



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



ÉLABORATION DES CARTES DE BRUIT AUTOUR DES AÉRODROMES

GUIDE TECHNIQUE





**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



ÉLABORATION DES CARTES DE BRUIT AUTOUR DES AÉRODROMES

GUIDE TECHNIQUE

service technique de l'Aviation civile

Département Environnement, Sécurité des Systèmes et des Opérations,
Planification

RÉDACTEUR

David **SMAGGHE**

Adjoint à la cheffe de la division Environnement

En charge des questions environnementales au sein de la division Environnement du STAC

David **SMAGGHE** ingénieur divisionnaire des travaux Publics de l'État a rejoint le STAC en 2010 et a commencé sa carrière dans l'aviation civile dans le domaine de la sécurité et de la planification des aéroports. Il est maintenant en charge des questions liées aux émissions sonores des avions autour des aéroports et pilote la production des cartes de bruit réglementaires pour les aéroports français.

Expert international, David représente la DGAC au sein des groupes de travail des bases de données et de modélisation du Comité de la Protection de l'Environnement en aviation, CAEP (Modelling Data Group) et Conférence Européenne de l'Aviation Civile, CEAC (Aircraft Noise Modelling Task Group) (AIRMOD), et contribue à la mise à jour des docs 29 de la CEAC et doc 9911 de l'organisation de l'aviation civile internationale, OACI pour la méthode recommandée de calcul des contours de bruit autour des aéroports.



SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	7
1.1. Historique et contexte	7
1.2. Guide de lecture	8
1.3. Terminologie	8
2. LE CADRE RÉGLEMENTAIRE FRANÇAIS ET INTERNATIONAL	14
2.1. Les plans d'exposition au bruit (PEB)	14
2.2. Les plans de gêne sonore (PGS)	15
2.3. Les cartes stratégiques de bruit au sens des directives 2020/49/CE, 2015/996 (CSB) et 2020/367	16
2.4. Les courbes d'environnement sonore (CES)	18
3. LES GRANDS PRINCIPES DE LA MÉTHODE D'ÉLABORATION DES CARTES DE BRUIT AUTOUR DES AÉRODROMES	19
3.1. Le moteur de calcul	20
3.2. La base de données aéronefs	22
3.3. les hypothèses d'entrée	23
4. LE RECUEIL ET LE TRAITEMENT DES DONNÉES NÉCESSAIRES À LA PRODUCTION DES CARTES DE BRUIT	24
4.1. Les infrastructures	24
4.2. Le trafic	25
4.2.1. Détermination du nombre de jours d'activité	26
4.2.2. Choix des substitutions et des groupements d'aéronefs	27
4.2.3. Décompte et modélisation des tours de piste et de certaines activités particulières	28
4.3. Les trajectoires et les profils de vol	31
4.3.1. Les trajectoires sol	31
4.3.2. La modélisation de la dispersion latérale des trajectoires sol	32
4.3.3. Les profils de vol	44
4.4. La météorologie	36
4.5. La topographie	36

5. LA PRODUCTION ET L'ANALYSE DES COURBES	37
5.1. Paramétrage des indices de bruit et du calcul	37
5.2. Exportation et mise en forme des cartes sous SIG	37
5.3. Estimation de la population dans les zones de bruit	39
5.3.1. Les données de population	39
5.3.2. Méthodes d'estimation de la population exposée au bruit	40
5.3.3. Méthode de décompte des établissements d'enseignement et de santé	41
ANNEXE A : LISTE DES PRINCIPAUX TEXTES RÉGLEMENTAIRES	42
ANNEXE B : GLOSSAIRE	43
ANNEXE C : RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	46
ANNEXE D : PROCÉDURES D'ÉTABLISSEMENT ET D'APPROBATION DES PEB ET DES PGS	47
ANNEXE E : AVIONS DOCUMENTÉ DANS LA BASE DE DONNÉES ANP	49
ANNEXE F : LISTE DES HÉLICOPTÈRES DOCUMENTÉS DANS INM 7-0D	53
ANNEXE G : TABLEAU DE SUBSTITUTION DES AVIONS	54
ANNEXE H : TABLEAU DE SUBSTITUTION DES HÉLICOPTÈRES	58
ANNEXE I : EXEMPLES DE PRÉSENTATION DES COURBES ET CHARTE GRAPHIQUE	59
ANNEXE J : LISTE DE CONTRÔLE	61

RÉSUMÉ - MOTS-CLÉS

RÉSUMÉ

Comme dans ses versions précédentes, cette 4^e édition du guide du STAC sur l'élaboration des cartes de bruit autour des aérodromes civils et militaires a pour objet de décrire une méthodologie commune en vue d'harmoniser au niveau français les pratiques indépendamment du service en charge de la production cartographique. Les documents internationaux de référence en matière de méthode de calcul de bruit autour des aérodromes restent le document 9911 de l'OACI, le document 29 de la CEAC et l'Annexe 2 de la directive européenne DIR EU 2015/996.

Ce guide s'adresse non seulement aux modélisateurs en charge de la production des cartes de bruit autour des aérodromes mais également aux divers acteurs intervenant dans la production et dans l'adoption de ces mêmes cartes de bruit (services de l'État, collectivités locales, ACNUSA, membres des CCE, riverains d'aérodromes).

MOTS-CLÉS

Bruit, modélisation, cartographie, IMPACT, STAPES, INM, PEB, PGS, CSB, CES

EXECUTIVE SUMMARY

The aim of this manual on noise contours around civil and military aerodromes is to describe a common methodology to harmonize, at the French national level, aircraft noise modeller's practices. International reference documents for noise calculation methods around aerodromes remain ICAO document 9911, ECAC document 29 and Annex 2 of the European Directive DIR EU 2015/996.

This manual is intended for aircraft noise modellers and other people involved in producing and adopting noise maps around aerodromes (governmental services, local communities, ACNUSA, aerodromes neighbours...).

KEYWORDS

Noise, modelling, mapping, IMPACT, STAPES, noise exposure maps, noise insulation maps, noise strategic maps

1. INTRODUCTION

1.1. HISTORIQUE ET CONTEXTE

Le bruit généré par les aéronefs demeure la préoccupation majeure des riverains d'aérodrome.

La cartographie du bruit des aéronefs autour des aérodromes est un outil utile à l'information du public et à la gestion des nuisances sonores, notamment dans le cadre de la politique de prévention du bruit (gestion de l'occupation des sols) et de la mise en place de dispositifs d'aide à l'insonorisation des logements.

Le STAC a publié en 2014 la 3^e édition du guide sur l'élaboration des cartes de bruit autour des aérodromes [3] suite à l'évolution du contexte réglementaire français avec le décret de décembre 2012 sur l'élaboration des PEB de certains aérodromes. La première édition datait de 2003 et la seconde de 2007.

En 2020, le changement de l'outil d'élaboration des cartes de bruit réglementaires¹ et les évolutions des référentiels internationaux avec notamment l'introduction d'une nouvelle méthode de substitution justifient la mise à jour de ce guide.

Comme dans ses versions précédentes, le présent guide a pour objet de décrire une méthodologie commune pour l'élaboration des cartes de bruit autour des aérodromes civils et militaires en vue d'harmoniser les pratiques indépendamment du service en charge de la production cartographique. Les documents internationaux de référence en matière de méthode de calcul de bruit autour des aérodromes restent le document 9911 seconde édition de l'OACI [1], le document 29 de la CEAC, 4^e édition [2] et l'Annexe 2 de la directive européenne DIR EU 2015/996.

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

- **auditabilité** : cela suppose que l'ensemble des données et hypothèses d'entrées soient 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 ;
- **précisions** : l'accent doit être porté en priorité sur les variables les plus significatives en termes d'impacts sonores.

Ce guide s'applique à l'établissement des plans d'exposition au bruit (PEB), des plans de gêne sonore (PGS), des cartes d'environnement sonore (CES) et des cartes stratégiques de bruit (CSB) au sens de la directive 2002/49. La production des études d'impacts en cas de modification permanente de la circulation aérienne² ou dans le cadre de l'approche équilibrée n'est pas traitée ici.

Ce guide, avant tout technique, ne traite pas dans le détail des procédures administratives d'élaboration des différentes cartes de bruit autour des aérodromes 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 autour des aérodromes (services de l'État, collectivités locales, bureaux d'études), ainsi qu'aux divers acteurs intervenant dans la production et dans l'adoption de ces cartes de bruit (services de l'État, 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.

1. Note DTA réf: 20190723_144659

2. Cf. Article R.227-7 du code de l'aviation civile. La Direction des Services de la Navigation Aérienne de la DGAC a en charge ce type d'étude.

1. INTRODUCTION

1.2. GUIDE DE LECTURE

Le guide se présente comme suit :

- a) Introduction: définition des objectifs, du champ d'application du guide et de la terminologie principale utilisée.
- b) Le cadre réglementaire international et français: rapide rappel sur les différents types de cartes de bruit et sur le contenu des principaux textes de référence.
- c) Les grands principes de la méthode d'élaboration des cartes de bruit.
- d) Le recueil et le traitement des données nécessaires à la production des cartes de bruit (infrastructures, trafic, trajectoires, profils de vol, météorologie, topographie, population)
- e) La production et l'analyse des courbes de bruit: paramétrage du calcul, export et mise en forme sous SIG, présentation des résultats, méthodes d'estimation de la population.

1.3. TERMINOLOGIE

En complément de la terminologie essentielle définie ci-dessous et nécessaire à la compréhension du guide, un glossaire détaillé 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, de performances acoustiques et de profils de vol se rapprochent le plus de l'aéronef manquant.

Depuis 2018, la substitution est harmonisée au niveau international pour les jets et turbopropulseurs lourds, cette liste de substitution est disponible à l'adresse suivante: www.aircraftnoisemodel.org.

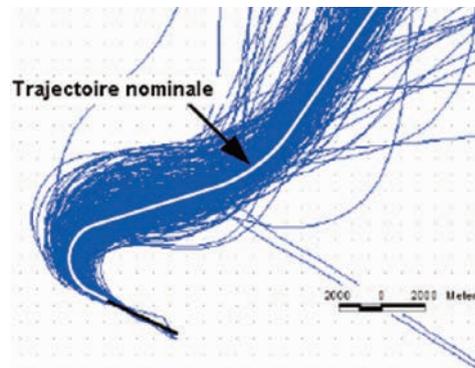
Base de données ANP (Aircraft Noise and Performance)

Base de données internationale reconnue par l'OACI [1] qui comporte les données acoustiques et de performances nécessaires à la modélisation du bruit des principaux avions civils. Cette base de données est publique et librement téléchargeable à l'adresse suivante: www.aircraftnoisemodel.org.

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 conduite de vol embarqués et les variables météorologiques conduisent à une dispersion latérale significative des trajectoires réelles.

La trajectoire sol nominale est la moyenne 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 de données radar.



Exemple d'un faisceau de trajectoires.

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. Ces données sont accessibles dans la base de données internationale ANP pour différents indicateurs acoustiques.

NPD ID	Noise Metric	Op Mode	Power setting (*)	L 200ft	L 400ft	L 630ft	L 1000ft	L 2000ft	L 4000ft	L 6300ft	L 10000ft	L 16000ft	L 25000ft
V2522A	SEL	A	2000.00	93.7	89.5	86.3	82.8	77.0	70.6	65.6	60.2	53.9	47.2
V2522A	SEL	A	2700.00	93.9	89.7	86.4	82.9	77.1	70.7	65.8	60.4	54.0	47.4
V2522A	SEL	A	600.00	95.6	91.3	87.9	84.1	78.2	71.5	66.7	61.2	54.7	47.9
V2522A	SEL	D	10000.00	95.3	90.7	87.2	83.4	77.5	70.9	66.0	60.6	54.3	47.0
V2522A	SEL	D	14000.00	98.7	94.3	91.2	87.6	81.6	75.0	70.2	64.6	58.0	50.8
V2522A	SEL	D	18000.00	103.0	98.9	95.9	92.6	87.1	80.8	76.1	70.7	64.4	57.3
V2522A	SEL	D	21000.00	104.1	100.2	97.4	94.2	88.9	82.8	78.3	73.1	67.0	60.0

Exemple de données NPD en SEL³ pour un Airbus A320, configuration arrivée et départ.



Exemple de représentation graphique des courbes NPD (Airbus A320, configuration départ, unité SEL).

³ SEL (Sound Exposure Level ou LEA) est le niveau d'exposition acoustique. Il intègre à la fois le niveau de bruit et la durée durant laquelle le bruit est présent. Le SEL est défini comme étant le niveau constant pendant une seconde ayant la même énergie acoustique que le son original perçu pendant une durée donnée.

1. INTRODUCTION

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

Indice de gêne sonore exprimée en dB (A) représentant le niveau d'exposition totale au bruit. Il a été retenu au niveau européen dans le cadre de la directive 2002/49/CE et est l'indice de bruit de référence pour la plupart des cartes de bruit produites en France.

Il tient compte :

- du niveau sonore moyen pendant chacune des trois périodes de la journée, c'est-à-dire le jour (6 h 00-18 h 00), la soirée (18 h 00-22 h 00) et la nuit (22 h 00-6 h 00)
- 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 moyen⁴ 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. Il est l'indice de référence avec le L_{den} pour les cartes stratégiques de bruit (cf. directive 2002/49/CE).

4. Suivant les types de cartes et suivant les aéroports, ces niveaux sonores moyens sont calculés soit à partir d'une moyenne annuelle, soit à partir d'un nombre de jours d'activités compris entre 180 et 365.

Logiciel IMPACT (Integrated Aircraft Noise and Emission Modelling Platform)

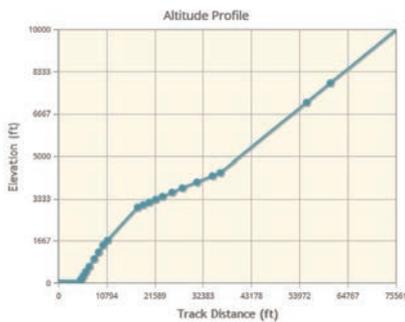
Logiciel de calcul de bruit des aéronefs développé par EUROCONTROL. Ce logiciel est compatible avec la méthode internationale de calcul des courbes de bruit autour des aéroports (doc 9911 de l'OACI, seconde édition et doc 29 de la CEAC, 4^e édition). Il est depuis janvier 2020 utilisé par la DGAC pour la production des cartes de bruit dont elle a la charge. Il succède au logiciel INM (Integrated Noise Model) version 7-0d devenu obsolète pour le calcul de bruit des avions (mais encore utilisé pour la modélisation du bruit des hélicoptères).

Mouvement

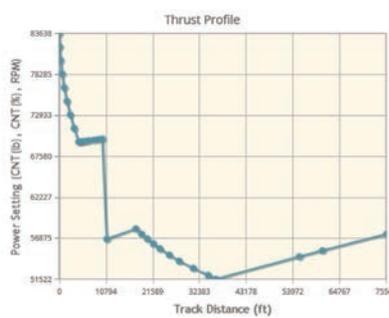
Départ ou arrivée d'un aéronef. Les tours de piste sont, en règle générale, comptabilisés à part (cf. § 4.2.3).

Profil de vol

Données relatives aux variations d'altitude, de vitesse et de régime moteur d'un aéronef le long d'une trajectoire-sol. Ces données liées aux performances individuelles de chaque aéronef sont librement accessibles dans la base de données internationale ANP.



Profil Altitude



Profil Poussée



Profil Vitesse

Exemple de profil de vol extrait de la base de données ANP (A350-941, profil départ ICAO_A, Stage Length 1).

1. INTRODUCTION

Il existe deux méthodes pour définir un profil de vol :

- **la méthode par procédure** qui décrit une succession de phases de vol (décollage, montée à vitesse constante, montée en accélérant, palier à vitesse constante, palier en décélérant, descente en décélérant...) à partir d'informations comme les taux de montée/descente, les altitudes et les vitesses sol à atteindre, la sortie des éléments...



