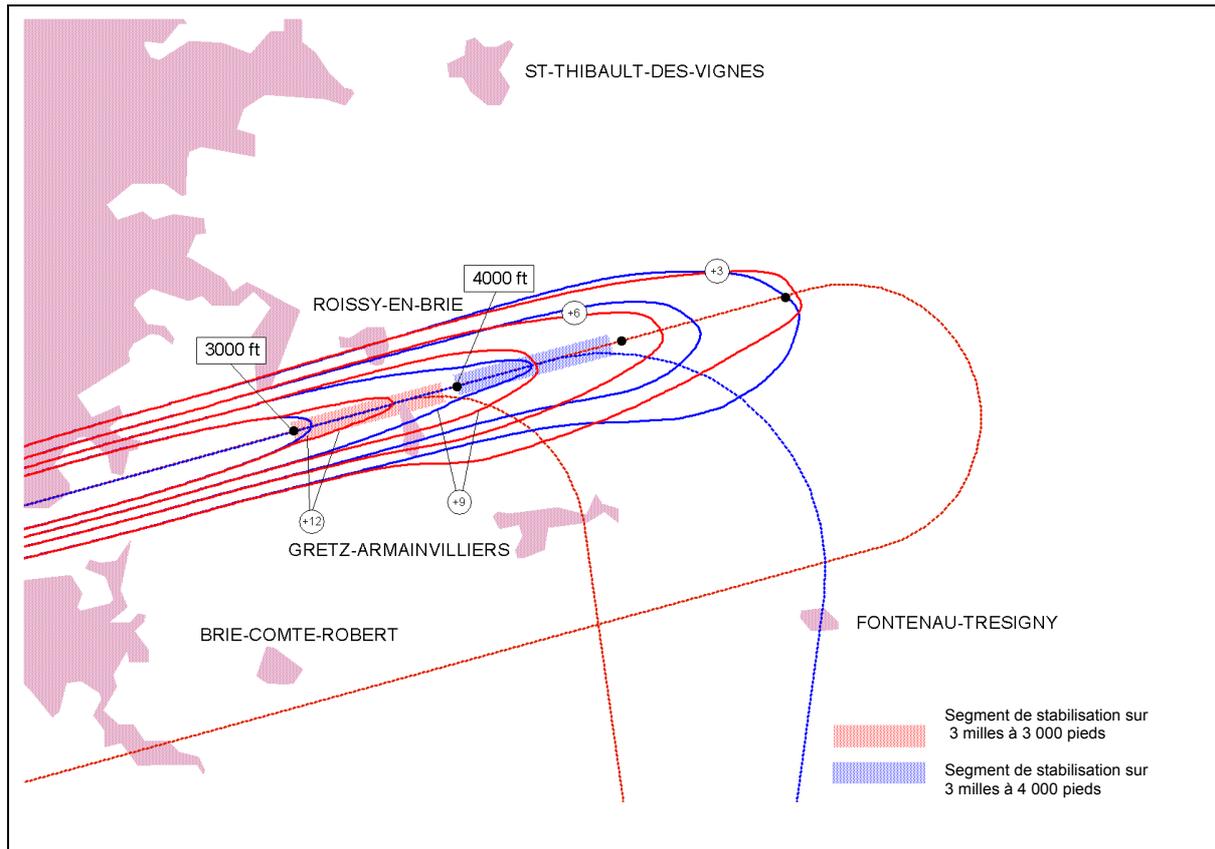


Figure 7 Comparaison des empreintes SEL des propositions DNA FL100 (rouge) et ANA (bleu)

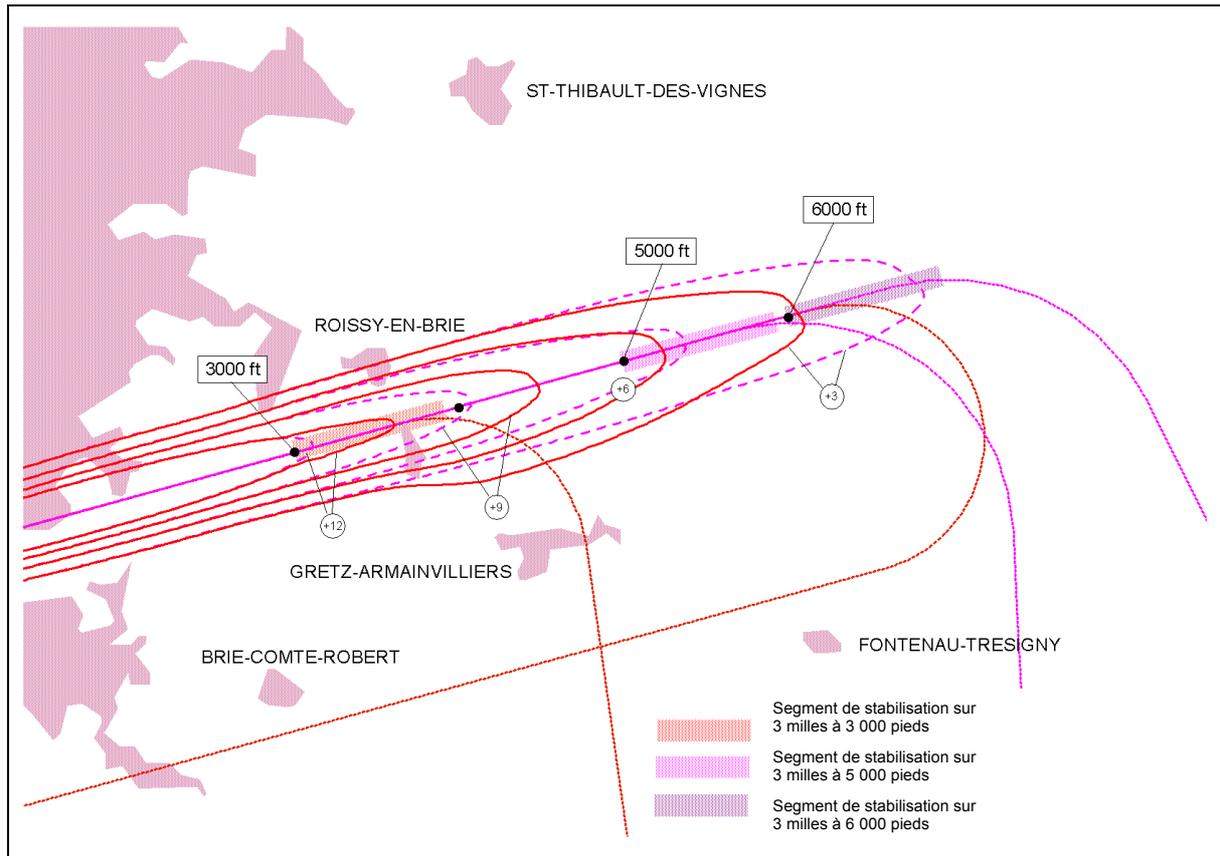
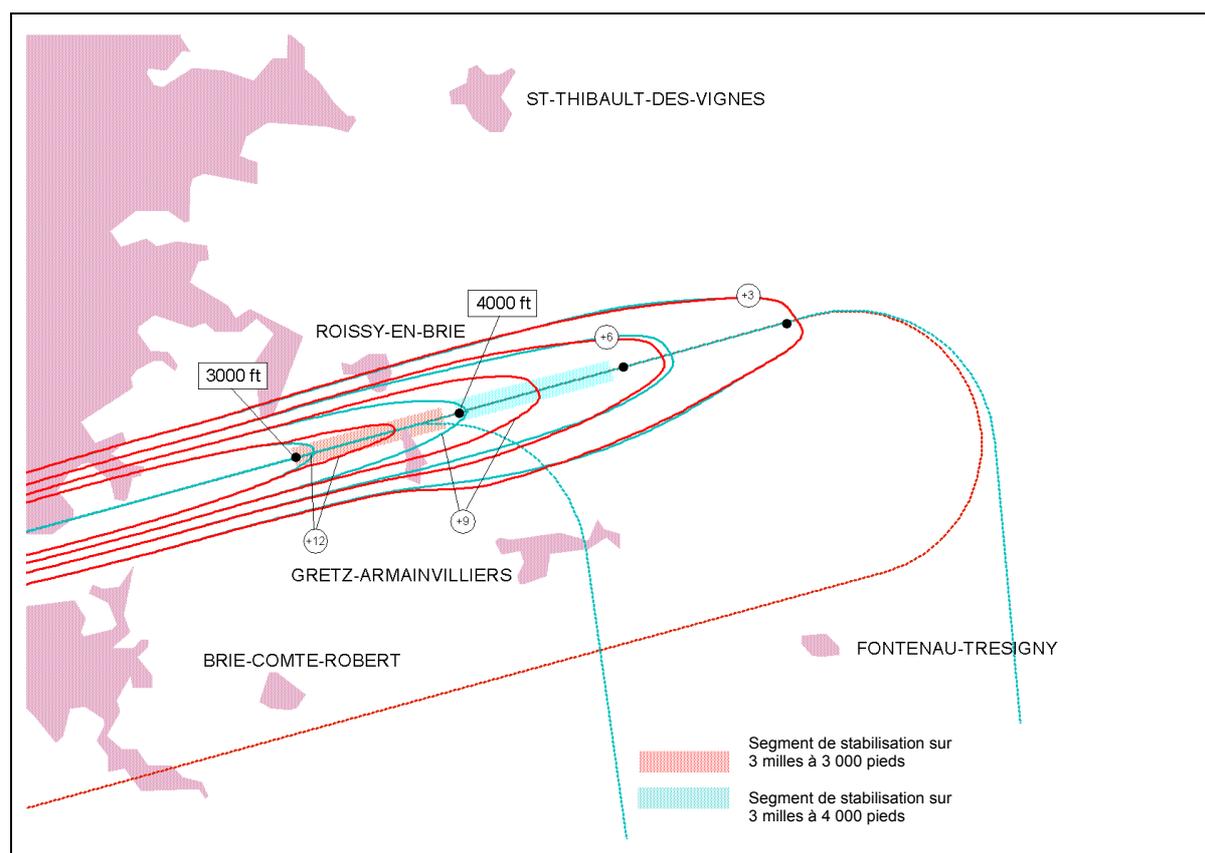


