



**MINISTÈRE  
CHARGÉ  
DES TRANSPORTS**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



direction  
générale  
de l'Aviation  
civile

# **Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)**

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
<b>GUIDE DE LECTURE</b> .....	<b>6</b>
<b>1. METHODOLOGIE DE CALCUL</b> .....	<b>7</b>
<b>2. MESURES REALISEES EN 2020</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'ENERGIE SONORE MESUREE PONDEREE</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 .....	12
3.6. SCHEMA DE TRAITEMENT DES MOUVEMENTS ET DE L'AFFECTATION DES NIVEAUX DE BRUIT .....	13
<b>4. RESULTATS 2020</b> .....	<b>15</b>
4.1. VALEUR DE L'INDICATEUR.....	15
4.2. VALEURS DES ENERGIES SONORES PONDEREES .....	15
<b>5. ANALYSE DES RESULTATS</b> .....	<b>16</b>
5.1. EVOLUTION DE L'IGMP ET DES ENERGIES SONORES .....	16
5.2. REPARTITION DU TRAFIC PAR CATEGORIE ACOUSTIQUE D'AERONEFS .....	17
5.3. REPARTITION JOUR / SOIREE / NUIT.....	21
5.3.1. Répartition des mouvements selon la période de la journée : .....	22
5.3.2. Répartition de l'énergie sonore pondérée selon la période de la journée : .....	25
5.3.3. Répartition de l'énergie sonore moyenne non pondérée selon la période de la journée : .....	29
5.4. PERIODE « NUIT ».....	32
5.5. PERIODE « CŒUR DE NUIT » .....	34
5.6. COMPARAISON NUIT / CŒUR DE NUIT.....	36
5.7. INTERPRETATION DE L'IGMP 2020 .....	37
5.7.1. Principaux facteurs contributifs à l'évolution de l'IGMP .....	37
5.7.2. Sensibilité et incertitude de l'IGMP .....	37
<b>6. ANNEXE 1 – LISTE DES ABREVIATIONS</b> .....	<b>39</b>
<b>7. ANNEXE 2 – ARRETE DU 28 JANVIER 2003</b> .....	<b>40</b>
<b>8. ANNEXE 3 – ARRETE DU 12 SEPTEMBRE 2008</b> .....	<b>43</b>
<b>9. ANNEXE 4 – METHODE D'EXCLUSION DES VALEURS ABERRANTES</b> .....	<b>45</b>
<b>10. ANNEXE 5 – NOUVELLES DROITES DE REGRESSION 2020</b> .....	<b>49</b>
1. À L'ATTERRISSAGE .....	49
2. AU DÉCOLLAGE .....	49
<b>11. ANNEXE 6 – SUBSTITUTIONS</b> .....	<b>51</b>
1. SUBSTITUTIONS TYPE COMPLET 2020 .....	51
2. SUBSTITUTIONS TYPE COURT 2020 .....	65
<b>12. ANNEXE 7 – CALCUL DES DROITES DE REGRESSION</b> .....	<b>70</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 se base sur les mesures de bruit et sur les corrélations entre mesures de bruit et trajectoires effectuées par le laboratoire acoustique du Groupe ADP.

Le ratio de mesures de bruit exploitables pour le calcul de l'IGMP 2020 est de 86,9% pour 220 523 mouvements.

La valeur de l'IGMP 2020 est de 32,9. La chute du trafic aérien due à la crise sanitaire COVID 19 explique la diminution de l'indicateur de 33,8 points par rapport à 2019. L'impact de la crise sur l'indicateur est cependant légèrement atténué par le fait que le trafic de nuit a été moins touché que le trafic de jour et de soirée.

L'indicateur spécifique de la période « *nuit* » a une valeur de 38,7 baissant de 30,9 points par rapport à 2019.

## 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 2020 calculation is based on noise measurements and correlations between noise levels and tracks delivered by Groupe ADP Laboratory.

In 2020, the ratio of reliable noise measurements is 86.9%, out of 220 523 movements.

IGMP 2020 value equals 32.9. The air traffic decrease due to COVID 19 explains the decrease in the indicator compared to 2019 (-33.8 points). The increase of the part of night movements tend to limit lowering the indicator.

The specific night period indicator decreases compared to 2019, reaching the value 38.7 (-30.9 points).

## 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 sont répartis en plusieurs catégories, selon qu'ils soient 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 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 (9 200 m 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 2020 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 2019. Toutefois, comme le groupe de travail l'avait préconisé, les données mesurées en 2020 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 réalisées en 2020

### 2.1. Nombre de mouvements enregistrés et mesurés

En 2020, le nombre total officiel de mouvements d'avions pris en compte pour le calcul de l'IGMP est de **220 523** (source NBA du 17 juin 2021). Le nombre total de mouvements détectés par Groupe ADP est de 220 671. L'écart de 148 mouvements avec le nombre total officiel est expliqué à la section 3.5 et pris en compte dans le calcul de l'indicateur.

On comptabilise :

- **191 584** couples de mesures de bruit d'avions et de trajectoires exploitables<sup>1</sup>. Cela correspond à un taux de mesures exploitables de 86,9% (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.

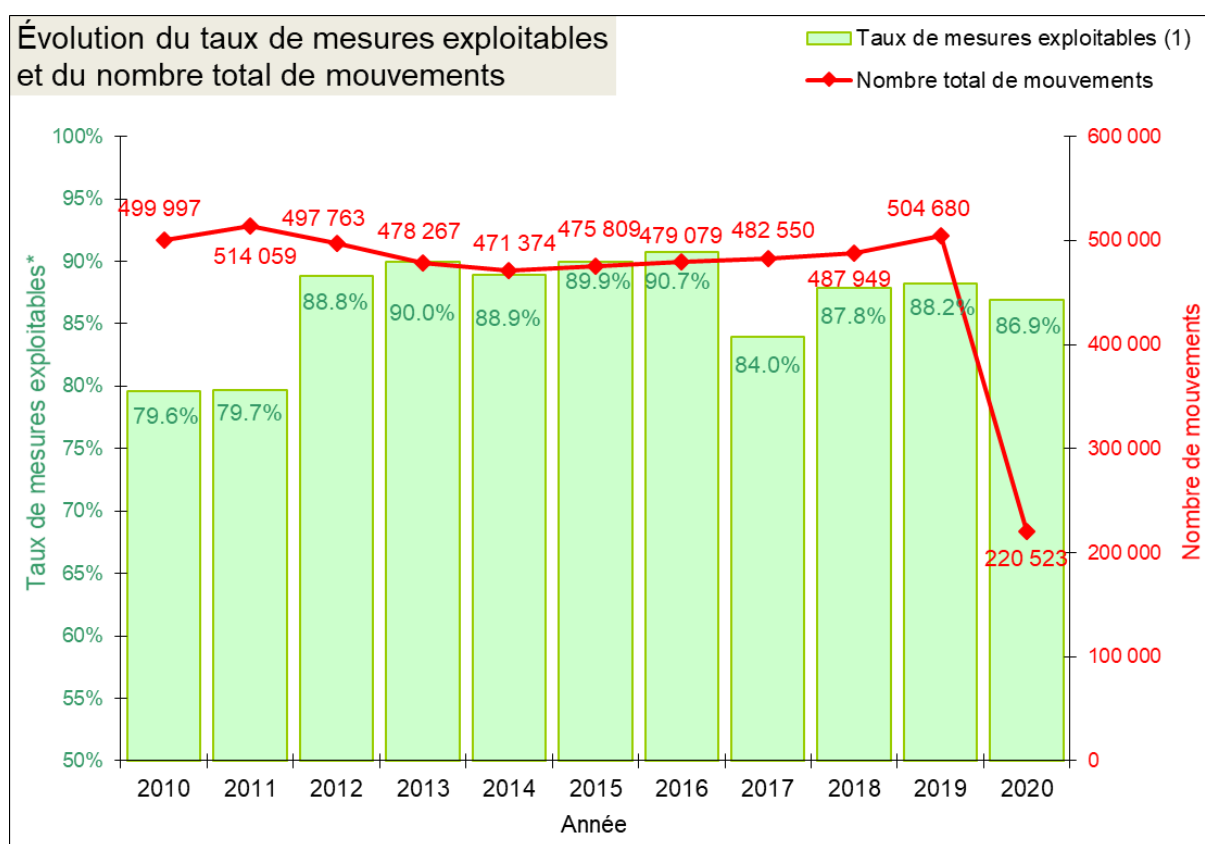


Figure 1

Parmi ces couples de mesures de bruit et trajectoires exploitables, la méthode d'exclusion des valeurs aberrantes (cf. annexe 4) a entraîné l'exclusion de 236 mesures de bruit (soit 0,1% des mesures exploitables). Ce sont donc 191 348 couples de mesures de bruit et trajectoires qui ont été validés et utilisés pour le calcul de l'IGMP 2020.

<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 mesure « 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



- **29 087** couples de mesures de bruit et trajectoires non exploitables pour les raisons suivantes :
  - Les critères de détection (durée minimum, niveau minimum, pourcentage de reconnaissance spectrale minimum, présence de bruits parasites...) non respectés, dans 67% des cas,
  - La maintenance, la calibration ou le dysfonctionnement des stations de mesure de bruit, dans 18% 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 :

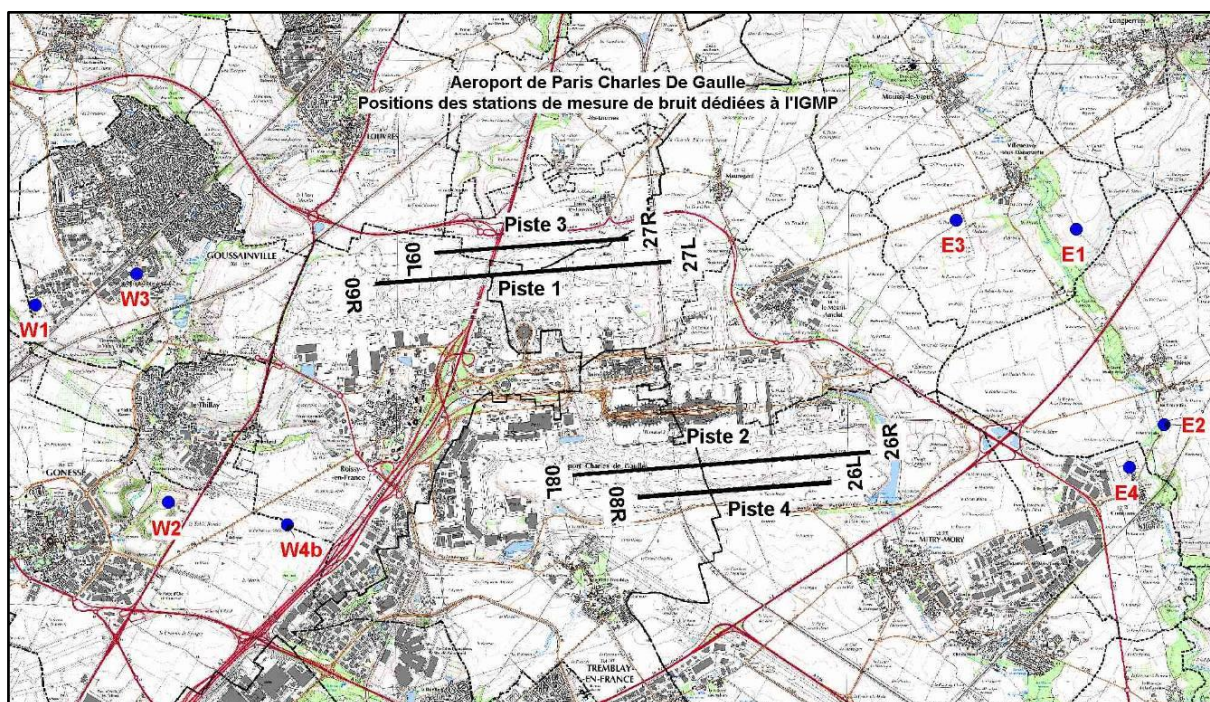


Figure 2

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**.

Station	Atterrissage (en mètres)	Décollage (en mètres)
E1	6 892	9 592
E2	5 269	7 984
E3	5 169	
E4	4 712	
W1	5 338	8 638
W2	6 295	9 610
W3	4 736	
W4b	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 W4b à l'ouest, mesurent uniquement les atterrissages.

Les stations E1 et E2 à l'est et W1 et W2 à l'ouest mesurent quant à elles principalement les décollages.

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 2020. Les données présentées sont calculées à partir des mouvements détectés par Groupe ADP (cf. section 2.1), après exclusion des valeurs aberrantes.

Répartition des mouvements par station pour l'année 2020

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	11 811	13 860	1 621	1 958
E2 Thieux	12/07/2005	15 632	16 682	2 841	3 294
E3 Villeneuve-Sous-Dammartin	27/02/2008			- 20 338 -	23 632
E4 Compans	01/07/2003 déplacée de 100m env. le 12/05/2006			- 46 330 -	50 377
W1 Goussainville	03/06/2005	26 539	30 905	2 538	3 020
W2 Gonesse	16/04/2007	39 436	48 508	675	895
W3 Goussainville	12/05/2005			- 10 170 -	11 811
W4 Gonesse	12/01/2012			- 13 417 -	14 577
Vols sans QFU	12/01/2012		453	-	699 -
Total		93 418	110 408	97 930	110 263

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 2020 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 191 348 mouvements, soit 86,8 % 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 (177 301 mouvements, soit 92,7% des niveaux de bruit mesurés et validés), 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 7,3% niveaux de bruit mesurés validés restants (14 047 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 listes de substitution utilisées pour l'IGMP 2020 sont fournies 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 29 323 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 2020 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	110 263	110 408	220 671
Officiels	110 248	110 275	220 523
<b>Différence</b> (officiel-déTECTÉS)	-15	-133	-148

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 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,  $W_{a,2020}$ , et pour le décollage,  $W_{d,2020}$  sont calculées d'après les expressions suivantes :

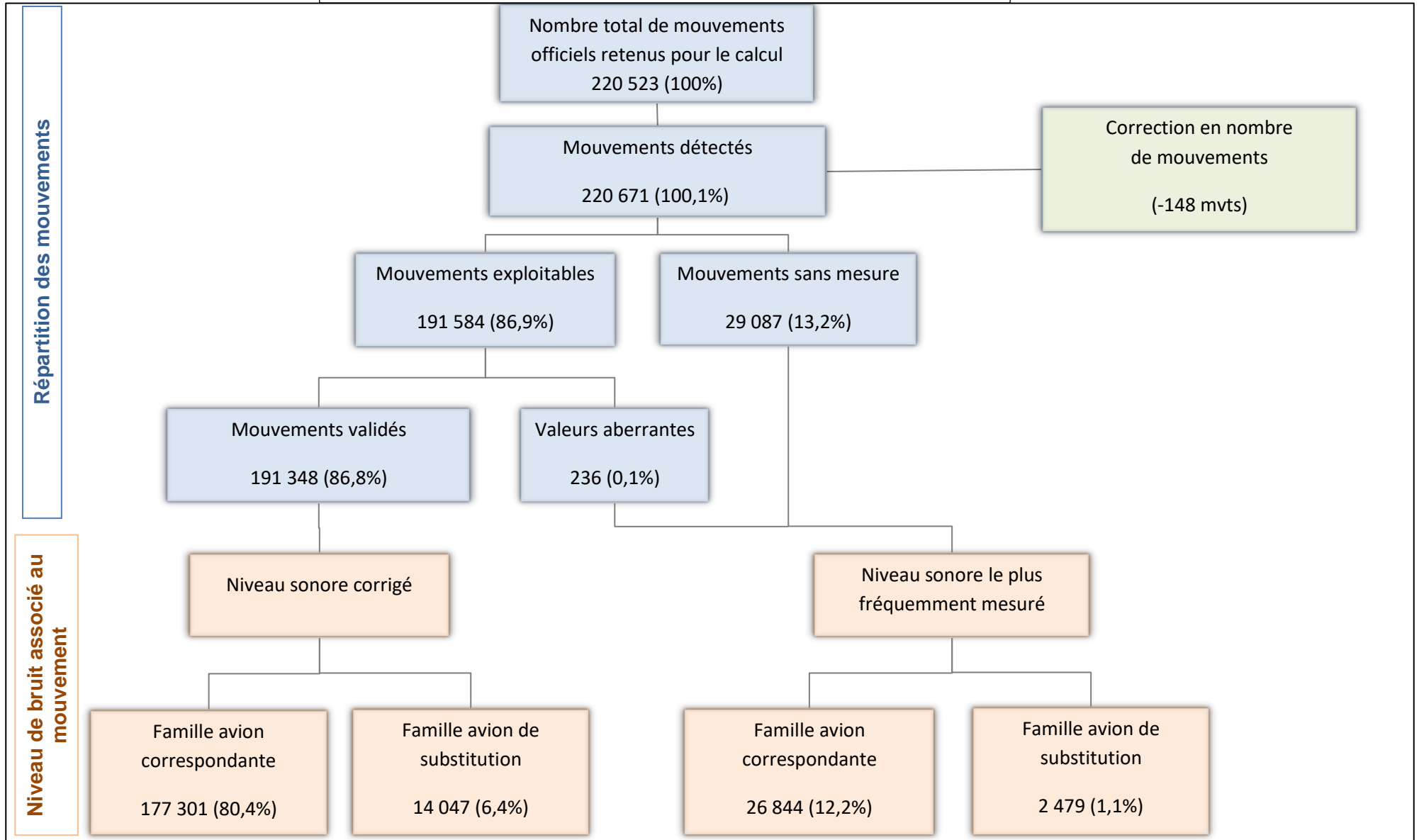
$$W_{a,2020} = W_{a,2020} \text{ détecté} * C_{a,2020}$$

$$W_{d,2020} = W_{d,2020} \text{ détecté} * C_{d,2020}$$

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

Le traitement de l'ensemble des mouvements de l'année 2020 et des niveaux de bruit associés peut être schématisé comme suit :

Schéma de traitement des mouvements et niveaux de bruit associés



## 4. Résultats 2020

### 4.1. Valeur de l'indicateur

La valeur de l'IGMP 2020 s'élève à : **32,9**.

