



NLR-CR-2001-XXX

**Evaluation de procédures  
de moindre bruit pour la TMA  
et les aéroports de Paris**

J.A.J. van Engelen, J. Middel and R.J. de Muynck

Version française pour le Comité de Pilotage  
du 24 septembre 2000

Division :	Air Transport
Edition :	September 2001
Classification du titre :	Non classifié



## Résumé

Ce rapport donne au Comité de Pilotage une vue d'ensemble sur les procédures d'arrivées et de départs qui ont été étudiées dans le projet SOURDINE. Il traite aussi des procédures de départ A et B de la doc 8168 de l'OACI, et inclut les développements qui ont eu lieu depuis que le projet SOURDINE s'est achevé, que ce soit dans des études similaires ou ultérieures. En particulier, on s'intéresse à l'augmentation de l'altitude d'interception de l'ILS, aux approches à descente continue, aux approches courbes, aux atterrissages vent arrière et au MLS.

Ce rapport établit ensuite un bilan sur les procédures de moindre bruit qui sont déjà appliquées, ou en train d'être mises en place dans la TMA de Paris et sur les aéroports parisiens. Les nouvelles procédures qui ne sont pas utilisées actuellement ou en passe de l'être, mais qui pourraient améliorer l'environnement à cours ou moyen terme dans la TMA de Paris, ont aussi été identifiées.

SOURDINE (acronyme anglais : "Etude de procédures optimisées pour diminuer l'impact du bruit autour des aéroports") est un projet financé par la Commission Européenne, visant à définir de nouvelles procédures qui permettent de réduire le bruit à proximité des aéroports, ainsi qu'à déterminer les outils associés. Dans la phase initiale de SOURDINE, un certain nombre de possibilités pour des procédures de moindre bruit ont été définies et évaluées, servant de base pour une mise en place globale et harmonisée de solutions prometteuses. Ce rapport donne une synthèse de ces procédures, incluant une évaluation de leur application dans la zone terminale de Paris, des conditions requises et d'une date objectif accessible.

Ce rapport a été fait pour le Comité de Pilotage associé à la réorganisation de l'espace dans la TMA de Paris. La version originale a été écrite en anglais, en évitant le vocabulaire réservé aux spécialistes.

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction et contexte du projet</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Description de l'étude</b>	<b>6</b>
2.1	Contexte	6
2.2	Objectifs	7
2.3	Points clefs pour la qualité de l'étude	7
2.4	Résultats attendus et prestations	7
2.5	Destinataires de l'étude	8
2.6	Dates clefs de l'étude	8
<b>3</b>	<b>Le bruit des avions et les procédures d'exploitation</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Le projet européen SOURDINE</b>	<b>11</b>
4.1	SOURDINE : approche du problème	13
4.2	Mesures opérationnelles examinées par SOURDINE	14
4.2.1	Mesures à court et moyen terme	14
4.2.2	Volets réduits et sortie du train retardée	15
4.2.3	Augmentation de l'altitude d'interception du glide	15
4.2.4	Optimisation des procédures de décollage	16
4.2.5	Approche à descente continue	17
4.2.6	Augmentation de l'angle de descente en approche	17
4.2.7	Atterrissages avec double seuils sur la même piste	18
4.2.8	Navigation de précision dans les zones terminales à proximité des aéroports	18
4.2.9	Développements futurs de l'approche à descente continue	19
<b>5</b>	<b>Evaluation des procédures de moindre bruit pour la TMA et les aéroports de Paris</b>	<b>20</b>
5.1	Mesures de moindre bruit appliquées	20
5.2	Faisabilité de procédures pour la réduction du bruit	21
5.3	Autres aspects	24
<b>6</b>	<b>Conclusion</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>Références</b>	<b>28</b>



<b>Appendix A</b>	<b>Termes de référence pour une étude sur les procédures de moindres bruit dans le transport aérien et sur les possibilités de mise en oeuvre dans la TMA de Paris</b>	<b>33</b>
<b>Appendix B</b>	<b>Notes réunion avec Air France</b>	<b>36</b>
<b>Appendix C</b>	<b>Extraits des PANS-OPS OACI : procédures de moindre bruit</b>	<b>40</b>

(48 pages au total)



## **1 Introduction et contexte du projet**

La DGAC française étudie actuellement une réorganisation de la zone d'approche terminale (TMA) de Paris qui modifierait à la fois l'impact environnemental et la capacité du système aérien. Au cours de cette étude, le Ministre des Transports a mis en place un Comité de Pilotage, présidé par le Préfet de région Ile de France, afin d'assurer la représentation et la concertation des différentes parties concernées, incluant des élus de la Région Parisienne. Dans le cadre de cette restructuration de la TMA Paris, le Comité de Pilotage a demandé plus d'informations sur une possible mise en œuvre de nouvelles procédures d'arrivée et de départ dans la TMA afin de réduire le bruit lié au transport aérien en Région Parisienne. Un intérêt particulier devait être porté à l'état d'avancement de ces procédures, au délai nécessaire avant de les rendre opérationnelles et sur la possibilité de les utiliser sur les aéroports parisiens.

Afin d'obtenir des réponses rapides et pertinentes, tout en prenant en compte les contraintes des différents acteurs (pilotes, constructeurs, compagnies, riverains et responsables de la réglementation), le Comité de Pilotage a suggéré que l'étude tire parti du programme SOURDINE financé par la Commission Européenne. Le projet SOURDINE ("Etude de procédures optimisées pour diminuer l'impact du bruit autour des aéroports") a pour but de définir de nouvelles procédures d'arrivée et de départ permettant de réduire le bruit à proximité des aéroports, ainsi que les outils associés. Le projet SOURDINE II a pris la suite pour approfondir les recherches sur les mesures les plus prometteuses et établir un plan de mise en œuvre. Le NLR (ndlr : National Lucht- en Ruimtevaarlaboratorium, centre de recherche néerlandais) participe aux deux phases du projet.

Il a donc été demandé au NLR, organisme expert et indépendant, de réaliser une analyse complète et objective à ce sujet et de présenter des résultats sous une forme qui ne soit pas réservée aux experts du domaine aéronautique.

Le chapitre 2 donne une vue d'ensemble du projet, incluant le contexte et la méthode de travail. Pour assurer une meilleure compréhension des procédures de moindre bruit dans les chapitres suivants, le chapitre 3 décrit des notions élémentaires, comme les procédures standard et les caractéristiques du bruit. Le chapitre 4 donne une synthèse du projet SOURDINE et des procédures de moindre bruit qui y sont étudiées. Dans le chapitre 5, on évalue celles qui sont ou pourraient être mises en œuvre en Région Parisienne. Ce bilan ne se limite pas aux seules procédures SOURDINE, mais comprend aussi d'autres mesures qui sont ou pourraient être prises pour réduire le bruit lié au transport aérien.



## 2 Description de l'étude

### 2.1 Contexte

De nombreux aéroports existent en Région Parisienne, les plus importants pour le trafic passager étant CDG, Orly et Le Bourget. CdG a actuellement 3 pistes opérationnelles, avec une quatrième en préparation. Cet aéroport a traité 518 000 mouvements pendant l'année 2000. La capacité de programmation est actuellement de 101 mouvements à l'heure. La quatrième piste permettra de la porter à 120 mouvements à l'heure. Le nombre de mouvements à Orly est plafonné à 250 000 mouvements annuels. Le nombre de mouvements au Bourget, 50 000 mouvements par an, est à peu près constant.

Le système de circulation aérienne qui dessert les trois principaux aéroports a de sérieuses limitations, notamment l'absence d'un quatrième point d'entrée au sud-ouest de Paris. Les avions arrivant à CDG en provenance du sud-ouest doivent rejoindre le nord-ouest de Paris, créant un goulot d'étranglement qui a un impact négatif à la fois sur l'environnement et sur la fluidité du trafic avec 40 à 60 minutes d'attente en matinée. Une réorganisation de la zone terminale de Paris (TMA) est considérée comme absolument nécessaire pour porter la capacité de l'espace aérien au même niveau que celle de l'aéroport.

Pour remédier à l'encombrement actuel et futur des voies aériennes, Aéroports de Paris (ADP) et la Direction de la Navigation Aérienne (DNA) ont négocié avec le Ministère de la Défense la création d'un quatrième point d'entrée au sud-ouest. Ce nouveau point d'entrée a ouvert la voie à une réorganisation de la TMA Paris, avec un nouveau réseau de routes. Le système aéroportuaire, comprenant trois aéroports importants situés relativement près l'un de l'autre dans une zone à forte densité de population, a conduit à la définition de nouvelles structures de routes qui sont par nature extrêmement complexes.

La restructuration du système ATC doit être optimisée selon des critères de sécurité, d'impact sonore et de capacité. Les différentes options impliquant de nouvelles routes sur des populations qui n'étaient pas survolées auparavant, une forte opposition s'est manifestée. Le Ministre des Transports a par conséquent décidé de mettre en place un Comité de Pilotage, présidé par le Préfet de région Ile de France, et composé d'élus de la Région Parisienne ainsi que de représentants de l'administration. Ce Comité de Pilotage débat du projet de réorganisation de la TMA Paris et examine les alternatives. Les nouveaux réseaux de routes ont un impact sur l'ensemble du système de contrôle de trafic aérien (ATC), qui est examiné et évalué par Eurocontrol à la demande du Comité de Pilotage.



Dans le contexte de la réorganisation de la TMA Paris, le Comité de Pilotage a aussi demandé une étude sur les nouvelles procédures d'arrivée et départ qui pourraient réduire le bruit des activités de transport aérien en Région Parisienne.

## **2.2 Objectifs**

Le but de l'étude est double :

- ✍ Premièrement, donner au Comité de Pilotage une vue d'ensemble sur l'état d'avancement des procédures d'arrivée et de départ étudiées dans le projet SOURDINE. Les procédures départ qui sont décrites incluent les procédures standard A et B de l'OACI, telles que décrites dans le document PANS-OPS 8168. Une attention sera portée aux développements effectués depuis la fin de SOURDINE, ainsi que sur les études similaires ou ultérieures. En particulier, on s'intéresse à l'augmentation de l'altitude d'interception de l'ILS, au CDA (approches à descente continue), aux approches courbes, aux atterrissages vent arrière et au MLS.
- ✍ Deuxièmement, fournir au Comité de Pilotage un bilan sur les procédures de moindre bruit qui sont déjà appliquées, ou en train d'être mises en place dans la TMA Paris et sur les aéroports parisiens. En outre, les nouvelles procédures qui ne sont pas utilisées actuellement ou en passe de l'être, mais qui pourraient améliorer l'environnement à cours ou moyen terme dans la TMA Paris, seront aussi identifiées.

## **2.3 Points clefs pour la qualité de l'étude**

Les points clefs pour la réussite de l'étude sont la disponibilité et la qualité des informations fournies sur les procédures actuelles dans la TMA et sur les aéroports de Paris, et sur les procédures qui sont à l'étude pour la réorganisation.

## **2.4 Résultats attendus et prestations**

L'étude demandée par le Comité de Pilotage s'est traduite par la réalisation du présent rapport qui évalue les applications concrètes susceptibles d'être utilisées en Région Parisienne. Le rapport donne les caractéristiques d'une liste de procédures et leur état d'avancement, les bénéfices attendus, les conditions à remplir pour pouvoir les mettre en œuvre, dans le cas particulier de la TMA et des aéroports parisiens. Le rapport a été rédigé de manière à être accessible à des non spécialistes.

Dans la phase intermédiaire de l'étude a été présentée une synthèse des résultats de SOURDINE sur l'amélioration des procédures de départ et d'arrivée pour les avions. Cette présentation traitait des avantages, inconvénients et difficultés de mise en œuvre, en termes généraux et à un niveau non-expert, sans aborder spécifiquement le cas de Paris. Cette présentation a été faite au Comité de Pilotage du 11 juillet 2001.

## **2.5 Destinataires de l'étude**

Ce rapport a été fait par le NLR à destination du Comité de Pilotage. Le Comité de Pilotage aura la primeur du document et décidera d'une diffusion éventuellement plus large. Ce Comité de Pilotage mis en place par le Ministre des Transports est composé d'élus de la Région Parisienne et de représentant de l'Administration.

La Direction de la Navigation Aérienne (DNA) est responsable de l'aspect formel et financier du contrat.

## **2.6 Dates clefs de l'étude**

L'étude a été réalisée en deux parties, en cohérence avec les prestations demandées. Dans la première partie, une synthèse sur les résultats de SOURDINE a été faite sous la forme d'une présentation orale. Pour la seconde partie, concrétisée par le présent rapport, les diverses procédures de moindre bruit ont été étudiées dans le cas spécifique de la TMA et des aéroports parisiens. Les prestations ont été exécutées selon les étapes suivantes :

- ?? Début du projet le 18 juin 2001
- ?? Réunion de lancement avec des représentants du Comité de Pilotage (M. Paternotte), du SCTA (M. Delort), de la DNA (M. Bruneau) et d'ADP (M. Vuillermet) les 4 et 5 juillet 2001 ;
- ?? Présentation orale d'une synthèse des résultats de SOURDINE au Comité de Pilotage le 11 juillet 2001 ;
- ?? Réunion avec des représentants d'Air France (M. Rigaudias, M. Fontaine et M. Bonin) et de DNA (M. Huerre) le 1er août 2001 ;
- ?? Présentation de résultats partiels le 6 septembre 2001 ;
- ?? Réunion avec des représentants du SCTA (M. Delort) et d'ADP (M. Bourgin) le 13 septembre 2001
- ?? Projet de rapport final le 20 septembre 2001 au plus tard ;
- ?? Présentation du rapport final et discussion avec le Comité de Pilotage lors de la réunion du 24 septembre 2001, après laquelle le rapport sera finalisé dans un délai de 2 semaines maximum.

Durant la réunion de lancement, le cahier des charges de l'étude, reproduit en annexe A, a été approuvé. Les informations fournies par ADP et le SCTA étaient adaptées aux besoins de l'étude. Ces informations comprenaient les restrictions d'utilisation sur les aéroports parisiens, les plans de CDG et Orly, et des statistiques de trafic sur les principaux aéroports parisiens. Ont aussi été fournis (en français) les chartes de qualité de l'environnement sonore et les codes de



bonne conduite environnementale, accords passés entre les opérateurs aériens (dont Air France), ADP et les services ATC sur la réduction du bruit du transport aérien en Région Parisienne.

La réunion avec les représentants d'Air France était organisée pour prendre l'avis du principal opérateur des aéroports parisiens sur la faisabilité, d'un point de vue opérationnel, des procédures de moindre bruit à l'étude. Cette réunion avait été approuvée par le Comité de Pilotage du 11 juillet 2001 ; le compte-rendu est en annexe B.

### **3 Le bruit des avions et les procédures d'exploitation**

L'impact sonore d'un avion à un endroit donné dépend :

- de la source de bruit : l'avion et la phase de vol ;
- de la position de l'avion par rapport à l'endroit considéré, et des conditions de propagation.

Le bruit le plus important est dû aux moteurs de l'avion. Cependant, avec des moteurs plus silencieux, la part des bruits aérodynamiques (par exemple trains d'atterrissages, becs et volets) devient plus importante ; pour certains avions, c'est même la source principale du bruit dans les phases d'approche et d'atterrissage. La présente étude se limite cependant à l'effet des procédures opérationnelles, dans lesquelles les composantes moteurs et aérodynamiques sont implicitement associées.

Par ailleurs, la gêne due au bruit des avions est très subjective<sup>1</sup> ; elle dépend notamment de la situation de l'observateur, de l'heure, de la fréquence, et des bruits environnants. Cette étude se limite aux effets sonores objectifs, c'est-à-dire pouvant être mesurés ou calculés. Le bruit s'exprime alors en décibels (LAmax ou SEL) pour des observations ponctuelles, ou avec des unités comme le Lden pour pouvoir comparer les énergies sonores sur une période prolongée (l'année par exemple). Avec ce dernier type de paramètres, on somme le bruit de tous les avions sur la période considérée. Dans cette somme, le bruit pendant la nuit est affecté d'un coefficient multiplicateur beaucoup plus important que pendant le jour pour tenir compte de la gêne ressentie. Dans cette étude, seuls les effets des procédures concernant un avion pris isolément ont été analysés.

