

# RAPPORT

Direction générale  
de l'Aviation civile

Service technique  
de l'Aviation civile

Juillet 2020

## Aéroport de Paris-Charles-de-Gaulle

Rapport de présentation des  
conditions d'obtention de la valeur de  
l'indicateur représentatif de l'énergie  
sonore (IGMP) pour l'année 2019



## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
<b>GUIDE DE LECTURE</b> .....	<b>6</b>
<b>1. MÉTHODOLOGIE DE CALCUL</b> .....	<b>7</b>
<b>2. MESURES REALISEES EN 2019</b> .....	<b>8</b>
2.1. NOMBRE DE MOUVEMENTS ENREGISTRES ET MESURES .....	8
2.2. REPARTITION PAR STATION DES MOUVEMENTS MESURES .....	9
<b>3. EXPLOITATION DES MOUVEMENTS POUR LE CALCUL DE L'ÉNERGIE SONORE MESURÉE PONDÉRÉE</b> .....	<b>11</b>
3.1. NIVEAUX DE BRUIT MESURES ET VALIDES .....	12
3.2. NIVEAUX DE BRUIT MESURES CORRIGES A L'AIDE DE LA DROITE DE REGRESSION PROPRE A L'AVION 12	
3.3. NIVEAUX DE BRUIT MESURES CORRIGES A L'AIDE D'AVIONS DE SUBSTITUTION .....	12
3.4. UTILISATION DES NIVEAUX DE BRUIT LE PLUS FREQUEMMENT MESURES .....	12
3.5. AJUSTEMENT EN NOMBRE DE MOUVEMENTS .....	13
3.6. SCHEMA DE TRAITEMENT DES MOUVEMENTS ET DE L'AFFECTATION DES NIVEAUX DE BRUIT .....	13
<b>4. RÉSULTATS 2019</b> .....	<b>15</b>
4.1. VALEUR DE L'INDICATEUR.....	15
4.2. VALEURS DES ENERGIES SONORES PONDEREES .....	15
<b>5. ANALYSE DES RÉSULTATS</b> .....	<b>16</b>
5.1. EVOLUTION DE L'IGMP 2019 ET DES ENERGIES SONORES .....	16
5.2. REPARTITION DU TRAFIC PAR CATEGORIE ACOUSTIQUE D'AERONEFS .....	17
5.3. REPARTITION JOUR / SOIREE / NUIT.....	20
5.3.1. Répartition des mouvements selon la période de la journée : .....	20
5.3.2. Répartition de l'énergie sonore pondérée selon la période de la journée : .....	24
5.3.3. Répartition de l'énergie sonore moyenne non pondérée selon la période de la journée : .....	28
5.4. PERIODE « NUIT ».....	29
5.5. PERIODE « CŒUR DE NUIT » .....	32
5.6. COMPARAISON NUIT / CŒUR DE NUIT.....	34
5.7. INTERPRETATION DE L'IGMP 2019 .....	35
5.7.1. Principaux facteurs contributifs à l'évolution de l'IGMP .....	35
5.7.2. Sensibilité et incertitude de l'IGMP .....	35
<b>ANNEXE 1 – LISTE DES ABRÉVIATIONS</b> .....	<b>38</b>
<b>ANNEXE 2 – ARRÊTÉ DU 28 JANVIER 2003</b> .....	<b>39</b>
<b>ANNEXE 3 – ARRÊTÉ DU 12 SEPTEMBRE 2008</b> .....	<b>42</b>
<b>ANNEXE 4 –MÉTHODE D'EXCLUSION DES VALEURS ABÉRRANTES</b> .....	<b>44</b>
<b>ANNEXE 5 – NOUVELLES DROITES DE REGRESSION 2019</b> .....	<b>48</b>
1. À L'ATERRISSAGE .....	48
2. AU DÉCOLLAGE .....	49
<b>ANNEXE 6 – SUBSTITUTIONS</b> .....	<b>51</b>
1. SUBSTITUTIONS TYPE COMPLET 2019 .....	51
2. SUBSTITUTIONS TYPE COURT 2019.....	66
<b>ANNEXE 7 – CALCUL DES DROITES DE RÉGRESSION</b> .....	<b>72</b>

## RÉSUMÉ

L'arrêté du 28 janvier 2003 définit l'indicateur représentatif de l'énergie sonore de l'aéroport Paris - Charles de Gaulle – communément appelé Indicateur Global Mesuré Pondéré (IGMP) – et limite sa valeur pour chaque année civile à son niveau moyen des années 1999, 2000 et 2001.

Depuis l'IGMP 2007, l'estimation de la valeur de cet indicateur est confiée par la DGAC au Service Technique de l'Aviation Civile (STAC). Le calcul de l'IGMP 2019 se base sur les mesures de bruit et sur les corrélations entre mesures de bruit et trajectoires effectuées par le laboratoire acoustique de Groupe ADP.

Le ratio de mesures de bruit exploitables pour le calcul de l'IGMP 2019 est de 88,2% pour 504 680 mouvements.

La valeur de l'IGMP 2019 est de 66,7.

L'indicateur augmente légèrement par rapport à l'année 2018 (+0,4 point). Cette évolution à la hausse entre 2018 et 2019 s'explique principalement par l'augmentation du trafic aérien de 3,4% pour l'aéroport Paris-Charles de Gaulle.

Cette hausse reste modérée, notamment grâce à deux facteurs qui atténuent :

- La modernisation des flottes d'avion par les compagnies aériennes,
- La variation de la répartition des mouvements selon les périodes jour/soirée/nuit.

L'indicateur spécifique de la période « nuit » est en baisse par rapport à 2018, avec une valeur de 69,6 (-1,0 point), démontrant les efforts volontaires effectués par les compagnies dans le cadre du comité de suivi vols de nuit.

Par ailleurs, l'énergie sonore moyenne non pondérée par mouvement est toujours plus importante pour les mouvements de nuit que pour ceux de jour et de soirée. Ceci est lié au fait que les avions utilisés la nuit (fret) sont de masse et/ou de taille supérieures mais aussi de génération antérieure à ceux utilisés le jour ou en soirée.

## ABSTRACT

A decree dated January 28th 2003 has defined an indicator to represent noise energy at Paris - Charles de Gaulle airport. This “weighted measure-based overall” indicator (called IGMP for “*Indicateur Global Mesuré Pondéré*”) restricts for each year the overall amount of noise energy emitted to the yearly average noise energy emitted in 1999, 2000 and 2001.

Since the computation of IGMP 2007 the French Civil Aviation Authority (DGAC) has ordered the Civil aviation technical center (STAC) to estimate each annual IGMP value. IGMP 2019 calculation is based on noise measurements and correlations between noise levels and tracks delivered by Groupe ADP Laboratory.

In 2019, the ratio of reliable noise measurements is 88.2%, out of 504 680 movements.

IGMP 2019 value equals 66.7 and increases comparing to the previous year (+0.4 point). This evolution between 2018 and 2019 is mainly due to the combined effects of the three following factors:

- Air traffic increase at Charles de Gaulle airport (+3.4%).
- Fleet modernization,
- Variation of traffic distribution among day, evening and night periods,

The first factor is the main cause of IGMP 2019 increase whereas the second and third factors tend to limit lowering the indicator.

The specific night period indicator decreases compared to 2018, reaching the value 69.6 (-1.0 point).

Moreover, average unweighted noise energy per aircraft is higher during night period than during the day or the evening because aircraft operated during night period (freight) are heavier, and/or bigger in size and of older generation than aircraft operated during day or evening periods.

# INTRODUCTION

L'arrêté du 28 janvier 2003<sup>1</sup> définit l'indicateur représentatif de l'énergie sonore de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle – communément appelé Indicateur Global Mesuré Pondéré (IGMP) – et limite sa valeur pour une année civile à son niveau moyen des années 1999, 2000 et 2001.

L'estimation de la valeur de l'IGMP est confiée par la DGAC au Service technique de l'Aviation civile (STAC) depuis le calcul de l'indicateur 2007. Elle était précédemment effectuée par Groupe ADP.

La valeur annuelle de l'IGMP est basée sur :

- les niveaux de bruit mesurés à l'aide d'un dispositif de mesures de bruit, mis en œuvre par Groupe ADP ;
- un suivi des trajectoires homologué par arrêté interministériel du 17 juillet 2006 ;
- une corrélation entre mesures de bruit et trajectoires, effectuée par Groupe ADP.

Les mouvements d'avions recensés sur l'année 2019 sont répartis en plusieurs catégories, selon s'ils sont détectés et corrélés ou non avec une mesure de bruit. Une correction de distance est ensuite appliquée afin de ramener chaque mesure à une distance de référence pour l'IGMP par rapport aux seuils des pistes.

En pratique, le traitement de l'ensemble des données se fonde depuis 2006 sur la méthode définie par le groupe de travail (GT) établi entre l'Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires (ACNUSA), la Direction générale de l'aviation civile (DGAC)<sup>2</sup>, la Mission Bruit de la Direction de la prévention des pollutions et des risques (DPPR)<sup>3</sup> et le Laboratoire de Groupe ADP. Cette méthode de calcul a fait l'objet de plusieurs améliorations proposées par le groupe de travail et approuvées par l'ACNUSA, comme par exemple l'exclusion des mesures aberrantes prise en compte depuis le calcul de l'IGMP 2011, et est désormais optimale.

---

<sup>1</sup> : Voir annexe 2.

<sup>2</sup> : Représentée d'une part par la Direction des Affaires Stratégiques et Techniques (DAST) jusqu'en 2008 puis par la Direction du Transport Aérien (DTA) depuis et d'autre part par le STAC.

<sup>3</sup> : Maintenant devenue la mission « Bruit et agents physiques » de la Direction générale de la prévention des risques (DGPR).

## GUIDE DE LECTURE

Le chapitre 1 du présent rapport rappelle les principales évolutions méthodologiques décidées par le groupe de travail IGMP.

Le chapitre 2 précise les conditions des mesures : emplacement des stations, taux des mesures corrélées et causes d'absence de corrélation.

Le chapitre 3 indique les différentes catégories de niveaux de bruit utilisés pour le calcul de l'IGMP. Il s'appuie sur les définitions suivantes :

- **Correction de distance** : L'impossibilité physique d'implanter l'ensemble des stations à une distance rigoureusement identique par rapport à chaque seuil de piste et l'inégalité des longueurs de piste imposent d'effectuer sur les mesures des corrections de distance. La correction permet de ramener le niveau de bruit mesuré à celui d'une mesure équivalente effectuée à la distance de référence (9 200m au décollage et 5000 m à l'atterrissage). La correction est calculée à l'aide d'une droite de régression (voir Annexe 7).
- **L<sub>Amax</sub>** : Niveau maximal de bruit caractérisant un événement isolé.
- **Niveau de bruit mesuré** : Il s'agit du niveau de bruit L<sub>Amax</sub> mesuré au sol auquel est ajoutée la correction de distance, afin de le ramener au niveau d'une mesure qui serait effectuée à la distance de référence.
- **Niveau de bruit le plus fréquemment mesuré** : C'est, pour chaque type d'aéronefs, un niveau de bruit moyen établi suivant une méthode statistique basée sur un minimum de 100 valeurs de niveaux de bruit mesurés, avec au moins 25 mesures sur au moins 4 stations. Ce niveau de bruit le plus fréquemment mesuré est utilisé en cas de mesure manquante. Une fois qu'il a pu être calculé, ce niveau est repris pour les années suivantes.
- **Famille de substitution** : Lorsqu'on ne dispose pas, pour un avion donné, d'un niveau de bruit le plus fréquemment mesuré parce que l'avion fréquente trop rarement la plate-forme, l'évaluation du niveau de bruit engendré par le vol nécessite le recours à une famille de substitution. Il s'agit de la famille d'aéronefs dont on connaît le niveau de bruit le plus fréquemment mesuré et dont les caractéristiques acoustiques et physiques se rapprochent le plus de l'avion considéré.

Les chapitres 4 et 5 présentent les résultats et analyses des différents calculs effectués : valeur de l'IGMP et de l'indicateur de nuit, analyse de l'évolution de la répartition des mouvements et des énergies suivant la catégorie acoustique d'aéronefs, selon la période de la journée, analyse de la période cœur de nuit...

Les abréviations utilisées dans ce rapport sont explicitées en annexe 1.

# 1. MÉTHODOLOGIE DE CALCUL

Le calcul de l'IGMP 2019 repose sur la méthodologie arrêtée par le groupe de travail (GT) établi en 2006 entre l'Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires (ACNUSA), la Direction générale de l'aviation civile (DGAC), la Mission Bruit de la Direction de la prévention des pollutions et des risques (DPPR) et le Laboratoire de Groupe ADP.

L'IGMP est basé sur le calcul :

- Des énergies sonores de référence pour le décollage et pour l'atterrissage, dont les valeurs correspondent à la moyenne des énergies des années 1999, 2000, 2001.
- Des énergies sonores de décollage et d'atterrissage mesurées et cumulées sur l'année considérée. Par convention, si ces énergies sont égales aux valeurs de référence, l'indicateur est égal à 100.
- De droites de régression utilisées pour le calcul des corrections de distance (voir définition en annexe 7). Ces droites sont basées principalement sur les mesures des années 2005 à 2018. Toutefois, comme le groupe de travail l'avait préconisé, les données mesurées en 2019 ont permis pour certains types d'avion d'atteindre pour la première fois un minimum de 25 mesures sur au moins 4 stations et de calculer de nouvelles droites de régression enrichissant le jeu existant.

Dans sa démarche d'amélioration de la méthode de calcul de l'indice, le GT a validé en 2011 trois évolutions méthodologiques qui sont appliquées depuis au calcul de l'IGMP :

- Mise en œuvre de la méthode d'exclusion des valeurs aberrantes pour la création des nouvelles droites de régression ainsi que pour le calcul de l'IGMP (décrite en annexe 4), appliquée chaque année depuis l'IGMP 2011.
- Utilisation par Groupe ADP, depuis l'IGMP 2012, d'un nouveau système de détection du bruit des aéronefs et d'une méthode dite « de multi-validation » qui a permis d'augmenter de manière significative le nombre de mesures exploitables. Cette méthode comprend :
  - l'analyse de pente de la mesure acoustique,
  - la reconnaissance spectrale du bruit d'aéronef,
  - le filtrage sur critères de durée et de niveau sonore minimum.

L'utilisation de cette méthode a pour conséquence une nette amélioration du taux de corrélation depuis 2012.

## 2. MESURES REALISEES EN 2019

### 2.1. Nombre de mouvements enregistrés et mesurés

En 2019, le nombre total officiel de mouvements d'avions enregistrés et pris en compte pour le calcul de l'IGMP est de **504 680** (source NBA). Le nombre total de mouvements détectés par Groupe ADP est de **504 332**. Le léger écart de 348 mouvements avec le nombre total officiel est expliqué et pris en compte dans le calcul de l'indicateur (cf. section 3.5).

Sur les 504 332 mouvements enregistrés par Groupe ADP, on comptabilise:

- **445 068** couples de mesures de bruit d'avions et de trajectoires exploitables<sup>1</sup>. Cela correspond à un taux de mesures exploitables de 88,2% (rapport entre le nombre de mesures exploitables et le nombre total officiel de mouvements). L'évolution de ce taux et du nombre de mouvements sur les 10 dernières années est illustrée par la Figure 1.

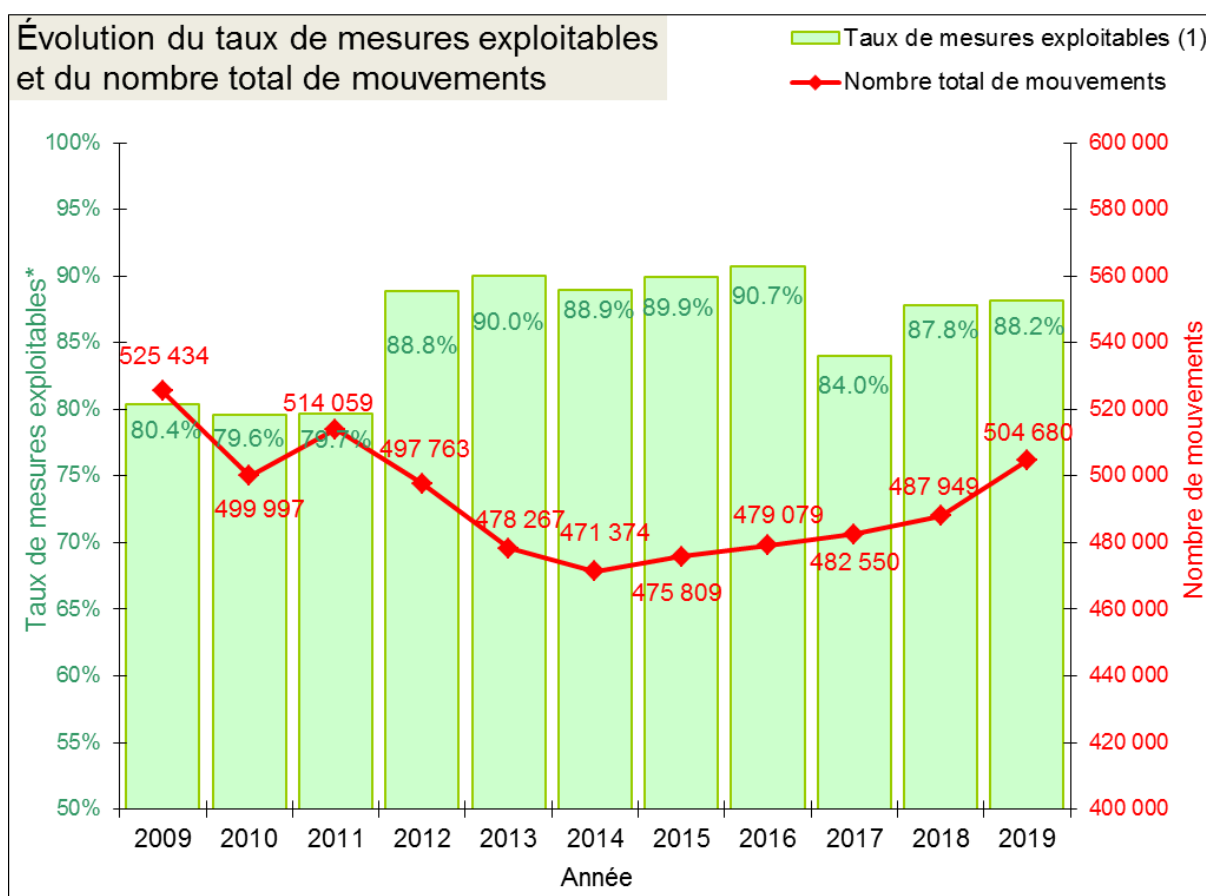


Figure 1

Sur les 445 068 couples de mesures de bruit et trajectoires exploitables, la méthode d'exclusion des valeurs aberrantes (cf. annexe 4) a entraîné l'exclusion de 563 mesures de bruit (soit 0,1% des mesures exploitables). Ce sont donc 444 505 couples de mesures de bruit et trajectoires qui ont été validés et utilisés pour le calcul de l'IGMP 2019.

<sup>1</sup> On considèrera dans ce rapport comme mesures « exploitables » ou « utilisables » des mesures de bruit d'avions ayant été corrélées à une trajectoire. A ces mesures « exploitables » ou « utilisables » est ensuite appliquée la méthode d'exclusion des valeurs aberrantes. Une partie de ces mesures peut donc être ensuite exclue, si identifiée comme étant aberrante, du calcul de l'IGMP



- **59 264** couples de mesures de bruit et trajectoires non exploitables pour les raisons suivantes :
  - Les critères de détection ne sont pas respectés (durée minimum, niveau minimum, pourcentage de reconnaissance spectrale minimum, présence de bruits parasites...). Cette raison concerne 61% des cas,
  - La maintenance, la calibration ou le dysfonctionnement des stations de mesure de bruit, dans 24% des cas,
  - L'absence d'enregistrement pour 15% des cas. Ceci s'explique par le fait que certains petits appareils et turbopropulseurs au décollage effectuent des virages trop courts et ne survolent pas la station de mesure dans l'axe de leur piste de décollage.

## 2.2. Répartition par station des mouvements mesurés

Groupe ADP dispose d'un réseau de 8 stations de mesures de bruit spécifiquement implantées pour l'évaluation de l'indicateur. La Figure 2 représente la position effective de ces stations nommées E1, E2, E3, E4, W1, W2, W3 et W4b :

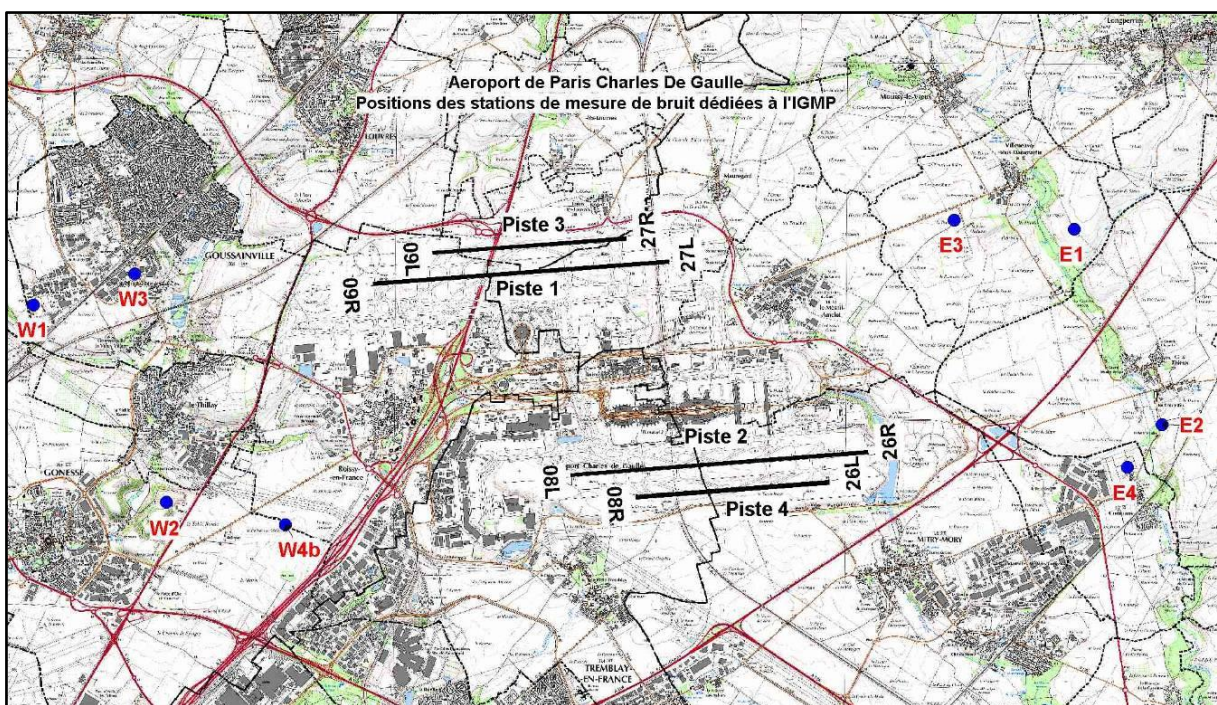


Figure 2

Chacun des axes des 8 trouées bénéficie d'une station de mesure située à environ 5 000 mètres du seuil de piste le plus proche. Les distances exactes de ces stations, par rapport au toucher des roues pour les atterrissages ou par rapport au lâcher des freins pour les décollages, sont données dans le Tableau 1.

<b>Station</b>	<b>Atterrissage (en mètres)</b>	<b>Décollage (en mètres)</b>
<b>E1</b>	6 892	9 592
<b>E2</b>	5 269	7 984
<b>E3</b>	5 169	
<b>E4</b>	4 712	
<b>W1</b>	5 338	8 638
<b>W2</b>	6 295	9 610
<b>W3</b>	4 736	
<b>W4b</b>	5 500	

**Tableau 1**

Les pistes 3 et 4 étant dédiées aux atterrissages, les stations associées, E3 et E4 à l'est et W3 et W4 à l'ouest, mesurent les atterrissages.

Les stations E1 et E2 à l'est et W1 et W2 à l'ouest mesurent quant à elles principalement les décollages mais aussi une part non négligeable d'atterrissages.

Remarquons que, si les pistes 3 et 4 sont des pistes courtes (2 700 mètres) réservées en temps normal aux atterrissages, quelques centaines de décollages chaque année sont aussi pratiqués sur ces pistes. Groupe ADP affecte par défaut ces décollages aux stations des pistes voisines (respectivement à la piste 1 et 2), le niveau sonore associé étant alors le niveau le plus fréquemment mesuré de l'aéronef ou à défaut celui d'un aéronef de substitution.

Le Tableau 2 donne, pour chacune des stations, le nombre de mouvements mesurés et corrélés à un avion (validé après exclusion des valeurs aberrantes) en comparaison au nombre de mouvements enregistrés durant l'année 2019.

## Répartition des mouvements par station pour l'année 2019

Station	Date de mise en service définitive	Nombre de décollages mesurés et corrélés à un avion	Nombre de décollages effectués au-dessus de la station	Nombre d'atterrissages mesurés et corrélés à un avion	Nombre d'atterrissages effectués au-dessus de la station
E1 Villeneuve-Sous-Dammartin	05/07/2005	35 665	41 673	1 217	1 563
E2 Thieux	12/07/2005	50 721	57 693	1 964	2 284
E3 Villeneuve-Sous-Dammartin	27/02/2008			- 50 960 -	56 902
E4 Compans	01/07/2003 déplacée de 100m env. le 12/05/2006			- 83 557 -	90 861
W1 Goussainville	03/06/2005	62 786	72 449	1 168	1 507
W2 Gonesse	16/04/2007	70 748	79 572	1 443	1 917
W3 Goussainville	12/05/2005			- 37 570 -	42 718
W4 Gonesse	12/01/2012			- 46 706 -	52 640
Vols sans QFU	12/01/2012		937	-	1 616 -
Total		219 920	252 324	224 585	252 008

Tableau 2

### **3. EXPLOITATION DES MOUVEMENTS POUR LE CALCUL DE L'ÉNERGIE SONORE MESURÉE PONDÉRÉE**

**Note :** Le guide de lecture en début de rapport rappelle les définitions des termes spécifiques à l'IGMP utilisés dans cette section.