### 4.2. Valeurs des énergies sonores pondérées

Les Tableau 4 et Tableau 5 donnent le résultat du calcul des énergies sonores pondérées 2020 en comparaison aux énergies de référence, pour les atterrissages d'une part et les décollages d'autre part.

ATTERRISSAGE	Energie 2020 (Wa,2020)	Energie de référence (Wa,0)
Jour (6h-18h)	0,48.10 <sup>13</sup>	1,44.10 <sup>13</sup>
Soirée (18h-22h)	0,47.10 <sup>13</sup>	1,33.10 <sup>13</sup>
Nuit (22h-6h)	1,46.10 <sup>13</sup>	3,08.10 <sup>13</sup>
Global	<b>2,41.10<sup>13</sup></b>	<b>5,85.10<sup>13</sup></b>

Tableau 4

DÉCOLLAGE	Energie 2020 (Wd,2020)	Energie de référence (Wd,0)
Jour (6h-18h)	0,16.10 <sup>13</sup>	0,73.10 <sup>13</sup>
Soirée (18h-22h)	0,14.10 <sup>13</sup>	0,82.10 <sup>13</sup>
Nuit (22h-6h)	0,44.10 <sup>13</sup>	1,46.10 <sup>13</sup>
Global	<b>0,74.10<sup>13</sup></b>	<b>3,01.10<sup>13</sup></b>

Tableau 5

## 5. Analyse des résultats

### 5.1. Evolution de l'IGMP 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 2020 baisse de 33,8 points par rapport à 2019. L'énergie sonore pondérée baisse de 48% à l'atterrissage et de 55% au décollage.

La Figure 4 présente l'évolution sur une décennie des énergies pondérées de décollage et d'atterrissage par rapport aux énergies de référence. En 2020, l'énergie pondérée au décollage est égale à 24,6% de l'énergie de référence au décollage et l'énergie pondérée à l'atterrissage est égale à 41,3% de l'énergie de référence à l'atterrissage.

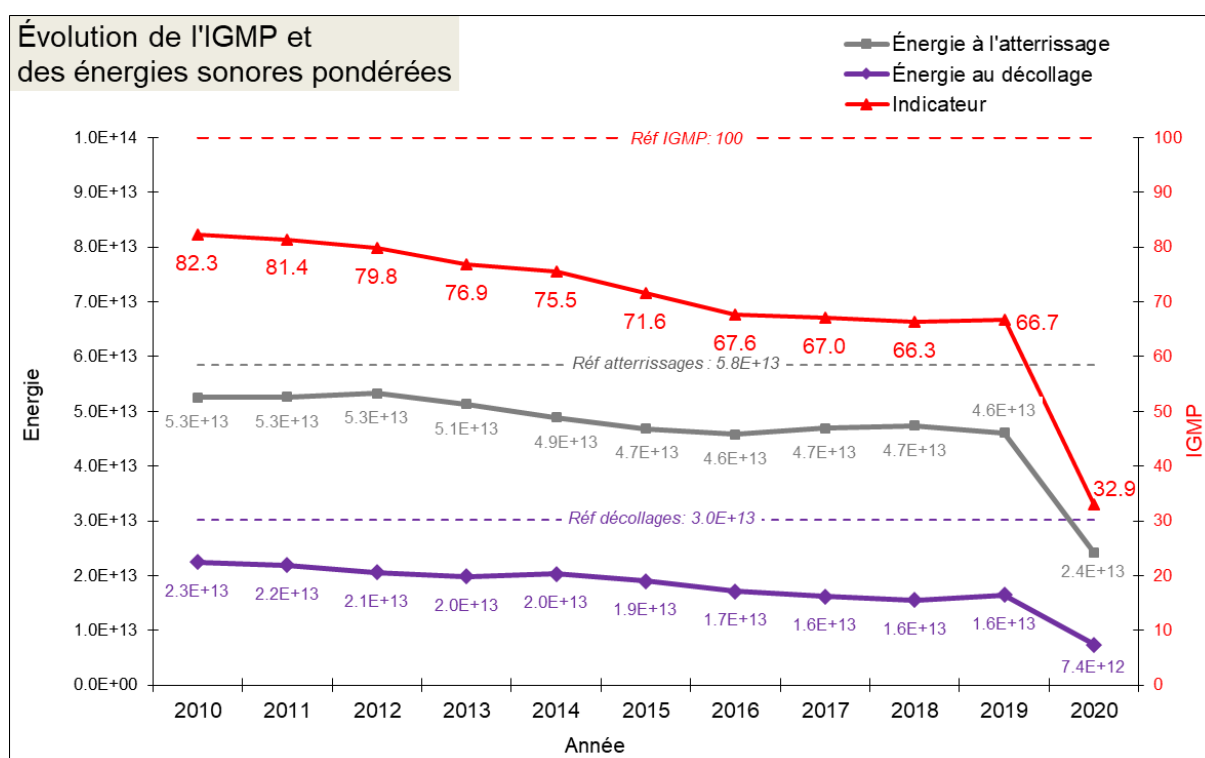


Figure 3



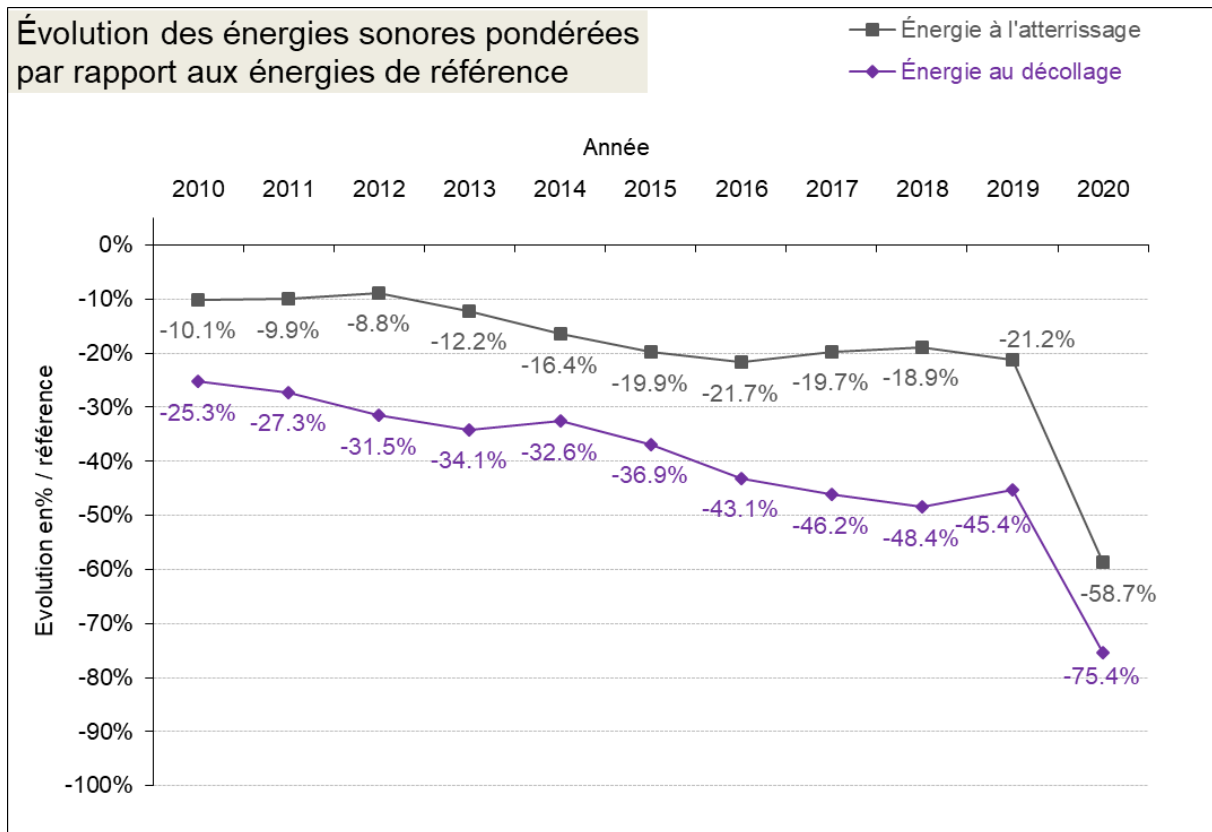


Figure 4

## 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 (ou marges acoustiques cumulées) 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 acoustique cumulée 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 acoustique cumulée 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, les avions de marge supérieure à 13 EPNdB représentent 89,5% des mouvements de 2020 (soit +1,9 points par rapport à 2019).

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	Total
2010	73	5 025	107 921	386 978	499 997
2011	253	2 613	111 937	399 256	514 059
2012	70	2 170	100 427	395 096	497 763
2013	94	1 517	91 260	385 396	478 267
2014	99	1 009	86 239	384 027	471 374
2015	552	425	79 847	394 985	475 809
2016	65	306	64 216	414 492	479 079
2017	29	366	65 617	416 538	482 550
2018	26	406	63 187	424 330	487 949
2019	73	668	62 021	441 918	504 680
2020	16	68	22 635	196 648	219 614

Tableau 6

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

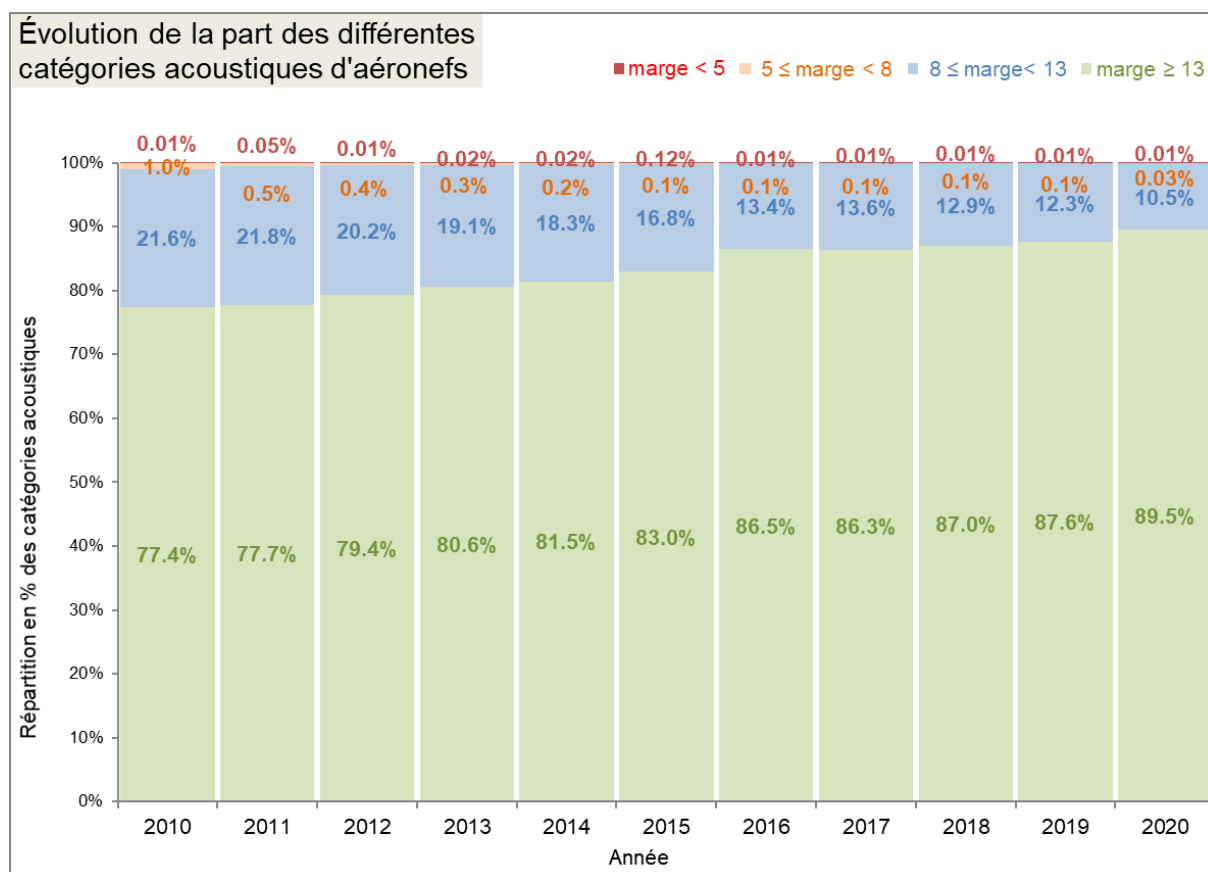


Figure 5

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

La répartition détaillée par catégorie acoustique des départs et atterrissages 2020 est fournie

respectivement par les figures 6 et 7. Le niveau sonore moyen correspond à la moyenne énergétique des mesures de bruit non pondérées ramenées à la distance de référence.

Pour les décollages :

- La part de mouvements (intitulé « *part (mvt)* ») des appareils de marge supérieure à 13 EPNdB est en augmentation sur les trois périodes de la journée, par rapport à 2019. Leur participation en termes d'énergie sonore (intitulé « *part (w)* ») reste stable ;
- La part des mouvements d'avions de marge comprise entre 8 et 13 EPNdB est en diminution sur les trois périodes de la journée, par rapport à 2019. La part d'énergie sonore correspondant à ces mouvements est stable sur les périodes *jour* (6h-18h) et *soir* (18h-22h) et en augmentation sur la période *nuit* (22h-6h).

Le niveau de bruit moyen (intitulé « *Lmoyen* ») est calculé à partir de l'énergie sonore émise après correction de distance.