Profile ID	Stage Length	Step Number	Step Type	Truth Rating	Flap ID	End Point Altitude (ft)	Rate Of Climb (ft/min)	End Point CAS (ft)	Accelerate Percentage
ICAO_A	1	1	Takeoff	Max Takeoff	D_1+F	-	-	-	-
ICAO_A	1	2	Climb	Max Takeoff	D_1+F	1500	-	-	-
ICAO_A	1	3	Clim	Max Climb	D_1+F	3000	-	-	-
ICAO_A	1	4	Accelerate	Max Climb	D_1+F	-	-	171	60
ICAO_A	1	5	Accelerate	Max Climb	D_1	-	-	189.5	60
ICAO_A	1	6	Accelerate	Max Climb	D_ZERO	-	-	213.7	60
ICAO_A	1	7	Accelerate	Max Climb	D_ZERO	-	-	250	60
ICAO_A	1	8	Climb	Max Climb	D_ZERO	10000	-	-	-

Exemple de profil départ par procédure pour l'Airbus A350-941 (profil ICAO_A stage length 1).

- la **méthode par points fixes** qui décrit le profil de manière discrète : les données d'altitude, de vitesse et de régime moteur sont fournies en un nombre limité de points fixes le long de la trajectoire sol.

Op Type	Profil ID	Stage Length	Point Number	Distanceh (ft)	Altitude AFE (ft)	TAS (kt)	Power Setting
A	Default	1	1	- 147626.0	6000.0	272.0	1.0
A	Default	1	2	- 86391.0	3000.0	261.0	1.0
A	Default	1	3	- 70159.0	3000.0	220.0	42.5
A	Default	1	4	- 61102.0	3000.0	192.0	2231.0
A	Default	1	5	- 56765.0	3000.0	179.0	5883.5
A	Default	1	6	- 54191.0	3000.0	169.0	6413.0
A	Default	1	7	- 54191.0	3000.0	169.0	2151.0
A	Default	1	8	- 52237.0	2892.0	165.0	2077.5
A	Default	1	9	- 48787.0	2702.0	150.0	2203.5
A	Default	1	10	- 48454.0	2683.0	148.0	2224.5
A	Default	1	11	- 48354.0	2683.0	148.0	20314.0
A	Default	1	12	- 47301.0	2620.0	148.0	20266.0
A	Default	1	13	- 42598.0	2359.0	147.0	20073.0
A	Default	1	14	- 37914.0	2099.0	147.0	19883.5
A	Default	1	15	- 33249.0	1841.0	146.0	19696.0
A	Default	1	16	- 28603.0	1583.0	146.0	19512.0
A	Default	1	17	- 23974.0	1326.0	145.0	19330.0
A	Default	1	18	- 19364.0	1071.0	145.0	19151.0

Exemple de profil d'arrivée par points fixes pour le B777-200.

Les profils de vol définis par procédure comportent davantage d'informations que les profils de vol par points fixes.

Trajectoire de vol

Trajectoire d'un avion définie en 3 dimensions

Trajectoire sol

Projection verticale de la trajectoire de vol sur un plan horizontal.

2. LE CADRE RÉGLEMENTAIRE FRANÇAIS ET INTERNATIONAL

La réglementation en matière de cartographie du bruit autour des aérodromes est actuellement régie au niveau européen et au niveau national. L'OACI définit des bonnes pratiques et non un cadre réglementaire contraignant (cf. § 3).

La liste des principaux textes de référence est jointe en annexe.

2.1. LES PLANS D'EXPOSITION AU BRUIT

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.

Les conditions d'établissement des PEB et les restrictions d'urbanisme dans les zones de bruit autour des aérodromes sont définies dans le code de l'urbanisme (articles L112.3 à L112-15 et articles R112-1 à R112-17).

Les aéroports devant être dotés d'un PEB sont ceux classés en catégorie A, B et C au sens de l'article R222-5 du code de l'aviation civile, ainsi que ceux inscrits dans une liste fixée par arrêté ministériel⁵.

Un PEB est constitué d'un rapport de présentation et d'une carte au 1/25 000 délimitant trois (voire quatre)⁶ zones de bruit à l'intérieur desquelles vont s'appliquer des restrictions d'urbanisme. C'est l'indice de bruit L_{den} qui est utilisé pour délimiter les zones de bruit des PEB. Depuis la publication du décret n°2012-1470⁷, les limites des zones de bruit peuvent varier en fonction de la nature du trafic accueilli.

	Zone A	Zone B ⁸	Zone C	Zone D ⁹
Cas général	$L_{den} \geq 70$	$70 > L_{den} \geq (62 \text{ à } 65)$	$(62 \text{ à } 65) > L_{den} \geq (55 \text{ à } 57)$	$(55 \text{ à } 57) > L_{den} \geq 50$
Aérodromes visés à l'article R.112-2 du code de l'urbanisme	$L_{den} \geq 70$	$70 > L_{den} \geq (62 \text{ à } 65)$	$(62 \text{ à } 65) > L_{den} \geq (52 \text{ à } 57)$	$(52 \text{ à } 57) > L_{den} \geq 50$
Aérodromes militaires listés par arrêté ¹⁰	$L_{den} \geq 70$	$70 > L_{den} \geq (62 \text{ à } 68)$	$(62 \text{ à } 68) > L_{den} \geq (55 \text{ à } 64)$	$(55 \text{ à } 64) > L_{den} \geq 50$

5. Arrêté du 28 mars 1988 modifié le 22 avril 2013

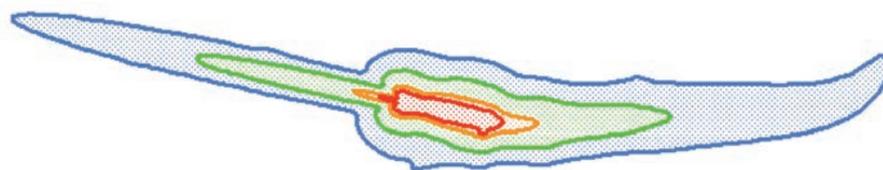
6. Le PEB d'Orly approuvé le 21 décembre 2012 fait exception, il comporte 2 zones A et B et des périmètres particuliers spécifiques

7. Décret n°2012-1470 du 26 décembre 2012 relatif aux modalités d'élaboration des plans d'exposition au bruit de certains aérodromes

8. Pour les aérodromes mis en service après la publication du décret n° 2002-626 du 26 avril 2002 fixant les conditions d'établissement des plans d'exposition au bruit et des plans de gêne sonore des aérodromes et modifiant le code de l'urbanisme, la valeur de l'indice servant à la délimitation de la limite extérieure de la zone B est obligatoirement 62. Pour tous les autres aérodromes, la limite de la zone B peut varier.

9. La zone D est obligatoire pour les aérodromes visés au I de l'article 1609 quaterdecies A du code général des impôts. La délimitation d'une zone D est facultative pour les autres aérodromes.

10. Arrêté du 18 avril 2013 fixant la liste des aérodromes militaires prévue par le 5^e alinéa de l'article R.147-2 du code de l'urbanisme



Légende : ■ Zone D ($L_{den} 50$) ■ Zone C ($L_{den} \dots$) ■ Zone B ($L_{den} \dots$) ■ Zone A ($L_{den} 70$)

Schéma type de PEB.

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 réglementation ne définit pas précisément ces trois horizons mais il est d'usage de retenir une période de 1 à 2 ans pour la projection à court terme, une période de 5 à 10 ans pour la projection à moyen terme et une période de 15 à 20 ans pour la projection à long terme. La pertinence de ces hypothèses est réexaminée tous les cinq ans par la DGAC et les conclusions de cette analyse sont présentées en commission consultative de l'environnement, lorsqu'elle existe.

La procédure d'établissement ou de révision d'un PEB est pilotée localement par la préfecture et la DGAC : elle prévoit la consultation de la commission consultative de l'environnement lorsque celle-ci existe, des collectivités locales concernées et de l'ACNUSA pour les aérodromes visés au I de l'article 1609 quatervicies A du code général des impôts, ainsi que l'organisation d'une enquête publique. (cf. ANNEXE D : Procédures d'établissement et d'approbation des PEB et des PGS).

2.2. LES PLANS DE GÊNE SONORE (PGS)

La loi n° 92-1444 relative à la lutte contre le bruit a institué un dispositif d'aide à l'insonorisation des riverains des aérodromes, financé depuis 2004 par une taxe, dite taxe sur les nuisances sonores aériennes (TNSA). Cette taxe est destinée à couvrir les dépenses d'aide à l'insonorisation des logements autour de certains aérodromes. Ce dispositif s'appuie sur les PGS qui délimitent des zones dans lesquelles les riverains peuvent bénéficier, sous certaines conditions, de cette aide.

Les PGS sont établis pour les aérodromes visés au I de l'article 1609 quatervicies A du code général des impôts¹¹. En 2020, 12 aérodromes sont concernés par ce dispositif.

¹¹ Aérodromes pour lesquels le nombre annuel des mouvements d'aéronefs de masse maximale au décollage supérieure ou égale à 20 tonnes a dépassé vingt mille lors de l'une des cinq années civiles précédentes. En septembre 2020, ce critère est rempli par 12 aérodromes français : Paris Charles de Gaulle, Paris Orly, Paris Le Bourget, Nice Côte d'Azur, Lyon Saint-Exupéry, Marseille Provence, Toulouse Blagnac, Bâle-Mulhouse (mais sans la TNSA, remplacée par la redevance Bruit, en raison de la spécificité de cet aéroport franco-suisse), Bordeaux-Mérignac, Nantes-Atlantique, Beauvais-Tille, Lille-Lesquin.

L'aérodrome de Paris Le Bourget se rajoute à cette liste car il remplit le critère défini au 2e alinéa de l'article 1609 quatervicies A du CGI : aérodrome pour lequel le nombre annuel de mouvements d'aéronefs de masse maximale au décollage supérieure ou égale à deux tonnes a dépassé cinquante mille lors de l'une des cinq années civiles précédentes, si les plans d'exposition au bruit ou de gêne sonore de cet aérodrome possèdent un domaine d'intersection avec les plans d'exposition au bruit ou de gêne sonore d'un aérodrome présentant les caractéristiques définies au premier alinéa.

2. LE CADRE RÉGLEMENTAIRE FRANÇAIS ET INTERNATIONAL

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

- La zone I, dite de très forte nuisance, comprise à l'intérieur de la courbe d'indice L_{den} 70 ;
- La zone II, dite de forte nuisance, 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 ;
- La zone III, dite de nuisance modérée, 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 à court terme (n +1), 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.

Ils sont élaborés sous l'autorité du préfet coordonnateur (en lien avec la DGAC), transmis pour avis aux conseils municipaux des communes concernées, à la commission consultative d'aide aux riverains (CCAR) et à l'ACNUSA (cf. ANNEXE D : Procédures d'établissement et d'approbation des PEB et des PGS).

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

2.3. LES CARTES STRATÉGIQUES DE BRUIT AU SENS DES DIRECTIVES 2002/49/CE ET 2015/996 (CSB) ET 2020/367

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

1. d'évaluer l'exposition au bruit des populations concernées à partir de méthodes communes aux pays européens, en se basant sur l'élaboration d'une cartographie du bruit (dite cartes stratégiques du bruit CSB en droit français) ;
2. d'informer les populations en ce qui concerne le bruit dans l'environnement et ses effets ;
3. de mettre en œuvre et piloter, à travers un plan d'action (dit plan de prévention du bruit dans l'environnement – PPBE – en droit français), des mesures visant à prévenir et réduire, si cela est nécessaire, le bruit dans l'environnement notamment lorsque les niveaux d'exposition peuvent entraîner des effets nuisibles pour la santé humaine.

La directive européenne 2015/996 du 19 mai 2015 établit les méthodes communes d'évaluation du bruit conformément à la directive 2002/49/CE. L'Annexe II de la DIR 2015/996 traite du bruit des aéronefs.

La transposition au niveau français de ces directives, notamment dans le code de l'urbanisme¹², prévoit d'annexer au rapport de présentation du PEB de l'aéroport concerné, les éléments ainsi élaborés requis par la directive (CSB en indice de bruit le jour L_{den} mais aussi la nuit L_n , décompte des populations et des établissements d'enseignement et de santé, PPBE).

Enfin la directive 2020/367/CE du 4 mars 2020 modifie l'annexe III de la directive 2002/49/CE en ce qui concerne l'établissement de méthodes d'évaluation des impacts sanitaires du bruit dans l'environnement. Cette directive de 2020 est en cours de transposition (date limite de transposition fixée au 31/12/2021).

L'élaboration des CSB est requise sur les 10 grands aéroports fixés par l'arrêté 24 avril 2018¹³ (il s'agit des aérodromes civils dont le trafic annuel est supérieur à 50 000 mouvements, hors les mouvements effectués exclusivement à des fins d'entraînement sur des avions légers);

Cette directive a une mise en œuvre quinquennale: tous les 5 ans, et selon le calendrier fixé par la Commission européenne, il convient donc d'élaborer de nouvelles cartes de bruit qui seront ensuite publiées, puis mises en ligne sur la plateforme européenne dédiée, EIONET : <https://www.eionet.europa.eu/>

La cartographie stratégique publiée comporte :

- des cartes de bruit représentant la situation actuelle en L_{den} et en L_n (courbes de 5 en 5 dB à partir du $L_{den}55$ et du L_n50);
- des cartes de bruit représentant la situation de long terme, également en L_{den} et en L_n ;
- des décomptes de populations, d'établissements de santé et d'enseignement (pour chacune des CSB réalisées et chacune des courbes de ces CSB).

Les CSB de la situation actuelle correspondent en principe au trafic de l'année n-1, la dernière année terminée. Si l'année n-1 n'est pas représentative du trafic sur la plateforme, les CSB de la situation actuelle peuvent être réalisées à partir des données de la dernière année représentative la plus proche.

Point de vigilance: la transposition de la directive de 2002 en droit national a introduit la notion de « situation de référence » pour les CSB de la situation actuelle. Or cette notion désigne dans les documents OACI repris en droit communautaire le cumul « situation actuelle + situation à long terme » tel qu'il est connu à un moment donné, en l'absence de toute mesure complémentaire.

Les CSB de long terme correspondent en principe au trafic projeté à 5-10 ans. Il est généralement recommandé d'utiliser pour ces CSB les hypothèses qui ont servi à l'élaboration du PEB en vigueur au moment de l'élaboration des nouvelles CSB. Sauf si ce PEB est en cours de révision ou si les hypothèses sont officiellement considérées comme obsolètes (mais dans ce cas, il est en théorie en cours de révision sauf contexte particulier. Ex: réaménagement en cours).

¹². Articles L572-1 à L572-11 du code de l'Environnement, décret n°2006-361 du 24 mars 2006, arrêté du 4 avril 2006 modifié par l'arrêté du 1er juin 2018 et article R. 112-5 du code de l'urbanisme, arrêté du 14 avril 2017, arrêté du 24 avril 2018.

¹³. Bâle-Mulhouse, Bordeaux-Mérignac, Lyon-Saint-Exupéry, Marseille-Provence, Nantes-Atlantique, Nice-Côte d'Azur, Paris-Charles de Gaulle, Paris- Le Bourget, Paris-Orly, Toulouse-Blagnac.

2. LE CADRE RÉGLEMENTAIRE FRANÇAIS ET INTERNATIONAL

2.4. LES COURBES D'ENVIRONNEMENT SONORE (CES)

Sur certains aérodromes, des courbes d'environnement sonores sont produites annuellement afin de suivre régulièrement l'évolution des nuisances sonores au cours du temps. Ces courbes s'appuient sur le trafic observé durant l'année précédente.

La production de telles courbes n'est pas réglementée au niveau national, mais repose la plupart du temps sur des engagements et des initiatives locales comme les chartes d'environnement. Même si aucun cadre réglementaire n'existe, il est d'usage de retenir la courbe $L_{den}55$ comme principale référence.



3. LES GRANDS PRINCIPES DE LA MÉTHODE D'ÉLABORATION DES CARTES DE BRUIT...

LES GRANDS PRINCIPES DE LA MÉTHODE D'ÉLABORATION DES CARTES DE BRUIT AUTOUR DES AÉRODROMES

La modélisation du bruit des aéronefs autour des aéroports repose sur trois composantes :

- Une méthode de calcul de bruit implémentée dans un programme informatique ;
- Une base de données des aéronefs nécessaire pour caractériser finement les émissions sonores de chaque appareil ;
- Des données relatives aux infrastructures, au trafic, aux trajectoires et aux conditions d'exploitation propres à chaque aéroport.