Conformément à la méthodologie arrêtée par le groupe de travail, l'énergie sonore engendrée par les mouvements constituant le trafic 2019 de l'aéroport de Paris – Charles-de-Gaulle a été évaluée en affectant à chaque mouvement :

- le **niveau de bruit mesuré**, s'il est disponible et validé suite à l'application de la méthode d'exclusion des valeurs aberrantes. Ce niveau de bruit est corrigé en distance, afin de le ramener à celui d'une mesure équivalente effectuée à la distance de référence.
- ou à défaut le **niveau de bruit le plus fréquemment mesuré** pour cet aéronef,
- ou encore si aucune de ces deux données n'est disponible, le **niveau de bruit d'un appareil de substitution** équivalent.

### **3.1. Niveaux de bruit mesurés et validés**

Les niveaux de bruit de 444 505 mouvements, soit 88,1% des mouvements effectués dans l'année, ont été mesurés et validés suite à l'application de la méthode d'exclusion des valeurs aberrantes. Ils sont corrigés en distance à l'aide d'une droite de régression (voir annexe 7), cette dernière étant calculée à partir des mesures, sous condition d'un nombre minimal de mesures existantes de 25 par station sur au moins 4 stations de mesure.

### **3.2. Niveaux de bruit mesurés corrigés à l'aide de la droite de régression propre à l'avion**

Pour la plupart des mouvements (419 271 mouvements, soit 94,3% des mesures corrélées validées), il existe une droite de régression propre à l'ensemble « type d'avion - motorisation - groupe acoustique » associé au mouvement (voir annexe 5), qui est utilisée pour corriger le niveau de bruit en distance.

### **3.3. Niveaux de bruit mesurés corrigés à l'aide d'avions de substitution**

Pour les 5,7% niveaux de bruit mesurés validés restants (25 234 mouvements), aucune droite de régression n'est disponible pour le moment. La correction de distance utilisée est alors égale à celle de sa famille de substitution, pour laquelle les caractéristiques acoustiques et physiques sont voisines de celles des appareils considérés, et dont une droite de régression a pu être calculée.

Les familles de substitution utilisées pour l'IGMP 2019 sont présentées en annexe 6.

### **3.4. Utilisation des niveaux de bruit le plus fréquemment mesurés**

Comme le prévoit l'arrêté du 28 janvier 2003, pour chacun des 59 827 mouvements identifiés qui n'ont pu donner lieu à une mesure valide (absence de mesure, mesure inexploitable, ou bien mesure non prise en compte suite à l'application de la méthode d'exclusion des valeurs aberrantes), un niveau de bruit le plus fréquemment mesuré est affecté (voir annexe 7), en fonction de l'ensemble « type d'avion – motorisation – groupe acoustique » correspondant.

Pour les avions suffisamment fréquents sur la plate-forme pour avoir donné lieu à un nombre représentatif d'enregistrements de mesures de bruit (au moins 25 mesures par station sur au moins 4 stations de mesure), le niveau de bruit le plus fréquemment mesuré est celui propre à l'ensemble « type d'avion – motorisation – groupe acoustique » correspondant.

Pour les autres avions dont la mesure est non valide, le niveau le plus fréquemment mesuré de l'avion de substitution est utilisé.

### 3.5. Ajustement en nombre de mouvements

Le Tableau 3 présente pour l'année 2019 la comparaison entre le nombre de mouvements détectés par Groupe ADP et le nombre de mouvements officiellement comptabilisés (base NBA).

Mouvements	Atterrissages	Décollages	Total
Détectés	252 008	252 324	504 332
Officiels	252 326	252 354	504 680
<b>Différence</b> (officiel-détectés)	+318	+30	+348

Tableau 3

La différence entre le nombre de mouvements officiels et le nombre de mouvements détectés s'explique généralement par les pannes de transmission des données radar. Ces pannes conduisent soit à la perte de certaines trajectoires, soit à leur dédoublement (en cas de coupure de courte durée mais excédant une demi-heure, les trajectoires peuvent être scindées en deux avec un identifiant distinct).

Le très faible écart entre les mouvements détectés et le total officiel permet de considérer que les énergies prises en compte pour le calcul de l'indicateur sont proportionnelles aux nombres de mouvements, respectivement pour les atterrissages et les décollages.

Le nombre de mouvements retenus pour le calcul de l'IGMP est donc pris en compte à travers l'usage des facteurs multiplicatifs  $C_{a,n}$ , pour les atterrissages, et  $C_{d,n}$ , pour les décollages, définis comme suit pour l'année n :

$$C_{a,n} = \frac{\text{Nb total atterr.}}{\text{Nb atterr. détectés}}$$

$$C_{d,n} = \frac{\text{Nb total décoll.}}{\text{Nb décoll. détectés}}$$

Les énergies pour l'atterrissage,  $W_{a,2019}$ , et pour le décollage,  $W_{d,2019}$ , sont calculées d'après les expressions suivantes :

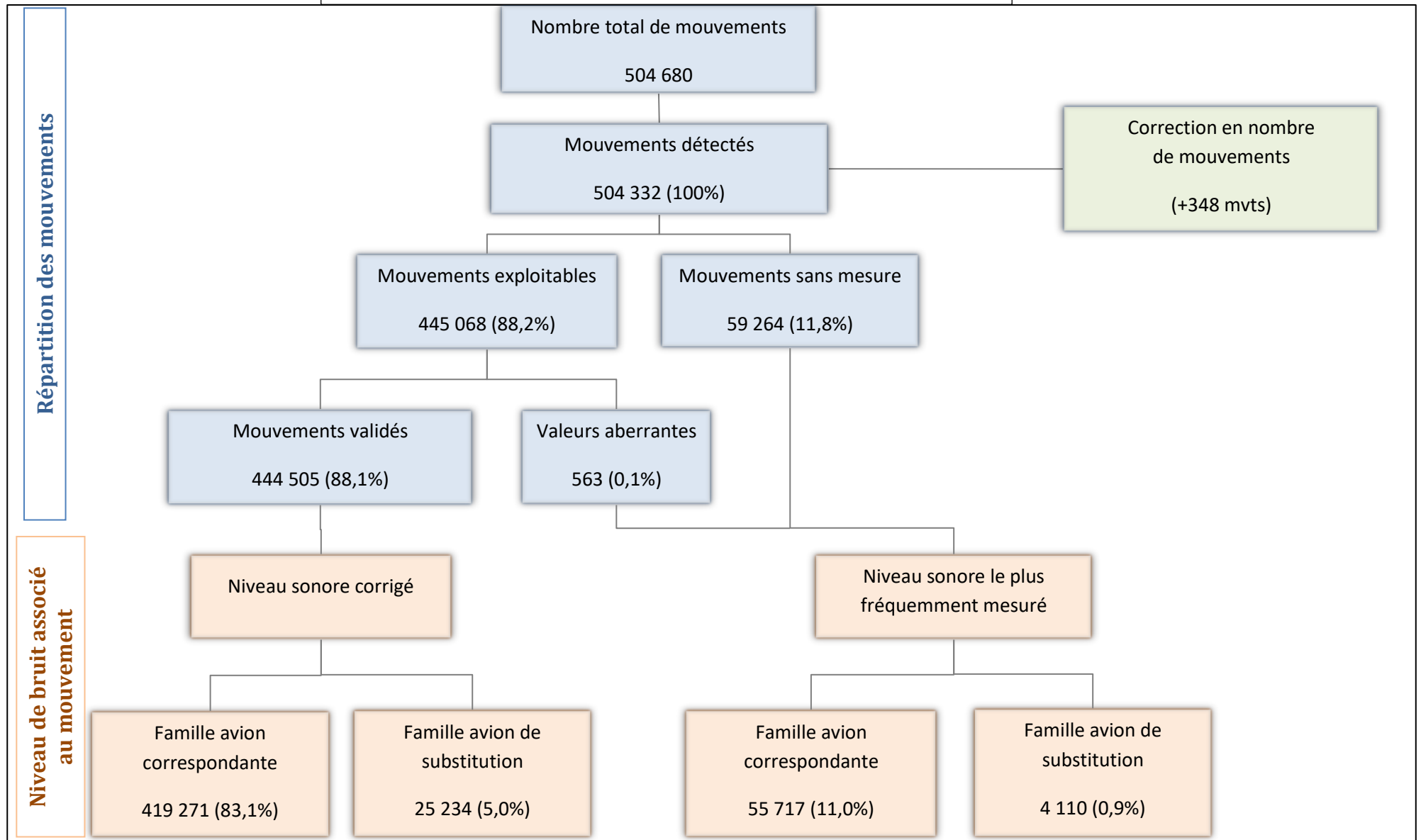
$$W_{a,2019} = W_{a,2019} \text{ détecté} * C_{a,2019}$$

$$W_{d,2019} = W_{d,2019} \text{ détecté} * C_{d,2019}$$

### 3.6. Schéma de traitement des mouvements et de l'affectation des niveaux de bruit

Le traitement de l'ensemble des 504 680 mouvements de l'année 2019 et des niveaux de bruit associés peut être schématisé comme suit :

Schéma de traitement des mouvements et niveaux de bruit associés



## 4. RÉSULTATS 2019

### 4.1. Valeur de l'indicateur

La valeur de l'IGMP 2019 s'élève à : **66,7**.

### 4.2. Valeurs des énergies sonores pondérées

Les Tableau 4 et Tableau 5 donnent le résultat du calcul des énergies sonores pondérées 2019 en comparaison aux énergies de référence, pour les atterrissages d'une part et les décollages d'autre part.

<b>ATTERRISSAGE</b>	<b>Energie <u>2019</u> (Wa,2019)</b>	<b>Energie de référence (Wa,0)</b>
<b>Jour (6h-18h)</b>	1,09.10 <sup>13</sup>	1,44.10 <sup>13</sup>
<b>Soirée (18h-22h)</b>	0,97.10 <sup>13</sup>	1,33.10 <sup>13</sup>
<b>Nuit (22h-6h)</b>	2,55.10 <sup>13</sup>	3,08.10 <sup>13</sup>
<b>Global</b>	<b>4,61.10<sup>13</sup></b>	<b>5,85.10<sup>13</sup></b>

Tableau 4

<b>DÉCOLLAGE</b>	<b>Energie <u>2019</u> (Wd,2019)</b>	<b>Energie de référence (Wd,0)</b>
<b>Jour (6h-18h)</b>	0,44.10 <sup>13</sup>	0,73.10 <sup>13</sup>
<b>Soirée (18h-22h)</b>	0,38.10 <sup>13</sup>	0,82.10 <sup>13</sup>
<b>Nuit (22h-6h)</b>	0,83.10 <sup>13</sup>	1,46.10 <sup>13</sup>
<b>Global</b>	<b>1,65.10<sup>13</sup></b>	<b>3,01.10<sup>13</sup></b>

Tableau 5

## 5. ANALYSE DES RÉSULTATS

### 5.1. Evolution de l'IGMP 2019 et des énergies sonores

La Figure 3 montre l'évolution de l'IGMP et des énergies pondérées associées sur les 10 dernières années. L'indicateur 2019 augmente de 0,4 point par rapport à 2018. L'énergie sonore pondérée au décollage est en augmentation de 5,9 % alors que celle à l'atterrissage diminue de 2,9 %.

Cette légère hausse, pour la première fois depuis 2009, peut être mise en perspective par une comparaison avec les années 2009 et 2011, seules années durant lesquelles le nombre de mouvements était aussi haut que 2019 (et supérieur à 500 000 mouvements) : le niveau de l'IGMP s'élevait à 85,6 en 2009 et 81,4 en 2011. Cette évolution à la baisse en 10 ans témoigne de l'effort mis en œuvre durant la dernière décennie pour la maîtrise des nuisances sonores autour de la plateforme, et notamment de la modernisation des flottes.

La Figure 4 présente pour les années 2009 à 2019 l'évolution des énergies pondérées de décollage et d'atterrissage par rapport aux énergies de référence. En 2019, l'énergie pondérée au décollage est égale à 54,6% de l'énergie de référence au décollage, c'est une augmentation de 3 points par rapport à 2018. L'énergie pondérée à l'atterrissage est égale à 78,8% de l'énergie de référence à l'atterrissage, c'est une diminution de 2,3 points par rapport à 2018 (après une légère augmentation en 2017 et 2018) ; cette diminution amène d'ailleurs au niveau le plus bas atteint depuis 2009.

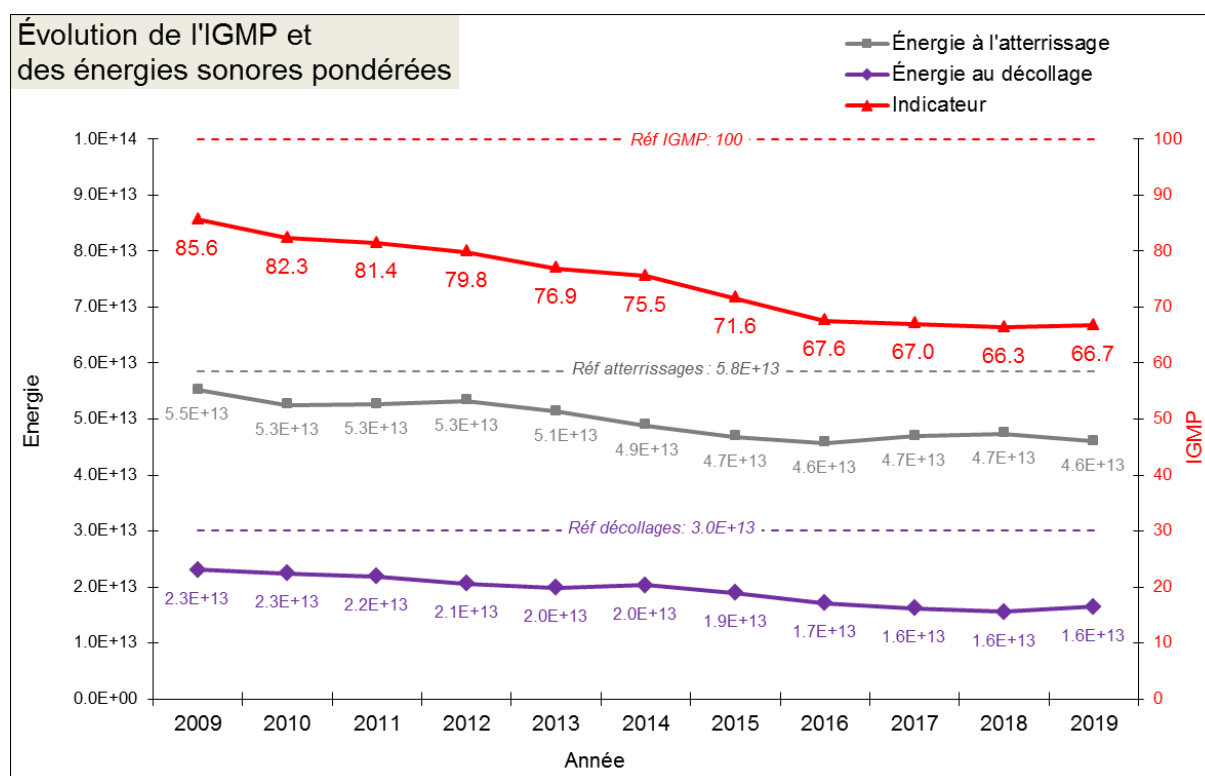


Figure 3



## Évolution des énergies sonores pondérées par rapport aux énergies de référence

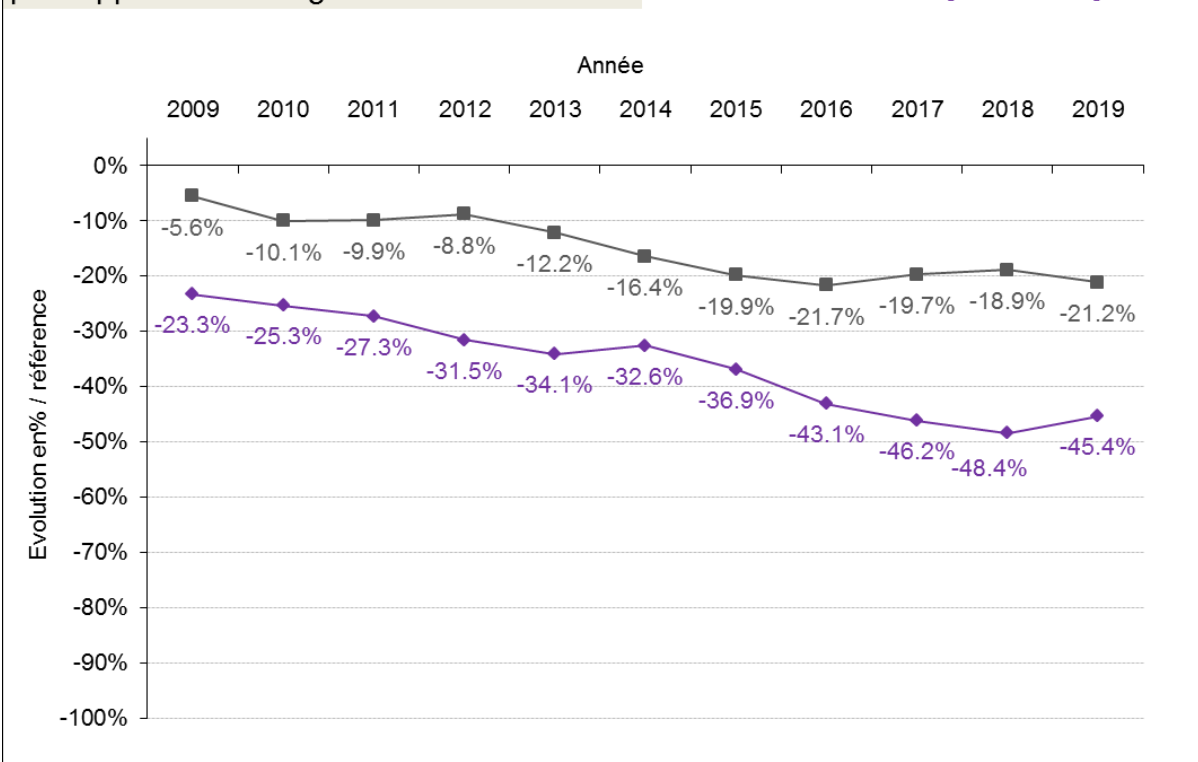


Figure 4

### 5.2. Répartition du trafic par catégorie acoustique d'aéronefs

Le Tableau 6 et la Figure 5 montrent l'évolution de la répartition des mouvements sur l'aéroport de Paris Charles-de-Gaulle en fonction des différentes catégories acoustiques d'appareils.

Les catégories acoustiques des aéronefs sont établies par référence aux normes de l'OACI, par chapitre et selon les marges de conformité par rapport aux limites admissibles des chapitres 3, 4, 5 et 14 de l'annexe 16 à la Convention relative à l'aviation civile internationale.

Il est important de noter que les marges considérées pour les années antérieures à 2010 d'une part, et depuis 2011 d'autre part, sont légèrement différentes suite au changement en 2011 de base de données par Groupe ADP. En effet :

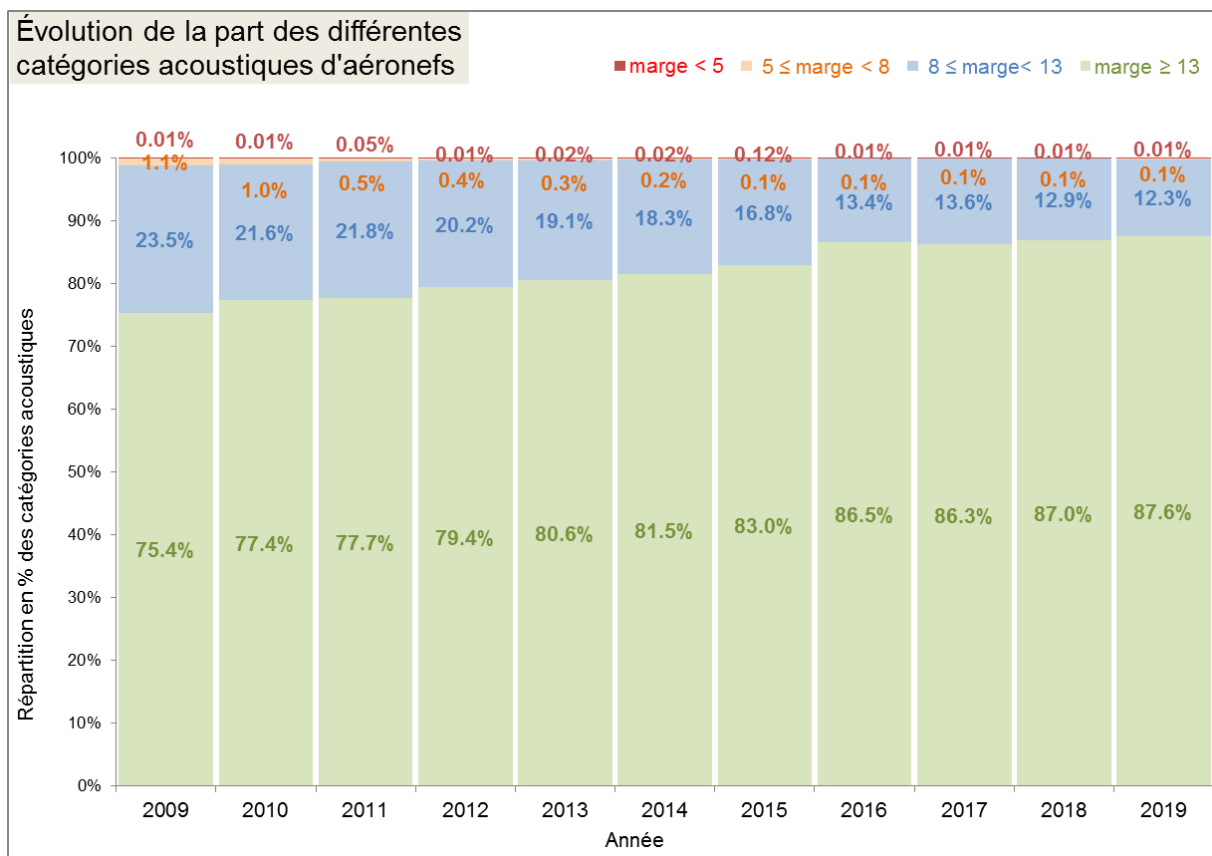
- pour les années antérieures à 2011, la marge non corrigée, c'est-à-dire conforme au calcul défini dans l'annexe 16 de l'OACI, est prise en compte,
- pour les années 2011 et suivantes, la marge corrigée est prise en compte (voir la définition de la marge corrigée en annexe 3 – Article 1).

D'après le Tableau 6 et la Figure 5, on remarque que la part des avions de marge supérieure à 13 EPNdB est en augmentation. Cette évolution montre que la modernisation de la flotte se poursuit.

NOMBRE DE MOUVEMENTS PAR CATEGORIE ACOUSTIQUE	Ch 2 et Ch3, 4 ou 5 marge<5	Ch 3, 4, 5 5≤ marge< 8	Ch 3, 4, 5 8≤ marge<13	Ch 3, 4, 5, 14 marge≥13 et autres chapitres
2009	46	5 842	123 241	396 305
2010	73	5 025	107 921	386 978
2011	253	2 613	111 937	399 256
2012	70	2 170	100 427	395 096
2013	94	1 517	91 260	385 396
2014	99	1 009	86 239	384 027
2015	552	425	79 847	394 985
2016	65	306	64 216	414 492
2017	29	366	65 617	416 538
2018	26	406	63 187	424 330
2019	73	668	62 021	441 918

**Tableau 6**

(Avant 2011 : marge=marge non corrigée, à partir de 2011 : marge=marge corrigée)

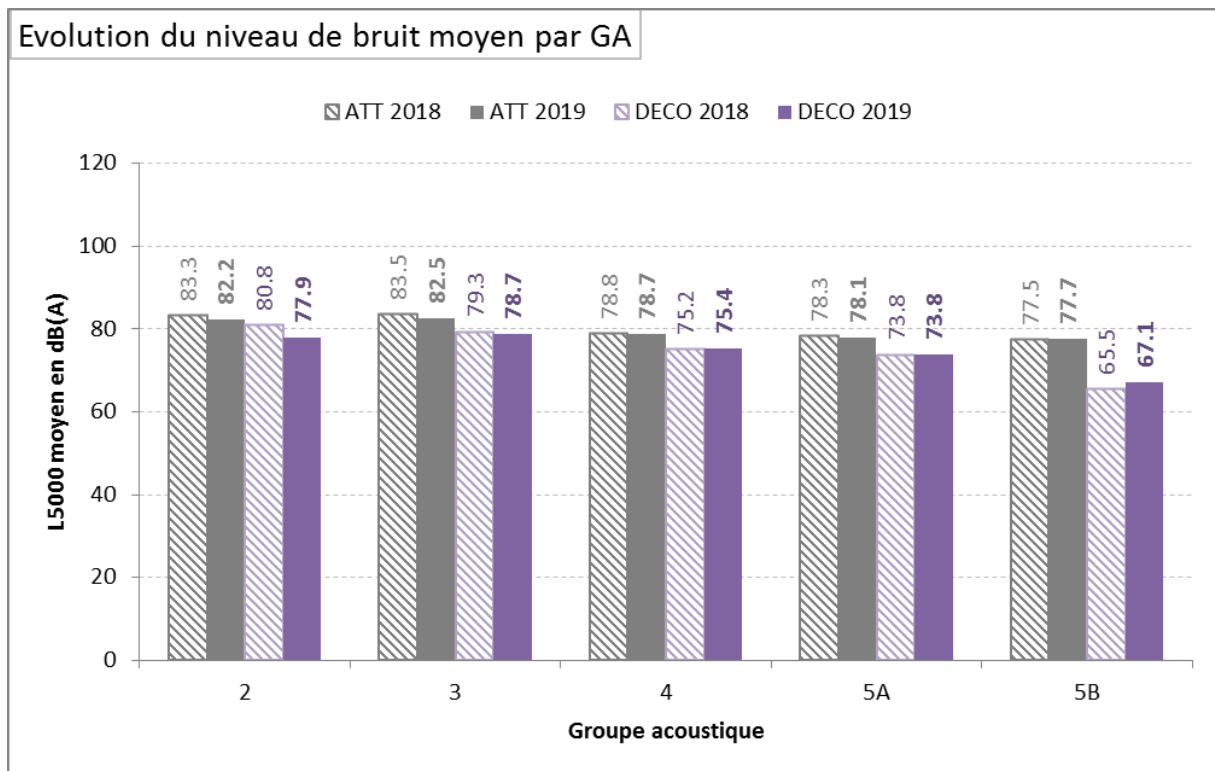


**Figure 5**

(Avant 2011 : marge=marge non corrigée, à partir de 2011 : marge=marge corrigée)

La Figure 6 permet d'observer l'évolution des niveaux sonores mesurés moyens au sein de chacun des groupes acoustiques. Les groupes acoustiques (GA) sont définis par l'arrêté du 12 septembre 2008 présenté en annexe 3 du présent rapport. Le niveau sonore moyen est calculé à partir des niveaux sonores mesurés et corrigés à la distance de référence appelés L9200 pour les décollages (distance de référence égale à 9200 m à partir du lâcher des freins) et L5000 pour les atterrissages (distance de référence égale à 5000 m à partir du toucher des roues).