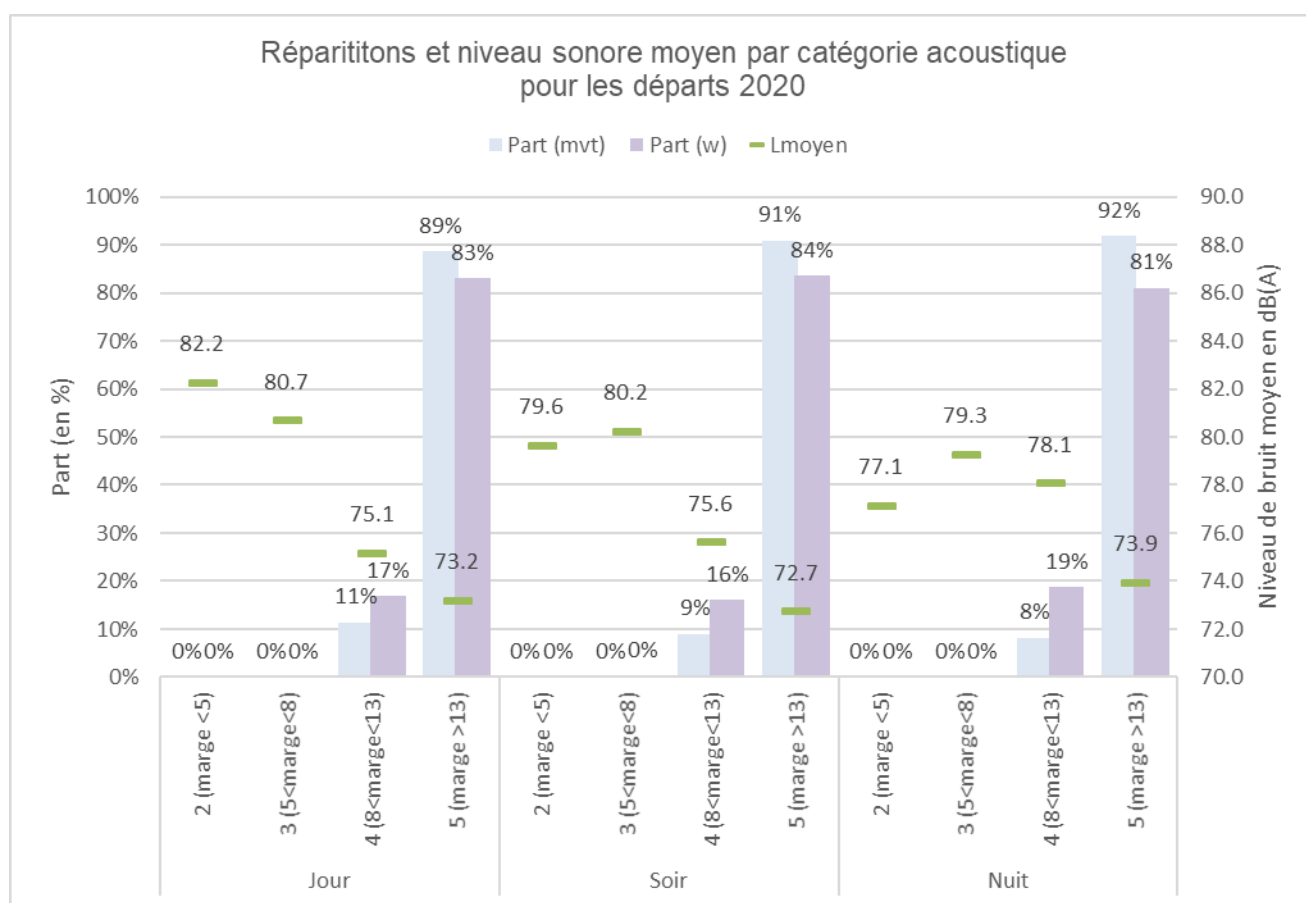


Figure 6

Evolution de la répartition par catégorie acoustique (départs)							
Période	Groupe acoustique (*)	Part mvts		Part (W)		Lmoyen	
		2019	2020	2019	2020	2019	2020
Jour	2 (marge <5)	0%	0%	0%	0%	77.8	82.2
	3 (5<marge<8)	0%	0%	0%	0%	77.4	80.7
	4 (8<marge<13)	13%	11%	17%	17%	75.5	75.1
	5 (marge >13)	87%	89%	83%	83%	74.1	73.2
Soir	2 (marge <5)	0%	0%	0%	0%	78.8	79.6
	3 (5<marge<8)	0%	0%	1%	0%	79.7	80.2
	4 (8<marge<13)	12%	9%	15%	16%	74.2	75.6
	5 (marge >13)	88%	91%	84%	84%	72.9	72.7
Nuit	2 (marge <5)	0%	0%	0%	0%	77.4	77.1
	3 (5<marge<8)	0%	0%	1%	0%	79.4	79.3
	4 (8<marge<13)	11%	8%	17%	19%	76.6	78.1
	5 (marge >13)	89%	92%	82%	81%	74.3	73.9
(*) cf annexe 3							

Tableau 7

Pour les atterrissages 2020 :

- La part des mouvements d'avions de marge supérieure à 13 EPNdB est en augmentation sur les périodes *jour* et *soirée* et diminue légèrement sur la période *nuit* par rapport à 2019. Leurs participations en termes d'énergie sonore suivent les mêmes évolutions ;
- La part des mouvements d'avions de marge comprise entre 8 et 13 EPNdB est en diminution sur les périodes *jour* et *soirée* et augmente légèrement sur la période *nuit* par rapport à 2019. Leurs participations en termes d'énergie sonore suivent les mêmes évolutions ;

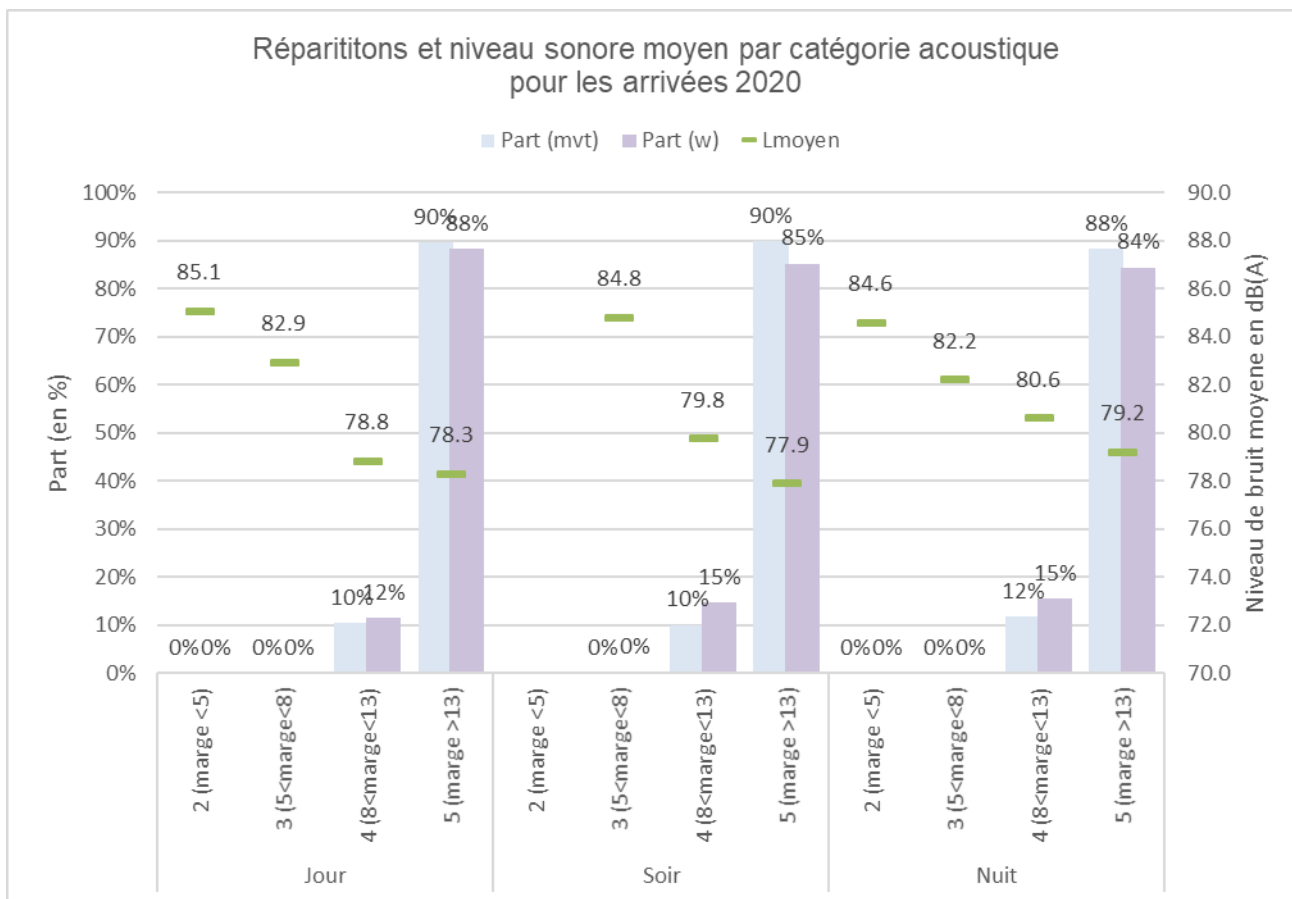


Figure 7

Evolution de la répartition par catégorie acoustique (arrivées)							
Période	Groupe	Part mvts		Part (W)		Lmoyen	
		2019	2020	2019	2020	2019	2020
Jour	2 (marge <5)	0%	0%	0%	0%	82.4	85.1
	3 (5 < marge < 8)	0%	0%	0%	0%	82.2	82.9
	4 (8 < marge < 13)	12%	10%	13%	12%	78.5	78.8
	5 (marge > 13)	88%	90%	87%	88%	78.1	78.3
Soir	2 (marge <5)	0%	0%	0%	0%	83.9	
	3 (5 < marge < 8)	0%	0%	1%	0%	83.0	84.8
	4 (8 < marge < 13)	13%	10%	17%	15%	78.6	79.8
	5 (marge > 13)	87%	90%	83%	85%	77.4	77.9
Nuit	2 (marge <5)	0%	0%	0%	0%	80.6	84.6
	3 (5 < marge < 8)	0%	0%	0%	0%	81.5	82.2
	4 (8 < marge < 13)	11%	12%	14%	15%	79.7	80.6
	5 (marge > 13)	89%	88%	86%	84%	78.6	79.2

Tableau 8

### 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).

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

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

D'après la Figure 8, le trafic a baissé de 56% entre 2019 et 2020. La baisse est davantage marquée sur les périodes *soirée* (-59% par rapport à 2019) et *jour* (-57% par rapport à 2019) que sur la période *nuit* (-48% par rapport à 2019). Ceci a pour conséquence d'augmenter la part des mouvements de nuit par rapport aux autres mouvements de la journée, comme le montre la Figure 9.

Les Figure 10, Figure 11, Figure 12 et Figure 13 montrent l'évolution du nombre et de la répartition des décollages et des atterrissages selon la période de la journée. Pour les décollages comme pour les atterrissages, la baisse est plus marquée sur les périodes *jour* et *soir* que sur la période *nuit*.