Figure 8 Comparaison des empreintes SEL des propositions DNA FL100 (rouge) et C4A (rose)



**Figure 9 Comparaison des empreintes SEL DNA FL100 (rouge) et EUROCONTROL (bleu)**

Dans la présentation des résultats de la zone intermédiaire plus haut, les propositions ANA ont été examinées en tant qu'une seule proposition car elles utilisent la même route prédéfinie et la même altitude d'interception de l'alignement de descente.

### 8.3. Zone externe

Les Figures 10 à 14 décrivent les "couloirs d'arrivée" des avions de la situation existante et des différentes propositions, DNA, ANA, C4A et EUROCONTROL, en superposition sur une carte géographique de la région Ile de France. Ces "couloirs" indiquent la dispersion prévue des trajectoires de vol autour des trajectoires nominales. Ils se présentent sous forme d'une série déterminée de routes similaires à celles qui sont utilisées pour modéliser l'exposition au bruit dans la zone intermédiaire. Les vols ne sont pas répartis de manière égale dans les couloirs. Ils se concentrent plutôt autour de la route nominale et à l'intérieur des virages. Cette concentration est décrite en rapprochant les lignes de trajectoire. Les couloirs des Figures 10 à 14 sont illustratifs et non définitifs et n'ont pour but que d'indiquer les territoires susceptibles d'être survolés. Il convient de noter que les couloirs "actuels" de la Figure 10 ont été stylisés de la même manière que les alternatives des Figures 11 à 14. Leurs dimensions se fondent sur les opérations existantes révélées par les données radar. De ces données, il a été déduit que :

- Dans les segments descendants parallèles (approximativement) à la piste d'arrivée au sol, les avions adhèrent de près aux trajectoires nominales ; les couloirs font 2,5 km de large, et les routes se répartissent à égalité autour de la ligne centrale nominale, avec un espacement plus serré autour du centre.

- Dans les segments de base (avant que les avions ne tournent vers le LOC pour entamer leur descente finale), le CTA disperse les trajectoires de vol délibérément, pour obtenir la distance nécessaire de sécurité entre les avions en approche finale. Pour les segments de base courts (routes DNA et EUROCONTROL provenant du S-O) entre les segments descendants et le LOC, la largeur du couloir atteint 23 km. Dans cette distance, les routes se répartissent inégalement et sont plus serrées vers l'intérieur des virages. Ces couloirs s'étendent ainsi à 7 km à l'intérieur du virage et 16 km à l'extérieur du virage. Pour les segments de base longs (routes du S-E et routes ANA et C4A du S-O) les couloirs sont plus larges (voir Section 6.2) atteignant 9 km à l'intérieur et 19 km à l'extérieur des virages. Dans tous les cas, les routes tendent à être plus serrées autour de la ligne centrale nominale.

Il faut préciser de nouveau que les Figures 10 à 14 ont un but illustratif. Les STARS sont purement nominales. La trajectoire d'un avion en arrivée dépend des circonstances à ce moment précis, plus particulièrement du volume total de trafic en arrivée que le CTA doit traiter. Les diagrammes de couloirs ont pour seul but d'indiquer le lieu et le nombre de survols de la région au sud de Paris-Orly lorsque les appareils atterrissent cap à l'ouest. Seuls les changements proposés sont considérés. Ils reflètent le fait que dans les segments de base orientés vers le nord, les trajectoires des avions connaîtraient une dispersion nettement plus importante que celles des segments descendants à l'est.

Pour résumer, dans ces couloirs, les avions volent à plus de 10 000 pieds (3 km) ou plus, relativement lentement et en configuration lisse, donc en faisant moins de bruit. A un certain stade (les stades nominaux sont indiqués sur la Figure 2), ils entament leur descente de leurs niveaux de vol initiaux et émettent encore moins de bruit. Ce n'est que lorsqu'ils commencent à réduire leur vitesse et/ou se stabilisent pour l'interception ILS, et qu'ils sortent les volets puis les trains, que leur émission de bruit augmente à nouveau. Au sol, les niveaux de bruit sont beaucoup trop faibles pour représenter une gêne physique. Toutefois, certains bruits sont perçus, surtout loin des routes et de la circulation, et d'autres sources de bruit locales, et les avions qui se font remarquer peuvent potentiellement gêner les riverains. De ce point de vue, il semble que la psychologie soit beaucoup plus certaine que l'acoustique et il est impossible de prédire par un raisonnement technique, comment les différentes localités réagiront. Les Figures 10 à 14 ont été générées pour aider le Comité à peser les avantages et les inconvénients associés aux différentes propositions.



Figure 10 Couloirs des avions à l'arrivée sur Orly par l'ouest



Figure 11 Couloirs des avions à l'arrivée des propositions DNA FL100 et DNA FL110