Le groupe 5A regroupe la majorité de la flotte (87%, niveau stable par rapport à 2018). Pour les atterrissages, on constate par rapport à 2018 une baisse du niveau sonore moyen au sein de chaque groupe acoustique (sauf pour le groupe 5B très spécifique puisqu'il ne concernent que les petits turbopropulseurs et les hélicoptères). Pour les décollages, le niveau sonore moyen du groupe 5A est stable. Il est en baisse pour les groupes 2 et 3 et en légère hausse pour le groupe 4 (ainsi que pour le groupe 5B). Globalement, on observe qu'au sein des groupes acoustiques, le niveau acoustique moyen est relativement stable, voire en diminution par rapport à 2018, et que le niveau acoustique moyen du groupe 5A reste bien inférieur à celui des autres (hors groupe 5B), en particulier pour les décollages, ce qui corrobore le fait que la modernisation de la flotte est en faveur de la baisse de l'indicateur.



Evolution du niveau de bruit moyen par GA

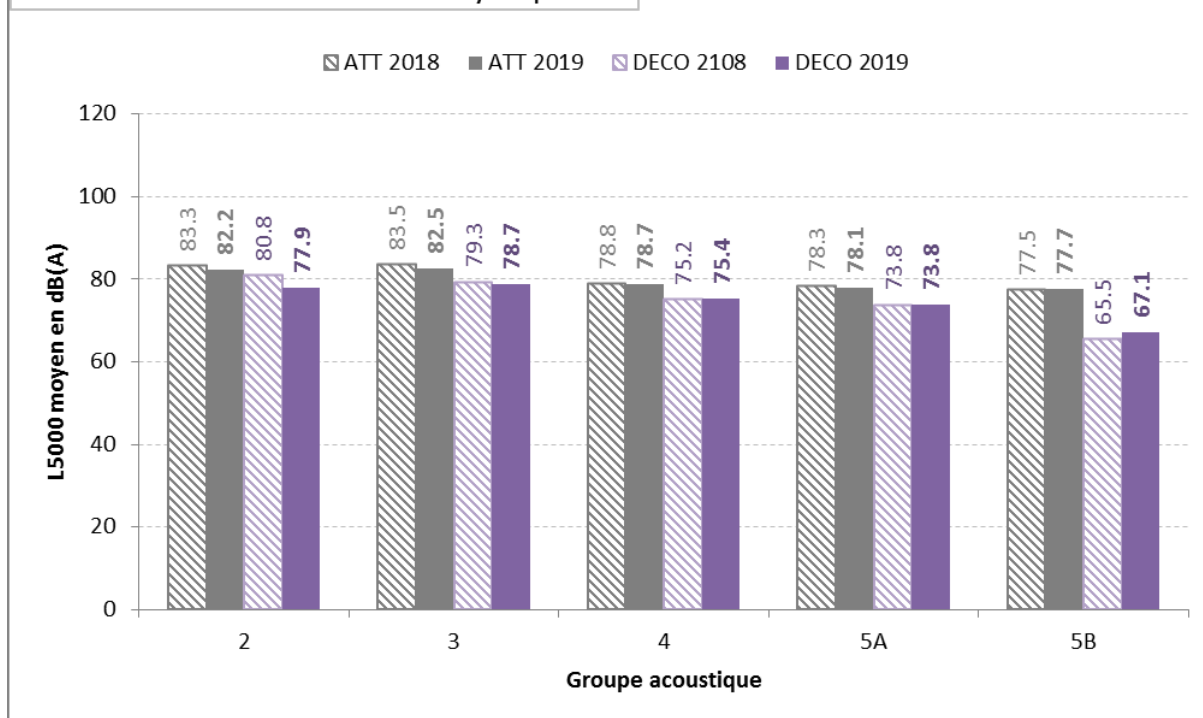


Figure 6

### 5.3. Répartition Jour / Soirée / Nuit

Cette section détaille la répartition par période de la journée :

- des mouvements<sup>1</sup> (paragraphe 5.3.1)
- de l'énergie sonore globale pondérée (paragraphe 5.3.2)
- de l'énergie sonore moyenne non pondérée (paragraphe 5.3.3)

#### 5.3.1. Répartition des mouvements selon la période de la journée :

D'après la Figure 7, l'augmentation globale du nombre de mouvements par rapport à 2018 se répartit sur les trois périodes de la journée mais de manière plus marquée sur le jour (+3,6%) et la soirée (+5,0%) que sur la nuit (+0,2%).

D'après la Figure 8, la part des mouvements réalisés en soirée augmente par rapport à 2018 alors que la part des mouvements de nuit diminue. La part des mouvements réalisés sur la période jour reste quasiment la même.

Les Figure 9, Figure 10, Figure 11 et Figure 12 montrent l'évolution du nombre et de la répartition des décollages et des atterrissages selon la période de la journée. On remarque qu'il y a davantage de décollages que d'atterrissages en soirée, à l'inverse sur la période nuit le nombre d'atterrissages est supérieur au nombre de décollages. Sur la période nuit, les nombres de décollages et d'atterrissages n'augmentent quasiment pas entre 2018 et 2019.

<sup>1</sup> Les mouvements de chaque période prennent en compte l'ajustement indiqué en §3.5

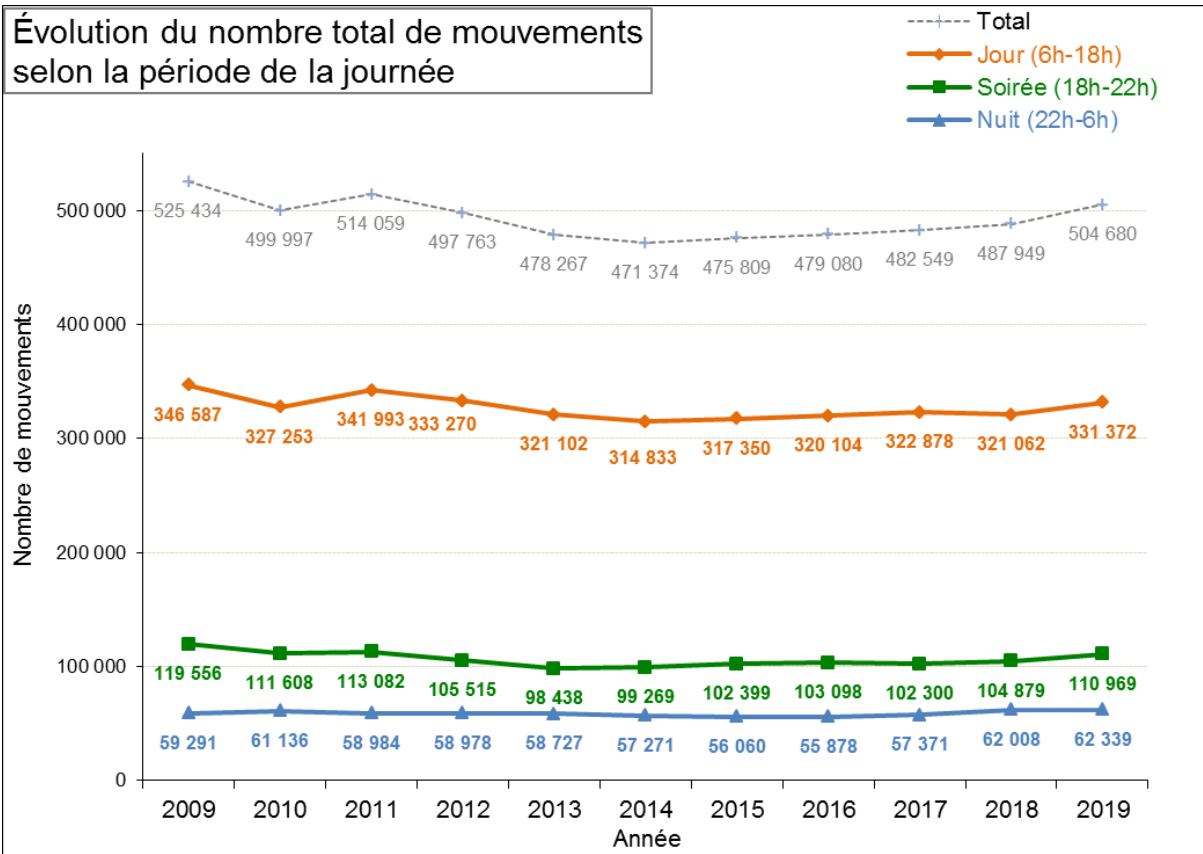


Figure 7

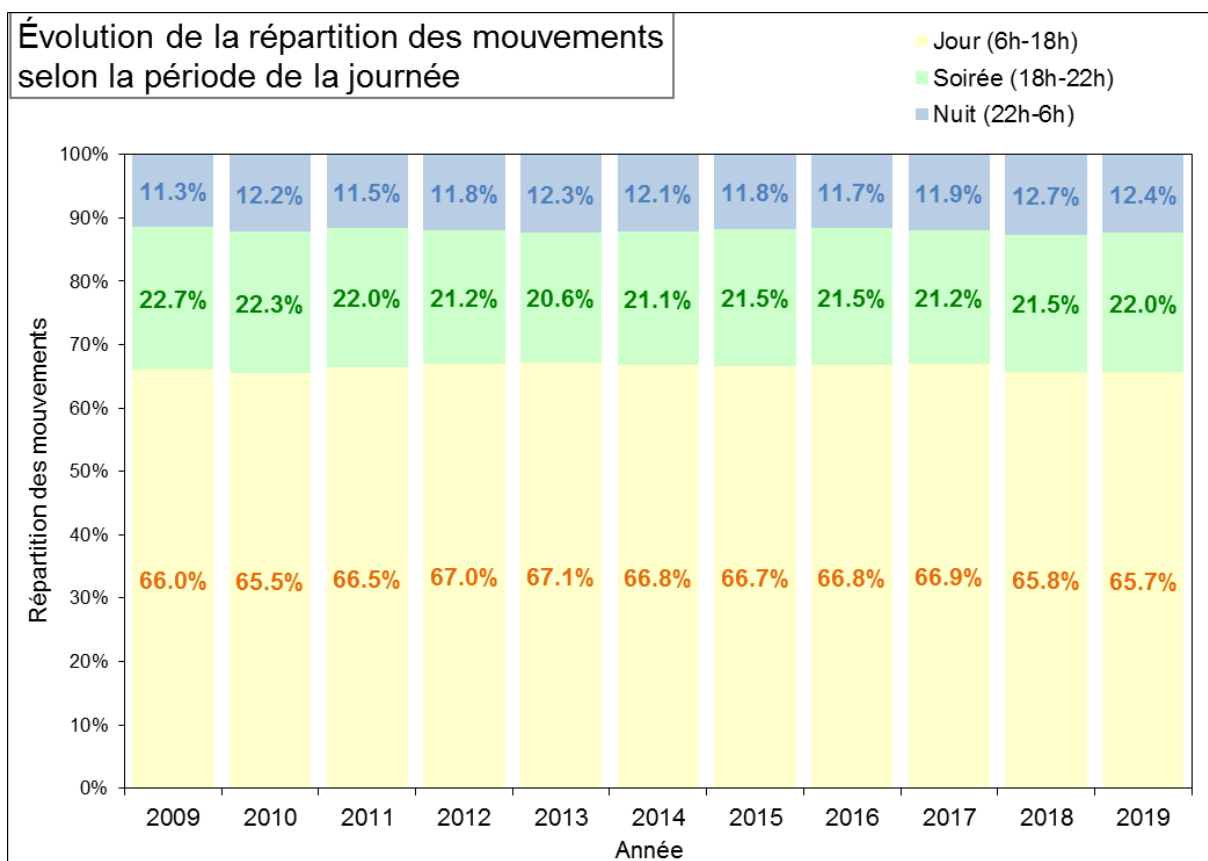


Figure 8

### Évolution du nombre de décollages selon la période de la journée

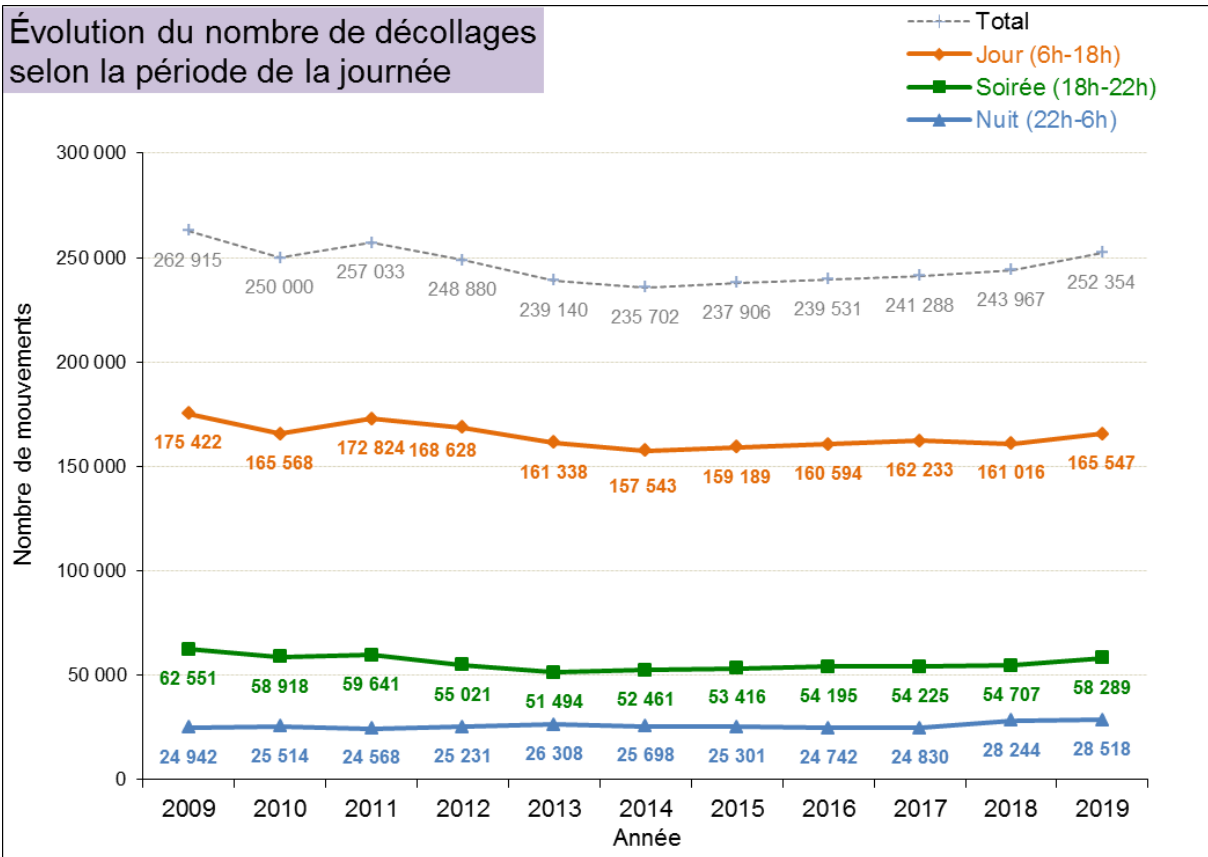


Figure 9

### Évolution de la répartition des décollages selon la période de la journée

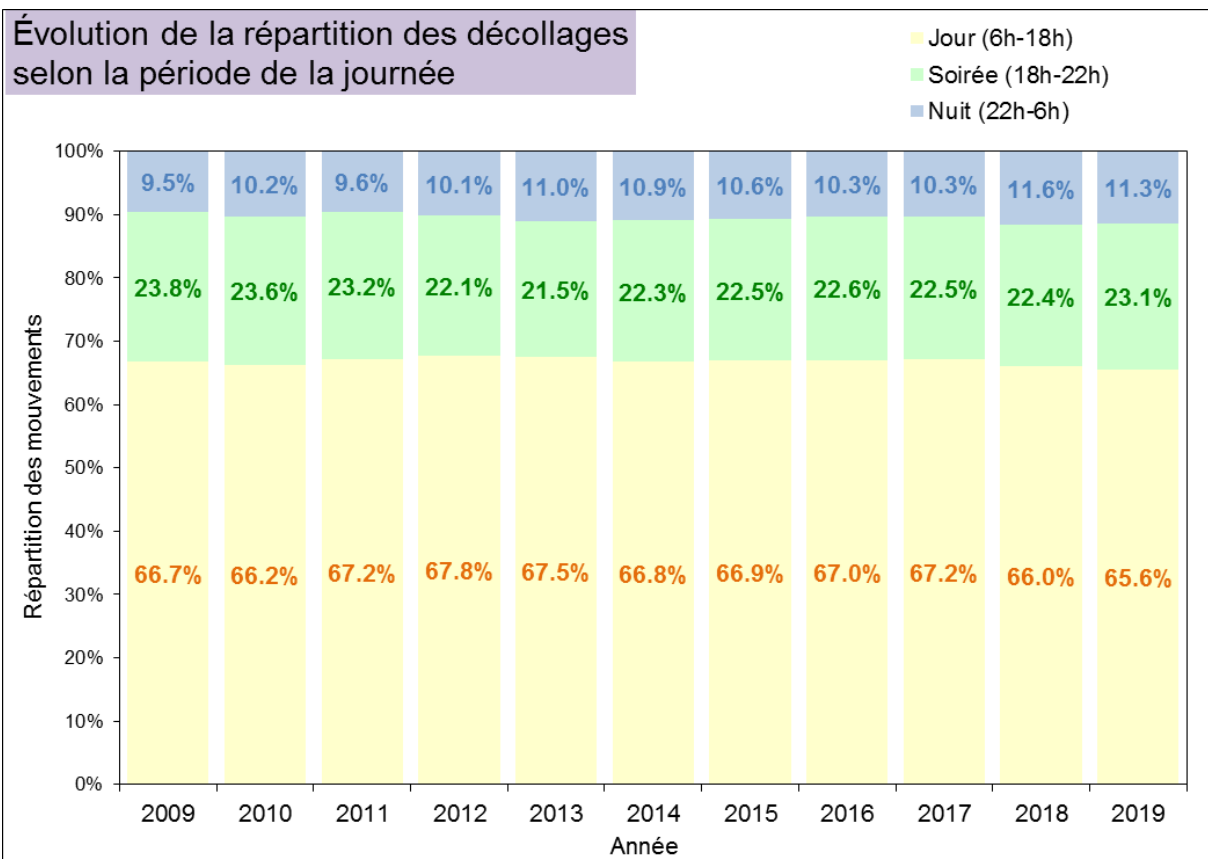


Figure 10

### Évolution du nombre d'atterrissages selon la période de la journée

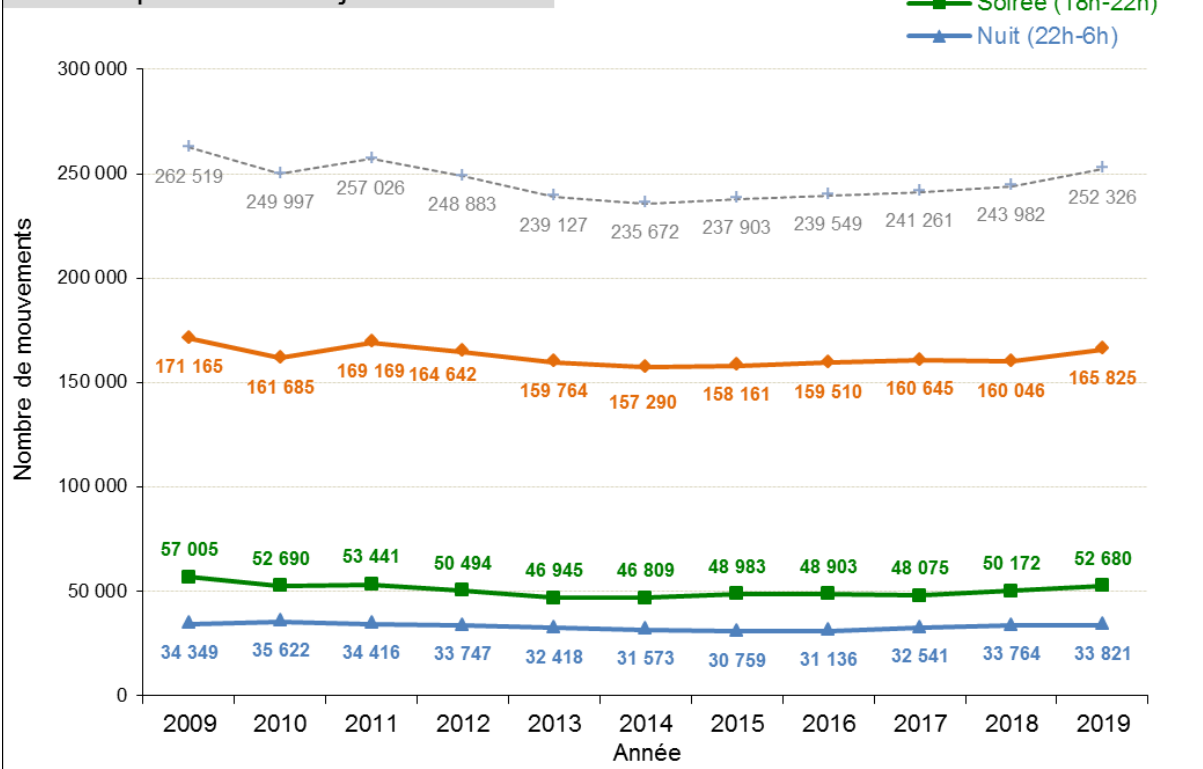


Figure 11

### Évolution de la répartition des atterrissages selon la période de la journée

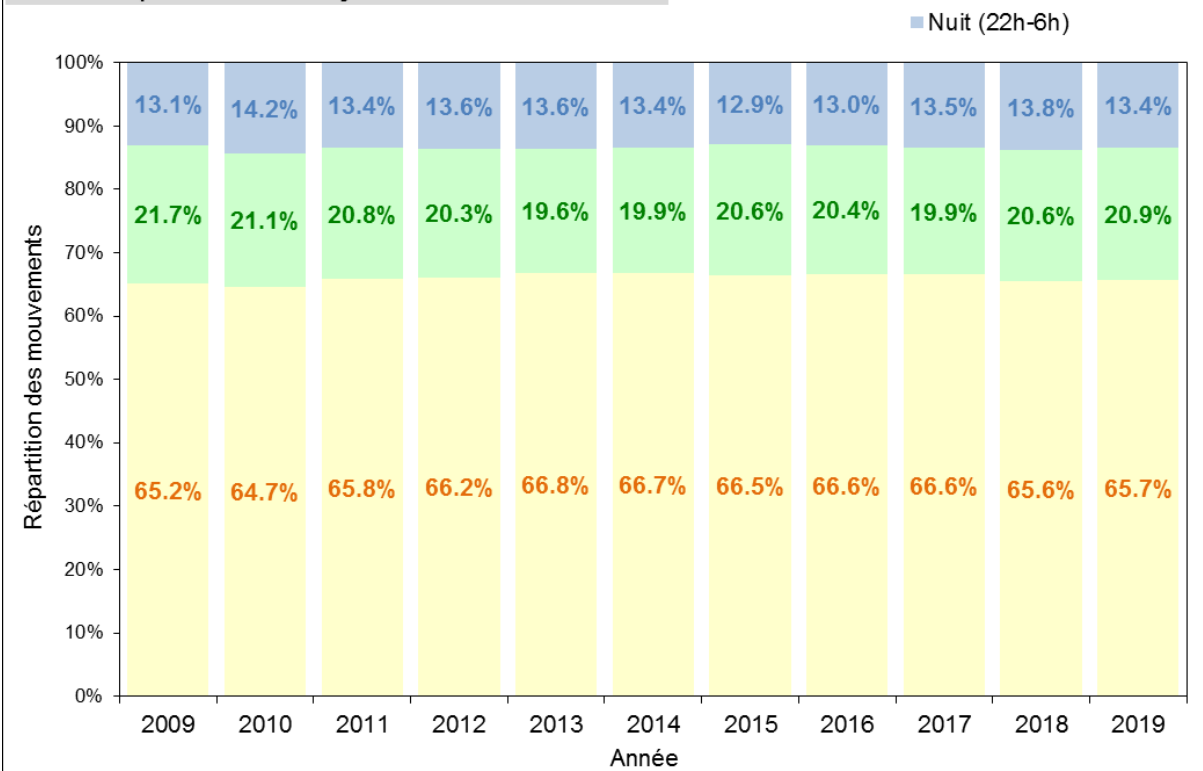


Figure 12

### 5.3.2. Répartition de l'énergie sonore pondérée selon la période de la journée :

L'analyse de la répartition de l'énergie sonore pondérée par période de la journée permet de mieux comprendre l'incidence de la répartition horaire des mouvements sur l'indicateur.