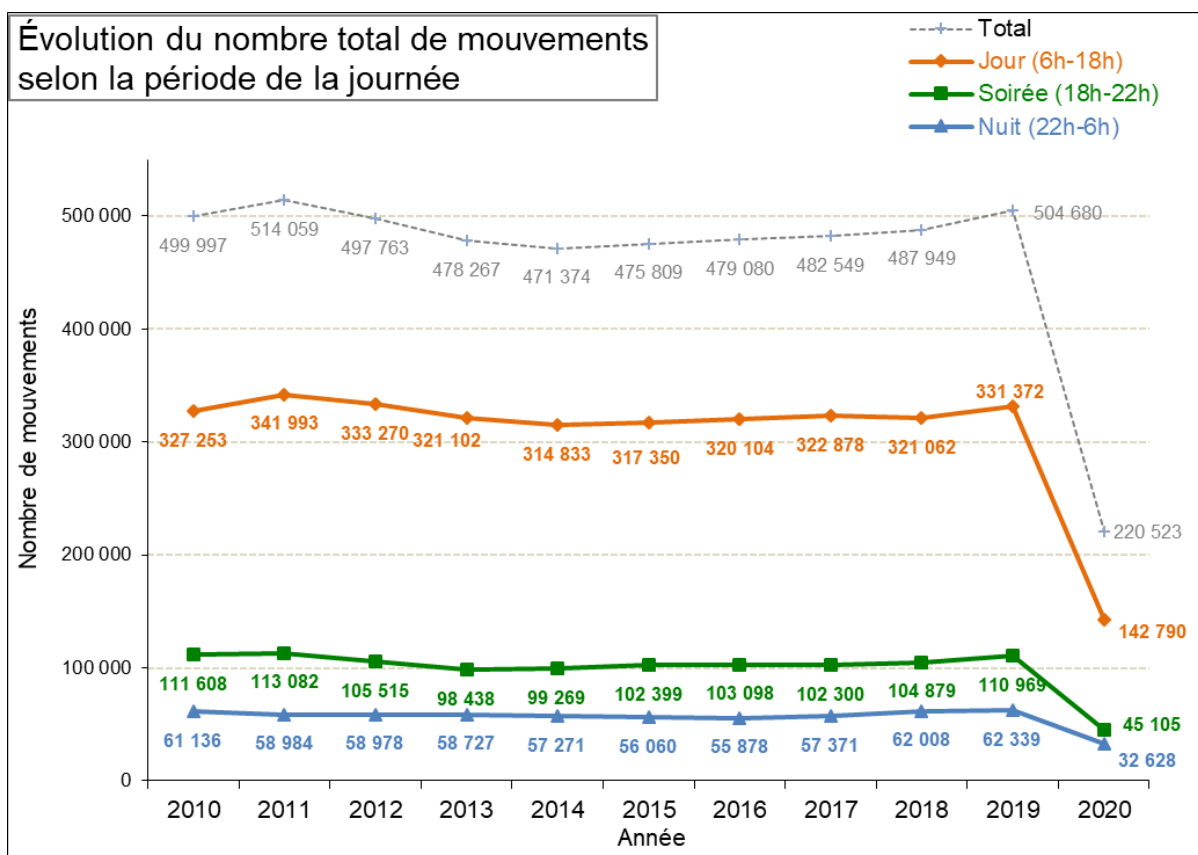


Figure 8

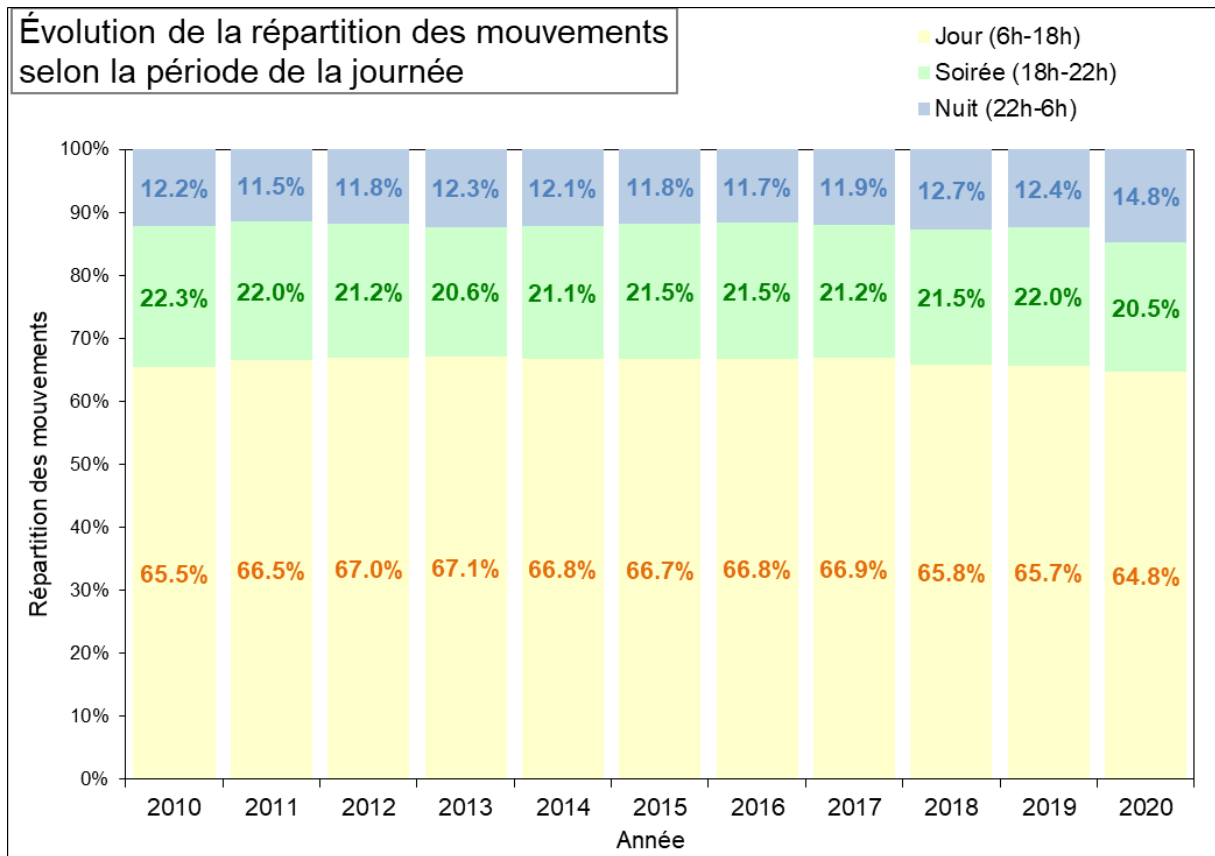


Figure 9

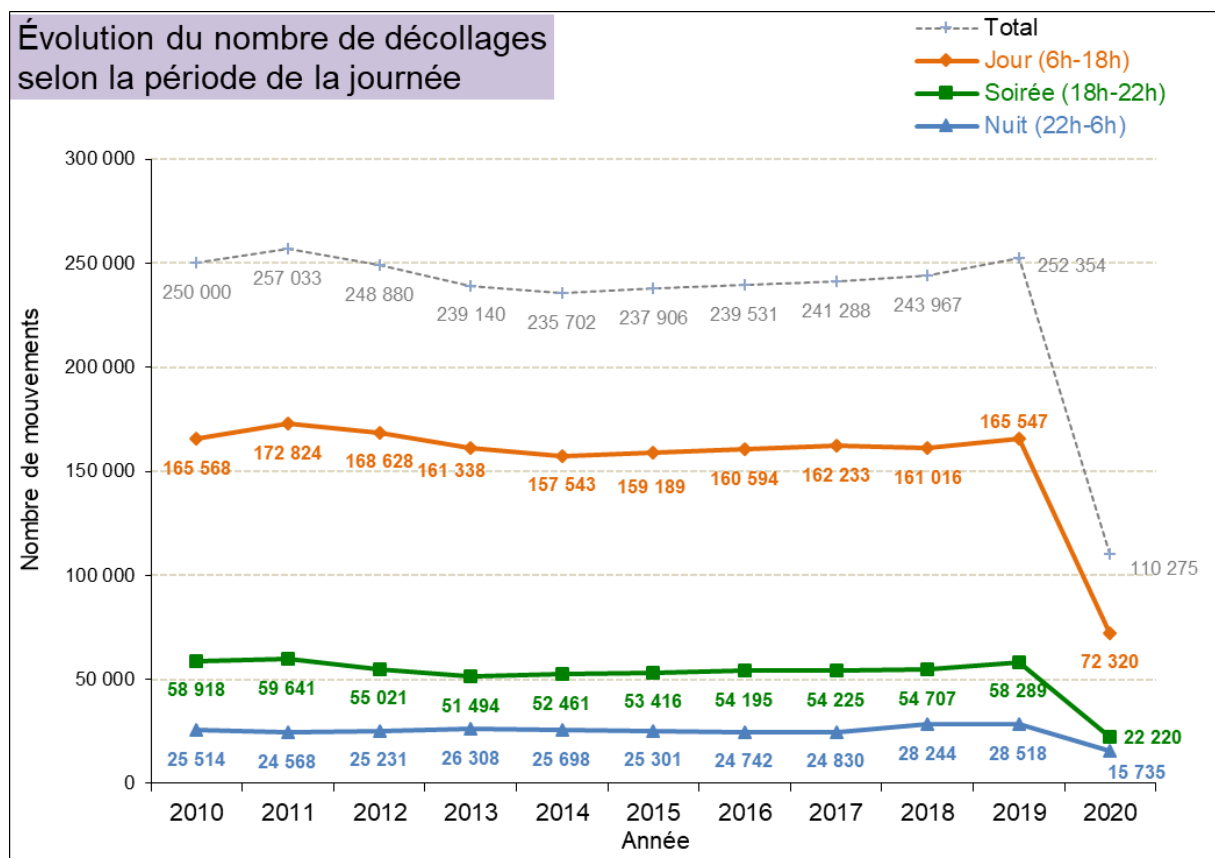


Figure 10

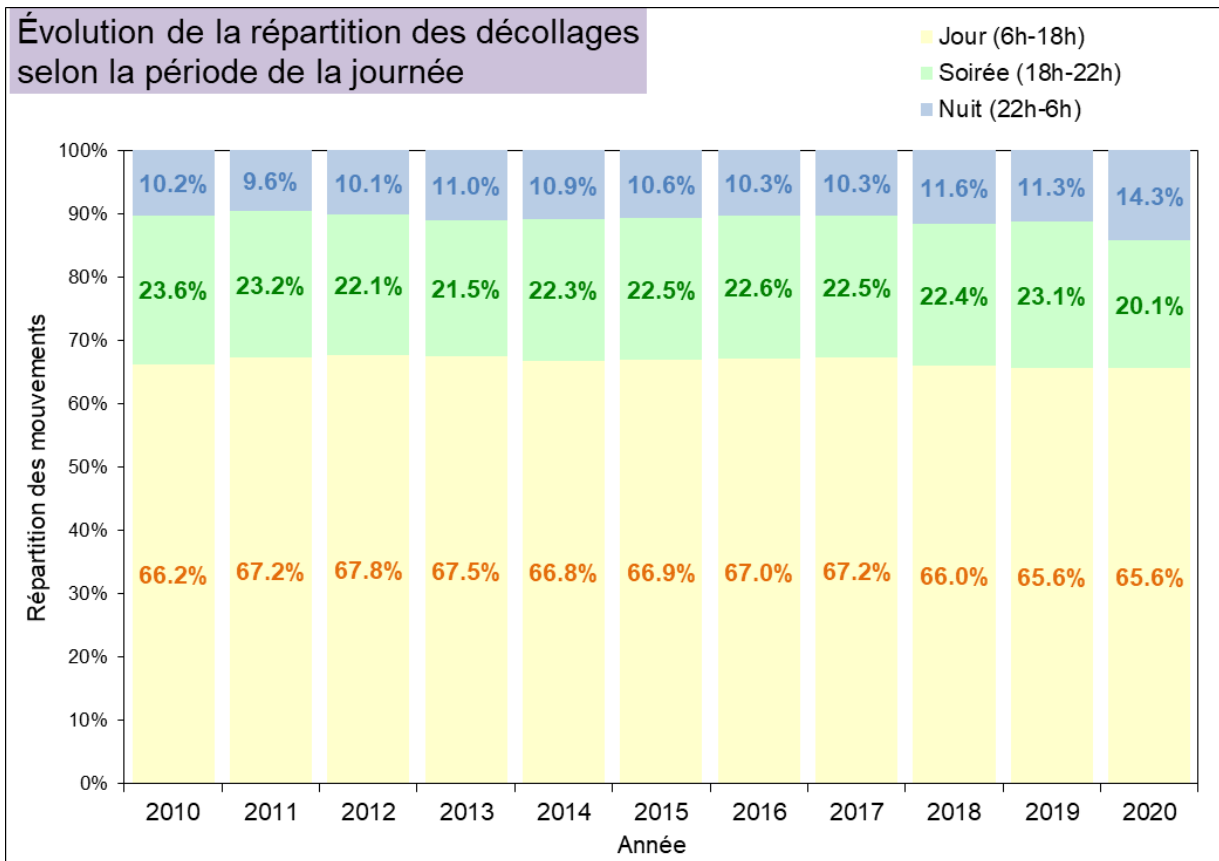


Figure 11

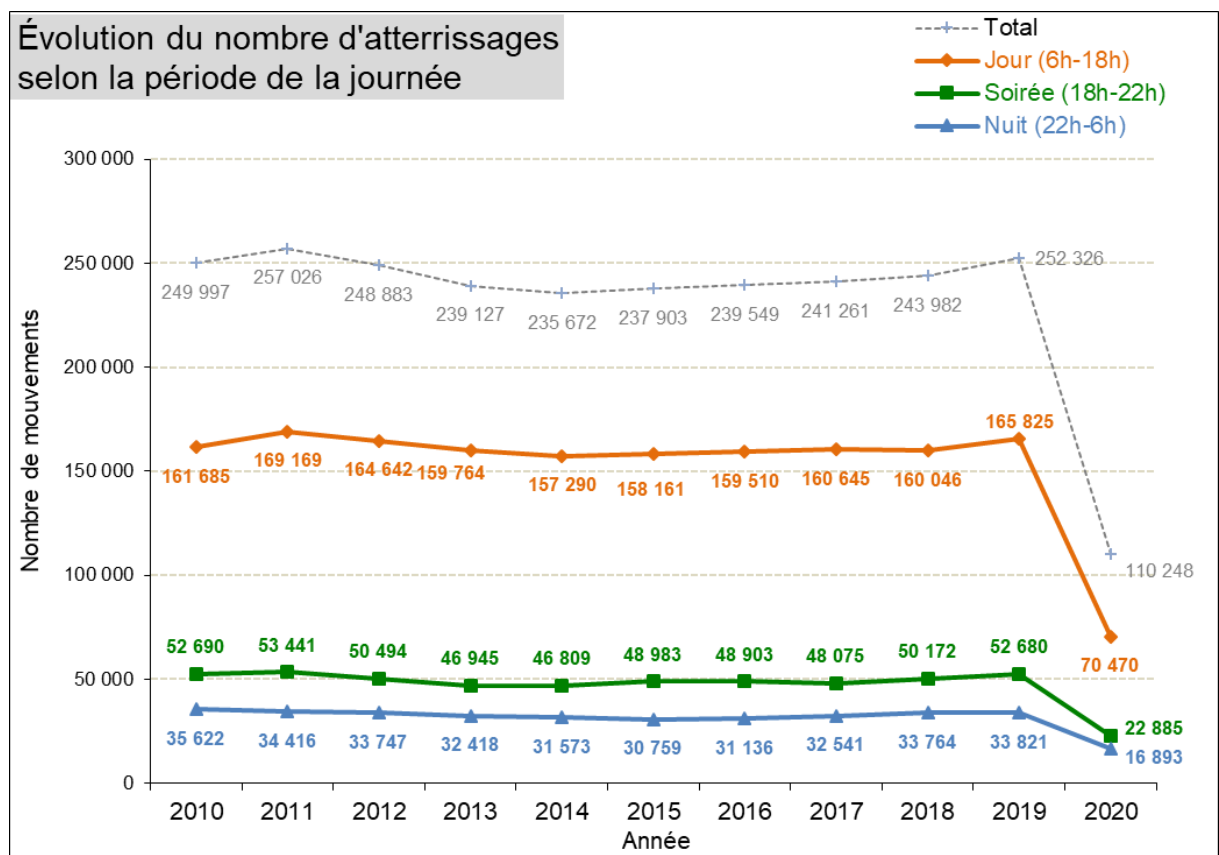


Figure 12



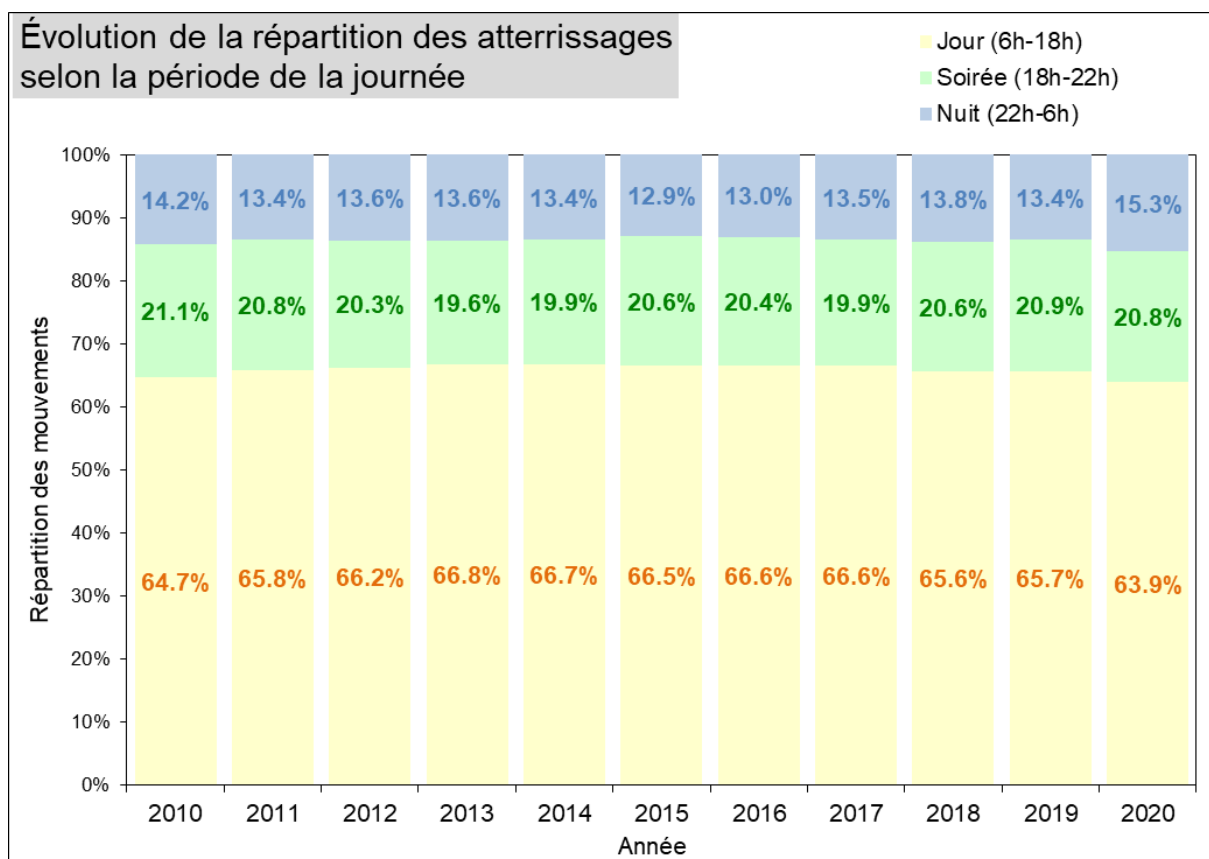


Figure 13

### 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 14 montre que, par rapport à 2019, l'énergie sonore totale pondérée baisse de 50%, une baisse plus marquée sur la période *jour* (-58%) que sur la période *soirée* (-54%) et la période *nuit* (-44%).

Ainsi, la part de l'énergie sonore totale pondérée de la période *nuit* atteint 60% contre 54 % en 2019 (Figure 15).

Les Figure 16, Figure 17, Figure 18 et Figure 19 montrent l'évolution de l'énergie sonore pondérée des décollages et des atterrissages selon la période de la journée.