La méthode de calcul de bruit ainsi que la base de données aéronefs sont harmonisées au niveau international et utilisées de la même manière quels que soient le type de carte de bruit et la taille de l'aéroport étudié. Les documents de référence en la matière sont le doc 9911 2^e édition de l'OACI [1] et le doc 29 de la CEAC, 4^e édition [2]. Ce référentiel technique international est également officiellement reconnu par les instances communautaires et fait partie de l'annexe II de la directive 2015/996¹⁴.

Cette méthode harmonisée au niveau international a été initialement développée pour le calcul des contours de bruit autour des aéroports civils ; les hélicoptères et l'aviation militaire n'étant pas inclus dans le champ d'application originel du doc 29 et du doc 9911.

Depuis 2020, une méthodologie de modélisation des hélicoptères est en cours d'élaboration au niveau international et devrait donner lieu à une publication future dans le doc 29.

En l'absence d'autres méthodologies opérationnelles spécifiques définies au niveau international, la DGAC a fait le choix d'utiliser les mêmes outils logiciels pour l'ensemble des aéroports quelle que soit la typologie du trafic.

Le bruit des aéronefs au sol (roulage, essais moteurs, APU), qui, la plupart du temps, est anecdotique par rapport au bruit généré pendant les phases d'atterrissage et de décollage, n'est pas traité dans cette méthode. À l'inverse, l'ensemble des phases de vol sur la piste (y compris la mise en puissance avant le décollage et l'activation des inverseurs de poussée à l'atterrissage) est bien couvert par la méthode de modélisation du bruit décrite ci-dessous.

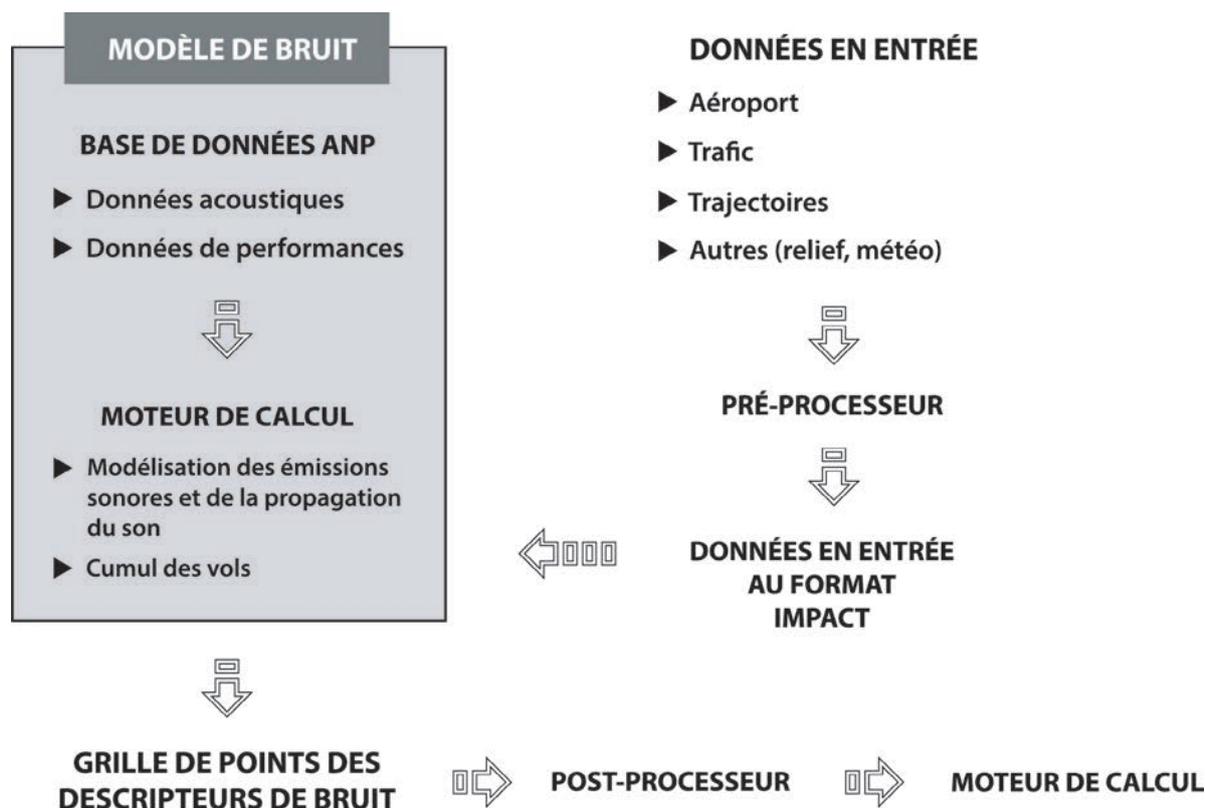
14. Le document officiel publié en 2012 par le Joint Research Center de la Commission Européenne intitulé « Common noise assessment methods in Europe (CNOSSOS-EU) to be used by EU Member States for strategic noise mapping following adoption as specified in the Environmental Noise Directive 2002/49/CE » renvoie explicitement vers le doc 29 de la CEAC, couplé à la base de données ANP, ce document est repris dans l'annexe II de la directive 2015/996.

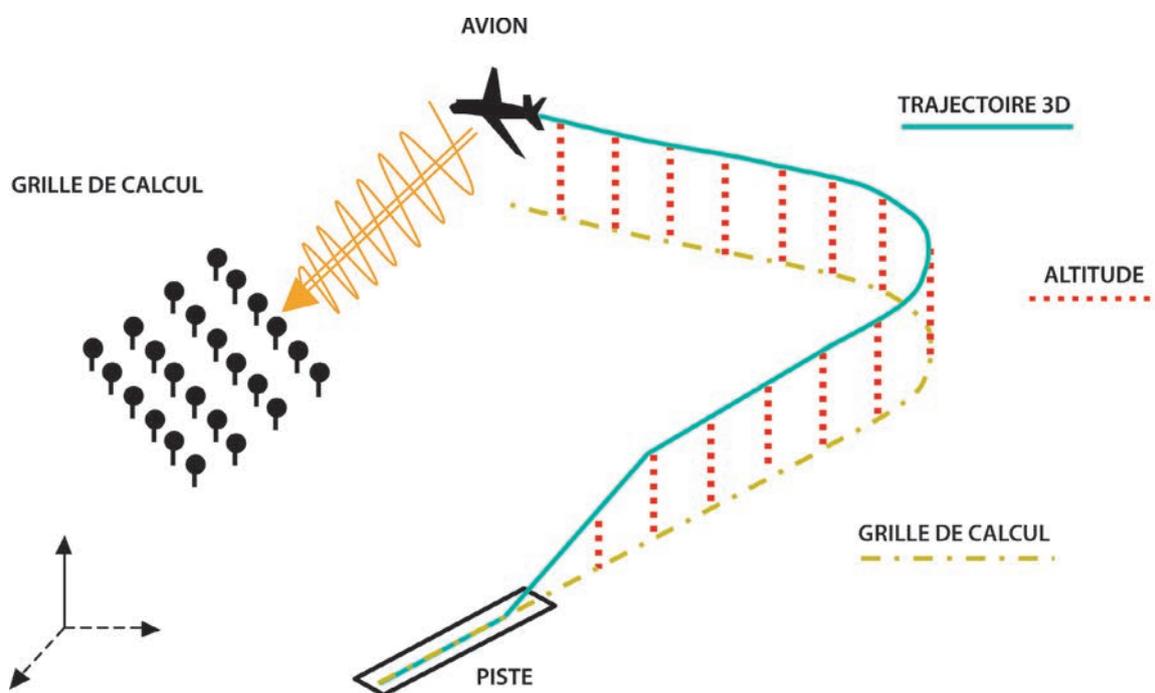
3. LES GRANDS PRINCIPES DE LA MÉTHODE D'ÉLABORATION DES CARTES DE BRUIT...

3.1. LE MOTEUR DE CALCUL

La méthode de calcul définie au niveau international ne renvoie pas vers un outil logiciel spécifique. Pour les cartes de bruit dont elle a la charge, la DGAC a fait le choix d'utiliser le logiciel IMPACT développé par EUROCONTROL et compatible avec la méthode de calcul harmonisée au niveau de la CEAC et de l'OACI.

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.





La méthode de segmentation consiste tout d'abord à découper la trajectoire d'un avion en plusieurs segments et 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 acoustiques et de performance spécifique à chaque aéronef (données issues de l'ANP),
- de la directivité latérale de la source induite par les effets d'installation des moteurs¹⁵,
- et de l'atténuation latérale du bruit (effet de sol).

Les « fractions de bruit » des segments significatifs (i. e. ceux qui contribuent de manière significative au niveau de bruit généré par le passage de l'avion) sont ensuite additionnées.

Le module de bruit calcule ainsi les niveaux de bruit en des points discrets d'une grille de calcul prédéfinie. Ces valeurs sont les données entrantes d'un post-processeur qui génère des courbes isophones.

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

La méthode pour le calcul des niveaux sonores induits par chaque passage d'avion est décrite dans le détail dans le volume 2 du document 29 de la CEAC [2] et dans la seconde édition du doc 9911 de l'OACI.

¹⁵. Ces effets varient en fonction du type et de la position des moteurs (hélices, réacteurs sous les ailes, réacteurs à l'arrière du fuselage).

3. LES GRANDS PRINCIPES DE LA MÉTHODE D'ÉLABORATION DES CARTES DE BRUIT...

3.2. LA BASE DE DONNÉES AÉRONEFS

La base de données ANP (Aircraft Noise and Performance Database) est la base de données de référence au niveau international pour la modélisation du bruit des avions (cf. doc 9911 de l'OACI 2^e édition [1] et doc 29 de la CEAC, 4^e édition [2]). Elle est également citée dans l'annexe II de la directive 2015/996, ainsi que 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^o) de l'arrêté du 4 avril 2006).

Cette base de données publique est alimentée depuis de nombreuses années par les constructeurs d'aéronefs, en liaison avec EUROCONTROL et l'administration américaine (FAA) qui ont en charge la vérification et la validation des données constructeurs. Elle est librement accessible sur Internet www.aircraftnoisemodel.org et mise à jour par EUROCONTROL.

Elle comporte, pour chaque avion documenté, l'ensemble des données acoustiques et de performance nécessaire à la modélisation du bruit par la méthode de segmentation décrite précédemment.

Données acoustiques :

- courbes d'atténuation du bruit en fonction de la distance (distance oblique entre 200 et 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 standards de pression (1013hPa), d'absorption atmosphérique du son (température et humidité correspondant à l'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 par bandes de tiers d'octaves ;
- tableau des classes spectrales par bandes de tiers d'octaves de 50 Hz à 10 000 Hz pour l'approche et le décollage.

Données de performance :

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

La base ANP ne comprend pas de données relatives aux hélicoptères et aux avions militaires qui ne sont pas inclus dans le champ d'application du document 29 de la CEAC. Le logiciel IMPACT est associé à la base de données ANP gérée par EUROCONTROL. IMPACT permet également l'ajout de données « ANP utilisateurs » permettant de modéliser des avions génériques fictifs d'aviation générale ou des aéronefs militaires (GASEPF, GASEPV, RAFALE).

Dans l'attente de l'implémentation d'un module hélicoptères dans IMPACT¹⁶, la modélisation des hélicoptères se fait toujours à l'aide du logiciel américain INM 7-0d, qui contient une base de données hélicoptères documentée dans l'ANNEXE F.

16. Depuis 2020, la méthodologie NORAH (Noise of Rotorcraft Assessed by Hemispheres) est en cours de développement au sein du groupe AIRMOD de la CEAC, elle sera ensuite implémentée dans le logiciel IMPACT.

3.3. LES HYPOTHÈSES D'ENTRÉE

Les données d'entrée à renseigner pour chaque étude de cartographie du bruit autour d'un aéroport portent principalement sur les infrastructures, le trafic aérien, les trajectoires, les profils de vol et les conditions d'exploitation de l'aéroport. Le détail des informations nécessaires à la production d'une carte de bruit est décrit dans la partie 4 du présent guide.



4. LE RECUEIL ET LE TRAITEMENT DES DONNÉES NÉCESSAIRES À LA PRODUCTION...

LE RECUEIL ET LE TRAITEMENT DES DONNÉES NÉCESSAIRES À LA PRODUCTION DES CARTES DE BRUIT

Quels que soient l'objet et la nature de la carte de bruit (PEB, PGS, CSB ou CES), la phase de recueil des données est primordiale et préalable à tout travail de saisie dans les outils et logiciels dont dispose le modélisateur. La fiabilité des résultats de la modélisation dépend bien entendu fortement des données d'entrée. Cette phase doit faire l'objet d'une validation formelle par le maître d'ouvrage de la carte (Etat ou collectivités locales).

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.

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,
- année (N-1) pour les CES.
- année de référence et long terme pour les CSB

Dans le cadre de l'élaboration d'un PEB, il peut arriver qu'un des trois horizons d'étude soit, de toute évidence, moins dimensionnant que les autres. Il est intéressant dans tous les cas de visualiser, et à des fins d'information, l'évolution de l'exposition au bruit au cours du temps.

4.1. 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, altitudes de l'aéroport et des seuils de piste), ainsi que les caractéristiques des aides à la navigation, telles que balises et points de report, doivent être définies précisément dans un système géoréférencé unique (système WGS 84- World Geodetic System 1984- de préférence).

Pour les infrastructures existantes, ces données sont disponibles auprès du Service de l'Information Aéronautique (SIA) <http://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/> 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 WGS 84.

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.

4.2. LE TRAFIC

Le volume de trafic, sa typologie détaillée (type avion/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. Aucune activité ne doit être négligée.

Ces hypothèses doivent notamment bien prendre en compte l'ensemble des mesures opérationnelles prises ou envisagées à terme pour réduire les nuisances sonores générées par le trafic aérien : l'utilisation préférentielle de certains QFU ou de certaines trajectoires durant la nuit ou des restrictions d'exploitation particulières pour les vols nocturnes peut par exemple avoir des effets significatifs sur les résultats de la modélisation même si les volumes de trafic concernés sont faibles.

Répartition des Mvts par périodes								Procédures (A ou D) QFU (nom)		
Classe Catégorie	Désignation (moteur si inconnu)	Type Avion (Code OACI de préférence)	Durée de référence (jours)	Nb Mvts par An	% Mvts par An			% Utilisation	% Utilisation	% Utilisation
					Mvts/Jour (06h-18h)	Mvts/Soir (18h-22h)	Mvts/Nuit (22-06h)			
Gros porteur	A350-900	A359	365	1248	100,00	-	-	25,00	51,00	24,00
Gros porteur	A350-901	A359	365	0	-	100,00	-	25,00	51,00	24,00
Gros porteur	A350-902	A359	365	0	-	-	100,00	25,00	51,00	24,00
Moyen courrier Jet	B737-800	B738	365	3058	100,00	-	-	25,00	50,00	25,00
Moyen courrier Jet	B737-800	B738	365	1310	-	100,00	-	40,00	20,00	40,00
Moyen courrier Jet	B737-800	B738	365	0	-	-	100,00	45,00	45,00	10,00
Moyen courrier Jet	A320 Neo/CFM	A20N	365	2912	100,00	-	-	33,00	33,00	34,00
Moyen courrier Jet	A320 Neo/CFM	A20N	365	1248	-	100,00	-	25,00	51,00	24,00
Moyen courrier Jet	A320 Neo/CFM	A20N	365	0	-	-	100,00	20,00	60,00	20,00
Régional Turboprop	ATR72	AT72	365	500	100,00	-	-	20,00	60,00	20,00
Régional Turboprop	ATR72	AT72	365	124	-	100,00	-	20,00	45,00	35,00
Régional Turboprop	ATR72	AT72	365	0	-	-	100,00	25,00	40,00	35,00

Exemple de tableau de trafic à renseigner.

Les heures de décollage et de toucher des roues (heure locale) sont celles retenues pour identifier la tranche horaire (jour entre 06 h 00 et 17 h 59, soirée entre 18 h 00 et 21 h 59 ou nuit entre 22 h 00 et 05 h 59) de chaque mouvement.

4. LE RECUEIL ET LE TRAITEMENT DES DONNÉES NÉCESSAIRES À LA PRODUCTION...

La typologie du trafic définie dans les hypothèses doit toujours rester compatible avec les caractéristiques techniques des infrastructures (longueur, largeur et portance de la piste, procédures de navigation aérienne) 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 la nature de la carte et l'horizon étudié, ces données de trafic reposent 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'alors. 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 en liaison avec les exploitants et les gestionnaires d'aérodrome.