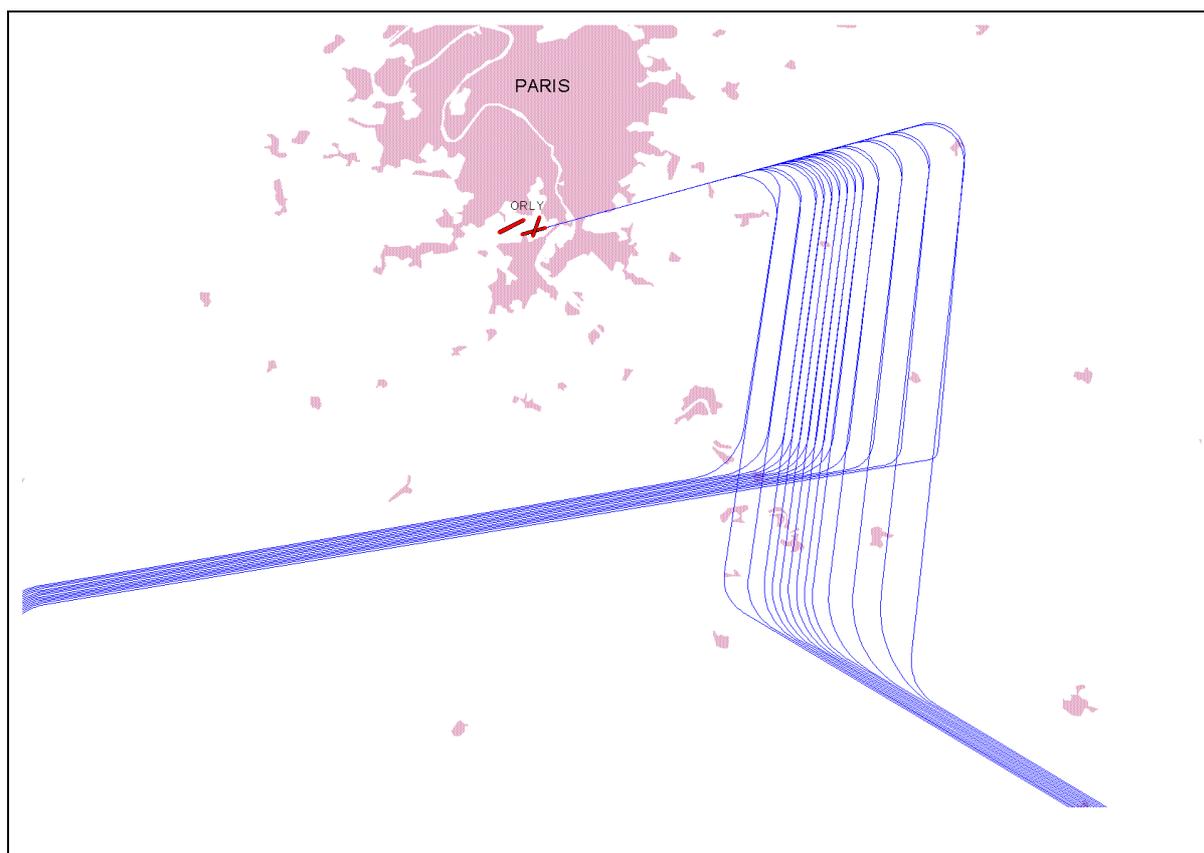


Figure 12 Couloirs des avions à l'arrivée de la proposition ANA

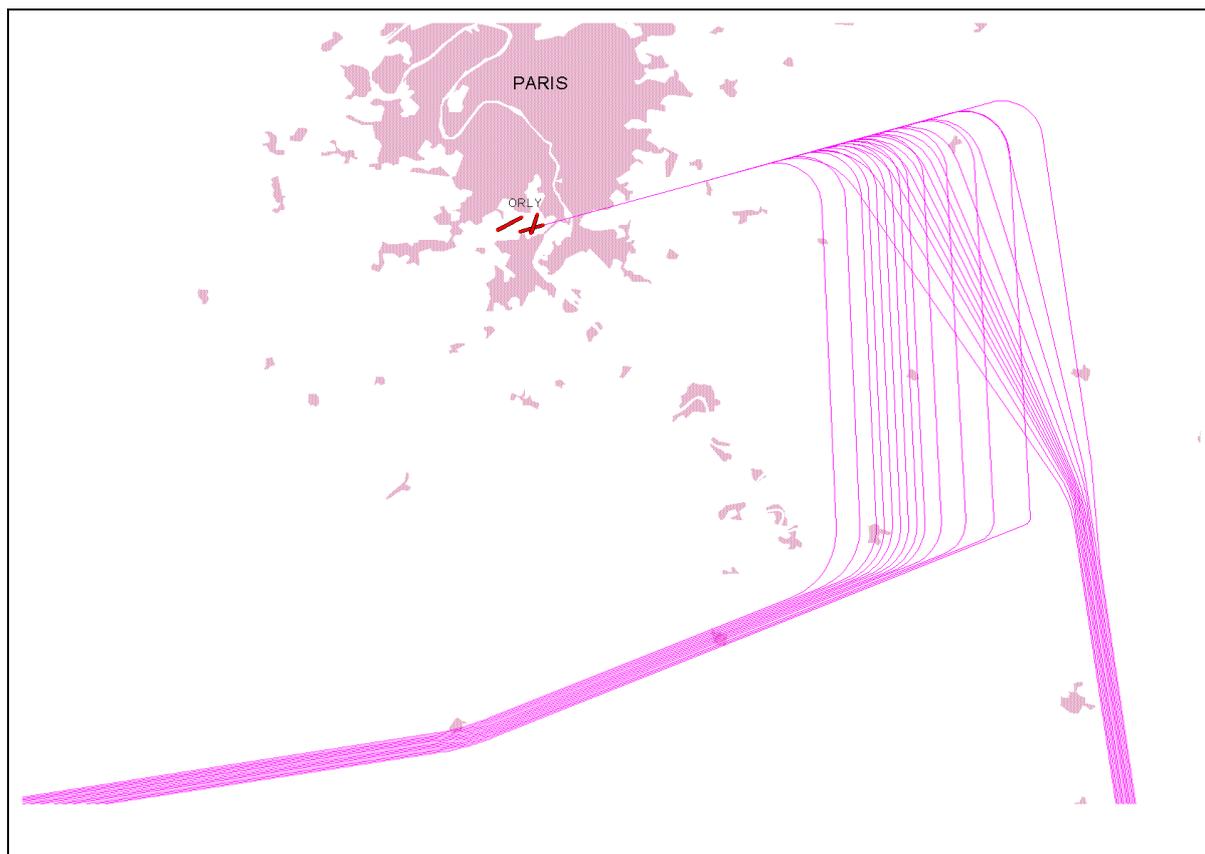
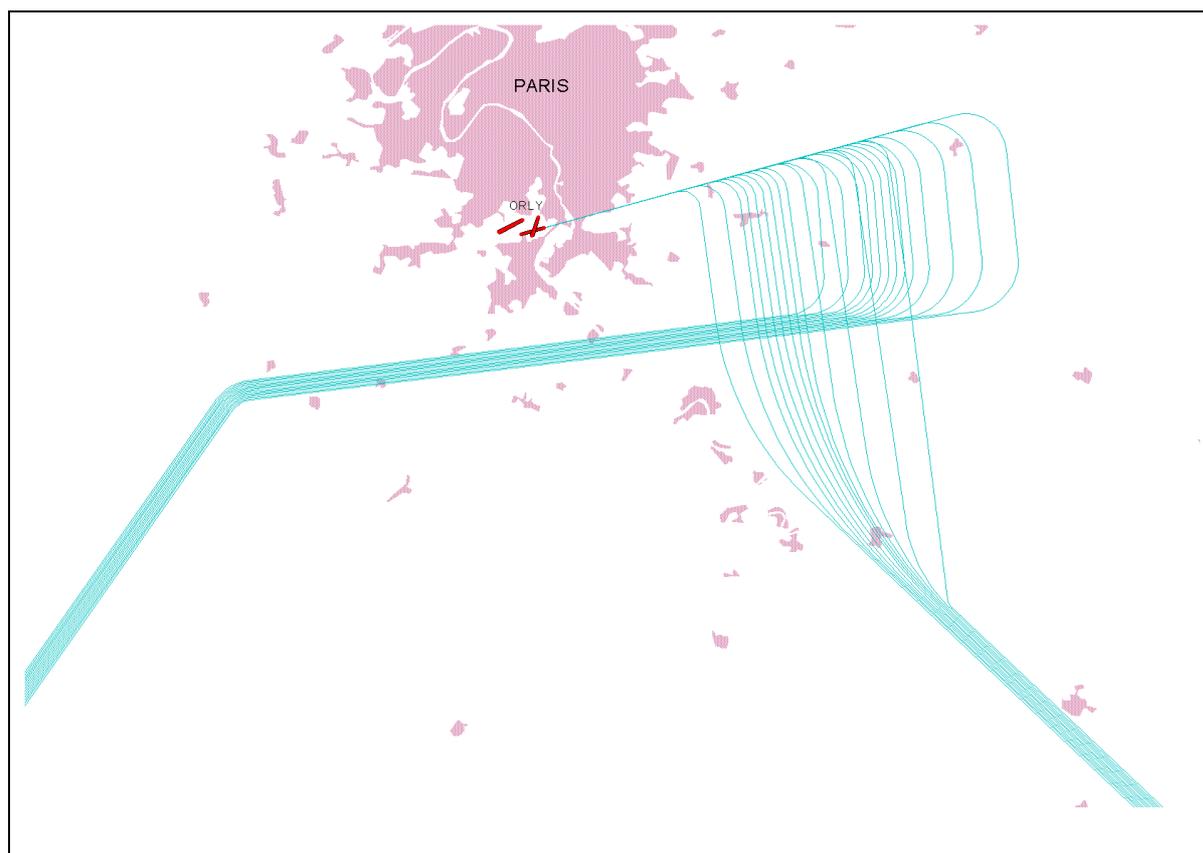


Figure 13 Couloirs des avions à l'arrivée de la proposition C4A



**Figure 14 Couloirs des avions à l'arrivée de la proposition EUROCONTROL**

Pour les raisons expliquées à l'Annexe E, aucun niveau de bruit n'est indiqué dans ces diagrammes puisqu'il est considéré que de tels niveaux seraient plus trompeurs qu'utiles. Les Figures 15 et 16 donnent toutefois des estimations des niveaux de bruit directement sous les avions aux niveaux de vol 100, 110 et 140, sous forme de répartitions cumulées SEL et Lmax. Celles-ci indiquent le pourcentage de survols susceptibles d'excéder certains niveaux d'événement. Il faut préciser que ces indications sont brutes. Sous les avions, à ces altitudes, les niveaux de bruit varient et sont imprévisibles car ils sont sensibles aux variations souvent majeures des conditions atmosphériques à tous les points entre l'avion et le sol. Ces figures permettent cependant d'illustrer le point clé selon lequel, en termes absolus, les niveaux sont très bas. En effet, la grande majorité des valeurs Lmax est généralement autour de 50 dB(A). Nous rappelons également que les niveaux des Figures 15 et 16 sont ceux qui sont relevés directement sous les avions. Pour les segments nord, en particulier, les couloirs font probablement près de 30 km de large, par conséquent, une part relativement faible des arrivées passerait au-dessus d'un endroit particulier. Ceci signifie que la plupart des événements de bruit seraient nettement plus faibles que ceux qui sont indiqués aux Figures 15 et 16.