La Figure 13 montre que, par rapport à 2018, l'énergie sonore totale pondérée augmente de 4,2% sur la période soirée. Sur la période jour, elle n'évolue quasiment pas (+0,2%), et elle baisse de 2,9% sur la période nuit.

Ainsi, la part de l'énergie sonore totale pondérée de soirée augmente alors que la part de celle de nuit diminue et celle de jour n'augmente que très légèrement (Figure 14).

Les Figure 15, Figure 16, Figure 17 et Figure 18 montrent l'évolution de l'énergie sonore pondérée des décollages et des atterrissages selon la période de la journée. Par rapport à 2018, l'énergie sonore pondérée des décollages est en augmentation sur les trois périodes de la journée. L'énergie sonore pondérée des atterrissages est en diminution sur les périodes jour et nuit (pour la nuit, cette énergie retrouve un niveau proche de celui de 2016 qui était le plus bas enregistré depuis 2009) et augmente en soirée. On note que la part de l'énergie sonore pondérée de nuit est en baisse aussi bien pour les décollages que pour les atterrissages.



### Évolution de l'énergie sonore pondérée totale selon la période de la journée

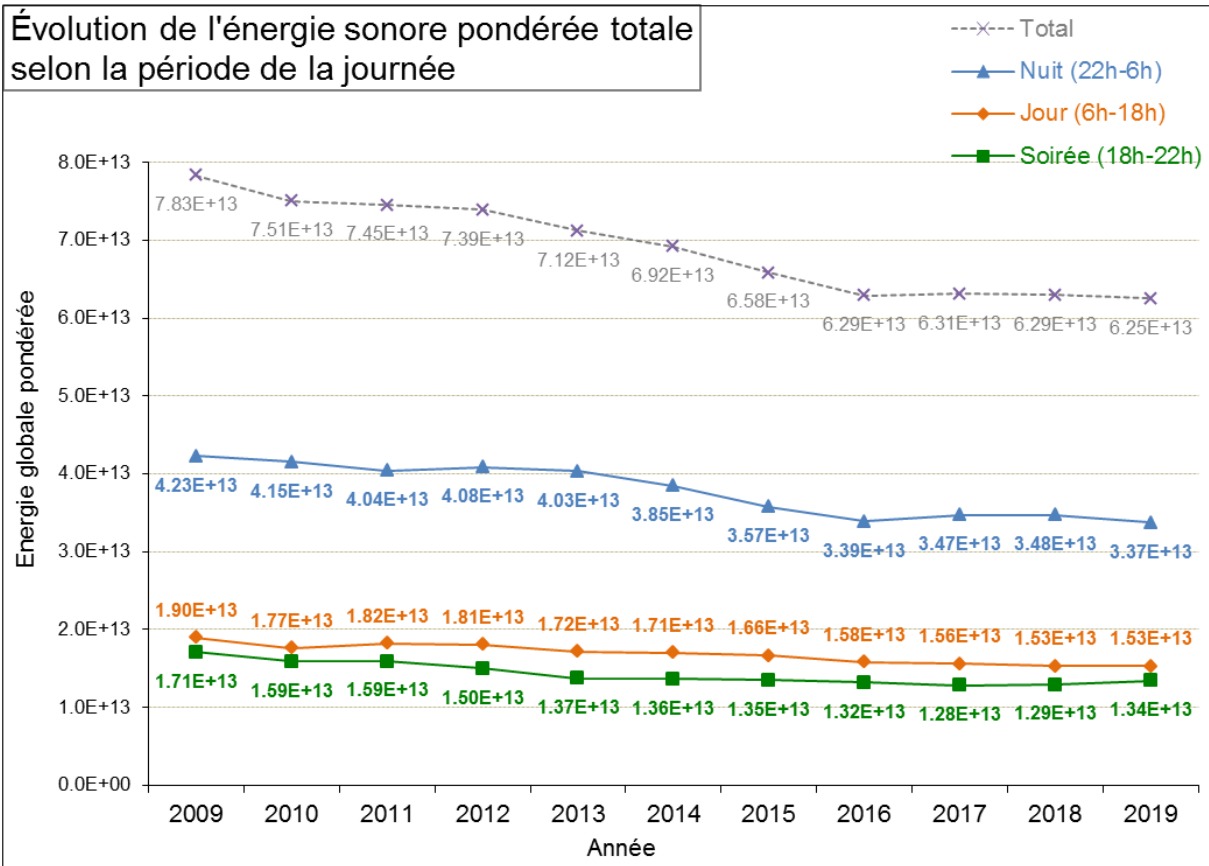


Figure 13

### Évolution de la répartition de l'énergie sonore pondérée totale selon la période de la journée

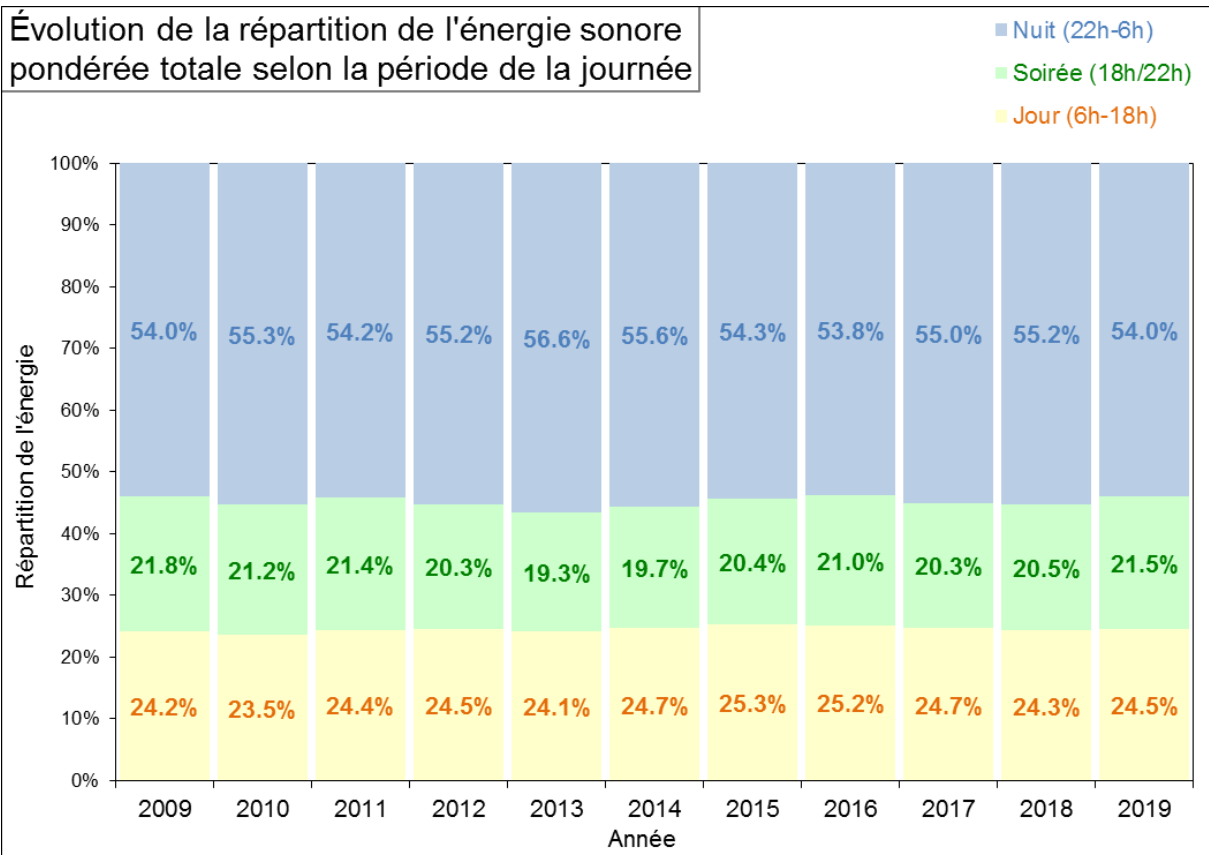


Figure 14

### Évolution de l'énergie sonore pondérée des décollages selon la période de la journée

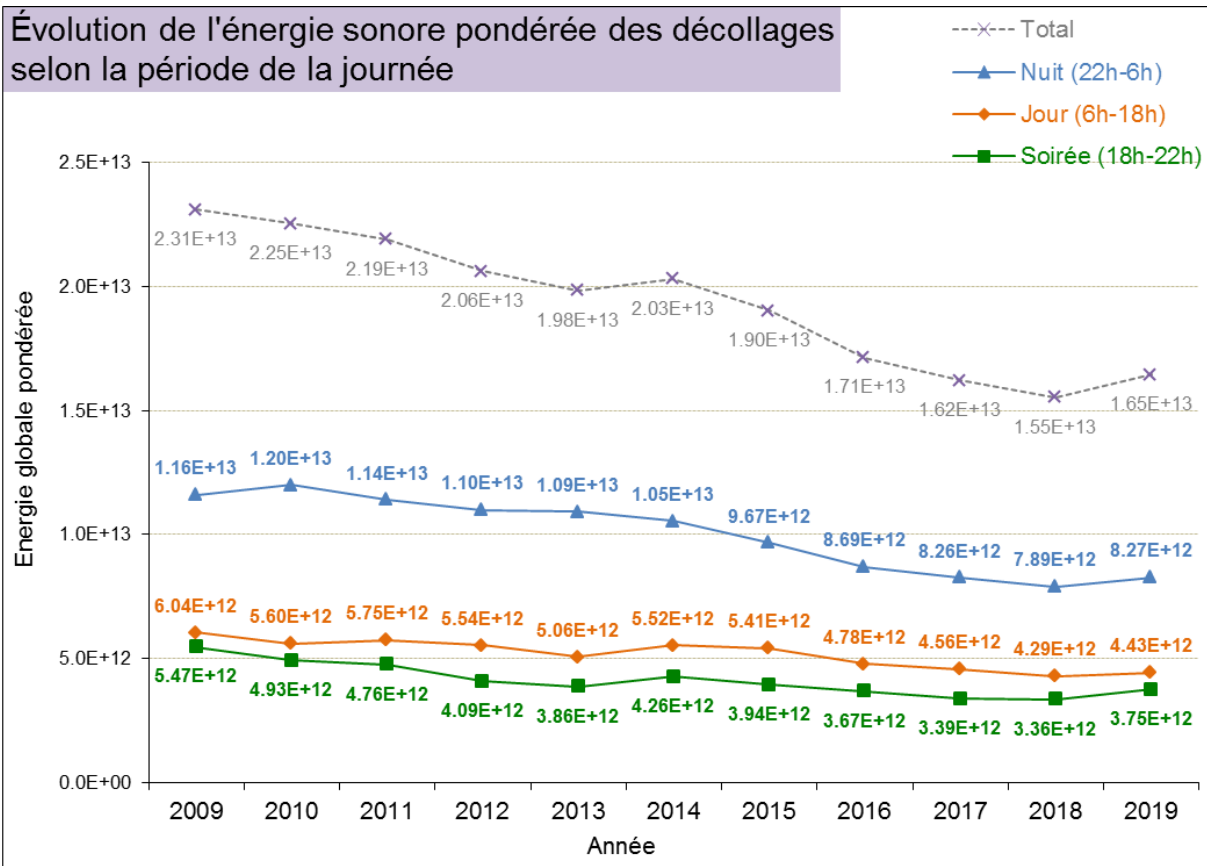


Figure 15

### Évolution de la répartition de l'énergie sonore pondérée des décollages selon la période de la journée

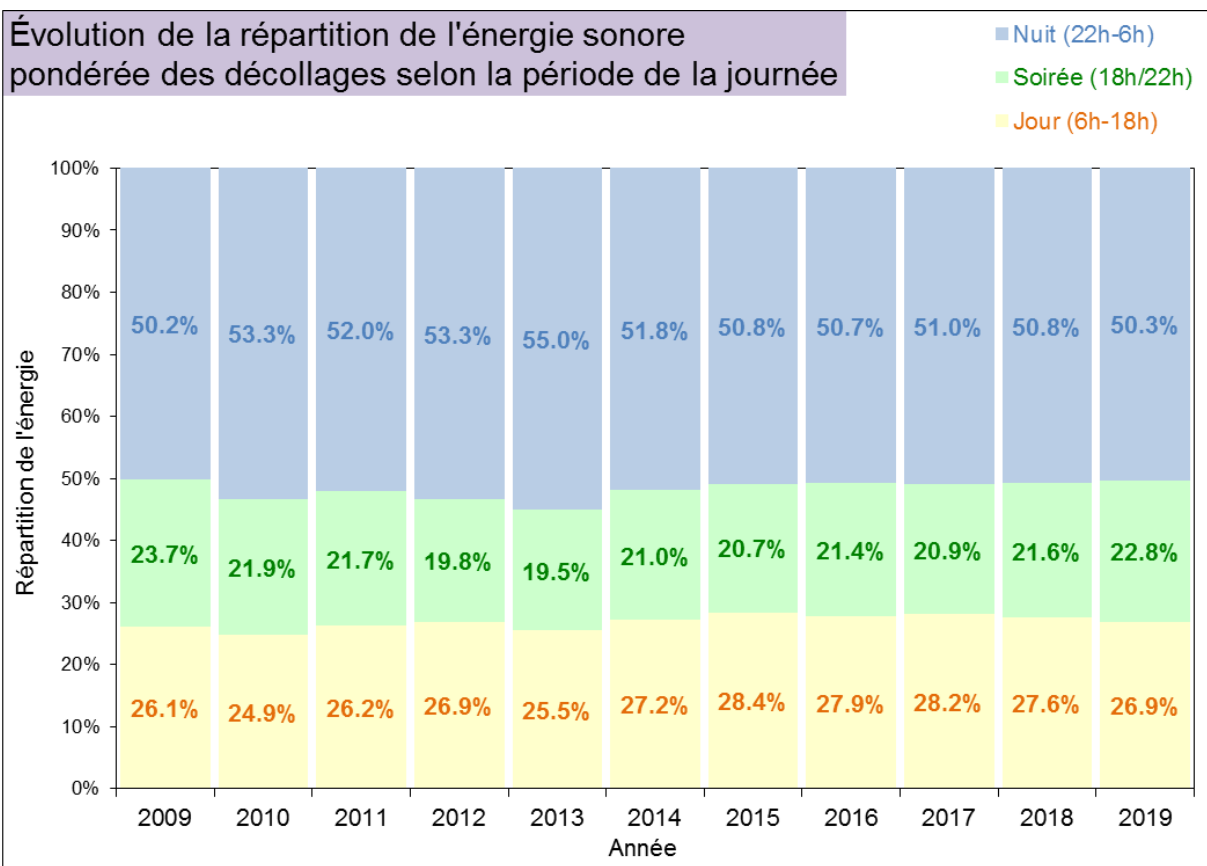


Figure 16

### Évolution de l'énergie sonore pondérée des atterrissages selon la période de la journée

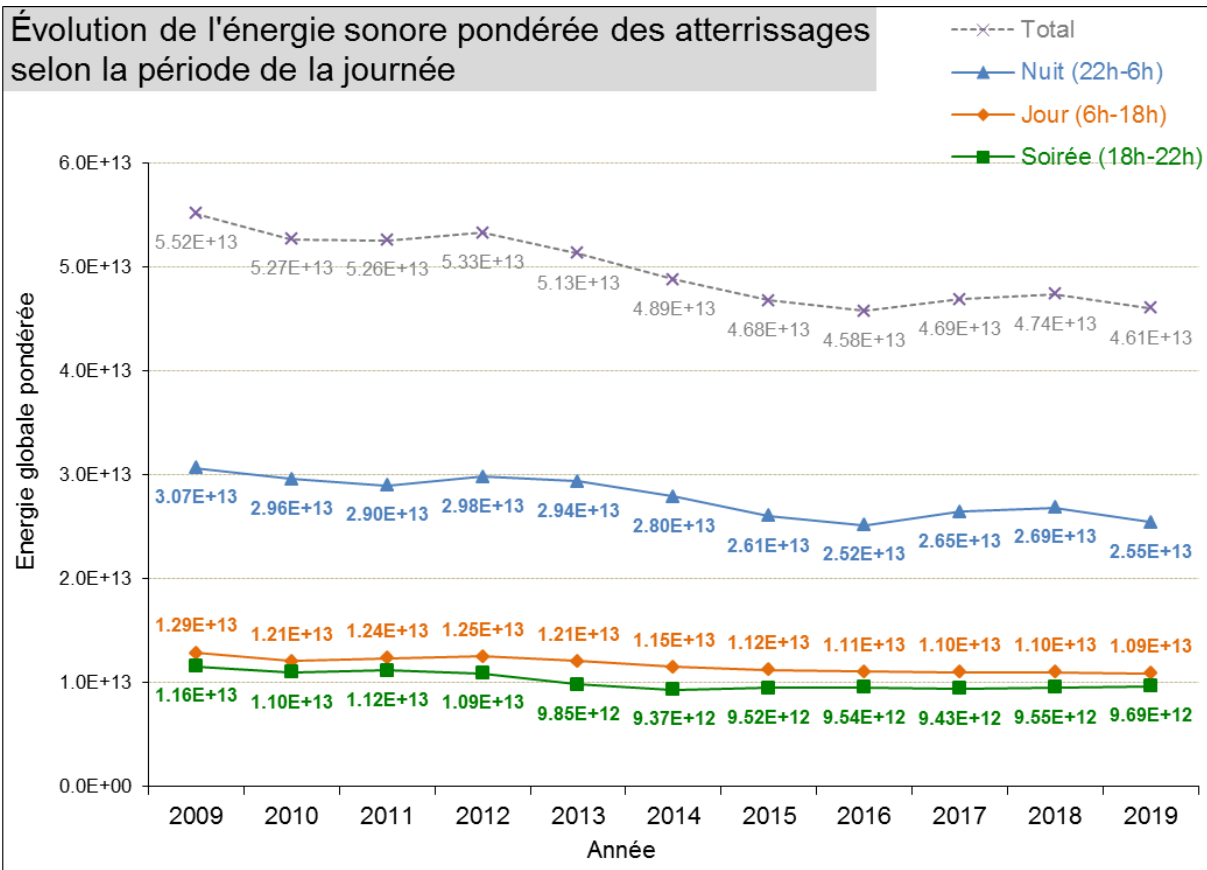


Figure 17

### Évolution de la répartition de l'énergie sonore pondérée des atterrissages selon la période de la journée

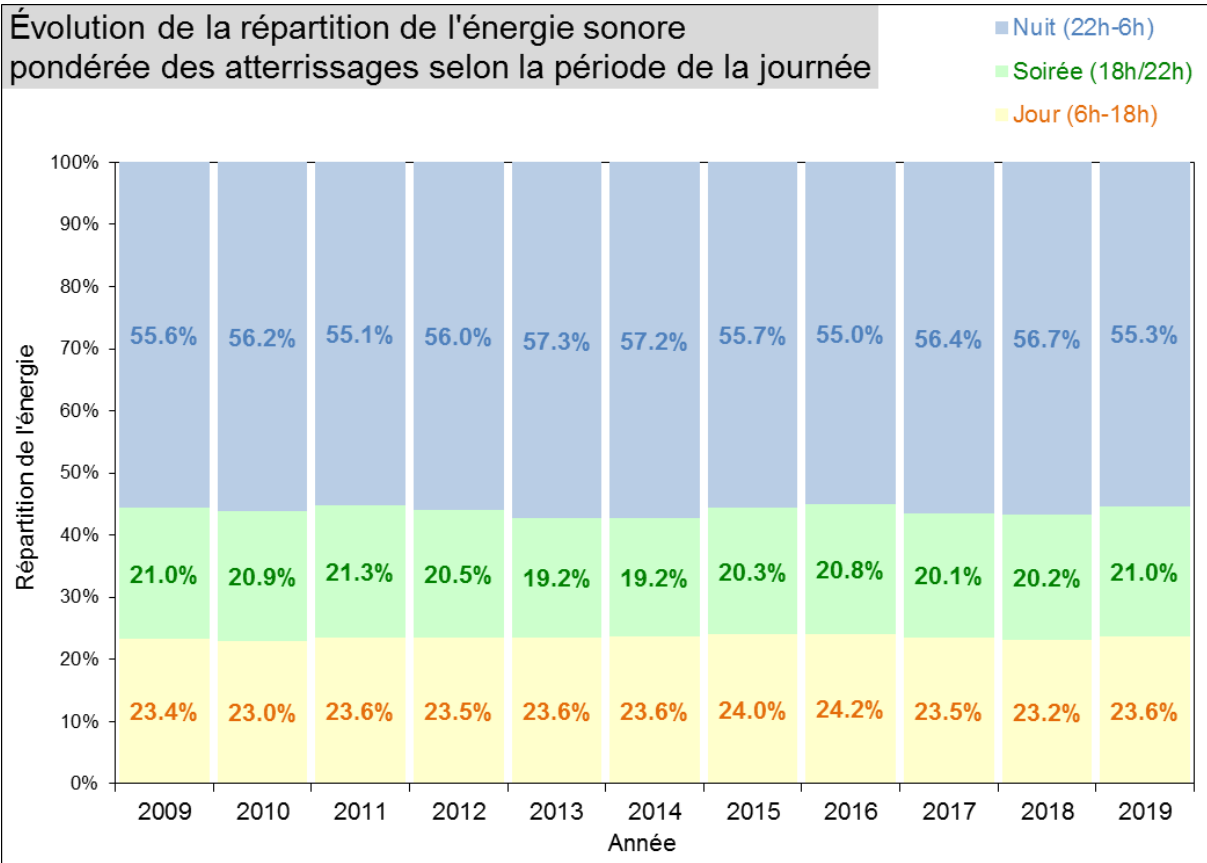


Figure 18

### 5.3.3. Répartition de l'énergie sonore moyenne non pondérée selon la période de la journée :

En 2019, pour les atterrissages l'énergie sonore moyenne non pondérée diminue sur les trois périodes par rapport à 2018. Pour les décollages, l'énergie sonore moyenne non pondérée augmente principalement sur les périodes soirée et nuit (et très légèrement le jour).

On remarque d'après la Figure 19 et la Figure 20 que l'énergie sonore moyenne non pondérée par appareil reste plus importante pour les mouvements exercés de nuit que pour ceux de jour et de soirée. Ceci est lié au fait que les avions utilisés la nuit (fret) sont de masse et/ou de taille supérieure mais aussi de génération antérieure à ceux utilisés le jour et en soirée.