Étant donné 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.

Les hypothèses de trafic à long terme doivent prendre en compte, outre la modernisation « naturelle » de la flotte des exploitants¹⁷, les éventuelles mesures envisagées à terme sur l'aérodrome pour réduire les nuisances sonores aériennes: restrictions d'exploitation, incitations financières pour accélérer le renouvellement des flottes, nouvelles procédures d'exploitation, ... Il peut être également pertinent de prendre en compte, dans les hypothèses de trafic à long terme, la mise en service d'avions en projet non certifiés à la date de l'élaboration de la carte de bruit.

Le trafic aérien correspondant à des manifestations aériennes très ponctuelles du type salons et meetings aériens n'a pas à être comptabilisé dans les hypothèses utilisées pour l'élaboration des cartes de bruit prévisionnelles.

4.2.1. DÉTERMINATION DU NOMBRE DE JOURS D'ACTIVITÉ

Le décret n°2012-1470 relatif aux modalités d'élaboration des plans d'exposition au bruit de certains aérodromes a introduit, dans le code de l'urbanisme, l'article R.112-2 qui prévoit que le PEB de certains aérodromes¹⁸ soit déterminé à partir d'un nombre de jours d'activité compris entre 180 et 365 en fonction de la répartition du trafic au cours de l'année.

Afin d'asseoir la modélisation sur des situations réellement représentatives de l'exposition au bruit, la réglementation permet désormais de ne pas systématiquement retenir la moyenne annuelle du trafic lissée sur 365 jours et de répartir le trafic annuel sur un nombre de jours au cours desquels l'activité aérienne est prévue comme significative. Ce nombre de jours peut varier d'une activité à l'autre sans pour autant aller en deçà du seuil plancher des 180 jours.

La détermination du (ou des) nombre(s) de jours d'activité significative fait partie de la phase de recueil de données nécessaires à l'élaboration d'un PEB: le maître d'ouvrage du PEB doit valider ce nombre de jours au même titre que les volumes de trafic.

Ces modalités particulières ne s'appliquent pas aux « aérodromes ACNUSA »¹⁹ et donc a fortiori aux PGS.

¹⁷ Les avions les plus anciens et les plus bruyants - (B747-200, B727, L1011, DC8, A300, A340...) ne doivent plus apparaître dans les hypothèses de trafic à long terme.

¹⁸ Le critère d'application de l'article R112-2 est double:

- aérodromes où le nombre annuel de mouvements commerciaux n'excède pas 10 000 dans l'une des trois hypothèses de court, moyen ou long terme;
- aérodromes caractérisés par une forte variation saisonnière ou hebdomadaire de l'activité aérienne.

¹⁹ Aérodromes visés au I de l'article 1609 quater vices A du code général des impôts.

4.2.2. CHOIX DES SUBSTITUTIONS ET DES GROUPEMENTS D'AÉRONEFS

Les bases de données aéronefs disponibles (ANP pour les avions civils et INM pour les hélicoptères) 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 possible en fonction des données disponibles.

La base de données est, en règle générale, assez complète pour les avions commerciaux standards et des propositions de substitutions sont souvent prédéfinies : afin d'harmoniser les pratiques au niveau européen, l'AESA a publié une liste de substitution pour les jets commerciaux et turbopropulseurs lourds²⁰. Au niveau national, la liste de substitution AESA a été simplifiée et des listes de substitutions pour les principaux avions et hélicoptères accueillis en France mais non documentés dans la base ANP sont jointes en annexe (cf. ANNEXE G : Tableau de substitution des avions et ANNEXE H : Tableau de substitution des hélicoptères). 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 conduit la plupart du temps à procéder à des groupements d'aéronefs.

Ce travail relatif au choix des substitutions et des regroupements est mené la plupart du temps par la personne en charge de la modélisation qui doit être à même d'expliquer et de justifier ses choix techniques et qui peut demander au maître d'ouvrage de la carte de valider ses choix en fonction des répercussions sur les courbes de bruit.

Les principaux 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 et motoriste ;
- la motorisation : nombre et type de moteurs (turboréacteurs, turbopropulseurs ou moteurs à pistons), taux de dilution, emplacement des réacteurs (arrière du fuselage ou sous la voilure), génération, motoriste, nombre de pales pour les hélicoptères, ...
- les caractéristiques acoustiques (données issues de la certification acoustique, mesures de bruit disponibles) ;
- 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.

À l'inverse, des substitutions et des groupements plus approximatifs pour les avions non significatifs en termes 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.

²⁰ ANP v2.2 Aircraft substitutions – jets & heavy props (22022018) disponible sous <https://www.aircraftnoisemodel.org>

4. LE RECUEIL ET LE TRAITEMENT DES DONNÉES NÉCESSAIRES À LA PRODUCTION...

Lorsque certains aéronefs qui contribuent de façon notable au niveau d'exposition au bruit global autour d'un aérodrome ne sont pas documentés dans la base de données, la CEAC recommande dans le volume 1 du doc 29 [2] tout d'abord de sélectionner au mieux l'avion de substitution puis de procéder à des ajustements sur les données acoustiques des NPD, pour tenir compte d'éventuelles différences de performances acoustiques entre l'aéronef manquant et l'aéronef de substitution.

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

Sélection de l'aéronef de substitution

La sélection de l'aéronef de substitution le plus approprié dans la liste des aéronefs de la base de données de l'ANP peut être une tâche complexe car elle est basée sur de multiples critères. Les critères pour lesquels il convient de comparer l'aéronef manquant et l'aéronef de remplacement sont les suivants :

- a) la catégorie de moteur (jet, turbopropulseur, piston)
- b) le nombre de moteurs
- c) l'installation du moteur (aile ou fuselage)
- d) la masse maximale au décollage (MTOW) de l'aéronef
- e) le rapport poussée/poids (poussée statique maximale de tous les moteurs divisée par la MTOW)
- f) les niveaux de bruit certifiés
- g) le fabricant de cellules
- h) le constructeur du moteur

La première étape consiste à identifier les caractéristiques détaillées liées aux critères ci-dessus pour l'avion manquant. Lorsque la MTOW ou le type de moteur de l'avion manquant est **inconnu**, il convient de choisir la version de l'aéronef dont la MTOW est la plus élevée (approche prudente), avec son type de moteur et sa poussée statique correspondants.

Dans l'idéal, les critères a, b et c devraient être identiques pour l'avion manquant et l'avion de remplacement, tandis que les critères d, e et f devraient être aussi proches que possible. Les critères g et h peuvent être utilisés pour départager deux candidats qui répondraient aux critères précédents de manière identique.

Toutefois, il n'est pas toujours possible de trouver dans la base de données de l'ANP un substitut qui réponde simultanément à tous ces critères, d'où la nécessité d'assouplir certains critères dans des situations particulières. Les modélisateurs doivent néanmoins essayer d'appliquer les principes suivants lors de la recherche d'un aéronef de substitution :

- La catégorie de moteur (jet, turbopropulseur, piston) et l'installation (aile, fuselage) de l'avion source et de l'avion proxy²¹ doivent être identiques.

²¹ Le proxy correspond à l'avion présent dans la base de données ANP que l'on va utiliser comme substitut à l'avion source dont on souhaite modéliser le bruit.

Ajustements des données acoustiques

Toutes les courbes NPD de l'avion de substitution doivent être corrigées par l'ajout d'ajustements spécifiques en décibels. Pour les aéronefs certifiés conformément aux chapitres 2, 3, 4 et 14 du volume I de l'annexe 16 de l'OACI, des ajustements distincts en décibels doivent être calculés pour le départ et l'arrivée, comme suit :

où FO_LEVEL, LAT_LEVEL et APP_LEVEL représentent respectivement les niveaux de bruit EPNdB certifiés pour le survol, le vol latéral et l'approche pour l'aéronef manquant "miss" ou l'aéronef "proxy".

$$\Delta_{\text{dep}} = \frac{(FO_LEVEL_{\text{miss}} + LAT_LEVEL_{\text{miss}} - FO_LEVEL_{\text{proxy}} - FO_LEVEL_{\text{proxy}})}{2}$$

$$\Delta_{\text{arr}} = APP_LEVEL_{\text{miss}} - APP_LEVEL_{\text{proxy}}$$

Pour les aéronefs certifiés conformément à l'annexe 16 de l'OACI, volume I, chapitres 6 et 10, un seul ajustement en décibels est calculé pour les courbes de départ et d'arrivée :

où CERTIF_LEVEL représente les niveaux de survol et de décollage en dBA pour les aéronefs du chapitre 6 et du chapitre 10.

$$\Delta_{\text{certif}} = CERTIF_LEVEL_{\text{miss}} - CERTIF_LEVEL_{\text{proxy}}$$

Les substitutions des avions en projet non certifiés dont les performances acoustiques diffèrent sensiblement par rapport aux avions actuels disponibles dans la base de données ANP, ne peuvent s'appuyer que sur les objectifs technologiques des constructeurs et des motoristes en matière de bruit. Il est recommandé de consulter le STAC sur ce sujet.

4. LE RECUEIL ET LE TRAITEMENT DES DONNÉES NÉCESSAIRES À LA PRODUCTION...

4.2.3. DÉCOMPTE ET MODÉLISATION DES TOURS DE PISTE ET DE CERTAINES ACTIVITÉS PARTICULIÈRES

Les tours de piste justifient la plupart du temps un décompte et un traitement spécifique distinct des autres mouvements standards type arrivée ou départ lors de la définition des hypothèses de trafic.

Il est indispensable que les différents intervenants en charge de la production et l'approbation des cartes de bruit s'accordent sur une méthode commune pour le décompte et la présentation des tours de piste dans les documents publics.

Les tours de piste, dans les hypothèses de trafic doivent être comptabilisés comme des mouvements distincts des mouvements de type arrivée ou départ : dans le cadre du travail du modélisateur, un tour de piste est distinct d'une arrivée ou d'un départ lors de la saisie des données de trafic dans le logiciel de modélisation²².

La prise en compte dans les cartes de bruit d'activités très particulières comme la voltige aérienne opérée à la verticale d'un aérodrome soulève de nombreuses questions techniques concernant notamment la modélisation de profils de vol très spécifiques. Il n'existe pas à ce jour de solution technique réellement satisfaisante pour modéliser ce type d'activité. Dans le cas où la pérennité de l'activité voltige à la verticale de l'aérodrome est confirmée dans les hypothèses de trafic du PEB et où il existe une forte demande locale pour prendre en compte ce type d'opérations dans la cartographie, il peut être proposé de rajouter un « forfait voltige » au trafic standard tours de piste, chaque séance de voltige étant par exemple modélisée comme cinq tours de piste. Cette approche très simple ne permet d'appréhender que partiellement et grossièrement la problématique, mais elle constitue néanmoins une réponse possible à certaines demandes locales.

²². Type Opération « C ».

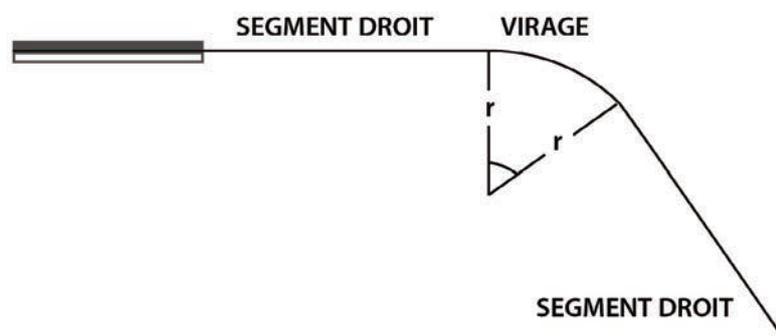
4.3. LES TRAJECTOIRES ET LES PROFILS DE VOL

4.3.1. LES TRAJECTOIRES SOL

La définition précise des caractéristiques des trajectoires sol est une phase importante et préalable à la modélisation. Les trajectoires doivent être décrites dans un rayon d'une quinzaine de miles nautiques autour des pistes. Suivant le type de carte de bruit envisagé et la disponibilité des données, les données relatives à ces trajectoires peuvent prendre deux formes différentes :

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

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



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

b) Exploitation de données radar (trajectographie réelle)

Pour les aérodromes pour lesquels des données radar de qualité sont disponibles, il est recommandé d'utiliser les enregistrements radar des flux des trajectoires observées pour calculer les trajectoires moyennes et prendre en compte la dispersion latérale du trafic autour des trajectoires moyennes²³.

Il est dans ce cas nécessaire de recueillir les enregistrements radar de plusieurs journées d'activité récentes et caractéristiques de l'exploitation de l'aérodrome afin de disposer, pour chaque faisceau de trajectoires, d'un volume suffisant de données pour une analyse statistique (minimum 30 trajectoires par faisceau). Ces enregistrements radar doivent comporter pour les vols IFR l'information sur le type d'avions pour pouvoir éventuellement créer des trajectoires distinctes par type d'appareils. Suivant le volume d'activité de l'aérodrome, le nombre de journées nécessaires pour obtenir une taille d'échantillon suffisante par trajectoire varie.

²³ L'Annexe II de la Directive 2015/996 stipule que les trajectoires de vol dérivées de données radar doivent être utilisées si tant est qu'elles existent et soient de qualité suffisante pour la réalisation des CSB.

4. LE RECUEIL ET LE TRAITEMENT DES DONNÉES NÉCESSAIRES À LA PRODUCTION...

Le traitement de telles données nécessite des outils de trajectographie particuliers comme le logiciel Elvira (Enregistrement Lecture et Visualisation d'Informations Radar), développé et maintenu par la DGAC.

Toutes les configurations d'exploitation significatives (sens d'utilisation des pistes) doivent être représentées.

Il est bien entendu possible de faire cohabiter ces deux méthodes de description des trajectoires sol dans une même étude: l'exploitation de données radar et la description géométrique des trajectoires publiées peuvent par exemple être retenues respectivement pour les trajectoires IFR et VFR.

Sur certains aérodromes, il peut être nécessaire de distinguer les trajectoires de jour, de soirée et de nuit. La répartition du trafic par type d'aéronef sur chacune des trajectoires est alors impérative (cf. § 4.2 Le trafic).

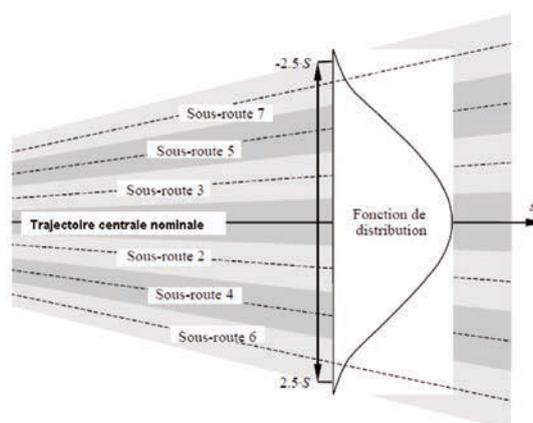
Il peut également être intéressant d'affiner la description des trajectoires en créant des trajectoires spécifiques par famille d'appareils (turbopropulseurs, moyens porteurs, gros porteurs) pour mieux prendre en compte les variables de pilotabilité (taux de montée, rayon de virage, vitesse d'approche).

La dénomination retenue pour la description des trajectoires doit être la même que celle figurant dans les tableaux de répartition du trafic (cf. 4.2).

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.

4.3.2. LA MODÉLISATION DE LA DISPERSION LATÉRALE DES TRAJECTOIRES SOL

Il convient de prendre en compte la dispersion latérale des trajectoires sol lors de la définition des trajectoires sol. La plupart du temps, la prise en compte d'une telle dispersion consiste à répartir le trafic d'un itinéraire donné, suivant une distribution statistique (très souvent gaussienne), sur plusieurs sous-trajectoires autour d'une trajectoire nominale.



Exemple de répartition discrète du trafic suivant une distribution statistique appliquée à 7 sous-trajectoires.

La dispersion latérale des trajectoires entraîne le plus souvent un phénomène de raccourcissement des courbes (du fait du nombre plus important de trajectoires à l'intérieur de la courbe) combiné à un gonflement aux extrémités des courbes de bruit.