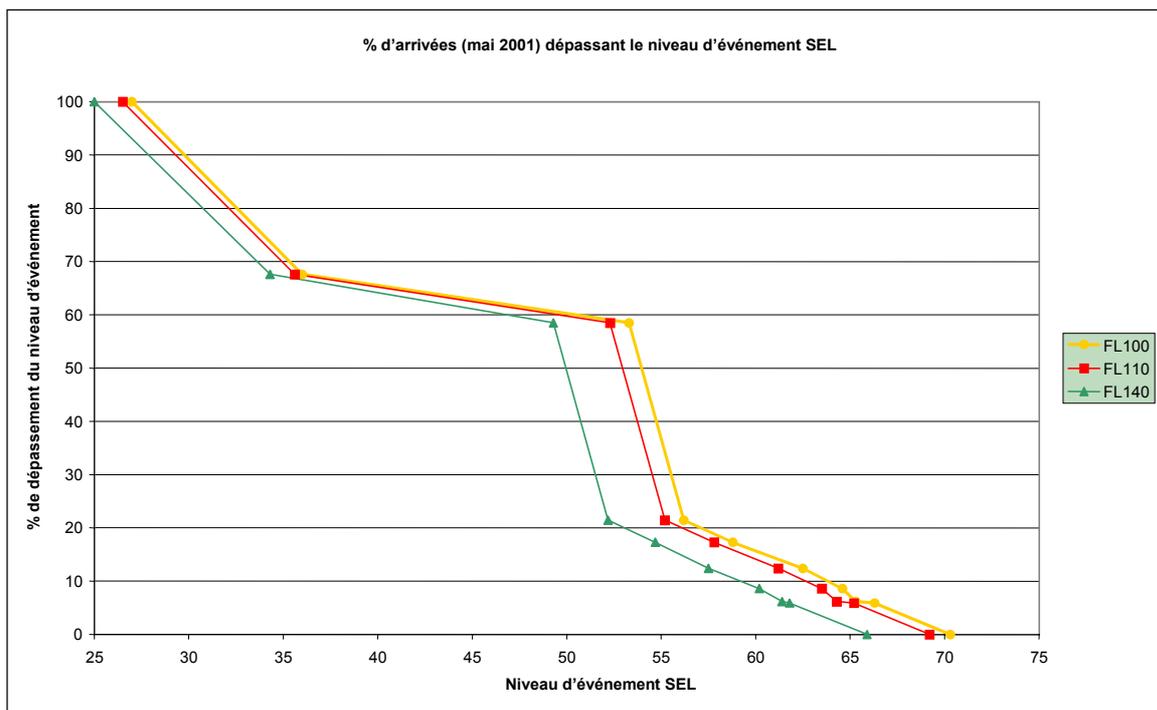


Figure 15 Répartition cumulée en SEL sous FL100, FL110 et FL140

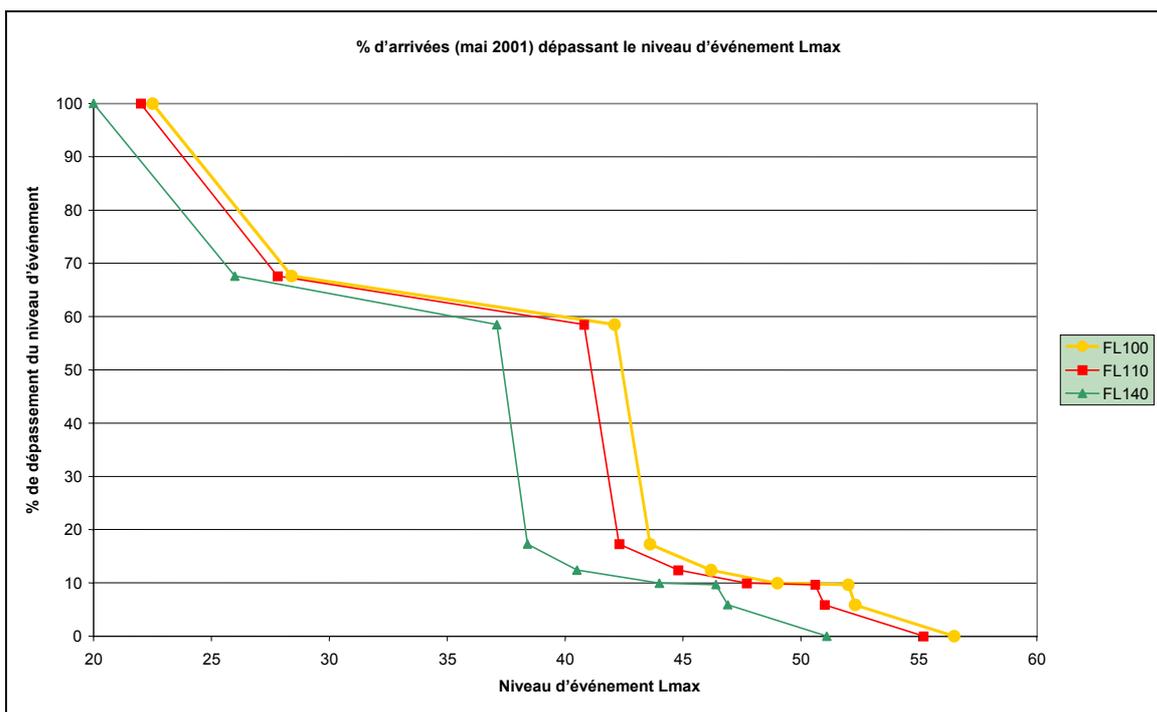


Figure 16 Répartition cumulée en Lmax sous FL100, FL110 et FL140

La proposition ANA implique également un autre impact qu'il est difficile de quantifier en termes de bruit. Cet impact est causé par la nécessité d'éviter les conflits potentiels avec les départs cap au sud. Du fait que de nombreux avions ne pourraient monter assez rapidement pour passer au-dessus des avions au FL110 en segment descendant ANA, le CTA serait obligé de maintenir tous les départs à FL100 jusqu'à ce qu'ils dégagent la zone de conflit potentielle (voir Figure 17). Encore une fois, les niveaux de bruit correspondants au sol sous ces vols seraient bas (juste un peu plus bruyants que ceux des avions survolant la zone concernée en arrivée), mais ils n'en seraient pas moins susceptibles d'entraîner une réaction négative des populations riveraines. Ces considérations ne s'appliquent pas aux autres propositions car celles-ci n'entraînent aucun conflit. Les avions dans les segments descendants des propositions DNA et Eurocontrol passeraient au-dessus des avions au départ, et ces derniers monteraient en toute sécurité au-dessus des appareils de la route C4A.

Bien entendu, ces mêmes départs vers l'ouest, de même que les arrivées et départs à destination et en provenance du sud en mode d'orientation est, passent au-dessus de la région Ile-de-France à l'heure actuelle et continueraient ainsi selon toutes les routes d'arrivée proposées. Ainsi, les riverains habitant dans les zones où les routes existantes et nouvelles se croisent sont déjà habitués au survol. Pour eux, l'ajout de trafic en arrivée résulterait en un survol plus important que celui qu'ils connaissent à présent. Il est toutefois impossible de prédire la perception de ce changement par les riverains.

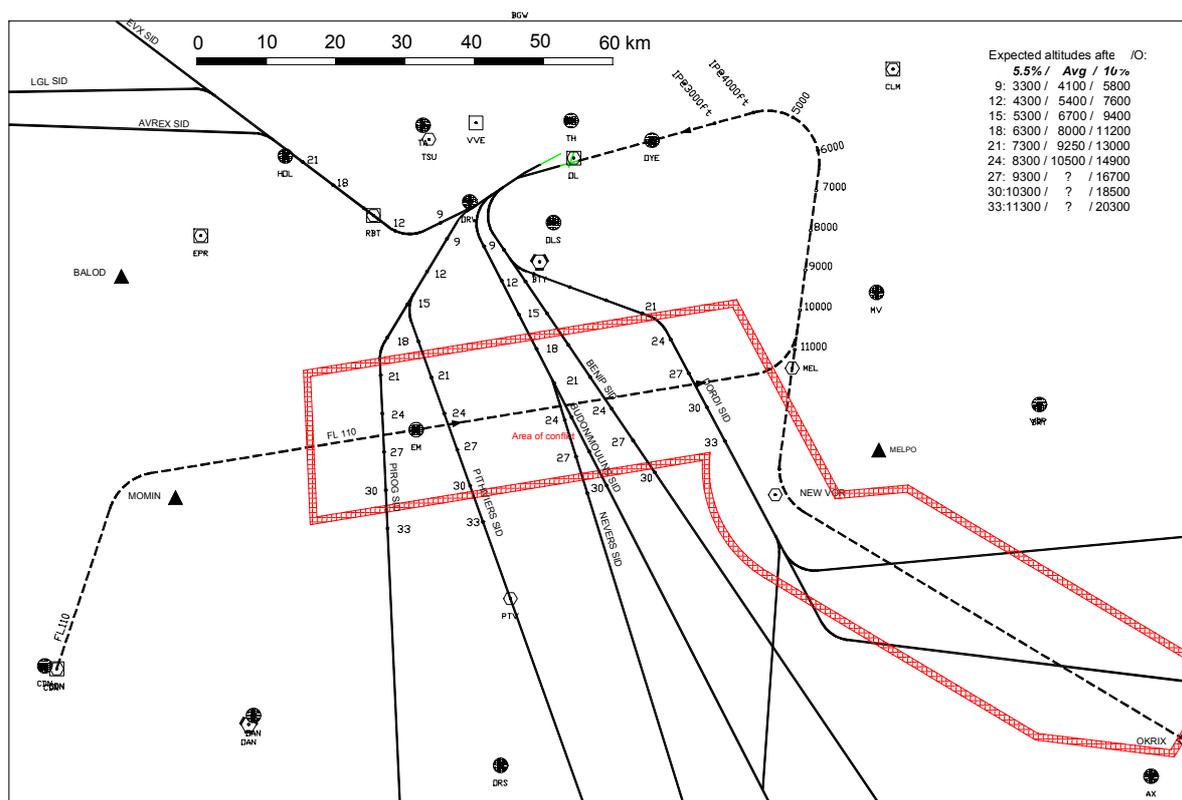


Figure 17 Routes de départ croisant le segment descendant de la proposition ANA

**Figure 17 : légende**

**Expected altitudes after T/O** : Altitudes normales après le décollage

**Avg** : Moy.

**Area of conflict** : Zone de conflit

## 9. CONCLUSIONS

EUROCONTROL a reçu pour mission d'examiner la restructuration de la zone terminale aéroportuaire (TMA) de Paris, y compris d'expertiser quatre propositions de trajectoires d'arrivée sur Orly par l'ouest. Ce rapport présente l'évaluation indépendante du bruit lié aux alternatives de trajets proposées, et la comparaison de ces alternatives entre elles et avec les trajets existants.