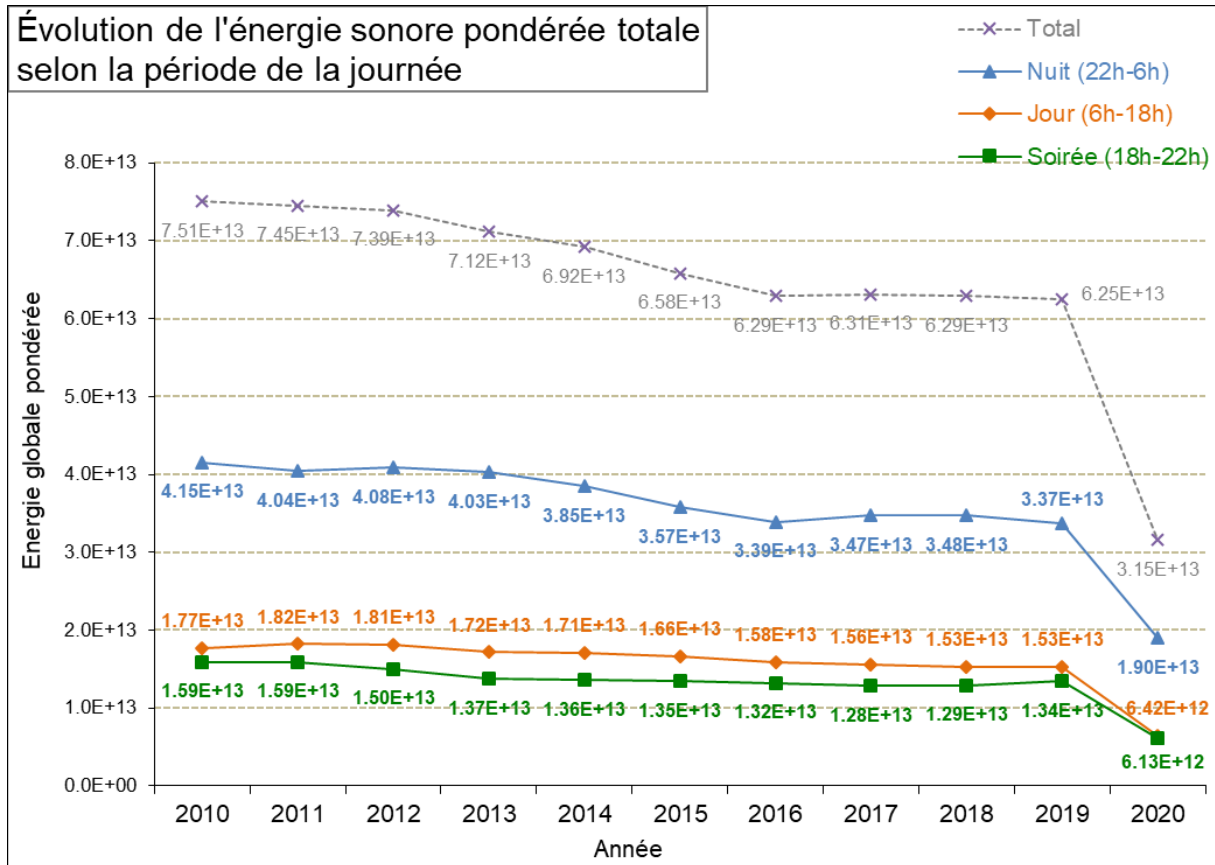


Figure 14

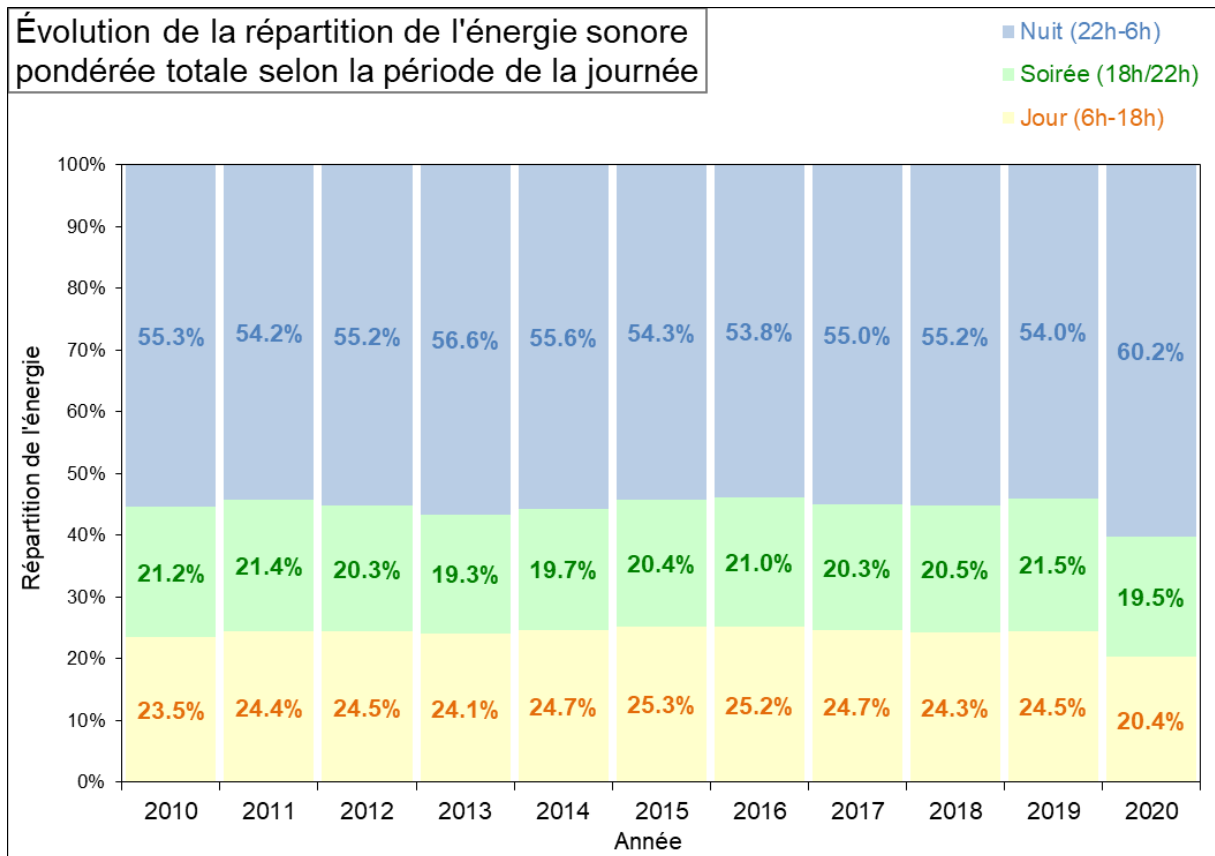


Figure 15

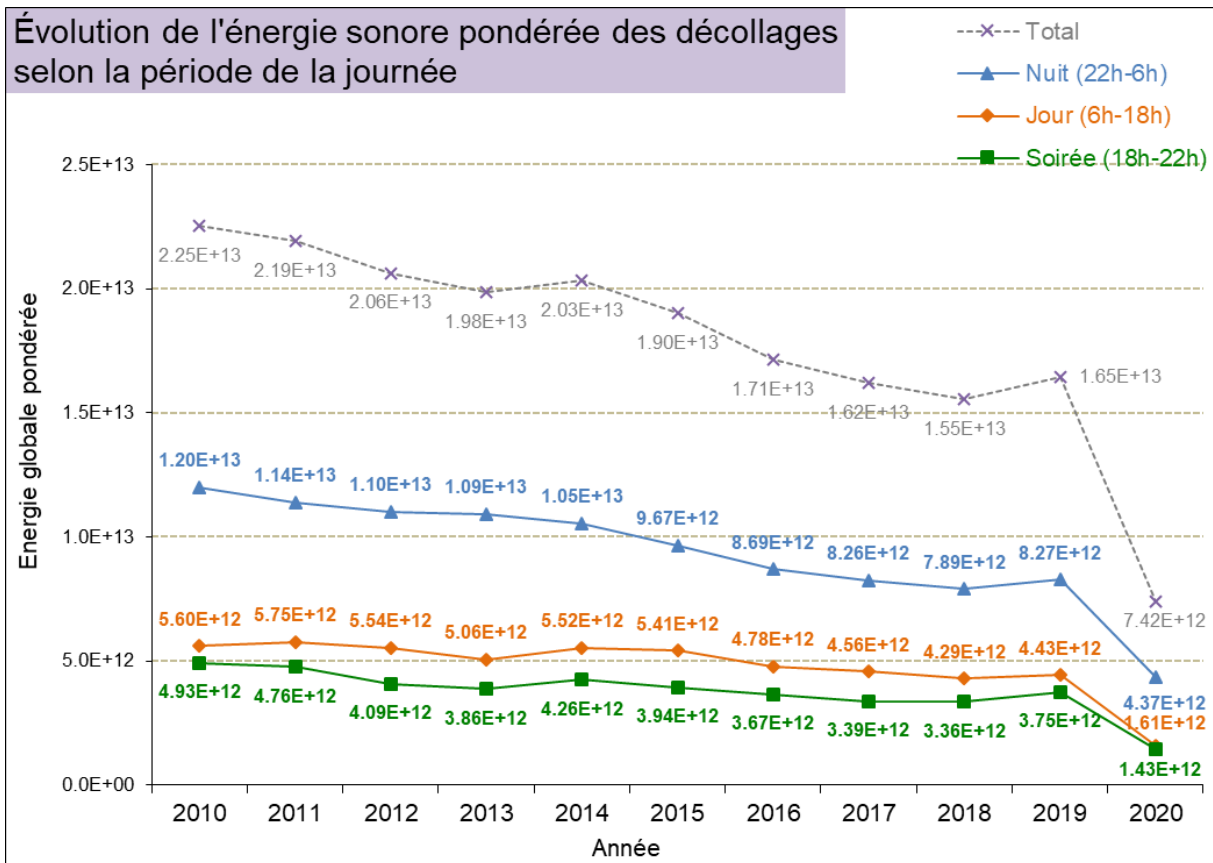


Figure 16

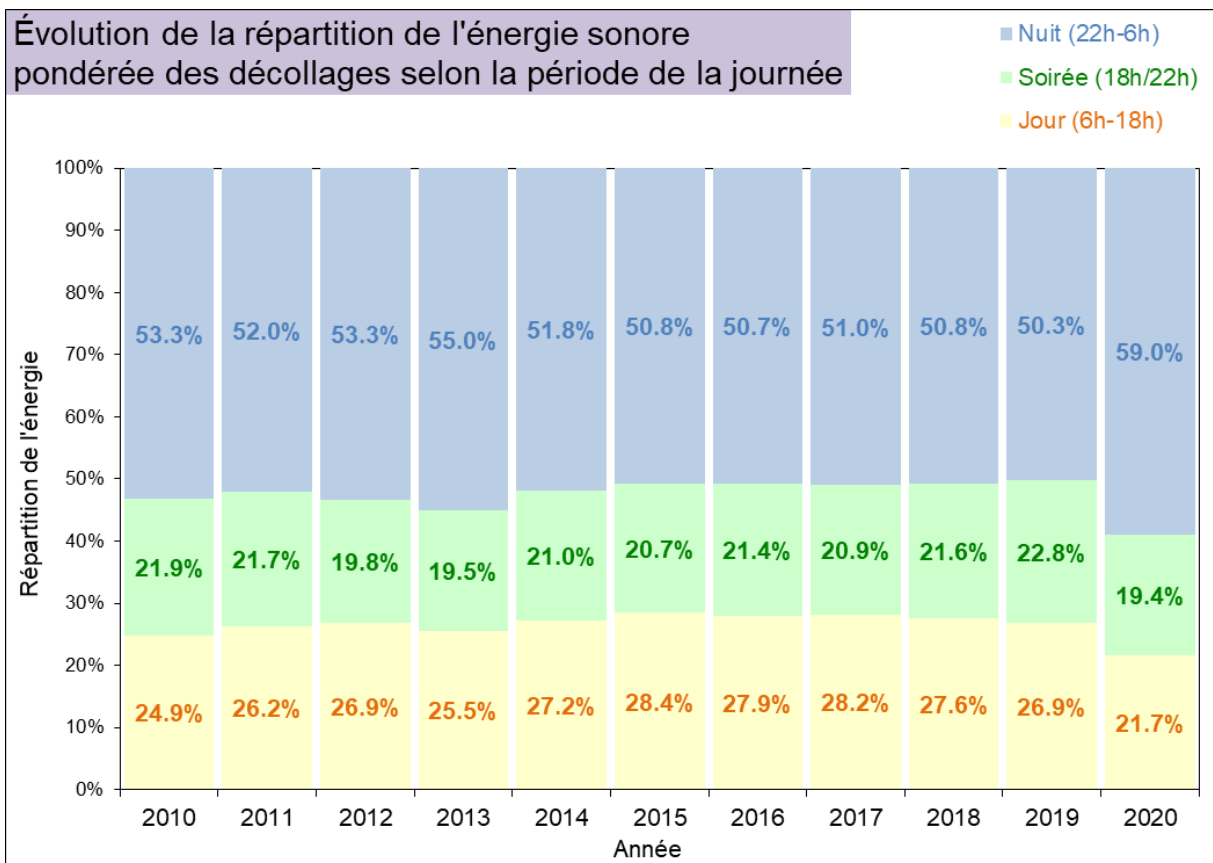


Figure 17

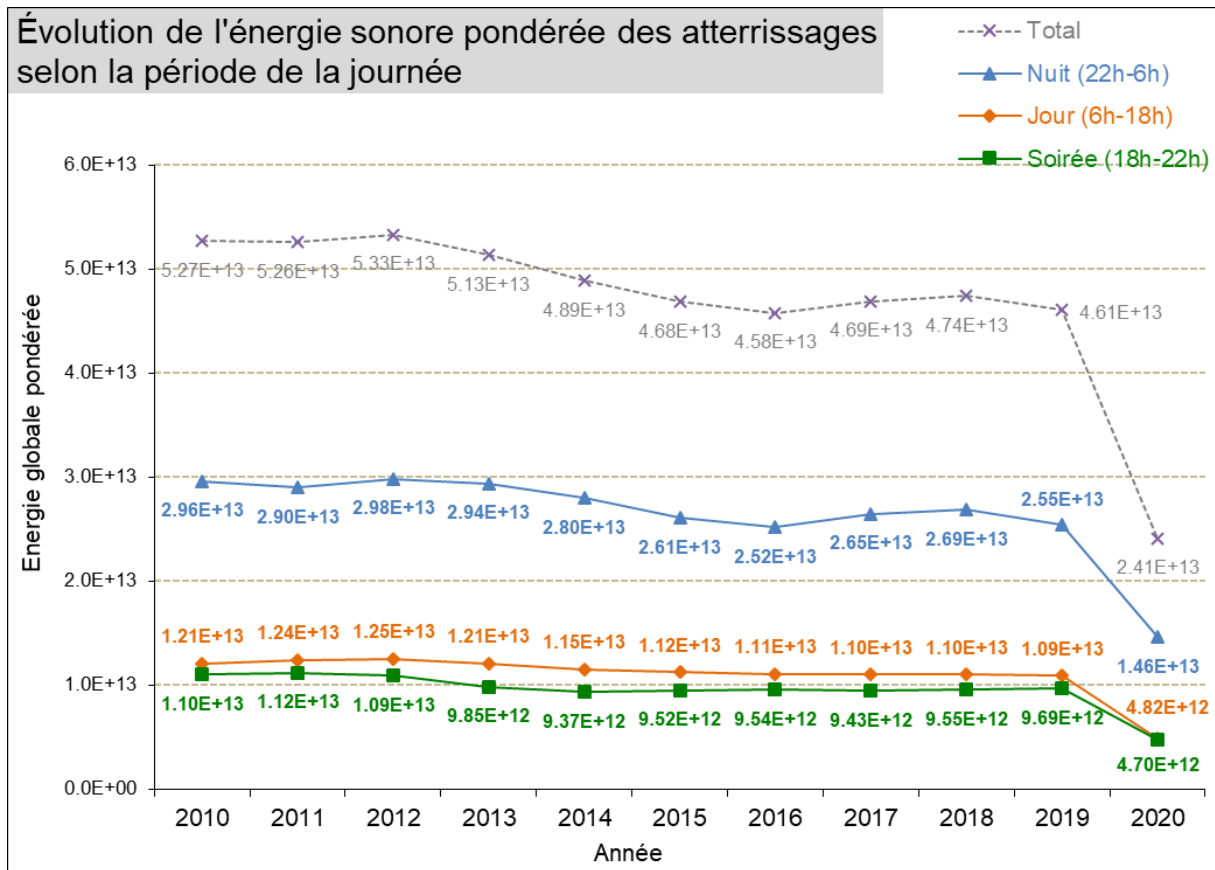


Figure 18

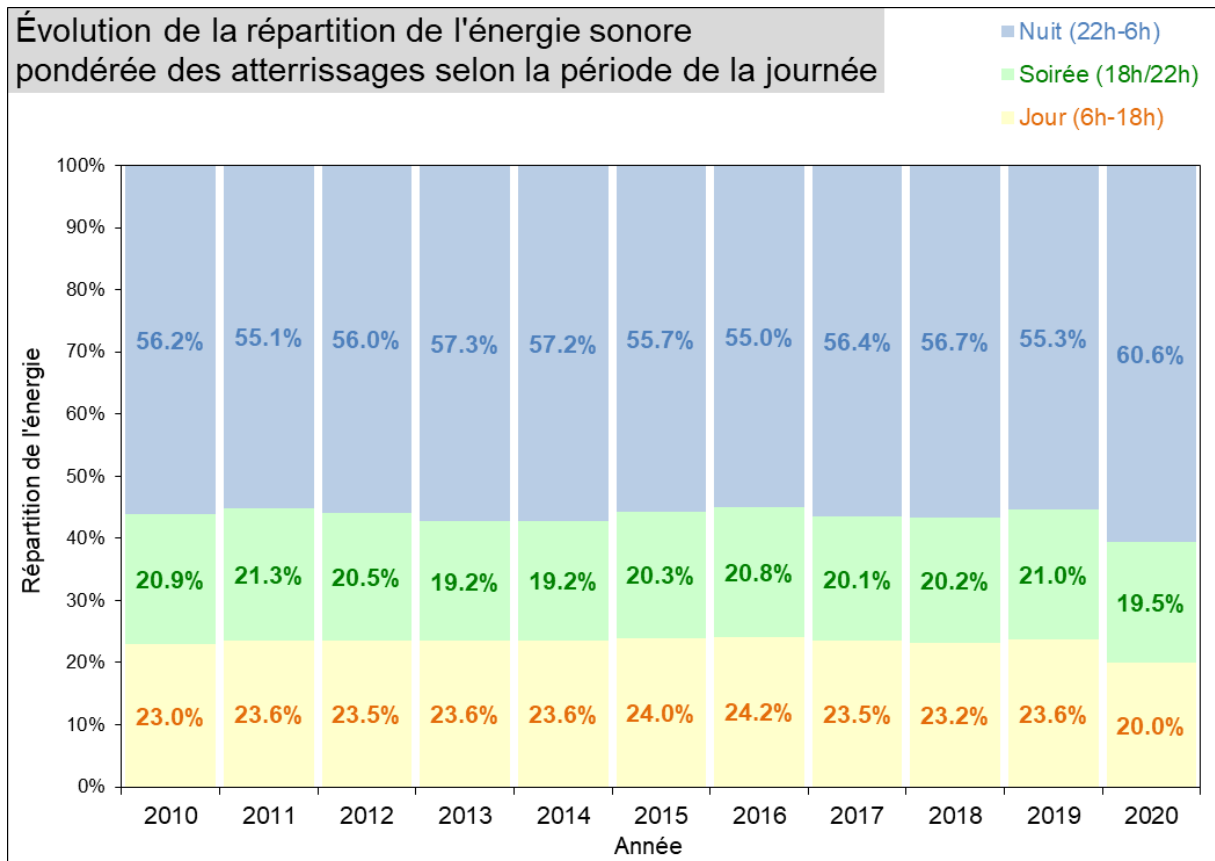


Figure 19

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

En 2020, pour les atterrissages, l'énergie sonore moyenne non pondérée augmente sur les trois périodes par rapport à 2019 (Figure 20)

Pour les décollages, l'énergie sonore moyenne non pondérée baisse sur les périodes *jour* et *nuit* et reste stable sur la période *soirée* (Figure 21).

On remarque également 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, en raison de la moindre diminution du trafic de nuit (fret). En complément, ceci peut s'expliquer également par le fait que les avions utilisés la nuit (fret) sont de masse et/ou de taille supérieure(s) mais aussi de génération antérieure à ceux utilisés le jour et en soirée.

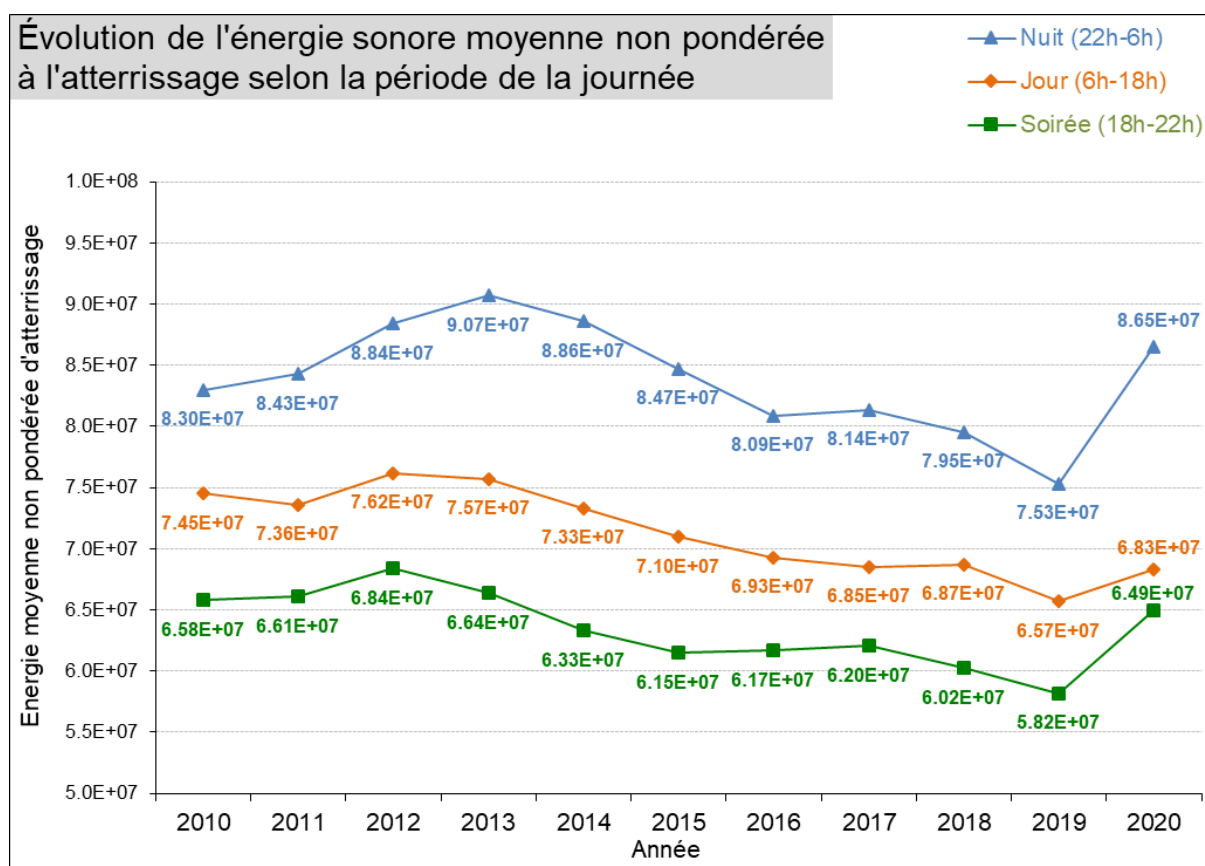


Figure 20

En 2020, on constate une évolution de la typologie de la flotte parmi les 10 avions les plus contributeurs à l'énergie sonore d'atterrissage (cf. tableaux 9, 10, 11). Globalement, malgré la baisse du trafic pour tous les avions, il y a une présence comparativement plus marquée d'appareils plus gros et plus bruyants de type B777, ce qui a pour effet d'augmenter l'énergie sonore moyenne pour chacune des périodes de la journée.

## Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

Classement des 10 plus gros contributeurs à l'énergie sonore des atterrissages de jour											
2019						2020					
type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen	type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen
1 Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115BL	5A	8650	11.3%	81.5	1 Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115BL	5A	5339	14.9%	81.3
2 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3	5A	14107	7.7%	77.8	2 Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B5/P	5A	7116	7.6%	77.1
3 Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B5/P	5A	13293	6.4%	77.2	3 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3	5A	5489	7.0%	77.9
4 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3 PIP	5A	10931	5.5%	77.4	4 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3 PIP	5A	4300	4.9%	77.4
5 Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B8/P	5A	9039	4.1%	76.9	5 Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B8/P	5A	4092	4.1%	76.9
6 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/P	5A	7443	4.0%	77.7	6 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/P	5A	2839	3.5%	77.7
7 Airbus A380-860 (EA)	GP7270	5A	3984	3.5%	79.7	7 Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-110B1L	5A	1324	3.1%	80.6
8 Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A3	4	2640	2.5%	80.2	8 Airbus A350-900 (RR)	TRENT XWB-84	5A	2019	2.5%	77.7
9 Boeing 777-200ER (GE)	GE90-94B	5A	2922	2.4%	79.6	9 Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A3	4	1024	2.3%	80.3
10 Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B5/3	5A	3729	1.7%	77.1	10 Boeing 787-9 (GE)	GENX-1B74/75 PIP II	5A	1562	2.0%	77.9

**Tableau 9**

Classement des 10 plus gros contributeurs à l'énergie sonore des atterrissages de soirée											