Pour les procédures IFR standards, la dispersion latérale des trajectoires est, en règle générale, plus importante pour les décollages que pour les atterrissages à proximité des seuils de piste. En amont du point d'interception de l'ILS, la dispersion à l'atterrissage peut être importante (guidage radar, vent arrière), mais, en règle générale, les courbes Lden des PEB, des PGS, des CSB et des CES ne s'étendent pas jusqu'à de telles distances.

Les méthodes de prise en compte de cette dispersion dépendent du type de données utilisées pour la description des trajectoires.

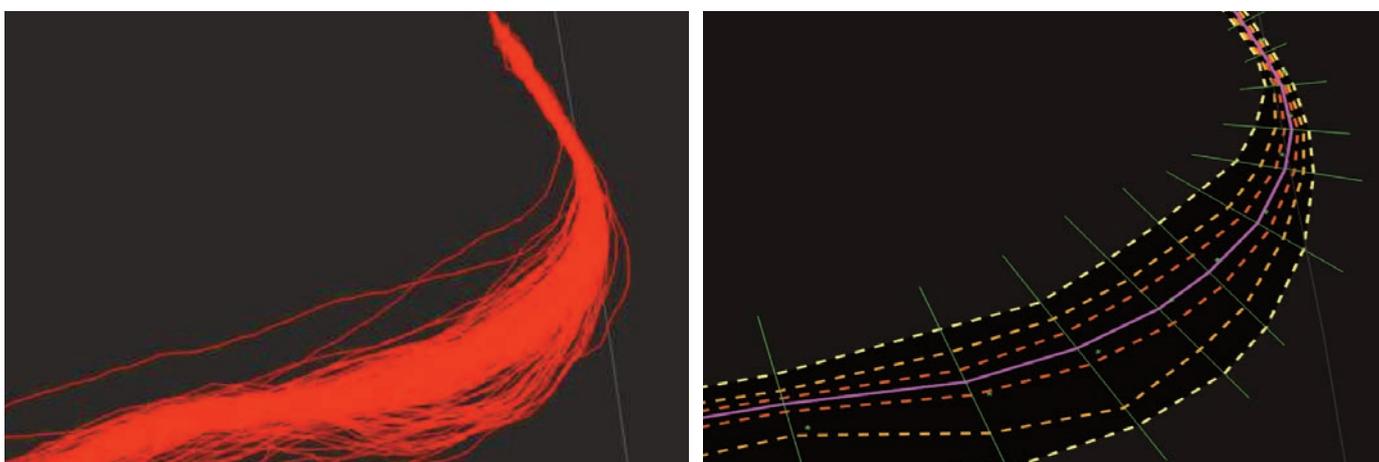
a) En cas de description géométrique de trajectoires moyennes théoriques à partir des publications aéronautiques, et en l'absence de données radar exploitables ou de **toutes autres informations particulières**, il est recommandé :

- d'utiliser les valeurs standards proposées dans le doc 29 de la CEAC [2] et dans le doc 9911 de l'OACI [1] pour la définition des cônes de dispersion au décollage ;
- de négliger la dispersion latérale des approches IFR avec un ILS.

La définition des hypothèses de dispersion doit prendre en compte le contexte local de l'aérodrome : définition de volumes de protection environnementale (VPE²⁴), précision des aides à la navigation, nature des procédures, ...

b) En cas d'exploitation des données radar, ces dernières sont utilisées à des fins statistiques (calcul de la trajectoire moyenne nominale et de la largeur du cône 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 statistique gaussienne par défaut.

L'exploitation des données radars pour le calcul des trajectoires moyennes et dispersées nécessite des outils de trajectographie particuliers comme le logiciel Elvira (Enregistrement Lecture et Visualisation d'Informations Radar), développé et maintenu par la DGAC.



Exemples de traitement d'un flux radar avec le logiciel ELVIRA (en haut, le faisceau des trajectoires Radar, en bas, le faisceau modélisé à l'aide d'une trajectoire moyenne et de 6 sous-trajectoires)

²⁴. « 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 aérodrome est une restriction d'usage instituée par arrêté ministériel et qui peut donner lieu à des sanctions administratives en cas de non respect.

4. LE RECUEIL ET LE TRAITEMENT DES DONNÉES NÉCESSAIRES À LA PRODUCTION...

4.3.3. LES PROFILS DE VOL

La base de données internationale ANP comporte des informations sur les performances des différents aéronefs documentés dont des profils de vol standard pour chaque type d'opération (arrivée ou départ).

Ajustement et création de profils de vol

Les profils de vol standard suffisent la plupart du temps à décrire les principales opérations aériennes, mais il peut néanmoins arriver que le modélisateur ait à ajuster certains profils de vol type, voire à créer de nouveaux profils utilisateurs, afin de représenter au mieux la réalité des opérations aériennes. Il est important 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, altitude des paliers en approche...), ainsi que les activités particulières (entraînements aériens civils ou militaires) qui peuvent nécessiter l'ajustement ou la création de profils de vol spécifiques.

Des ajustements mineurs de certains paramètres de vol des profils type, comme l'altitude des tours de piste, peuvent être aisément réalisés par les modélisateurs en fonction des situations locales particulières, aérodrome par aérodrome. À l'inverse, les ajustements plus significatifs comme la création d'un palier en approche ou la modification d'une pente de descente doivent être entreprises avec beaucoup de précaution étant donné la forte interaction entre les différents paramètres de vol (pente/vitesse/régime/volets...): ces modifications de profils type nécessitent en théorie d'analyser finement des données opérationnelles qui ne sont pas toujours disponibles.

De telles données issues des enregistreurs de vol et détenues par les exploitants d'aéronefs sont de précieuses sources d'information très complètes en matière de trajectographie, d'altitude et de performance de l'aéronef (tangage, roulis, lacet, vitesse, régime moteur, configuration de vol...), mais elles ne peuvent être obtenues qu'exceptionnellement et au prix d'efforts importants. De plus, elles requièrent des traitements lourds qui ne peuvent être menés systématiquement pour toute nouvelle carte de bruit.

Il est recommandé aux modélisateurs confrontés à de telles difficultés d'ajustement et de création de nouveaux profils de vol de se rapprocher du STAC.

Choix des profils de vol de décollage

En règle générale, pour un aéronef donné, un seul profil type est défini pour l'approche dans la base ANP. À l'inverse, plusieurs profils de vol type de décollage existent notamment 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'aérodrome 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 bruit recommandées par l'OACI appliquées sur l'aérodrome (NAPD de type 1 ou 2);

La masse réelle des avions au décollage est une information détenue par l'exploitant de l'aéronef et qui n'est, la plupart du temps, pas connue par le modélisateur. Il est possible d'estimer la masse d'un avion au décollage (qui dépend notamment de la quantité de carburant emporté) à partir de la longueur de l'étape prévue.

ACFT_ID	N° profil de décollage	Plage de la longueur d'étape (NM X 1000)	Masse au décollage (lb)
A320-211	1	0-0.5	133400
A320-211	2	0-5.1	139200
A320-211	3	1.1.5	145200
A320-211	4	1.5-2.5	155900
A320-211	5	2.5-3.5	169800

Exemple de tableau de masses par défaut de la base de données ANP.

En l'absence :

- de procédures d'exploitation particulières sur l'aérodrome, tel un taux de montée minimum fixé pour l'utilisation d'une trajectoire particulière;
- de conditions atmosphériques atypiques, telles des températures élevées qui influent directement sur les performances de montée des appareils;
- et de données précises sur les masses opérationnelles des aéronefs et/ou les longueurs des étapes,

il est recommandé de retenir les profils de vol au décollage correspondant à une masse moyenne proche de 85 % de la masse maximale au décollage de chaque appareil.

4. LE RECUEIL ET LE TRAITEMENT DES DONNÉES NÉCESSAIRES À LA PRODUCTION...

4.4. LA MÉTÉOROLOGIE

Les conditions météorologiques locales peuvent à la fois affecter les conditions de propagation du son dans l'air et les performances des aéronefs.

Le calcul de courbes de bruit annuelles repose sur des conditions météorologiques moyennes (température, humidité, pression, vent de face), 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.

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)

Les variations des conditions de propagation du son dans l'air en fonction de la température et de l'humidité sont, si besoin, prises en compte à travers le calcul de coefficients d'absorption atmosphérique spécifiques et l'ajustement des données NPD 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 [2] et dans le doc 9911 de l'OACI [1]²⁵.

Les données de température, de pression et de vent de face ont des effets sur le calcul des profils de vol²⁶: une valeur élevée de vent de face aura par exemple pour effet de réduire la distance de décollage et d'augmenter le taux de montée au décollage des avions.

En cas de conditions météorologiques atypiques, il convient de compléter ces ajustements automatiques intégrés dans les modèles de bruit par un choix judicieux des profils de vol au décollage: à titre d'illustration, des températures élevées doivent conduire à sélectionner des profils de vol au décollage correspondant à des masses élevées pour prendre en compte la dégradation des performances en montée (cf. § 4.3.3).

4.5. 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).

Seule la variation de la distance entre la source de bruit (l'avion) et le récepteur au sol induit par le relief est prise en compte dans la méthode d'élaboration des cartes de bruit définie au niveau international. Il est nécessaire de disposer d'un modèle numérique de terrain des environs de l'aérodrome pour pouvoir estimer, même partiellement, l'impact du relief sur les niveaux de bruit calculés.

²⁵. Cet ajustement est automatique dans l'outil IMPACT dès lors que la case « Recalculate NPDs » est cochée par l'utilisateur dans les paramètres de l'étude.

²⁶. Seuls les profils de vol définis par procédure sont ajustés automatiquement en fonction des conditions météorologiques: les profils de vol de type point par point restent inchangés.

5. LA PRODUCTION ET L'ANALYSE DES COURBES

5.1. PARAMÉTRAGE DES INDICES DE BRUIT ET DU CALCUL

Les indices L_{den} et L_n ne sont pas nécessairement paramétrés par défaut dans les outils de modélisation du bruit. C'est le cas dans l'outil INM encore utilisé pour la modélisation du bruit des hélicoptères.

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 ($10\log(T)$) ²⁷	49.37 ($=10\log[24 \times 60 \times 60]$)	44.59 ($=10\log[8 \times 60 \times 60]$)

Il convient de définir une grille de calcul suffisamment fine pour limiter les effets de l'interpolation entre les points discrets de la grille lors de la génération des courbes isophones.

5.2. 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®, QGis®,...) 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 en Lambert93 pour la France métropolitaine).

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 et CSB.

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 : elles sont généralement 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).

²⁷ Les valeurs des constantes de temps proposées dans le tableau ci-dessus sont associées à un trafic journalier. Lorsque le trafic saisi a une période de référence différente de la journée (année complète, saison aéronautique...) ou pour des cartes de bruit spécifique comme les cartes « cœur de nuit », il est nécessaire d'ajuster les constantes de temps suivant la formule suivante : $10\log[\text{Nombre de jours considérés} \times \text{Nombre d'heures considérées} \times 60 \times 60]$.

5. LA PRODUCTION ET L'ANALYSE DES COURBES

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)

Type de carte	Phase d'avancement	Titre	Abréviation
Plan d'exposition au bruit	Plan présenté en CCE pour le choix des indices	Avant-projet de plan d'exposition au bruit	APPEB
	Plan soumis à l'enquête publique et à l'ACNUSA pour les 12 principaux aérodromes	Projet de plan d'exposition au bruit	PPEB
	Plan approuvé	Plan d'exposition au bruit	PEB
Plan de gêne sonore	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
Cartes stratégiques de bruit	Plan soumis à la CCE	Projet de Cartes stratégiques de bruit	CSB
	Plan approuvé	Cartes stratégiques de bruit	

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 obligatoirement aux autres cartes de bruit aérien : un exemple de code couleur pour les PEB est présenté en annexe (cf. ANNEXE I : Exemples de présentation des courbes et charte graphique).

5.3. 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, les CSB et est réalisée, dans la mesure du possible, 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, des données géographiques et les courbes de bruit issues de la modélisation.

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, bases de données disponibles...), ainsi que du temps et des ressources disponibles.

5.3.1. LES DONNÉES DE POPULATION

Les seules données démographiques légales sont les chiffres diffusés par l'INSEE. Ces données sont actuellement disponibles à l'échelle des communes et mises à jour annuellement (données téléchargeables sur le site de l'INSEE : <http://www.insee.fr>). En complément aux données communales, l'INSEE publie annuellement des statistiques à l'échelle des IRIS (Ilots Regroupés selon des Indicateurs Statistiques). Les IRIS correspondent à des quartiers d'environ 2000 habitants des communes de plus de 5000 habitants. Pour les plus petites communes, seule la donnée de population communale est disponible.

La base de données numérisée « IRIS » 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 (communes et IRIS). Ces données sont issues des données INSEE puis traitées dans le détail à partir de recoupements 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.

5. LA PRODUCTION ET L'ANALYSE DES COURBES

5.3.2. MÉTHODES D'ESTIMATION DE LA POPULATION EXPOSÉE AU BRUIT

Il existe diverses méthodes d'estimation des populations exposées au bruit. Quatre d'entre elles sont explicitées ci-après.

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 (IRIS ou commune). Elle ne nécessite pas de base de données géographique particulière, un logiciel SIG suffit pour le calcul des surfaces. Elle consiste simplement à affecter la population d'un périmètre connu (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.

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 est, à l'évidence, nettement plus intéressante qu'avec les périmètres INSEE (IRIS, communes). L'application de cette méthode est néanmoins conditionnée par l'existence et la disponibilité de tels SIG locaux²⁸.

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.

²⁸. A ce jour, seule l'Ile-de-France est couverte par un SIG de ce type.

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 modèle numérique de terrain 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.

Méthode 4

Estimation de la population exposée au bruit à partir des données INSEE et proportionnellement à la surface dédiée à l'habitation dans la base MAJIC²⁹ (Mise A Jour des Informations Cadastreles).

Cette méthode fait appel aux données des fichiers fonciers de la DGFIP, MAJIC et de la BD Parcellaire de l'IGN.

La démarche est globalement la même que pour la méthode 3. La différence réside dans la manière d'évaluer la surface dédiée à l'habitation. Certains bâtiments de la Bd Topo® correspondent à des bureaux ou à des commerces. La base MAJIC permet de connaître plus précisément la surface dédiée à l'habitation de chaque parcelle, ce qui permet d'affiner la pertinence de la ventilation de la population.

5.3.3. MÉTHODE DE DÉCOMPTE DES ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT ET DE SANTÉ

Les cartes stratégiques de bruit et les plans de gêne sonore doivent être accompagnés de données relatives aux établissements d'enseignement et de santé situés dans les zones de bruit. Ce décompte nécessite l'exploitation de bases de données comme la Bd Topo® de l'IGN qui comporte des tables spécifiques pour ces deux types de bâtiments.

29. Depuis 2009, le Cerema retraite, géolocalise et enrichit les Fichiers fonciers de la Direction Générale des Finances Publiques (DGFIP) pour le compte du ministère en charge du Logement, des services de la Direction Générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature (DGALN), afin de permettre aux acteurs publics de réaliser facilement des analyses fines et comparables sur leur territoire.

LISTE DES PRINCIPAUX TEXTES RÉGLEMENTAIRES

Cette liste est fournie à titre indicatif et peut évoluer dans le temps: la seule source d'information officielle et mise à jour quotidiennement est le site de Légifrance : <http://www.legifrance.gouv.fr>

PEB

- Code de l'urbanisme, articles L112-3 à L112-17.
- Code de l'urbanisme, articles R112-1 à R112-17.
- Code de l'environnement, articles R571-58 à R571-65.
- Code de l'environnement, articles L571-13, R571-70 à R571-80 (commission consultative de l'environnement).
- Arrêté du 28 mars 1988 modifié le 9 mai 2013 fixant la liste des aérodromes non classés en catégorie A, B ou C devant être dotés d'un plan d'exposition au bruit.
- Arrêté du 18 avril 2013 fixant la liste des aérodromes militaires prévue par le 5e alinéa de l'article R.147-2 (renommé R.112-3) du code de l'urbanisme.

PGS

- Code général des impôts, article 1609 quater vicies A (TNSA).
- Code de l'environnement, article L571-14 à L571-16.
- Code de l'environnement, articles R571-66 à R571-69, R571-81 à R571-90 (dispositif d'aide à l'insonorisation).

