

Élaboration des cartes de bruit aérien

GUIDE

Plans d'exposition au bruit
Plans de gêne sonore
Cartes stratégiques de bruit
au sens de la directive 2002/49

2^{ème} édition
Septembre 2007

ministère
de l'Écologie
du Développement et
de l'Aménagement
durables



direction générale
de l'Aviation civile

service technique
de l'Aviation civile

GUIDE POUR L'ÉLABORATION DES CARTES DE BRUIT AÉRIEN

Plans d'exposition au bruit Plans de gêne sonore Cartes stratégiques de bruit au sens de la directive 2002/49

2^{ème} édition

Septembre 2007

Ce document a reçu un avis favorable de l'ACNUSA lors de la séance du 3 juillet 2007

31, av du Maréchal Leclerc
94381 Bonneuil-sur-Marne
cedex

1, avenue du Dr Maurice
Grynfogel
BP 53584
31035 Toulouse cedex 1

Projet / Opération : Elaboration des cartes de bruit aérien

Version : V2.2 du 24/09/07

Auteur : STAC/ACE/ENV

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

DIFFUSION INITIALE

DESTINATAIRE(S)	COPIE(S) POUR INFORMATION
DAST Toutes DAC Tous SSBA	

Toute reproduction ou communication de ce document, de son contenu ou de sa nature, même partielle, exceptés les usages internes des Services de la Direction Générale de l'Aviation Civile, est strictement interdite sans le consentement écrit du Service Technique de la Navigation Aérienne

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

Historique du document

<i>Version du document</i>	<i>Date de rédaction</i>	<i>Raison de l'évolution</i>	<i>Auteur</i>
0.0 à 1.2		Elaboration de la 2 ^{ème} édition du guide	STAC/ACE
2.0	16/02/07	Version envoyée à la DAST	STAC/ACE
2.1	22/06/07	Prise en compte des remarques de la DAST	STAC/ACE
2.2	24/09/07	Prise en compte des remarques de l'ACNUSA et mise à jour	STAC/ACE

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	6
1.1	Contexte	6
1.2	Objet du guide	6
1.3	Guide de lecture	7
1.4	Terminologie	7
2	CADRE REGLEMENTAIRE	11
2.1	PEB	11
2.2	PGS	11
2.3	EGS	12
2.4	Carte stratégique de bruit au sens de la directive 2002/49 (CSB)	12
3	DONNEES NECESSAIRES A LA PRODUCTION DES CARTES DE BRUIT	14
3.1	Les infrastructures	14
3.2	Le trafic	14
3.3	Les trajectoires et les profils de vol	15
3.4	La météorologie	17
3.5	La topographie	17
3.6	Les données de population	17
3.7	Les données cartographiques et géographiques	18
4	METHODE DE PRODUCTION DES CARTES DE BRUIT	19
4.1	Calcul des niveaux de bruit	19
4.1.1	La base de données aéronefs	20
4.1.2	Le moteur de calcul	22
4.2	Exportation et mise en forme des cartes sous SIG	24
4.3	Estimation de la population dans les zones de bruit	25
	ANNEXE A : Liste des principaux textes réglementaires	27
	ANNEXE B : Glossaire	28
	ANNEXE C : Références bibliographiques	30

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

ANNEXE D : Avions documentés dans la base de données ANP	31
ANNEXE E : Liste d'aéronefs complémentaire à l'ANP : avions militaires et hélicoptères documentés dans INM	34
ANNEXE F : Tableau de substitution des avions	37
ANNEXE G : Exemple d'hypothèses de trafic et de trajectoires	40
ANNEXE H : Exemple de présentation type d'un PEB	41
ANNEXE I : Liste de contrôle	43

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

1 INTRODUCTION

Le bruit généré par les aéronefs demeure la préoccupation majeure des riverains d'aérodrome. La cartographie du bruit aérien est un outil utilisé notamment, dans le cadre de la politique de prévention du bruit (gestion de l'occupation des sols), pour la mise en place de dispositif d'aide à l'insonorisation des logements sur les principaux aéroports ainsi que pour garantir une large information du public.

L'objectif de ce guide est de définir, au delà du cadre réglementaire prédéfini, une méthodologie d'élaboration commune pour les cartes de bruit aérien.

1.1 Contexte

Suite aux évolutions majeures du cadre réglementaire fixant les conditions d'établissement des plans d'exposition au bruit (PEB) et des plans de gêne sonore (PGS) intervenues en 2002¹, le service technique des Bases aériennes a publié en 2003 une 1^{ère} édition d'un guide technique qui définit une méthodologie commune d'élaboration des PEB et des PGS.

Depuis, la transposition française, achevée en avril 2006, de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement² a introduit, pour l'aérien, des exigences réglementaires complémentaires en matière de cartographie du bruit la nuit.

Le besoin de mise à jour du guide technique d'élaboration des PEB et des PGS a paru nécessaire et la Direction des Affaires Stratégiques et Techniques de la DGAC a demandé au STAC de mener à bien ce travail de révision.

1.2 Objet du guide

Comme dans sa version précédente, le présent guide a pour objet de décrire une méthodologie commune pour l'élaboration des cartes de bruit aérien en vue d'harmoniser les pratiques indépendamment du service en charge de la production cartographique (services de l'Etat ou bureaux d'études privés).

D'une manière générale, le processus de modélisation du bruit des aéronefs doit répondre à quatre critères clés :

- audibilité: cela suppose que l'ensemble des données et hypothèses d'entrées soit décrites de façon suffisamment détaillée, claire et accessible ;
- fiabilité/répétabilité : le processus de modélisation doit fournir des résultats comparables lorsqu'il est reproduit avec les mêmes données d'entrée ;
- cohérence entre les données entrantes et les résultats ;
- précision : l'accent doit être porté en priorité sur les variables les plus significatives en termes d'impact sonore.

Ce guide s'applique à l'établissement des PEB, des PGS, des EGS (étude de gêne sonore figurant dans les dossiers d'APPM) et des cartes stratégiques de bruit au sens de la directive 2002/49.

La production des cartes de bruit produites dans le cadre des enquêtes publiques prévues en cas de modification permanente de la circulation aérienne³ n'est pas traitée : la Direction des Services de la Navigation Aérienne de la DGAC a en charge la production de telles cartes.

¹ Décret n°2002-626 du 26 avril 2002

² Directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002

³ Cf. Article R.227-7 du code de l'aviation civile

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

Ce guide, avant tout technique, ne traite pas dans le détail des procédures administratives d'élaboration des différentes cartes de bruit aérien et des impacts juridiques de ces mêmes cartes et ne se substitue, en aucune manière, à la réglementation en vigueur.

Il est avant tout destiné aux personnes en charge de la production des cartes de bruit aérien (services de l'Etat ou bureaux d'études) ainsi qu'aux divers acteurs intervenant dans la production et dans l'adoption des cartes de bruit aérien (services de l'Etat, collectivités locales, ACNUSA, membres des CCE, riverains d'aérodromes,...). La lecture de ce guide peut en particulier s'avérer utile aux services en charge de la définition des hypothèses d'entrée nécessaires à la modélisation, même s'ils ne sont pas directement impliqués dans la production proprement dite des cartes de bruit aérien.

Le document de référence en matière de modélisation du bruit aérien pour les personnes expertes dans le domaine reste le document 29 de la CEAC sur la méthode normalisée de calcul des courbes de niveau de bruit autour des aéroports civils (3^{ème} édition) [1].

Les références bibliographiques de ce document, mentionnées entre crochets, se trouvent à l'annexe C.

1.3 Guide de lecture

Le guide se présente comme suit :

1. Introduction : définition des objectifs, du champ d'application du guide et de la terminologie principale utilisée
2. Cadre réglementaire : rapide rappel sur le contenu des principaux textes de références
3. Données nécessaires à la production des cartes de bruit : description détaillée de la phase de recueil de données (infrastructures, trafic, trajectoires, profils de vol, météorologie, topographie, population,...) préalable à toute modélisation
4. Méthode de production des cartes de bruit : description de la méthode normalisée de calcul des courbes de niveau de bruit autour des aéroports, des méthodes de comptage de la population et de la présentation des résultats

Des encarts plus techniques ou spécifiques au logiciel INM retenu par la DGAC pour les cartes de bruit dont elle a la charge sont identifiés de manière distincte dans le guide.

La compréhension des parties les plus techniques nécessite quelques connaissances élémentaires d'acoustique et d'aéronautique.

1.4 Terminologie

En complément de la terminologie essentielle définie ci-dessous et nécessaire à la compréhension du guide, un glossaire est joint en annexe.

Aéronef de substitution

Aéronef de remplacement. En l'absence de données de bruit et de performances spécifiques à un type d'aéronef donné, il est nécessaire de remplacer, pour les besoins de la modélisation, cet aéronef par un autre aéronef disponible dans la base de données et dont les caractéristiques en matière de motorisation, de masse et de performances acoustiques se rapprochent le plus de l'aéronef manquant.

Courbe de niveau de bruit (ou courbes isophones)

Ligne joignant les points d'égal indice de bruit autour d'un aérodrome

Descripteur de bruit

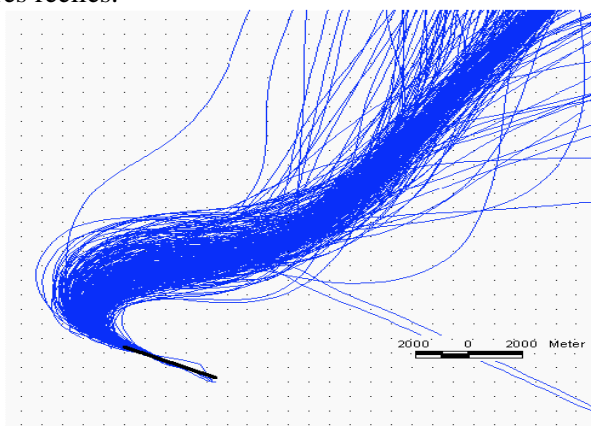
Quantité utilisée pour représenter le **bruit d'un événement**, comme le passage d'un aéronef. Sont couramment utilisés pour quantifier le bruit d'un événement :

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

- le niveau maximal ($L_{A \text{ Max}}^4$ par exemple)
- l'énergie acoustique totale pendant la durée de l'événement (niveau d'exposition au bruit-SEL⁵ - par exemple)

Dispersion et trajectoire nominale

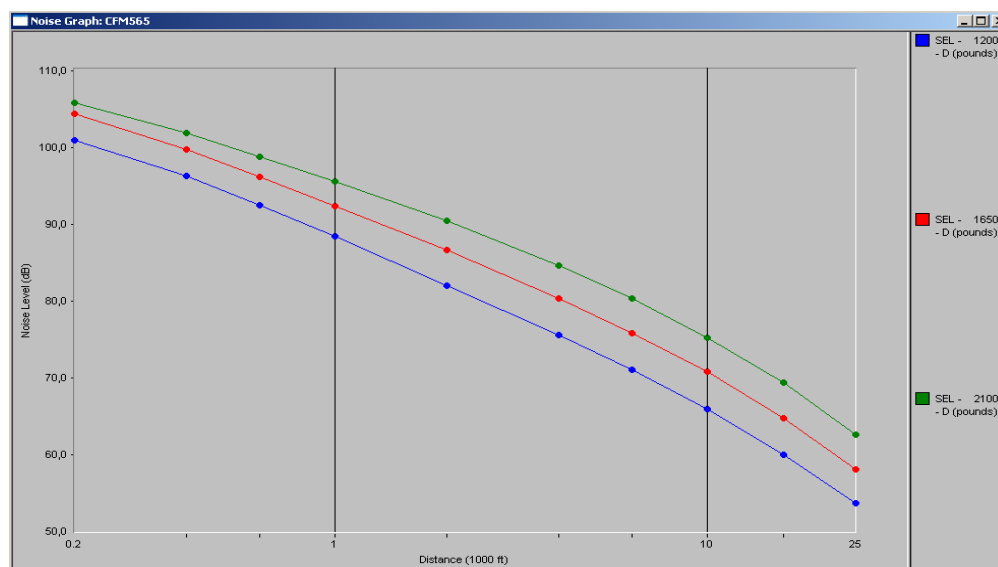
Les trajectoires des avions ne peuvent pas être assimilées à des systèmes de type filaire constitués de rails, que les avions suivraient avec précision. L'organisation de la circulation aérienne, l'utilisation ou non des systèmes de gestion de vol et les variables météorologiques conduisent à une dispersion significative des trajectoires réelles.



La trajectoire nominale est le centre du faisceau de trajectoires correspondant à un itinéraire spécifique. Elle est définie soit géométriquement à partir de données comme les publications aéronautiques, soit par une analyse statistique des données radar.

Données bruit-puissance-distance (noise-power-distance) d'un avion (ou courbes NPD)

Rapport bruit-puissance-distance défini pour chaque avion dans des conditions standardisées. Les niveaux de bruit tiennent compte de la divergence géométrique du son et de l'absorption atmosphérique du son dans l'air.



Exemple de courbes NPD (Airbus A320, configuration départ, unité SEL)

⁴ Valeur maximale du niveau de pression acoustique pondéré A ($L_{A, 1s}$) au cours d'un événement acoustique

⁵ Niveau de bruit que posséderait un événement acoustique si toute son énergie acoustique était compressée uniformément pour une durée de référence de 1 seconde

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

Indice de bruit

Expression utilisée pour évaluer le **bruit d'un trafic** et correspondant à la prise en compte d'évènements acoustiques pendant un laps de temps donné ramené à une journée. L'indice de bruit peut comporter une pondération du nombre des évènements en fonction de l'heure où ils se produisent.

Indice L_{den} (L= level, d= day, e= evening, n= night)

Indice de bruit exprimé en dB(A) représentant le niveau d'exposition totale au bruit.

Il tient compte :

- du niveau sonore moyen pondéré pendant chacune des trois périodes de la journée c'est à dire le jour (6h00-18h00), la soirée (18h00-22h00) et la nuit (22h00-6h00)
- d'une pondération du niveau sonore selon la période de la journée : les niveaux sonores de la soirée et de la nuit sont respectivement pénalisés de 5dB(A) et 10dB(A).