2019						2020					
type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen	type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen
1 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3	5A	5199	10%	82.6	1 Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B5/P	5A	2915	10%	82.0
2 Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B5/P	5A	5110	8%	82.0	2 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3	5A	2214	9%	82.7
3 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3 PIP	5A	4288	7%	82.2	3 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3 PIP	5A	1910	7%	82.3
4 Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B8/P	5A	3220	5%	81.7	4 Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-110B1L	5A	1005	7%	85.1
5 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/P	5A	2543	5%	82.7	5 Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115BL	5A	812	7%	86.0
6 Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115BL	5A	1079	5%	86.1	6 Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B8/P	5A	1470	5%	81.6
7 Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B5/3	5A	1589	3%	81.9	7 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/P	5A	1009	4%	82.7
8 Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-110B1L	5A	784	2%	84.8	8 Embraer 190LR	CF34-10E5	5A	650	2%	82.0
9 Embraer 190LR	CF34-10E5	5A	1369	2%	81.7	9 Boeing (MDC) MD-11F(M)	CF6-80C2D1F	4	142	2%	88.6
10 Airbus A380-860 (EA)	GP7270	5A	665	2%	84.4	10 Embraer 190ST	CF34-10E5	5A	630	2%	81.9

**Tableau 10**

Classement des 10 plus gros contributeurs à l'énergie sonore des atterrissages de nuit											
2019						2020					
type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen	type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen
1 Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115BL	5A	2712	16%	91.7	1 Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115BL	5A	1548	15%	91.5
2 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3 PIP	5A	3380	7%	87.4	2 Boeing 737-400SF	CFM56-3C1	5A	1775	13%	90.3
3 Boeing 737-400SF	CFM56-3C1	5A	1553	6%	89.9	3 Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A3	4	808	6%	90.1
4 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3	5A	2324	5%	87.7	4 Boeing 757-200SF (RR)	RB211-535E4	5A	1426	5%	87.5
5 Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A3	4	1358	5%	90.0	5 Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-110B1L	5A	473	4%	90.6
6 Boeing 757-200SF (RR)	RB211 535E4	5A	1649	3%	87.3	6 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3 PIP	5A	954	4%	87.5
7 Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B5/P	5A	1417	3%	87.0	7 Boeing 767-300ERF Winglets (GE)	CF6-80C2B7F	5A	372	3%	90.8
8 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/P	5A	1126	3%	87.7	8 Boeing 767-300ERF (GE)	CF6-80C2B6F	5A	334	2%	90.2
9 ATR ATR 72-200F Bulk Freighter	PW124B	5A	1459	2%	85.4	9 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3	5A	559	2%	87.9
10 Airbus A380-860 (EA)	GP7270	5A	478	2%	90.0	10 ATR ATR 72-200F Bulk Freighter	PW124B	5A	993	2%	85.4

**Tableau 11**

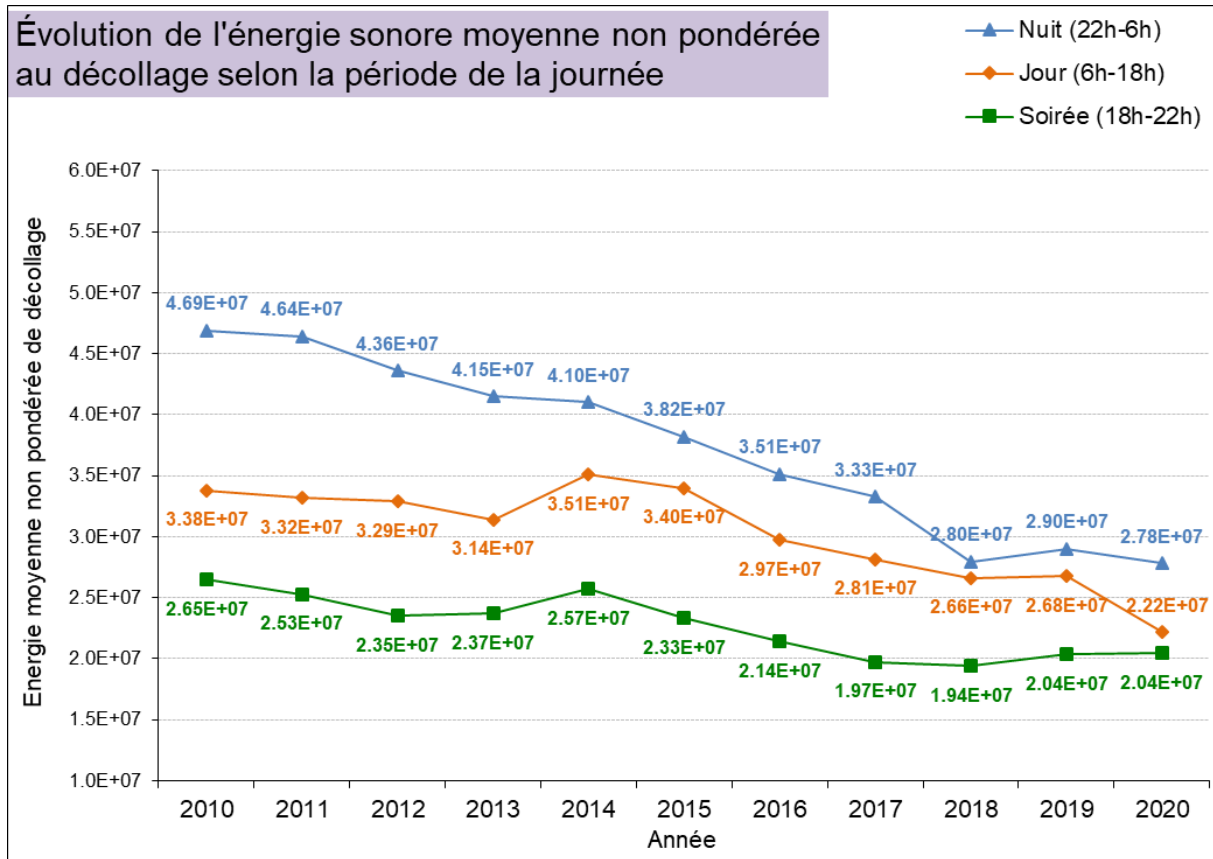


Figure 21

La typologie de la flotte des mouvements de décollage selon la période de la journée impacte directement les énergies moyennes. A titre d'exemple, les 10 principaux contributeurs à l'énergie de décollage sont donnés dans les tableaux 12, 13 et 14.