CSB

- Directive 2002/49/CE du 25 juin 2002 relatif à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement.
- Directive 2015/996/CE du 19 mai 2015 établissant des méthodes communes d'évaluation du bruit conformément à la directive 2002/49/CE.
- Directive 2020/367/CE du 4 mars 2020 modifiant l'annexe III de la directive 2002/49/CE vient préciser certaines dispositions de la directive 2002/49/CE.
- 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.
- Arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement modifié par l'arrêté du 1er juin 2018.
- Arrêté du 14 avril 2017 établissant les listes d'agglomérations de plus de 100 000 habitants pour application de l'article L. 572-2 du code de l'environnement.
- Arrêté du 24 avril 2018 fixant la liste des aérodromes mentionnés à l'article R 112-5 du code de l'urbanisme.
- Arrêté du 1er juin 2018 modifiant l'arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement.

Autres textes

- Code de l'aviation civile, articles L227-7 Code des transports, articles L. 6361-1 et suivants.

ANNEXE B

GLOSSAIRE

ACNUSA	autorité de contrôle des nuisances 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
APPEB	avant-projet de plan d'exposition au bruit
APPM	avant-projet de plan de masse
ARR	arrivée
ARP	<i>airport reference point</i> : point de référence de l'aérodrome
CCE	commission consultative de l'environnement
CCAR	commission consultative d'aide aux riverains
CEAC	conférence européenne de l'aviation civile
CES	courbes d'environnement sonore
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
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
DSAC	direction de la sécurité de l'aviation civile
DSNA	direction des services de la navigation aérienne
DTA	direction du transport aérien
EMAA	état-major de l'armée de l'air
EMM	état-major de la marine
EPCI	établissement public de coopération intercommunale
FT	<i>foot</i> : pied (= 0.3048m)

ANNEXE B

GLOSSAIRE

GASEPF	General Aviation Single Engine Pas Fixe
GASEPV	<i>General Aviation Single Engine Pas Variable</i>
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	Logiciel de modélisation des émissions de la FAA (<i>Integrated Noise Model</i>)
IMPACT	Logiciel de modélisation des émissions d'Eurocontrol
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> : atmosphere type international
KT	<i>knot</i> : 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 impose
MVL	manœuvre à vue libre
NAPD	<i>Noise Abatement Departure Procedure</i>
NDB	<i>non-directional radio beacon</i> : radiophare non directionnel
NM	<i>nautical mile</i> : mille marins (= 1852m)
NPD	<i>noise power distance</i>
NTF	nouvelle triangulation de la France
OACI	organisation de l'aviation civile internationale
OVF	<i>over flight</i> : survol
PEB	plan d'exposition au bruit
PGS	plan de gêne sonore

ANNEXE B

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)
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> ou « posé décollé », manœuvre consistant à remettre les gaz et replacer les volets en configuration décollage, lorsque l'avion a encore une vitesse suffisante pour décoller en toute sécurité. Manœuvre essentiellement pratiquée en tour de piste pour l'entraînement des pilotes.
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	<i>world geodetic system</i> : système géodésique mondial de référence (associé à 1984: année de référence)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Méthode recommandée pour le calcul des courbes de niveau de bruit au voisinage des aéroports, doc 9911

Organisation de l'Aviation Civile Internationale, 2^e édition, 2018

[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, 4^e édition, décembre 2016

[3] Élaboration des cartes de bruit autour des aérodromes, Guide technique

Service technique de l'Aviation Civile, 3^e édition, février 2014

[4] Normes et pratiques recommandées internationales, Protection de l'environnement, Annexe 16, Volume 1, Bruit des aéronefs

Organisation de l'Aviation Civile Internationale, 7^e édition, juillet 2014

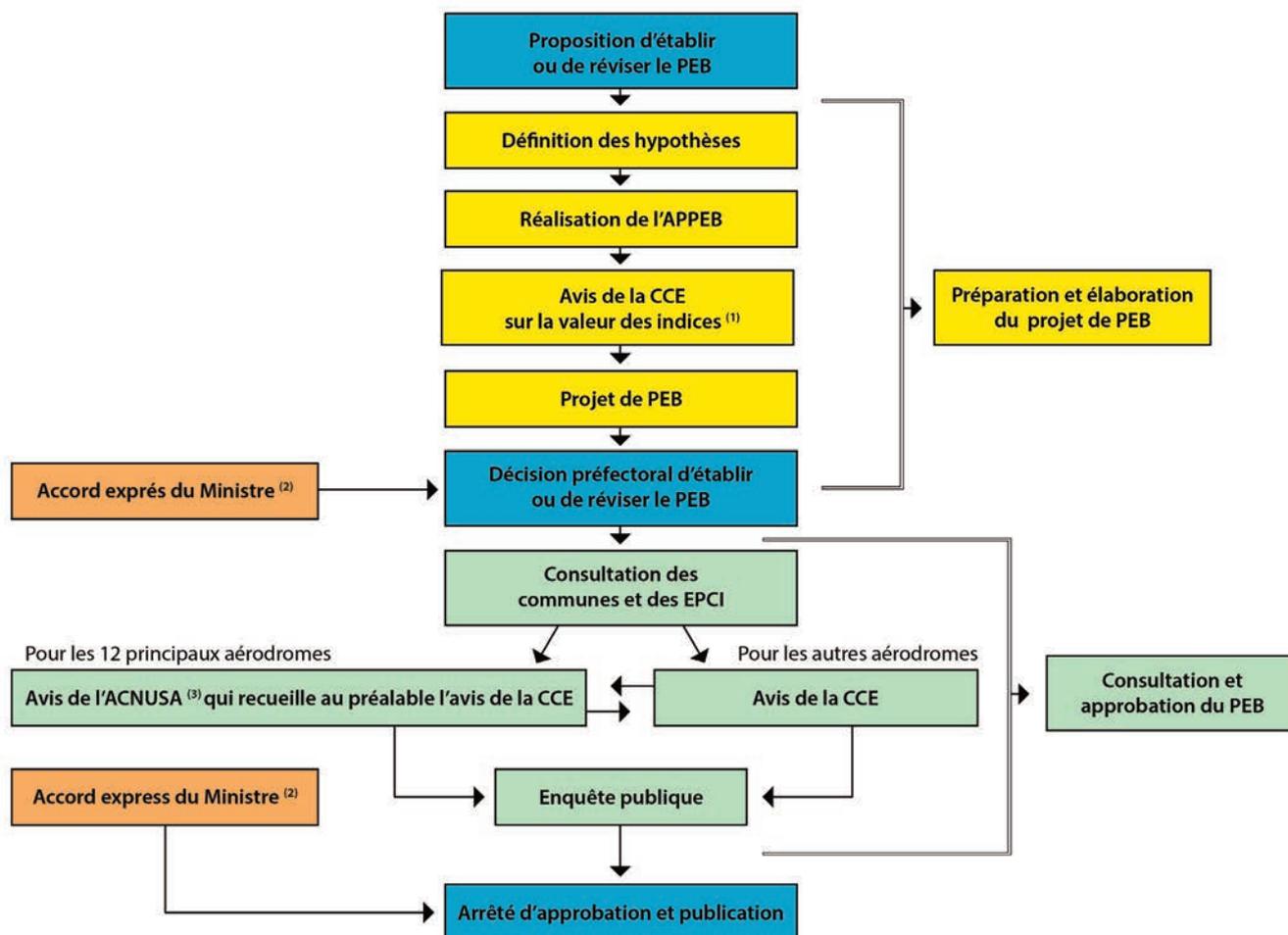
[5] Comment réaliser les cartes de bruit stratégiques en agglomération, mettre en œuvre la directive 2002/49/CE

Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU), juillet 2006

[6] 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

PROCÉDURES D'ÉTABLISSEMENT ET D'APPROBATION DES PEB

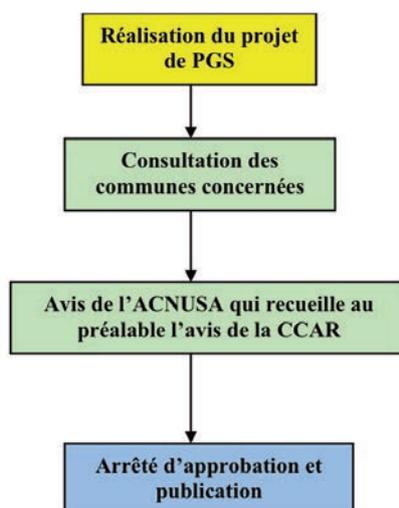


(1). Avis de la CEE, lorsqu'elle existe.

(2). Accord exprès du Ministre chargé de l'Aviation civile, en ce qui concerne les aérodromes classés dans la catégorie des investissements d'intérêt national lorsque le ministère de la défense n'en est pas l'affectaire principal, et pour les aérodromes situés en territoire étranger dont les nuisances de bruit affectent le territoire français.

(3). Pour les aérodromes visées au I de l'article 1609 quatervicies A du code général des impôts.

PROCÉDURES D'ÉTABLISSEMENT ET D'APPROBATION DES PGS



ANNEXE E

AVIONS DOCUMENTÉS DANS LA BASE DE DONNÉES ANP

Version 2.3 du 16 octobre 2020. Le contenu de cette base de données évolue régulièrement sur le site internet de l'ANP : <http://www.aircraftnoisemodel.org>

Code avion ANP	Désignation/type moteur(s)	Code ICAO	Moteur(s)	Nb de Moteur(s)	MTOW (lb)	Chapitre
707	Boeing 707-120/JT3C	B701	Jet	4	302400	1
720	Boeing 720/JT3C	B720	Jet	4	223500	1
737	Boeing 737/JT8D-9	B731	Jet	2	109000	1
7478	Boeing 747-8F/GENx-2B67	B748	Jet	4	978000	4
707120	Boeing 707-120B/JT3D-3	B701	Jet	4	302400	1
707320	Boeing 707-320B/JT3D-7	B703	Jet	4	334000	1
717200	Boeing 717-200/BR 715	B712	Jet	2	121000	3
727100	Boeing 727-100/JT8D-7	B721	Jet	3	169500	1
727200	Boeing 727-200/JT8D-7	B722	Jet	3	217600	1
737300	Boeing 737-300/CFM56-3B-1	B733	Jet	2	135000	3
737400	Boeing 737-400/CFM56-3C-1	B734	Jet	2	150000	3
737500	Boeing 737-500/CFM56-3C-1	B735	Jet	2	133500	3
737700	Boeing 737-700/CFM56-7B24	B737	Jet	2	154500	3
737800	Boeing 737-800/CFM56-7B26	B738	Jet	2	174200	3
747100	Boeing 747-100/JT9D8D	B741	Jet	4	733000	2
747200	Boeing 747-200/JT9D-7	B742	Jet	4	775000	3
747400	Boeing 747-400/PW4056	B744	Jet	4	875000	3
757300	Boeing 757-300/RB211-535E4B	B753	Jet	2	275000	3
767300	Boeing 767-300/PW4060	B763	Jet	2	407000	3
767400	Boeing 767-400ER/CF6-80C2B (F)	B764	Jet	2	450000	3
777200	Boeing 777-200/GE90-76B	B772	Jet	2	656000	3
777300	Boeing 777-300/Trent 892	B773	Jet	2	660000	0
1900D	Beech 1900D/PT6A67	B190	Turboprop	2	16950	1
707QN	Boeing 707-320B/JT3D-7QN	B703	Jet	4	334000	2
720B	Boeing 720B/JT3D-3	B720	Jet	4	234000	1
727D15	Boeing 727-200/JT8D-15	B722	Jet	3	208000	1
727D17	Boeing 727-200/JT8D-17	B722	Jet	3	208000	2
727EM1	FEDX 727-100/JT8D-7	B721	Jet	3	169500	3
727EM2	FEDX 727-200/JT8D-15	B721	Jet	3	208000	3
727Q15	Boeing 727-200/JT8D-15QN	B722	Jet	3	208000	2
727Q7	Boeing 727-100/JT8D-7QN	B721	Jet	3	169500	2
727Q9	Boeing 727-200/JT8D-9	B722	Jet	3	191000	2
727QF	UPS 727-100 22C 25C	B721	Jet	3	169000	3
7373B2	Boeing 737-300/CFM56-3B-2	B733	Jet	2	139500	3
7378MAX	Boeing 737-8 Max/CFM Leap1B-27	B37M	Jet	2	181200	4
737D17	Boeing 737-200/JT8D-17	B732	Jet	2	124000	2
737N17	Boeing 737-200/ JT8D-17 Nordam B737 LGW Hushkit	B732	Jet	2	124000	3

ANNEXE E

Code avion ANP	Désignation/type moteur(s)	Code ICAO	Moteur(s)	Nb de Moteur(s)	MTOW (lb)	Chapitre
737N9	Boeing 737/ JT8D-9 Nordam B737 LGW Hushkit	B731	Jet	2	109000	3
737QN	Boeing 737/JT8D-9QN	B731	Jet	2	109000	2
74710Q	Boeing 747-100/JT9D-7QN	B741	Jet	4	733000	3
74720A	Boeing 747-200/JT9D-7A	B742	Jet	4	785000	3
74720B	Boeing 747-200/JT9D-7Q	B742	Jet	4	800000	3
747SP	Boeing 747SP/JT9D-7	B74S	Jet	4	702000	3
757PW	Boeing 757-200/PW2037	B752	Jet	2	255000	3
757RR	Boeing 757-200/RB211-535E4	B752	Jet	2	255000	3
767CF6	Boeing 767-200/CF6-80A	B762	Jet	2	315500	3
767JT9	Boeing 767-200/JT9D-7R4D	B762	Jet	2	351000	3
7773ER	Boeing 777-300ER/GE90-115B-EIS	B773	Jet	2	775000	3
7878R	Boeing 787-8/Trent 1000-C/01	B788	Jet	2	502500	4
A300-622R	Airbus A300-622R/PW4158	A306	Jet	2	378533	3
A300B4-203	Airbus A300B4-200/CF6-50C2	A30B	Jet	2	364000	3
A310-304	Airbus A310-304/GE CF6-80C2A2	A310	Jet	2	346126	3
A319-131	Airbus A319-131/V2522-A5	A319	Jet	2	166469	3
A320-211	Airbus A320-211/CFM56-5A1	A320	Jet	2	169756	3
A320-232	Airbus A320-232/V2527-A5	A320	Jet	2	169756	3
A321-232	Airbus A321-232/IAE V2530-A5	A321	Jet	2	196211	3
A330-301	Airbus A330-301/GE CF6-80 E1A2	A333	Jet	2	478400	3
A330-343	Airbus A330-343/RR Trent 772B	A333	Jet	2	513677	3
A340-211	Airbus A340-211/CFM56-5C2	A342	Jet	4	573200	3
A340-642	Airbus A340-642/RR Trent 556	A346	Jet	4	804687	4
A350-941	Airbus A350-941/RR Trent XWB-84	A359	Jet	2	606271	4
A380-841	Airbus A380-841/RR Trent 970	A388	Jet	4	1254430	4
A380-861	Airbus A380-861/EA GP7270	A388	Jet	4	1254430	4
ATR72	Avions de Transport Regional ATR 72-212A/PW127F	AT72	Turboprop	2	50710	4
BAC111	BAC 111/SPEY MK511-14	BA11	Jet	2	89600	2
BAE146	BAe 146-200/ALF502R-5	B462	Jet	4	93000	3
BAE300	BAe 146-300/ALF502R-5	B463	Jet	4	97500	3
BEC58P	Raytheon BARON 58P/TS10-520-L	BE58	Piston	2	6100	0
C130	Lockheed C-130 Hercules/T56-A-15	C130	Turboprop	4	155000	3
C130E	Lockheed C-130E Hercules/T56-A-7	C130	Turboprop	4	155000	0
CIT3	Cessna Citation III/TFE731-3-100S	C650	Jet	2	20000	3
CL600	Canadair CL-600/ALF502L	CL60	Jet	2	36000	3
CL601	Canadair CL-601/CF34-3A	CL60	Jet	2	43100	3
CNA172	Cessna 172R/Lycoming IO-360-L2A	C172	Piston	1	2450	0
CNA182	Cessna 182H/Continental O-470-R	C182	Piston	1	2800	2
CNA206	Cessna 206H/Lycoming IO-540-AC	C206	Piston	1	3600	0
CNA208	Cessna 208/PT6A-114	C208	Turboprop	1	8750	3
CNA20T	Cessna T206H/Lycoming TIO-540-	C206	Piston	1	3600	0
CNA441	Cessna CONQUEST II/TPE331-8	C441	Turboprop	1	9900	0