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} \left[12 \times 10^{\frac{L_d}{10}} + 4 \times 10^{\frac{L_e+5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right]$$

où :

L_d = Niveau sonore moyen pondéré A, tel que défini dans ISO 1996-2:1987, déterminé sur la période de jour s'étendant de 6 heures à 18 heures ;

L_e = Niveau sonore moyen pondéré A, tel que défini dans ISO 1996-2:1987, déterminé sur la période de soirée s'étendant de 18 heures à 22 heures ;

L_n = Niveau sonore moyen pondéré A, tel que défini dans ISO 1996-2 :1987, déterminé sur la période de nuit s'étendant de 22 heures à 6 heures le lendemain.

Les pondérations appliquées pour le calcul de l'indice L_{den} aux vols opérés en soirée et de nuit ont pour objet d'aboutir à une meilleure représentation de la gêne perçue par les riverains tout au long de la journée.

Indice L_n (L= level, n= night)

Indice de bruit pour la période nocturne défini comme le niveau sonore moyen pondéré A, tel que défini dans ISO 1996-2 :1987, déterminé sur la période de nuit s'étendant de 22 heures à 6 heures le lendemain.

L'indice L_n étant par définition un indice de bruit exclusif pour la période de nuit, aucune pondération fonction de la période de la journée n'est appliquée pour le calcul de l'indice.

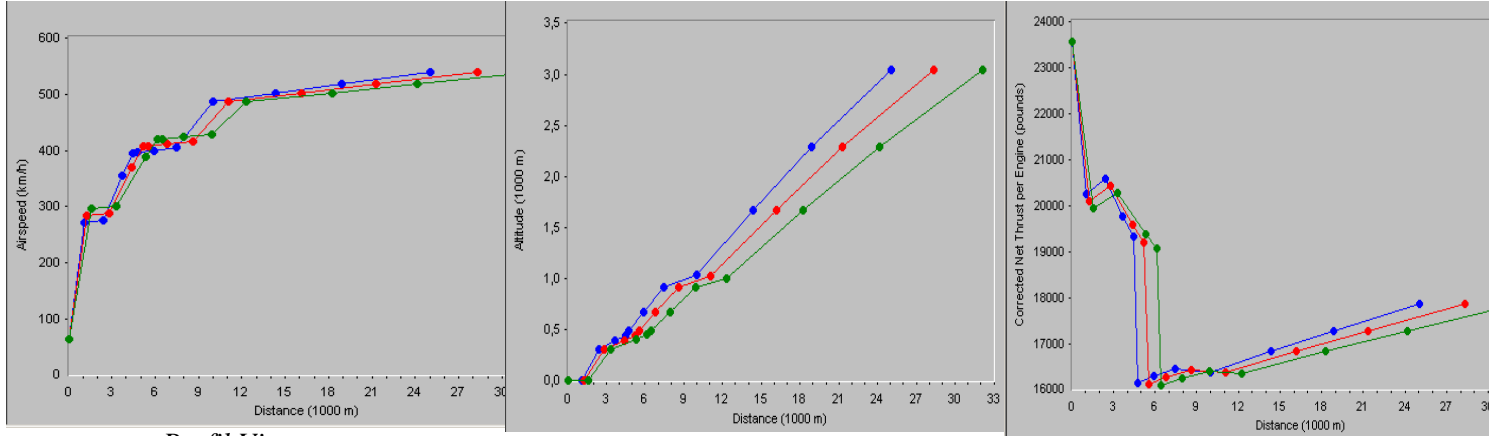
Mouvement

Départ ou arrivée d'un aéronef. Les tours de piste sont, en règle générale, comptabilisés à part (cf. 3.2)

Profil de vol

Données relatives aux variations d'altitude, de vitesse et des paramètres de vol d'un aéronef le long d'une trajectoire-sol.

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07



Profil Vitesse

Profil Altitude

Profil Poussée

Exemple de profils de vol type (Airbus A320, 3 configurations de départ fonction de la masse)

Trajectoire de vol

Trajectoire d'un avion définie en 3 dimensions

Trajectoire sol

Projection verticale de la trajectoire de vol sur un plan horizontal

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

2 CADRE REGLEMENTAIRE

La liste des principaux textes de référence traitant des cartes de bruit aérien est jointe en annexe. Les procédures d'établissement et de révision des différentes cartes de bruit ne sont pas décrites dans ce document à vocation technique.

2.1 PEB

Les principaux textes de référence en matière de PEB sont codifiés dans le Code de l'urbanisme. La loi n° 85-696 du 11 juillet 1985 relative à l'urbanisme au voisinage des aérodromes consacre le plan d'exposition au bruit outil de maîtrise de l'urbanisme de portée supra-communale : depuis lors, le PEB est un instrument juridique qui limite le droit à construire dans les zones de bruit autour des aérodromes et impose une isolation acoustique renforcée pour les constructions autorisées dans les zones de bruit. Le décret n°2002-626 du 26 avril 2002 fixe quant à lui les conditions d'établissement des PEB.

Les aéroports devant être dotés d'un PEB sont ceux classés en catégorie A, B et C au sens du code de l'aviation civile ainsi que ceux inscrits dans une liste fixée par arrêté ministériel⁶.

Un PEB est constitué d'un rapport de présentation et d'une carte au 1/25 000 délimitant trois (voire quatre) zones de bruit à l'intérieur desquelles vont s'appliquer des restrictions d'urbanisme. Depuis 2002, c'est l'indice de bruit L_{den} qui est utilisé pour délimiter les zones de bruit des PEB.

§ Zone de bruit fort A

Zone comprise à l'intérieur de la courbe d'indice L_{den} 70

§ Zone de bruit fort B

Zone comprise entre la courbe d'indice L_{den} 70 et la courbe d'indice choisie entre 62 et 65

§ Zone de bruit modéré C

Zone comprise entre la limite extérieure de la zone B et la courbe d'indice choisie entre 57 et 55

§ La zone de bruit D

Zone comprise entre la limite extérieure de la zone C et la courbe d'indice L_{den} 50

La zone D est obligatoire pour les aérodromes visés au I de l'article 1609 quatervicies A du code général des impôts⁷.

La délimitation d'une zone D est facultative pour les autres aérodromes.

Le PEB doit prendre en compte l'ensemble des hypothèses de développement et d'utilisation de l'aérodrome à court, moyen et long terme, le PEB étant « l'enveloppe » des courbes établies pour les trois horizons d'étude. La pertinence de ces hypothèses est réexaminée tous les cinq ans par la commission consultative de l'environnement.

2.2 PGS

Les principaux textes de référence en matière de PGS sont codifiés dans le Code général des impôts et dans le Code de l'environnement.

Les conditions d'établissement des PGS sont fixées, comme pour les PEB, dans le décret n°2002-626 du 26 avril 2002.

⁶ Arrêté du 28 mars 1988 modifié

⁷ Aérodromes pour lesquels le nombre annuel des mouvements d'aéronefs de masse maximale au décollage supérieure ou égale à 20 tonnes a dépassé 20 000 lors de l'une des 5 années civiles précédentes

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

Les PGS sont établis pour les aérodromes visés au I de l'article 1609 quatervicies A du code général des impôts.

Comme pour les PEB et depuis 2002, c'est l'indice de bruit L_{den} qui est utilisé pour délimiter les zones de bruit des PGS.

§ Zone I

Zone comprise à l'intérieur de la courbe d'indice L_{den} 70

§ Zone II

Zone comprise entre la courbe d'indice L_{den} 70 et la courbe d'indice L_{den} 65. Toutefois, dans le cas où la courbe extérieure de la zone B du plan d'exposition au bruit approuvé de l'aérodrome est fixée à une valeur inférieure à 65, cette valeur est retenue pour la limite extérieure de la zone II du PGS.

§ Zone III

Zone comprise entre la limite extérieure de la zone II et la courbe d'indice L_{den} 55

Les PGS sont établis sur la base du trafic estimé, des procédures de circulation aérienne applicables et des infrastructures qui seront en service l'année suivant la date de publication de l'arrêté d'approbation du PGS.

2.3 EGS

Conformément à la circulaire 1870/SBA/6 du 8 mai 1979, les dossiers d'avant-projet de plan de masse (APPM) doivent comporter une étude d'environnement qui comprend elle-même un volet sur la gêne sonore.

En l'absence de textes réglementaires spécifiques aux EGS des APPM, les prescriptions techniques définies pour les PEB (indice L_{den} , définition des limites de zones de bruit, plan au 1/25 000...) s'appliquent en règle générale également aux études de gêne sonore des APPM.

2.4 Carte stratégique de bruit au sens de la directive 2002/49 (CSB)

La directive européenne 2002/49 du 25 juin 2002 sur l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement vise notamment aux alentours des grandes infrastructures de transport et dans les grandes agglomérations:

1. à cartographier le bruit, selon une méthode commune à tous les Etats membres et à tous les modes de transport ;
2. à garantir l'information du public sur l'exposition au bruit actuelle et future ;
3. à définir des plans d'action afin de prévenir ou réduire l'exposition au bruit.

Dans le domaine aérien, le champ d'application de la cartographie stratégique est le même que celui des plans d'exposition au bruit (PEB) et des plans de gêne sonore (PGS). Une simple mise à jour du rapport de présentation du PEB reprendra les nouveaux éléments (décompte des populations et des établissements d'enseignement et de santé et cartes en indice de bruit la nuit $-L_n$) sans nécessiter une révision du PEB.

La transposition au niveau français de la directive a été achevée en 2006 avec la publication du décret et de l'arrêté relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement⁸.

La partie législative de la transposition est regroupée dans le Code de l'environnement⁹.

⁸ Décret n°2006-361 du 24 mars 2006 et arrêté du 4 avril 2006

⁹ Articles L572-1 à L572-11

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

S'agissant du bruit aérien, les compléments aux PEB et PGS doivent être établis au plus tard le 30 juin 2007:

- sur les 9 grands aéroports fixés par arrêté¹⁰
- et sur tous les aérodromes (sans seuil de trafic) dont la cartographie du bruit concerne le territoire des grandes agglomérations¹¹

Les activités militaires ne sont pas concernées par ces compléments.

Les cartes complémentaires doivent être établies pour l'indice L_n sur la base du trafic réalisé à l'année prise en compte pour l'établissement du PGS (situation de référence) ainsi qu'à l'évolution prévue au PEB approuvé ou en passe de l'être.

Ces données cartographiques doivent être accompagnées d'un décompte des populations et des établissements de santé à l'intérieur des différentes courbes. Les surfaces impactées par ces courbes doivent également être évaluées.

¹⁰ Bâle-Mulhouse, Bordeaux-Mérignac, Lyon-Saint-Exépury, Marseille-Provence, Nice-Côte d'Azur, Paris-Charles de Gaulle, Paris- Le Bourget, Paris-Orly, Toulouse-Blagnac (arrêté du 3 avril 2006)

¹¹ Liste des grandes agglomérations définie dans le décret n°2006-361 du 24 mars 2006 : agglomérations de plus de 250 000 habitants (30 juin 2007) et de plus de 100 000 habitants (30 juin 2012)

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

3 DONNEES NECESSAIRES A LA PRODUCTION DES CARTES DE BRUIT

Quels que soient l'objet et la nature de la carte de bruit (PEB, PGS, EGS ou CSB), la phase de recueil des données est primordiale et préalable à toute production de cartes. La fiabilité des résultats de la modélisation dépend bien entendu fortement des données d'entrée.

Cette phase doit faire l'objet d'une validation par le maître d'ouvrage de la carte (Etat ou collectivités locales).

Ces données sont à documenter pour **chaque horizon** correspondant à chaque type de carte (court, moyen et long terme pour le PEB, année (N+1) pour le PGS.

Dans le cadre de l'élaboration d'un PEB, il peut arriver exceptionnellement que, lorsqu'un des trois horizons d'étude est, de toute évidence, moins défavorable que les autres, l'étude de cet horizon ne soit pas menée à bout même s'il peut être intéressant de visualiser, dans tous les cas et à des fins d'information, l'évolution de l'exposition au bruit au cours du temps.

Les données nécessaires à la modélisation du bruit aérien portent sur :

- les infrastructures,
- le trafic,
- les trajectoires et les profils de vol,
- la météorologie, la topographie, la population,
- les données cartographiques

3.1 Les infrastructures

Les caractéristiques du dispositif de piste (longueur et largeur de la piste, localisation des extrémités de piste et du point de référence de l'aéroport (ARP), emplacement des seuils d'atterrissage et des points de décollage, déclinaison magnétique sur l'aéroport) ainsi que les caractéristiques des aides à la navigation ayant un impact sur la modélisation du trafic doivent être définies précisément dans un système géoréférencé unique (système WGS 84- World Geodetic System 1984- de préférence).

La nature du trafic accueilli (cf. 3.2) dépend bien entendu des caractéristiques des infrastructures au sol (longueur et portance de la piste, aides à la navigation...).

Pour les infrastructures existantes, ces données sont disponibles auprès du Service de l'Information Aéronautique (SIA) et sont, dans la majorité des cas et sauf mention contraire dans les publications aéronautiques en vigueur, établies en coordonnées WGS-84. Les données concernant les aérodromes dotés d'au moins une approche aux instruments sont toutes établies en coordonnées WGS84 : ce n'est pas le cas pour tous les autres aérodromes (y compris les hélistations) pour lesquels une transformation géodésique via un logiciel adapté peut, le cas échéant, s'avérer indispensable.

Les caractéristiques des infrastructures à terme doivent prendre en compte les projets planifiés de développement de l'aérodrome et, si nécessaire, les dispositions prévues dans l'APPM lorsqu'il existe. Pour les infrastructures non existantes ou modifiées à terme et en l'absence de données géographiques disponibles, l'utilisation d'un logiciel de calcul géodésique est nécessaire pour déterminer les coordonnées des infrastructures à terme en WGS 84.

3.2 Le trafic

Le volume de trafic, sa typologie détaillée (type/série/motorisation) ainsi que sa répartition par piste, par QFU, par trajectoire et par tranche horaire (jour, soirée, nuit) doivent être définis le plus précisément possible. Un modèle de tableau de trafic à remplir est joint en annexe. Les heures de décollage et de toucher des roues (heure locale) sont celles retenues pour identifier la tranche horaire (jour, soirée ou nuit) correspondant à un mouvement.