Pour les besoins de cette étude sur l'impact du bruit des avions les jours où l'aéroport fonctionne en mode d'orientation ouest, la zone concernée, qui couvre une vaste section de la région Ile-de-France, a été divisée en trois zones distinctes :

- Une zone interne, dans laquelle les courbes de l'exposition au bruit "habituel" ont été calculées à l'aide de l'indice de mesure DNL, utilisé pour effectuer la corrélation entre le bruit environnant et les perturbations subies par les populations riveraines. Il n'existait aucune différence perceptible avec les courbes de la situation existante ni les courbes des propositions de routes d'arrivées modifiées. Les différences de routes à l'arrivée se situent très en dehors des courbes DNL et ne les influencent pas.
- Une zone intermédiaire, où bruit et perturbations ne sont pas directement associés, mais où le niveau de bruit des appareils peut être évalué avec une exactitude raisonnable. Les "empreintes" d'événements uniques d'arrivées sur l'aéroport ont été établies dans cette zone. Elles montrent comment les modèles d'exposition au bruit se décaleraient, c'est-à-dire où les arrivées se remarquent plus ou moins.
- Une zone externe qui couvre certaines parties des routes proposées les plus éloignées de l'aéroport. Dans ce dernier cas, les appareils volent à haute altitude et les niveaux de bruit ne peuvent être estimés de manière fiable. Bien que les niveaux de bruit soient faibles, même comparés avec les bruits des autres sources locales "quotidiennes", les appareils seraient susceptibles de survoler certaines zones qui ne sont pas habituellement survolées. Leur seule présence risquant de provoquer le mécontentement des riverains, des couloirs alternatifs de vol ont été tracés à l'aide de diagrammes de dispersion des signaux radar pour identifier les zones problématiques éventuelles.

Enfin, il faut comprendre qu'aucune tentative n'a été faite de classer les options en termes d'impact du bruit des avions ; la population, par exemple, n'est pas comptée dans les différentes bandes de bruit. L'étude avait un but bien différent. L'effort s'est, en effet, focalisé sur le recueil d'informations sur lesquelles les membres du Comité peuvent compter lorsqu'ils jugeront le mérite des différentes propositions. Ces informations sont présentées sous forme graphique et sous forme de tableaux dans ce rapport. Dans les villes et les villages d'Ile-de-France, qui, selon les changements proposés, seraient survolés alors qu'il ne l'étaient pas auparavant, les niveaux de bruit des avions seraient bien inférieurs à ceux qui doivent être considérés dans l'évaluation traditionnelle de l'impact du bruit des appareils. Il faut donc s'attendre à ce que la plupart des gens ne se sentent pas affectés. La réaction adverse de quelques personnes aux changements dépend bien plus des attitudes et des attentes du public que du niveau de bruit et des décibels. Le bruit est simplement l'un des facteurs influençant la perception que les gens ont des pratiques opérationnelles des aéroports comme étant « justes » ou pas.

## **ANNEXE A : REFERENCES DE LA CAA ET DU NLR**

### **Expertise et position de la CAA**

Le département du conseil et de la recherche en matière d'environnement de la CAA (Environmental Research and Consultancy Department – ERCD) mène des recherches et soutient techniquement les initiatives concernant les impacts de l'aviation sur l'environnement. Elle est chargée de développer et de maintenir le modèle britannique officiel de bruit des avions civils, ANCON, et produit des courbes annuelles de bruit des aéronefs pour les aéroports de London Heathrow, Gatwick et Stansted pour le compte du gouvernement britannique. Les données radar et les systèmes de maintien de route (NTK) de ces trois aéroports londoniens sont régulièrement utilisés pour définir le processus de modélisation. La CAA produit également les courbes de bruit existant et prévu pour de nombreux aéroports régionaux tels que Manchester, Birmingham et Glasgow. Elle a produit les courbes de bruit de l'aéroport de Paris Charles de Gaulle en 1996.

Les équipes de la CAA travaillent constamment sur les problèmes de bruit des aéronefs au niveau international et font partie de nombreux groupes de travail ICAO/CAEP et ECAC/ANCAT. Chargée de développer et maintenir le modèle ANCON pour le gouvernement britannique, la CAA travaille actuellement sur l'étude SERAS du gouvernement, qui a pour but d'expertiser les propositions de croissance envisageable des aéroports et des services aériens du Sud-Est et de l'Est de l'Angleterre ces 30 prochaines années. Le personnel de la CAA possède une expertise considérable concernant les systèmes et concepts ATM et a travaillé récemment sur l'étude INTEGRA d'EUROCONTROL, destinée à spécifier les indices de mesures de l'impact sur l'environnement des essais et des simulations de systèmes ATM.

### **Expertise et position du NLR**

Le NLR est l'institut central de recherche aérospatiale des Pays-Bas. Il fournit un support scientifique et une assistance technique indépendants aux différents organismes gouvernementaux et aux agences internationales, industries aérospatiales, compagnies aériennes et aérospatiales, et soutient les organisations engagées sur le plan politique et en matière d'environnement. Le NLR prend une part active aux groupes de travail CAEP de l'ICAO ou soutient les représentants néerlandais qui y participent.

Les activités du département des études sur les transports et l'environnement se focalisent principalement sur les aspects environnementaux de l'aviation. Les études sur l'environnement concernent l'exposition au bruit aux environs des aéroports et l'émission de gaz d'échappement. Les produits et services de ces domaines comprennent, notamment :

- L'analyse de l'exposition au bruit ; les résultats de la mesure du bruit sont utilisés dans l'évaluation de nouvelles structures et procédures de trajet, d'expansions d'aéroport telles que de nouvelles pistes ou de nouveaux terminaux ;
- La recherche sur les caractéristiques en matière de bruit et de performance des avions de la génération existante et des générations futures ;
- Le contrôle du bruit et des trajectoires de vol aux environs des aéroports ;
- La coordination du programme financé par la CE, AEROCERT, sur l'impact des avions sur l'environnement et sur les critères de certification ;
- Le partenariat au projet SOURDINE (Study of Optimisation procedURes of Decreasing the Impact of NoisE around airports — Étude de l'optimisation des procédures de baisse de l'impact du bruit autour des aéroports).

Les projets récents incluent :

- L'étude de l'effet de différentes propositions européennes de mesure du bruit sur les courbes de bruit de l'aéroport de Schiphol ;
- Les calculs préliminaires INM (Integrated Noise Model) pour l'aéroport de Schiphol ;
- Le projet d'aéroport hybride ICAO/CAEP, étude comparée de différents modèles métriques de bruit, comme INM, NLR-ENVIRA et FLULA ;
- La recherche sur les effets des propositions de restriction accrue du bruit de l'ICAO (8 dB, 11 dB, 14 dB) à l'aéroport de Schiphol ;
- La recherche sur les avantages pour l'environnement des approches de descente continues par rapport aux approches classiques ;
- Le projet COFAR (Common Options For Airport Regions — Propositions communes aux aéroports régionaux) partie technologie et environnement. Le COFAR est un projet pour Interreg II C, programme de développement régional financé par l'Union européenne. Le but du COFAR est de promouvoir le développement envisageable des régions aéroportuaires de la zone métropolitaine nord-ouest ( NWMA — Northwestern Metropolitan Area) ;
- L'étude des mesures de planification rurale et environnementale aux alentours des aéroports européens ;
- Le contrôle du bruit aux alentours des aéroports européens.

## **ANNEXE B : BRUIT ET EVALUATION DU BRUIT**

Cette annexe décrit les informations de référence concernant l'analyse sur l'impact du bruit dans le cadre de cette étude comparée.

### **Evaluation de l'impact du bruit habituel des avions**

De nombreux pays ont mis au point et adopté des procédures fiables permettant d'analyser l'impact du bruit des avions sur les populations riveraines des aéroports. Les détails des méthodes utilisées varient de pays à pays, mais le principe en est le même : les courbes de niveau d'exposition au bruit dans les environs des aéroports sont calculées selon un indice qui prend en compte les effets du nombre d'événements et des niveaux sonores sur les populations riveraines. Elles montrent les zones et le nombre de personnes sujettes à un impact sonore faible, moyen et élevé.

La France utilise habituellement l'indice psophique, IP. Au niveau européen, la CE a récemment recommandé l'adoption de l'indice DENL (Day-Evening-Night Level) pour la "cartographie stratégique du bruit" dans tous les Etats de l'Union européenne. Au niveau mondial, l'ICAO a évalué les avantages des propositions de future certification du bruit des avions en estimant l'impact selon l'indice DNL (Day-Night Level). En fait, ces systèmes de mesure (et bien d'autres utilisés dans d'autres pays) sont, en termes statistiques, en "forte corrélation" les uns avec les autres. Ceci signifie qu'ils sont équivalents au niveau de la fiabilité avec laquelle ils peuvent "prédire" les niveaux possibles de réaction des populations.