Les procédures opérationnelles standard imposent aux avions de rester en permanence dans certaines limites liées à la sécurité (sous la responsabilité du pilote) et d'être séparés des autres

---

<sup>1</sup> Selon le dictionnaire Webster le bruit est un "son sans qualité musicale, ou suffisamment fort, dur ou discordant ; son sans cohérence et persistant qui accompagne la plupart des activités ; son indésirable qui interfère avec quelque chose que l'on écoute".

avions (principalement sous la responsabilité des contrôleurs ATC). C'est ainsi que la réglementation internationale a été développée pour maintenir à tout instant la sécurité et les normes de séparation. En particulier dans les espaces terminaux autour des aéroports, les avions au départ et à l'arrivée doivent respecter strictement certaines routes (dans le plan horizontal) appelées STAR (routes d'arrivées standard) ou SID (routes de départ standard aux instruments). Mais d'autres routes existent aussi pour permettre un flux de trafic sûr et fluide. Quand on s'approche de l'aéroport, la distance entre avions tend à diminuer, raison qui pousse à rendre le flux de trafic aussi homogène que possible. Cela se traduit souvent par la définition de limitations de vitesse qui, associées à la configuration de l'avion (volets, becs, train), réduisent la marge de manœuvre pour optimiser le vol d'un avion donné.

En respectant ces contraintes, l'exploitation des avions offre cependant une certaine flexibilité pour minimiser l'impact sonore au sol. Le bruit généré par l'avion est une combinaison de la poussée moteur, de la vitesse, de l'altitude et de la configuration (train d'atterrissage sorti ou rentré, position des volets). Habituellement, le pilote agit sur la poussée, la vitesse et la configuration ; les autres paramètres s'en déduisent.

Pour mieux comprendre les procédures de moindre bruit dans les chapitres suivants, quelques éléments de base sur les procédures d'exploitation standard sont ici décrits plus en détail. Et comme les procédures doivent répondre aux règles internationales, l'annexe C donne un extrait d'un chapitre important dans le cadre de cette étude, appelé "Procédures de moindre bruit" et publié par l'Organisation Internationale de l'Aviation Civile (OACI) dans le document 8168 "Procédures pour la navigation aérienne – Exploitation des aéronefs (PANS-OPS)".

Au décollage, un avion affiche en général la poussée décollage au début de la piste, puis il commence à accélérer jusqu'au lever des roues. Après le lever des roues, l'avion commence à monter et à accélérer en même temps. Le dosage entre la pente de montée et l'accélération dépend de la stratégie de décollage utilisée. Normalement, la vitesse est gardée constante à une valeur minimale de sécurité bien définie, et le reste de la puissance est utilisé pour monter autant que possible. Le train d'atterrissage est rentré aussi tôt que possible pour réduire la traînée (frottements de l'air). A une certaine hauteur (450 mètres pour la procédure ICAO-A, voir chapitre 4), l'avion va réduire sa poussée pour afficher le régime maximal de montée. La poussée de montée représente en général à peu près 80% de la poussée maximale au décollage. Quand l'avion a atteint la hauteur de 900 mètres (procédures A et B de l'OACI), la configuration de croisière est adoptée et l'avion continue à monter et à accélérer.

La vitesse est définie par rapport à l'air ; aussi la vitesse d'envol peut être atteinte plus rapidement quand l'avion a du vent de face. En outre, cette vitesse dépend du type d'avion et de

sa masse. Avec des équipements aérodynamiques comme les volets, la portance de l'avion peut être améliorée mais au prix d'une augmentation de la traînée.

Au cours d'un décollage normal, l'avion doit suivre une certaine route (SID), qui l'amène de la piste de départ à la route aérienne vers sa destination. Ces routes sont définies pour chaque aéroport et direction mais elles ont des caractéristiques en commun. Une de ces caractéristiques est que l'avion n'est pas autorisé à tourner à moins de 500 pieds (150 mètres) au dessus du terrain ou de l'obstacle le plus haut le long de la trajectoire. L'inclinaison pour les virages après décollage est limitée à 15 degrés. Et aucun virage n'est autorisé en même temps qu'une réduction de poussée associée à une procédure de moindre bruit.

La première partie d'une approche aux instruments normale consiste en une route d'arrivée standard (STAR) combinée à un guidage radar de l'ATC vers le point appelée FAF (point d'approche finale). Pendant cette partie, l'avion suit une route publiée, réduit sa hauteur et sa vitesse, et choisit le réglage de volets approprié à sa vitesse. A partir du FAF, l'avion débute l'approche finale sous le guidage du système d'atterrissage aux instruments (ILS). Pendant l'approche finale, l'avion commence par s'aligner sur l'axe de piste, guidé par le signal "localiser" de l'ILS. Puis l'avion intercepte le plan de descente, guidé par le signal "glide" de l'ILS. Ce plan descend jusqu'à la zone de toucher des roues sur la piste, avec un angle de 3 degrés. Intercepter le plan à une hauteur de 2000 pieds veut donc dire que la dernière partie de l'approche, aligné sur la ligne centrale de la piste, se fera sur une distance de 11,5 km jusqu'au seuil de piste. Avec une interception à 3000 pieds, cette distance passe à plus de 17 km, etc.

Les procédures d'exploitation standard exigent que la déviation par rapport au plan de descente de 3 degrés n'excèdent pas 0,25 degrés, et que le plan ne soit pas intercepté par au-dessus. En outre, comme pour les départs, il est plus sûr de se rapprocher de la piste avec du vent de face parce que cela réduit la vitesse par rapport au sol, et donc la distance de freinage.

#### **4 Le projet européen SOURDINE**

Le projet SOURDINE (Etude pour l'optimisation de procédures pour réduire l'impact du bruit autour des aéroports) financé par l'Union Européenne a été lancé pour fournir une approche harmonisée au niveau européen dans la définition, la validation et l'introduction de nouvelles procédures de moindre bruit, en visant tout particulièrement les procédures de départ et d'arrivée autour des aéroports. Au niveau international, de nombreuses avancées ont lieu pour réduire le bruit des avions autour des aéroports. En particulier, le développement et l'introduction de moteurs et de structures aérodynamiques plus silencieux permettra une réduction significative

du bruit à la source. Cependant, la réduction du bruit au travers d'un renouvellement des flottes est un processus relativement lent puisque les avions sont retirés du service et remplacés par des versions plus silencieuses tous les 10 ou 20 ans en moyenne en Europe.

En plus des mesures ci-dessus, une réduction supplémentaire du bruit peut être obtenue en modifiant les méthodes d'exploitation des avions, tout en restant dans les limites de la certification, par des procédures destinées à réduire le bruit perçu au sol.

Diverses procédures ont déjà été introduites sur différents aéroports en Europe et dans le monde pour apporter des solutions locales. Cependant, en raison de la demande croissante pour de telles mesures tout particulièrement en Europe, il y a incontestablement un besoin pour une meilleure harmonisation et une standardisation dans le développement, l'introduction et l'utilisation de procédures plus évoluées.

Le projet SOURDINE est un premier pas dans ce domaine au niveau européen, mettent l'accent sur les nouvelles procédures d'arrivée ou de départ. Etant donné que toute nouvelle mesure nécessite l'implication et le consentement de toutes les parties concernées, un tel projet demande une approche multidisciplinaire regroupant tous les acteurs. Pour cette raison, le consortium est composé de membres issus de toutes les parties concernées par le développement et l'introduction de telles procédures en Europe, c'est-à-dire constructeurs d'aéronefs et équipementiers, instituts de recherche, aéroports, compagnies, fournisseur de service ATC et autorités de régulation. Le projet SOURDINE a les objectifs suivants :

- ✍ Étudier les possibilités de réduire le bruit autour des aéroports, en :
  - Elaborant des règles générales pour réviser les procédures d'atterrissage et de décollage existantes afin d'obtenir une amélioration à court terme applicable à la plupart des avions existants ;
  - Examinant de nouvelles procédures qui tirent parti des nouveaux avions et des nouvelles technologies pour la gestion du trafic ;
- ✍ Appliquer ces règles pour définir de nouvelles procédures sur quelques aéroports sélectionnés, en tenant compte de la faisabilité de telles procédures, et fournir des évaluations qualitatives sur la réduction du bruit ;
- ✍ Identifier les développements et les outils de simulation pour procéder à une validation opérationnelle des procédures dans le cadre d'une phase ultérieure du projet.

Il faut noter que le projet SOURDINE a été conçu comme la première étape d'un programme à long terme pour la réduction du bruit autour des aéroports. SOURDINE a défini les besoins, examiné les questions de modélisation du bruit, identifié et évalué un certains nombres de procédures susceptibles de réduire le bruit, spécifié les outils de simulation et établi un bilan coût/bénéfice des procédures prometteuses. Pour concilier les objectifs contradictoires d'augmentation de la capacité et de réduction de l'impact environnemental, de nouvelles

procédures opérationnelles s'appuyant sur de nouvelles technologies doivent être introduites. L'ensemble des résultats de SOURDINE fournissent une base de travail pour le projet SOURDINE II, dans lequel les procédures de moindre bruit les plus prometteuses ainsi que les technologies afférentes pour le contrôle aérien et les aéronefs seront développées. En particulier, ce projet produira aussi un plan de mise en œuvre de ces procédures, qui doit être mis au point en concertation avec tous les acteurs au travers d'un comité de suivi.

#### **4.1 SOURDINE : approche du problème**

Le projet SOURDINE s'est spécifiquement intéressé aux procédures qui ne nécessitent pas de modification de l'infrastructure air ou des moteurs, si ce n'est dans l'avionique ou dans les systèmes ATC qui pourraient être amenés à évoluer pour permettre l'utilisation de ces procédures. Le projet s'est concentré sur la définition et l'évaluation de procédures opérationnelles réalistes pour réduire le bruit à court ou moyen terme. Alors que les changements d'infrastructure s'étaleront sur une échelle de temps allant du moyen au long terme, le changement de certaines procédures d'exploitation peuvent aboutir à des résultats en un temps remarquablement court. Les procédures modifiées doivent cependant satisfaire aux exigences des règles internationales exprimées par l'OACI et répondre aux attentes environnementales locales.

En ce qui concerne les modifications de procédures à court terme, elles seront issues de procédures existantes et utiliseront les moyens actuels aéroportés ou au sol. D'autres procédures permettant une réduction du bruit pourront aussi être considérées à condition qu'elles soient applicables à court terme. En ce qui concerne les procédures à moyen terme, les nouvelles procédures pourront s'appuyer sur de nouvelles aides à la navigation (tels que GNSS, MLS) et sur l'existence de systèmes avioniques évolués dans les cockpits (évolution du FMS par exemple). La nécessité de moderniser les systèmes aéroportés ou au sol sera prise en compte, ainsi que le fait que l'introduction de certains nouveaux systèmes est de toute façon prévue. En bref, ces deux types de procédures se caractérisent ainsi :

- ☞ Procédures de moindre bruit à court terme, qui sont des procédures de vol pour les aéronefs et les infrastructures ATC existant actuellement, et qui peuvent être mises en œuvre sans outil ATC ou avionique supplémentaire ;
- ☞ Procédures de moindre bruit à moyen terme, qui pourraient demander des certifications supplémentaires ou des modifications de l'avionique ou des équipements ATC, ou pour lesquelles de nouveaux outils ou équipements devront être développés.

## **4.2 Mesures opérationnelles examinées par SOURDINE**

Parmi les procédures d'approches ou de départs usuellement appliquées dans différents aéroports internationaux, les mesures suivantes qui pourraient permettre d'obtenir des réductions de bruit ont été considérées dans le cadre du projet SOURDINE :

- ✂ ✂ Utilisation réduite des volets - en restant dans les limites de la certification - pour l'approche finale et l'atterrissage ;
- ✂ ✂ Mise en configuration d'atterrissage plus tardive ;
- ✂ ✂ Augmentation de l'altitude du segment horizontal pour l'interception du glide vers la piste ;
- ✂ ✂ Approche à descente continue avec régime moteur réduit en utilisant les fonctions des FMS actuels, se finissant par une approche ILS conventionnelle.

Dans une perspective moyen terme, les mesures suivantes peuvent apparaître comme faisables pourvu que les outils éventuellement nécessaires pour l'ATM (gestion du trafic aérien), l'avionique ou les équipements soient développés :

- ✂ ✂ Optimisation des procédures de décollage (dans le plan vertical) ;
- ✂ ✂ Augmentation de la pente du glide pour l'approche ;
- ✂ ✂ Opérations d'atterrissages utilisant deux seuils différenciés sur la même piste ;
- ✂ ✂ Procédures d'arrivée et de départ utilisant la navigation de précision, incluant de nouvelles fonctionnalités pour les FMS ou la gestion du trafic aérien ;
- ✂ ✂ Les approches à descente continue améliorées ou tout autre procédure à puissance et bruit réduits qui permettent une meilleure utilisation de la piste, c'est-à-dire une application améliorée de l'approche à descente continue.

Pour avoir une indication a priori sur leurs effets à l'échelle d'un aéroport, des calculs de bruit ont été faits sur les procédures à court terme mentionnées ci-dessus, ainsi qu'une étude de capacité sur quelques aéroports.

### **4.2.1 Mesures à court et moyen terme**

Les mesures à court terme passées en revue par SOURDINE peuvent être appliquées en conservant en l'état les avions, les équipements et les infrastructures du contrôle aérien. Cela implique que de telles améliorations se limitent à des affinements sur les procédures et trajectoires existant actuellement.

Pour le moyen terme, c'est-à-dire avec une mise en œuvre d'ici 5 à 10 ans, les mesures examinées sont celles qui sont apparues comme les plus prometteurs pour des études plus poussées. Elles demandent des certifications supplémentaires, des développements ou des modifications des systèmes et outils.

#### **4.2.2 Volets réduits et sortie du train retardée**

Une méthode relativement facile pour réduire le bruit de l'avion durant l'approche finale est la sortie réduite des volets, c'est à dire inférieure à l'extension maximale, et la sortie retardée du train d'atterrissage.

Une moindre sortie des volets réduit la traînée et le bruit, et réduit aussi le bruit des moteurs en raison d'une poussée légèrement plus faible en finale. Bien que ces effets positifs soient partiellement annulés par une augmentation du bruit aérodynamique dû à une vitesse plus élevée, l'effet global se traduit par une réduction de l'émission totale de bruit.

Si en complément l'avion peut retarder le moment de sortie du train d'atterrissage, générateur d'un bruit aérodynamique considérable, alors un gain supplémentaire peut être obtenu. Il faut noter que ces mesures n'apportent un progrès sur le bruit que dans une zone proche de la piste et de l'aéroport (moins de 9 km environ).

Une représentation graphique de cette mesure est donnée dans la figure 1.

Comme la mesure est relativement facile à appliquer, de façon immédiate, sans faire obstacle à la sécurité et en respectant les limites de certification de l'avion, de nombreuses grandes compagnies, dont KLM et Air France, ont déjà retenu cette procédure comme une pratique opérationnelle plus ou moins recommandée.

#### **4.2.3 Augmentation de l'altitude d'interception du glide**

Dans une approche aux instruments standard, l'approche finale (pente à 3 degrés) est normalement précédée par un segment de vol horizontal où l'avion va décélérer puis éventuellement voler avec une poussée moteur relativement élevée avant d'intercepter la pente du glide. Cela s'accompagne bien sûr d'une augmentation de l'émission sonore.

Une mesure immédiate pour réduire le bruit au sol sous cette portion de vol peut être prise à court terme en augmentant l'altitude d'interception du glide. Le gain en terme de bruit se situe dans la zone où le profil vertical de la trajectoire modifiée est plus haut que le profil d'origine, c'est-à-dire au-delà du point initial d'interception.