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

La typologie du trafic définie dans les hypothèses doit toujours rester compatible avec les caractéristiques techniques des infrastructures (longueur et portance de la piste par exemple) et la répartition du trafic par piste, par QFU et par trajectoire doit être représentative des conditions d'exploitation de l'aérodrome (vents dominants, contraintes opérationnelles...).

Suivant l'horizon étudié, ces données de trafic s'appuient soit sur des statistiques de trafic réalisé, soit sur des prévisions de trafic. Pour les cartes de bruit prévisionnelles, les prévisions de trafic s'appuient avant tout sur une étude du trafic observé jusqu'à lors.

Certaines données de trafic réalisé, dont celles relatives aux vols commerciaux, sont bien connues ; à l'inverse, d'autres, telles que celles relatives aux vols d'aviation générale, doivent être généralement estimées.

Etant données les incertitudes sur les prévisions du trafic à long terme, il est conseillé de ne retenir, pour cet horizon, qu'un nombre limité d'aéronefs par grande famille d'avions.

De plus, les hypothèses de trafic à long terme doivent prendre en compte la modernisation « naturelle » de la flotte des exploitants (disparition progressive des avions les plus bruyants du chapitre III de l'annexe 16 de l'OACI) ainsi que les éventuelles mesures envisagées à terme sur l'aérodrome pour réduire les nuisances sonores aériennes: restrictions d'exploitation (interdiction des avions les plus bruyants, limitation du nombre de mouvements, couvre-feu nocturne,...), incitations financières pour accélérer le renouvellement des flottes, nouvelles procédures d'exploitation, ... En règle générale, les avions les plus anciens - et les plus bruyants - (B747-200, B727, L1011, DC8,...) ne doivent plus apparaître dans les hypothèses de trafic à long terme.

Journée(s) caractéristique(s)

Les indices L_{den} et L_n sont calculés par cumul de niveaux sonores moyens déterminés sur l'ensemble des périodes d'une année.

Cette hypothèse moyenne sur l'année n'apparaît pas toujours pertinente. Dans ce cas, suivant la répartition du trafic au cours de l'année (caractère saisonnier de l'activité, activités d'entraînement concentrées sur de courtes périodes, forte variation de l'activité suivant les jours de la semaine...) et afin d'asseoir la modélisation sur des situations réellement représentatives de l'exposition au bruit, il est possible de prendre en compte le trafic observé ou estimé sur une journée caractéristique plutôt que de retenir la simple moyenne annuelle du trafic.

En fonction de la complexité de l'aérodrome étudié (nombre de pistes et procédures d'exploitation) et des caractéristiques du trafic aérien accueilli, plusieurs journées caractéristiques peuvent être proposées.

Tours de piste

Les tours de piste justifient la plupart du temps un décompte et un traitement spécifique distinct des autres mouvements standard type arrivée ou départ.

Il est indispensable que les différentes personnes intervenant dans la production et l'approbation d'une carte de bruit s'entendent sur une terminologie commune pour le décompte et la présentation des tours de piste dans les documents publics.

Deux positionnements sont envisageables : un tour de piste est comptabilisé dans les données de trafic publiques :

- comme une arrivée et un départ (soit 2 mouvements) ou bien,
- comme un seul mouvement distinct des mouvements de type arrivée ou départ : dans le cadre stricto sensu du travail du modélisateur, un tour de piste étant associé à un profil de vol spécifique, c'est dans tous les cas ce positionnement qui doit être retenu lors de la saisie des données de trafic dans le logiciel de modélisation.

3.3 Les trajectoires et les profils de vol

Trajectoires sol

La définition précise des caractéristiques des trajectoires sol est une phase importante et préalable à la modélisation. Suivant le type de carte de bruit envisagé et la disponibilité des données, les données relatives à ces trajectoires peuvent prendre deux formes différentes :

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

a) Description géométrique des trajectoires IFR publiées, en cours de publication ou projetées et des trajectoires VFR

Chaque segment des trajectoires nominales doit être décrit en détail (longueur, angle, sens de rotation, rayon de virage, positionnement par rapport aux radio-balises,...) et représenté graphiquement sur des plans synthétisant l'ensemble des trajectoires (IFR, VFR, arrivée, départ, tours de pistes, circuits particuliers d'entraînement...). Des exemples sont joints en annexe.

Les publications aéronautiques fournissent une partie de ces informations pour les trajectoires existantes.

Ce type de données est particulièrement adapté pour l'établissement de cartes de bruit prévisionnelles (PEB), aucune donnée radar pertinente n'étant de toute façon disponible pour de tels horizons d'étude.

Il peut être pertinent, notamment pour les départs IFR et les mouvements VFR, d'appliquer une dispersion latérale autour des trajectoires nominales théoriques (cf. 4).

b) Exploitation de données radar (trajectographie réelle)

Pour les aérodromes pour lesquels des données radar sont disponibles (radar secondaire, STR,...), les enregistrements radar des flux des trajectoires observées peuvent être utilisés :

- soit directement dans le calcul des niveaux de bruit dans le cadre de l'établissement de cartes de bruit basées sur un trafic réalisé ou estimé à court terme ;
- soit indirectement pour calculer les trajectoires moyennes et/ou prendre en compte la dispersion réelle du trafic actuel au moyen d'une analyse statistique des données enregistrées.

Ces données ne sont exploitables qu'en XY (latitude et longitude) : les informations sur l'altitude réelle des aéronefs ne sont pas utilisables telles quelles dans les différents logiciels de modélisation et il est de toute façon nécessaire d'allouer à chaque aéronef un profil de vol type (cf. 4) comportant des données de performances qui ne sont pas toutes enregistrées par radar (régime moteur).

L'utilisation de telles données suppose de définir au préalable une (ou plusieurs) journée caractéristique des nuisances sonores.

Le traitement de telles données nécessite des outils logiciels et des compétences particulières en trajectographie et est bien moins aisée que l'option consistant à modéliser les trajectoires publiées à partir de leur description géométrique (cf. a)). C'est pour cette raison qu'une telle description géométrique des trajectoires permet, la plupart du temps, d'aboutir à une cartographie satisfaisante et est, en règle générale, la méthode conseillée.

Les outils de simulation du trafic capables de prendre en compte la dispersion des trajectoires due aux manœuvres de contrôle liées à l'intégration des flux (guidage radar) et à l'évitement de conflits comme l'outil OPAS-TMA développé par la DGAC nécessitent une utilisation experte et un paramétrage lourd des données d'entrée et ne sont, a priori, pas adaptés pour la production de cartes comme les PEB, PGS ou CSB.

De même, les données des enregistreurs de vol des avions sont, en théorie, la source d'informations la plus fiable et la plus complète en matière de trajectographie (position de l'avion, tangage, roulis, lacet) et de performance (vitesse, régime moteur, configuration de vol), mais ces données ne peuvent être obtenues qu'à un coût et au prix d'efforts considérables. De plus, elles requièrent des pré traitements particulièrement chronophages et ne peuvent en aucun cas être utilisées pour la production de cartes de bruit réglementaires standard (PEB, PGS ou CSB).

Les caractéristiques des trajectoires - et en particulier les rayons de virage - dépendent de la catégorie des avions (A, B, C, D ou E) qui suivent ces mêmes trajectoires. Ces catégories sont définies en fonction des vitesses d'approche des avions et reprises dans les publications aéronautiques (cartes IAC).

La dénomination retenue pour la description des trajectoires doit être la même que celle figurant dans les tableaux de répartition du trafic (cf. 3.2).

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

Comme pour les infrastructures, les données sur les trajectoires sol doivent être fournies dans un système géodésique unique, WGS-84 dans la grande majorité des cas.

Profils de vol

Il appartient à la personne en charge de la modélisation de retenir les profils de vol les plus représentatifs des opérations aériennes qu'elle souhaite modéliser (cf. 4).

Il est néanmoins indispensable de recenser, dès la phase de recueil des données, les procédures opérationnelles de l'aérodrome ayant un impact sur les profils de vol (taux de montée minimum imposé pour une trajectoire particulière, altitude des tours de piste,...) ainsi que les activités particulières (entraînement aérien, parachutisme, voltige...) qui peuvent nécessiter la création de profils de vol spécifiques.

3.4 La météorologie

En règle générale et sauf conditions climatiques particulières, les conditions atmosphériques standards ISA sont celles retenues pour la modélisation :

- température: 15 °C,
- pression : 760 mm Hg/1013 hPa,
- humidité: 70 %,
- vent debout : 14,8 km/h (8 nœuds) .

Pour les aérodromes situés dans une zone de climat atypique, une correction de température, de pression ou d'hygrométrie pourra être appliquée sur la base de données climatologiques locales.

Il est donc utile de vérifier, préalablement à la modélisation, les conditions atmosphériques locales.

3.5 La topographie

La topographie aux environs de l'aérodrome peut avoir un impact sur les niveaux sonores (variation de la distance source – récepteur, effets de masques, réflexions). Même si tous ces effets ne sont nécessairement pris en compte intégralement dans tous les modules de calcul (cf. partie 4), il est recommandé de disposer d'un modèle numérique de terrain des environs de l'aérodrome pour pouvoir estimer, même partiellement, l'impact du relief sur la propagation du son.

3.6 Les données de population

Les seules données démographiques légales sont les chiffres diffusés par l'INSEE. Ces données sont actuellement disponibles à l'échelle de la commune, des IRIS (Ilots Regroupés selon des Indicateurs Statistiques) et des îlots.

Il est prévu que le périmètre de l'îlot disparaisse à l'horizon 2008 dès que le nouveau système de recensement de l'INSEE sera effectif. Le périmètre de référence sera alors l'IRIS (découpage en quartier, d'environ 2000 habitants, des communes de plus de 5000 habitants).

A minima, la base de données numérisée « IRIS 2000 » est indispensable pour tout exercice de décompte de population.

Sur certains territoires densément peuplés, certains organismes détiennent des données de population à des échelles plus intéressantes que les périmètres INSEE. Ces données sont issues des données INSEE puis traitées dans le détail à partir de recoupement entre diverses bases de données.

C'est le cas en région parisienne où l'IAURIF (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile de France) a développé un SIG régional couvrant de nombreuses thématiques dont la démographie et comportant des informations sur la densité moyenne de population à des échelles plus petites que les périmètres techniques de l'INSEE. De telles données, lorsqu'elles existent, sont intéressantes pour l'estimation des populations exposées au bruit.

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

3.7 Les données cartographiques et géographiques

Le choix du fond de plan géoréférencé dépend en grande partie de l'objet et de l'échelle de la carte de bruit. Le *Scan 25*[®] de l'IGN est bien adapté aux cartes réalisées à l'échelle 1 : 25 000 et est utilisé en règle générale pour les PEB, PGS, EGS et cartes en L_n des grands aéroports.

L'IGN a développé plusieurs bases de données géographiques (*Bd Carto*[®], *Bd Ortho*[®], *Bd Topo*[®]) qui comportent plus ou moins d'informations sur le bâti et l'occupation des sols et peuvent être utilisées pour l'exploitation des cartes de bruit (estimation du nombre de logements, de la population et du nombre d'établissements d'enseignement et de santé situés dans les courbes de bruit par exemple).

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

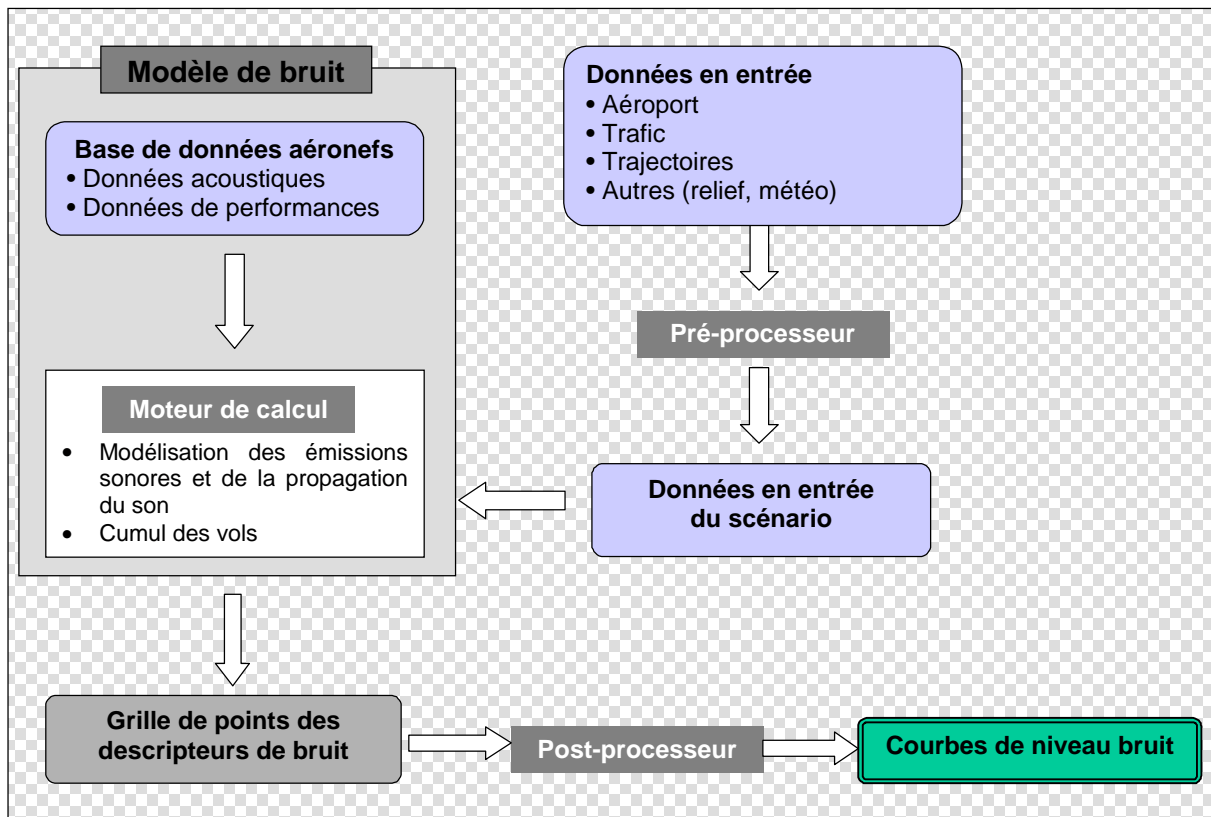
4 METHODE DE PRODUCTION DES CARTES DE BRUIT

4.1 Calcul des niveaux de bruit

Pour les cartes dont elle a la charge (PEB, PGS, EGS et CSB des grands aéroports), la DGAC a fait le choix d'utiliser le logiciel INM (Integrated Noise Model) développé par l'administration américaine de l'aviation civile (FAA).