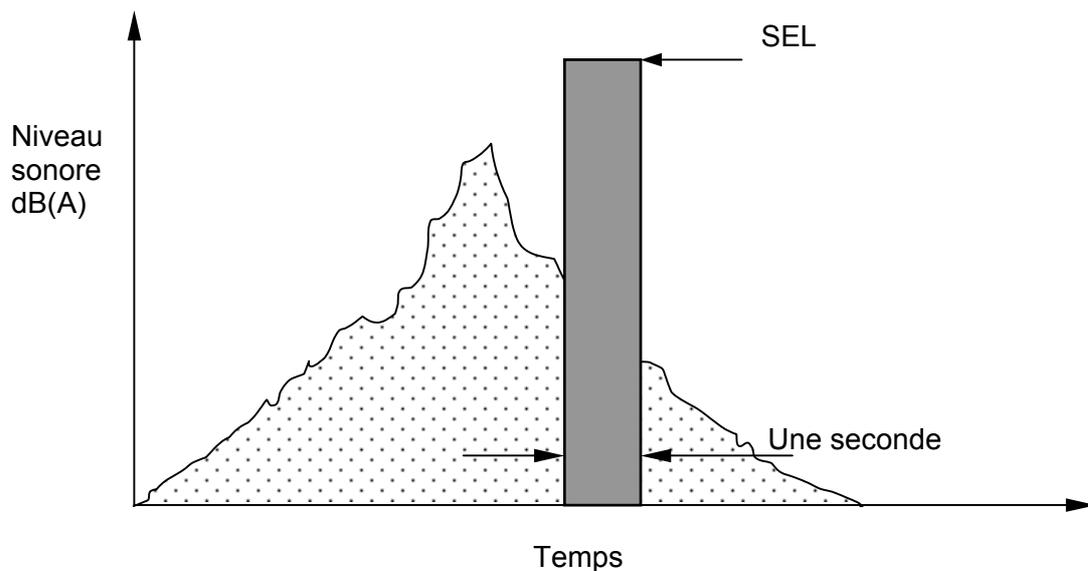
De nombreux effets sont attribués au bruit accru des avions, surtout la gêne lors d'activités diverses. Cette gêne touche particulièrement le repos diurne et nocturne. Il est à craindre que des expositions plus importantes au bruit à proximité des aéroports puissent avoir des conséquences sur la santé et le bien-être des riverains. La gêne reste toutefois l'effet le plus fréquemment rapporté. Aux niveaux les plus bas qui font l'objet principal de cette analyse, la gêne est sans nul doute le seul effet réellement important.

### **Mesure du bruit**

Le bruit se mesure de nombreuses façons, la plupart d'entre elles utilisant le décibel comme unité. Dans cette étude, nous utilisons trois indices de mesure : Lmax, SEL et DNL. L'unité de mesure retenue est le dB(A). La pondération A prend en compte la sensibilité variable de l'oreille humaine à la fréquence sonore.

Lmax est le niveau sonore maximal atteint lorsqu'un avion vole à proximité du point de mesure. Le temps que prend le son pour atteindre ce niveau et retomber dépend principalement de l'altitude de l'avion (ou plus particulièrement, la distance la plus courte entre l'avion et le point d'écoute) et de sa vitesse.

SEL, ou Sound Exposure Level (Niveau d'exposition au son) prend également en compte la hausse et la baisse du son. La Figure B-1 montre comment l'indice SEL indique le niveau d'une poussée de bruit hypothétique d'une seconde dans laquelle est comprimée toute l'énergie sonore du véritable événement de bruit de l'avion. Les indices Lmax et SEL sont appelés "niveaux d'événements" car ils décrivent le bruit d'événements de bruit d'avion uniques.



**Figure B-1 : L'indice SEL d'un événement acoustique équivaut le niveau sonore d'un son continu d'une seconde, qui contient la même énergie.**

Les domaines d'application des indices  $L_{max}$  et SEL sont parfois difficiles à comprendre mais tous deux tiennent une place importante dans la mesure du bruit et son évaluation. Le degré d'intensité et d'audibilité d'un son à *un moment donné dans le temps* dépend de son niveau de pondération A. Ainsi,  $L_{max}$  indique l'intensité maximale d'un événement sonore alors qu'il atteint son plus haut niveau. Cependant, la gêne causée par l'événement (décrit comme étant simplement embêtant ou perturbant) dépend aussi de sa durée. L'indice SEL prend ceci en compte pour combattre l'idée largement répandue selon laquelle la gêne que cause un bruit dépend de son énergie acoustique totale. L'indice SEL est donc fondé sur l'énergie et est particulièrement important pour le calcul en DNL.

A proximité des aéroports, les événements de bruit des avions se répètent fréquemment et, bien entendu, plus ils se produisent, plus grand est leur impact. Par conséquent, les niveaux et le nombre d'événements doivent être pris en compte, et ceci se fait en établissant la moyenne de tous les événements entendus. L'indice DNL est le niveau sonore diurne et nocturne et s'utilise dans certains pays, en particulier par l'ICAO. Il se calcule en faisant la moyenne des SEL de tous les événements se produisant pendant la période concernée, généralement une journée de 24 heures. Il donne, toutefois, un poids supplémentaire à des événements qui se produisent la nuit, période considérée dans cette étude comme allant de 2200 à 0600 heures, en raison du fait que les gens sont plus sensibles au bruit la nuit que le jour. La "pénalité" du bruit nocturne est de 10 décibels.

L'indice recommandé par la CE, qui peut être abrégé en DENL (Day-Evening-Night Level — Niveau Jour-Soir-Nuit) pénalise également le bruit se produisant en soirée. Pour les besoins de cette étude, c'est l'indice DNL qui a été retenu car il s'agit de l'indice de prédilection de l'ICAO et un indice très proche de l'indice psychologique (IP) français.

Pour comprendre le sens de ces trois échelles de mesure, il peut être utile de considérer les facteurs suivants et leurs relations.

## Niveaux de bruit

La *comparaison* des différents événements de bruit et les différences de décibels se décrivent souvent comme suit :

3 dB	A peine remarqué
6 dB	Clairement remarqué
10 dB	Deux fois plus ou deux fois moins fort

Ces niveaux doivent être interprétés à la lumière des commentaires ci-dessus concernant les indices Lmax et SEL : lorsque les différences en dB se rapportent à Lmax, ils concernent le niveau maximal d'*intensité* des événements. Lorsqu'ils se rapportent à l'indice SEL, ils concernent la *gêne*.

Dans le cas des événements sonores individuels, la relation entre l'indice SEL et l'indice Lmax dépend de la distance et de la vitesse de l'avion, mais l'indice Sel dépasse généralement l'indice Lmax d'environ (i) 5 dB lorsque l'avion est relativement proche, à savoir sous l'avion au départ à l'aéroport, (ii) 10 dB à des distances intermédiaires c'est-à-dire savoir sous la trajectoire d'atterrissage à proximité de l'aéroport et (iii) 15 dB à grandes distances de l'avion.

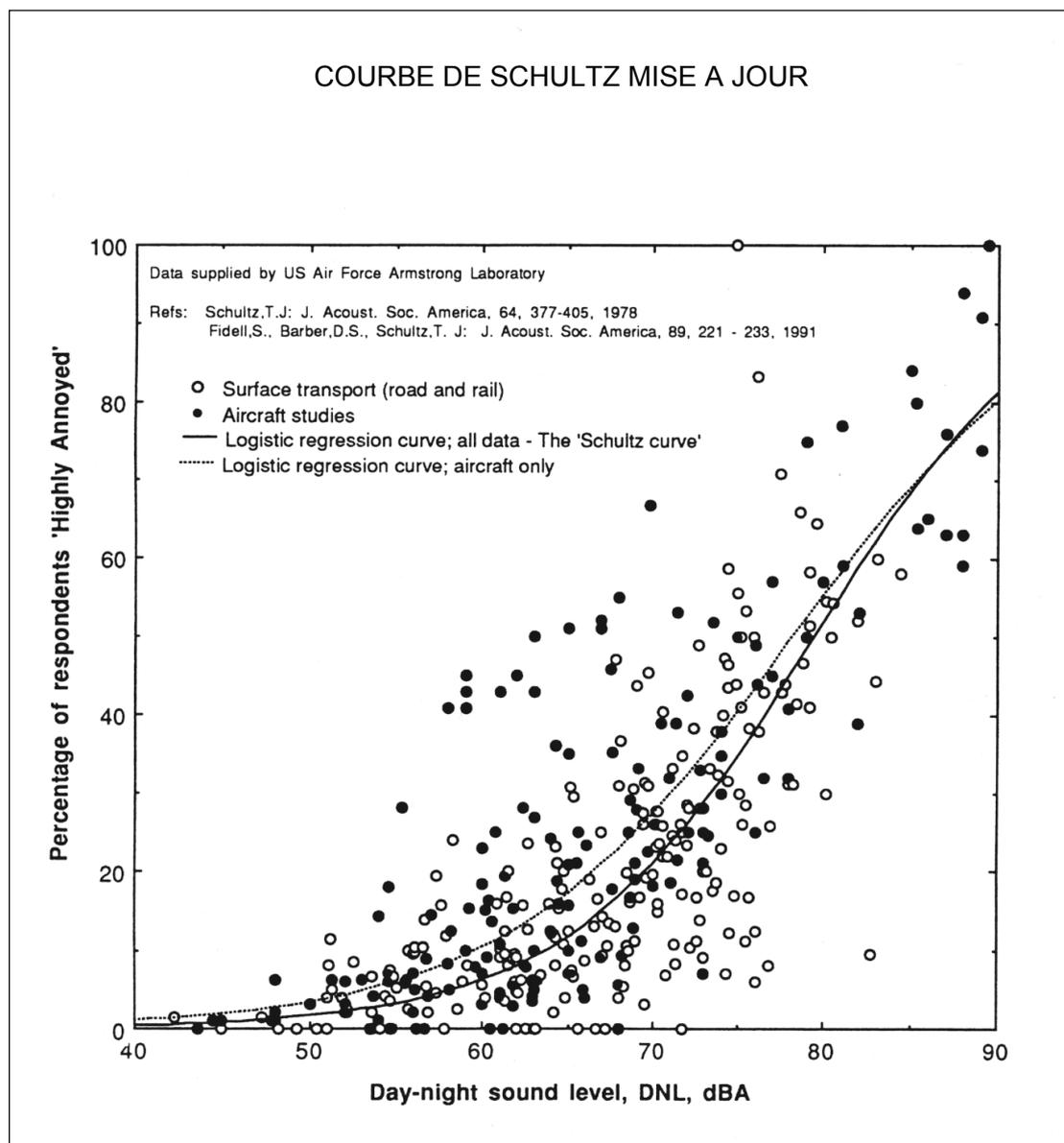
L'évaluation des niveaux de bruit *absolus* plutôt que des différences est plus difficile, car les perceptions et les jugements des gens sont influencés par de nombreux facteurs autres que les caractéristiques physiques du bruit lui-même. Ces facteurs sont souvent appelés "facteurs de modification" ou de "confusion" et, pour les avions, ils prennent en compte, par exemple, le fait ou non que les opérations soient considérées comme étant justifiées, raisonnables, sûres et menées avec toute la considération due aux riverains. Naturellement, les opinions sur ces facteurs, qui influent fortement la gêne, varient énormément de personne à personne.