Une représentation graphique de cette mesure est donnée dans la figure 2.

Il faut noter que la trajectoire de l'avion au sol sera déplacée, puisque l'approche finale s'allonge d'environ 6 km dans l'alignement de la piste à chaque fois que l'on augmente de 300 mètres (1000 pieds) l'altitude d'interception. Les avions venant de différentes directions vont donc converger vers le segment d'approche finale à un endroit différent (plus éloigné du seuil de piste). Cela se traduit par des empreintes de bruit au sol plus faibles pour la portion de vol avant l'interception du glide, mais localisée à un endroit différent.

#### 4.2.4 Optimisation des procédures de décollage

Dans SOURDINE, une étude a été réalisée pour optimiser les procédures de décollages au regard du bruit en ajustant différents paramètres :

- ☞☞ La configuration de décollage et les vitesses, pour rechercher une meilleure pente de montée (plus inclinée), qui permet d'augmenter la distance entre la source de bruit et l'observateur au sol. Les modifications dans la configuration de décollage peuvent avoir un impact sur l'émission de bruit : les volets, les becs et le train sont des générateurs de bruit bien connus ;
- ☞☞ La puissance de montée pendant le décollage : une réduction de poussée réduit en elle-même le niveau de bruit généré. En revanche, elle implique une pente de montée plus faible, d'où une réduction de la distance verticale entre l'avion et l'observateur. Ces effets sont opposés. D'où un profil de montée optimal qui peut être défini pour un impact sonore minimal.

La recherche du profil optimal pour diminuer le bruit a été menée pour deux types d'avions : un bimoteur (tel que A320 ou B737) et un quadriréacteur (tel que A340 ou B747). Les profils optimisés ont été comparés à ceux des procédures A et B de l'OACI, la procédure OACI-A étant la plus utilisée sur les aéroports européens et par les compagnies européennes<sup>2</sup>.

La figure 3 donne un exemple de procédure de départ optimisée.

Il faut noter que toute optimisation d'une procédure de décollage, qui dépend du profil vertical, conduit à des niveaux de bruit plus faible dans certaines zones au détriment d'autres zones. Aussi, selon les caractéristiques locales, il faut choisir la zone où l'on doit réduire la perception du bruit.

Pour ce qui concerne l'optimisation des procédures de décollage, les conclusions suivantes ont été tirées :

- ☞☞ Pour les bimoteurs, une procédure unique de décollage avec réduction des nuisances sonores est obtenue en modifiant le profil OACI-A actuel ;
- ☞☞ Pour les quadriréacteurs lourds, il n'y a pas de solution optimale unique pour les décollages ; elle dépend des zones que l'on cherche à protéger du bruit ;
- ☞☞ En général, la meilleure réduction de bruit est obtenue en montant aussi haut que possible avant de réduire la poussée de décollage. Cependant, maintenir une poussée élevée de façon prolongée induit des coûts de maintenance moteur ;
- ☞☞ L'utilisation quotidienne de ces procédures de décollage optimisées nécessitent un FMS pour surveiller et régler la poussée moteur pendant la montée.

---

<sup>2</sup> OACI-A et B sont des procédures de décollage anti-bruit qui diffèrent dans le fait que la réduction de la poussée de décollage vers la poussée maximale de montée se fait à 450 mètres de haut pour OACI-A et à 300 mètres pour OACI-B. Voir annexe C.



Notamment à cause du dernier point, l'application de nouvelles procédures de décollage à moindre bruit pourrait ne pas être introduite à court terme, en raison des questions de certification additionnelle et d'installation à résoudre.

#### **4.2.5 Approche à descente continue**

La façon optimale de faire une approche et d'atterrir pour un avion en terme de bruit et de consommation de carburant est d'exploiter au maximum le FMS embarqué (Système de gestion du vol) en programmant une descente interrompue avec décélération, moteur au ralenti, jusqu'à l'interception de l'axe d'approche finale pour atterrir. Plusieurs versions de cette technique sont déjà en place sur certains aéroports, en fonction de l'heure et des possibilités du système ATC. Par exemple, l'aéroport d'Amsterdam-Schiphol préconise l'approche à descente continue (CDA) pendant la nuit pour les approches en piste 06, période où le pilote a une grande latitude pour optimiser son approche. Cette procédure prévoit depuis différentes directions des routes d'arrivées dont la trace au sol est fixée, débutant à une altitude très supérieure à celle des approches conventionnelles. Le profil vertical est relativement flexible, et doit être optimisé par l'avion en fonction du vent et de son poids. Cependant, comme la bonne exécution de cette procédure ne permet pas d'intervention du contrôle aérien, la séparation entre avions au début de la CDA doit être d'au moins 4 minutes, ce qui réduit fortement la capacité de la piste. Par comparaison avec une approche aux instruments conventionnelle, une réduction de l'impact sonore sera obtenue dans la partie amont de la trajectoire d'arrivée (distance de la piste supérieure à 6 km environ). Une illustration très schématique du CDA est donné par la figure 4.

D'autres grands aéroports ont aussi tenté de mettre en œuvre de telles approches à descente continue pendant les heures de jour, en fonction des situations locales. Par exemple, certains aéroports, comme CDG et Orly, utilisent des altitudes d'interception de l'ILS élevées (voir plus loin) et allongent ainsi la partie en descente continue jusqu'à la piste. De la même façon, en Grande-Bretagne, les services ATC de l'aéroport de Londres-Heathrow s'efforcent de réaliser une descente continue en fournissant à l'avion les informations pour planifier la descente. Cependant, ces approches sont moins efficaces en terme de bruit et de consommation carburant que les procédures CDA de Schiphol car le maintien de la séparation entre avions dans un trafic dense oblige à de fréquentes variations de la poussée moteur.

L'approche à descente continue avec intervention minimale de l'ATC pendant son exécution et l'utilisation optimale du FMS ne peuvent être étendues à d'autres aéroports que pendant les heures de faible trafic, telles que les périodes de nuit.

#### **4.2.6 Augmentation de l'angle de descente en approche**

L'application d'un angle plus important sur le glide pour un type d'avion donné en conservant une vitesse air constante dans la configuration d'atterrissage définie implique une réduction de la

poussée moteur. De plus, l'avion survolera le sol à une altitude plus élevée, ce qui augmente la distance verticale, comme indiqué dans la figure 5. Comme la réduction de la poussée moteur entraîne une réduction de l'émission sonore (à la source), une telle mesure pourrait résulter en une empreinte de bruit plus petite sous l'avion en approche (jusqu'à 11 km par exemple pour une interception à 2000 pieds).

Actuellement, sur presque tous les aéroports, le taux de descente normal est standardisé à 3 degrés. La réglementation précise qu'une variation de 0,25 degré est autorisée pour rester dans les spécifications. Des approches avec des pentes plus élevées existent en certains endroits seulement, essentiellement dues à la présence d'obstacles. Un exemple extrême existe à l'aéroport de London-City, où la pente est de 5,5 degrés, mais cet aéroport ne peut être utilisé que par certains appareils munis d'autorisations spéciales. Une augmentation de la pente du glide nécessitera une certification appropriée, et la conclusion a été que cette mesure ne pourrait être appliquée qu'à un horizon moyen ou long terme.

#### **4.2.7 Atterrissages avec double seuils sur la même piste**

Le concept d'atterrissages avec double seuil de piste permet de décaler le contour de bruit vers l'aéroport en autorisant les petits et moyens porteurs à faire des approches sur un seuil de piste décalé, c'est-à-dire un atterrissage qui vise un point plus loin que le début de la piste. Il convient de remarquer que cette mesure a été introduite à l'origine pour une question de capacité, même si une conséquence induite est qu'elle pourrait avoir un effet positif sur le bruit global autour de l'aéroport.

Le contour de bruit pour un avion donné se déplace d'une distance égale au décalage du seuil, comme indiqué dans la figure 6. La distance dépend de la longueur de la piste et de la distance minimale nécessaire pour pouvoir atterrir en toute sécurité. Cependant, l'autre effet est que la capacité d'atterrissage de cette piste peut être augmentée. En effet, les séparations à respecter avec les gros porteurs pour des raisons de turbulences de sillage peuvent être réduites. Cette augmentation de capacité peut être utilisée pour alléger les nuisances d'atterrissages sur d'autres pistes.

Cependant, de nombreux développements doivent être menés pour évaluer les possibilités d'application, les pré-requis et les limites d'utilisation. D'autre part, l'infrastructure des pistes doit être modifiée, point sur lequel il n'a pas été établi de standard international. Actuellement, il est donc seulement prévu de mener un programme d'évaluation sur l'aéroport de Francfort, afin d'obtenir des résultats préliminaires et un retour d'expérience sur la faisabilité opérationnelle.

#### **4.2.8 Navigation de précision dans les zones terminales à proximité des aéroports**

Dans la situation actuelle, où la navigation s'appuie sur des moyens situés au sol autour de l'aéroport, la structure de routes dite conventionnelles offre peu de flexibilité pour éviter les zones sensibles au bruit quand celles-ci se situent dans l'alignement de certaines trajectoires. La



navigation de surface de précision (RNAV) permet de tracer des routes "sur mesure", si bien que certaines zones sensibles peuvent être mieux contournées, comme illustré dans la figure 7. La haute précision de la navigation, à la fois en temps et en position, sur des routes prédéfinies, avec un guidage latéral continu, y compris dans les virages, permettra au contrôle aérien de mieux maîtriser les flux de trafic au départ et à l'arrivée.

Un effet induit, et potentiellement négatif, est que la concentration du trafic due à la moindre dispersion pourra générer une empreinte de bruit plus étroite mais plus étendue, ce qui augmentera la quantité de bruit sous la route nominale. Cela pourrait aussi demander une plus grande attention vis à vis de zones sensibles au bruit situées plus loin de l'aéroport.

La mise en œuvre de ces procédures RNAV est une mesure qui repose sur la disponibilité d'un certain niveau d'équipement à bord des avions, et les progrès sur les nuisances sonores ne deviendront évidents qu'en considérant le contour global de bruit généré par l'ensemble du trafic sur une route de départ ou d'arrivée. Par conséquent, l'effet d'un réseau de routes spécialement adapté demande en général une étude spécifique pour l'aéroport considéré.

Dans le cas des départs utilisant la navigation de précision, mis à part la nécessité d'une avionique embarquée, aucun équipement ATC supplémentaire ne paraît nécessaire. Cette mesure pourrait alors être introduite à court ou moyen terme. En revanche, le cas des arrivées réclame des fonctions de gestion de trafic et d'anticipation plus évoluées pour le contrôle aérien, ce qui conduit à considérer cette mesure pour le moyen terme.

#### **4.2.9 Développements futurs de l'approche à descente continue**

L'efficacité des procédures existantes d'approches à descente continue serait significativement améliorée avec une prévision et un séquençage optimisés de tous les avions dans l'espace encombré autour des aéroports. Aujourd'hui, les services ATC organisent les séquences d'arrivées en utilisant des méthodes conventionnelles. Aussi, le contrôleur dispose seulement de informations concernant la position courante et l'heure prévue d'arrivée. Le bon fonctionnement d'une séquence d'arrivées dépend donc de la capacité qu'a un avion de respecter la vitesse prescrite pendant la phase d'approche et de la capacité à prévoir l'heure d'arrivée pour les services ATC. Dans le système actuel, où il existe peu d'interaction entre la gestion du trafic et la gestion du vol, une situation de fort trafic induit une dégradation de l'efficacité en terme de bruit et de consommation carburant si on la compare avec une approche à descente continue optimisée pour un avion isolé. Le nouveau concept envisagé, dénommé approche à descente continue améliorée, intègre les principes suivants :

- ☞ La navigation 4D : prédiction et gestion de la trajectoire de l'avion en position et en temps (incluant la navigation de précision évoquée plus haut), en cohérence avec le processus de gestion du trafic ;
- ☞ Les approches courbes, avec un guidage latéral et vertical continu, y compris dans les virages ;



- ✍ ✍ Une réduction de vitesse pendant la descente jusqu'à l'atterrissage surveillée et contrôlée via une avionique embarquée performante gérant l'énergie ;
- ✍ ✍ Des outils évolués de planification et de surveillance pour le contrôle aérien.

Les bénéfices potentiels pour le bruit seront obtenus par des approches avec poussée moteur minimale et profils de descente continue, c'est à dire en évitant les segments horizontaux et les remises en puissance. La figure 8 illustre ce concept.

## **5 Evaluation des procédures moindre bruit pour la TMA et les aéroports de Paris**

### **5.1 Mesures de moindre bruit déjà appliquées**

De nombreuses mesures ont déjà été mise en oeuvre dans la Région Parisienne pour réduire autant que possible les nuisances dues au bruit du trafic aérien. Le code de bonne conduite environnementale ont été signés entre les opérateurs aériens, ADP et la DGAC pour contribuer activement à atteindre les objectifs en matière de bruit affichés dans la charte de qualité de l'environnement. Ces chartes et accords ont été développés sur chacun des grands terrains parisiens et constituent pour chaque partie impliquée un certain nombre d'engagements pour un développement durable du transport aérien. Les accords proposent entre autres des procédures et mesures qui doivent être examinées plus avant, mais qui doivent aussi vérifier les impératifs de sécurité. Une implication active dans les programmes internationaux est aussi recommandée, pour mieux anticiper au niveau national les effets des décisions internationales.

Les mesures de moindre bruit pour le transport aérien qui ont déjà été appliquées en Région Parisienne peuvent être réparties selon cinq types de limitations, concernant l'accès aux aéroports, les types avions, l'utilisation des aéroports, l'exploitation des avions et le trafic aérien.

Le nombre de mouvements d'avions est limité sur plusieurs aéroports de la Région Parisienne. Par décret du 6 octobre 1994, le nombre de mouvements annuels à Orly est plafonné à 250 000. A Toussus, ce nombre est de 180 000 par décret du 23 novembre 1973. Et à Issy-les-Moulineaux, un décret du 29 décembre 1984 limite le nombre de mouvements à 70 par jour pendant le week-end.

En ce qui concerne les types d'avions, il y a deux types de limitations ; les unes sur le poids des avions à Pointoise (45 tonnes maximum par décision du 10 décembre 1998) et à Toussus (12 tonnes maximum par décret de 1973) ; les autres sur les avions les plus bruyants (dits du chapitre 2) à CdG et au Bourget. Les chapitres 2 sont interdits à CdG pendant la nuit. Au Bourget pendant la nuit, seuls les atterrissages avec des avions chapitre 3 (plus silencieux) sont autorisés, les départs sont interdits ; de plus les décollages et atterrissages d'avions à hélices d'un poids supérieur à 9 tonnes ne sont pas autorisés.



L'utilisation des aéroports est aussi restreinte par d'autres moyens. Orly est fermé la nuit (décision du 4 avril 1968). A Orly il y a un système de pistes préférentielles en vigueur et à CdG, il y a une piste accessible seulement aux avions les moins bruyants. Les essais moteurs sont interdits pendant la nuit à CdG et à Orly. De plus, il y a des restrictions sur les vols d'entraînement.

Les avions sont invités à utiliser les procédures qui produisent le moins de bruit au sol. Les inverseurs de poussée ne sont en principe pas autorisés la nuit (sauf pour des raisons de sécurité) au Bourget et à Orly. De plus, il y a une recherche permanente des procédures d'atterrissage qui produisent le moins de bruit au sol.

Enfin, des restrictions supplémentaires concernent les routes aériennes. Certaines routes sont réservées aux avions les plus silencieux. Les avions au départ doivent assurer une pente minimale de montée et suivre des trajets initiaux définis dans le plan horizontal. De plus, des routes spéciales existent pour le Concorde, les avions bruyants ou les avions bruyants munis de silencieux (dit "hush-kittés").