Les agglomérations sont libres pour la production des cartes stratégiques de bruit d'utiliser un autre logiciel, si elles le souhaitent, pour la production des cartes de bruit aérien dont elles ont la charge. A minima, elles sont néanmoins dans l'obligation réglementaire d'appliquer une méthode conforme à la méthode de segmentation définie dans le document 29 de la CEAC, version 1997 [2]

Une version révisée du document 29 de la CEAC a été adoptée en 2005 [1]. La méthode décrite ci-dessous s'appuie sur cette version actualisée du document 29 de la CEAC qui est actuellement le document de référence en matière de modélisation du bruit des avions. Cette méthode est indépendante du logiciel retenu. Quelques encarts spécifiques au logiciel INM sont identifiés de manière distincte.



A partir des données d'entrée du scénario (cf. 3. Données nécessaires à la production des cartes de bruit), le module de bruit calcule les niveaux de bruit en des points discrets d'une grille de calcul prédéfinie. Ces valeurs sont ensuite les données entrantes d'un post-processeur qui génère des courbes isophones.

Le modèle de bruit est constitué de deux composantes : une base de données aéronaves qui comportent des données acoustiques et de performance spécifiques à chaque avion et un moteur de calcul qui est le programme informatique qui modélise les émissions sonores et les phénomènes physiques de propagation du son.

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

4.1.1 La base de données aéronefs

La base de données européenne ANP (Aircraft Noise and Performance Database) est celle citée dans les textes français de transposition de la directive européenne sur l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement (article 2 (II, 2°) de l'arrêté du 4 avril 2006). Cette base de données publique est disponible sur Internet (www.aircraftnoisemodel.org). Elle ne comprend pas de données relatives aux hélicoptères ni aux avions militaires qui ne sont pas inclus dans le champ d'application du document 29 de la CEAC.

Elle comporte, pour les avions documentés, l'ensemble des données acoustiques et de performance nécessaires à la modélisation du bruit par la méthode de segmentation (cf. 4.1.2. Le moteur de calcul).

Données acoustiques :

- courbes d'atténuation du bruit en fonction de la distance (distance mesurée perpendiculairement à la trajectoire de l'avion de 200 à 25 000ft) et du régime moteur (courbes NPD) pour chaque configuration de vol (arrivée, départ) et pour chaque descripteur de bruit (L_{Amax} , SEL, EPNL...). Ces données sont calculées pour des conditions standard de pression (1013hPa), d'absorption atmosphérique du son (atmosphère AIR 1845), de vent (inférieur à 15kt) et pour une vitesse de référence de l'aéronef de 160kt. Elles prennent en compte la répartition spectrale des émissions;
- tableau des classes spectrales par bandes de tiers d'octaves de 50Hz à 10 000Hz pour l'approche et le décollage.

Données de performance :

- tableau des coefficients aérodynamiques et des coefficients de propulsion et de traction des moteurs ;
- tableau des profils de vol des avions (vitesse, altitude, régime moteur) définis par procédures ou par points fixes pour les phases d'atterrissage et de décollage.

La base de données associée au logiciel INM est compatible avec la base de données ANP et comporte, en plus des données de l'ANP sur les avions civils, des données sur certains hélicoptères, sur des avions militaires (essentiellement américains à ce jour) et sur des avions génériques fictifs d'aviation générale (COMJET, COMSEP, GASEPF et GASEPV).

Choix des hypothèses de substitutions et des groupements d'aéronefs

Les bases de données aéronefs disponibles (ANP pour les avions civils et INM pour les hélicoptères et les avions militaires) ne couvrent pas la totalité des combinaisons type/série/motorisation pour tous les aéronefs en service : il est donc souvent nécessaire de procéder à des substitutions les plus pertinentes possibles en fonction des données disponibles.

La base de données est, en règle générale, assez complète pour les avions commerciaux standard et des propositions de substitutions sont souvent prédéfinies : une liste indicative de substitution pour les principaux avions accueillis en France mais non documentés dans la base ANP est jointe en annexe F.

Pour les aéronefs d'aviation générale, peu d'avions sont documentés dans la base de données et il est la plupart du temps inévitable d'avoir recours à des substitutions.

De plus, pour les scénarios prévisionnels, le manque d'informations précises sur la typologie de la flotte aux horizons d'étude amène la plupart du temps la personne responsable de la modélisation à procéder à des groupements d'aéronefs.

Les paramètres à prendre en compte pour les substitutions comme pour les groupements d'aéronefs sont, dans la mesure du possible :

- la masse maximale au décollage ;
- le constructeur ;
- la motorisation : nombre et type de moteurs (turbo-réacteurs, turbo-propulseurs ou moteurs à pistons), taux de dilution, emplacement des réacteurs (arrière du fuselage ou sous la voilure), génération, motoriste,...
- les caractéristiques acoustiques (données issues de la certification acoustique, mesures de bruit disponibles) ;

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

- les performances (notamment rapport poids-poussée pour s'assurer de la pertinence de la substitution des profils de vol).

Une attention particulière doit être bien entendu portée sur les aéronefs qui contribuent de façon notable au niveau de bruit total. Pour ces derniers, il convient de concentrer les efforts de modélisation et d'éviter dans la mesure du possible les substitutions et groupements simplificateurs.

A l'inverse, des substitutions et des groupements plus approximatifs pour les avions non significatifs en terme de bruit (aéronefs d'aviation générale par exemple) ne remettent généralement pas en question la précision des études et peuvent réduire de manière importante le temps requis pour la modélisation.

Lorsque certains aéronefs qui contribuent de façon notable au niveau d'exposition au bruit global autour d'un aéroport ne sont pas documentés dans la base de données, la CEAC recommande [1] tout d'abord de sélectionner au mieux l'avion de substitution en prenant notamment en compte les données sur les profils de vol puis d'ajuster le nombre de mouvements en appliquant une méthode d'équivalence acoustique sur la base des niveaux de bruit certifiés.

Ces ajustements prennent la forme du nombre équivalent d'opérations $N = 10^{\Delta L/10}$ où ΔL correspond à la différence entre les niveaux de bruit certifiés de l'avion manquant et de l'avion de substitution. Ainsi, si le niveau acoustique certifié de l'avion manquant est supérieur de 3dB à celui de l'avion de substitution retenu, chaque mouvement de l'avion manquant sera modélisé par deux mouvements de l'avion de substitution ($N=2$).

Il convient dans ce cas de bien dissocier les arrivées des départs (données de certification distinctes) et de s'assurer que les conditions de certification acoustique des deux aéronefs sont identiques et donc comparables.

Choix des profils de vol de décollage

Les bases de données sur les émissions sonores des aéronefs comportent des informations sur les performances de chaque type d'aéronef dont des profils de vol type pour chaque configuration (arrivée, départ).

En règle générale, pour un aéronef donné, un seul profil type est défini pour l'approche. A l'inverse, plusieurs profils de vol type de décollage existent la plupart du temps pour les plus gros avions commerciaux. Il convient de retenir les profils de décollage qui reflètent le mieux les opérations aériennes qu'ils sont censés représenter.

Le choix du profil de décollage type le plus adéquat dépend des conditions atmosphériques, de la masse opérationnelle de l'aéronef au décollage et des éventuelles procédures opérationnelles particulières en vigueur sur l'aéroport étudié :

- taux de montée imposé le long d'une trajectoire pour respecter les marges de franchissement d'obstacles ou limiter les nuisances sonores dans une zone sensible (pour les opérations nocturnes par exemple) ;
- procédures de moindre de bruit recommandées par l'OACI appliquées sur l'aéroport ;
- volumes de protection environnementale publiés¹².

La masse d'un avion au décollage dépend de la quantité de carburant emporté et donc de la longueur de l'étape prévue.

¹² « Volume de protection environnementale » : volume de l'espace aérien associé à une procédure de départ ou d'arrivée dans lequel le vol doit être contenu pour des raisons environnementales.

La création de volumes de protection environnementale sur un aéroport est une restriction d'usage instituée par arrêté ministériel et qui peut donner lieu à des sanctions administratives.

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

ACFT_ID	N° profil de décollage	Plage de longueur de trajet (NM X 1000)	Masse au décollage (lb)
A320	1	0-0.5	135700
A320	2	0.5-1	141900
A320	3	1-1.5	148300
A320	4	1.5-2.5	158300
A320	5	2.5-3.5	162000

Exemple de tableau de masse par défaut de la base de données ANP

En l'absence :

- de procédures d'exploitation particulières sur l'aérodrome comme un taux de montée minimum fixé pour l'utilisation d'une trajectoire particulière
- de conditions atmosphériques atypiques (moyenne des températures élevée par exemple)
- et de données précises sur les masses opérationnelles des aéronefs et/ou les longueurs des étapes,

la masse au décollage retenue pour la détermination du profil de vol par défaut est fixée au niveau international à 85% de la masse maximale au décollage (cf. circulaire 205 de l'OACI [5]).

Dans le cas d'activités particulières (exercices d'entraînement civil ou militaire par exemple) pouvant avoir un impact sur les courbes de bruit, les profils type définis dans la base de données ne permettent pas toujours de représenter fidèlement la réalité des opérations aériennes que l'on souhaite modéliser.

Dans ce cas, il peut s'avérer nécessaire d'ajuster certains paramètres des profils type comme l'altitude des tours de piste voire même de créer de nouveaux profils à partir de ceux disponibles, par exemple en vue de la modélisation d'un tour de piste à partir d'un profil type de décollage et d'un profil type d'atterrissage. En l'absence de données constructeurs, certaines opérations sur les profils standard comme la création d'un palier ou la modification d'une pente doivent être entreprises avec grande précaution étant donnée la forte interaction entre les paramètres pente/vitesse/régime/volets...

4.1.2 Le moteur de calcul

La méthode de segmentation

En l'état actuel des connaissances, la méthode dite « de segmentation » - méthode intermédiaire entre les modèles simples (calcul de la plus courte distance à la trajectoire de vol) et les simulations intégrales - est le meilleur compromis coût/efficacité/faisabilité/précision pour calculer des courbes de bruit autour des aéroports. Cette méthode est d'ailleurs celle retenue dans la 3^{ème} édition du document 29 de la CEAC, dans la directive européenne 2002/49 et dans les textes français de transposition de cette directive.

La méthode de segmentation consiste tout d'abord à découper la trajectoire d'un avion en plusieurs segments droits le long desquels l'altitude, la vitesse et la puissance de l'avion restent constantes et à déterminer pour chaque segment le point d'approche perpendiculaire le plus proche du récepteur. L'étape suivante consiste à évaluer la contribution de chaque segment au niveau d'exposition au bruit induit par le passage de l'avion à partir de la distance source-récepteur au sol, des données bruit-puissance-distance de l'avion, de la directivité latérale et longitudinale de la source et de l'atténuation latérale du bruit (effet de sol). Les « fractions de bruit » des segments significatifs (ie ceux qui contribuent de manière significative au niveau de bruit généré par le passage de l'avion) sont additionnées.

La méthode et les algorithmes pour le calcul des niveaux sonores induits par chaque passage d'avion sont décrits dans le détail dans le volume 2 du document 29 de la CEAC [1].

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

La valeur de l'indice L_{den} (ou L_n) est finalement obtenue par sommation énergétique des niveaux sonores calculés pour chaque passage d'avion en affectant (pour le L_{den} exclusivement) les pondérations prédéfinies pour les trois périodes jour/soirée/nuit.

Modélisation de la dispersion latérale des trajectoires sol

Les méthodes de prise en compte de la dispersion latérale des trajectoires dépendent du type de données utilisées pour la description des trajectoires (cf. 3.3 Les trajectoires et les profils de vol).

En cas de description géométrique de trajectoires nominales théoriques à partir des publications aéronautiques, il est recommandé en particulier pour le décollage de prendre en compte une dispersion type en définissant des sous-trajectoires de part et d'autre de la trajectoire nominale et en répartissant les mouvements d'aéronefs entre la trajectoire nominale et les sous-trajectoires suivant une fonction de distribution statistique (généralement de type gaussienne).

En cas d'exploitation des données radar, deux cas de figure sont envisageables :

- Les données sont directement intégrées dans le calcul des niveaux de bruit et la dispersion des trajectoires est donc automatiquement prise en compte.
- Les données sont utilisées à des fins statistiques (calcul de la trajectoire centrale nominale et de la largeur de la bande de dispersion) et le phénomène de dispersion est pris en compte en répartissant le trafic perpendiculairement à la trajectoire centrale dans la largeur de la bande prédéfinie et suivant une distribution théorique ou observée commune ou non à tous les types d'avions.

La définition des hypothèses de dispersion doit prendre en compte le contexte local de l'aérodrome : définition de volumes de protection environnementale (VPE), précision des aides à la navigation, nature des procédures, vents dominants,...

En règle générale, les angles des cônes de dispersion sont plus importants pour les décollages que pour les atterrissages. En l'absence de données spécifiques à l'aérodrome étudié sur la dispersion latérale, les valeurs standard proposées par la CEAC [1] pour la définition des cônes de dispersion peuvent être utilisées.

La dispersion latérale des trajectoires entraîne le plus souvent un phénomène de raccourcissement des courbes combiné à un gonflement aux extrémités des courbes de bruit.

Définition des paramètres de calcul en fonction des indices

Les indices L_{den} et L_n ne sont pas nécessairement paramétrés par défaut dans les outils de modélisation du bruit.

Dans le cas où l'utilisateur doit les définir lui-même, les paramètres ci-dessous doivent être appliqués.