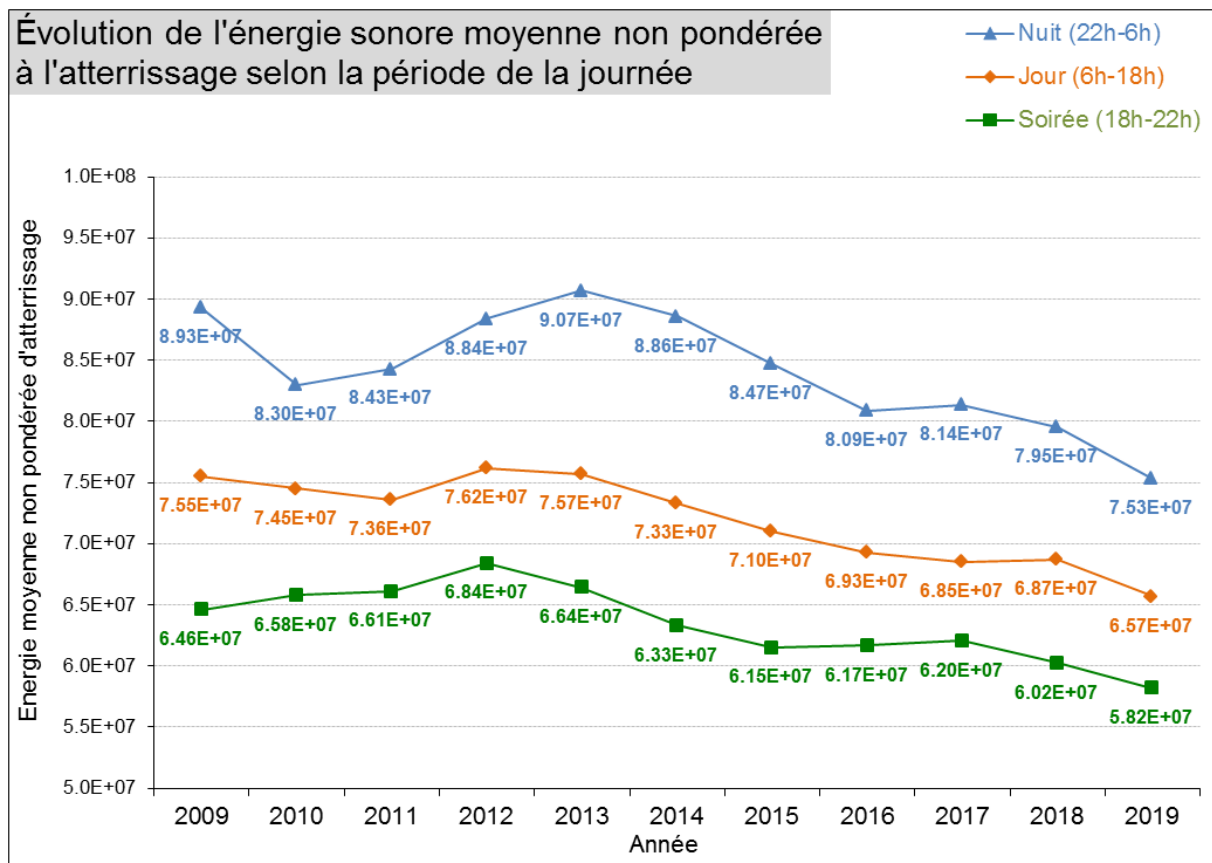


Figure 19

## Évolution de l'énergie sonore moyenne non pondérée au décollage selon la période de la journée

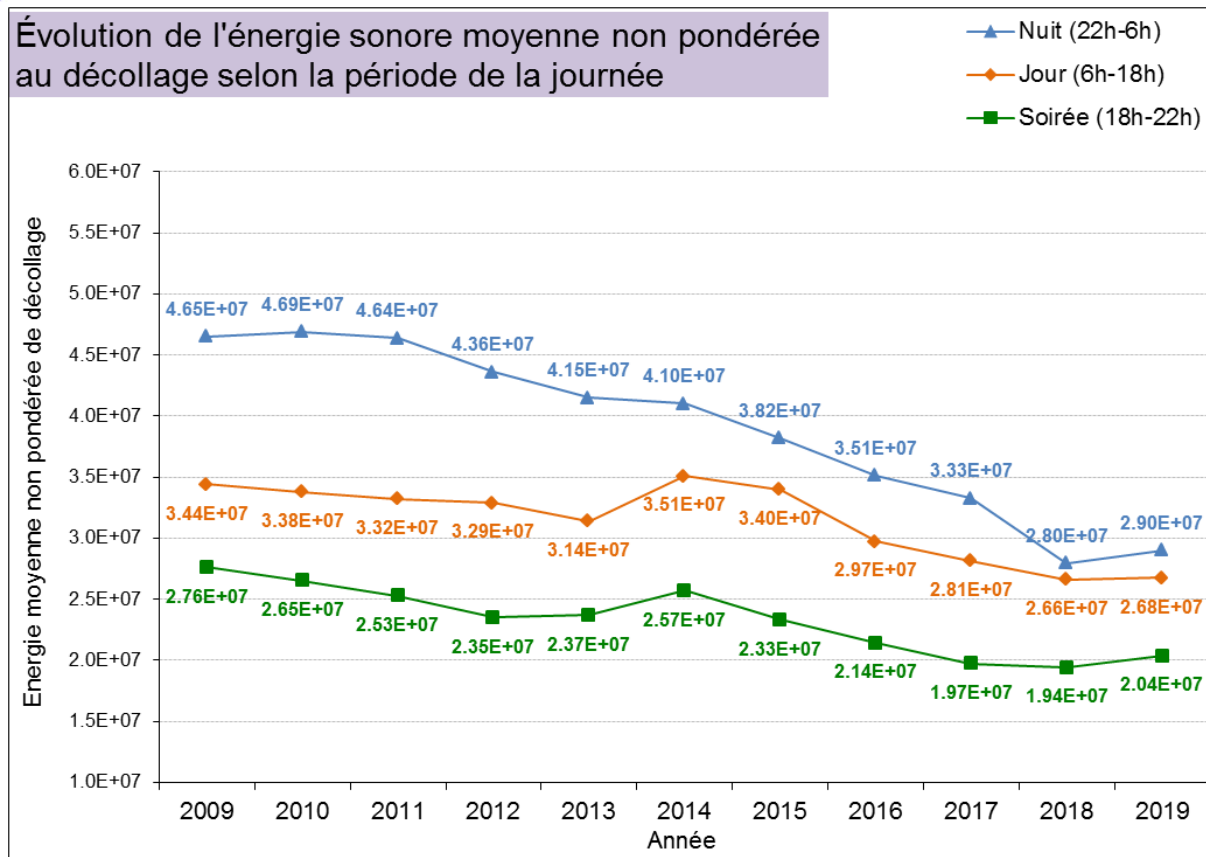


Figure 20

### 5.4. Période « nuit »

La période nuit couvre la plage horaire 22h- 6h.

La Figure 21 présente l'évolution d'un indicateur de nuit, calculé sur le même principe que l'indicateur global IGMP mais basé sur les énergies de référence atterrissage et décollage de la période nuit (définies en Tableau 4 et Tableau 5).

L'indicateur « nuit » diminue de 1 point par rapport à 2018. Cette diminution est limitée par l'augmentation de l'énergie pondérée de nuit des décollages (+4,7%) alors que celle des atterrissages diminue de 5,2%.

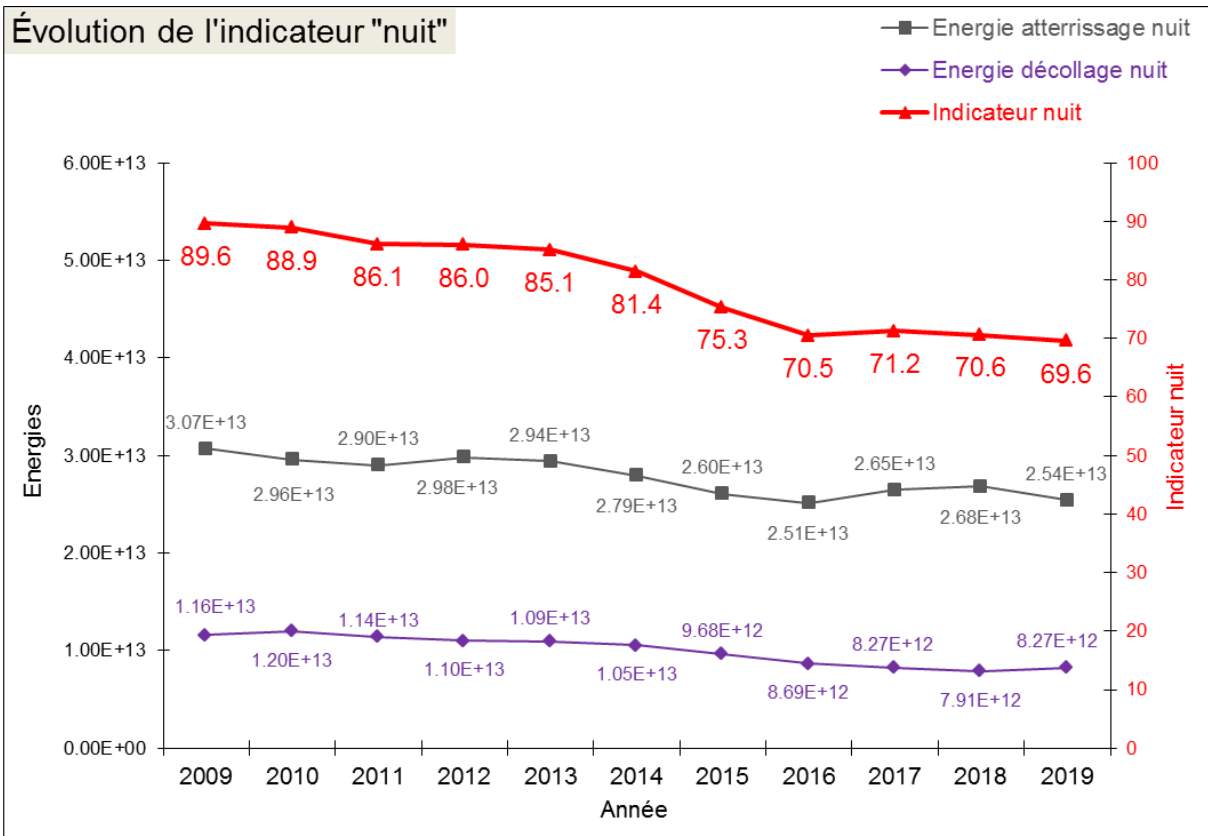


Figure 21

Entre 2018 et 2019, le nombre de mouvements de nuit reste stable, avec cependant, d'après la Figure 22, une augmentation du nombre de mouvements sur la première partie de nuit (22h-0h) et une diminution sur le reste de la nuit (0h-6h).

La Figure 23 montre l'évolution de l'énergie sonore pondérée sur la période nuit par tranche horaire. Par rapport à 2018, on constate une augmentation de l'énergie uniquement sur la tranche 22h-23h, puis une diminution sur le reste de la nuit. Globalement, l'énergie sonore pondérée de nuit baisse par rapport à 2018.

Evolution de la répartition des mouvements de nuit par tranche horaire

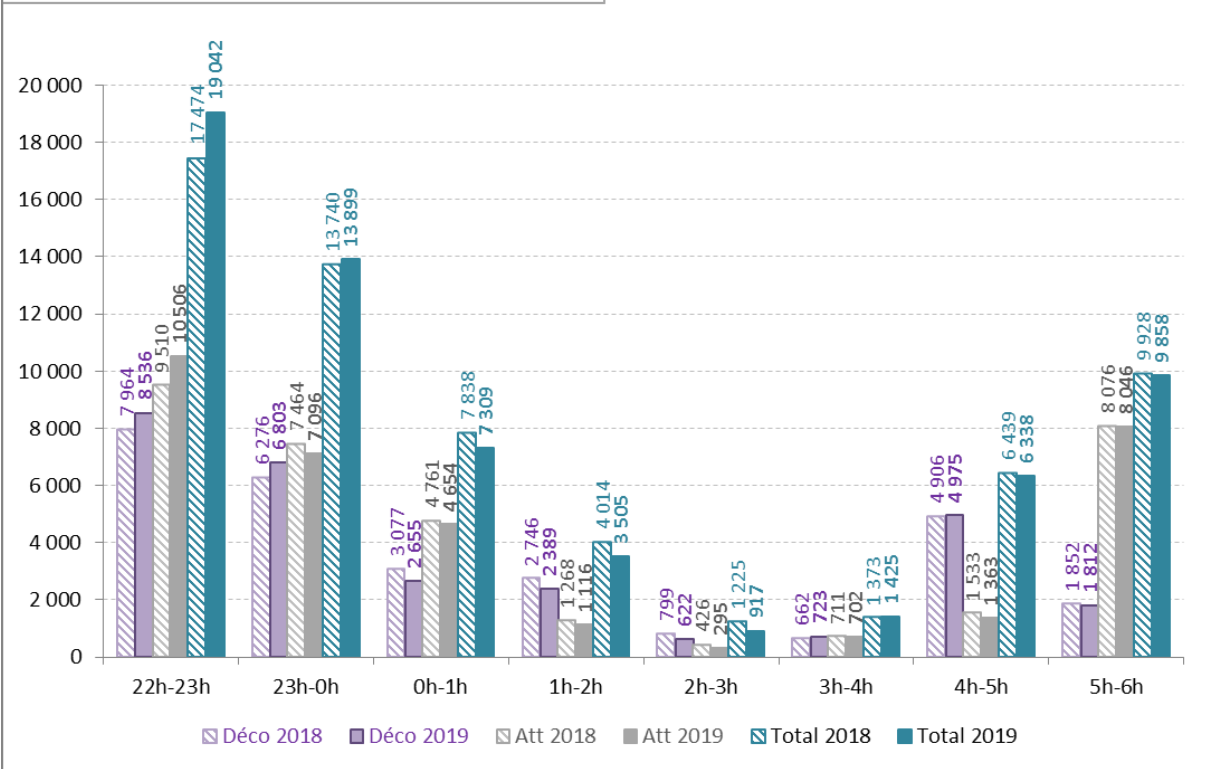


Figure 22

Evolution de la répartition de l'énergie sonore pondérée par tranche horaire

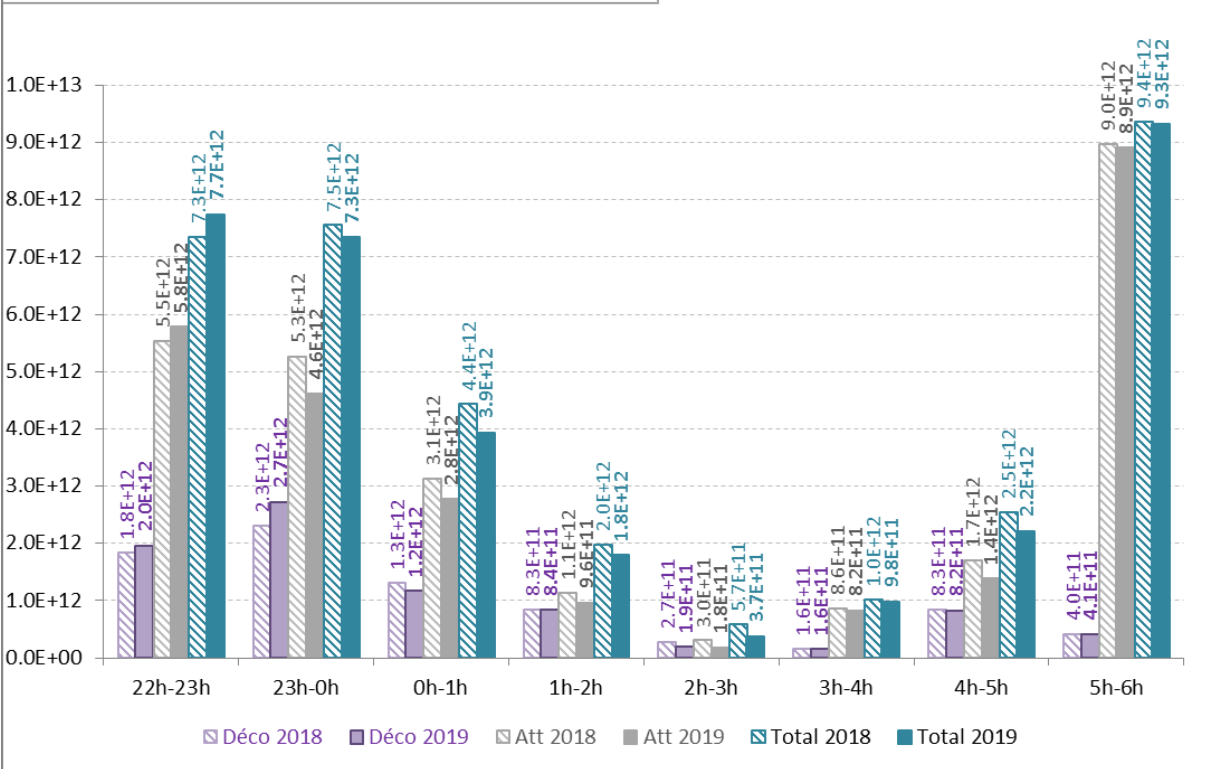


Figure 23



## 5.5. Période « cœur de nuit »

Dans cette section, la période « cœur de nuit » est définie comme la période 0h15-5h15, avec comme référence horaire l'heure de survol de la station de mesure de bruit IGMP.

*Note : Les valeurs indiquées dans cette figure correspondent uniquement aux mouvements détectés (données non corrigées du nombre de mouvements total).*

D'après la Figure 24, le nombre de mouvements est en baisse sur la période cœur de nuit entre l'année 2018 et l'année 2019 (-6,6%). Cette baisse est visible aussi bien sur les décollages que sur les atterrissages. A noter que le cœur de nuit compte davantage de décollages que d'atterrissages.

La Figure 25 présente l'évolution de l'énergie sonore pondérée pour le cœur de nuit. L'énergie pondérée « cœur de nuit » est en baisse de 12,1% par rapport à 2018. Cette baisse est plus marquée pour les atterrissages (-15,4%) que pour les décollages (-3,4%).



### Évolution du nombre de mouvements pour le coeur de nuit

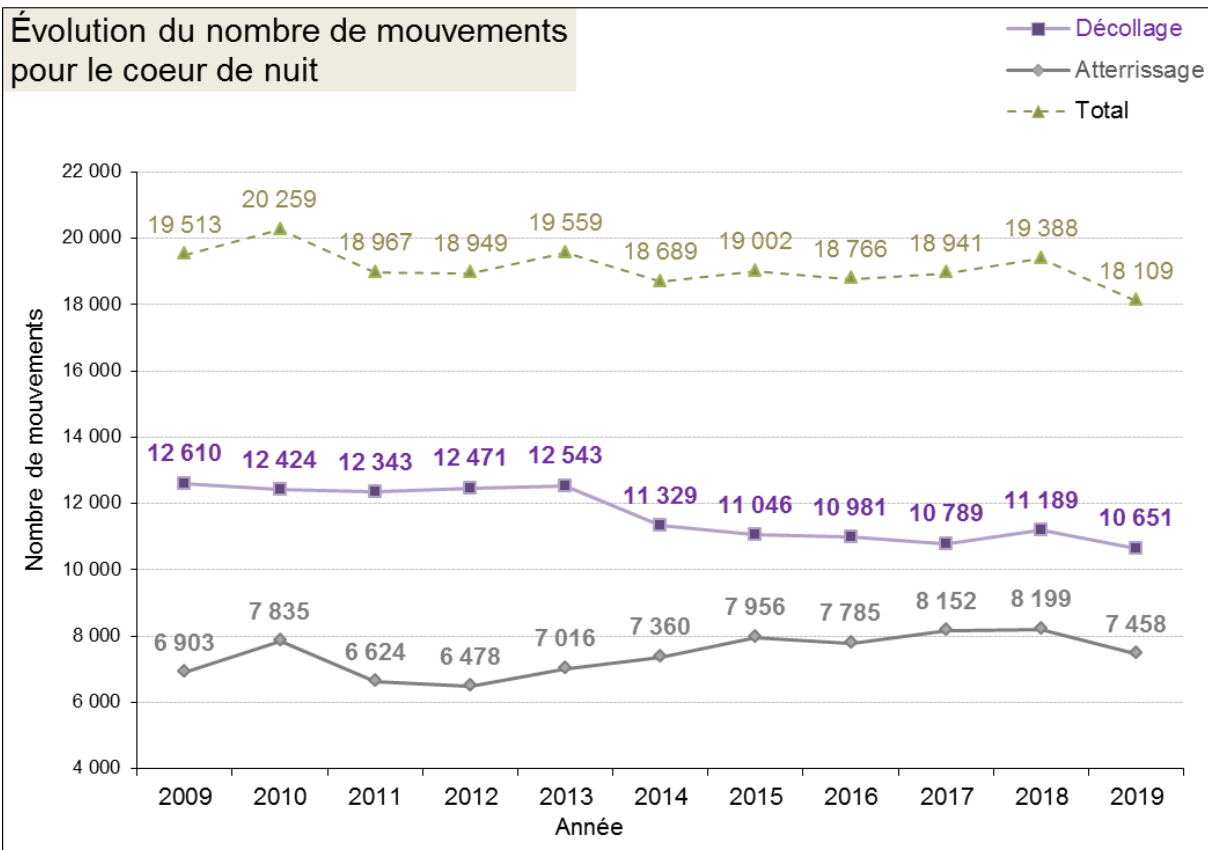


Figure 24

### Évolution de l'énergie sonore pondérée pour le coeur de nuit

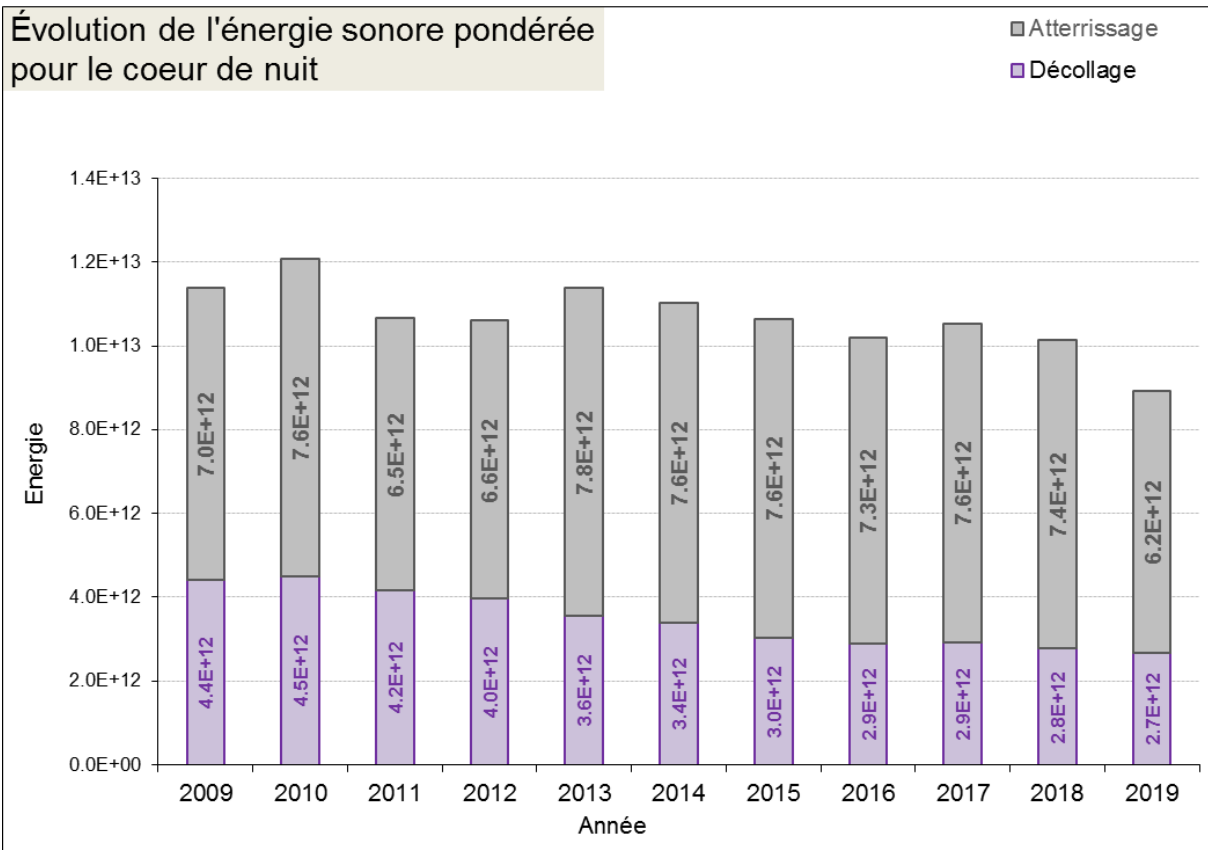


Figure 25

## 5.6. Comparaison nuit / cœur de nuit

Dans cette section les énergies mentionnées, notées **énergies\***, sont des énergies sonores **non pondérées et moyennes** par mouvement.

D'après la Figure 26, entre 2018 et 2019, l'énergie\* diminue sur les périodes nuit et « cœur de nuit » pour les atterrissages. Pour les décollages, on constate une légère augmentation de l'énergie\* (+3,8% sur la période nuit et +1,5% pour le cœur de nuit).

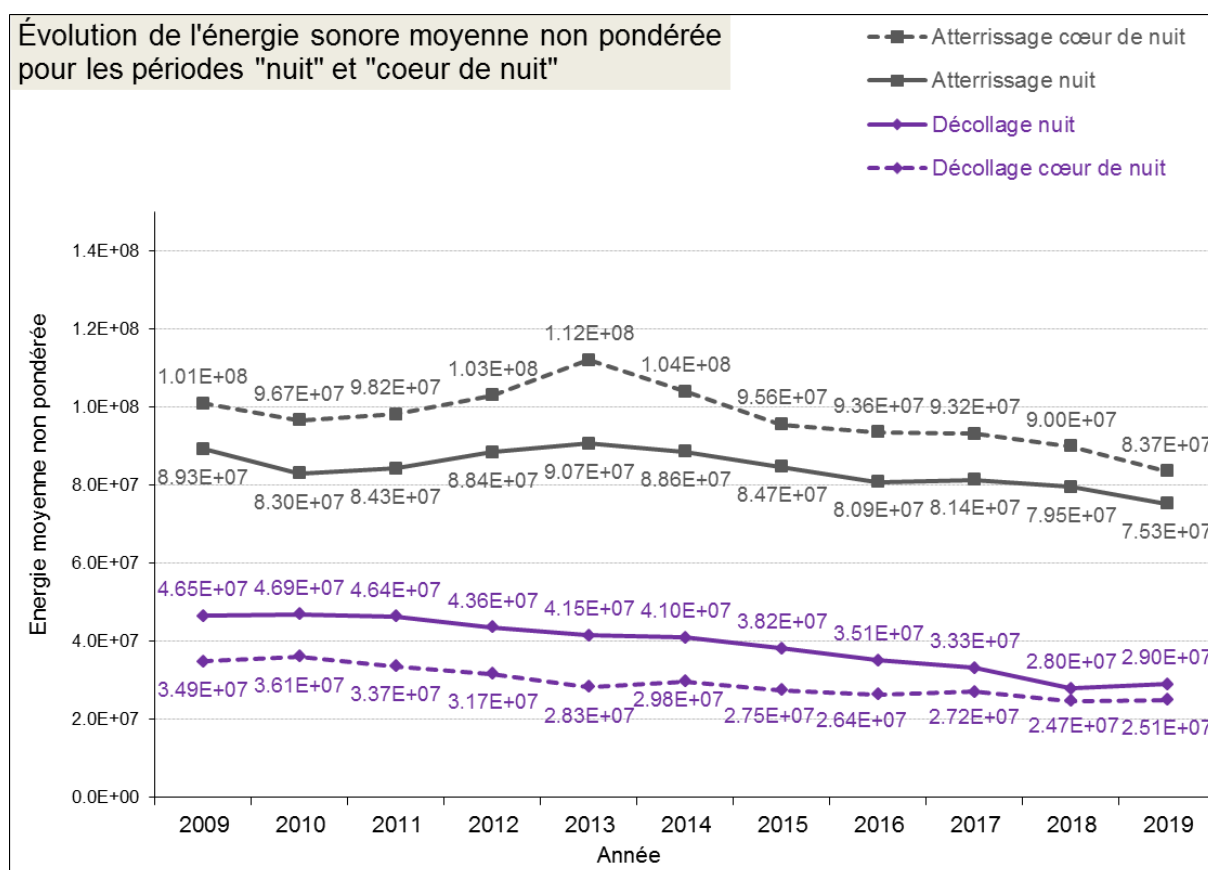


Figure 26

## 5.7. Interprétation de l'IGMP 2019

### 5.7.1. Principaux facteurs contributifs à l'évolution de l'IGMP

Les principaux facteurs contributifs à l'évolution de l'indicateur entre 2018 et 2019 sont :

- **L'augmentation du nombre de mouvements** (+3,4% par rapport à 2018) qui tend à faire augmenter l'indicateur ;
- **La modernisation des flottes** qui limite la hausse de l'indicateur grâce à une part plus importante d'avions moins bruyants (87,6% d'aéronefs de marge égale ou supérieure à 13 EPNdB) ;
- **L'évolution de la répartition des mouvements selon les périodes jour/soirée/nuit** avec une part plus faible des mouvements de nuit (12,4% de mouvements sont réalisés de nuit en 2019), qui limite également la hausse de l'indicateur.