## **5.2 Faisabilité de procédures pour la réduction du bruit**

Dans cette section est présentée une liste de procédures, fondée sur les résultats du projet SOURDINE. Pour chaque procédure, une évaluation est donnée au regard des bénéfices attendus, de l'état d'avancement pour une éventuelle application, des conditions à remplir pour permettre une mise en œuvre et d'un calendrier pour une telle mise en œuvre dans la TMA et les aéroports parisiens. Comme le projet SOURDINE vise à établir des procédures de moindre bruit harmonisées au niveau européen, on peut s'attendre à ce que les procédures proposées dans le projet soient aussi éligibles en Région Parisienne.

### *Volets réduits et sortie du train retardée*

D'après le paragraphe 4.2.2, il apparaît que ces mesures conduisent à des réductions de bruit dans l'approche finale (dans le prolongement de la ligne centrale de la piste), surtout sur le segment entre le point situé à 9km du seuil de piste et la sortie du train d'atterrissage (à environ 6 km du seuil, car la stabilisation en configuration d'atterrissage doit être atteinte à ce point). La réduction de bruit n'est pas spectaculaire, mais peut être obtenue rapidement, sans nouveaux système ou infrastructure, en restant dans les limites dues à la sécurité. De nombreuses compagnies importantes recommandent déjà plus ou moins cette procédure, dont Air France (voir annexe B). Il faudrait vérifier si les autres compagnies sur les aéroports parisiens utilisent systématiquement cette procédure, avant de rechercher de possibles améliorations.

### *Augmentation de l'altitude d'interception du glide*

Selon la description faite au paragraphe 4.2.3, cette procédure apporte un gain vis-à-vis du bruit dans les zones où l'altitude de survol est augmentée. Bien que cette procédure apporte une réelle



amélioration, par exemple quand l'altitude d'interception est portée de 2000 à 3000 pieds, l'effet est moindre à des altitudes plus élevées. Et comme les procédures d'exploitation standard (voir chapitre 3) imposent de s'aligner sur l'axe avant d'intercepter le glide, cette procédure se traduit en général par un segment d'approche finale plus long, d'où un déplacement des trajectoires d'interception dans le plan horizontal. La mesure peut être mise en œuvre rapidement, parce qu'elle ne nécessite aucun système ou infrastructure supplémentaires (à part peut-être de nouvelles routes). En Région Parisienne, les altitudes d'interception sont déjà à 3000 et 4000 pieds (des altitudes différentes sont utilisées sur les pistes parallèles pour assurer la séparation du trafic). Des études sont en cours pour augmenter encore ces altitudes à 5000 et 6000 pieds. Cependant, les effets sur le bruit sont déjà moins importants et la conséquence principale sera un déplacement des trajectoires et une extension du bruit dans l'axe de la piste sur 11 km supplémentaires. D'autre part, un pilote d'Air France fait remarquer qu'avec une approche finale aussi longue, le signal ILS reçu par l'avion sera très probablement perturbé par les appareils le précédant sur l'approche finale, ce qui détériorera le confort des passagers (voir annexe B).

#### *Optimisation des procédures de décollage*

L'étude SOURDINE indique que les procédures de décollage anti-bruit OACI-A et B, qui sont des standards internationaux (voir annexe C) peuvent être améliorées pour amener un bénéfice supplémentaire dans des zones précises. Des études comparables faites par la FAA sur des aéroports des USA particulièrement sensibles au bruit sont décrites dans la réf. [4]. L'adaptation des procédures de décollage pour certaines régions détériore en général la situation à d'autres endroits. Cependant, l'augmentation des niveaux de bruit dans ces régions peut rester moindre que la réduction obtenue dans les zones protégées. L'application de ces procédures de départ modifiées peut demander une modification et une certification du système de gestion automatique de la poussée moteur à bord de l'avion, car les changements de régime moteur demandés par cette procédure ne peuvent pas être effectués aisément en mode manuel. De plus, elle nécessite une extension du standard international et des modifications dans les flottes d'avions. Aussi cette mesure prometteuse ne pourra être appliquée qu'à moyen ou long terme. D'après les représentants d'Air France (voir annexe B), une procédure de départ optimisée est uniquement une option pour certains avions ayant de faibles taux de montée. Pour ces avions, de nouveaux systèmes de gestion du vol doivent être développés par les constructeurs. Il faut cependant remarquer que la procédure OACI-A, en vigueur actuellement, appliquée préférentiellement par la plupart des compagnies et aéroports en Europe, est déjà une procédure de décollage anti-bruit.

#### *Approche à descente continue*

L'utilisation du système de gestion de vol pour programmer et exécuter une arrivée et une approche sans restriction depuis une altitude élevée, sans intervention de l'ATC, permet à l'avion



de minimiser la consommation de carburant et l'émission de bruit. De telles approches peuvent parfois être effectuées par les jets sur certains aéroports européens, même si cela se produit uniquement pendant les heures avec de très faibles densités de trafic. Comme cela a déjà été mentionné au paragraphe 4.2.5, l'aéroport de Schiphol pratique actuellement des approches à descente continue normalisées pendant les heures de nuit. Ceci a fait la preuve de son efficacité, par rapport aux approches conventionnelles, pour obtenir une réduction supplémentaire du bruit avec les avions à l'arrivée, à des distances de l'aéroport supérieures à 6 km.

Ce type de procédure d'approche pourrait être envisagé pour une introduction à court terme sur les aéroports parisiens pendant les heures de nuit avec de faibles volumes de trafic. Il existe cependant une autre interprétation des approches à descentes continues. Selon les représentants d'Air France (voir annexe B), les pilotes pourraient optimiser leurs trajectoires d'approches s'ils disposaient de la part de l'ATC des informations sur la distance à parcourir et des clairances appropriées.

#### *Application d'angles d'approche légèrement plus inclinés*

L'utilisation d'angles d'approches légèrement plus inclinés, qui seraient compatibles avec tous les avions, procurent une faible réduction de bruit associée à la position plus haute de l'avion en approche finale. Les zones concernées sont situées entre la piste et l'endroit où la pente du glide est interceptée. L'augmentation de l'angle d'approche à des valeurs plus grandes que la valeur nominale de 3 degrés conforme aux standards internationaux, est à l'heure actuelle seulement permise en cas d'obstacles (voir aussi annexe C). La modification de ces normes internationales demande des efforts considérables et aussi une nouvelle certification des systèmes automatiques d'atterrissage tous temps. Par conséquent, ce type de mesures pourrait être introduit à moyen ou long terme, à la fois au niveau international et sur les aéroports parisiens.

#### *Atterrissage avec double seuil sur la même piste*

Conformément à ce qui a été dit au paragraphe 4.2.7, l'utilisation d'un seuil de piste décalé pour l'atterrissage sur une piste spéciale est actuellement testé à Francfort pour augmenter la capacité d'atterrissage. Ce moyen pourrait cependant être utilisé pour obtenir une réduction du bruit grâce à une légère augmentation de l'altitude de vol sur l'approche finale. Par ailleurs, l'empreinte globale du bruit de l'aéroport pourrait être modifiée par une utilisation différente des pistes d'atterrissage. L'effet associé dépend de la situation car on évite des zones sensibles au bruit au détriment d'autres zones.

Le gain obtenu sur le bruit en décalant le seuil de piste est faible ou modéré. Il faut noter cependant que seuls les avions de la catégorie léger ou médium, c'est à dire jusqu'à la taille des A320 et B737, pourra faire une approche sur un seuil décalé, en raison du besoin d'une longueur de piste suffisante pour l'atterrissage et le roulage. Cette mesure étant actuellement en cours d'évaluation, son application opérationnelle sur les aéroports parisiens ne pourrait s'envisager

qu'à moyen ou long terme. En revanche, le gain accessible avec un changement dans l'utilisation du système de pistes devra être examiné plus précisément.

#### *Navigation de précision dans l'espace terminal près des aéroports*

Les arrivées et départs conventionnels utilisent des alignements sur des aides à la navigation implantés au sol, ce qui impose des contraintes sur les trajectoires nominales. La navigation de surface de précision, en s'affranchissant en partie de ces moyens, réduit ces contraintes. Dans les limites de manoeuvrabilité qu'impose la sécurité, cela permet aux routes d'être ajustées pour mieux éviter les zones sensibles au bruit. De plus, la navigation étant plus précise, la dispersion des trajectoires est réduite, ce qui se traduit par une empreinte de bruit moins large le long des routes nominales de départ et d'arrivée.

L'introduction à moyen terme des équipements nécessaires à la navigation de précision est à l'étude en Europe, ce qui rend l'application de la P-RNAV pour les arrivées et les départs relativement facile. Cependant, suivre des routes d'arrivée prédéterminées plutôt qu'un guidage radar jusqu'à l'ILS demandera des outils de prévision plus précis pour les contrôleurs aériens, qui ne peuvent être réalisés à court terme.

#### *Développements ultérieurs des approches à descente continue*

Alors que l'application des approches à descente continue décrites plus tôt dans le paragraphe 4.2.5 pourrait contribuer à court terme à la réduction du bruit pendant les heures de nuit, des développements se poursuivent pour l'utilisation de ce type de procédures également pendant les heures plus chargées. Les réductions de bruit s'expliquent par une arrivée optimisée avec un régime moteur réduit et une mise en configuration atterrissage (sortie des volets et du train d'atterrissage) la plus tardive possible près de la piste. La réduction de bruit est obtenue en général à des distances de l'aéroport supérieures à 6 km.

Les aspects qui doivent être améliorés pour une application plus étendue couvrant les heures de jour sont par exemple liés à la gestion des arrivées par l'ATC, à la précision de navigation dans le temps et dans l'espace, et à l'harmonisation au niveau international. Les fonctionnalités requises pour l'ATC et les avions impliquent que ce type d'approches pourra être mis en œuvre seulement à moyen ou long terme en région parisienne et en Europe. Les programmes internationaux financés par la Communauté Européenne sont conçus de manière à favoriser une mise en œuvre progressive.

### **5.3 Autres aspects**

Le Comité de Pilotage a aussi demandé des informations sur d'autres aspects que ceux qui ont été décrits dans le paragraphe précédent. Ces aspects concernent spécifiquement les atterrissages vent arrière et les nouvelles technologies telles que le MLS, traités dans ce paragraphe. On aborde ensuite d'autres études traitant de sujets analogues au programme SOURDINE.



### *Atterrissages vent arrière*

Cette option pourrait par exemple permettre d'utiliser les pistes de CdG vers l'Est pour les départs et vers l'Ouest pour les arrivées, ce qui réduirait l'impact sonore sur la zone plus dense en population à l'ouest de CdG. Cependant, il faut remarquer qu'il y a une norme internationale de l'OACI qui établit une limite pour la composante vent arrière : 9 km/h (5 nœuds). Même si cette limitation peut être étendue à 13 km/h (7 nœuds), limite que la FAA a approuvée et applique sur certains aéroports, ce type d'opérations ne peut se pratiquer en principe que par vent calme et dépend donc des conditions météorologiques locales. De plus, il faut souligner qu'il est recommandé pour des raisons de sécurité d'opérer par vent de face (voir chapitre 3). D'autre part, un décollage avec du vent arrière conduira à un taux de montée plus faible par rapport au sol, et donc à une empreinte de bruit plus étendue. Bien qu'on n'ait trouvé aucune règle qui interdise ce genre d'opérations, les pilotes pourraient refuser pour des raisons de sécurité de voler sur une trajectoire proche d'une autre trajectoire en sens opposé (par exemple en situation d'urgence). Enfin il faut ajouter que ce mode d'exploitation imposerait de définir un 3ème réseau de procédures (en plus du face à l'est et du face à l'ouest), rendant cette opération complexe à mettre en place.

### *Technologies telles que le MLS*

Comme cela est expliqué au paragraphe 3, les avions sont guidés par l'ATC vers un point d'approche finale, et de là entament l'approche finale sous le guidage du système d'atterrissage aux instruments (ILS). Les limitations de l'ILS concernent les points suivants :

- ✂✂ Le système est conçu pour assurer le guidage jusqu'à la piste selon un plan à 3 degrés sur une distance de 10 NM ;
- ✂✂ Le signal du glide utilise le sol devant l'antenne comme une surface réfléchissante et dépend donc de la forme du terrain ;
- ✂✂ La bande de fréquence ILS est limitée à 40 canaux, qui sont déjà largement utilisés, rendant difficile l'ajout de tout nouvel ILS ;
- ✂✂ Les stations d'émission FM causent de plus en plus d'interférence avec la bande de fréquence ILS.

Le système d'atterrissage à onde micrométrique (MLS) apporte des solutions aux problèmes ci-dessus. En outre, dans le contexte de ce rapport, il est important de noter que, en raison d'une zone de couverture importante, il est possible d'assurer avec le MLS un guidage tout temps sur un secteur angulaire allant jusqu'à 60 degrés de l'axe de piste, jusqu'à 15 degrés au dessus du sol et sur une plus grande distance qu'avec l'ILS. Cependant le MLS est seulement un support pour de nouvelles procédures comme les approches courbes ou d'autres mesures avancées pour la réduction du bruit.



Le système global de navigation par satellite (GNSS) peut aussi être utilisé dans ce but, mais la fiabilité et l'intégrité du signal n'est pas suffisante pour les atterrissages de précision, et on ne prévoit pas qu'il vérifie ces critères avant le moyen ou long terme.

Le MLS requiert l'installation et la certification de systèmes et équipements à la fois sur l'aéroport et à bord des avions. Bien que la pression pour installer le MLS ait été forte dans le passé, il semble maintenant qu'une grande partie du monde du transport aérien se prépare à sauter l'étape du MLS pour attendre le GNSS avec le niveau requis de précision et d'intégrité.

On trouve encore un certain soutien au MLS en Europe de l'ouest seulement, où les conditions météorologiques sont mauvaises et où l'on craint que le signal ILS continue à se dégrader. Mais l'action des principales compagnies devra être coordonnée pour réussir la mise en œuvre. Par exemple, sur les aéroports de Schiphol et Heathrow, les systèmes MLS au sol sont déjà installés mais les compagnies n'ont pas encore les nouveaux équipements du cockpit qui leur permettraient de profiter du MLS.

*Autres études sur les procédures de moindre bruit (voir aussi réf. [7])*

Le projet Sourdine II débutera en 2001 et mènera des recherches plus approfondies sur les procédures moindre bruit les plus prometteuses identifiées dans la première phase de SOURDINE. Cette suite du projet fournira aussi un plan de déploiement pour les nouvelles procédures. Le NLR et EADS Airbus sont partenaires de ce projet.

La Communauté Européenne a financé un autre projet international nommé APPROVE (Procédures d'approches évoluées pour les aéroports, incluant la validation et la conception), qui peut être vu comme une étape intermédiaire vers les procédures CDA améliorées de SOURDINE II. Dans ce projet, on examinera des routes prédéterminées pouvant être optimisées car leur longueur sera connue. En utilisant la RNAV, les routes peuvent être suivies avec plus de précision (en évitant les zones sensibles au bruit) et les arrivées pourront se faire par fort trafic selon une procédure CDA. Le NLR est partenaire de ce projet, qui n'a pas de représentant français.

Dans le contexte de GRATEUR (groupe pour la recherche et la technologie en Europe), un groupe de recherche sur la mécanique du vol a proposé de former un groupe d'action pour le développement de procédures anti-bruit évoluées. Ces procédures comprendront les décollages, les approches et les arrivées des avions de transport civils. Ces recherches devraient se concentrer sur les conditions de déploiement et sur les contraintes opérationnelles des procédures qui deviennent accessibles avec l'émergence de nouvelles technologies pour la gestion du vol et la navigation.

La faisabilité et les gains obtenus sur le bruit seront démontrés sur plusieurs aéroports européens. La recherche portera plus particulièrement sur le côté avion et explorera les aspects à examiner plus tard sur le côté ATC au sein du projet SOURDINE. Le groupe d'action est prévu de 2002 à 2004 et réunit entre autres l'ONERA, Dassault, EADS Airbus et le NLR.