Indice	L_{den}	L_n
Pondération fréquentielle	Pondération A	Pondération A
Type	Exposition	Exposition
Coefficient de jour	1	0
Coefficient de soirée	3.16 ($=10^{5/10}$)	0
Coefficient de nuit	10 ($=10^{10/10}$)	1
Constante de temps (10log (T))¹³	49.37 ($=10\log[24 \times 60 \times 60]$)	44.59 ($=10\log[8 \times 60 \times 60]$)

¹³ Ces valeurs des constantes de temps sont associées à un trafic journalier. Dans le cas où le trafic saisi est annuel, les constantes de temps sont $10\log [365 \times 24 \times 60 \times 60]$ en L_{den} et $10\log [365 \times 8 \times 60 \times 60]$ en L_n

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

Prise en compte de la météorologie

Même si les conditions météorologiques peuvent affecter directement la propagation du son dans l'atmosphère, en pratique, le calcul des courbes de bruit repose sur des conditions météorologiques moyennes et n'est pas affiné en fonction de la période de la journée et de l'année où se produit l'événement acoustique modélisé. Une telle approximation peut certes induire ponctuellement des différences importantes entre le résultat de la modélisation et la réalité à un moment précis, mais a des effets limités et acceptables pour le calcul d'indices de bruit cumulatifs qui s'appuient sur des niveaux sonores moyens sur une année.

Il est conseillé d'ajuster les données NPD en tenant compte des coefficients d'absorption atmosphérique spécifiques aux conditions météorologiques moyennes locales de l'aérodrome étudié : la méthode d'ajustement des courbes NPD est détaillée dans le document 29 de la CEAC [1].

INM ajuste automatiquement les courbes NPD aux conditions météorologiques moyennes locales lorsque la case « modify NPD curves » est cochée par l'utilisateur.

Outre l'impact sur les phénomènes de propagation du son, les conditions météorologiques peuvent aussi avoir des effets significatifs sur les performances des avions à prendre en compte pour le choix des profils de vol au décollage (cf. 4.1.1).

Prise en compte de la topographie

S'agissant de l'impact de la topographie des alentours de l'aérodrome sur la propagation du son, il est recommandé de prendre en compte dans le calcul, à minima, la variation de la distance entre la source de bruit (l'avion) et le récepteur au sol induite par le relief.

4.2 Exportation et mise en forme des cartes sous SIG

Les courbes de bruit doivent être exportées depuis le logiciel de modélisation vers le logiciel SIG retenu (*Mapinfo*[®], *Géoconcept*[®], *Arc View*[®] ...) dans le système géodésique WGS-84.

La projection associée lors du traitement sous SIG doit être cohérente avec les éléments de géoréférencement du fond de plan retenu (projection Lambert I, II, III, IV, II étendue ou 93 en France métropolitaine pour les cartes IGN par exemple).

Présentation harmonisée des plans

Les informations suivantes doivent, a minima, figurer sur chaque carte produite :

- service responsable de la modélisation
- nom de l'aérodrome
- titre du plan en fonction du type de carte et de l'état d'avancement de l'étude
- nombre de mouvements totaux et horizon d'étude
- date d'élaboration du plan
- numéro du plan : Type d'étude / Service responsable / Code OACI de l'aérodrome / N de l'étude
- échelle
- légende : indices limites des zones de bruit
- liste de contrôle (exemple joint en annexe)

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

Type de carte	Phase d'avancement	Titre	Abréviation
Plan d'exposition au bruit	Etude amont	Simulation de plan d'exposition au bruit	SIM
	Plan présenté en CCE pour le choix des indices	Avant-projet de plan d'exposition au bruit	APPEB
	Plan soumis à l'enquête publique	Projet de plan d'exposition au bruit	PPEB
	Plan approuvé	Plan d'exposition au bruit	PEB
Plan de gêne sonore	Etude amont	Simulation de plan de gêne sonore	SIM
	Plan soumis aux communes, à la CCE et à l'ACNUSA	Projet de plan de gêne sonore	PPGS
	Plan approuvé	Plan de gêne sonore	PGS
Etude de gêne sonore		Etude de gêne sonore	EGS
Carte stratégique de bruit en L_n		Carte stratégique de bruit en L_n	CSB

Type d'études	Exemples de numérotation
APPEB	APPEB/STAC/ACE/LFSI/3
PGS	PGS/SSBA-SE/LFMN/2
EGS	EGS/DAC-O/LFRS/4
CSB	CSB/BE-XX/LFCL/1

Les zones de bruit des CSB doivent être représentées par une couleur conforme à la norme NF S 31 130.

Cette norme ne s'applique pas aux autres cartes de bruit aérien : un exemple de code couleur pour les PEB est présenté en annexe.

4.3 Estimation de la population dans les zones de bruit

Une estimation du nombre de personnes vivant dans les zones de bruit est requise pour les PGS et les CSB et est parfois réalisée pour les PEB.

Plusieurs méthodes, plus ou moins complexes, existent pour procéder à l'estimation des personnes exposées, mais toutes reposent sur un recoupement entre des données de population (cf. 3.6), des données géographiques (cf. 3.7) et les courbes de bruit.

Le choix d'une méthode plutôt qu'une autre varie en fonction du type de carte (échelle, précision attendue), des caractéristiques du territoire impacté (densité de population, morphologie du bâti...) et du temps disponible.

Quatre exemples de méthodes sont présentés ci-dessous :

- Méthode 1 : estimation de la population exposée au bruit à partir des données INSEE et au prorata de la surface des courbes de bruit.

Cette méthode très simple suppose une équipartition des populations sur l'ensemble d'un périmètre de recensement donné (îlot, IRIS ou commune). Elle ne nécessite pas de base de données géographiques particulières, un logiciel SIG suffit pour le calcul des surfaces. Elle consiste simplement à affecter la population d'un périmètre connu (îlot, IRIS ou commune) à la zone de bruit proportionnellement à la surface commune au périmètre INSEE et à la zone de bruit. Cette méthode grossière est déconseillée dans les zones où la densité de population et le type de bâti ne sont pas homogènes.

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

- Méthode 1bis : estimation de la population exposée au bruit à partir de données de population locales précises et au prorata de la surface des courbes de bruit

L'utilisation de la méthode surfacique (méthode 1) à partir de données de population définies à une échelle plus précise que les périmètres INSEE comme celles disponibles auprès de l'IAURIF (cf. 3.6) est, à l'évidence, nettement plus intéressante qu'avec les périmètres INSEE (îlots, IRIS, communes). L'application de cette méthode est néanmoins conditionnée par l'existence et la disponibilité de tels SIG locaux¹⁴.

- Méthode 2 : estimation de la population exposée au bruit à partir des données INSEE et proportionnellement aux surfaces bâties (définition de taches urbaines)

Cette méthode suppose une répartition homogène de la population sur la surface bâtie du périmètre de recensement considéré. Une fois les zones bâties identifiées à partir d'une base de données géographiques (couche occupation du sol de la *Bd Carto*[®] par exemple) ou à la main par l'opérateur, la méthode consiste à affecter à la surface bâtie du périmètre de recensement la totalité de la population du dit périmètre, puis à comptabiliser les surfaces bâties comprises dans les zones de bruit. Cette méthode assez simple donne, en règle générale de meilleurs résultats que la méthode 1 et est bien adaptée aux zones rurales, peu densément peuplées.

- Méthode 3 : estimation de la population exposée au bruit à partir des données INSEE et proportionnellement à la surface des bâtiments en tenant compte du nombre d'étages des bâtiments

Cette méthode nécessite une base de données vectorielle, comme la *Bd Topo*[®] de l'IGN.

Une fois la hauteur et le nombre d'étages des bâtiments estimés à partir du MNT de la base de données vectorielle, le nombre d'habitants est estimé au prorata de la surface développée de chaque bâtiment (surface au sol x nombre d'étages).

Cette méthode, plus complexe que les précédentes, permet d'aboutir, en règle générale, à de meilleures estimations de la population dans les secteurs densément peuplés et est donc recommandée sur les grands aéroports pour les décomptes de population en zone urbaine.

Le STAC a développé en collaboration avec l'IGN l'outil *HERA*[®] utilisable avec le SIG *Mapinfo*[®], la *Bd Topo*[®] de l'IGN et la base *Ilots*[®] de l'INSEE. Ce logiciel automatise en partie cette méthode complexe de décompte de population dans les zones de bruit autour des aéroports.

Cette méthode est celle retenue la plupart du temps par la DGAC pour les PEB, PGS et CSB sur les grands aéroports¹⁵.

¹⁴ A ce jour, seule l'Ile de France est couverte par un SIG de ce type.

¹⁵ aéroports répondant au critère ACNUSA (plus de 20 000 mouvements annuels de plus de 20t) et/ou au critère grands aéroports de la directive 2002/49 (plus de 50 000 mouvements annuels) hors aéroports d'Ile de France. Pour ces derniers, les décomptes de population s'appuient sur le SIG de l'IAURIF (méthode 1bis).

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

ANNEXE A : Liste des principaux textes réglementaires

Cette liste volontairement limitée n'est pas exhaustive.

PEB

- Code de l'urbanisme, partie législative, articles L147-1 à L147-8
- Code de l'urbanisme, partie réglementaire, articles R147-1 à R147-11
- Code de l'environnement, partie législative, article L571-13 (commission consultative de l'environnement)
- Arrêté du 28 mars 1988 modifié fixant la liste des aérodromes non classés en catégorie A, B ou C devant être dotés d'un plan d'exposition au bruit

PGS

- Code de l'environnement, partie législative, article L571-14 à L571-16
- Code général des impôts, article 1609 quater viciés A
- Décret n°94-236 du 18 mars 1994 relatif aux modalités d'établissement des plans de gêne sonore, modifié par le décret n°97-607 du 31 mai 1997, le décret no 98-335 du 30 avril 1998, le décret n°2000-415 du 16 mai 2000, le décret n° 2002-626 du 26 avril 2002.

EGS

- Circulaire 1870 SBA/6 du 8 mai 1979

CSB

- Directive 2002/49 du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement
- Code de l'environnement, partie législative, chapitre II, articles L572-1 à L572-11
- Décret n°2006-361 du 24 mars 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement et modifiant le code de l'urbanisme
- Code de l'urbanisme, partie réglementaire, article R147-5-1
- Arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement
- Arrêté du 3 avril 2006 fixant la liste des aérodromes mentionnés au I de l'article R 147-5-1 du code de l'urbanisme

Autres textes

- Code de l'aviation civile, partie législative, articles L227-1 à L227-10
- Code de l'aviation civile, partie réglementaire, article R227-1 à R227-8

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

ANNEXE B : Glossaire

ACNUSA	autorité de contrôle des nuisances sonores aéroportuaires
AIP	<i>aeronautical information publication</i> : publication d'information aéronautique
ALAT	aviation légère de l'armée de terre
ANP	<i>aircraft noise and performance</i> (base de données européenne)
APP	approche
APPM	avant-projet de plan de masse
ARR	arrivée
ARP	<i>airport reference point</i> : point de référence de l'aérodrome
CEAC	conférence européenne de l'aviation civile
CCE	commission consultative de l'environnement
COMALAT	commandement de l'aviation légère de l'armée de terre
CSB	carte stratégique de bruit au sens de la directive européenne 2002/49
CLN	certificat de limitation de nuisances
CTR	zone de contrôle
DEP	départ
DAC	direction de l'aviation civile
DAST	direction des affaires stratégiques et techniques
DCSID	direction centrale du service d'infrastructure de la défense
DGAC	direction générale de l'aviation civile
DME	<i>distance measurement equipment</i> : dispositif de mesure de distance
DSNA	direction des services de la navigation aérienne
EGS	étude de gêne sonore
EMAA	état major de l'armée de l'air
EMM	état major de la marine
FT	<i>foot</i> : pied (= 0.3048m)
HERA	habitants et résidences autour des aéroports
Hz	Hertz
IAC	<i>instrument approach chart</i> : cartes d'approche et d'atterrissage aux instruments
IAURIF	institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile de France
IFR	<i>instruments flight rules</i> : règles de vol aux instruments
ILS	<i>instrument landing system</i> : système d'atterrissage aux instruments
IGN	institut géographique national
INM	<i>integrated noise model</i>
INSEE	institut national de la statistique et des études économiques
IRIS	îlots regroupés selon des indicateurs statistiques (périmètre technique défini par l'INSEE)
ISA	<i>international standard atmosphere</i> : atmosphère type internationale
KT	knot: nœud (= 1.852 km/h)
Log	logarithme base 10
MNT	modèle numérique de terrain
MTOW	<i>maximum take off weight</i> : masse maximum au décollage
MVI	manœuvre à vue imposée
MVL	manœuvre à vue libre
NDB	<i>non-directional radio beacon</i> : radiophare non directionnel
NM	<i>nautical mile</i> : mille marin (= 1852m)
NPD	<i>noise power distance</i>
NTF	nouvelle triangulation de la France
OACI	organisation de l'aviation civile internationale
OPAS TMA	outil de planification ATM et simulation
OVF	<i>over flight</i> : survol
PEB	plan d'exposition au bruit
PGS	plan de gêne sonore
QFE	pression atmosphérique à l'altitude de l'aérodrome
QFU	direction magnétique de la piste
QNH	calage altimétrique requis pour lire une fois au sol l'altitude de l'aérodrome
RWY	<i>runway</i> : piste
SEL	<i>sound exposure level</i> : niveau d'exposition au bruit (ou LAE)

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

SIA	service de l'information aéronautique
SID	<i>standard instrument departure</i> : départ normalisé aux instruments
SIG	système d'information géographique
STAC	service technique de l'aviation civile
STAR	<i>standard instrument arrival</i> : arrivée normalisée aux instruments
STR	système de traitement radar
TDP	tour de piste
TGO	<i>touch & go</i>
TMA	<i>terminal control area</i> : région terminale de contrôle
VAC	<i>visual approach and landing chart</i> : carte d'approche et d'atterrissage à vue
VFR	<i>visual flight rules</i> : règles de vol à vue
VOR	<i>VHF omni directional radio range</i> : radiophare omnidirectionnel VHF
VPE	volume de protection environnementale
WGS-84 référence)	<i>world geodetic system</i> : système géodésique mondial de référence (associé à 1984 : année de référence)