Classement des 10 plus gros contributeurs à l'énergie sonore des départs de jour											
2019						2020					
type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen	type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen
1 Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115BL	5A	8075	9.4%	77.1	1 Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115BL	5A	5058	13.9%	76.4
2 Airbus A380-860 (EA)	GP7270	5A	3618	8.4%	80.1	2 Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A3	4	1788	7.1%	78.0
3 Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A3	4	3798	5.7%	78.2	3 Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B5/P	5A	7870	5.9%	70.8
4 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3	5A	14653	5.2%	72.0	4 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3	5A	6001	5.3%	71.6
5 Airbus A340-310 (CFM)	CFM56-5C4	5A	1251	4.7%	82.2	5 Airbus A380-860 (EA)	GP7270	5A	656	4.2%	80.1
6 Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B5/P	5A	13495	4.2%	71.3	6 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3 PIP	5A	5099	4.0%	71.0
7 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3 PIP	5A	12798	3.8%	71.2	7 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/P	5A	3106	2.8%	71.5
8 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/P	5A	7807	2.8%	72.0	8 Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B8/P	5A	4375	2.5%	69.6
9 Boeing 767-300ER Wingl	PW4060	4	1248	2.3%	79.1	9 Boeing 777-200ER (GE)	GE90-94B	5A	787	1.9%	75.8
10 Boeing 777-200ER (GE)	GE90-94B	5A	2425	2.3%	76.2	10 Boeing 787-9 (GE)	GENX-1B74/75 PIP II	5A	1275	1.8%	73.5

Tableau 12

Classement des 10 plus gros contributeurs à l'énergie sonore des départs de soir											
2019						2020					
type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen	type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen
1 Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115BL	5A	1847	9.0%	77.6	1 Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115BL	5A	1479	15.6%	76.8
2 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3	5A	5532	7.1%	71.8	2 Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-110B1L	5A	725	6.0%	75.8
3 Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B5/P	5A	5363	5.8%	71.1	3 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3	5A	1955	5.8%	71.3
4 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3 PIP	5A	4837	5.1%	70.9	4 Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B5/P	5A	2320	5.7%	70.5
5 Airbus A380-860 (EA)	GP7270	5A	531	4.2%	79.7	5 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3 PIP	5A	1767	4.7%	70.8
6 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/P	5A	2522	3.2%	71.8	6 Airbus A380-860 (EA)	GP7270	5A	141	2.8%	79.5
7 Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B8/P	5A	3477	2.7%	69.7	7 Boeing (MDC) MD-11F(M) (GE)	CF6-80C2D1F	4	131	2.7%	79.7
8 Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-110B1L	5A	792	2.5%	75.7	8 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/P	5A	814	2.5%	71.4
9 Airbus A340-310 (CFM)	CFM56-5C4	5A	261	2.4%	80.4	9 Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B8/P	5A	1280	2.4%	69.3
10 Boeing 777-200ER (GE)	GE90-94B	5A	683	2.1%	75.5	10 Boeing 787-9 (GE)	GENX-1B74/75 PIP II	5A	396	1.8%	73.2

Tableau 13

**Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)**

2019						2020					
type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen	type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen
1 Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115BL	5A	2559	18.1%	77.7	1 Boeing 777-200LR (GE)	GE90-110B1L	5A	1442	12.8%	75.9
2 Airbus A380-860 (EA)	GP7270	5A	985	11.8%	80.0	2 Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115BL	5A	1213	12.7%	76.6
3 Boeing 777-200LR (GE)	GE90-110B1L	5A	1230	6.0%	76.1	3 Boeing 737-400SF	CFM56-3C1	5A	1895	12.1%	74.5
4 Boeing 737-400SF	CFM56-3C1	5A	1510	5.1%	74.4	4 Boeing 757-200SF (RR)	RB211-535E4	5A	1762	5.0%	70.9
5 Boeing 777-200ER (GE)	GE90-94B	5A	536	2.9%	76.5	5 Boeing 767-300ER (GE)	CF6-80C2B6F	5A	656	4.7%	75.0
6 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3	5A	1448	2.7%	72.0	6 Boeing (MDC) MD-11F (GE)	CF6-80C2D1F	4	137	3.7%	80.7
7 Boeing (MDC) MD-11F (GE)	CF6-80C2D1F	4	183	2.7%	80.9	7 Airbus A380-860 (EA)	GP7270	5A	157	3.5%	79.8
8 Boeing 757-200SF (RR)	RB211 535E4	5A	1822	2.5%	70.6	8 Boeing (MDC) MD-11F (GE)	CF6-80C2D1F	4	107	2.6%	80.3
9 Boeing (MDC) MD-11F (P&W)	PW4462	4	88	2.3%	83.3	9 Boeing 747-400ER (P&W)	PW4062A	4	29	2.0%	84.9
10 Boeing (MDC) MD-11F (GE)	CF6-80C2D1F	4	139	2.2%	81.1	10 Boeing (MDC) MD-11F (P&W)	PW4462	4	48	1.9%	82.3

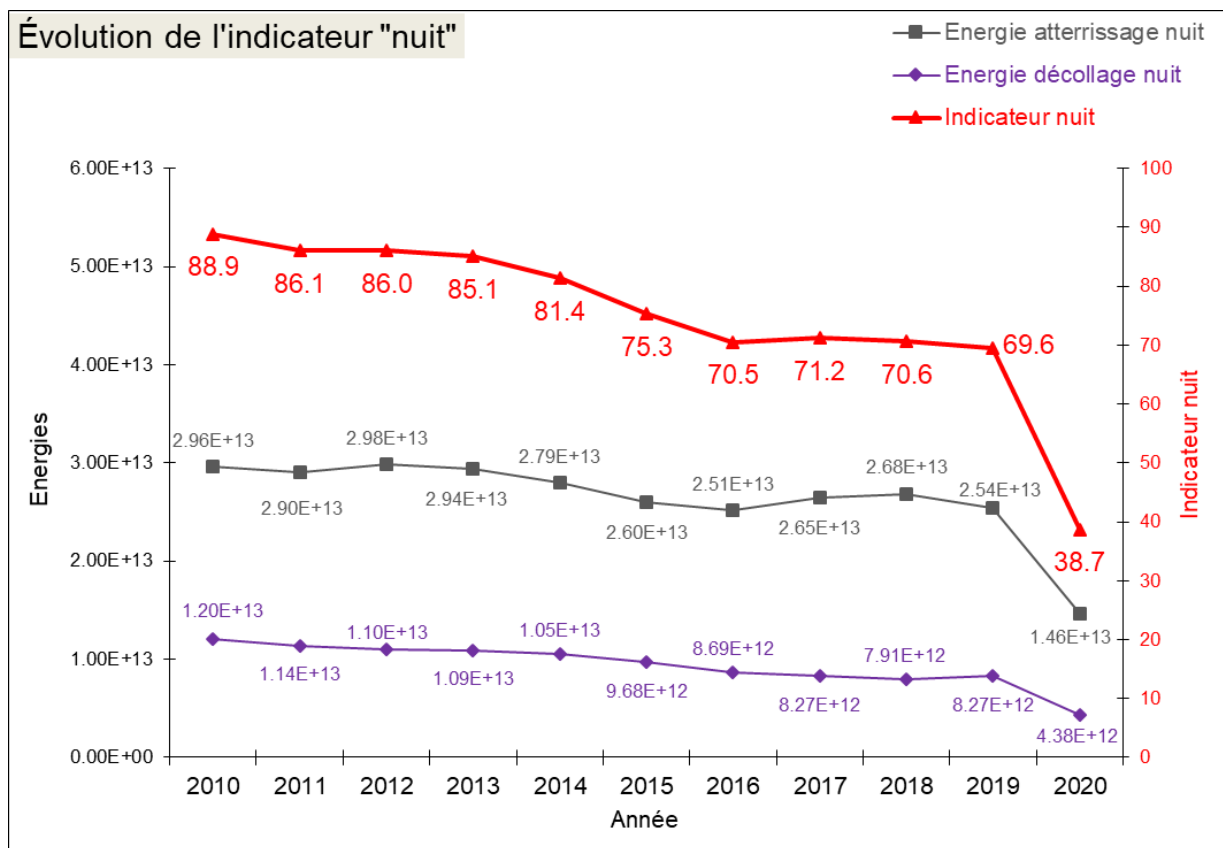
**Tableau 14**

**5.4. Période « nuit »**

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

La Figure 22 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 30,9 points par rapport à 2019. L'énergie sonore pondérée de nuit baisse de 47% par rapport à 2019 pour les décollages et de 43% pour les atterrissages.



**Figure 22**

Entre 2019 et 2020, le nombre de mouvements de nuit baisse de 35%. Les plages horaires de début de nuit (22h-0h) et de fin de nuit (5h-6h) sont les plus impactées, comme l'indique la Figure 23.

En termes d'énergie sonore pondérée, les plages horaires les plus impactées par la baisse sont également celles de 22h-0h et de 5h-6h (Figure 24). Sur la période *nuit*, l'énergie sonore pondérée baisse de 37% par rapport à 2019.



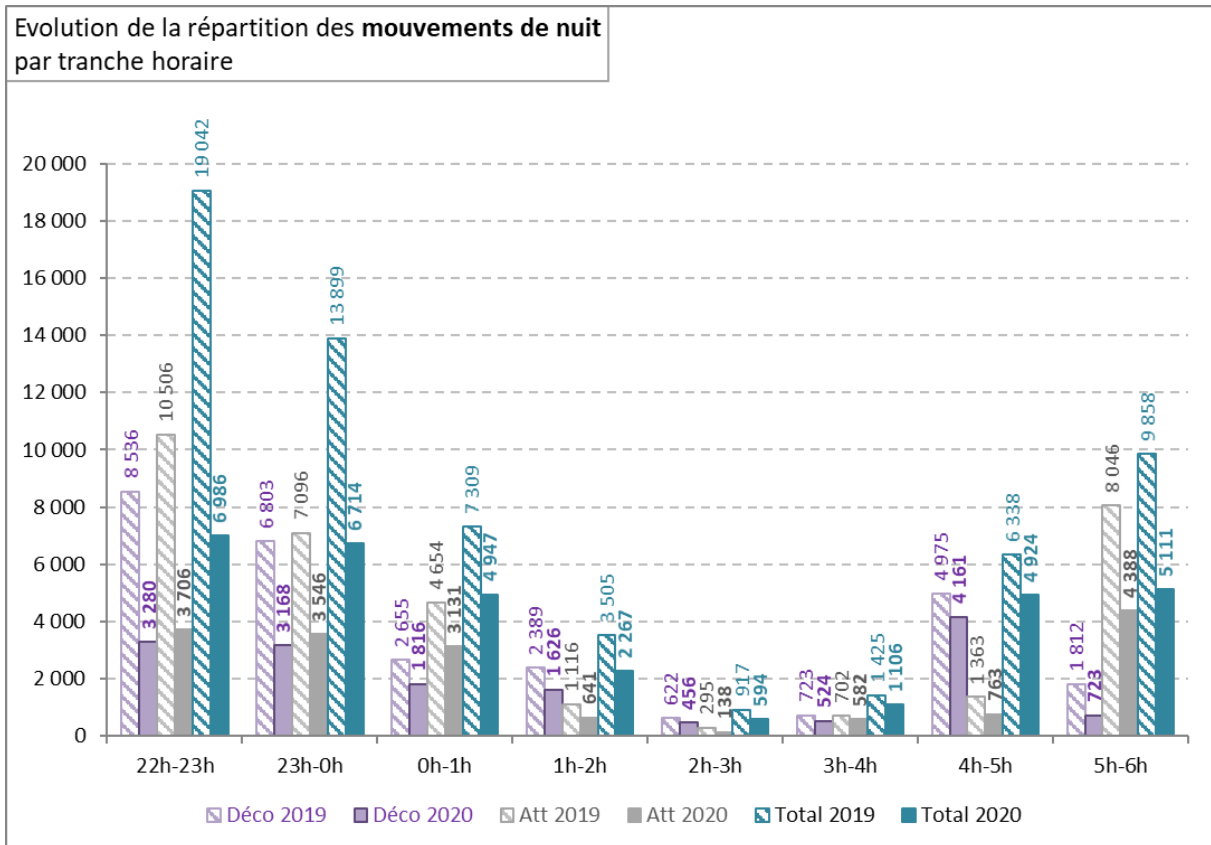


Figure 23

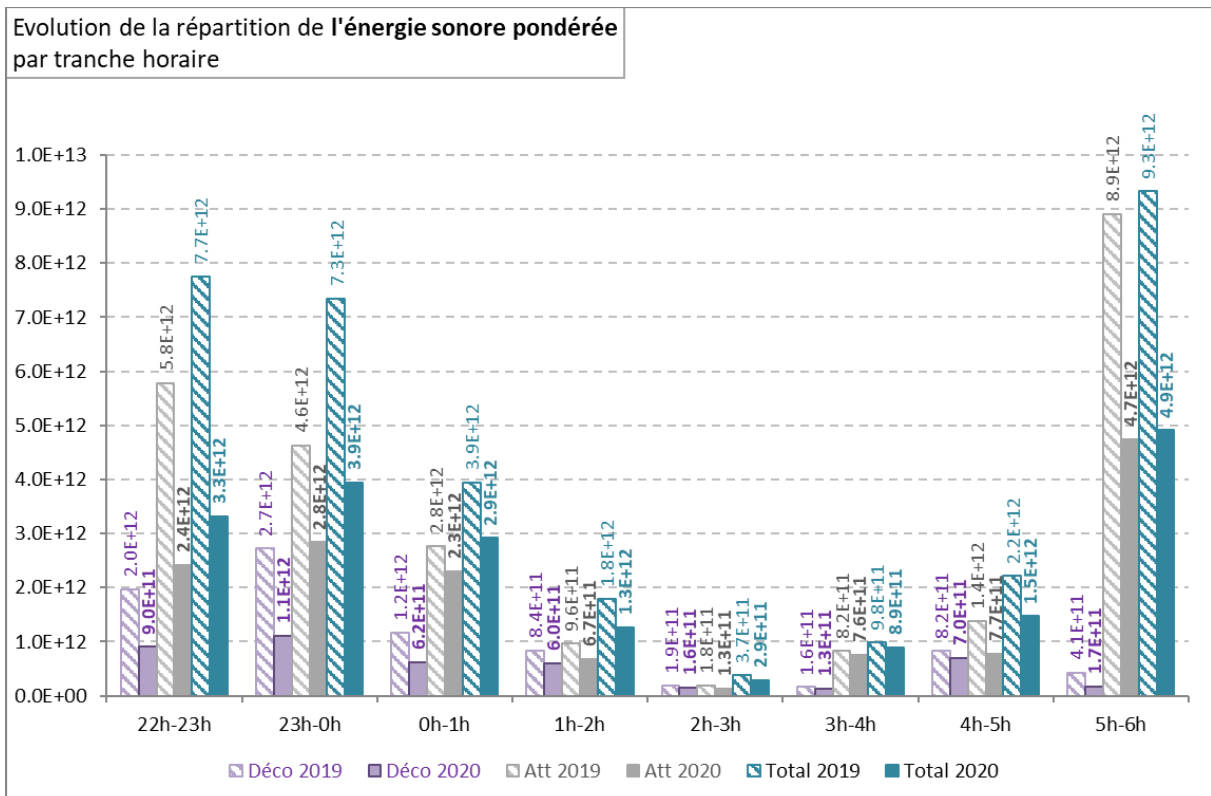


Figure 24

## 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 concernée.

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

D'après la Figure 25, le nombre de mouvements est en baisse de 28% sur la période « cœur de nuit » entre l'année 2019 et l'année 2020. La baisse est plus marquée pour les atterrissages (-36%) que pour les décollages (-23%). Sur cette période, le nombre de décollages reste supérieur au nombre d'atterrissages.

La Figure 26 présente l'évolution de l'énergie sonore pondérée pour la période « cœur de nuit ». L'énergie pondérée « cœur de nuit » est en baisse de 25% par rapport à 2019 (-26% pour les atterrissages et -23% pour les décollages)

Pour les atterrissages, en cœur de nuit, la baisse d'énergie sonore pondérée (- 26%) est moins marquée que celle des mouvements (- 36%). La comparaison des avions les plus contributeurs, entre 2019 et 2020, explique ce phénomène en montrant une typologie de la flotte différente entre les 2 années.

Classement des 10 plus gros contributeurs à l'énergie sonore des arrivées cœur de nuit											
2019						2020					
type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen	type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen
1 Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115BL	5A	688	16.0%	81.6	1 Boeing 737-400SF	CFM56-3C1	5A	783	18.5%	80.4
2 Boeing 737-400SF	CFM56-3C1	5A	542	9.1%	80.2	2 Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115BL	5A	355	10.5%	81.4
3 Boeing 757-200SF (RR)	RB211 535E4	5A	728	6.6%	77.5	3 Boeing 767-300ERF Winglets (GE)	CF6-80C2B7F	5A	205	7.1%	82.1
4 Boeing 767-300ERF Winglets (GE)	CF6-80C2B7F	5A	200	4.7%	81.6	4 Boeing 757-200SF (RR)	RB211-535E4	5A	520	6.6%	77.7
5 Boeing 767-300ERF Winglets (GE)	CF6-80C2B6F	5A	237	4.6%	80.8	5 Boeing 767-300ERF Winglets (GE)	CF6-80C2B6F	5A	246	6.0%	80.5
6 Airbus A300-620RF (M) (P&W)	PW4158	5A	196	4.2%	81.3	6 Boeing 767-300ERF (GE)	CF6-80C2B6F	5A	219	5.1%	80.4
7 Airbus A300-600 Freighter (GE)	CF6-80C2A5F	4	289	4.0%	79.4	7 Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-110B1L	5A	207	4.7%	80.2
8 Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3	5A	288	2.9%	77.9	8 Airbus A300-620RF (M) (P&W)	PW4158	5A	85	2.6%	81.4
9 ATR ATR 72-200F Bulk Freighter	PW124B	5A	517	2.8%	75.3	9 ATR ATR 72-200F Bulk Freighter	PW124B	5A	316	2.5%	75.6
10 Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-110B1L	5A	164	2.4%	79.7	10 B763			109	2.3%	80.0

Tableau 15

Pour les décollages, en cœur de nuit, la baisse d'énergie sonore pondérée se fait dans la même proportion que celle des mouvements (- 23%). Effectivement la comparaison, entre 2019 et 2020, des avions les plus contributeurs (tableau 16) montre que la typologie et le classement des avions sont sensiblement identiques.