Par ailleurs, de nombreuses études à une échelle locale ont été menées :

1. Etudes par CAA/NATS sur les arrivées moindre bruit (notamment CDA) pour Heathrow, Gatwick et Stansted au Royaume-Uni ;
2. Optimisation des procédures de décollage pour les avions Airbus par EADS Airbus ;
3. Un programme de test avec un Boeing 757, dans lequel sont prises en compte les procédures de départ et d'arrivée, mené aux USA par la NASA en collaboration avec Boeing et la FAA. Un projet appelé "Opérations aériennes à faible niveau de bruit" , visant à poursuivre le développement des approches à descente continue améliorées (ADCA), vient juste de démarrer ;
4. Les procédures moindre bruit dans le projet "surveillance embarquée" en Russie par l'institut de recherche Gronoy Flight ;
5. Les mesures opérationnelles et techniques à Schiphol aux Pays-Bas par les différents acteurs concernés ;
6. ACDA et départs aux instruments avec navigation de précision aux Pays-Bas par NLR ;
7. Optimisation des départs nord pour l'aéroport de Madrid Barajas en Espagne par AENA.

Le point 6 constitue la base du programme des recherches du NLR. Le NLR a été fortement impliqué sur le point 5, qui s'est concentré dans les dernières phases sur les approches avec volets réduits, l'augmentation de la pente du glide (3,2 degrés) et l'augmentation de l'altitude d'interception de l'ILS (3000 pieds) – voir aussi les réf. [5] et [6]. En vertu de l'accord de coopération avec la NASA, le NLR est informé sur les études du point 3. Enfin, les recherches sur le point 4 sont partiellement financées par la Commission Européenne et sont notamment coordonnées par le NLR. Aussi, le NLR jouit d'informations à jour sur les programmes de procédures moindre bruit dans le monde, et utilise son savoir aussi bien l'échelle nationale qu'internationale pour réduire le bruit du trafic aérien partout où c'est possible. Déterminer si ce savoir pourrait conduire à davantage de mesures de réduction du bruit pour la Région Parisienne que celles mentionnées au paragraphe 5.2 demanderait plus de temps que celui imparti à cette étude, mais pourrait faire l'objet de travaux futurs.

## **6 Conclusion**

Dans ce rapport, on a essayé de présenter au Comité de Pilotage une vue d'ensemble sur l'état de l'art concernant les procédures moindre bruit d'arrivée et de départ en Région Parisienne. Tout d'abord des considérations générales ont été faites sur le bruit des avions et les procédures aériennes standard, desquelles on peut déjà déduire que les marges d'amélioration sont plutôt faibles car ces pratiques internationales normalisées sont essentiellement fondées sur la sécurité.



Dans le paragraphe 4, les procédures identifiées dans le projet SOURDINE sont décrites dans leur aspect gain, difficultés et état d'avancement. Puis dans le paragraphe 5, on se concentre sur la Région Parisienne. Le paragraphe 5.1 fournit une vue d'ensemble des mesures qui ont été mises en place sur les principaux aéroports parisiens, dont il ressort que des restrictions et limitations existent déjà pour les aéroports, l'utilisation des avions et leur exploitation.

Dans le paragraphe 5.2, les procédures SOURDINE sont évaluées selon la possibilité de les mettre en oeuvre en Région Parisienne. Bien que la plupart des améliorations ne s'annoncent pas comme spectaculaires, on établit quelles sont les procédures qui pourraient amener des progrès à court terme, et quelle sont celles qui seraient pour le moyen ou long terme. Déterminer exactement les bénéfiques et les pré-requis devrait faire l'objet d'une analyse plus approfondie.

Finalement, le paragraphe 5.3 donne un résumé sur des travaux autres ou plus récents à propos des procédures de moindre bruit, incluant la participation de la France. D'autres thèmes suggérés par le Comité de Pilotage sont aussi traités.

De manière globale, on peut conclure que la réduction du bruit en Région Parisienne ne sera pas spectaculaire, et liée à un grand nombre de limitations et de restrictions. Cela s'explique par le fait que les acteurs du transport aérien et les localités ont déjà pris un grand nombre de mesures pour réduire l'impact du bruit au sol. Des améliorations peuvent toujours être apportées, mais des travaux seront nécessaires dans le futur pour les obtenir. Finalement, bien que non spectaculaires en général, des améliorations localisées pourraient tout à fait s'avérer appréciables.

## 7 Références

- [1] Termes de référence pour une étude sur les procédures moindre bruit dans le transport aérien et sur les possibilités de mise en oeuvre dans la TMA Paris. Vers. du 15 juin 2001.
- [2] Anon, Procedures for Air Navigation Services aircraft OPERationS (PANS-OPS), ICAO Doc 8168.
- [3] Anon, Final report on SOURDINE, project PL97-3043, ISR/Thomson-CSF, Massy, April 2000.
- [4] Noise abatement procedure profiles, FAA AC 91-53A, July 22, 1993.
- [5] Ruigrok R.C.J. et al. Evaluation of the effect on noise reduction of increasing the ILS/MLS glide slope angle to 3.2 degrees, NLR-CR-98392, Amsterdam, 1998.
- [6] Erkelens L.J.J. et al. Evaluation of the noise effects of increasing the final approach altitude from 2000ft to 3000ft, NLR-CR-98497, Amsterdam, 1998.
- [7] Erkelens, L.J.J. Research into New Noise Abatement Procedures for the 21<sup>st</sup> Century, AIAA paper 2000-4474, Denver, August 2000.