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

ANNEXE C : Références bibliographiques

- [1] *Rapport sur la méthode normalisée de calcul des courbes de niveau de bruit autour des aéroports civils (document 29)*
Conférence Européenne de l'Aviation Civile, 3^{ème} édition, décembre 2005
- [2] *Rapport sur la méthode normalisée de calcul des courbes de niveau de bruit autour des aéroports civils (document 29)*
Conférence Européenne de l'Aviation Civile, 2^{ème} édition, 1997
- [3] *Plans d'exposition au bruit et plans de gêne sonore, méthodologie d'élaboration*
Service technique des Bases aériennes, juillet 2003
- [4] *Normes et pratiques recommandées internationales, Protection de l'environnement, Annexe 16, Volume 1, Bruit des aéronefs*
Organisation de l'Aviation Civile Internationale, 3^{ème} édition, juillet 1993
- [5] *Méthode recommandée pour le calcul des courbes de niveau de bruit au voisinage des aéroports, Circulaire OACI 205/AN0/1/25*
Organisation de l'Aviation Civile Internationale, 1988
- [6] *Comment réaliser les cartes de bruit stratégiques en agglomération, mettre en œuvre la directive 2002/49/CE*
Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU), juillet 2006
- [7] *Méthodes d'estimations de population : comparaisons et seuils de validité*
Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU), janvier 2006

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

ANNEXE D : Avions documentés dans la base de données ANP

Code avion ANP	Désignation	Moteurs	Nb. Moteurs	MTOW (t)	Stage (*)	Groupe
1900D	Beech 1900D / PT6A67 (**)	T	2	7,7	1	COM
707	Boeing 707-120/JT3C	J	4	137,2	1	COM
707120	Boeing 707-120B/JT3D-3	J	4	137,2	1	COM
707320	Boeing 707-320B/JT3D-7	J	4	151,5	1	COM
707QN	Boeing 707-320B/JT3D-7QN	J	4	151,5	2	COM
717200	Boeing 717-200/BR 715	J	2	54,9	3	COM
720	Boeing 720/JT3C	J	4	101,4	1	COM
720B	Boeing 720B/JT3D-3	J	4	106,1	1	COM
727100	Boeing 727-100/JT8D-7	J	3	76,9	1	COM
727200	Boeing 727-200/JT8D-7	J	3	98,7	1	COM
727D15	Boeing 727-200/JT8D-15	J	3	94,3	1	COM
727D17	Boeing 727-200/JT8D-17	J	3	94,3	2	COM
727EM1	FEDX 727-100/JT8D-7	J	3	76,9	3	COM
727EM2	FEDX 727-200/JT8D-15	J	3	94,3	3	COM
727Q15	Boeing 727-200/JT8D-15QN	J	3	94,3	2	COM
727Q7	Boeing 727-100/JT8D-7QN	J	3	76,9	2	COM
727Q9	Boeing 727-200/JT8D-9	J	3	86,6	2	COM
727QF	UPS 727100 22C 25C	J	3	76,7	3	COM
737	Boeing 737/JT8D-9	J	2	49,4	1	COM
737300	Boeing 737-300/CFM56-3B-1	J	2	61,2	3	COM
7373B2	Boeing 737-300/CFM56-3B-2	J	2	63,3	3	COM
737400	Boeing 737-400/CFM56-3C-1	J	2	68,0	3	COM
737500	Boeing 737-500/CFM56-3C-1	J	2	60,6	3	COM
737700	Boeing 737-700/CFM56-7B24	J	2	70,1	3	COM
737800	Boeing 737-800/CFM56-7B26	J	2	79,0	3	COM
737D17	Boeing 737-200/JT8D-17	J	2	56,2	2	COM
737N17	B737-200/JT8D-17 Nordam B737 LGW Hushkit	J	2	56,2	3	COM
737N9	B737/JT8D-9 Nordam B737 LGW Hushkit	J	2	49,4	3	COM
737QN	Boeing 737/JT8D-9QN	J	2	49,4	2	COM
747100	Boeing 747-100/JT9DBD	J	4	332,5	2	COM
74710Q	Boeing 747-100/JT9D-7QN	J	4	332,5	3	COM
747200	Boeing 747-200/JT9D-7	J	4	351,5	3	COM
74720A	Boeing 747-200/JT9D-7A	J	4	356,1	3	COM
74720B	Boeing 747-200/JT9D-7Q	J	4	362,9	3	COM
747400	Boeing 747-400/PW4056	J	4	396,9	3	COM
747SP	Boeing 747SP/JT9D-7	J	4	318,4	3	COM
757300	Boeing 757-300/RB211-535E4B	J	2	124,7	3	COM
757PW	Boeing 757-200/PW2037	J	2	115,7	3	COM
757RR	Boeing 757-200/RB211-535E4	J	2	115,7	3	COM
767300	Boeing 767-300/PW4060	J	2	184,6	3	COM
767400	Boeing 767-400ER/CF6-80C2B(F)	J	2	204,1	3	COM
767CF6	Boeing 767-200/CF6-80A	J	2	143,1	3	COM
767JT9	Boeing 767-200/JT9D-7R4D	J	2	159,2	3	COM
777200	Boeing 777-200ER/GE90-90B	J	2	297,6	3	COM
777300	Boeing 777-300/TRENT892	J	2	299,4	3	COM

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

A300	Airbus A300B4-200/CF6-50C2	J	2	165,1	3	COM
A30062	Airbus A300-622R/PW4158	J	2	170,5	3	COM
A310	Airbus A310-304/CF6-80C2A2	J	2	150,0	3	COM
A319	Airbus A319-131/V2522-A5	J	2	64,0	3	COM
A320	Airbus A320-211/CFM56-5A1	J	2	73,5	3	COM
A32023	Airbus A320-232/V2527-A5	J	2	73,5	3	COM
A32123	Airbus A321-232/IAE V2530-A5	J	2	89,0	3	COM
A330	Airbus A330-301/CF6-80 E1A2	J	2	212,0	3	COM
A33034	Airbus A330-343/RR TRENT 772B	J	2	230,0	3	COM
A340	Airbus A340-211/CFM 56-5C2	J	4	257,0	3	COM
BAC111	BAC111/SPEY MK511-14	J	2	40,6	2	COM
BAE146	BAE146-200/ALF502R-5	J	4	42,2	3	COM
BAE300	BAE146-300/ALF502R-5	J	4	44,2	3	COM
CNA441	CONQUEST II/TPE331-8	T	2	4,5	0	COM
CONCRD	CONCORDE/OLY593	J	4	181,4	0	COM
CVR580	CV580/ALL 501-D15	T	2	26,3	0	COM
DC1010	DC10-10/CF6-6D	J	3	206,4	3	COM
DC1030	DC10-30/CF6-50C2	J	3	259,5	3	COM
DC1040	DC10-40/JT9D-20	J	3	251,7	3	COM
DC3	DC3/R1820-86	P	2	12,7	0	COM
DC6	DC6/R2800-CB17	P	4	48,1	0	COM
DC820	DC-8-20/JT4A	J	4	144,1	1	COM
DC850	DC8-50/JT3D-3B	J	4	147,4	1	COM
DC860	DC8-60/JT3D-7	J	4	161,0	1	COM
DC870	DC8-70/CFM56-2C-5	J	4	161,0	3	COM
DC8QN	DC8-60/JT8D-7QN	J	4	161,0	2	COM
DC910	DC9-10/JT8D-7	J	2	41,1	1	COM
DC930	DC9-30/JT8D-9	J	2	51,7	1	COM
DC93LW	DC9-30/JT8D-9 w/ ABS Lightweight hushkit	J	2	51,7	3	COM
DC950	DC9-50/JT8D-17	J	2	54,9	2	COM
DC95HW	DC9-50/JT8D17 w/ ABS Heavyweight hushkit	J	2	54,9	3	COM
DC9Q7	DC9-10/JT8D-7QN	J	2	41,1	2	COM
DC9Q9	DC9-30/JT8D-9QN	J	2	51,7	2	COM
DHC6	DASH 6/PT6A-27	T	2	5,7	0	COM
DHC6QP	DASH 6/PT6A-27 Raisbeck Quiet Prop Mod	T	2	5,7	0	COM
DHC7	DASH 7/PT6A-50	T	4	18,6	3	COM
DHC8	DASH 8-100/PW121	T	2	15,6	3	COM
DHC830	DASH 8-300/PW123	T	2	19,5	3	COM
EMB120	Embraer 120 ER/ Pratt & Whitney PW118	T	2	12,0	3	COM
EMB145	Embraer 145 ER/Allison AE3007	J	2	20,6	3	COM
EMB14L	Embraer 145 LR / Allison AE3007A1	J	2	22,0	3	COM
F10062	F100/TAY 620-15	J	2	43,1	3	COM
F10065	F100/TAY 650-15	J	2	44,5	3	COM
F28MK2	F28-2000/RB183MK555	J	2	29,5	2	COM
F28MK4	F28-4000/RB183MK555	J	2	33,1	2	COM
HS748A	HS748/DART MK532-2	T	2	21,1	2	COM
L1011	L1011/RB211-22B	J	3	195,0	3	COM
L10115	L1011-500/RB211-224B	J	3	231,3	3	COM
L188	L188C/ALL 501-D13	T	4	52,6	0	COM
MD11GE	MD-11/CF6-80C2D1F	J	3	309,5	3	COM
MD11PW	MD-11/PW 4460	J	3	309,5	3	COM
MD81	MD-81/JT8D-217	J	2	63,5	3	COM
MD82	MD-82/JT8D-217A	J	2	67,8	3	COM

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

MD83	MD-83/JT8D-219	J	2	72,6	3	COM
MD9025	MD-90/V2525-D5	J	2	70,8	3	COM
MD9028	MD-90/V2528-D5	J	2	70,8	3	COM
SD330	SD330/PT6A-45AR	T	2	10,4	3	COM
SF340	SF340B/CT7-9B	T	2	12,4	3	COM
BEC58P	BARON 58P/TS10-520-L	P	2	2,8	0	GA
CIT3	CIT 3/TFE731-3-100S	J	2	9,1	3	GA
CL600	CL600/ALF502L	J	2	16,3	3	GA
CL601	CL601/CF34-3A	J	2	19,5	3	GA
CNA172	Cessna 172R / Lycoming IO-360-L2A	P	1	1,1	0	GA
CNA206	Cessna 206H / Lycoming IO-540-AC	P	1	1,6	0	GA
CNA20T	Cessna T206H / Lycoming TIO-540-AJ1A	P	1	1,6	0	GA
CNA500	CIT 2/JT15D-4	J	2	6,7	3	GA
CNA55B	Cessna 550 Citation Bravo / PW530A	J	2	6,7	0	GA
CNA750	Citation X / Rolls Royce Allison AE3007C	J	2	16,2	3	GA
COMJET	1985 BUSINESS JET (**)	J	2	8,7	1	GA
COMSEP	1985 1-ENG COMP (**)	P	1	1,1	0	GA
FAL20	FALCON 20/CF700-2D-2	J	2	13,0	2	GA
GASEPF	1985 1-ENG FP PROP (**)	P	1	1,0	0	GA
GASEPV	1985 1-ENG VP PROP (**)	P	1	1,4	0	GA
GII	Gulfstream GII/SPEY 511-8	J	2	29,4	2	GA
GIIB	Gulfstream GIIB/GIII - SPEY 511-8	J	2	31,6	2	GA
GIV	Gulfstream GIV-SP/TAY 611-8	J	2	33,8	3	GA
GV	Gulfstream GV/BR 710	J	2	41,1	3	GA
IA1125	ASTRA 1125/TFE731-3A	J	2	10,7	3	GA
LEAR25	LEAR 25/CJ610-8	J	2	6,8	2	GA
LEAR35	LEAR 36/TFE731-2	J	2	8,3	3	GA
M7235C	MAULE M-7-235C / IO540W (**)	P	1	1,1	0	GA
MU3001	MU300-10/JT15D-5	J	2	6,4	3	GA
PA28	PIPER WARRIOR PA-28-161 / O-320-D3G (**)	P	1	1,1	0	GA
PA30	PIPER TWIN COMANCHE PA-30 / IO-320-B1A (**)	P	2	1,6	0	GA
PA31	PIPER NAVAJO CHIEFTAIN PA-31-350 / TIO-5 (**)	P	2	3,2	0	GA
SABR80	NA SABRELINER 80	J	2	15,3	2	GA

P: Piston

T: Turbo propulseur

J: Jet

(*) Certains avions classés « chapitre 2 » dans la base de données ANP ont été remotorisés depuis leur certification initiale et ont été reclassés « chapitre 3 » par les autorités de certification. Les données d'émission dans la base de données ANP ne prenant pas nécessairement en compte ces évolutions, la classification acoustique initiale est maintenue.

(**) Au jour de la publication de ce guide, la base de données ANP ne comporte pas les 4 avions génériques fictifs d'aviation générale COMJET, COMSET, GASEPF et GASEPV de la base de données d'INM ainsi que le Piper PA28-161 Warrior (PA28), le Piper PA30 Twin Comanche (PA30), le Piper PA31-350 Navajo Chieftain (PA31), le Maule M-7-235C (M7235C) et le Raytheon Beech 1900D (1900D).