Code avion ANP	Désignation/type moteur(s)	Code ICAO	Moteur(s)	Nb de Moteur(s)	MTOW (lb)	Chapitre
CNA500	Cessna Citation II/JT15D-4	C500	Jet	2	14700	3
CNA510	Cessna Mustang Model 510/PW615F	C510	Jet	2	8645	0
CNA525C	Cessna Citation CJ4 525C/FJ44-4A	C525	Jet	2	16950	4
CNA55B	Cessna 550 Citation Bravo/PW530A	C55B	Jet	2	14800	0
CNA560E	Cessna Citation Encore 560/PW535A	C560	Jet	2	16300	3
CNA560U	Cessna Citation Ultra 560/JT15D-5D	C560	Jet	2	16300	3
CNA560XL	Cessna Citation Excel 560/PW545A	C56X	Jet	2	20000	3
CNA680	Cessna Citation Sovereign 680/PW306C	C680	Jet	2	30000	3
CNA750	Cessna Citation X/ Rolls Royce Allison AE3007C	C750	Jet	2	35700	3
CONCRD	Concorde/OLY593	CONC	Jet	4	400000	0
CRJ9-ER	Bombardier CL-600-2D15/ CL-600-2D24/CF34-8C5	CRJ9	Jet	2	82500	3
CRJ9-LR	Bombardier CL-600-2D15/ CL-600-2D24/CF34-8C5	CRJ9	Jet	2	84500	3
CVR580	Convair CV-580/ALL 501-D15	CVLT	Turboprop	2	58000	0
DC1010	McDonnell Douglas DC10-10/CF6-6D	DC10	Jet	3	455000	3
DC1030	McDonnell Douglas DC10-30/CF6-50C2	DC10	Jet	3	572000	3
DC1040	McDonnell Douglas DC10-40/JT9D-20	DC10	Jet	3	572000	3
DC3	Douglas DC-3/R1820-86	DC3	Piston	2	28000	0
DC6	Douglas DC-6/R2800-CB17	DC6	Piston	4	106000	0
DC820	Douglas DC-8-20/JT4A	DC82	Jet	4	317600	1
DC850	Douglas DC-8-50/JT3D-3B	DC85	Jet	4	325000	1
DC860	Douglas DC-8-60/JT3D-7	DC86	Jet	4	355000	1
DC870	Douglas DC-8-70/CFM56-2C-5	DC87	Jet	4	355000	3
DC8QN	Douglas DC-8-60/JT3D-7QN	DC86	Jet	4	355000	2
DC910	McDonnell Douglas DC-9-10/JT8D-7	DC91	Jet	2	90700	3
DC930	McDonnell Douglas DC-9-30/JT8D-9	DC93	Jet	2	114000	2
DC93LW	McDonnell Douglas DC-9-30/ JT8D-9 w/ABS Lightweight hushkit	DC93	Jet	2	114000	3
DC950	McDonnell Douglas DC-9-50/JT8D-17	DC95	Jet	2	121000	2
DC95HW	McDonnell Douglas DC-9-50/ JT8D17 w/ABS Heavyweight hushkit	DC95	Jet	2	121000	3
DC9Q7	McDonnell Douglas DC-9-10/JT8D-7QN	DC91	Jet	2	90700	2
DC9Q9	McDonnell Douglas DC-9-30/JT8D-9QN	DC93	Jet	2	114000	2
DHC6	De Havilland DASH 6/PT6A-27	DHC6	Turboprop	2	12500	0
DHC6QP	De Havilland DASH 6/ PT6A-27 Raisbeck Quiet PropMod	DHC6	Turboprop	2	12500	0
DHC7	De Havilland DASH 7/PT6A-50	DHC7	Turboprop	4	41000	3
DHC8	Bombardier de Havilland DASH 8- 100/PW121	DH8A	Turboprop	2	34500	3
DHC830	Bombardier de Havilland DASH 8- 300/PW123	DH8C	Turboprop	2	43000	3
DO228	Dornier 228-202/TPE 311-5	D228	Turboprop	2	13669	3
DO328	Dornier 328-100/PW119C	D328	Turboprop	2	30843	3

ANNEXE E

Code avion ANP	Désignation/type moteur(s)	Code ICAO	Moteur(s)	Nb de Moteur(s)	MTOW (lb)	Chapitre
ECLIPSE500	Eclipse 500/PW610F	EA50	Jet	2	6000	3
EMB120	Embraer 120 ER/Pratt & Whitney PW118	E120	Turboprop	2	26433	3
EMB145	Embraer 145 ER/Allison AE3007	E145	Jet	2	45420	3
EMB14L	Embraer 145 LR/Allison AE3007A1	E145	Jet	2	48500	3
EMB170	Embraer ERJ170-100	E170	Jet	2	82012	3
EMB175	Embraer ERJ170-200	E170	Jet	2	85517	3
EMB190	Embraer ERJ190-100	E190	Jet	2	114199	3
EMB195	Embraer ERJ190-200	E190	Jet	2	115280	3
F10062	Fokker 100/TAY 620-15	F100	Jet	2	95000	3
F10065	Fokker 100/TAY 650-15	F100	Jet	2	98000	3
F28MK2	Fokker F-28-2000/RB183MK555	F28	Jet	2	65000	2
F28MK4	Fokker F-28-4000/RB183MK555	F28	Jet	2	73000	2
FAL20	Dassault FALCON 20/CF700-2D-2	FA20	Jet	2	28700	2
GII	Gulfstream GII/SPEY 511-8	GLF2	Jet	2	64800	2
GIIB	Gulfstream GIIB/GIII - SPEY 511-8	GLF3	Jet	2	69700	2
GIV	Gulfstream GIV-SP/TAY 611-8	GLF4	Jet	2	74600	3
GV	Gulfstream GV/BR 710	GLF5	Jet	2	90500	3
HS748A	Hawker Siddeley HS-748/DART MK532-2	A748	Turboprop	2	46500	2
IA1125	IAI-1125 ASTRA/TFE731-3A	ASTR	Jet	2	23500	3
L1011	Lockheed Martin L-1011/RB211-22B	L101	jet	3	430000	3
L10115	Lockheed Martin L-1011-500/RB211-224B	L101	Jet	3	510000	3
L188	Lockheed L-188C/ALL 501-D13	L188	Turboprop	4	116000	0
LEAR25	Learjet 25/CJ610-8	LJ25	Jet	2	15000	2
LEAR35	Learjet 36/TFE731-2	LJ35	Jet	2	18300	3
MD11GE	McDonnell Douglas MD-11/CF6-80C2D1F	MD11	Jet	3	682400	3
MD11PW	McDonnell Douglas MD-11/PW 4460	MD11	Jet	3	682400	3
MD81	McDonnell Douglas MD-81/JT8D-209	MD81	Jet	2	140000	3
MD82	McDonnell Douglas MD-82/JT8D-217A	MD82	Jet	2	149500	3
MD83	McDonnell Douglas MD-83/JT8D-219	MD83	Jet	2	160000	3
MD9025	McDonnell Douglas MD-90/V2525-D5	MD90	Jet	2	156000	3
MD9028	McDonnell Douglas MD-90/V2528-D5	MD90	Jet	2	156000	3
MU3001	Mitsubishi MU300-10 Diamond II/JT15D-5	MU30	Jet	2	14100	3
PA28	Piper Warrior PA-28-161/O-320-D3G	P28A	Piston	1	2325	0
PA30	Piper Twin Comanche PA-30/IO-320-B1A	PA30	Piston	2	3600	0
PA31	Piper Navajo Chieftain PA-31-350/TIO-5	PA31	Piston	2	7000	0
PA42	Piper PA-42/PT6A-41	PAY4	Turboprop	2	11200	3
SABR80	NA Sabreliner 80	SBR2	Jet	2	33720	2
SD330	Short SD3-30/PT6A-45AR	SH33	Turboprop	2	22900	3
SF340	Saab SF340B/CT7-9B	SF34	Turboprop	2	27300	3

ANNEXE F

LISTE DES HÉLICOPTÈRES DOCUMENTÉS DANS INM 7-0D

Code avion INM	Désignation	Moteurs	Nb Moteurs	MTOW (t)
A109	Agusta A-109	Turboprop	2	2,6
B206L	Bell 206L Long Ranger	Turboprop	2	1,8
B212	Bell 212 Huey (UH-1N) (CH-135)	Turboprop	2	4,8
B222	Bell 222	Turboprop	2	3,5
B206B3	Bell 206B-3	Turboprop	2	1,5
B407	Bell 407	Turboprop	2	2,3
B427	Bell 427	Turboprop	2	2,9
B429	Bell 429	Turboprop	2	3,2
B430	Bell 430	Turboprop	2	4,2
BO105	Boelkow BO-105	Turboprop	2	2,3
CH47D	Boeing Vertol 234 (CH-47D)	Turboprop	2	22,0
EC130	Eurocopter EC-130 w/Arriel 2B1	Turboprop	2	2,4
H500D	Hughes 500D	Turboprop	1	1,2
MD600N	McDonnell Douglas MD-600N w/RR 250-C47M	Turboprop	1	1,9
R22	Robinson R22B w/Lycoming 0320	Piston	2	0,6
S61	Sikorsky S-61 (CH-3A)	Turboprop	2	8,6
S65	Sikorsky S-65 (CH-53)	Turboprop	2	16,8
S70	Sikorsky S-70 Blackhawk (UH-60A)	Turboprop	2	9,2
S76	Sikorsky S-76 Spirit	Turboprop	2	4,5
SA330J	Aérospatiale SA-330J Puma	Turboprop	2	7,0
SA341G	Aérospatiale SA-341G/342 Gazalle	Turboprop	1	1,8
SA350D	Aérospatiale SA-350D Astar (AS-350)	Turboprop	1	2,0
SA355F	Aérospatiale SA-355F Twin Star (AS-355)	Turboprop	2	2,3
R44	Robinson R44 Raven/Lycoming O-540-F1B5	Piston	2	1,1
SC300C	Schweizer 300C/Lycoming HIO-360-D1A	Piston	2	0,9
SA365N	Aérospatiale SA-365N Dauphin (AS-365N)	Turboprop	2	3,9

P: piston - T: turboprop

ANNEXE G

TABLEAU DE SUBSTITUTION DES AVIONS

Cette liste n'est pas exhaustive : les avions légers, les avions de chasse ainsi que les avions peu susceptibles d'être accueillis régulièrement sur les aérodromes français ne sont pas couverts. Elle ne détaille que dans très peu de cas les différentes motorisations par type avion.

Elle s'appuie sur la liste de substitution « ANP v2.2 Aircraft substitutions – jets & heavy props (22022018) » publiée par l'EASA disponible sous <https://www.aircraftnoisemodel.org>.

Cette liste est amenée à évoluer dans le temps en fonction des nouveaux avions documentés.

CONSTRUCTEUR	CODE_OACI	Version (Moteur)	PROXY	DELTA_DEP_dB	DELTA_APP_dB
ANTONOV	A124		74720B	2,6	3,8
ANTONOV	A140		HS748A	-3,1	-1,7
ANTONOV	A148		EMB175	-0,5	1,5
Airbus	A19N	A319neo (CFM)	A319-131	-5	-2,5
Airbus	A20N	A320neo (CFM)	A320-211	-6,7	-3,5
Airbus	A20N	A320neo (IAE)	A320-232	-3,5	-2
Airbus	A21N	A321neo	A321-232	-3,7	-0,7
ANTONOV	A225		74720A	0,8	-0,5
Airbus	A318		A319-131	1,8	-0,4
Airbus	A332	(GE or PW)	A330-301	2	0,7
Airbus	A332	(RR)	A330-343	0,5	0,1
Airbus	A337	BelugaXL	A330-343	0,2	0,6
Airbus	A339	A330-941 (neo)	A330-343	-3,1	1,4
Airbus	A343	A340-300	A340-211	1,3	0,1
Airbus	A345	A340-500	A340-642	1,5	0,3
Airbus	A3ST	Beluga	A300-622R	-2,4	-3
Airbus Military Sociedad Limitada (AMSL)	A400		C130	-1,6	3,7
Gulfstream	AC90	Commander	CNA441	0	0
Dassault Aviation	AJET	Alpha Jet	LEAR35	0	0
ANTONOV	AN12		L188	2,9	6,8
ANTONOV	AN24		CVR580	1,8	2,5
Antonov Aviation Scientific Technical Complex	AN26		CVR580	2,6	2,5
ANTONOV	AN30		CVR580	2,6	2,5
ANTONOV	AN32		CVR580	2,2	-3,3
ANTONOV	AN38		EMB120	1,6	-3,3
ANTONOV	AN70		C130	2,9	3,9
ANTONOV	AN72		EMB170	1,7	3,4
ANTONOV	AN74		EMB170	2,1	3,4
IAI	ARVA	Arava	DHC6	0	0
ATR-GIE Avions de Transport Regional	AT43	ATR 42-300, ATR 42-320	ATR72	-1	4,7
ATR-GIE Avions de Transport Regional	AT44	ATR 42-400	ATR72	-2,5	0,8
ATR-GIE Avions de Transport Regional	AT45	ATR 42-500	ATR72	-2,5	-0,2
ATR-GIE Avions de Transport Regional	AT72	ATR 72-201, ATR 72-202	ATR72	5,1	2
ATR-GIE Avions de Transport Regional	AT73	ATR 72-211, ATR 72-212	ATR72	1,4	0,6
Dassault Aviation	ATLA	Berguet Atlantique 2	C130	0	0
BAE Systems (Operations) Ltd	ATP	Turboprop ATP	HS748A	-9,3	3,7

CONSTRUCTEUR	CODE_OACI	Version (Moteur)	PROXY	DELTA_DEP_dB	DELTA_APP_dB
Hawker Beechcraft Corporation	B350	Super King Air 350	1900D	0	0
The Boeing Company	B736	737-600	737700	-1	0
The Boeing Company	B739	737-900	737800	1,2	0,2
The Boeing Company	B743	747-300	74720B	-0,4	3,3
The Boeing Company	B77L	777-200LR	7773ER	-0,2	-0,2
The Boeing Company	B789	787-9 dreamliner	7878R	3,2	2,8
Bombardier Inc.	BCS1	A220-100, CS100	737500	-3,5	-5,9
Bombardier Inc.	BCS3	A220-300, CS300	737700	-4,6	-3,5
Hawker Beechcraft Corporation	BE10	King Air 100	CNA441	0	0
Hawker Beechcraft Corporation	BE20	Super King Air 200	DHC6	0	0
Hawker Beechcraft Corporation	BE30	Super King Air 300	1900D	0	0
Hawker Beechcraft Corporation	BE33	Bonanza 33	CNA206	0	0
Hawker Beechcraft Corporation	BE35	Bonanza 35	CNA206	0	0
Hawker Beechcraft Corporation	BE36	Bonanza 36	CNA206	0	0
Hawker Beechcraft Corporation	BE40		MU3001	0,3	0,3
Hawker Beechcraft Corporation	BE99	Airliner Model 99	DHC6	0	0
Hawker Beechcraft Corporation	BE9L	King Air 90	CNA441	0	0
Beriev Aircraft Company	BER2		EMB175	4,6	0,5
Cessna Aircraft Company	C152		PA28	0	0
Transport Allianz	C160	Transall	C130E	0	0
Construcciones Aeronauticas, S.A.	C212		DO228	0	0
Textron Aviation Inc.	C25A	525A-Citation CJ2	CNA525C	-2,5	1,9
Cessna Aircraft Company	C25B	525B-Citation CJ3	CNA525C	-2,3	-09
Construcciones Aeronauticas, S.A.	C295	CASA 295	HS748A	-3,3	-0,4
Cessna Aircraft Company	C310		BEC58P	0	0
Cessna Aircraft Company	C425	Conquest, Corsair	CNA441	0	0
Cessna Aircraft Company	C501	Citation 1	CNA500	-2,4	2
Cessna Aircraft Company	C550	(PW JT15D)	CNA560U	0,7	0,5
Cessna Aircraft Company	C550	(autres moteurs)	CNA55B	6	0
Cessna Aircraft Company	C551	Citation 2	CNA55B	4	-1
Bombardier Inc.	CL2T		DHC8	1,2	5,1
Bombardier Inc.	CL30	Challenger 300	CL600	-2,9	-1,6
Construcciones Aeronauticas, S.A.	CN35	CASA CN35	SF340	10	5
Bombardier Inc.	CRJ1	CRJ100	CL601	-0,9	1,2
Bombardier Inc.	CRJ2	CRJ200	CL601	-1,5	1,2
Bombardier Inc.	CRJ7	CRJ700	CL601	4	1,4
Bombardier Inc.	CRJX	CRJ1000	CRJ9-LR	0	0
Jodel	D140		CNA172	0	0
Diamond	DA40		PA28	0	0
Diamond	DA42		PA30	0	0
The Boeing Company	DC08		DC870	0,4	-0,2
Bombardier Inc.	DH8B	Dash 8-200	DHC8	0,6	2,5
Bombardier Inc.	DH8D	Dash 8-400	DHC830	-1,5	0
Robin	DR30	DR300	PA28	0	0
Robin	DR40	DR400	PA28	0	0
Diamond	DV20	DA20	PA28	0	0