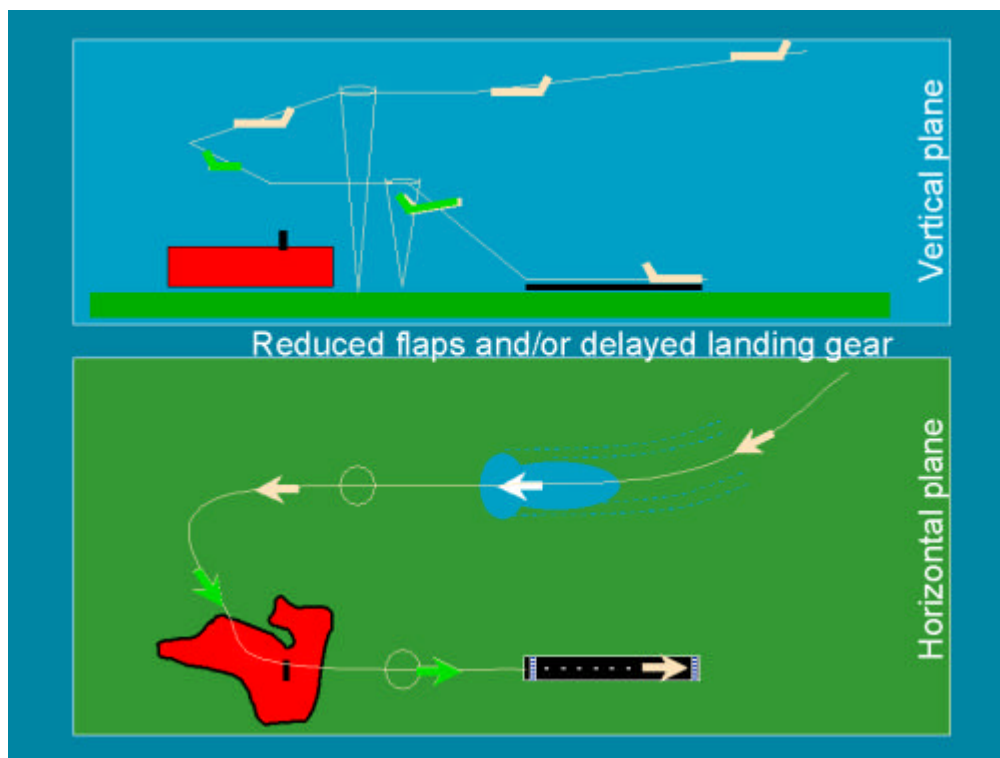


Figure 1 : Approche volets réduits et sortie du train d'atterrissage retardée

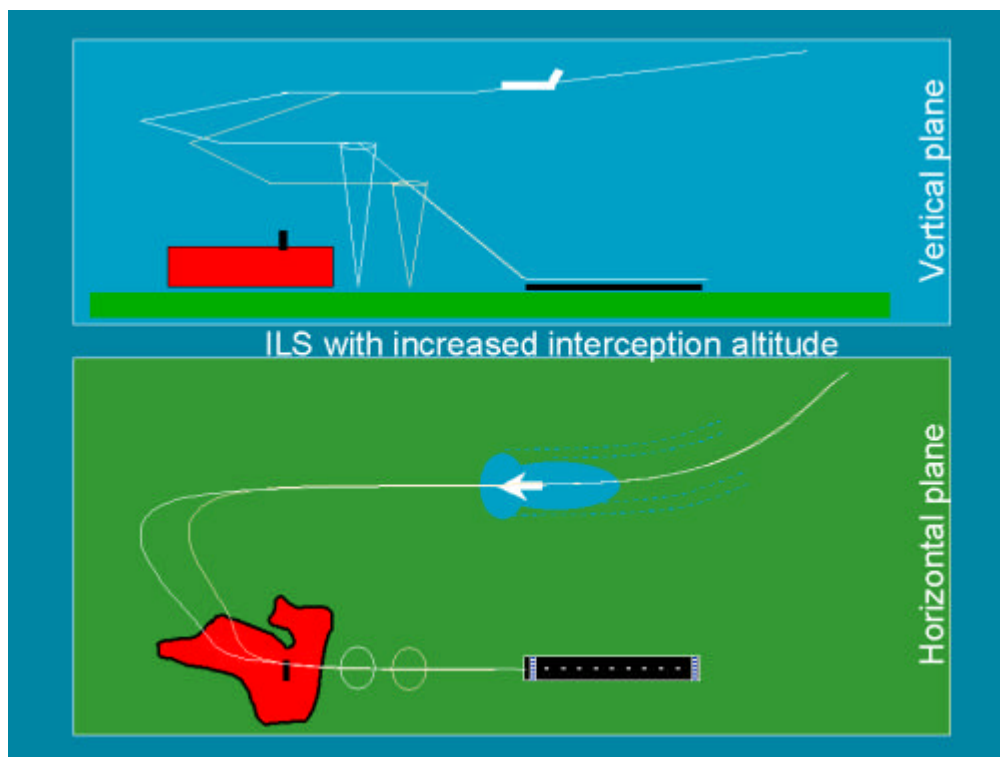


Figure 2 : Augmentation de l'altitude d'interception de l'ILS

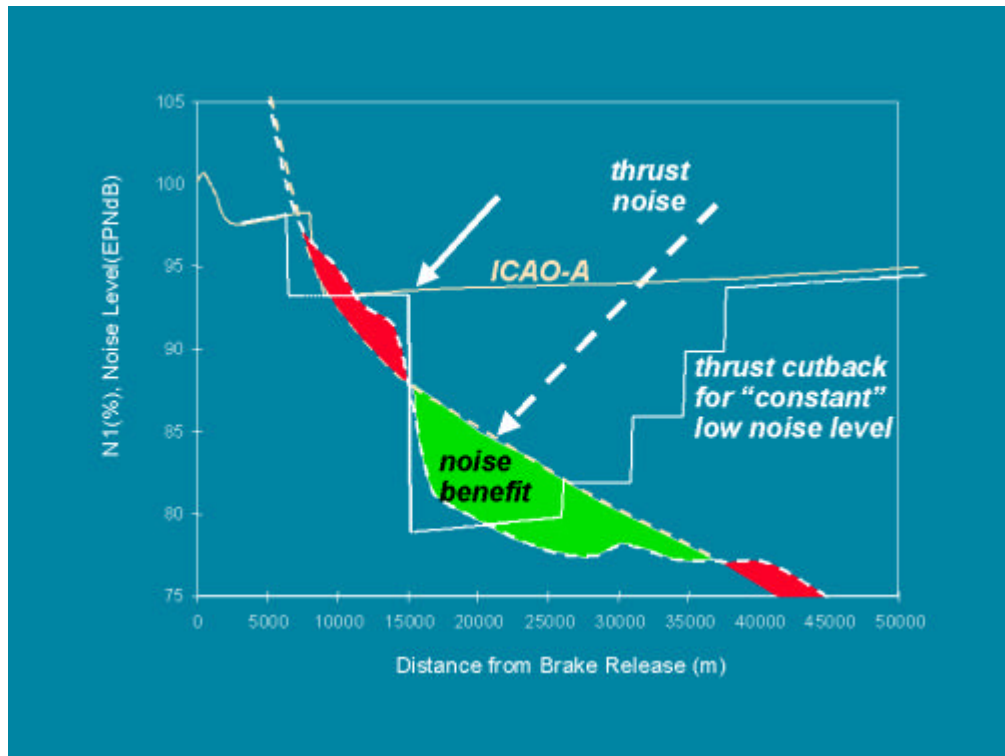


Figure 3 : Exemple d'une procédure de décollage moindre bruit optimisée

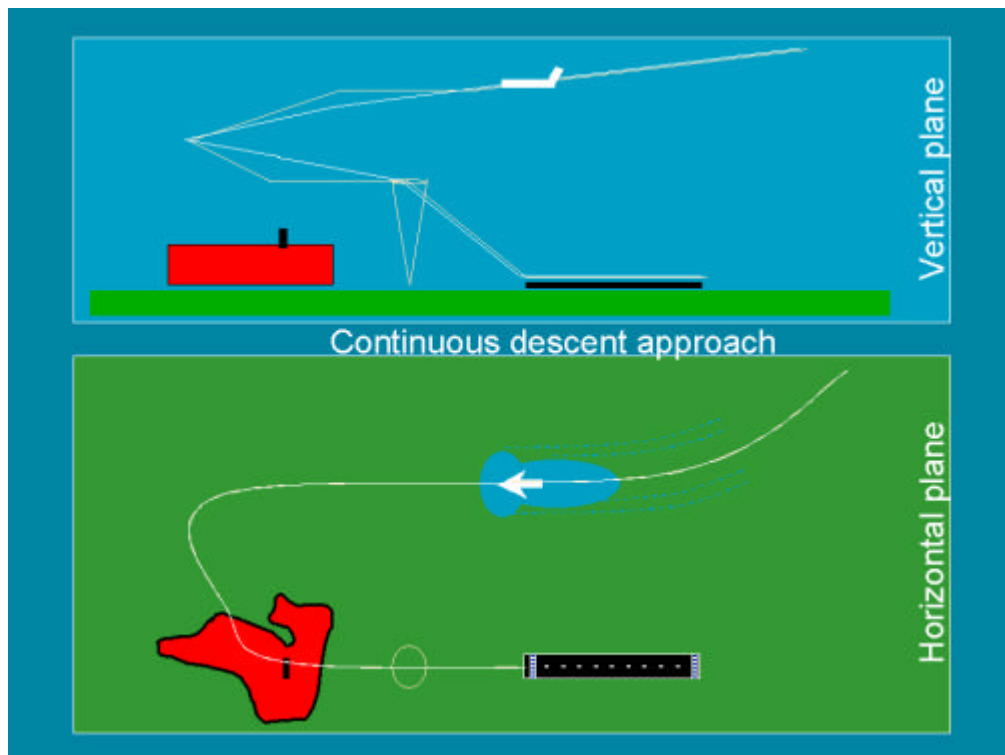


Figure 4 : Approche à descente continue

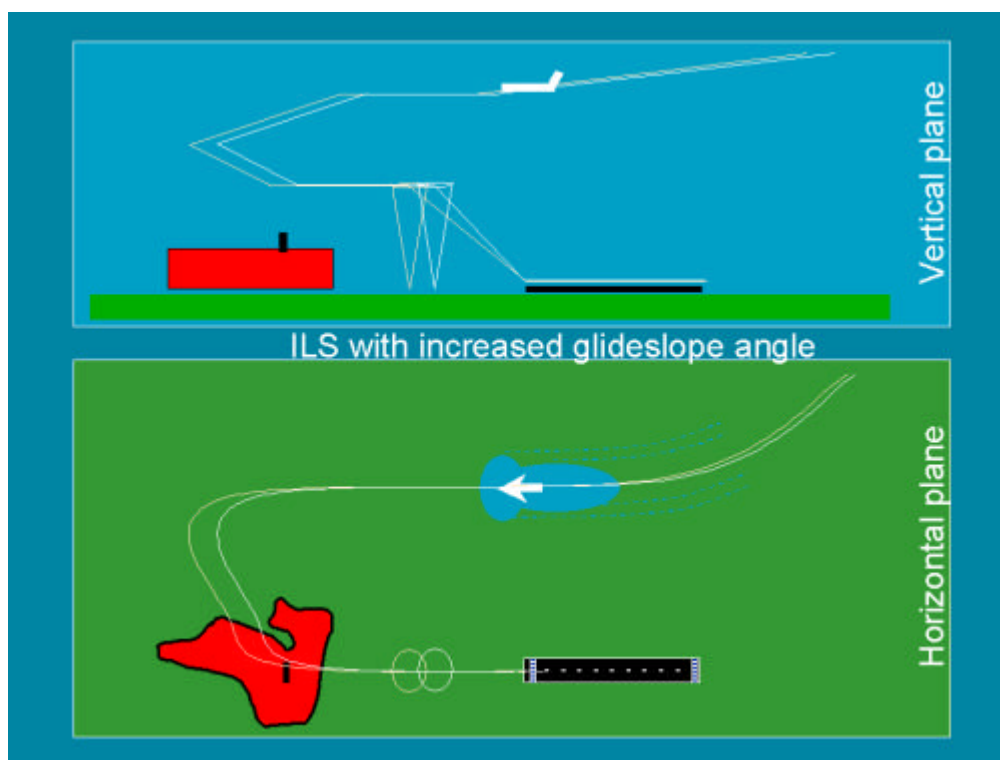


Figure 5 : Augmentation de la pente du glide

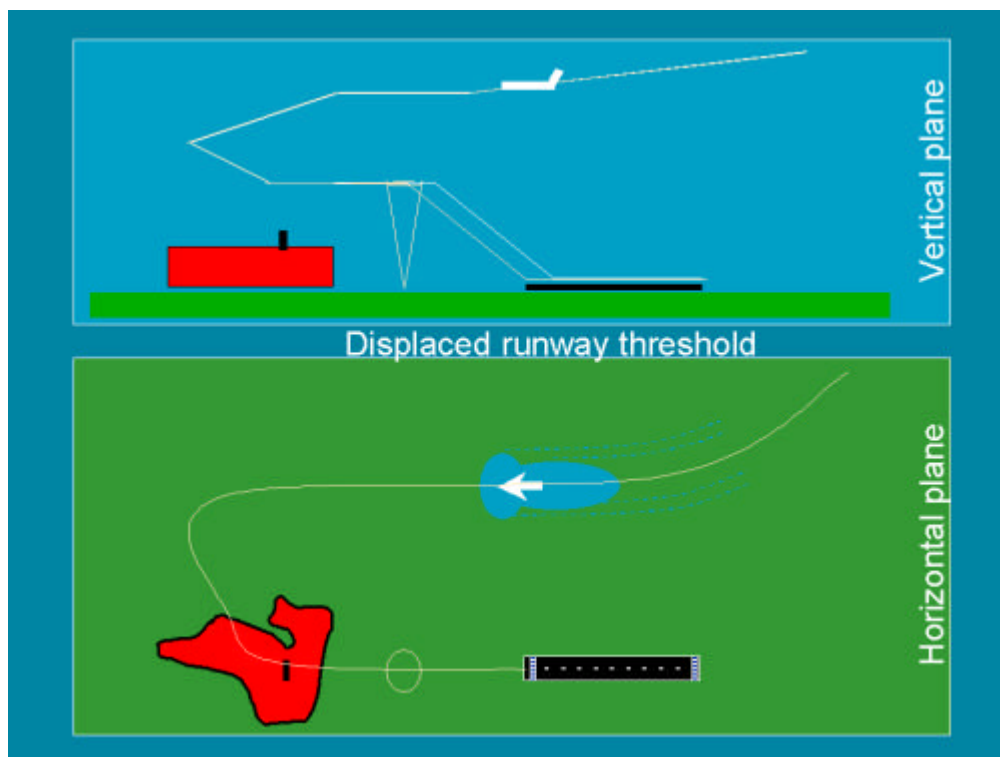


Figure 6 : Seuil de piste décalé

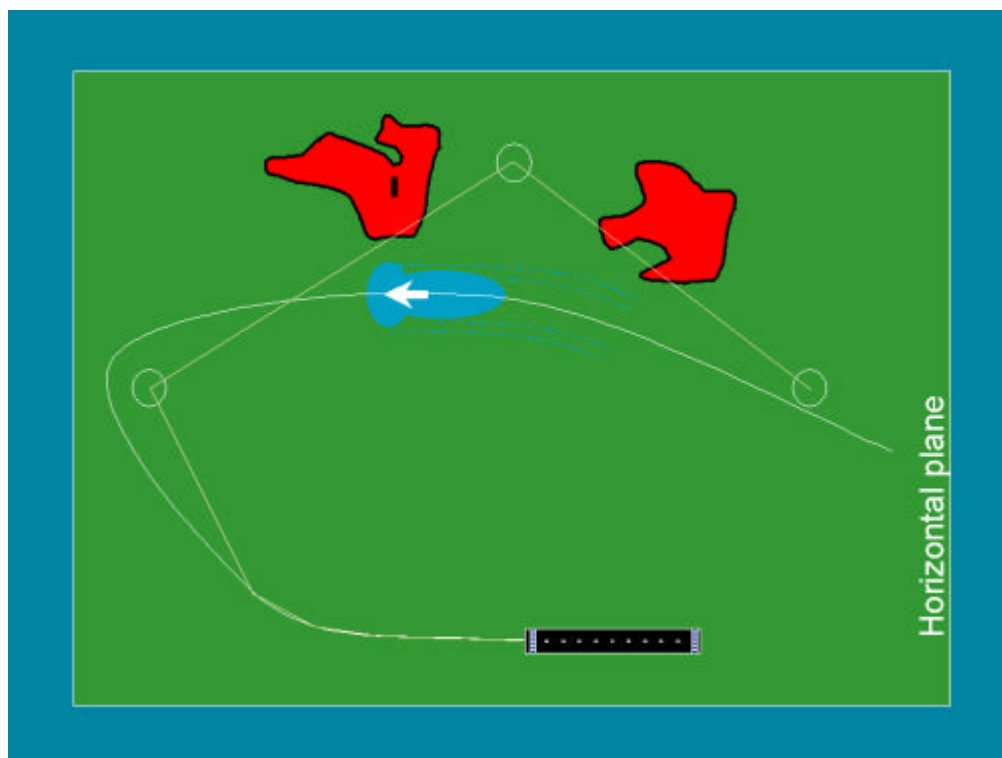


Figure 7 : Navigation de précision dans l'espace terminal

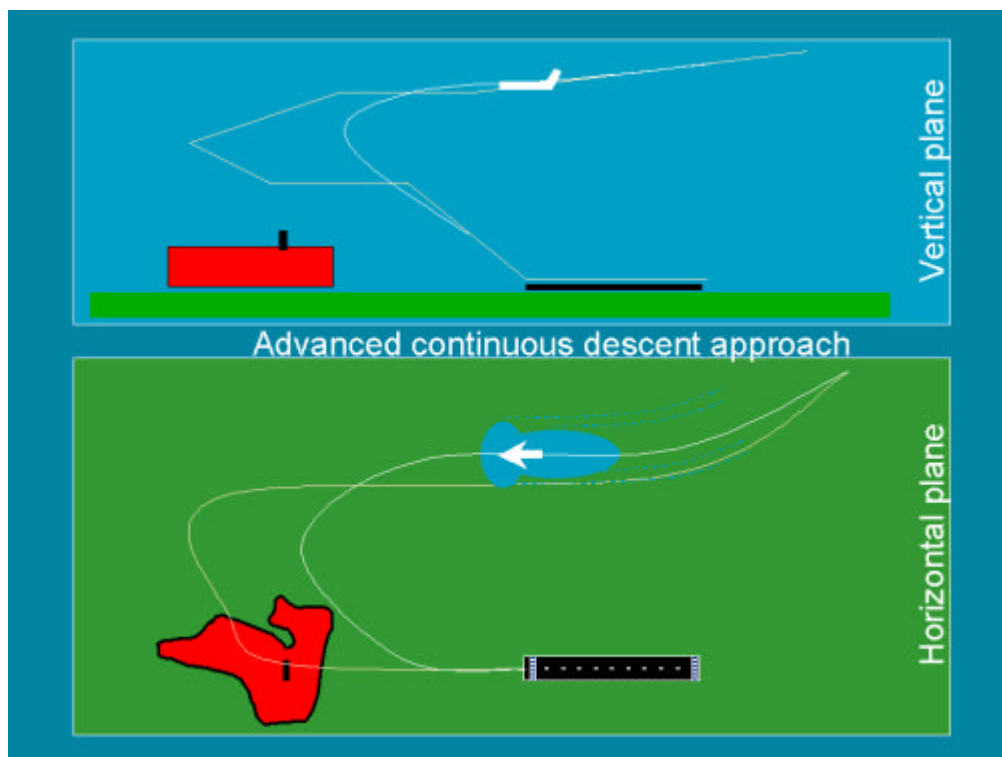


Figure 8 : Approche à descente continue améliorée



## **Appendix A Termes de référence pour une étude sur les procédures de moindres bruit dans le transport aérien et sur les possibilités de mise en oeuvre dans la TMA de Paris**

### **Introduction**

Dans le cadre de la réorganisation de la TMA de Paris qui est actuellement étudiée par la DGAC, les riverains ont demandé plus d'information sur les nouvelles procédures pour la réduction des nuisances sonores : quel est l'état d'avancement des travaux, qu'est ce qui a déjà été ou pourrait être rapidement mis en oeuvre sur les aéroports parisiens ?

Afin d'assurer une analyse complète et impartiale de la situation, il a été décidé de confier la question à un organisme expert et indépendant. Le présent document traduit cette demande sous la forme de "termes de référence" pour une telle étude.

La première section donne le contexte de la demande, la seconde partie décrit le domaine de l'étude et les résultats attendus, et dans la dernière partie sont fournis quelques éléments d'organisation

### **1. Contexte**

#### **1.1 Le projet de réorganisation de la Région Parisienne**

Le système de circulation aérienne en Région Parisienne, qui permet d'alimenter trois aéroports principaux (Charles-de-Gaulle, Orly et Le Bourget), n'a pas subi de réforme majeure depuis plus de 25 ans et connaît de très sérieuses limitations. La plus pénalisante concerne les arrivées à CdG en provenance du sud-ouest : dans le système actuel, elles doivent rejoindre le nord-ouest de Paris où elles créent un encombrement, ce qui présente dès aujourd'hui des inconvénients à la fois en terme d'environnement et de capacité. De plus, une réorganisation est absolument nécessaire pour adapter la capacité de l'espace aérien à celle des piste (deux pistes additionnelles ont été construites à CdG en 1999 et 2000).

Le projet de la DNA (Direction de la Navigation Aérienne) prévoit de résoudre le problème en créant un quatrième point d'entrée pour CdG dans le sud-ouest de la TMA de Paris. Ceci impliquera une réforme importante dans l'ensemble de l'espace aérien de la Région Parisienne.

#### **1.2 Processus de concertation**

Selon la loi du 12 juillet 1999, toute nouvelle procédure dans la Région Parisienne doit être soumise à l'avis de plusieurs instances avant d'entrer en service : les "CoCoEnvi" de CdG et Orly (Commissions Consultatives de l'Environnement) et "l'ACNUSA" (Autorité de Contrôle de Nuisances Sonores Aéroportuaires).



En raison d'une forte opposition d'une partie des populations susceptibles d'être concernées par les nouveaux couloirs aériens, le Ministre des Transports a décidé d'élargir le processus de concertation : un Comité de Pilotage (CP) a été mis en place. Présidé par le Préfet Ile de France, et composé de d'élus de la Région Ile de France et de représentants de l'Etat, le CP se réunit régulièrement (toutes les 3 ou 4 semaines) pour débattre du projet de réorganisation, pour examiner les propositions alternatives, pour demander des études complémentaires, etc.

## **2. Objet de l'étude sur les procédures de moindre bruit**

### **2.1 Demande exprimée par le CP**

Parmi d'autres demandes, certains membres du CP ont exprimé le besoin de réaliser une étude sur les nouvelles procédures de départ ou d'arrivées qui permettraient de réduire le bruit lié au transport aérien dans la Région Parisienne. Sans constituer une liste exhaustive, plusieurs procédures ont été citées : augmentation de l'altitude d'interception de l'ILS, approches avec descente continue, approches courbes, atterrissage vent arrière, nouvelles technologies telles que le MLS, etc. Il faut remarquer que de telles procédures ne sont pas directement liées au projet de réorganisation de la TMA de Paris (où il n'y a pas de modification en dessous de 1000 mètres). Elles sont en effet susceptibles d'être utilisées, en première analyse, sur le système de circulation aérienne actuel ou sur le futur. En ce sens, les deux calendriers sont donc indépendants.

Cependant, ces nouvelles procédures peuvent concerner les pilotes, les contrôleurs, les industriels, les compagnies ou les organismes chargés de la réglementation ; elles ont en général des implications nombreuses et complexes, qui nécessitent des programmes d'études longs et importants. Afin d'obtenir une réponse rapide et pertinente à la question soulevée par le CP, il a été proposé de tirer parti du travail d'envergure déjà réalisé dans le cadre du programme européen SOURDINE (étudeS d'Optimisation des procédURES pour Diminuer l'Impacte des Nuisances sonorEs), selon la méthode décrite dans le paragraphe suivant.

Cette proposition a été approuvée par le CP lors de la réunion du 16 mai 2001.

### **2.2 Domaine de l'étude sur les procédures de moindre bruit**

#### **A – Programme SOURDINE**

Etablir une synthèse des résultats de l'étude SOURDINE (études et conclusion de la phase 1, applications concrètes, liens avec d'autres études sur le même sujet, travaux futurs)

#### **B - Application en Région Parisienne**



B1 : Faire le bilan des procédures de moindre bruit qui sont déjà appliquées ou sont en cours de mise en œuvre dans la TMA de Paris et sur les aéroports

B2 : Prendre en compte les contraintes spécifiques à la Région Parisienne et identifier les nouvelles procédures qui pourraient être étudiées pour une mise en œuvre à court ou moyen terme sur les aéroports parisiens.

### **2.3 Prestations et calendrier**

La première partie (A) sera constituée d'un document et d'une présentation au CP du 11 juillet 2001. Le document et la présentation auront pour objectif de présenter de façon pédagogique chaque procédure, en indiquant clairement les bénéfices attendus, les difficultés et la date de mise en œuvre qui peut être envisagée d'un point de vue général.

Cette partie devra inclure des illustrations sur la situation actuelle dans d'autres aéroports européens.

La seconde partie devra être disponible pour le 20 septembre 2001. Cette partie se concentrera sur une application des procédures de moindre bruit sur les aéroports parisiens. Le rapport devra comprendre une liste de procédures (appliquées, à l'étude, suggérées pour le cas de Paris), les bénéfices attendus d'un point de vue global et les conditions à remplir avant une éventuelle mise en œuvre pour celles qui ne sont pas encore utilisées, avec une date objectif réaliste.

## **3. Organisation de l'étude**

### **3.1 Conduite de l'étude**

Le CP est le destinataire final de l'étude. Il aura la primeur de tout rapport ou présentation orale, et décidera d'une éventuelle publication des rapports.

Tout changement dans le présent "Termes de référence" pour l'étude sera soumis à son approbation.

### **3.2 Organisation des travaux**

L'Administration (DNA et ADP) désignera des correspondants pour que le contractant puisse obtenir toute information ou documentation nécessaires à son étude.

Les rencontres du contractant avec d'autres intervenants devront être préalablement approuvées par le CP.

### **3.3 Aspect financier**

La DNA mettra en œuvre les aspects formels et financiers du contrat.