Les événements individuels de bruit tendent à être jugés en relation à ce que les gens considèrent acceptable localement, et souvent en les comparant à des bruits existants provenant de sources différentes. Ceci dicte le fait qu'un avion soit remarqué ou pas. Le bruit des avions est donc susceptible d'être considéré moins perturbant en zone urbaine près de grandes routes qu'en zones rurales ou en "villages dortoirs" où les gens attendent "la paix et le calme" (et sont prêts à payer leur domicile très cher pour les obtenir). Pour replacer tout ceci en contexte, les niveaux de bruits types "de fond" (exprimés en niveaux moyens pondérés A) sont les suivants :

Zone rurale de nuit	25 dB(A)
Zone rurale de jour	35 dB(A)
Zone urbaine limitrophe loin des grandes routes	45 dB(A)
Zone urbaine loin des grandes routes	55 dB(A)
Zone située près de grandes routes	65 dB(A)

Il convient de noter que ces niveaux ne sont qu'indicatifs ; les niveaux réels dépendent grandement des circonstances locales précises. Le bruit de fond est généralement commandé par la circulation routière ; les niveaux dépendent donc de la situation par rapport à l'emplacement de la route et de la géométrie, du type, de la nature et de la vitesse de la circulation. En règle générale, le bruit de la circulation routière tombe autour de 10 dB la nuit, du fait de volumes bien moindres.

La Figure B-2 illustre la relation entre l'exposition au bruit des avions et la réaction des populations riveraines, sous forme de pourcentage de gens très perturbés par le DNL. Chaque point de données représente l'opinion collective d'environ 100 personnes exposées à un DNL en extérieur donné (approximatif).



**Figure B-2 : Relation dose-effet pour l'indice DNL**

**Figure B-2 : légende**

**Percentage of respondents 'Highly Annoyed'** : Pourcentage de répondants "très gênés"

**Data supplied by US Air Force Armstrong Laboratory** : Données fournies par le laboratoire Armstrong de l'US Air Force

**Refs** : Références : [idem]

**Surface transport (road and rail)** : Transports de surface (route et voie ferrée)

**Aircraft studies** : Etudes sur les avions

**Logistic regression curve ; all data – The 'Schultz curve'** : Courbe de régression logistique – toutes données (Courbe de Schultz)

**Logistic regression curve ; aircraft only** : Courbe de régression logistique – avions uniquement

**Day-night sound level, DNL, dB(A)** : Indice DNL en dB(A)

La Figure B-2 révèle que le caractère variable de la gêne subie par le public est très important et qu'il n'existe aucun seuil précis d'exposition au bruit en dessous duquel la gêne peut être ignorée. Ces données suggèrent au contraire qu'au-dessus de DNL55 environ, la dépendance de la gêne envers le niveau de bruit est très claire : plus le bruit est important, plus grande est la gêne (en ignorant la dispersion de données qui est attribuée aux facteurs de modification). Sous ce seuil, un nombre moins important de personnes indique être gêné par le bruit, mais il n'existe aucune dépendance quantitative, c'est-à-dire qu'il n'existe aucune preuve que la gêne dépende de la quantité de bruit. C'est pour cette raison que tous les effets de bruit d'avions inférieur ou égal à DNL55 (ou équivalent) sont généralement ignorés dans les évaluations de l'impact du bruit causé par les aéroports. Il est commun de considérer les niveaux d'exposition à DNL 55, 60 et 65 dB(A) (et niveaux équivalents sur d'autres échelles de mesure) comme des seuils de "faible", "moyen" et "fort" degré d'impact du bruit. En comparaison, les valeurs correspondantes en *indice psophique* sont approximativement les suivantes :

DNL	IP
55	74
60	81
65	88

## **ANNEXE C : DESCRIPTION DU MODELE ANCON**

### **Présentation**

Pour évaluer l'impact du bruit des avions sur les populations riveraines des aéroports, un outil informatique a été développé par la CAA, qui quantifie le bruit en termes indiquant la gêne sur l'être humain : ANCON. L'indice ANCON s'utilise au Royaume-Uni pour produire les courbes annuelles en Leq (niveau énergétique équivalent) de l'exposition au bruit des avions autour des aéroports de London Heathrow, Gatwick et Stansted, et autour d'autres aéroports régionaux. Il s'utilise également pour produire les prévisions d'exposition au bruit lors des études aéroportuaires. Des modèles similaires sont utilisés dans d'autres pays dans le même but.

ANCON se fonde sur les pratiques recommandées, publiées par trois organismes majeurs : ICAO, ECAC et SAE. La base de données de bruit ANCON tire ses sources de l'industrie et est également validée d'une année sur l'autre par des mesures de bruit "en service" effectuées aux aéroports de London Heathrow, Gatwick et Stansted. Cette base de données comprend des courbes NPD (noise-power-distance, bruit-puissance-distance) par type d'avion. Elle peut donc être utilisée pour n'importe quel aéroport. ANCON accepte également les données radar pour modélisation.

ANCON calcule l'indice Leq à un point donné au sol, en additionnant les SEL causés par les avions qui passent au-dessus de ce point. Le SEL que cause un avion dépend de sa trajectoire de vol (en trois dimensions), de la quantité de bruit qu'il émet sur cette trajectoire et de la manière dont le son se propage de l'avion au sol. La trajectoire de vol et l'émission de bruit sont liées : elles dépendent toutes deux de la manière dont l'avion est piloté, donc des procédures appliquées, plus particulièrement de la manière dont varie la puissance du moteur. Les niveaux de bruits causés par différents mouvements du même avion ou de deux avions similaires peuvent varier de manière importante.

### **Données de bruit des avions**

A des fins de modélisation, la trajectoire de vol de chaque mouvement d'avion est représentée par une séquence de segments contigus de lignes droites. Le SEL généré à un point donné au sol est calculé en additionnant la contribution au bruit de chacun des segments. La contribution au bruit d'un segment se détermine à l'aide des tableaux NPD. Ces tableaux expriment les niveaux de bruit en tant que fonction de la distance (distance perpendiculaire oblique entre le segment et un point au sol) et la puissance (poussée des réacteurs).

Les données NPD des avions sont obtenues à partir des informations fournies par les constructeurs, généralement dans le cadre des programmes d'essais en vol pour certification. Pour de nombreux aéronefs, ces tableaux se trouvent dans une base de données qui est fournie avec l'INM (Integrated Noise Model — Modèle de bruit intégré) de la FAA.

Malgré son statut reconnu par l'industrie aéronautique, cette base de données INM n'est cependant pas exhaustive. Il s'agit surtout d'un outil américain, qui ne prend pas en compte de nombreuses combinaisons cellule/réacteur spécifiquement européennes. En outre, dans certains cas, les données publiées doivent être ajustées du fait de différences inhérentes entre les tests de certification et les conditions d'exploitation en aéroport et les processus de contrôle qui entraînent des variations des niveaux mesurés en service.