Cependant, ces trois facteurs n'étant ni exhaustifs ni totalement indépendants, ils n'expliquent pas totalement la différence entre l'indicateur de 2018 et celui de 2019.

### 5.7.2. Sensibilité et incertitude de l'IGMP

L'IGMP est obtenu suivant une méthode de calcul complexe définie par le groupe de travail (GT) établi en 2006 entre l'Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires (ACNUSA), la Direction générale de l'aviation civile (DGAC), la Mission Bruit de la Direction de la prévention des pollutions et des risques (DPPR) et le Laboratoire de Groupe ADP.

Cette méthode de calcul est fixée et rigoureusement reproduite à l'identique chaque année, suivant la procédure de calcul de l'IGMP.


Les données d'entrée du calcul de l'IGMP sont les suivantes :

- La liste des mouvements détectés avec les niveaux de bruit mesurés,
- La liste des avions de substitutions,
- La liste des droites de régression,
- Le nombre d'atterrissages et de décollages total au niveau de la plateforme.

Ces données d'entrée peuvent mener à 3 causes de variations de l'indicateur potentielles :

- La variation liée à l'utilisation du modèle de régression linéaire, à travers le recours aux droites de régression,
- La variation liée à l'ajustement en nombre de mouvements,
- La variation liée à la mesure.

Alors que l'effet sur l'IGMP de l'utilisation des droites de régression n'est pas significatif, et que celui de l'ajustement en nombre de mouvement est négligeable, on constate que l'indicateur est particulièrement sensible aux niveaux mesurés.



L'évaluation de l'incertitude liée à la mesure sur l'évolution des énergies  $W_{A,n}$  et  $W_{D,n}$  ainsi que son impact sur l'évolution de l'IGMP conduit à une contribution moyenne d'une année à l'autre de l'ordre de 3 points d'indice.

Cette marge d'incertitude peut sembler relativement importante au regard de l'évolution de +0,4 point de l'IGMP entre 2018 et 2019.

Il faut cependant relativiser ce résultat dans la mesure où :

- L'estimation de la contribution de la dérive fait l'objet de plusieurs surestimations,
- Cette contribution de la dérive est très faible en comparaison de l'incertitude d'une mesure ponctuelle et isolée pour l'IGMP,
- Depuis sa création, la baisse relativement régulière de l'IGMP a confirmé la tendance de son évolution et l'analyse détaillée des résultats a toujours permis d'expliquer ses variations. Malgré la marge d'incertitude qui semble relativement importante en regard de l'évolution constatée de l'IGMP, les résultats donnés par l'indicateur sont cohérents et représentatifs d'une réalité.



# Annexes



## ANNEXE 1 – LISTE des ABRÉVIATIONS

ACNUSA :	Autorité de Contrôle des NUisanceS Aéroportuaires
ADP :	Aéroports de Paris
DAST :	Direction des Affaires Stratégiques et Techniques de la DGAC (actuelle DTA)
DGAC :	Direction Générale de l'Aviation Civile
DGPR :	Direction Générale de la Prévention des Risques
DPPR :	Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques (actuelle DGPR)
DTA :	Direction du Transport Aérien de la DGAC
GT :	Groupe de travail
IGMP :	Indicateur Global Mesuré Pondéré
MMD :	Masse Maximale au Décollage
NBA :	Niveaux de Bruit des Aéronefs – Base utilisée par la DTA, qui regroupe les mouvements sur les principaux aéroports français, avec le détail de chaque aéronef associé
OACI :	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
QFU :	Orientation magnétique d'une piste arrondie à la dizaine de degrés
SDD :	Sous-Direction du Développement durable de la DTA
STAC :	Service Technique de l'Aviation Civile
TMG :	Ensemble d'avions ayant les mêmes type-avion, moteur et groupe acoustique



## **ANNEXE 2 – ARRÊTÉ DU 28 JANVIER 2003**

JORF n°46 du 23 février 2003

Texte n°8

ARRETE

**Arrêté du 28 janvier 2003 instituant un indicateur représentatif de l'énergie sonore engendrée par l'activité aérienne de l'aérodrome de Paris - Charles-de-Gaulle**

NOR: EQUA0201947A

Le ministre de l'équipement, des transports, du logement, du tourisme et de la mer,

Vu la convention relative à l'aviation civile internationale du 7 décembre 1944, ensemble les protocoles qui l'ont modifiée, et notamment le protocole du 24 septembre 1968 concernant le texte authentique trilingue de la convention relative à l'aviation civile internationale ;

Vu le règlement (CEE) n° 2408/92 du Conseil du 23 juillet 1992 concernant l'accès des transporteurs aériens communautaires aux liaisons intracommunautaires, et notamment son article 8, paragraphe 2 ;

Vu le code de l'aviation civile, notamment ses articles L. 227-5 (7°) et R. 221-3 ;

Vu le code de l'environnement, notamment son article L. 571-13 ;

Vu l'avis de la commission consultative de l'environnement de l'aérodrome de Paris - Charles-de-Gaulle en date du 25 novembre 2002 ;

Vu l'avis de l'Autorité de contrôle des nuisances sonores aéroportuaires en date du 6 décembre 2002,

Arrête :

### **Article 1**

Il est institué, dans les conditions définies ci-après, un indicateur représentatif de l'énergie sonore engendrée par l'activité aérienne de l'aérodrome de Paris - Charles-de-Gaulle :

I. - Au sens du présent arrêté, on désigne par :

- « mouvement », tout décollage ou atterrissage d'un aéronef subsonique ;

- « type d'aéronef », la catégorie d'aéronef dont les principales caractéristiques figurant sur les documents de navigabilité sont homogènes ;

- « distances de référence », 9,2 kilomètres pour le décollage et 5 kilomètres pour l'atterrissage, mesurées à partir des seuils de piste ;

- « niveau de bruit  $LA_{max}$  », le niveau de bruit équivalent maximal mesuré pendant une seconde exprimé en dB(A) à la décimale près ;
- « niveau de bruit mesuré », le niveau établi à partir du niveau de bruit  $LA_{max}$  mesuré à l'aide d'une station fixe, cette station étant installée dans l'axe de piste à des distances aux seuils de piste proches des distances de référence et ce niveau  $LA_{max}$  étant ramené au niveau d'une mesure équivalente effectuée à la distance de référence correspondant au mouvement considéré ;
- « niveau de bruit le plus fréquemment mesuré », le niveau de bruit établi pour chaque type d'aéronef suivant une méthode statistique basée sur un minimum de 100 valeurs de niveau de bruit mesuré ;
- « niveau de bruit modélisé », le niveau de bruit établi pour chaque type d'aéronef à l'aide d'un modèle de propagation du son sur la base des niveaux de bruit figurant dans les documents de navigabilité du type d'aéronef considéré ;
- « énergie sonore pondérée d'un mouvement d'aéronef », la valeur  $W$  obtenue par la formule  $W = 10^{L/10}$  où la valeur de  $L$  est :
  - . celle du niveau de bruit mesuré du mouvement considéré ;
  - . en l'absence d'une mesure de bruit valide, celle du niveau de bruit le plus fréquemment mesuré pour le type de l'aéronef considéré ;
  - . en l'absence d'une mesure de bruit valide et d'un niveau de bruit le plus fréquemment mesuré, celle du niveau de bruit modélisé pour le type de l'aéronef considéré.

Par ailleurs, la valeur de  $L$  est :

- . augmentée de 5 dB pour les mouvements observés entre 18 heures et 21 h 59, heures locales ;
- . augmentée de 10 dB pour les mouvements observés entre 22 heures et 5 h 59, heures locales ;
- «  $W_{D,n}$  », le cumul des valeurs  $w$  des énergies sonores pondérées des décollages de l'année  $n$  ;
- «  $W_{D,0}$  », le tiers du cumul des valeurs  $w$  des énergies sonores pondérées des décollages des années 1999, 2000 et 2001 ;
- «  $W_{A,n}$  », le cumul des valeurs  $w$  des énergies sonores pondérées des atterrissages de l'année  $n$  ;
- «  $W_{A,0}$  », le tiers du cumul des valeurs  $w$  des énergies sonores pondérées des atterrissages des années 1999, 2000 et 2001.

II. - L'indicateur pour l'année  $n$  est la valeur  $I_n$  définie par la formule :

$$I_n = \frac{1}{2} \left( \frac{W_{A,n}}{W_{A,0}} + \frac{W_{D,n}}{W_{D,0}} \right) \times 100$$

## Article 2





L'indicateur défini à l'article 1er du présent arrêté ne peut dépasser, pour une année civile considérée, la valeur de 100.

### **Article 3**

Les conditions d'obtention des résultats annuels de l'indicateur défini à l'article 1er du présent arrêté sont soumises à l'avis de l'Autorité de contrôle des nuisances sonores aéroportuaires. Cet avis et les résultats obtenus sont communiqués à la commission consultative de l'environnement de l'aérodrome de Paris - Charles-de-Gaulle.

### **Article 4**

Les conditions de mise en œuvre de l'indicateur défini à l'article 1er du présent arrêté feront l'objet d'une évaluation à l'issue de la première année. Cette évaluation sera communiquée à l'Autorité de contrôle des nuisances sonores aéroportuaires et présentée à la commission consultative de l'environnement de l'aérodrome de Paris - Charles-de-Gaulle.

### **Article 5**

Les dispositions du présent arrêté entrent en vigueur à compter du 1er janvier 2003.

### **Article 6**

Le directeur général de l'aviation civile et le directeur général d'Aéroports de Paris sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 28 janvier 2003.

Gilles de Robien

## ANNEXE 3 – ARRÊTÉ DU 12 SEPTEMBRE 2008

### ARRETE

#### Arrêté du 12 septembre 2008 relatif à la classification acoustique des aéronefs à prendre en compte pour le calcul de la taxe sur les nuisances sonores aériennes

NOR: DEVA0818513A

Le ministre d'Etat, ministre de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire,

Vu la convention relative à l'aviation civile internationale du 7 décembre 1944, ensemble les protocoles qui l'ont modifiée et notamment le protocole du 30 septembre 1977 concernant le texte authentique quadrilingue de la convention relative à l'aviation civile internationale, publié par le décret n° 2007-1027 du 15 juin 2007 ;

Vu le code général des impôts, notamment son article 1609 quatervicies A ;

Vu le code de l'aviation civile, notamment son article R. 133-2 ;

Vu le décret n° 2004-1426 du 23 décembre 2004 pris pour l'application du III de l'article 1609 quatervicies A du code général des impôts relatif au tarif de la taxe sur les nuisances sonores aériennes, modifié par le décret n° 2007-1825 du 24 décembre 2007, Arrête :

#### **Article 1**

Au sens du présent arrêté, on entend par « marge corrigée » d'un aéronef la marge cumulée des niveaux de bruit certifiés de l'aéronef considéré, diminuée de 5 EPNdB pour les quadrimoteurs, de 3 EPNdB pour les trimoteurs, par rapport aux limites admissibles définies dans les chapitres 3 ou 5 de la deuxième partie du premier volume de l'annexe 16 à la convention relative à l'aviation civile internationale du 7 décembre 1944, dont cet aéronef relève.

#### **Article 2**

La répartition des aéronefs dans les groupes acoustiques prévus au II de l'article 1er du décret du 23 décembre 2004 susvisé est la suivante :

Groupe 1 :

— Les aéronefs qui ne sont pas mentionnés dans les groupes acoustiques 2, 3, 4, 5 a et 5 b définis ci-après ;

Groupe 2 :

— Les aéronefs dont la certification acoustique répond aux normes énoncées aux chapitres 3 ou 5



de la deuxième partie du premier volume de l'annexe 16 susvisée et dont la marge corrigée est inférieure à 5 EPNdB ;

Groupe 3 :

— Les aéronefs dont la certification acoustique répond aux normes énoncées aux chapitres 3, 4 ou 5 de la deuxième partie du premier volume de l'annexe 16 susvisée et dont la marge corrigée est supérieure ou égale à 5 EPNdB et inférieure à 8 EPNdB ;

Groupe 4 :

— Les aéronefs dont la certification acoustique répond aux normes énoncées aux chapitres 3, 4 ou 5 de la deuxième partie du premier volume de l'annexe 16 susvisée et dont la marge corrigée est supérieure ou égale à 8 EPNdB et inférieure à 13 EPNdB ;

Groupe 5 a :

— Les aéronefs dont la certification acoustique répond aux normes énoncées aux chapitres 3, 4 ou 5 de la deuxième partie du premier volume de l'annexe 16 susvisée et dont la marge corrigée est supérieure ou égale à 13 EPNdB ;

Groupe 5 b :

— Les aéronefs dont la certification acoustique répond aux normes énoncées aux chapitres 6, 8, 10 ou 11 de la deuxième partie du premier volume de l'annexe 16 susvisée.

### **Article 3**

L'arrêté du 23 décembre 2004 modifié relatif à la classification acoustique des aéronefs à prendre en compte pour le calcul de la taxe sur les nuisances sonores aériennes est abrogé.

### **Article 4**

Les dispositions du présent arrêté entrent en vigueur le 1er janvier 2009.

### **Article 5**

Le présent arrêté sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 12 septembre 2008.

Pour le ministre et par délégation :  
Le directeur du transport aérien,  
P. Schwach

## ANNEXE 4 –MÉTHODE D'EXCLUSION DES VALEURS ABÉRRANTES

*Cette méthode d'exclusion est dérivée d'une méthode statistique utilisée en électronique pour éliminer des composants ayant des caractéristiques anormales (méthode Part Average Testing, définie dans le document AEC-Q001 de l'Automotive Electronics Council). Cette méthode s'appuie sur l'application d'une part d'un filtre large aux limites fixes, et d'autre part d'un filtre plus fin aux limites définies par calcul statistique. Dans le cadre de l'IGMP, les limites de chacun des filtres ont été définies sur la base d'analyse et calculs statistiques sur les données de bruit spécifiques à l'indicateur.*

La méthode d'exclusion des valeurs aberrantes actée par le groupe de travail IGMP lors de la réunion du 9 novembre 2011 est basée sur l'application de deux filtres :

- Un premier filtre large, que l'on notera F1, appliqué sur l'ensemble des données,
- Un second filtre, que l'on notera F2, appliqué sur chaque ensemble de données correspondant à un aéronef donné, pour un type de mouvement et une station donnés.

A partir de l'IGMP 2011, cette méthode sera appliquée chaque année en 3 phases :

- Phase 1 – Application de F1 sur la table des données de niveaux de bruit et mouvements de l'année  $n^1$ , extraite de la base Groupe ADP IGMP glissant.
- Phase 2 – Application de F2 sur la table des données de niveaux de bruit et mouvements de l'année  $n$ , extraite de la base Groupe ADP IGMP glissant.
- Phase 3 – Pour le calcul des nouvelles droites de régression, application de F2 sur la base de données de niveaux de bruit et mouvements de référence des années 2005 à  $n$ .

La définition de base de données « de référence », est présentée dans la section suivante.

### Définitions préliminaires

On désignera sous le nom de « niveau de bruit » le niveau L<sub>Amax</sub> mesuré « brut », c'est-à-dire non corrigé de l'effet de distance.

Un niveau exclu sera substitué par le niveau le plus fréquemment mesuré, c'est-à-dire la valeur L<sub>9200</sub> ou L<sub>5000</sub> de la droite de régression propre à l'aéronef ou, à défaut, de celle de l'aéronef de substitution.

Pour les exclusions, les niveaux de bruit de la base de données seront considérés sans les arrondir.

On notera « base de données de référence » la base dans laquelle :

- les L<sub>Amax</sub> « hors filtres » sont mis à 0 suite à l'application des phases 1 et 2 de la méthode d'exclusion,

---

<sup>1</sup> Dans ce document on notera année  $n$  une année donnée supérieure ou égale à 2011

- et tous les traitements et exclusions « habituelles », c'est-à-dire équivalentes à celles effectués lors des les années antérieures à 2011 (notamment : exclusions des bruits parasites, exclusions météorologiques, exclusions multi-vols/multi-événements) ont été effectués par Groupe ADP, les LAmix correspondants étant aussi mis à 0 dans la base de données.

C'est cette base de données de référence qui sera fournie au STAC par Groupe ADP. L'information sur la nature des exclusions figurera soit dans la base de données dans un champ commentaire (idéalement), ou à défaut dans une base séparée où les mouvements exclus seront bien identifiés.

De plus, les exclusions seront tracées de la façon suivante :

- soit au moyen d'une colonne supplémentaire dans la base de données de référence qui comprendra tous les LAmix « initiaux » (c'est à dire avant exclusion), qu'ils soient ou non exclus par la suite,
- soit au moyen d'une base de données supplémentaire, contenant les mêmes informations que la base de référence, mais avec tous les LAmix « initiaux » (avant exclusion) qu'ils soient ou non exclus par la suite. Cette base de données sera aussi fournie au STAC.

### Synthèse de la méthode d'exclusion

Le tableau suivant présente la méthode d'exclusion des valeurs aberrantes dans les grandes lignes, chaque étape étant décrite en détails dans la suite du document.

Phase	Filtre	Données concernées	Groupe de données	Centre du filtre	Bornes du filtre	Traitement niveaux hors filtre dans la base de données
Phase 1	F1	Données de l'année n base IGMP glissant	Toutes données	/	55 dB 105 dB	Mis à 0 (valeur substituée)
Phase 2	F2	Données de l'année n base IGMP glissant	Groupe par : • TMG • station • type de mvt	Médiane	Médiane - 9dB Médiane + 9dB	Mis à 0 (valeur substituée)
Phase 3	F2	Données de référence de l'année 2005 à n	Groupe par : • TMG • station • type de mvt	Médiane	Médiane - 9dB Médiane + 9dB	Non pris en compte pour calcul de DR mais conservé dans la base

Avec :

- TMG : Type avion, Moteur, Groupe acoustique
- DR : Droite de Régression

### Phase 1

La première phase consiste en l'application du filtre F1 sur les données Groupe ADP IGMP glissant, avec exclusion :

- Des niveaux <55 dB
- Des niveaux >105 dB

Les niveaux «  $N$  » tels que  $55 \text{ dB} \leq N \leq 105 \text{ dB}$  sont conservés.

Concrètement, après application de F1 les L<sub>Amax</sub> exclus sont mis à 0 dans la base de données des niveaux de bruit et des mouvements. Ils seront ensuite substitués par le niveau le plus fréquemment mesuré. Une trace des L<sub>Amax</sub> avant exclusion sera systématiquement conservée (voir section : Définitions préliminaires).

### **Phases 2 et 3**

Les deuxième et troisième phases de la méthode d'exclusion sont basées sur l'application du filtre F2, qui sera appliqué sur chaque ensemble de données de l'année  $n$  correspondant à la fois au même :

- type avion,
- moteur,
- groupe acoustique,
- type de mouvement (décollage ou atterrissage),
- station.

Dans cette section on nommera « ensemble » un tel groupe de données.

#### **➤ Conditions d'application de F2**

Le filtre F2 ne sera appliqué que sur les ensembles qui dénombrent au moins 3 mouvements.

En particulier, les données suivantes ne sont pas prises en compte pour l'application du filtre F2 :

Les ensembles de 1 ou 2 mouvements.

Les données référencées par leur type court uniquement.

#### **➤ Définition du filtre F2**

Le filtre F2 sera centré sur la médiane de l'ensemble, et aura comme bornes :

- B1 = médiane – 9dB
- B2 = médiane + 9dB

#### **➤ Traitement des niveaux hors filtre**

Les niveaux  $N$  « hors filtre », c'est-à-dire tels que :

- $N < B1$
- ou  $N > B2$

Sont considérés comme aberrants et sont exclus de certaines étapes de calcul, comme détaillé ci-après.



Les niveaux N tels que  $B1 \leq N \leq B2$  sont conservés.

- *Traitement des niveaux hors filtre pour la phase 2*

(Phase 2 = Application du filtre sur la table des données de niveaux de bruit et mouvements de l'année n).

Les niveaux hors filtre sont exclus au sens du calcul de l'IGMP et du calcul des droites de régression. Cela signifie qu'ils sont substitués par le niveau le plus fréquemment mesuré lors du calcul de l'IGMP et qu'ils ne sont pas pris en compte dans le calcul des droites de régression.

Concrètement, après application du filtre F2 pour la phase 2, les LAm<sub>max</sub> exclus sont mis à 0 dans la base de données des niveaux de bruit et des mouvements. Une trace des LAm<sub>max</sub> avant exclusion sera systématiquement conservée (voir section : Définitions préliminaires).

- *Traitement des niveaux hors filtre pour la phase 3*

(Phase 3 = Application du deuxième filtre sur la base de données de niveaux de bruit et mouvements de référence des années 2005 à n). Ce traitement ne s'applique qu'au calcul de nouvelles droites (à l'année n).

Les niveaux hors filtre sont exclus au sens du calcul des droites de régression. Cela signifie qu'ils ne sont pas pris en compte pour le calcul des nouvelles droites de régression.

Par contre, ces niveaux hors filtre ne doivent pas être mis à 0 dans la base des mouvements de référence de l'IGMP. La non prise en compte des valeurs hors filtre doit seulement être effective pour le calcul des nouvelles droites de régression de l'année n. Les mouvements non pris en compte doivent être identifiés et tracés.