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

ANNEXE E : Liste d'aéronefs complémentaire à l'ANP : avions militaires et hélicoptères documentés dans INM

Code INM	avion	Désignation	Moteurs	Nb. Moteurs	MTOW (t)	Stage	Groupe
A10A		FAIRCHILD THUNDERBOLT II TF34-GE-100	J	2	22,7	0	MIL
A3		MCDONNELL DOUGLAS SKYWARRIOR J79-GE-8	J	2	36,3	0	MIL
A37		CESSNA DRAGONFLY J85-GE-17A	J	2	6,5	0	MIL
A4C		MCDONNELL DOUGLAS SKYHAWK J52-P-8A	J	1	11,1	0	MIL
A5C		J79-GE-10	J	2	36,3	0	MIL
A6A		GRUMMAN INTRUDER J52-P-8B	J	2	27,4	0	MIL
A7D		A-7D,E/TF-41-A-1	J	1	19,1	0	MIL
A7E		VOUGHT CORSAIR II TF41-A-2	J	1	19,1	0	MIL
AV8A		BAE HARRIER AV8A	J	1	0,0	0	MIL
AV8B		BAE HARRIER F402-RR-408	J	1	14,1	0	MIL
B1		ROCKWELL LANCER F101-GE-102	J	4	216,4	0	MIL
B2A		F118-GE-110	J	4	170,6	0	MIL
B52BDE		BOEING STRATOFORTRESS J57P-19W	J	8	190,5	0	MIL
B52G		BOEING STRATOFORTRESS J57-P-43WB	J	8	221,4	0	MIL
B52H		BOEING STRATOFORTRESS B52H	J	8	0,0	0	MIL
B57E		ENGLISH ELECTRIC CANBERRA J57-PW-P-5	J	2	24,9	0	MIL
BUCCAN		RR SPEY RB 168-1A	J	2	20,8	0	MIL
C118		MCDONNELL DOUGLAS LIFT PW R-2800-CB17	P	4	48,5	0	MIL
C119L		FAIRCHILD FLYING BOX CAR C119L	P	2	33,7	0	MIL
C12		BEECH SUPER KING AIR HURON PW PT6A-41	T	2	5,7	0	MIL
C121		C121	J	2	0,0	0	MIL
C123K		FAIRCHILD PW R-2800-99W AUX J85-GE17	P	2	27,2	0	MIL
C130		C-130H/T56-A-15	T	4	70,3	3	MIL
C130AD		LOCKHEED HERCULES T56-A15	T	4	79,4	0	MIL
C130E		C-130E/T56-A-7	T	4	70,3	0	MIL
C-130E		LOCKHEED HERCULES T56-A15 C130E	T	4	79,4	0	MIL
C130HP		LOCKHEED HERCULES C130HP	T	4	0,0	0	MIL
C131B		GENERAL DYNAMICS CV34 PW R-2800-99W	J	2	18,9	0	MIL
C135A		BOEING STRATOLIFTER PW J57-59W	J	4	136,1	0	MIL
C135B		BOEING STRATOLIFTER C135B	J	4	136,1	0	MIL
C137		JT3D-3B	J	4	146,1	0	MIL
C140		LOCKHEED JETSTAR TFE731-3	J	4	20,2	0	MIL
C141A		LOCKHEED STARLIFTER TF-33-P-7	J	4	155,3	0	MIL
C17		F117-PW-100	J	4	265,4	0	MIL
C18A		JT41-11	J	4	150,1	0	MIL
C-20		GULFSTREAM III MK611-8RR	J	2	33,8	0	MIL
C21A		LEARJET 35 TFE731-2-2B	J	2	8,3	0	MIL
C22		BOEING 727 TRS18-1	J	3	0,0	0	MIL
C23		PT6A-65AR	J	2	11,6	0	MIL
C5A		LOCKHEED GALAXY TF39-GE-1	J	4	348,8	0	MIL
C7A		DEHAVILLAND CARIBOU DHC-4A	P	2	0,0	0	MIL
C9A		MCDONNELL DOUGLAS DC9 JT8D-9	J	2	54,9	0	MIL
CANBER		2 RR AVON 109	J	2	24,9	0	MIL
DOMIN		BRISTOL SIDDELEY VIPER 521	J	2	9,3	0	MIL
E3A		BOEING SENTRY TF33-PW-100A	J	4	147,4	0	MIL

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

E4	BOEING 747 CF6-50E	J	4	362,9	0	MIL
E8A	JT3D-3B	J	4	152,4	0	MIL
EA6B	J52-P-408	J	2	29,5	0	MIL
F100D	ROCKWELL SUPER SABRE PW J57-P-21A	J	1	14,9	0	MIL
F101B	PW J57-P-55	J	2	23,8	0	MIL
F102	PW J57-P-23	J	1	14,3	0	MIL
F104G	LOCKHEED STARFIGHTER J79-GE-11A	J	1	13,1	0	MIL
F105D	PW J75-P-19W	J	1	24,0	0	MIL
F106	PW J57-P-17	J	1	18,8	0	MIL
F111AE	GENERAL DYNAMICS F111AE PW TF30-P-100	J	2	45,4	0	MIL
F111D	GENERAL DYNAMICS F111D	J	2	0,0	0	MIL
F-111F	GENERAL DYNAMICS F111F	J	2	0,0	0	MIL
F117A	F404-GE-F1D2	J	2	23,8	0	MIL
F14A	GRUMMAN TOMCAT TF30-P-414A	J	2	24,0	0	MIL
F14B	GRUMMAN TOMCAT F110-GE-400	J	2	33,7	0	MIL
F15A	MCDONNELL DOUGLAS EAGLE F100-PW-100	J	2	25,4	0	MIL
F15E20	MCDONNELL DOUGLAS EAGLE F100-PW-220	J	2	36,7	0	MIL
F15E29	MCDONNELL DOUGLAS EAGLE F100-PW-229	J	2	0,0	0	MIL
F16A	GENERAL DYNAMICS FALCON PW200	J	1	0,0	0	MIL
F16GE	GENERAL DYNAMICS FALCON F110-GE-100	J	1	19,2	0	MIL
F16PW0	GENERAL DYNAMICS FALCON F100-PW-220	J	1	19,2	0	MIL
F16PW9	GENERAL DYNAMICS F FALCON F100-PW-229	J	1	19,2	0	MIL
F-18	MCDONNELL DOUGLAS HORNET F404-GE-400	J	2	25,4	0	MIL
F18EF	Boeing F-18E/F / F414-GE-400	J	2	29,9	0	MIL
F4C	F-4C/J79-GE-15	J	2	23,6	0	MIL
F-4C	MCDONNELL DOUGLAS PHANTOM J79-6517A17	J	2	28,0	0	MIL
F5AB	NORTHROP TIGER J85-GE-13	J	2	9,3	0	MIL
F5E	NORTHROP TIGER J85-GE-21B	J	2	11,4	0	MIL
F8	VOUGHT F-8 CRUSADER PW J57-P-201	J	1	12,5	0	MIL
FB111A	GENERAL DYNAMICS FB111 PW TF30-P-100	J	2	45,4	0	MIL
HARRIE	BAE HARRIER AV8 RR PEGASUS 6	J	1	7,3	0	MIL
HAWK	RR ADOUR MK151	J	1	5,4	0	MIL
HS748	RR DART RDA7 MK 536-2	J	2	0,0	0	MIL
HUNTER	RR AVON RA28	J	1	10,9	0	MIL
JAGUAR	SEPECAT JAGUAR	J	2	15,5	0	MIL
JPATS	Raytheon T-6A Texan II / PT6A-68	T	1	2,9	0	MIL
KC10A	CFG-50C2	J	3	267,6	0	MIL
KC135	KC135A/J57-P-59W	J	4	136,1	0	MIL
KC-135	BOEING STRATOTANKER KC135R F108-CF100	J	4	146,5	0	MIL
KC135B	KC135B/JT3D-7	J	4	136,1	0	MIL
KC135R	KC135R/CFM56-2B-1	J	4	147,0	0	MIL
KC97L	BOEING STRATOFREIGHTER PW R-436-59B	P	4	0,0	0	MIL
LIGHTN	RR AVON 302C	J	2	19,0	0	MIL
NIMROD	RR SPEY MK511	J	4	87,0	0	MIL
OV10A	ROCKWELL BRONCO T76	T	2	6,6	0	MIL
P3A	LOCKHEED ORION T56-A-14	T	4	64,4	0	MIL
P3C	LOCKHEED ORION / T56-A-14	T	4	61,2	0	MIL
PHANTO	MCDONNELL DOUGLAS PHANTOM F-4	J	2	0,0	0	MIL
PROVOS	BRISTON SIDDELEY VIPER 11	J	1	3,3	0	MIL
S3A&B	LOCKHEED VIKING TF34-6E-2	J	2	23,8	0	MIL
SR71	JT11D-20B	J	2	77,1	0	MIL
T1	LOCKHEED SEA STAR JT15D-5	J	1	7,3	0	MIL
T29	GENERAL DYNAMICS CV34 PW R-2800-99W	P	2	18,9	0	MIL

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

T-2C	ROCKWELL BUCKEYE J85-6E-4	J	2	6,0	0	MIL
T3	AEIO-540-D4A5	J	1	1,1	0	MIL
T33A	LOCKHEED T-33A J33-35	J	2	0,0	0	MIL
T34	BEECH MENTOR (BE45) PT6A-25	P	1	2,0	0	MIL
T37B	CESSNA 318 J69-T-25	J	2	3,0	0	MIL
T-38A	NORTHROP TALON T-38A	J	2	5,5	0	MIL
T39A	ROCKWELL SABRELINER GEJ85	J	2	0,0	0	MIL
T41	CESSNA 172 O-320-E2D	P	1	0,0	0	MIL
T42	BEECH BARON (BE55)	P	2	2,5	0	MIL
T-43A	BOEING 737 T43A	J	2	0,0	0	MIL
T44	T44	J	2	0,0	0	MIL
T45	PT6A-45AG	J	2	6,4	0	MIL
TORNAD	RB199-34R	J	2	20,4	0	MIL
TR1	J75-P-13B	J	1	18,1	0	MIL
U2	LOCKHEED U2 J75-P-13	J	1	18,1	0	MIL
U21	BEECH UTE PW PT6A-20	T	2	5,7	0	MIL
U4B	ROCKWELL SUPER COMMANDER 1G0-540B1A	P	2	0,0	0	MIL
U6	DEHAVILLAND BEAVER PW R-985 DHC-2	P	1	0,0	0	MIL
U8F	BEECH SEMINOLE 0-480-1 D50	P	2	0,0	0	MIL
VC10	RR CONWAY RC0-42	J	4	141,5	0	MIL
VICTOR	BRITISH AEROSPACE VICTOR	J	4	0,0	0	MIL
VULCAN	BRITTEN NORMAN VULCAN RR OLYMPUS 301	J	4	91,0	0	MIL
YC14	GE CF6-50D	J	2	107,5	0	MIL
YC15	PWJT8D-17	J	4	0,0	0	MIL
A109	Augusta A-109	J	2	2,6	0	HEL
B206L	Bell 206L	J	2	1,8	0	HEL
B212	Bell 212 (UH-1N)	J	2	4,8	0	HEL
B222	Bell 222	J	2	3,5	0	HEL
BO105	Boelkow BO-105	J	2	2,3	0	HEL
CH47D	Boeing Vertol 234 (CH-47D)	J	2	22,0	0	HEL
EC130	Eurocopter EC130-B4 / Arriel 2-B1	J	2	2,4	0	HEL
H500D	Hughes 500D	J	1	1,2	0	HEL
MD600	MD-600N / Rolls-Royce Allison 250-C47M	T	1	2,0	0	HEL
R22	Robinson R22-B / Lycoming O-320	P	1	0,6	0	HEL
S61	Sikorsky S-61 (CH-3A)	J	2	8,6	0	HEL
S65	Sikorsky S-65 (CH-53)	J	2	16,8	0	HEL
S70	Sikorsky S-70 (UH-60A)	J	2	9,2	0	HEL
S76	Sikorsky S-76	J	2	4,5	0	HEL
SA330J	Aerospatiale SA-330J	J	2	7,0	0	HEL
SA341G	Aerospatiale SA-341G	J	1	1,8	0	HEL
SA350D	Aerospatiale SA-350D	J	1	2,0	0	HEL
SA355F	Aerospatiale SA-355F	J	2	2,3	0	HEL
SA365N	Aerospatiale SA-365N	J	2	3,9	0	HEL

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

ANNEXE F : Tableau de substitution des avions

Cette liste, fournie à titre indicatif, n'est volontairement pas exhaustive : les avions légers, les hélicoptères, les avions de chasse ainsi que les avions peu susceptibles d'être accueillis régulièrement sur les aérodromes français ne sont pas couverts.

Cette liste ne détaille pas non plus les différentes motorisations par type avion.

Elle s'appuie sur certaines substitutions proposées par le logiciel INM complétées et ajustées à partir de données sur la masse, la motorisation et les données acoustiques des principaux avions qui opèrent en France.

Il appartient à la personne responsable de la modélisation d'adapter, au cas par cas et si nécessaire, les substitutions par défaut proposées ci-dessous.