La base de données ANCON est dérivée des sources industrielles susmentionnées. De nombreuses modifications lui ont toutefois été apportées pour une meilleure correspondance avec les niveaux de bruit rapportés autour des aéroports londoniens. En outre, cette base intègre les données des derniers aéronefs non encore présents dans la base de la FAA mais exploités dans les aéroports de Londres. Ces informations se fondent sur les données mesurées lorsqu'elles sont disponibles, ou elles sont estimées à partir des données de certification relatives au bruit et/ou en comparaison avec d'autres aéronefs aux caractéristiques de vol et de performance similaires.

### **Processus de calcul du bruit**

Pour calculer l'exposition au bruit en un endroit donné, il est nécessaire de connaître le trafic aérien et les routes de vol suivies. Les principaux paramètres pour le calcul du bruit sont les suivants :

- Nombre de mouvements par type d'avion selon une route donnée ;
- Trajectoire de vol nominale ou moyenne ;
- Dispersion des trajectoires, à savoir variation latérale par rapport aux trajectoires observées dans la pratique ;
- Profils de vol décrivant l'altitude, la vitesse et la poussée selon une trajectoire donnée. Pour chaque type d'appareil, au moins un profil de départ et un profil d'arrivée doivent être définis. Ces profils de vol dépendent du type d'avion ;
- Caractéristiques des avions décrivant la relation entre la distance avion/situation au sol, la poussée des réacteurs et le bruit (données NPD).

Dans le cas des courbes historiques, les trajectoires de vol moyennes et les dispersions correspondantes s'obtiennent généralement, pour chaque départ et chaque arrivée, grâce aux données radar. Le niveau de bruit total en un point donné au sol correspond à la somme de tous les facteurs du trafic aérien global contribuant au bruit. Dans ce processus de calcul, les effets de l'atténuation latérale sont également pris en compte. L'atténuation latérale est l'effet combiné de la directivité de la source et de l'absorption au sol.

### **Courbes de bruit**

Le bruit est calculé à partir d'un grand nombre de points au sol qui forment une grille rectangulaire autour de l'aéroport concerné. La grille finale de valeurs est intégrée pour produire des lignes d'exposition au bruit, ou courbes de bruit égales.

**ANNEXE D : DONNEES DE TRAFIC SUR ORLY EN MAI 2001****Tableau D1 Mouvements diurnes**

Type d'aéronef	Pourcentage
Airbus A319/320/321	44,5%
McDonnell-Douglas série MD80	14,3%
Fokker 100	12,9%
Gros biturbopropulseur	11,1%
Boeing 737-300/400/500	3,3%
Canadair régional	2,5%
Boeing 747-200/300 (Chapitre 3)	2,3%
Boeing 737-800	1,8%
Boeing 757	1,6%
McDonnell-Douglas DC10	1,5%
Airbus A340	0,9%
Airbus A310	0,7%
Airbus A300	0,7%
Airbus A330	0,6%
Boeing 737-200 (Lot d'insonorisation)	0,2%
Boeing 767	0,2%
Boeing 737-600/700	0,2%
Petit biturbopropulseur	0,1%
Boeing 707	0,1%
Boeing 747SP	0,1%
Boeing 777	0,1%
BAe 146	0,1%
Jet privé (Chapitre 3)	0,1%
Boeing 747-400	< 0,1%
Boeing 747-100	< 0,1%
Jet privé (Chapitre 2)	< 0,1%
Boeing 727 (Chapitre 3)	< 0,1%
Petit bimoteur	< 0,1%
Lockheed Tristar	< 0,1%
Concorde	< 0,1%
Total	100,0%

Total des mouvements diurnes durant le mois de mai 2001 = 19 143 (618 mouvements de jour en moyenne)

**Tableau D1 Mouvements nocturnes**

Type d'aéronef	Pourcentage
Airbus A319/320/321	34,8%
McDonnell-Douglas série MD80	23,4%
Boeing 737-300/400/500	12,6%
Boeing 737-800	7,5%
Fokker 100	7,5%
McDonnell-Douglas DC10	2,6%
Airbus A340	2,1%
Boeing 747-200/300 (Chapitre 3)	2,0%
Boeing 757	1,1%
Boeing 737-200 (Lot d'insonorisation)	0,8%
Boeing 767	0,8%
Airbus A330	0,8%
Gros biturbopropulseur	0,8%
Petit biturbopropulseur	0,8%
Boeing 737-600/700	0,7%
BAe 146	0,5%
Canadair régional	0,5%
Airbus A310	0,3%
Boeing 747-100	0,2%
Jet privé (Chapitre 3)	0,2%
Total	100,0%

Total des mouvements nocturnes durant le mois de mai 2001 = 612 (20 mouvements de nuit en moyenne)

## **ANNEXE E : EVALUATION EN ZONE EXTERNE**

Bien qu'il eût été possible de réaliser une certaine forme de cartographie du bruit, celle-ci aurait manqué de fiabilité dans le meilleur des cas, et dans le pire des cas, elle aurait été source d'erreurs potentielles, ceci parce que non seulement il aurait été impossible d'en interpréter les niveaux d'événements de manière vraiment pertinente (ces événements auraient été très inférieurs à ceux de la zone intermédiaire) mais les estimations de bruit elles-mêmes auraient fait l'objet d'incertitudes (elles se seraient trouvées hors de la plage de modélisation du bruit considérée comme fiable).

Selon les différentes propositions de trajectoires, les avions survolent cette zone à des altitudes comprises entre 10 000 et 14 000 pieds (3000 et 4 300 mètres) jusqu'à ce qu'ils entament leur descente pour s'aligner sur l'ILS. En conséquence, les niveaux d'événements au sol seront faibles, autour de 35 à 70 dB(A) SEL [25 - 55 dB(A) Lmax]. Le degré de perception de ces niveaux dépend du bruit ambiant local.

Dans cette zone externe, l'impact principal des changements de trajectoires serait une réaction négative de la population à la présence d'avions dans des zones jamais ou moins survolées auparavant. Le facteur clé est la perception ou non des avions : si les gens remarquent beaucoup plus d'avions qu'auparavant, certaines personnes risquent d'être ennuyées, parfois assez pour se plaindre, quel que soit le niveau de bruit, et particulièrement s'ils remarquent une concentration quelconque des trajectoires de vol dans le ciel. Cette réaction négative ne serait pas contrebalancée par les réactions positives émanant des gens vivant dans les zones où le bruit a diminué ; globalement, ces groupes ne seraient naturellement conscients des améliorations. Le problème peut être considéré comme étant à court terme. A long terme, l'acceptation du trafic par les populations survolées serait similaire à la situation actuelle (en comparant des populations riveraines équivalentes).

Malheureusement, il n'existe aucune procédure établie conçue pour quantifier ces effets, et les points de vue varient considérablement. On pourrait s'attendre à ce que l'industrie suggère qu'en comparaison avec les avantages des voyages aériens, les inconvénients de niveaux de bruit aussi faibles sont négligeables. Un point de vue opposé, exprimé par les riverains souffrant du bruit, serait de dire que bien que les avantages profitent au plus grand nombre alors que les inconvénients, faibles ou importants, sont endossés par une minorité locale.

Il a été conclu que la meilleure manière de comparer les propositions de routes consiste à construire des couloirs sous lesquels les avions sont "potentiellement perceptibles". En superposant ces couloirs aux cartes locales, les populations qui ne seront plus survolées ou celles qui seront survolées alors qu'elles ne l'étaient pas apparaîtront clairement par rapport à la situation actuelle. L'équilibre de ces groupes revient au Comité de Pilotage ; cette analyse peut simplement donner leur opinion. Dans ce contexte, il est très important que les Membres comprennent que l'effet immédiat d'un changement quelconque apparaîtra comme étant négatif, car seuls les gens qui se considèrent comme désavantagés par ces changements feront connaître leur point de vue. Ceux qui se taisent à présent mais bénéficient du changement sont supposés garder leur opinion. D'un autre côté, tout mécontentement local envers les survols actuels, dont les autorités locales sont peut-être conscientes, devrait disparaître.

L'utilisation des couloirs pour définir les zones à problèmes potentielles peut être justifiée par le fait qu'elle n'est requise qu'à des fins d'évaluation. Si les avions utilisant les différentes trajectoires étaient à la même altitude (niveau de vol), la comparaison serait facile (on

comparerait le nombre de personnes vivant à des distances différentes de la trajectoire nominale centrale). Mais les niveaux de vol diffèrent. Comment cela affectera-t-il la perception relative des avions ?

Le facteur clé est que les niveaux d'événements diminuent avec l'altitude : entre FL100 et FL140 (niveaux le plus haut et le plus bas) la différence moyenne (en Lmax) serait de 4 ou 5 dB. Cette différence d'intensité serait perceptible mais relativement faible, particulièrement en présence de variations importantes dues à la propagation du son sur de grandes distances dans une atmosphère instable. Si deux avions identiques survolaient un point en séquence à ces deux altitudes, la perception du bruit permettrait aux observateurs de désigner correctement l'avion qui vole le plus haut. Il est toutefois peu probable que les mêmes personnes notent une différence significative si tous les survols quotidiens se font à l'un ou l'autre niveau de vol. Dans ce cas, le facteur d'importance pratique serait le bruit de fond local. C'est ce niveau de bruit qui détermine si des vols particuliers s'entendent ou non. En pratique, ceci affecterait le pourcentage de survols audibles. Bien que théoriquement ceci ne puisse être estimé que par analyse, il s'agit d'un point qui n'entre pas dans le cadre de cette étude comparée.