## **Appendix B Notes réunion avec Air France**

### **Participants :**

Jean-Baptiste Rigaudias est délégué à l'Environnement d'Air France, rattaché à l'Inspection Générale de la compagnie, et a participé au projet Européen SOURDINE I.

Hervé Bonin travaille à la Délégation à l'Environnement à l'Inspection Générale d'Air France.

Thierry Fontaine est commandant de bord à Air France depuis plusieurs années et il est chargé de l'assistance des vols et des infrastructures à la Direction des opérations aériennes et du développement technique.

Pierre-Yves Huerre est adjoint au chef de bureau Organisation et Programmes à la DNA.

Joop van Engelen travaille au département Aéroports du NLR et dirige l'étude sur les procédures de moindre bruit pour la TMA Paris.

Malheureusement, d'autres personnes travaillant sur le projet n'ont pas pu participer à la réunion avec Air France : Thierry Delort (SCTA), Eric Bruneau (DNA) et Jan Middel (NLR).

### **Objet :**

Sous le mandat du Comité de Pilotage comprenant des élus de localités susceptibles d'être affectées par les changements de routes dans la TMA de Paris, le NLR examine quelles sont les procédures de moindre bruit qui sont ou peuvent être mises en œuvre pour les départs et les arrivées dans les aéroports parisiens. Dans le cadre du projet européen SOURDINE I, un certain nombre d'améliorations en termes de procédures ont été proposées, et elles forment une base de travail pour une révision éventuelle des procédures sur les principaux aéroports parisiens. Pour identifier des procédures réalistes et réalisables, il était prévu de discuter avec les acteurs qui devraient participer à la mise en œuvre de telles procédures. La présente réunion se situe dans ce contexte, Air France étant la principale compagnie sur les aéroports parisiens. Le but est donc d'examiner quelles procédures de moindre bruit Air France a déjà mises en place et quelles sont les futures améliorations qu'Air France envisage.

### **Pratiques actuelles à Air France :**

Air France attache une grande importance à la problématique de l'environnement et a créé dans cet esprit une délégation à l'environnement directement rattachée à l'Inspection Générale.

Un point fort de sa politique environnementale est le renouvellement de sa flotte avec la sortie anticipée des avions anciens les plus bruyants, tels que les B747-200.

Il existe d'autre part un accord (Code de bonne conduite environnementale) entre les compagnies (dont Air France), ADP et les services ATC sur la réduction du bruit en région parisienne. Cela concerne l'utilisation des trains d'atterrissage, des volets et des inverseurs de poussée.



La politique d'Air France est de ne pas avoir plus de 2 types de procédures différentes et de les utiliser par tous les types d'avions dans la flotte quelque soit l'aéroport considéré. Cette politique s'explique pour des questions de sécurité et de standardisation : la formation des pilotes et le pilotage lui-même doivent être fondés autant que possible sur des procédures habituelles et standardisées, qui ne comportent pas d'exception (comme peuvent le demander certains aéroports).

Air France exécute tous ses départs selon le standard OACI-A. A Roissy-CdG, l'interception du plan de descente de l'ILS se fait à 3000 pieds pour les pistes 08 et 26, et à 4000 pieds pour les autres pistes. Lors des atterrissages, la stabilisation complète de l'appareil doit être réalisée au plus tard à une hauteur de 1000 pieds.

La plupart des procédures moindre bruit sont particulièrement utiles pendant les heures de nuit, caractérisées par une faible densité de trafic. Cependant, la densité de trafic à CdG est élevée 16 heures par jour. Pendant la nuit, il y a très peu de vols, et encore beaucoup moins si l'on considère uniquement les vols d'Air France.

L'introduction de nouvelles procédures pourrait être gênée dans le contexte de plusieurs aéroports interdépendants, qui offrent parfois la particularité d'être en configuration ouest sur un aéroport et en configuration est sur l'autre. Le changement de configuration peut ne pas se produire en même temps à CdG et Orly, et le passage d'un mode à l'autre peut durer plus d'une heure. Pendant cette transition, la structure de routes est encore plus complexe, limitant le champ d'étude pour des changements de procédures.

Air France a fourni des copies du manuel d'exploitation des B747, A340 et A319/320/321 sur les procédures normales de décollages et d'atterrissage et sur les procédures spéciales destinées à réduire le bruit au sol.

### **Commentaires d'Air France sur les procédures SOURDINE :**

#### *Procédures de départ :*

La discussion porte d'abord sur un exemple issu de SOURDINE où pour réduire le bruit, un A340 réduit la puissance sur le segment compris entre 5 et 15 km de la piste. Cela se traduit par une augmentation du bruit près de l'aéroport, où le niveau de bruit est élevé, et dans des zones à plus de 15 km, où le niveau de bruit est faible. Selon Air France, conserver la puissance de décollage plus longtemps ne semble pas présenter d'intérêt. Les procédures ont été testées par Air France en simulateur et il est apparu qu'elles ne pouvaient être réalisées de façon régulière en mode manuel. Pour Air France, il est nécessaire que les constructeurs développent de nouveaux FMS pour cette procédure, ce qui demandera probablement 3 ou 4 ans avant que ces FMS puissent effectuer des tests opérationnels. De plus, un tel FMS serait aussi nécessaire pour les autres types d'avions, tels que les A320 ou B777 ; une telle modernisation n'est pas prévue sur les B747. Air France doute de l'utilité de cette procédure pour les autres avions bimoteurs,



car ils ont un tel excédent de puissance disponible que la partie bruyante de la montée peut être confinée au-dessus de l'aéroport.

*Procédures d'arrivée :*

On attend beaucoup des *procédures à descentes continues (CDA)*. Cependant, il y a un manque de compréhension sur la façon précise d'appliquer cette procédure, c'est-à-dire à partir de quel point initial, avec quelle poussée moteur (régime ralenti ou atterrissage), quelles configuration et incidence. Air France soutient que ses avions pratiquent déjà une forme de CDA, pourvu que les services ATC donnent les clairances à temps. Cependant, à CdG aucune information n'est accessible sur la distance restant à parcourir et sans cette information, les pilotes ne peuvent optimiser davantage la procédure. Air France suggère que cette information soit donnée 25 ou 30 nautiques avant le toucher des roues, pour permettre au pilote de mieux planifier la partie restante du vol. D'autres remarques intéressantes concernaient d'une part la nécessité d'avoir des marges pour prendre en compte les différences de poids, de vitesse et de type d'avions, et d'autre part le fait qu'une optimisation pour les avions bruyants, même si elle se traduit éventuellement par une dégradation pour les avions plus silencieux, conduirait toujours à un gain global.

En ce qui concerne *la sortie retardée des trains et des volets*, il a été noté que des règles interdisent déjà de sortir le dernier cran de volet, en particulier pour les types avions les plus anciens en flotte. Il a été aussi observé que pour les A340 et les A321, la différence en terme de bruit était très faible entre la configuration avec volets sortis au dernier cran et celle avec volets sortis au cran précédent. Ces remarques étant faites, Air France s'est déjà engagée dans la sortie des trains et des volets aussi tardive que possible, mais avant l'altitude de stabilisation.

*L'augmentation de la pente du glide* n'est pas considérée comme très efficace : une telle procédure a été expérimentée à Nice avec un angle à 3,5 degrés, mais on a dû revenir à 3 degrés car plusieurs types d'avions n'étaient pas capables de suivre cette pente plus importante du glide (ils ne pouvaient pas réduire leur vitesse à moins de procéder à une sortie anticipée du train et des volets). Des tests à Toulouse avec une pente du glide de 3,5 degrés ont montré une réduction du bruit de 1,5 dB (selon la DNA), mais il semble que les pilotes ne soient pas en faveur d'une telle procédure pour des raisons de sécurité.

Depuis quelques mois *l'altitude minimale d'interception de l'ILS* est fixée à 3000 pieds ; sur la plupart des aéroports, 4000 pieds sont même recommandés. CDG expérimente aussi 6000 pieds, mais cela augmente le besoin d'espace aérien, dépassant même l'altitude de transition (ndlr : altitude où l'on change le calage des altimètres, définie au niveau européen). Une observation intéressante : avec une interception à 6000 pieds, jusqu'à 4 avions pourraient se trouver sur l'ILS, les avions précédents perturbant (interférences) le signal de l'ILS (en particulier le localiser, qui indique l'axe) pour les avions suivants. Les corrections résultantes effectuées par l'avion suivant l'ILS se traduiraient par une détérioration du confort des passagers et par des changements incessants de régime des moteurs. L'effet des perturbations de l'ILS peut être



comparé à celui rencontré avec les minima de séparation en cas de mauvaises conditions météorologiques. L'application d'une interception du glide à 6000 pieds pourrait donc se limiter aux heures de nuit.

*Les procédures à seuils de pistes décalés* demanderaient un nouvel agencement de l'aéroport, ainsi qu'un changement des méthodes d'exploitation. Air France considère que les opérations avec double seuil de piste à Francfort (seuil décalé pour les avions légers) est une mesure visant à accroître la capacité. Une réduction du bruit de 3dB pourrait être obtenue avec des pistes décalées, mais cela demanderait un projet d'aménagement considérable. Cela n'est pas considéré comme une option à court ou moyen terme.

**Résumé :**

Air France est déjà engagée dans diverses procédures pour la réduction du bruit, comme la sortie retardée des trains ou des volets. La compagnie est volontaire pour introduire d'autres procédures prometteuses, sous réserve que la sécurité ne soit pas dégradée, que les coûts de mise en œuvre soient supportables, et que ces procédures puissent être mises en œuvre pour la totalité de sa flotte. Selon Air France, les options les plus prometteuses pour la réduction du bruit sont les procédures de départ avec remise progressive de poussée, qui nécessitent un nouveau FMS, et les procédures CDA pour l'atterrissage. Cependant, pour le FMS, Air France est dépendante des développements à faire par les constructeurs d'avions, et pour le CDA les spécifications précises de la procédure font défaut. Pendant une procédure CDA, un supplément d'information de la part des services ATC est nécessaire.

**Autres points :**

Air France apprécierait de disposer de la description détaillée d'une procédure opérationnelle de type CDA.

Air France suggère de demander aux pilotes de KLM s'ils ont connaissance de différences dans la problématique du bruit à Schiphol et à CdG, en particulier pour ce qui concerne les procédures CDA.

Les participants à la réunion font part de leur disponibilité pour traiter toute nouvelle question relative à ce projet.

## **Appendix C Extraits des PANS-OPS OACI : procédures de moindre bruit**

L'Organisation Internationale de l'Avion Civile (OACI) a publié les "Procédures pour les services de navigation aérienne – exploitation technique des avions" (PANS-OPS). Ce document (8168) est composé de deux volumes : le volume I pour les *Procédures de vol* et le volume II pour la *Construction des approches à vue et aux instruments*. Les deux volumes couvrent un champ plus large que les *Normes et pratiques recommandées*, mais concernent des mesures où une uniformisation au niveau international est souhaitable.

Le volume I – *Procédures de vol* décrit les procédures opérationnelles recommandées pour guider les personnels opérationnels. Il souligne aussi les divers paramètres sur lesquels sont fondés les critères du volume II, pour illustrer la nécessité que les personnels opérationnels, y compris les équipages, adhèrent strictement aux procédures publiées afin d'atteindre et de maintenir le niveau de sécurité requis.

Le volume II – *Construction des approches à vue et aux instruments* est conçu pour guider les spécialistes des procédures et décrit les contraintes sur les évitements d'obstacles pour concevoir des procédures aux instruments sûres et régulières. Il fournit les principales indications aux Etats, aux opérateurs et aux organisations qui conçoivent des cartes de vol aux instruments, afin d'assurer une pratique uniforme sur tous les aérodromes où des procédures de vol au instrument sont utilisées.

La partie V du document 8168, Volume I, traite des procédures de moindre bruit, et comme cela concerne directement l'évaluation des procédures moindre bruit dans la TMA Paris, cette partie est reproduite ici. Le texte est en annexe car il est impossible d'éviter un langage de non-expert.

### **1. Généralités**

- 1-1 Les présentes procédures n'empêcheront en aucun cas le pilote commandant de bord d'exercer son autorité pour assurer la sécurité de l'avion.
- 1-2 Les procédures d'exploitation à moindre bruit (ou « procédures antibruit ») ne devront pas être utilisées sauf si la nécessité de telles procédures a été établie (voir Annexe 16, Volume I, Vème partie).
- 1-3 Les procédures ci-dessous décrivent les méthodes à utiliser pour réduire le bruit lorsqu'il a été démontré qu'un problème existe. Elles ont été conçues pour les avions à turboréacteurs. Elles peuvent comprendre un ou plusieurs des éléments ci-après :
  - a) utilisation de « pistes préférentielles antibruit » afin d'écarter des aires sensibles au bruit les parties initiales et finales des trajectoires de vol des avions.
  - b) utilisation de « routes préférentielles antibruit » afin que les avions évitent plus facilement les aires sensibles au bruit pendant le départ et l'arrivée, y compris l'emploi



de virages pour écarter les avions des aires sensibles au bruit qui se trouveraient sous les trajectoires normales de vol au décollage et à l'approche, ou à proximité de ces trajectoires.

- c) Utilisation de procédures antibruit au décollage ou à l'approche, conçues de manière à réduire au minimum l'exposition globale au bruit à la surface, tout en maintenant les niveaux requis de sécurité aérienne.

1-4 Aux fins des présentes procédures, les hauteurs exprimées en mètres et en pieds ainsi que les vitesses exprimées en kilomètres/heure et en nœuds sont considérées comme des équivalents acceptables pour l'exploitation.

## **2. Pistes et routes préférentielles antibruit**

### **2.1 Pistes préférentielles antibruit**

2.1.1 Des orientations préférentielles de piste pour le décollage et l'atterrissage, appropriées à l'exploitation, sont désignées aux fins d'atténuation du bruit, l'objectif étant d'utiliser autant que possible les pistes qui permettent aux avions d'éviter les aires sensibles au bruit au cours des phases de départ initial et d'approche finale des vols.

2.1.2 En principe, une piste ne devrait être choisie pour une utilisation préférentielle à l'atterrissage que si elle est équipée d'un dispositif de guidage approprié sur la pente de descente, par exemple un ILS ou, pour l'exploitation dans les conditions météorologiques de vol à vue, un indicateur visuel de pente d'approche.

2.1.3 L'atténuation du bruit ne devrait pas être le facteur déterminant pour la désignation des pistes dans les circonstances suivantes :

- a) si la piste n'est pas dégagée et sèche, c'est-à-dire si ses caractéristiques sont compromises par la présence de neige, de neige fondante, de glace ou d'eau, ou encore de boue de caoutchouc, d'huile ou d'autres substances ;
- b) pour l'atterrissage, si la hauteur du plafond est inférieure à 150 m (500ft) ou, pour le décollage et l'atterrissage, si la visibilité horizontale est inférieure à 1.9 km ;
- c) si la composante vent de travers, y compris des rafales, dépasse 28 km/h (15kt) ;
- d) si la composante vent arrière, y compris des rafales, dépasse 9 km/h (5kt) ;
- e) si un cisaillement du vent a été signalé ou prévu ou lorsqu'on prévoit que des orages influenceront sur l'approche ou le départ.

### **2.2 Routes préférentielles antibruit**

2.2.1 Des routes préférentielles antibruit sont établies afin d'assurer que les avions au départ et à l'arrivée évitent, autant que possible, de survoler des aires sensibles au bruit dans le voisinage de l'aérodrome.