## ANNEXE 5 – NOUVELLES DROITES DE REGRESSION 2019

(Corrections des niveaux par rapport à la distance réelle et niveaux de bruit les plus fréquemment utilisés)

### 1. À L'ATERRISSAGE

Famille d'aéronefs				L <sub>Amax</sub> à la distance de référence 5000m (dB)	Corrections apportées au niveau mesuré à la station (en dB)								
Type	Moteur	Groupe acoustique	MMD moyenne (t)		E1	E2	E3	E4	W1	W2	W3	W4b	Att dB/100m
A220-300 (CS300)	PW1521G	5A	65	74.42	3.42	0.49	0.31	-0.52	0.61	2.34	-0.48	0.90	-0.181
Airbus A300-600 Freighter (GE)	CF6-80C2A5F	4	165	79.72	4.84	0.69	0.43	-0.74	0.86	3.31	-0.68	1.28	-0.256
Airbus A310-300F (GE)	CF6-80C2A8	4	164	80.57	5.73	0.82	0.51	-0.87	1.02	3.92	-0.80	1.52	-0.303
Airbus A319-130 (IAE)	2X V2522-A5	5A	64	74.70	4.21	0.60	0.38	-0.64	0.75	2.88	-0.59	1.11	-0.223
Airbus A319-130 (IAE)	2X V2524-A5	5A	72	74.58	3.56	0.51	0.32	-0.54	0.64	2.44	-0.50	0.94	-0.188
Airbus A320-200 neo (CFM)	LEAP 1A26	5A	77	75.26	4.88	0.69	0.44	-0.74	0.87	3.34	-0.68	1.29	-0.258
Airbus A320-200 neo (PW)	PW1127G-JM	5A	74	75.93	2.06	0.29	0.18	-0.31	0.37	1.41	-0.29	0.54	-0.109
Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B6/3 PIP	5A	74	77.36	5.22	0.74	0.47	-0.80	0.93	3.58	-0.73	1.38	-0.276
Airbus A320-230 (IAE)	2X V2527-A5	5A	77	75.56	4.30	0.61	0.38	-0.65	0.77	2.94	-0.60	1.14	-0.227
Airbus A320-230 (IAE)	2X V2527-A5SELECTONE	5A	75	75.38	3.72	0.53	0.33	-0.57	0.66	2.55	-0.52	0.98	-0.197
Airbus A321-230 (IAE)	2X V2533-A5	5A	89	76.59	4.19	0.60	0.37	-0.64	0.75	2.87	-0.58	1.11	-0.221
Airbus A330-343E (GE)	Trent 772C-60EP	5A	235	79.61	5.02	0.71	0.45	-0.76	0.90	3.44	-0.70	1.33	-0.265
Avro RJ85	4X LF507 1F	4	44	73.77	5.88	0.84	0.53	-0.90	1.05	4.03	-0.82	1.55	-0.311
Boeing (MDC) MD-11F(M) (P&W)	PW4462	4	286	85.66	2.62	0.37	0.23	-0.40	0.47	1.80	-0.37	0.69	-0.139
Boeing 747-8F (GE)	GENX-2B67/P	5A	448	84.40	2.04	0.29	0.18	-0.31	0.36	1.40	-0.28	0.54	-0.108
Boeing 757-200SF Winglets (RR)	RB211 535E4B	5A	100	78.06	3.18	0.45	0.28	-0.48	0.57	2.18	-0.44	0.84	-0.168
Boeing 767-300ERF Winglets (GE)	CF6-80C2B7F	5A	186	80.66	4.58	0.65	0.41	-0.70	0.82	3.13	-0.64	1.21	-0.242
Boeing 777-200LR (GE)	GE90-110B1L2	5A	347	80.44	6.15	0.87	0.55	-0.94	1.10	4.21	-0.86	1.62	-0.325
Boeing 787-9 (GE)	GENX 1B70/75 PIP II	5A	253	77.68	3.92	0.56	0.35	-0.60	0.70	2.68	-0.55	1.04	-0.207
Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74 C	5A	253	78.14	2.23	0.32	0.20	-0.34	0.40	1.52	-0.31	0.59	-0.118



Famille d'aéronefs				L <sub>Amax</sub> à la distance de référence 5000m (dB)	Corrections apportées au niveau mesuré à la station (en dB)								
Type	Moteur	Groupe acoustique	MMD moyenne (t)		E1	E2	E3	E4	W1	W2	W3	W4b	Att dB/100m
Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74 TEN	5A	228	78.02	3.49	0.50	0.31	-0.53	0.62	2.39	-0.49	0.92	-0.185
Bombardier (Canadair) CRJ900LR	CF34-8C5	5A	38	74.21	4.71	0.67	0.42	-0.72	0.84	3.22	-0.66	1.24	-0.249
Embraer 175ST	CF34-8E5	5A	38	75.38	5.70	0.81	0.51	-0.87	1.02	3.90	-0.80	1.51	-0.302
Embraer 190ST	CF34-10E5	4	48	76.95	4.33	0.62	0.39	-0.66	0.77	2.96	-0.60	1.14	-0.229

## 2. AU DÉCOLLAGE

Famille d'aéronefs				L <sub>Amax</sub> à la distance de référence 9200m (dB)	Corrections apportées au niveau mesuré à la station (en dB)				
Type	Moteur	Groupe acoustique	MMD moyenne (t)		E1	E2	W1	W2	Atténuation dB/100m
A220-300 (CS300)	PW1524G-3	5A	65	66.91	0.41	-1.26	-0.58	0.43	-0.104
Airbus A319-130 (IAE)	2X V2522-A5	5A	64	70.90	0.31	-0.97	-0.45	0.33	-0.080
Airbus A319-130 (IAE)	2X V2524-A5	5A	72	70.29	0.22	-0.68	-0.31	0.23	-0.056
Airbus A320-200 neo (CFM)	LEAP 1A26	5A	77	66.76	0.52	-1.62	-0.75	0.55	-0.133
Airbus A320-230 (IAE)	2X V2527-A5	5A	77	71.31	0.17	-0.52	-0.24	0.17	-0.043
Airbus A320-230 (IAE)	2X V2527-A5SELECTONE	5A	75	70.63	0.14	-0.45	-0.21	0.15	-0.037
Airbus A321-230 (IAE)	2533-A5SELECTTWO	4	89	73.01	0.33	-1.04	-0.48	0.35	-0.085
Airbus A321-230 (IAE)	2X V2533-A5	5A	89	73.45	0.36	-1.11	-0.51	0.37	-0.091
Airbus A321-230 (IAE)	2X V2533-A5SELECTONE	5A	89	73.60	0.40	-1.24	-0.57	0.42	-0.102
Avro RJ85	4X LF507 1F	4	44	71.02	0.44	-1.37	-0.63	0.46	-0.112
Boeing 747-8F (GE)	GENX-2B67/P	5A	448	80.75	0.27	-0.84	-0.39	0.28	-0.069
Boeing 767-300ERF Winglets (GE)	CF6-80C2B7F	5A	186	70.96	0.37	-1.16	-0.54	0.39	-0.095
Boeing 777-200LR (GE)	GE90-110B1L2	5A	347	75.63	0.46	-1.43	-0.66	0.48	-0.117
Boeing 787-9 (GE)	GENX 1B70/75 PIP II	5A	253	73.28	0.39	-1.22	-0.57	0.41	-0.101
Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74 TEN	5A	228	72.44	0.44	-1.35	-0.63	0.46	-0.111

Famille d'aéronefs				L <sub>Amax</sub> à la distance de référence 9200m (dB)	Corrections apportées au niveau mesuré à la station (en dB)				
Type	Moteur	Groupe acoustique	MMD moyenne (t)		E1	E2	W1	W2	Atténuation dB/100m
Bombardier (Canadair) CRJ1000ER NextGen	CF34-8C5A1	5A	39	70.65	0.47	-1.45	-0.67	0.49	-0.119
Bombardier (Canadair) CRJ900LR	CF34-8C5	5A	38	70.79	0.42	-1.30	-0.60	0.44	-0.107
Embraer 175ST	CF34-8E5	5A	38	70.60	0.26	-0.81	-0.38	0.27	-0.067
Embraer 190ST	CF34-10E5	4	48	71.44	0.57	-1.77	-0.82	0.60	-0.146

## ANNEXE 6 – SUBSTITUTIONS

### 1. SUBSTITUTIONS TYPE COMPLET 2019

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
A220-100 (CS100)	PW1524G	5A	444	Boeing 737-500	CFM56-3C1	5A
A220-300 (CS300)	PW1521G	5A	1336	Boeing 737-500	CFM56-3C1	5A
A220-300 (CS300)	PW1524G-3	5A	1836	Boeing 737-500	CFM56-3C1	5A
Airbus A300-600 Freighter (GE)	CF6-80C2A5F	4	1234	Airbus A300-600 Freighter (GE)	CF6-80C2A5F	4
Airbus A300-600RC (GE)	CF6-80C2A5	5A	60	Airbus A300-600R (GE)	CF6-80C2A5	4
Airbus A300-620RF General Freighter (P&W)	PW4158	4	39	Airbus A300-620RF (M) (P&W)	PW4158	4
Airbus A310-300 (GE)	CF6-80C2A8	4	100	Airbus A310-300 (GE)	CF6-80C2A8	5A
Airbus A310-300F (GE)	CF6-80C2A8	4	154	Airbus A310-300F (GE)	CF6-80C2A2	4
Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B8/3	5A	349	Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B8/P	5A
Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B9/3	5A	6	Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B8/P	5A
Airbus A319 ACJ (CFM)	CFM56-5B7/3	5A	5	Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B7/P	5A
Airbus A319 ACJ (CFM)	CFM56-5B7/3 PIP	5A	1	Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B5/3 PIP	5A
Airbus A319 ACJ (CFM)	CFM56-5B7/P	5A	2	Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B7/P	5A
Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B6/3 PIP	5A	141	Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B6/3	5A
Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B7/3 PIP	5A	96	Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B6/3	5A
Airbus A319-130 (IAE)	2X V2524-A5SELECTONE	5A	397	Airbus A319-130 (IAE)	2X V2524-A5	5A
Airbus A320 ACJ (IAE)	2X V2527-A5SELECTONE	5A	2	Airbus A320-230 (IAE)	2X V2527-A5SELECTONE	5A

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Airbus A320-200 neo (CFM)	LEAP 1A26	4	114	Airbus A320-200 neo (CFM)	LEAP 1A26	5A
Airbus A320-200 neo (CFM)	LEAP 1A26	5A	2548	Airbus A320-200 neo (CFM)	LEAP 1A26	5A
Airbus A320-200 neo (CFM)	LEAP 1A26	5B	30	Airbus A320-200 neo (CFM)	LEAP 1A26	5A
Airbus A320-200 neo (PW)	PW1127GA-JM	5A	930	Airbus A320-200 neo (CFM)	CFM LEAP-1A26	5A
Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4	5A	328	Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/2	5A
Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4, CF	4	114	Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/2	5A
Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/P	4	286	Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/P	5A
Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B6/3 PIP	5A	279	Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B6/3	5A
Airbus A320-230 (IAE -A1)	2X V2500-A1	4	12	Airbus A320-230 (IAE -A1)	V2500-A1	4
Airbus A320-230 (IAE -A1)	2X V2500-A1	5A	12	Airbus A320-230 (IAE -A1)	V2500-A1	4
Airbus A320-230 (IAE -A1)	2X V2500-A1BUMP	4	8	Airbus A320-230 (IAE -A1)	V2500-A1	4
Airbus A320-230 (IAE)	2527E-A5SELECTTWO	5A	87	Airbus A320-230 (IAE)	2527-A5SELECTTWO	5A
Airbus A320-230 (IAE)	2X V2527-A5	5B	11	Airbus A320-230 (IAE)	2X V2527-A5	5A
Airbus A320-230 (IAE)	2X V2527E-A5	5A	198	Airbus A320-230 (IAE)	2X V2527-A5	5A
Airbus A320-230 (IAE)	2X V2527E-A5SELECTONE	5A	2	Airbus A320-230 (IAE)	2X V2527-A5SELECTONE	5A
Airbus A321-110 (CFM)	CFM56-5B2/P	4	927	Airbus A321-110 (CFM)	CFM56-5B1/P	4
Airbus A321-130 (IAE)	2X V2530-A5	5A	957	Airbus A321-130 (IAE)	V2530-A5	5A
Airbus A321-210 (CFM)	CFM56-5B1/3 PIP	4	36	Airbus A321-210 (CFM)	CFM56-5B1/P	4
Airbus A321-210 (CFM)	CFM56-5B2/P	4	4	Airbus A321-210 (CFM)	CFM56-5B1/P	4
Airbus A321-210 (CFM)	CFM56-5B3/P	3	45	Airbus A321-210 (CFM)	CFM56-5B3/P	4
Airbus A321-230 (IAE)	2X V2530-A5	5A	510	Airbus A321-230 (IAE)	V2530-A5	5A

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Airbus A321-230 (IAE)	2X V2533-A5	4	378	Airbus A321-230 (IAE)	V2533-A5	5A
Airbus A321-230 (IAE)	2X V2533-A5SELECTONE	4	515	Airbus A321-230 (IAE)	V2533-A5SelectOne	5A
Airbus A321-230 (IAE)	2X V2533-A5SELECTONE	5A	1761	Airbus A321-230 (IAE)	V2533-A5SelectOne	5A
Airbus A321-250 neo (CFM)(neo)	LEAP 1A32	5A	226	Airbus A321-230 (IAE)	2533-A5SELECTONE	5A
Airbus A321-251N (CFM)(neo)	LEAP 1A32	5A	1	Airbus A321-230 (IAE)	2533-A5SELECTONE	5A
Airbus A321-251N ACF (CFM)(neo)	LEAP 1A32	5A	206	Airbus A321-230 (IAE)	2533-A5SELECTONE	5A
Airbus A321-253N (CFM)(neo)	LEAP 1A33	4	14	Airbus A321-230 (IAE)	2533-A5SELECTONE	5A
Airbus A321-271N ACF (P&W)(neo)	PW1133G-JM	4	246	Airbus A321-230 (IAE)	2533-A5SELECTONE	5A
Airbus A330-200 ACJ (GE)	CF6-80E1A4	5A	4	Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A4	5A
Airbus A330-200 ACJ (GE)	INDETERMINEE	5A	4	Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A4	5A
Airbus A330-202E (GE)	CF6-80E1A4	4	345	Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A4	5A
Airbus A330-202E (GE)	CF6-80E1A4	5A	430	Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A4	5A
Airbus A330-202E (GE)	CF6-80E1A4B	4	24	Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A4	5A
Airbus A330-202E (GE)	CF6-80E1A4B	5A	184	Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A4	5A
Airbus A330-203E (GE)	CF6-80E1A3	5A	70	Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A3	5A
Airbus A330-223E (P&W)	PW4168A	5A	56	Airbus A330-220 (P&W)	PW4168A	5A
Airbus A330-243E (RR)	Trent 772C-60	5A	4	Airbus A330-243E (RR)	Trent 772C-60EP	5A
Airbus A330-302E (GE)	CF6-80E1A4	5A	37	Airbus A330-302E (GE)	CF6-80E1A4B	4
Airbus A330-302E (GE)	CF6-80E1A4B	5A	62	Airbus A330-302E (GE)	CF6-80E1A4B	4
Airbus A330-303E (GE)	CF6-80E1A3	5A	657	Airbus A330-303E (GE)	CF6-80E1A3	4

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Airbus A330-320X (P&W)	PW4168A	5A	22	Airbus A330-320 (P&W)	PW4168A	5A
Airbus A330-323E (GE)	PW4168A	5A	2	Airbus A330-323E (GE)	PW4168A-1D	5A
Airbus A330-340 (RR)	TRENT 772-60EP	5A	183	Airbus A330-340 (RR)	Trent 772B-60EP	5A
Airbus A330-340X (RR)	Trent 772B-60EP	5A	54	Airbus A330-340X (RR)	TRENT 772B-60	5A
Airbus A330-343E (GE)	TRENT 772B-60	5A	331	Airbus A330-340 (RR)	TRENT 772B-60	5A
Airbus A330-343E (GE)	Trent 772C-60EP	5A	703	Airbus A330-340 (RR)	Trent 772B-60EP	5A
Airbus A330-940 neo (RR)	TRENT 7000-72	5A	581	Airbus A330-340 (RR)	TRENT 772B-60	5A
Airbus A340-210 ACJ (CFM)	CFM56-5C2	5A	2	Airbus A340-210 (CFM)	CFM56-5C2G	5A
Airbus A340-310 (CFM)	CFM56-5C3G	5A	22	Airbus A340-310 (CFM)	CFM56-5C3/F	5A
Airbus A340-310 ACJ (CFM)	CFM56-5C4	5A	5	Airbus A340-310 (CFM)	CFM56-5C4	5A
Airbus A340-310 ACJ (CFM)	CFM56-5C4/P	5A	4	Airbus A340-310 (CFM)	CFM56-5C4/P	5A
Airbus A340-540 ACJ (RR)	TRENT 553-61	5A	4	Airbus A340-640 (RR)	Trent 556A2-61	5A
Airbus A340-640 (RR)	Trent 556-61	5A	74	Airbus A340-640 (RR)	Trent 556A2-61	5A
Airbus A350-1000 (RR)	2X TRENT XWB-97	5A	141	Airbus A350-900 (RR)	TRENT XWB-84	5A
Airbus A380-840 (RR)	TRENT 972-84EP3	5A	150	Airbus A380-840 (RR)	TRENT 970-84EP	5A
ATR ATR 42-300	PW121	5A	2	ATR ATR 42-300	PW120	5A
ATR ATR 72-500	PW127M	5A	4	ATR ATR 72-500	PW127F	5A
ATR ATR 72-500F Bulk Freighter	PW127F	5A	114	ATR ATR 72-500	PW127F	5A
ATR ATR 72-500F Bulk Freighter	PW127M	5A	200	ATR ATR 72-500	PW127F	5A
ATR ATR 72-600	PW127M	5A	3	ATR ATR 72-500	PW127F	5A
Avro RJ100	4X LF507 1F	4	2	Avro RJ100	LF507-1F	4

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
BAe 146-200	4X ALF502 R-5	4	2	BAe 146-200	ALF502 R-5	5A
BAe 146-200	4X ALF502 R-5	5A	61	BAe 146-200	ALF502 R-5	5A
BAe ATP Freighter (LFD)	PW126A	5A	2	BAe ATP Bulk Freighter	PW126A	5A
Boeing (MDC) MD-11F (GE)	CF6-80C2D1F	2	2	Boeing (MDC) MD-11F (GE)	CF6-80C2D1F	4
Boeing (MDC) MD-11F(M) (GE)	CF6-80C2D1F	5A	26	Boeing (MDC) MD-11F(M) (GE)	CF6-80C2D1F	4
Boeing (MDC) MD-82	JT8D-217A	4	6	Boeing (MDC) MD-82	JT8D-217	4
Boeing (MDC) MD-83	JT8D-219	4	4	Boeing (MDC) MD-83	JT8D-219	3
Boeing 737 BBJ1	CFM56-7B26	4	6	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	4
Boeing 737 BBJ1	CFM56-7B27	4	2	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	4
Boeing 737 BBJ1	CFM56-7B27/3	4	2	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	4
Boeing 737 BBJ2	CFM56-7B27/3	4	2	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	4
Boeing 737 Max 8	LEAP 1B25	5A	20	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	5A
Boeing 737 Max 8	LEAP 1B27	5A	170	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	5A
Boeing 737 Max 8	LEAP 1B28	5A	18	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	5A
Boeing 737-300	CFM56-3B1	5A	42	Boeing 737-300	CFM56-3B1	4
Boeing 737-300 Winglets	CFM56-3B1	4	2	Boeing 737-300	CFM56-3B1	4
Boeing 737-300 Winglets	CFM56-3B2	4	16	Boeing 737-300	CFM56-3B2	4
Boeing 737-300 Winglets	CFM56-3B2	5A	52	Boeing 737-300	CFM56-3B2	4
Boeing 737-300 Winglets	CFM56-3C1	3	16	Boeing 737-300	CFM56-3C1	4
Boeing 737-300 Winglets	CFM56-3C1	4	162	Boeing 737-300	CFM56-3C1	4
Boeing 737-300SF (M)	CFM56-3B1	5A	244	Boeing 737-300SF (M)	CFM56-3C1	5A

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Boeing 737-400SF	CFM56-3B2	5A	3	Boeing 737-400SF	CFM56-3C1	5A
Boeing 737-400SF	CFM56-3C1	2	2	Boeing 737-400SF	CFM56-3C1	4
Boeing 737-400SF	CFM56-3C1	3	70	Boeing 737-400SF	CFM56-3C1	4
Boeing 737-500	CFM56-3B2	4	38	Boeing 737-500	CFM56-3B1	4
Boeing 737-500 Winglets	CFM56-3B1	4	18	Boeing 737-500	CFM56-3B1	4
Boeing 737-600	CFM56-7B20/2	5A	24	Boeing 737-600	CFM56-7B20	5A
Boeing 737-600	CFM56-7B20/3	5A	40	Boeing 737-600	CFM56-7B20	5A
Boeing 737-600	CFM56-7B20E	5A	52	Boeing 737-600	CFM56-7B20	5A
Boeing 737-700	CFM56-7B20/3	5A	6	Boeing 737-700	CFM56-7B20	5A
Boeing 737-700	CFM56-7B22	5A	236	Boeing 737-700	CFM56-7B24	5A
Boeing 737-700	CFM56-7B22/3	5A	34	Boeing 737-700	CFM56-7B24	5A
Boeing 737-700	CFM56-7B24/3	5A	115	Boeing 737-700	CFM56-7B24	5A
Boeing 737-700	CFM56-7B24E	5A	52	Boeing 737-700	CFM56-7B24	5A
Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B20/3	5A	20	Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B20	5A
Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B22E	5A	274	Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B22	5A
Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B24/3	5A	190	Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B24	5A
Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B24E	5A	26	Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B24	5A
Boeing 737-700 Winglets Scimitar	CFM56-7B22	5A	56	Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B22	5A
Boeing 737-700C Winglets	CFM56-7B26E	4	26	Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B24	5A
Boeing 737-700C Winglets	CFM56-7B26E	5A	44	Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B24	5A
Boeing 737-800	CFM56-7B24/3	5A	4	Boeing 737-800	CFM56-7B26	5A
Boeing 737-800	CFM56-7B26/2	4	20	Boeing 737-800	CFM56-7B26	4



Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Boeing 737-800	CFM56-7B26/2	5A	50	Boeing 737-800	CFM56-7B26	5A
Boeing 737-800	CFM56-7B26/3	4	76	Boeing 737-800	CFM56-7B26	4
Boeing 737-800	CFM56-7B26/3	5A	50	Boeing 737-800	CFM56-7B26	5A
Boeing 737-800	CFM56-7B26E	4	44	Boeing 737-800	CFM56-7B26	4
Boeing 737-800	CFM56-7B26E	5A	28	Boeing 737-800	CFM56-7B26	5A
Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B24/3	4	40	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B24/3	5A
Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27/3	5A	104	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	5A
Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27/B1	4	737	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	4
Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27/B1	5A	77	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	5A
Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27E	4	484	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	4
Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27E	5A	234	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	5A
Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27E/B1	4	12	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	4
Boeing 737-800 Winglets Scimitar	CFM56-7B24E	5A	28	Boeing 737-800 Winglets Scimitar	CFM56-7B26E	5A
Boeing 737-800 Winglets Scimitar	CFM56-7B26	4	56	Boeing 737-800 Winglets Scimitar	CFM56-7B26E	5A
Boeing 737-800 Winglets Scimitar	CFM56-7B26	5A	154	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B26	5A
Boeing 737-800 Winglets Scimitar	CFM56-7B26/3	4	82	Boeing 737-800 Winglets Scimitar	CFM56-7B26/3	5A
Boeing 737-800 Winglets Scimitar	CFM56-7B27/3	4	4	Boeing 737-800 Winglets Scimitar	CFM56-7B26/3	5A
Boeing 737-800 Winglets Scimitar	CFM56-7B27/B1	5A	93	Boeing 737-800 Winglets Scimitar	CFM56-7B26/3	5A
Boeing 737-800BCF (SCD) Winglets	CFM56-7B26E	4	181	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B26E	4
Boeing 737-900 Winglets	CFM56-7B26	4	198	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B26	5A

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B26/3	5A	236	Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B26E	4
Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B26E	5A	208	Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B26E	4
Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B27	4	163	Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B26E	4
Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B27E	4	34	Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B26E	4
Boeing 747-400 (GE)	CF6-80C2B1F	3	6	Boeing 747-400 (GE)	CF6-80C2B1F	4
Boeing 747-400 (P&W)	PW4056	2	2	Boeing 747-400 (P&W)	PW4056	4
Boeing 747-400ERF (P&W)	PW4062A	4	106	Boeing 747-400 (P&W)	PW4056	4
Boeing 747-400F (GE)	CF6-80C2B1F	3	54	Boeing 747-400 (GE)	CF6-80C2B1F	4
Boeing 747-400F (GE)	CF6-80C2B1F	5A	4	Boeing 747-400 (GE)	CF6-80C2B1F	5A
Boeing 747-400F (P&W)	PW4056	2	3	Boeing 747-400 (P&W)	PW4056	4
Boeing 747-400F (P&W)	PW4056	4	6	Boeing 747-400 (P&W)	PW4056	4
Boeing 747-400F (RR)	RB211-524H2-T	3	52	Boeing 747-400ERF (GE)	CF6-80C2B5F	3
Boeing 747-8BBJ (GE)	GENx-2B67	5A	46	Boeing 747-400 (GE)	CF6-80C2B1F	5A
Boeing 747-8F (GE)	GENX-2B67B	5A	70	Boeing 747-8F (GE)	GENx-2B67	5A
Boeing 747-8I (GE)	GENX-2B67/P	5A	36	Boeing 747-8F (GE)	GENX-2B67/P	5A
Boeing 757-200 (RR)	RB211 535E4	5A	45	Boeing 757-200 (RR)	RB211-535E4	5A
Boeing 757-200 Winglets Scimitar (RR)	RB211 535E4	5A	639	Boeing 757-200 Winglets (RR)	RB211 535E4	5A
Boeing 757-200PF (RR)	RB211 535E4	5A	190	Boeing 757-200SF (RR)	RB211 535E4	5A
Boeing 757-200SF Winglets (P&W)	4X PW2040	5A	50	Boeing 757-200 (P&W)	PW2040	5A
Boeing 757-200SF Winglets (P&W)	PW2037	5A	239	Boeing 757-200SF (RR)	RB211 535E4	5A
Boeing 757-200SF Winglets (RR)	RB211 535E4	5A	217	Boeing 757-200SF (RR)	RB211 535E4	5A

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Boeing 757-200SF Winglets (RR)	RB211 535E4B	5A	395	Boeing 757-200SF (RR)	RB211 535E4	5A
Boeing 757-300 Winglets (RR)	RB211 535E4B	5A	154	Boeing 757-300 Winglets (RR)	RB211-535E4B	5A
Boeing 767-200ER (P&W)	JT9D-7R4E	4	4	Boeing 767-200EM (P&W)	JT9D-7R4D	3
Boeing 767-300ER (P&W)	PW4056	4	32	Boeing 767-300ER (P&W)	PW4060	4
Boeing 767-300ER BCF (GE)	CF6-80C2B6F	5A	8	Boeing 767-300ER (GE)	CF6-80C2B6F	5A
Boeing 767-300ER BDSF (GE)	CF6-80C2B7F	5A	29	Boeing 767-300ER (GE)	CF6-80C2B7F	5A
Boeing 767-300ER Winglets (P&W)	PW4052	5A	126	Boeing 767-300ER Winglets (P&W)	PW4060	4
Boeing 767-300ER Winglets (P&W)	PW4060	5A	26	Boeing 767-300ER Winglets (P&W)	PW4060	4
Boeing 767-400ER (GE)	CF6-80C2B7F	5A	2	Boeing 767-400ER (GE)	CF6-80C2B8F	5A
Boeing 777-200ER (RR)	Trent 884	5A	3	Boeing 777-200ER (RR)	Trent 892	5A
Boeing 777-200ER (RR)	TRENT 892B	5A	2	Boeing 777-200ER (RR)	Trent 892	5A
Boeing 777-200LR (GE)	GE90-110B1L	5A	2	Boeing 777-200LR (GE)	GE90-110B1	5A
Boeing 777-200LR (GE)	GE90-115BL	2	44	Boeing 777-200LR (GE)	GE90-110B1L2	5A
Boeing 777-200LR (GE)	GE90-115BL	5A	36	Boeing 777-200LR (GE)	GE90-110B1	5A
Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-115BL	5A	36	Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-110B1L	5A
Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-115BL2	5A	36	Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-110B1L	5A
Boeing 787-10 (GE)	GENX-1B74/75 PIP II	5A	10	Boeing 787-9 (GE)	GENX-1B74/75 PIP II	5A
Boeing 787-8 (GE)	2X GENX 1B70/75 PIP I	5A	12	Boeing 787-8 (GE)	GENX 1B70/75 PIP II	5A
Boeing 787-8 (LN 1-22) (RR)	TRENT 1000-70/74 C	5A	341	Boeing 787-8 (GE)	GENX 1B70/75 PIP II	5A
Boeing 787-8 (RR)	TRENT 1000-67 B	5A	24	Boeing 787-8 (GE)	GENX-1B70 PIP I	5A