Indicatif avion OACI	Désignation	Moteurs	Nb. Moteurs	MTOW (t)	Substitution (dénomination ANP ou INM)
S601	Aerospatiale SN 600 Corvette	J	2	6,6	CNA500
A318	Airbus A318	J	2	59	A319
	Airbus A400M	T	4	136	C130 (INM)
AN12	Antonov-12	T	4	61	L188
AN26	Antonov-26	T	2	24	CVR580
AN72	Antonov-72 et 74	J	2	33	DC9Q9
A124	Antonov-124	J	4	405	74720B
AT43/44/45	ATR-42 (toutes séries)	T	2	16,7	DHC8
AT72	ATR-72	T	2	21,5	HS748A/DHC830
BE99	Beech Airliner Model 99	T	2	5	DHC6
BE10	Beech King Air 100	T	2	5,2	CNA441
BE9L	Beech King Air 90	T	2	4,6	CNA441
STAR	Beech Starship 2000	T	2	6,5	SD330
BE20	Beech Super King Air 200	T	2	5,6	DHC6
BE30	Beech Super King Air 300	T	2	6,3	DHC6
BE35	Beech Super King Air 350	T	2	6,8	DHC6
BE40	Beech Beechjet 400	J	2	7	MU3001
B736	Boeing 737-600	J	2	60	B737-700
B739	Boeing 737-900	J	2	77	B737-800
B743	Boeing 747-300	J	4	365	74720B
C17	Boeing Globemaster III C-17	J	4	265	DC870
GLEX	Bombardier BD700 Global express	J	2	42	GV
LJ23/24	Learjet 23 / Learjet 24	J	2	6	LEAR25
LJ31/35	Learjet 31/ Learjet 35	J	2	7-8	LEAR35
LJ45	Learjet 45	J	2	9,2	LEAR35
LJ55	Learjet 55	J	2	9,6	LEAR35
LJ60	Learjet 60	J	2	10,7	LEAR35
ATP	British Aerospace Advanced Turboprop ATP	T	2	23	HS748A
JS31	British Aerospace BAe Jetsream 31	T	2	7	DHC6
JS41	British Aerospace BAe Jetstream 41	T	2	10,5	SF340
CRJ1/2	Canadair Regional Jet 100/200	J	2	26	CL601
CRJ7	Canadair Regional Jet 700	J	2	37-42	GV
CRJ9	Canadair Regional Jet 900	J	2	42	GV
CN35	CASA 235	T	2	15	DHC8
C212	CASA C-212 Aviocar	T	2	7,7	DHC6

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

C425	Cessna 425 Corsair/Conquest I	T	2	3,9	CNA441
C501	Cessna Citation I Single Pilot (SP)	J	2	5,4	CNA500
C525	Cessna Citation Jet	J	2	4,7	CNA500
C551	Cessna Citation II Single Pilot (SP)	J	2	6,9	MU3001/CNA55B
C560	Cessna 560 Citation V	J	2	7,2	MU3001/CNA55B
C650	Cessna 650 Citation VII	J	2	10	CIT3
AJET	Dassault Alpha Jet	J	2	7,25	LEAR35/CNA500
FA10	Dassault Falcon 10/ Falcon 100	J	2	8,5	LEAR35
FA20	Dassault Falcon 200	J	2	14,5	LEAR35
F2TH	Dassault Falcon 2000	J	2	16,2	CL600
FA50	Dassault Falcon 50	J	3	17,6	CL600
F900	Dassault Falcon 900	J	3	20,6	CL600
D228	Dornier-228	T	2	6,4	DHC6
D328	Dornier-328 série 100	T	2	14	DHC8
D328	Dornier-328 série 300	J	2	15	CL600
E110	Embraer Bandeirante 110	T	2	5,9	DHC6
E121	Embraer 121 Xingu	T	2	5,7	DHC6
E135	Embraer EMB-135 / 140	J	2	19	EMB145
E170	Embraer EMB-170	J	2	36	GV
E190	Embraer EMB-190/195	J	2	50	GV
TUCA	Embraer EMB-312 Tucano	T	1	3,1	BEC58P/JPATS (INM)
F27	Fokker 27	T	2	20	HS748A
F50	Fokker 50	T	2	20	DHC830
F70	Fokker 70	J	2	37	F10062
AC90	Gulfstream Commander	T	2	5	CNA441
GLF3	Gulfstream III	J	2	31	GIIB
H25A	Hawker-Siddeley 125	J	2	11	LEAR25
H25B	Hawker-Siddeley 125-800	J	2	12,5	LEAR35
WW23	IAI 1123 Westwind	J	2	9,4	LEAR25
WW24	IAI 1124 Westwind	J	2	10,6	IA1125
GALX	IAI 1126	J	2	16	CL600
ARVA	IAI Arava	T	2	6,8	DHC6
IL18	Ilyushin-18	T	4	64	L188/C130E (INM)
IL62	Ilyushin-62	J	4	165	707QN
IL76	Ilyushin-76	J	4	210	DC8QN
IL86	Ilyushin-86	J	4	206	DC8QN
IL96	Ilyushin-96	J	4	240	747200
I114	Ilyushin-114	T	2	23,5	CVR580
L410	Let L410 Turbolet	T	2	6,4	DHC6
L610	Let L610 Turbolet	T	2	14	DHC8
C5	Lockheed Galaxy	J	4	348	74720B
L29B	Lockheed Jetstar Turbofan	J	4	19,8	LEAR35
MU2	Mitsubishi MU-2	T	2	4	DHC6
N262	Nord-Aviation NORD-262	T	2	10,6	SD330
PAY1/2/PAT4	Piper 31T	T	2	4	CNA441
PAY3	Piper 42-720 Cheyenne III	T	2	5,1	CNA441
PAY4	Piper 42-1000 Cheyenne 400	T	2	5,5	DHC6
PMR1	Raytheon 390 premier	J	2	5,6	CNA 500
SB20	SAAB 2000	T	2	22	HS748A
SBR1	Sabreliner 40/60/70	J	2	9-10	LEAR25
SH36	Shorts 360	T	2	12	SD330
TBM7	Socata TBM 700	T	1	3,3	BEC58P/JPATS (INM)
TBM8	Socata TBM 850	T	1	3,3	BEC58P/JPATS (INM)

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

SW2/SW3	Swearingen Merlin II/III	T	2	4,5-5,6	CNA441
SW4	Swearingen Merlin IV	T	2	5-6	DHC6
SW4	Swearingen Metro II, III et 23	T	2	5,6-7,5	DHC6
C160	Transall	T	4	51	<i>C130E (INM)/L188</i>
T134	Tupolev-134	J	2	45	DC930
T154	Tupolev-154	J	3	90	727D17
T204	Tupolev-204	J	2	95	757RR
T334	Tupolev-334	J	2	46	F10065
YK42	Yakolev Yak-42	J	3	57	727100

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

ANNEXE G : Exemple d'hypothèses de trafic et de trajectoires

Tableau de répartition du trafic

Le tableau simplifié ci-dessous présente la forme à adopter pour présenter le nombre de mouvements par aéronefs, périodes de la journée et trajectoires.

Type d'appareils, Motorisation	Nombre de mvts annuels totaux ⁽¹⁾	Durée de référence en jours	% jour (6h-18h)	% soirée (18h-22h)	% nuit (22h-6h)	Pourcentage d'utilisation des procédures par catégorie d'appareil (tours de piste, départs/arrivées rectilignes, départs/arrivées selon procédures, MVI/MVL)						
						Désignation des procédures						
						*	*	*	*	*	*	
A320, CFM56 ⁽²⁾	1750	365	73%	15%	12%	5%	27%	13%	50%	5%		

⁽¹⁾ 1 mouvement = 1 arrivée ou 1 départ

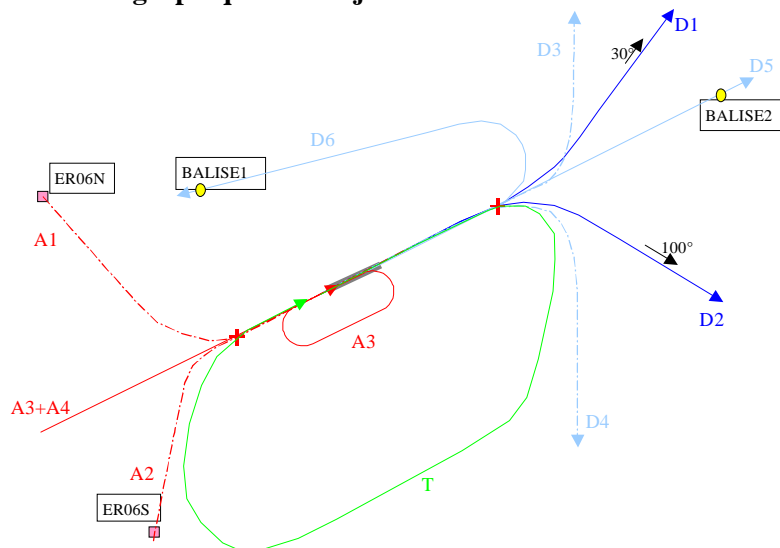
⁽²⁾ Exemple

* L'identification des trajectoires peut être réalisé par le groupe : DEP, ARR ou TDP/QFU (+R ou L le cas échéant) points d'entrée ou de sortie de CTR, alternativement désignation SID STAR/N° d'ordre.

Description géométrique des trajectoires

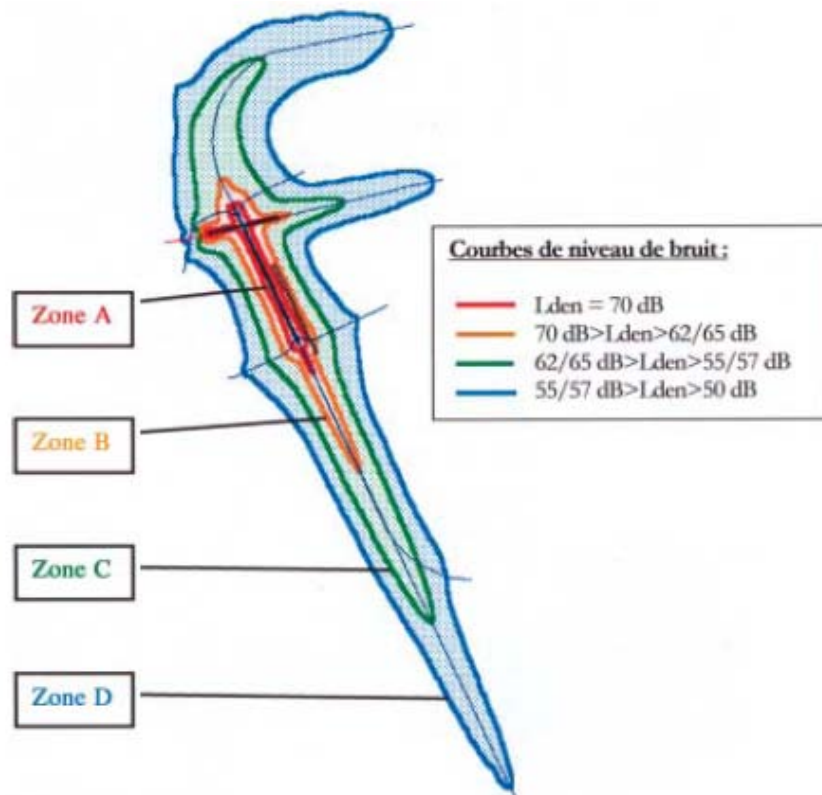
Track 1		..... (nom)			
QFU correspondant		.....		
Type		Arrivée ou départ			
Description géométrique de la route par segments et courbes :					
Segment N°	Segment	Courbe			Profil Imposé
	Longueur	Sens de rotation (Gauche/Droite)	Angle de rotation	Rayon de courbure	
...	..... m	.....	..... °	..... m	
...	..... m	.....	..... °	..... m	
...	..... m	.....	..... °	..... m	
...	..... m	.....	..... °	..... m	

Exemple de représentation graphique des trajectoires sol



STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

ANNEXE H : Exemple de présentation type d'un PEB

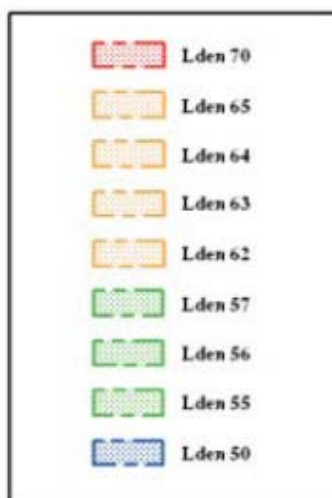


Phase du projet	Zone	Indices	COURBES					
			Environnement MAP INFO/Style Polygone					
			Ligne	Contour		Intérieur		
		Couleur	Épaisseur	Trame	Couleur			
APPEB Valeurs limites des zones B et C non fixées	A	Lden 70	discontinu 4 ^e colonne, 4 ^e ligne	Rouge	5 ^e col., 1 ^{re} ligne	3 pixels	Points: 6 ^e colonne 2 ^e ligne	Idem contour
	B	Lden 65		Orange	4 ^e col., 8 ^e ligne			
		Lden 64						
		Lden 63						
C	Lden 57	Vert	7 ^e col., 1 ^{re} ligne					
	Lden 56							
D	Lden 55	Bleu	12 ^e col., 9 ^e ligne					
	Lden 50							
PEB Valeurs B limites des zones B et C fixées	A	Lden 70	trait continu	Rouge	5 ^e col., 1 ^{re} ligne	3 pixels	Points: 6 ^e colonne 2 ^e ligne	Idem contour
	B	Lden « fixe »		Orange	4 ^e col., 8 ^e ligne			
		Lden « fixe »						
		Lden « fixe »						
C	Lden « fixe »	Vert	7 ^e col., 1 ^{re} ligne					
D	Lden 50			Bleu	12 ^e col., 9 ^e ligne			

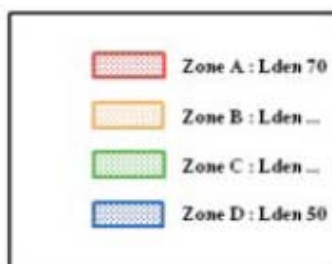
Au stade de l'APPEB, il est possible d'utiliser des dégradés d'orange et de vert pour bien différencier les courbes de différents indices possibles pour les limites des zones B et C.

L'épaisseur des contours (3 pixels par défaut) peut être ajustée en fonction de l'étendue des courbes.

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07



Phase du projet: valeurs limites des zones B et C non fixées



Phase du projet: valeurs limites des zones B et C fixées

STAC /ACE	Projet	Elaboration des cartes de bruit aérien	Version	2.2
Guide technique	Titre	Guide pour l'élaboration des cartes de bruit aérien	Du	24/09/07

ANNEXE I : Liste de contrôle

Il est nécessaire de conserver les caractéristiques des outils (nom et version des logiciels, bases de données, ...) et des hypothèses qui ont été utilisés pour la réalisation du plan. Ces éléments permettent de tracer chaque plan diffusé et seront indispensables ultérieurement pour pouvoir comprendre et interpréter les résultats alors obtenus. Une liste de contrôle résumera ces informations et figurera directement sur les plans.

LISTE DE CONTROLE		
SYSTEME GÉODÉSIQUE		
PROJECTION		
CONFIGURATION DES PISTES		
HYPOTHESES	Origine	
	Nombre de mouvements	
MODELISATION	Auteur	
	Logiciel	
	Base de Données	
	Vérification	
	Relief	
	Modélisation des trajectoires	
COMPTAGE DE POPULATION	Logiciel	
	Base de Données	
COMPTAGE DES ETABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT ET DE SANTE	Logiciel	
	Base de Données	
REALISATION DU PLAN	Auteur	
	Logiciel SIG	
	Fond de plan	
DIFFUSION DU PLAN	Service Destinataire	
	Date	



direction générale
de l'Aviation civile

**service technique
de l'Aviation civile**

31, avenue du Maréchal Leclerc
94381 Bonneuil-sur-Marne cedex
téléphone : 01 49 56 80 00
télécopie : 01 49 56 82 19
www.stac.aviation-civile.gouv.fr