2.2.2 Lors de l'établissement de routes préférentielles antibruit :



- a) il ne devrait pas être prescrit de virages pendant le décollage et la montée, sauf si :
  - 1) l'avion a atteint (et peut maintenir pendant toute la durée du virage) une hauteur d'au moins 150 m (500 ft) au-dessus du terrain et des obstacles les plus élevés sous la trajectoire de vol ;  
*Note – Les pans-OPS, Volume II, autorisent les virages après le décollage à une hauteur de 120 m (400 ft) et avec une marge de franchissement d'obstacles de 90 m (300ft) au minimum pendant le virage. Toutefois, il s'agit seulement de spécifications minimales de franchissement d'obstacles qui ne sont pas applicables à des fins d'atténuation du bruit.*
  - 2) l'inclinaison latérale pour les virages effectués après le décollage est limitée à 15°, sauf dans les cas où des dispositions satisfaisantes aient été prises en vue d'une phase d'accélération qui permettra d'atteindre des vitesses auxquelles une inclinaison latérale supérieure à 15° ne présente aucun danger ;
- b) il ne devrait pas être prescrit de virage qui coïncide avec une réduction de régime associée à une procédure antibruit ;
- c) il faudrait assurer un guidage de navigation suffisant pour permettre aux avions de rester sur la route désignée.

2.2.3 Lors de l'établissement de routes préférentielles antibruit, les critères de sécurité pour les itinéraires de départ normalisé et d'arrivée normalisée en ce qui concerne les pentes de montée pour le franchissement des obstacles et autres facteurs devraient être pleinement pris en compte (voir PANS-OPS, Volume II).

2.2.4 Lorsque des routes préférentielles antibruit sont établies, ces routes et les routes de départ normalisé et d'arrivée normalisée devraient être compatibles (voir Annexe II, Appendice 3).

2.2.5 Un avion ne devrait pas être détourné de la route qui lui a été assignée, sauf si :

- a) il s'agit d'un avion au départ qui a atteint l'altitude ou la hauteur qui correspond à la limite supérieure pour les procédures antibruit ;
- b) cette mesure est nécessaire pour la sécurité de l'avion (par exemple, éviter une zone de mauvais temps ou pour éliminer une incompatibilité de circulation).

### **3. Procédures d'exploitation - avions**

#### **3.1 Procédures pour le décollage**

3.1.1 Ces procédures d'exploitation pour la montée après le décollage ont été élaborées de manière à garantir que la sécurité nécessaire au vol est maintenue tout en réduisant au minimum l'exposition au bruit sur le sol. L'une des deux procédures décrites en 3.1.2.1 et 3.1.2.2 devrait être utilisée régulièrement pour tous les décollages. Les données dont on dispose indiquent que la procédure A permet une réduction du bruit au cours de la dernière partie de la procédure alors que la procédure B permet une réduction du bruit à proximité de l'aéroport. Le choix de la



procédure sera fonction de la répartition du bruit que l'on souhaite obtenir et du type d'avion. Dans les cas inhabituels où aucune des deux procédures de décollage et de montée qui sont décrites en 3.1.2.1 et 3.1.2.2 ne convient, on peut mettre au point une procédure spéciale qui respecte les limites de 3.1.2.3.

3.1.2 Les procédures de décollage antibruit ci-dessous sont recommandées comme acceptables du point de vue opérationnel et efficaces du point de vue de la réduction du bruit.

### 3.1.2.1 Procédure A

Décollage jusqu'à 450m (1 500ft) au-dessus de l'altitude de l'aérodrome :

- régime de décollage
- volets au braquage de décollage
- montée à  $V_2 + 20$  à 40km/h ( $v_2 + 10$  à 20 kt) (ou à la limite imposée par l'angle d'inclinaison du fuselage) ;

A 450 m (1 500 ft) :

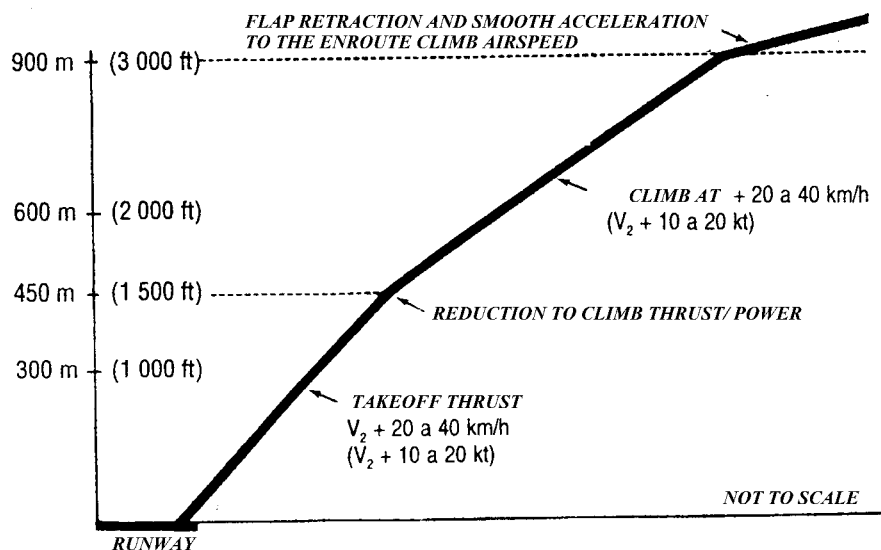
- réduction à un régime au moins égal au régime de montée ;

De 450 m (1 500 ft) à 900 m (3 000 ft) :

- montée à  $V_2 + 20$  à 40 Km/h ( $V_2 + 10$  à 20 kt) ;

A 900 m (3 000 ft)

- Accélération progressive jusqu'à la vitesse de montée en route avec rentrée de volets suivant la procédure habituelle.



Décollage moindre bruit OACI-A



3.1.2..2 Procédure B

Décollage jusqu'à 300 m (1 000 ft) au-dessus de l'altitude de l'aérodrome.

- régime de décollage
- volets au braquage de décollage
- montée à  $v_2 + 20$  à 40 km/h ( $v_2 + 10$  à 20 kt) ;

A 300 m (1 000 ft) :

- maintien d'une vitesse de montée positive, accélération jusqu'à la vitesse minimale de sécurité de manoeuvre avec volets à zéro ( $V_{ze}$ ) rentrée des volets suivant la procédure habituelle, puis réduction de la poussée en respectant les critères suivants :
  - a) pour les moteurs à taux de dilution élevé, réduire au régime normal de montée,
  - b) pour les moteurs à faible taux de dilution, ramener le régime au-dessous de sa valeur normale de montée, sans qu'il soit inférieur à la valeur nécessaire pour maintenir la pente de montée finale au décollage avec un moteur en panne, et
  - c) pour les avions dont les volets rentrent lentement, réduire le régime à une position intermédiaire des volets ;

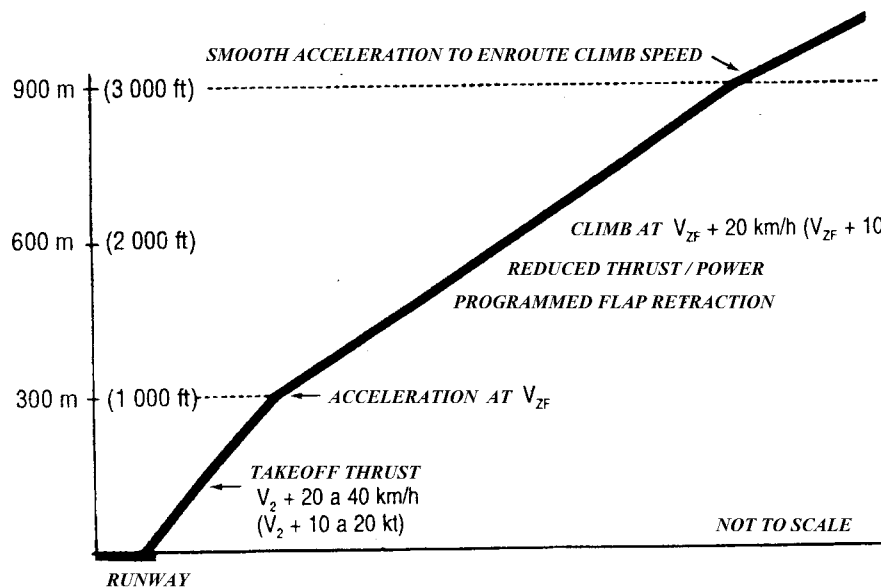
De 300 m (1 000 ft) à 900 m (3 000 ft) :

- poursuivre la montée à une vitesse ne dépassant pas  $V_{zf} + 20$  km/h ( $V_{zf} + 10$  kt) ;

A 900 m (3 000 ft) :

- accélérer progressivement jusqu'à la vitesse de montée en route.

*Note – Certains avions, par exemple les avions supersoniques, qui ne se servent pas de leurs volets au décollage devraient réduire la poussée avant d'avoir atteint 300 m (1 000 ft) mais pas au-dessous de 150 m (500 ft).*



Décollage moindre bruit OACI-B



3.1.2.3 Si une procédure spéciale est mise au point, il doit être prouvé qu'elle est nécessaire et qu'elle respecte certaines limites. Il doit être démontré que, sur le plan de la sécurité, elle équivaut aux procédures décrites en 3.1.2.1 et 3.1.2.2. Avant d'introduire une procédure spéciale, il convient d'examiner ses caractéristiques particulières et l'effet qu'elle aura sur les procédures que doit suivre l'équipage et sur sa charge de travail.

On observera les restrictions suivantes :

- a) la vitesse de montée minimale en régime stabilité ne sera pas inférieure à  $V_2 + 20$  km/h ( $V_2 + 10$  kt) ou à celle qui est prescrite dans le manuel de vol de l'avion si cette dernière est plus élevée ;
- b) la vitesse minimale de montée initiale en régime stabilisé ne sera pas exigée si celle-ci provoque le dépassement de l'angle d'inclinaison maximal acceptable pour le fuselage ;
- c) aucune réduction de régime ne sera exigée si :
  - l'avion a atteint une hauteur d'au moins 300 m (1000 ft) au-dessus de l'altitude de l'aérodrome ;
  - on utilise un régime type suffisant pour que l'avion puisse maintenir, à la masse maximale de décollage utilisée pour la certification, une pente de montée en régime stabilisé au moins égale à 4% à la vitesse établie en fonction des dispositions de a) et b) ci-dessus ;
  - la trajectoire de décollage, avec tous les moteurs en fonctionnement et en tenant dûment compte de la possibilité d'une panne de moteur et du temps nécessaire pour que les autres moteurs développent leur pleine puissance, assure une marge de franchissement suffisante de tous les obstacles situés au-dessous de la trajectoire de vol.

*Note – On admettra a priori qu'avant d'atteindre la zone sensible au bruit, l'avion montera suivant une pente maximale compatible avec le maintien d'une vitesse au moins égale à la vitesse établie en fonction des dispositions de a) et b) ci-dessus.*

## **3.2 Procédures pour l'approche**

3.2.1 Les procédures d'approche à moindre bruit qui seront élaborées ne devront pas :

- a) exiger que l'avion soit dans une configuration autre que la configuration finale d'atterrissage en un point quelconque après avoir franchi le plus en amont des points suivants : radioborne extérieure ou point situé à 5NM du seuil de la piste sur laquelle il est prévu d'atterrir ;
- b) exiger des vitesses verticales de descente excessives.



*Note – Des critères de calcul pour les pentes de descente figurent dans les PANS-OPS, Volume I, IIIème partie, Chapitre 2, et dans le Volume II, IIIème partie. 4.7.1. 5.6 et 6.2.*

3.2.2. Lorsqu'il est nécessaire de mettre au point une procédure d'approche antibruit basée sur les systèmes et l'équipement couramment disponibles (1982), il sera pleinement tenu compte des considérations ci-après qui intéressent la sécurité.

- a) l'inclinaison de la pente de descente et l'angle de site d'approche ne devraient pas être tels que l'approche doive se faire ;
- 1) sous un angle supérieur à l'angle de site de l'alignement de descente ILS
  - 2) sous un angle supérieur à l'angle d'approche défini par l'indicateur visuel de pente d'approche ;
  - 3) sous un angle supérieur à l'angle normal d'approche finale au radar de précision ;
  - 4) sous un angle supérieur à 3°, sauf s'il s'est révélé nécessaire de mettre en œuvre, pour les besoins de l'exploitation, un ILS dont l'angle de site de l'alignement de descente est supérieur à 3° ;

*Note 1 – De nouvelles procédures devront être élaborées au fur et à mesure de la mise en service de nouveaux dispositifs et de nouveaux matériels qui permettront d'utiliser des techniques d'approche sensiblement différentes.*

*Note 2 - Le pilote ne peut maintenir avec précision un angle d'approche prescrit que s'il bénéficie d'un guidage de navigation continu, soit visuel soit radio.*

- b) le pilote ne devrait pas être tenu d'exécuter un virage en approche finale à une distance inférieure à la distance permettant :
- 1) en cas de vol à vue, de maintenir une période suffisante de vol en régime stabilisé durant l'approche finale avant le franchissement du seuil de piste ;
  - 2) ou en cas d'approche aux instruments, d'établir l'avion en approche finale avant l'interception du radioalignement de descente, comme le précisent les PANS-OPS, Volume I, IIIème Partie.

Dans les limites des contraintes nécessaires en certains emplacements pour maintenir l'efficacité des services de la circulation aérienne, les procédures antibruit de descente et d'approche qui font appel à des descentes continues et à des techniques de réduction de la puissance ou de la traînée (ou à une combinaison des deux) se sont avérées à la fois efficaces et acceptables du point de vue opérationnel. Ces procédures ont pour objectif d'aboutir à des descentes ininterrompues à puissance et traînée réduites, en retardant la sortie des volets et du train d'atterrissage jusqu'aux stades de fin de l'approche. Les vitesses employées pendant l'application de ces techniques tendent par conséquent à dépasser les vitesses qui conviendraient pour la descente et l'approche



avec volets et trains sortis pendant toute la manœuvre et il faut donc que de telles procédures respectent les limitations définies dans la présente action.

3.2.4 Le respect des procédures d'approche antibruit publiées ne devrait pas être exigé dans des conditions d'exploitation défavorables comme, par exemple :

- a) si la piste n'est pas dégagée et sèche, c'est-à-dire si ses caractéristiques sont compromises par la présence de neige, de neige fondante, de glace ou d'eau, ou encore de boue, de caoutchouc, d'huile ou d'autres substances ;
- b) si la hauteur du plafond est inférieure à 150 m (500ft) ou si la visibilité horizontale est inférieure à 1,9 km ;
- c) si la composante vent de travers, y compris des rafales, dépasse 28 km/h (15 kt) ;
- d) si la composante vent arrière, y compris des rafales dépasse 9 km/h (5kt) ;
- e) si un cisaillement du vent a été signalé ou prévu ou lorsqu'on prévoit que des conditions météorologiques défavorables, par exemple des orages, influenceront sur l'approche.

### **3.3 Procédure d'exploitation pour les avions - atterrissage**

Les procédures antibruit ne comporteront pas l'interdiction d'utiliser l'inversion de poussée à l'atterrissage.

### **3.4 Seuils décalés**

La pratique qui consiste à utiliser un seuil décalé à titre de mesure antibruit ne devra pas être employée à moins qu'elle ne permette une réduction sensible du bruit des aéronefs et que la longueur de piste restante offre la sécurité nécessaire et soit suffisante pour répondre à tous les besoins de l'exploitation.

*NOTE – La réduction des niveaux de bruit sur les côtés et à l'extrémité d'une piste peut être obtenue en décalant le commencement du décollage, mais souvent au prix d'un accroissement de l'exposition au bruit sous la trajectoire de décollage. Si le seuil d'atterrissage est décalé, il faudra pour des raisons de sécurité, baliser clairement le seuil pour bien indiquer le décalage et la nouvelle implantation des aides d'approche.*

### **3.5 Changement de configuration et vitesse**

Aucune variation par rapport aux configurations et vitesses correspondant à la phase de vol considérée ne devra être rendue obligatoire.

### **3.6 Limite supérieure**

Les procédures d'exploitation antibruit devraient donner des renseignements sur l'altitude ou la hauteur au-dessus de laquelle elles ne sont plus applicables.



### **3.7 Communications**

Afin de ne pas distraire l'attention des équipages de conduite pendant l'exécution de procédures antibruit, les communications air-sol devraient être limitées au minimum.