ANNEXE G

CONSTRUCTEUR	CODE_OACI	Version (Moteur)	PROXY	DELTA_DEP_dB	DELTA_APP_dB
Embraer	E110		DHC6	0	0
Embraer	E121	xingu	DHC6	0	0
Embraer	E135		EMB145	0,8	-0,3
Embraer	E290	EMB 190-300 (E2)	EMB190	-7,6	-1,2
Embraer	E295	EMB 190-400 (E2)	EMB195	-6,9	-1,1
Embraer	E50P	Phenom 100	CNA510	-3,3	0,1
Embraer	E545		CNA750	1,7	-0,4
Embraer	E55P	Phenom 300	CNA560XL	1,3	-4,2
Embraer	E75L	long wing	EMB175	0,7	0,2
Embraer	E75S	short wing	EMB175	0,7	0,2
Fokker Services b.v.	F27	(PW)	DHC830	0,3	1,9
Fokker Services b.v.	F27	(RR)	HS748A	-0,5	6,1
Dassault Aviation	F2TH	Falcon 2000 CFE Compagnie)	CL600	2,6	3,8
Dassault Aviation	F2TH	Falcon 2000 (PW)	CL601	4,1	-0,2
Cessna Aircraft Company	F406	caravan II/Reims	CNA441	0	0
Fokker Services b.v.	F50		DHC830	0	0
Fokker Services b.v.	F70		F10062	-1,6	-4,8
Dassault Aviation	F900		EMB14L	3,3	-0,2
Dassault Aviation	FA10		LEAR35	-1,3	3
Dassault Aviation	FA50		FAL20	0,2	-2,6
Dassault Aviation	FA7X		CRJ9-ER	1	0,2
Gulfstream Aerospace LP	G150		IA1125	-1,7	0
Alenia Aermacchi S.p.A.	G222		CVR580	-2,3	-4,9
Gulfstream Aerospace LP	G280		EMB145	-0,1	-2,1
Gulfstream Aerospace LP	GALX	G200	EMB145	1,5	0,1
Bombardier Inc.	GL5T	Global 5000	GV	0,4	-1,1
Bombardier Inc.	GLEX	Global 6000	F10065	-0,7	-3,3
Gulfstream Aerospace Corporation	GLF6	G650	GV	-0,5	-2,5
Hawker Beechcraft Corporation	H25A		IA1125	4,4	4,4
Hawker Beechcraft Corporation	H25B		IA1125	7,6	4,6
Hawker Beechcraft Corporation	H25C		IA1125	-0,5	-0,3
Hawker Beechcraft Corporation	HA4T	Hawker 4000	EMB145	0,9	-1
Honda Aircraft Company	HDJT	Hondajet 420	CNA55B	-0,3	-3,7
ILYUSHIN	I114		CRV580	-3,9	-0,4
ILYUSHIN	IL18		L188	3,8	5,3
ILYUSHIN	IL62		707QN	2,3	1,2
ILYUSHIN	IL76		DC8QN	3,3	1,3
ILYUSHIN	IL86		DC8QN	5	-2,5
ILYUSHIN	IL96		A340-211	6,6	8,2
BAE Systems (Operations) Ltd	JS31	Jetstream 31	DO228	0	0
BAE Systems (Operations) Ltd	JS41	Jetstream 41	EMB120	2,4	-4,6
Boeing	K35R	Statotanker (CFM56)	707120	0	0
Lockheed Martin Corporation	L29B	Jetstar	EMB145	5,6	4,3
Aircraft Industries, a.s. Turbolet	L410		SD330	-1,1	4,3
Aircraft Industries, a.s. Turbolet	L610		DHC8	0	0
Learjet Inc.	L123		LEAR25	0	0
Learjet Inc.	L124		LEAR25	0	0

CONSTRUCTEUR	CODE_OACI	Version (Moteur)	PROXY	DELTA_DEP_dB	DELTA_APP_dB
Learjet Inc.	LI31		LEAR35	0	0,9
Learjet Inc.	LI45		LEAR35	-4,6	1,2
Learjet Inc.	LI55		LEAR35	3,4	0,2
Learjet Inc.	LI60		CNA560XL	-1,4	-5,4
Mooney	M20P		CNA172	0	0
McDonnell Douglas	MD87		MD82	0,1	1,7
McDonnell Douglas	MD88		MD83	-1,1	0,2
Mitsubishi	MU2		CNA441	0	0
Nord Aviation	N262		SD330	0	0
Piper	PA32		CNA206	0	0
Piper	PA34		BEC58P	0	0
Piper	PA46	Piston (Malibu, Mirage, M350,Matrix)	CNA20T	0	0
Piper	PA46	Turbo prop (Meridian, M500,M600)	CNA208	0	0
Pilatus	PC6T	PC6	CNA208	0	0
Hawker Beechcraft Corporation	PRM1		CNA55B	2,8	0,8
BAE Systems (Operations) Ltd	RJ1H	RJ100	BAE300	0,5	2
BAE Systems (Operations) Ltd	RJ70		BAE146	-0,2	1,7
BAE Systems (Operations) Ltd	RJ85		BAE146	0,1	1,5
Connair	S2T	Turbo Firecat	SD330	0	0
Airbus	S601		CNA500	-0,9	-0,4
Saab AB, Saab Aerosystems	SB20		SF340	1,5	-5,1
Sabreliner Corporation	SBR1		IA1125	4,2	-1,3
Short Brothers plc	SH36		SD330	-1,7	1,4
Cirrus	SR20		CNA172	0	0
Cirrus	SR22		CNA206	0	0
Hawker Beechcraft Corporation	STAR	starship 2000	SD330	0	0
Sukhoi Civil Aircraft	SU95	100-95	EMB195	-0,6	1,4
Swearingen	SW2	Merlin 2	1900D	0	0
Swearingen	SW3	Merlin 3	1900D	0	0
Swearingen	SW4	Merlin 4, Metro	DO228	0	0
TUPOLEV	T134		DC930	1,6	1,9
TUPOLEV	T154		727QF	1,7	4,3
TUPOLEV	T204		757RR	5,6	6,4
TUPOLEV	T214		757PW	5,5	3,8
TUPOLEV	T334		F10065	2,9	1,5
Socata TBM	TB20		CNA206	0	0
Socata TBM	TB9		PA28	0	0
Socata TBM	TBM7	TBM700	CNA208	0	0
Socata TBM	TBM8	TBM850	CNA208	0	0
Socata TBM	TOBA	TB10	CNA172	0	0
Embraer	TUCA	EMB312 Tucano	CNA208	0	0
IAI	WW23	1123 Westwind	LEAR25	0	0
IAI	ww24	1124 Westwind	IA1125	0	0
YAKOVLEV	Y130		LEAR35	0	0
YAKOVLEV	YA40		SABR80	-2,4	-0,9
YAKOVLEV	YA42		727EM1	-1,7	5,2

ANNEXE H

TABLEAU DE SUBSTITUTION DES HÉLICOPTÈRES

Cette liste de substitutions hélicoptères, publiée par le STAC et compatible avec le logiciel INM7.0d, a été dressée à partir :

- de substitutions de l'outil INM;
- de données de certification acoustique, lorsqu'elles existent;
- de l'analyse des caractéristiques générales des principaux hélicoptères opérés en France (masse, motorisation, génération, nombre de pales...).

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 hélicoptères OACI	Désignation	Nb. Moteurs	Nb. Pales	MTO (t)	Substitution (dénomination INM 7-0d)
UH1	Bell 204/205 (UH-1A/B/C/E/L/H)	1	2	4,3	B212
B230	Bell 230	2	2	3,4	B222
B412	Bell 412	2	4	5,4	B212
B06	Bell OH-58 (Kiowa)	1	2	1,4	B206B3
BK17	BK117	2	4	2,8	B429
EC20	Eurocopter EC 120 (Colibri)	1	3	1,7	SA350D
EC35	Eurocopter EC 135/EC 635	2	4	2,9	SA355F
EC45	Eurocopter EC 145/EC 645	2	4	3,6	B429
ALO3	Eurocopter Aérospatiale SA 316 (Alouette III)	1	3	2,2	SA350D
AS32/EC25	Eurocopter - Aérospatiale SA 332 (Super Puma)/ EC 225/Cougar (AS532)/ EC 725	2	4	9-11	SA330J
AS50	Eurocopter - Aérospatiale AS 350B (Ecureuil)/ AS 550 (Fennec 1)	1	3	2,2	SA350D
AS65/EC55/S360	Eurocopter - Aérospatiale AS 565 (Panther)/ EC 155/AS 365 (Dauphin)	2	4	4,3	SA365N
TIGR	Eurocopter EC 665 (Tigre)	2	4	6,6	SA330J
OH6A	Huges OH6	1	5	1,1	H500D
H500	McDonnell Douglas MD500	1	5	1,4	H500D
NH90	NH90	2	4	10,6	SA330J

EXEMPLES DE PRÉSENTATION DES COURBES ET CHARTE GRAPHIQUE

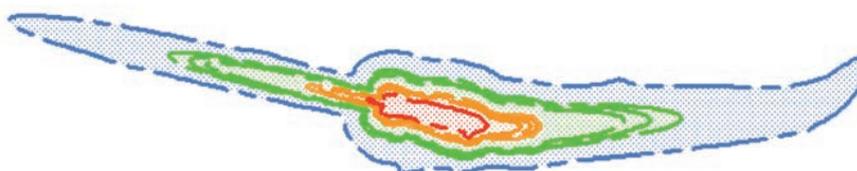
1. Code couleurs définies dans la norme AFNOR NF S 31-130 sur les cartes stratégiques de bruit.

Niveaux sonores en dB(A)	Couleurs	Code RVB
inférieur à 45	vert foncé	R 76 - V 200 - B 0
45 - 50	vert moyen	R 85 - V 255 - B 0
50 - 55	vert clair	R 185 - V 255 - B 115
55 - 60	jaune	R 255 - V 255 - B 0
60 - 65	orange	R 255 - V 170 - B 0
65 - 70	rouge	R 255 - V 0 - B 0
70 - 75	violet	R 213 - V 0 - B 255
- supérieur à 75	violet foncé	R 150 - V 0 - B 100

2. Exemples de représentation des courbes au stade APPEB (les valeurs des limites des zones B et C ne sont pas encore fixées donc plusieurs courbes sont modélisées).

La zone **A** est représentée en rouge. La zone **B** en orange. La zone **C** en vert. La zone **D** en bleu.

Cas général :

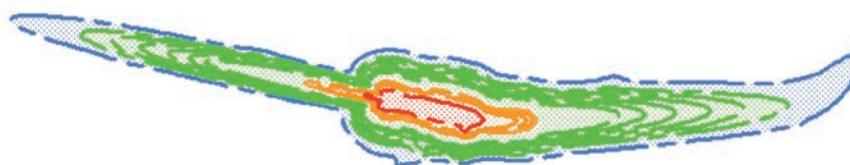


Légende

■ $L_{den} 50$ (Limite inférieure zone D)	■ $L_{den} 62 \text{ à } 65$ (Limites inférieures possibles zone B)
■ $L_{den} 55 \text{ à } 57$ (Limites inférieures possibles zone C)	■ $L_{den} 70$ (Limite inférieure zone A)

ANNEXE I

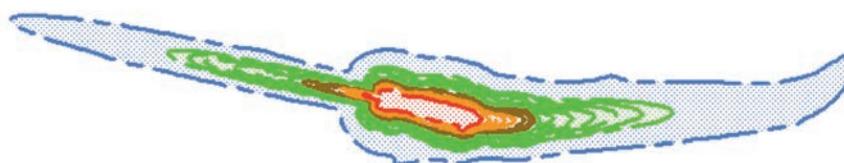
Aérodromes visés à l'article R.112-2 du code de l'urbanisme :



Légende

$L_{den} 50$ (Limite inférieure zone D)	$L_{den} 62$ à 65 (Limites inférieures possibles zone B)
$L_{den} 55$ à 57 (Limites inférieures possibles zone C)	$L_{den} 70$ (Limite inférieure zone A)

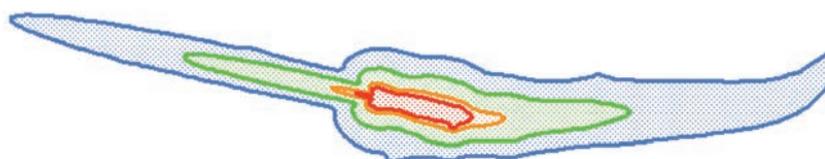
Aérodromes militaires listés par l'arrêté du 18 avril 2013 fixant la liste des aérodromes militaires prévue par le cinquième alinéa de l'article R.112-3 du code de l'urbanisme³⁰ :



Légende

$L_{den} 50$ (Limite inférieure zone D)	$L_{den} 62$ à 68 (Limites inférieures possibles zone B)
$L_{den} 55$ à 64 (Limites inférieures possibles zone C)	$L_{den} 70$ (Limite inférieure zone A)

3. Exemple de représentation des courbes d'un PEB (valeurs des limites des zones B et C sont fixées, suite au passage en CCE, donc courbes uniques).



Légende

Zone D ($L_{den} 50$)	Zone C ($L_{den} \dots$)	Zone B ($L_{den} \dots$)	Zone A ($L_{den} 70$)
-------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------------

³⁰. Cet arrêté vise les bases aériennes d'Avord, de Cazaux, d'Istres, de Luxeuil-Saint Sauveur, de Mont-de Marsan, de Nancy-Ochey, d'Orange-Caritat, de Saint-Dizier, de Solenzara et les bases d'aéronautique navale de Landivisiau et de Lann-Bihoué.

EXEMPLES DE PRÉSENTATION DES COURBES ET CHARTE GRAPHIQUE

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 comprendre et interpréter les résultats alors obtenus. Une liste de contrôle résumera ces informations et figurera directement sur les plans.

LISTE DE CONTRÔLE	
SYSTEME GÉODÉSIQUE	
PROJECTION	
CONFIGURATION DES PISTES	
HYPOTHÈSES	Origine
	Nombre de mouvements
MODÉLISATION	Auteur
	Logiciel
	Base de Données
	Vérification
	Relief
	Modélisation des trajectoires
COMPTAGE DE POPULATION	Logiciel
	Base de Données
COMPTAGE DES ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT ET DE SANTÉ	Logiciel
	Base de Données
RÉALISATION DU PLAN	Auteur
	Logiciel SIG
	Fond de plan
DIFFUSION DU PLAN	Service Destinaire
	Date

Conception: STAC/Division documentation et diffusion des connaissances

Couverture: © Richard METZGER DGAC/STAC

Crédit photos: © Richard METZGER DGAC/STAC, sauf mention

Illustrations: © DGAC/STAC

Juin 2021



Direction générale de l'Aviation civile
service technique de l'Aviation civile
CS 30012 - 31 avenue du Maréchal Leclerc
94 385 Bonneuil-sur-Marne CEDEX FRANCE
Téléphone : 01 49 56 80 00

www.stac.aviation-civile.gouv.fr

www.ecologie.gouv.fr