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Boeing 787-8 (RR)	TRENT 1000-67 TEN	5A	4	Boeing 787-8 (GE)	GENX-1B70 PIP I	5A
Boeing 787-9 (GE)	GENX-1B70 PIP II	5A	143	Boeing 787-9 (GE)	GENX 1B76A PIP II	5A
Boeing 787-9 (RR)	2X TRENT 1000-K2	5A	100	Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74 C	5A
Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74/76 C	5A	44	Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74 C	5A
Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74/76 TEN	5A	74	Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74 TEN	5A
Boeing 787-9 BBJ (GE)	GENX-1B70 PIP II	5A	4	Boeing 787-9 (GE)	GENX 1B76A PIP II	5A
Bombardier (Canadair) Challenger 850	CF34-3B1	5A	8	Bombardier (Canadair) CRJ 200LR	CF34-3B1	5A
Bombardier (Canadair) CRJ 200ER	CF34-3B1	5A	20	Bombardier (Canadair) CRJ 200LR	CF34-3B1	5A
Bombardier (Canadair) CRJ1000ER NextGen	CF34-8C5A1	5A	221	Bombardier (Canadair) CRJ1000EL NextGen	CF34-8C5A1	5A
Bombardier (Canadair) CRJ900ER NextGen	CF34-8C5A1	5A	12	Bombardier (Canadair) CRJ900ER	CF34-8C5	5A
Bombardier (Canadair) CRJ900LR	CF34-8C5A1	5A	4	Bombardier (Canadair) CRJ900LR NextGen	CF34-8C5	5A
Bombardier (Canadair) CRJ900LR NextGen	CF34-8C5A1	5A	56	Bombardier (Canadair) CRJ900LR NextGen	CF34-8C5	5A
Bombardier (Canadair) CRJ900LR NextGen Enhanced	CF34-8C5	5A	96	Bombardier (Canadair) CRJ900LR NextGen	CF34-8C5	5A
Bombardier Global Express	BR710A2-20	5A	6	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Bombardier Global Express 6000	BR710A2-20	5A	23	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Bombardier Global Express 6000	BR710A2-20	5B	2	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Bombardier Global Express XRS	BR710A2-20	5A	7	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Canadair Challenger 604	CF34-3B	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 200LR	CF34-3B1	5A

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Canadair Challenger 605	CF34-3B	5A	18	Bombardier (Canadair) CRJ 200LR	CF34-3B1	5A
Canadair Continental	HTF7000	5A	5	Bombardier (Canadair) CRJ 200LR	CF34-3B1	5A
Cessna 525 CJ1	FJ-44-1A	5A	1	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 525A CitationJet 2	FJ-44-2C	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 525A CitationJet 2+	FJ-44-3A-24	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 525B Citationjet 3	FJ-44-3A	5A	3	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 525C Citationjet 4	FJ-44-4A	5A	3	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 550 Citation Bravo	PW530A	5A	4	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 550 Citation II	JT15D-4	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 560 Citation Excel	PW545A	5A	5	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 680 Citation Sovereign	PW306C	5A	12	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 680 Citation Sovereign +	PW306D	5A	10	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 680A Citation Latitude	PW306D	5A	9	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 750 Citation X	AE 3007 C	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 750 Citation X	AE 3007 C1	5A	4	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 750 Citation X (Winglets)	AE 3007 C1	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna Citation Encore+ (C560)	PW535B	5A	6	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Cessna Citation Mustang	PW615F	5A	10	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna Citation Mustang	PW615F-A	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna Citation XLS	PW545B	5A	16	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna Citation XLS+	PW545C	5A	42	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Challenger 350	HTF7350	5A	35	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Challenger 650	CF34-3BMTO	5A	5	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 2000	CFE 738-1-1B	5A	1	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 2000 EX	PW308C	5A	4	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 2000 EX EASy	PW308C	5A	3	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 2000 LX	PW308C	5A	3	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 2000 LXS	PW308C	5A	4	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 2000 S	PW308C	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 20-5	TFE731-5AR-1C	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 50EX	TFE731-40	4	1	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 7X	PW307A	4	12	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 7X	PW307A	5A	6	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 8X	PW307D	5A	3	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Dassault Falcon 900DX	TFE731-60	5A	5	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 900EX EASy	TFE731-60	5A	4	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 900EX EASy (Winglets)	TFE731-60	5A	1	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 900LX	TFE731-60	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Embraer 175LR	CF34-8E5	4	355	Embraer 175ST	CF34-8E5	4
Embraer 175LR Enhanced	CF34-8E5	4	55	Embraer 175ST	CF34-8E5	4
Embraer 190 Lineage 1000	CF34-10E7-B	5A	2	Embraer 195LR	CF34-10E7	5A
Embraer 190AR	CF34-10E5	4	44	Embraer 190LR	CF34-10E5	5A
Embraer 190AR	CF34-10E5A1	4	90	Embraer 190LR	CF34-10E5	5A
Embraer 190LR	CF34-10E5A1	5A	128	Embraer 190LR	CF34-10E5	5A
Embraer 190LR	CF34-10E6	5A	10	Embraer 190LR	CF34-10E5	5A
Embraer 190ST	CF34-10E6	5A	2	Embraer 190ST	CF34-10E5	5A
Embraer 195AR	CF34-10E5	5A	4	Embraer 195LR	CF34-10E5	5A
Embraer 195AR	CF34-10E7	4	10	Embraer 195LR	CF34-10E7	4
Embraer 195AR	CF34-10E7	5A	3	Embraer 195LR	CF34-10E7	5A
Embraer 195LR	CF34-10E6A1	5A	4	Embraer 195LR	CF34-10E5A1	5A
Embraer ERJ-135 Legacy 600	AE 3007 A1E	5A	21	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Embraer ERJ-135 Legacy 650	AE 3007 A2	5A	6	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Embraer ERJ-135 Legacy 650E	AE 3007 A2	5A	6	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Embraer ERJ-135ER	AE 3007 A1/3	5A	1	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Embraer ERJ-135ER	AE 3007 A3	5A	62	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Embraer ERJ-135LR	AE 3007 A1/3	5A	1	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Embraer ERJ-145EP	AE 3007 A1	5A	25	Embraer ERJ-145EP	AE3007-A1	5A
Embraer ERJ-145EP	AE 3007 A1/1	5A	89	Embraer ERJ-145EP	AE3007-A1	5A
Embraer ERJ-145LR	AE 3007 A1/1	5A	10	Embraer ERJ-145LU	AE 3007 A1	5A
Embraer ERJ-145MP	AE 3007 A1	5A	17	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A
Embraer ERJ-145MP	AE 3007 A1/1	5A	4	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1/1	5A
Embraer Legacy 500	HTF7500E	5A	4	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Embraer Phenom 100	PW617F-E	5A	4	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Embraer Phenom 300	PW535E	5A	24	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Fairchild/Dornier 328	PW119C	5A	1	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
Fairchild/Dornier 328Jet	PW306B	5A	2	FOKKER70	TAY MK620-15	5
Fokker 100	2X TAY MK 650-15	5A	165	Fokker 100	RB183 TAY MK 650-15	5A
Global 5000 (Classic)	BR710A2-20	5A	3	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Gulfstream 280	HTF7250G	5A	4	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Gulfstream G450	2X TAY MK 611-8C	5A	6	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Gulfstream G550	BR710C4-11	5A	12	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Gulfstream G650	BR725	5A	12	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Gulfstream G650ER	BR725	5A	8	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Gulfstream IV	2X TAY MK 611-8	5A	1	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Gulfstream IV SP	2X TAY MK 611-8	5A	2	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Gulfstream V	BR710A1-10	5A	1	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A



Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Harbin ERJ-145LI	AE 3007 A1	5A	354	Embraer ERJ-145LU	AE 3007 A1	5A
Hawker 125 Srs.800XP	TFE731-5BR	5A	4	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Hawker 125 Srs.800XPi	TFE731-5BR	5A	4	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
HondaJet Ha-420	HONDA HF-120	5A	1	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A
II	PT6A-66B	5B	4	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Ilyushin Il-76MD	D-30KP-2	1	8	B747-200	CF6-50E2	2
Ilyushin Il-96-300	PS-90 A	2	13	B747-200	CF6-50E2	2
King Air B200GT	PT6A-52	5B	6	Embraer EMB-120FC Brasilia	PW118	5A
Learjet 40	TFE731-20AR	5A	1	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A
Learjet 60XR	PW305A	5A	2	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A
Learjet 75	TFE731-40BR	5A	3	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A
Lockheed C-130H Hercules	T56A-15	2	4	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
Nextant 400NXT	FJ-44-3AP	5A	2	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
NG	PT6A-67P	5B	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Saab 340A	CT7-5A2	5A	6	Saab 2000	AE2100-A	5A
Tupolev Tu-204-200	PS-90 A	3	8	Boeing 757-200SF (RR)	RB211-535C	4
Tupolev Tu-204-300 (Tu-234)	PS-90 A	4	6	Boeing 757-200SF (RR)	RB211-535C	4

## 2.SUBSTITUTIONS TYPE COURT 2019

Type avion	Nombre	Type avion de Substitution	Type moteur de Substitution	Groupe acoustique de substitution
A20N	551	Airbus A320-200 neo (CFM)	CFM LEAP-1A26	5A
A21N	210	Airbus A321-230 (IAE)	2533-A5SELECTONE	5A
A306	46	Airbus A300-620RF (M) (P&W)	PW4158	4
A310	25	Airbus A310-320F (P&W)	PW4152	4
A318	24	Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B8/P	5A
A319	117	Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B5/3	5A
A320	495	Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3	5A
A321	140	Airbus A321-230 (IAE)	V2530-A5	5A
A332	119	Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A3	4
A333	39	Airbus A330-320 (P&W)	PW4168A	5A
A339	2	Airbus A330-340 (RR)	TRENT 772B-60	5A
A342	16	Airbus A340-310 (CFM)	CFM56-5C2F	5A
A343	37	Airbus A340-310 (CFM)	CFM56-5C2F	5A
A345	2	Airbus A340-640 (RR)	Trent 556A2-61	5A
A346	1	Airbus A340-640 (RR)	Trent 556A2-61	5A
A359	241	Airbus A330-340 (RR)	Trent 772B-60EP	5A
A35K	23	Airbus A350-900 (RR)	TRENT XWB-84	5A
A388	66	Airbus A380-860 (EA)	GP7270	5A
A400	2	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
AJET	1	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A

Type avion	Nombre	Type avion de Substitution	Type moteur de Substitution	Groupe acoustique de substitution
AT43	34	ATR ATR 42-300	PW120	5A
AT72	28	ATR ATR 72-500	PW127F	5A
AT73	5	ATR ATR 72-210F Bulk Freighter	PW127	5A
AT75	5	ATR ATR 72-500	PW127F	5A
ATLA	3	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
ATP	2	BAe ATP Bulk Freighter	PW126A	5A
B190	4	Embraer EMB-120ER Brasilia	PW118	5A
B38M	14	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	5A
B462	3	BAe 146-200	ALF502 R-5	5A
B733	59	Boeing 737-300	CFM56-3C1	5A
B734	61	Boeing 737-400	CFM56-3C1	5A
B735	8	Boeing 737-500	CFM56-3C1	4
B736	9	Boeing 737-600	CFM56-7B20	5A
B737	66	Boeing 737-700	CFM56-7B24	5A
B738	456	Boeing 737-800	CFM56-7B26	5A
B739	2	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	4
B744	25	Boeing 747-400 (GE)	CF6-80C2B1F	5A
B748	36	Boeing 747-400 Combi (GE)	CF6-80C2B1F	4
B752	114	Boeing 757-200 (P&W)	PW2037	4
B762	3	Boeing 767-200ER (GE)	CF6-80C2B2	5A
B763	274	Boeing 767-300ER (P&W)	PW4062	4
B772	87	Boeing 777-200ER (GE)	GE90-94B	5A

Type avion	Nombre	Type avion de Substitution	Type moteur de Substitution	Groupe acoustique de substitution
B77L	201	Boeing 777-200ER (GE)	GE90-94B	5A
B77W	194	Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115B	5A
B788	192	Boeing 787-8 (GE)	GENX-1B70 PIP II	5A
B789	1835	Boeing 787-8 (GE)	GENX-1B70 PIP I	5A
B78X	488	Boeing 787-9 (GE)	GENX-1B74/75 PIP II	5A
BCS3	195	Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B8/P	5A
BE20	1	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
C130	14	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
C17	2	B747-200	CF6-50E2	2
C182	6	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
C206	1	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
C25A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
C25B	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
C25C	1	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
C25M	3	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
C525	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
C56X	19	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
C680	5	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
C68A	1	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
CL30	3	Bombardier (Canadair) CRJ 200LR	CF34-3B1	5A
CL35	1	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
CL60	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A

Type avion	Nombre	Type avion de Substitution	Type moteur de Substitution	Groupe acoustique de substitution
CRJ2	8	Bombardier (Canadair) CRJ 200LR	CF34-3B1	5A
CRJ9	2	Bombardier (Canadair) CRJ900LR	CF34-8C5	5A
CRJX	7	Bombardier (Canadair) CRJ1000EL NextGen	CF34-8C5A1	5A
D328	1	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
DH8D	9	Bombardier (DHC) Dash 8-400	PW150A	5A
E120	4	Embraer EMB-120 Brasilia	PW118	5A
E135	2	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
E145	23	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1/1	5A
E170	37	Embraer 170ST	CF34-8E5	5A
E190	44	Embraer 190LR	CF34-10E5	5A
E195	123	Embraer 195LR	CF34-10E5	5A
E35L	9	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
E3CF	7	Boeing 747-400 (GE)	CF6-80C2B1F	4
E55P	7	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
E75L	44	Embraer 175ST	CF34-8E5	4
E75S	5	Bombardier (DHC) Dash 8-400	PW150A	5A
F100	2	Fokker 100	RB183 Tay 650-15	5A
F2TH	9	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
F900	12	Bombardier (Canadair) CRJ 200LR	CF34-3B1	5A
FA10	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
FA50	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
FA7X	4	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A

Type avion	Nombre	Type avion de Substitution	Type moteur de Substitution	Groupe acoustique de substitution
FA8X	1	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
GALX	2	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
GL5T	1	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
GLEX	8	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
GLF4	4	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
GLF5	9	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
GLF6	5	Fokker 100	RB183 Tay 650-15	5A
HDJT	1	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A
IL96	1	B747-200	CF6-50E2	2
LJ40	1	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A
LJ45	4	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A
LJ75	1	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A
M20T	1	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
MD11	19	Boeing (MDC) MD-11F(M) (P&W)	PW4460	4
MD82	1	Boeing (MDC) MD-82	JT8D-217C	4
MD83	2	Boeing (MDC) MD-83	JT8D-219	3
P180	2	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
P68	1	Embraer EMB-120 Brasilia	PW118	5A
PA31	1	Embraer EMB-120 Brasilia	PW118	5A
PA46	23	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
PC12	2	Embraer EMB-120 Brasilia	PW118	5A
RFAL	1	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A

Type avion	Nombre	Type avion de Substitution	Type moteur de Substitution	Groupe acoustique de substitution
RJ85	19	Avro RJ85	LF507-1F	4
S22T	1	Embraer EMB-120 Brasilia	PW118	5A
SR20	6	Embraer EMB-120 Brasilia	PW118	5A
SR22	12	Embraer EMB-120 Brasilia	PW118	5A

## ANNEXE 7 – CALCUL DES DROITES DE RÉGRESSION

Les mesures effectuées sur site ne sont pas directement comparables, du fait de :

- l'impossibilité physique d'implanter les stations à une distance rigoureusement identique par rapport aux seuils de piste ;
- l'inégalité des longueurs des pistes.

De ce fait, conformément à l'arrêté, le niveau de bruit  $L_{Amax}$  mesuré doit être ramené au niveau d'une mesure équivalente qui serait effectuée à la distance de référence correspondant au mouvement considéré, de façon à déterminer le « niveau de bruit mesuré ». Pour ce faire, une méthode statistique de correction de distance, s'appuyant sur le calcul de « droites de régression », a été établie par le groupe de travail qui s'est réuni en 2006 rassemblant l'ACNUSA, la DGAC, la DGPR et Groupe ADP.

### 1) Principe des droites de régression :

Le principe des droites de régression repose sur le fait que le bruit à la source émis par un avion à proximité de l'aéroport n'est pas constant : en approche par exemple, la vitesse de l'avion diminue et entraîne la diminution du bruit aérodynamique. Par conséquent, la loi d'évolution du bruit en fonction de la distance entre l'avion et le sol composée d'un terme d'atténuation géométrique en  $\log(D/D_0)$  et d'un terme d'absorption atmosphérique, qui est valable pour un bruit à la source constant, ne peut pas être appliqué afin de ramener le bruit d'un avion mesuré à la station IGMP à un bruit qui serait mesuré à la distance de référence.

Le groupe de travail a donc retenu une méthode de correction en distance basée sur une régression linéaire calculée à partir de mesures aux différentes stations IGMP. Cette méthode est justifiée par le fait que les stations de mesure de bruit IGMP sont situées au voisinage immédiat des distances de référence.

### 2) Calcul des droites de régression :

Les droites de régression sont établies pour chaque ensemble « type avion - motorisation - groupe acoustique » et par type de mouvement (décollage / atterrissage) suivant la méthode ci-dessous :

Pour chacune des stations utilisées pour le sens considéré (atterrissage ou décollage), les moyennes énergétiques des mesures enregistrées sont calculées par type avion - motorisation - groupe acoustique. On dispose dès lors, pour chaque ensemble « type avion - motorisation - groupe acoustique », de  $n$  moyennes des bruits mesurés (une par station), correspondant à chacune des distances différentes des stations de mesure par rapport aux seuils de piste.

A partir de ces moyennes, est déduite par régression linéaire une droite, **appelée droite de régression (DR)**.

Une droite de régression ne peut être créée que si l'on dispose d'un nombre minimum de mesures : une droite est établie pour un type-moteur-groupe et sens de mouvement donnés lors de la première année pour laquelle on dispose au moins 25 mesures par station sur au moins 4 stations (au fil des années, la base des mesures par station s'enrichit).

Lorsqu'une droite de régression est calculée pour l'année  $n$ , elle est reprise à l'identique pour les années suivantes.

### 3) Niveau de bruit ramené à la distance de référence à l'aide de la droite de régression :

**Pour les avions dont on dispose d'une mesure de bruit**, le niveau de bruit mesuré à la station IGMP est corrigé en distance à l'aide de la pente de la droite de régression, afin de le ramener au niveau qui serait mesuré à la distance de référence.

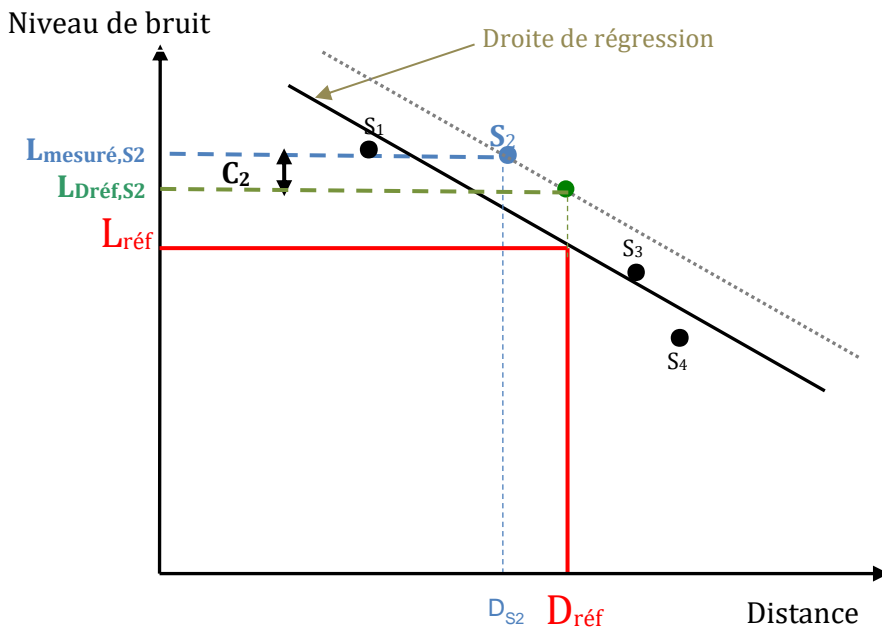
On a alors :  $L_{Dréf} = L_{mesuré} + \text{Pente}_{DR} * (\text{Distance}_{réf} - \text{Distance}_{station})$

Cette correction est illustrée sur le schéma ci-dessous pour la station S2.





Pour les avions dont on ne dispose pas d'une mesure de bruit, le niveau considéré pour le calcul de l'IGMP est le niveau lu sur la droite de régression pour la distance de référence ( $L_{réf}$ ), aussi appelé « niveau de bruit le plus fréquemment mesuré ».



**Distance** : distance entre la station de mesure et le seuil de piste (du lâcher des freins ou du toucher des roues)

**$S_k$**  : station de mesure

**$L_{réf}$**  : niveau de bruit le plus fréquemment mesuré au sens de l'arrêté

**$L_{mesuré,S_k}$**  : niveau de bruit mesuré à la station  $S_k$

**$L_{Dréf,S_k}$**  : niveau de bruit mesuré en  $S_k$  et ramené à la distance de référence

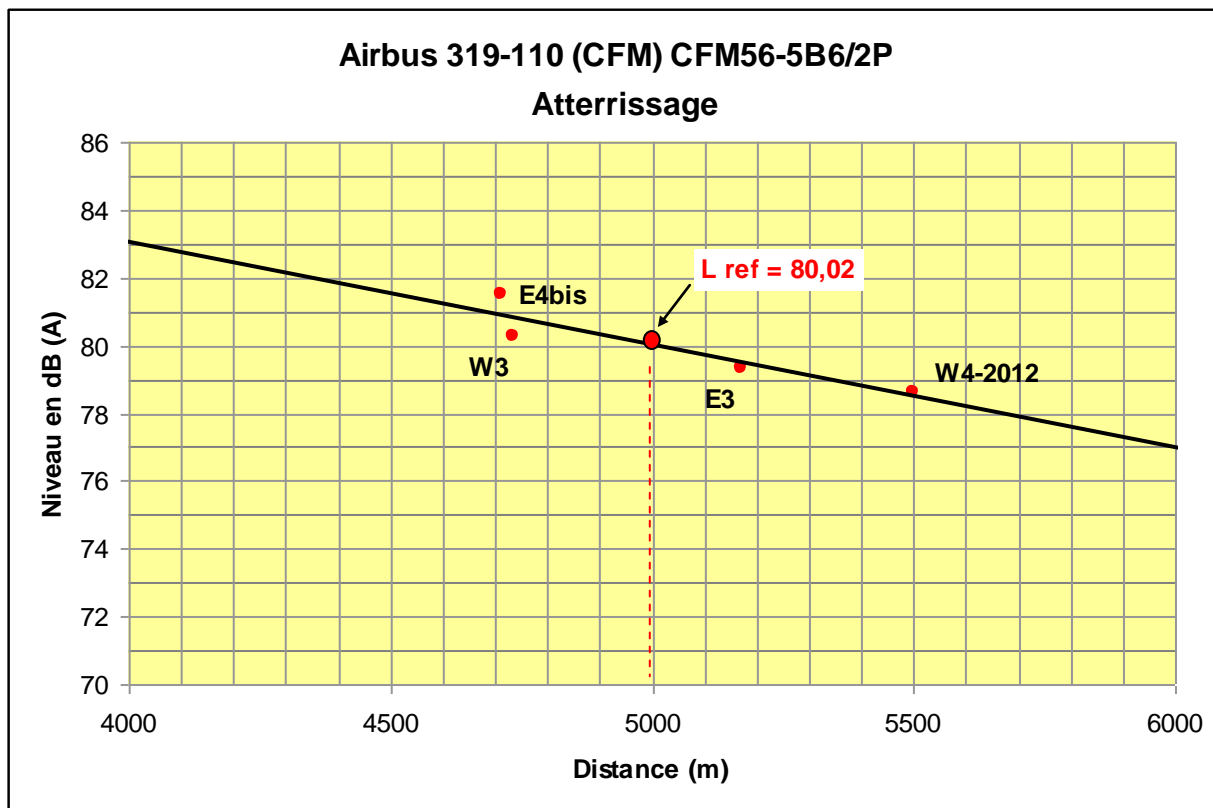
**$D_{réf}$**  : distance de référence au sens de l'arrêté (5 000 m à l'atterrissage, 9 200 m au décollage)

**$D_k$**  : distance associée à la station de mesure

**$C_k$**  : correction à appliquer aux mesures de la station

#### 4) Exemple :

Le graphique suivant permet de déterminer pour l'Airbus 319 avec des réacteurs CFM56-5B6/2P à l'atterrissage le niveau le plus fréquemment mesuré pour la distance de référence :  $L_{\text{ref}} = 80,02$  dB(A).





MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET SOLIDAIRE