Classement des 10 plus gros contributeurs à l'énergie sonore des départs cœur de nuit											
2019						2020					
type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen	type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen
1 Boeing 737-400SF	CFM56-3C1	5A	1468	15.4%	74.5	1 Boeing 737-400SF	CFM56-3C1	5A	1638	22.3%	74.5
2 Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-110B1L	5A	940	14.8%	76.3	2 Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-110B1L	5A	967	19.1%	76.1
3 Boeing 757-200SF (RR)	RB211 535E4	5A	1753	7.6%	70.6	3 Boeing 757-200SF (RR)	RB211-535E4	5A	1489	9.3%	71.1
4 Boeing (MDC) MD-11F(M) (GE)	CF6-80C2D1F	4	141	6.6%	81.0	4 Boeing 767-300ERF (GE)	CF6-80C2B6F	5A	569	9.2%	75.2
5 Boeing (MDC) MD-11F (GE)	CF6-80C2D1F	4	110	5.5%	81.2	5 Boeing (MDC) MD-11F(M) (GE)	CF6-80C2D1F	4	97	5.1%	80.3
6 Boeing (MDC) MD-11F(M) (P&W)	PW4462	4	67	5.4%	83.3	6 Boeing (MDC) MD-11F (GE)	CF6-80C2D1F	4	77	3.5%	79.7
7 Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115BL	5A	222	5.3%	78.0	7 Boeing 737-300QC	CFM56-3C1	5A	220	3.4%	75.0
8 Boeing 737-300QC	CFM56-3C1	5A	383	4.9%	75.3	8 ATR ATR 72-200F Bulk Freighter	PW124B	5A	968	2.4%	67.2
9 Airbus A300-600 Freighter (GE)	CF6-80C2A5F	4	458	3.2%	72.7	9 Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115BL	5A	84	2.3%	77.5
10 Boeing 737-300SF (M)	CFM56-3C1	5A	268	3.1%	74.9	10 Boeing (MDC) MD-11F(M) (P&W)	PW4462	4	29	2.1%	81.8

Tableau 16

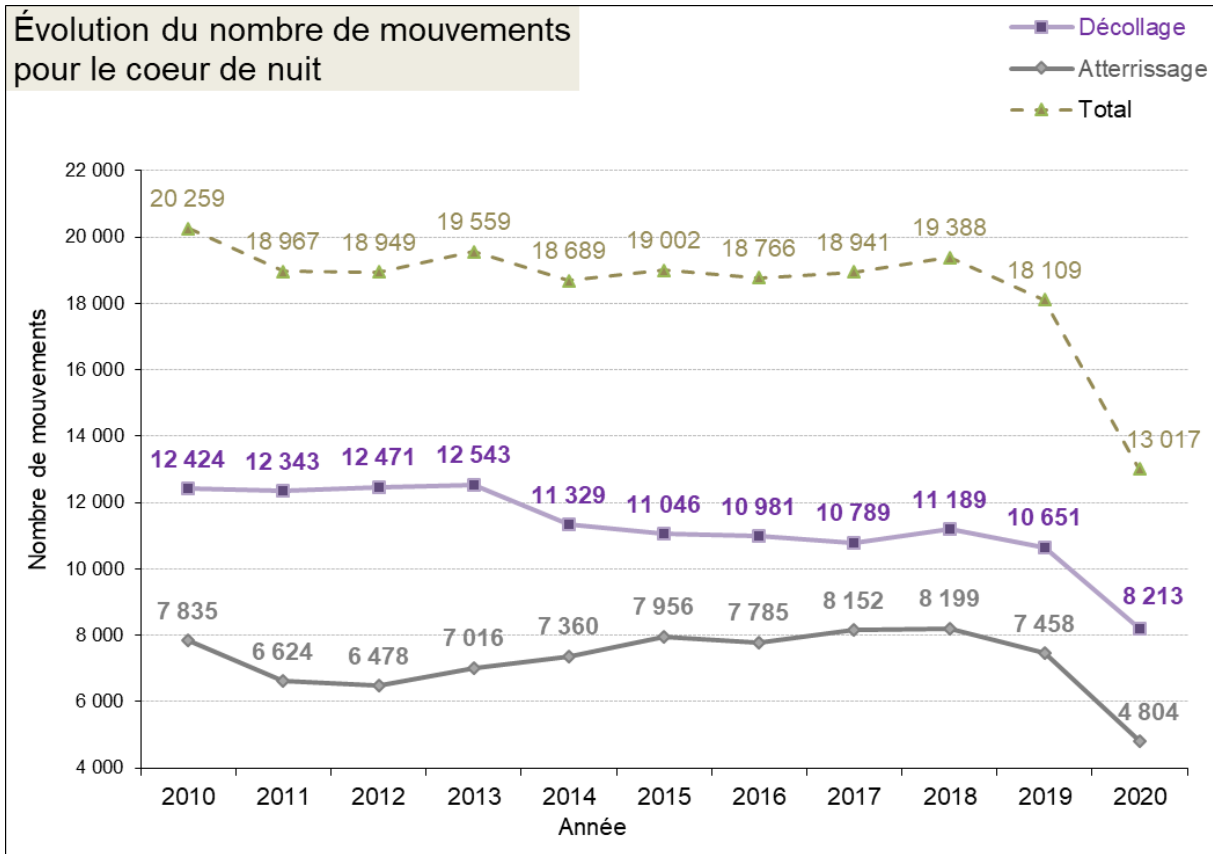


Figure 25

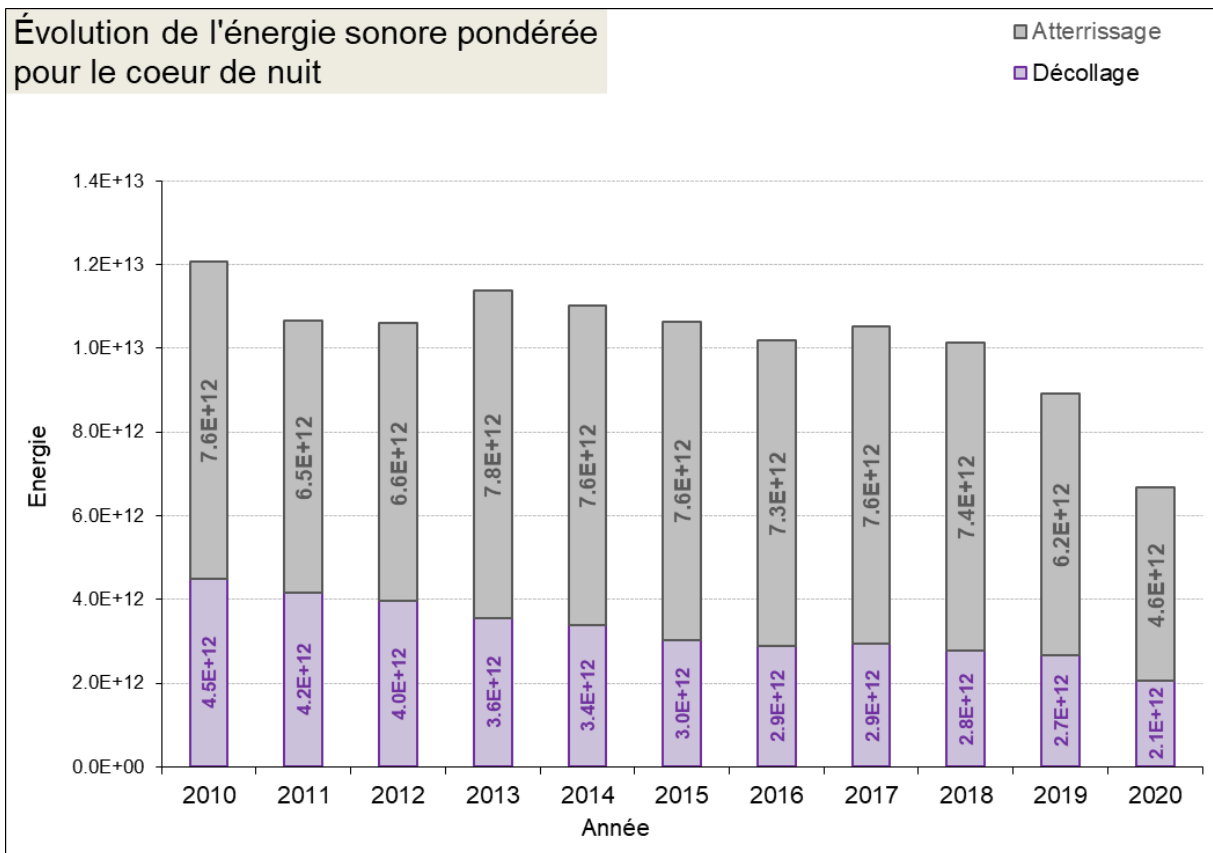


Figure 26

### 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 27, entre 2019 et 2020, l'énergie\* des décollages diminue globalement sur la période *nuit* et elle reste stable sur la période « *cœur de nuit* ». Pour les atterrissages, l'énergie\* des périodes *nuit* et « *cœur de nuit* » augmentent de manière similaire (+15% par rapport à 2019).

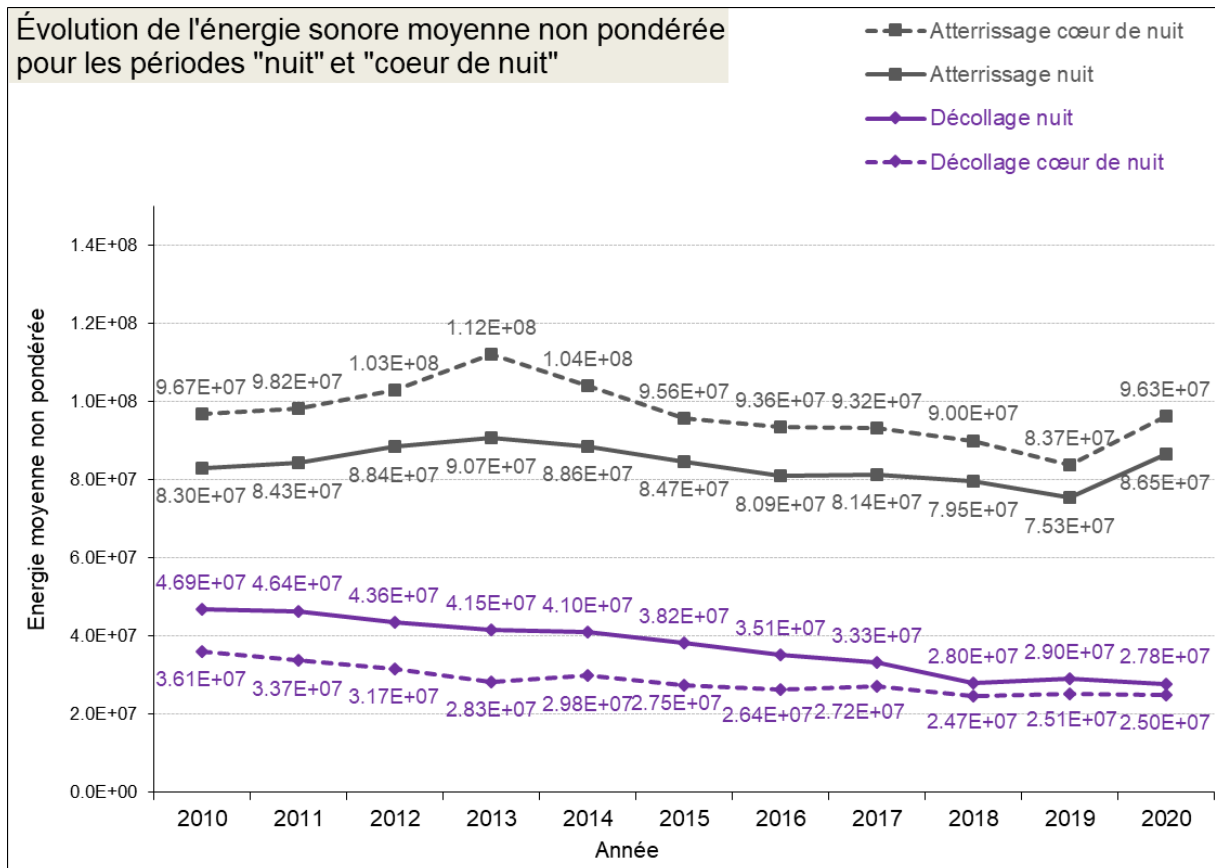


Figure 27

## 5.7. Interprétation de l'IGMP 2020

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

La forte baisse de l'indicateur entre 2019 et 2020 est évidemment due à la diminution de trafic entre ces 2 années (-56%). L'évolution de la répartition des mouvements selon la période de la journée freine cependant légèrement la baisse de l'indicateur du fait de la part plus importante du nombre de mouvements de nuit.

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

L'IGMP est obtenu selon 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 potentielles de l'indicateur :

- 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, conduisent à une contribution moyenne d'une année à l'autre de l'ordre de 3 points d'indice.

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

## **6. ANNEXE 1 – Liste des abréviations**

ACNUSA :	Autorité de Contrôle des Nuisances Aéroportuares
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

## **7. 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<sub>max</sub> », 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

## **8. 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 quater viciés 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 quater viciés 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

## **9. ANNEXE 4 – Méthode d'exclusion des valeurs aberrantes**

*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 donnée.

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<sup>1</sup>, extraite de la base 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 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,
- et tous les traitements et exclusions « habituelles », c'est-à-dire équivalentes à celles effectués lors des années antérieures à 2011 (notamment : exclusions des bruits

---

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

parasites, exclusions métrologiques, exclusions multi-vols/multi-événements) ont été effectués par 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 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 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 LAmix 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 LAmix 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>ax</sub> exclus sont mis à 0 dans la base de données des niveaux de bruit et des mouvements. Une trace des LAm<sub>ax</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.



## 10. ANNEXE 5 – Nouvelles droites de régression 2020

(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
Airbus A321-230 (IAE)	2X V2533-A5SELECTONE	5A	89	76.57	4.38	0.62	0.39	-0.67	0.78	3.00	-0.61	1.16	-0.232
Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74 TEN (J3)	5A	253	77.88	2.91	0.41	0.26	-0.44	0.52	1.99	-0.41	0.77	-0.154
Airbus A320-271 neo (PW)	PW1127G-JM	5A	74	75.53	2.10	0.30	0.19	-0.32	0.37	1.44	-0.29	0.55	-0.111
Airbus A321-271N ACF (P&W)(neo)	PW1133G-JM	4	89	77.53	5.45	0.77	0.49	-0.83	0.97	3.73	-0.76	1.44	-0.288
Airbus A320-251 neo (CFM)	LEAP-1A26	5A	76	75.07	5.73	0.82	0.51	-0.87	1.02	3.93	-0.80	1.52	-0.303
Boeing 737-800BCF (SCD) Winglets	CFM56-7B26E	4	79	77.68	4.42	0.63	0.40	-0.67	0.79	3.03	-0.62	1.17	-0.234
Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74 C (J2)	5A	253	77.87	3.14	0.45	0.28	-0.48	0.56	2.15	-0.44	0.83	-0.166
Bombardier (Canadair) CRJ900LR NextGen	CF34-8C5A1	5A	38	73.99	5.32	0.76	0.48	-0.81	0.95	3.64	-0.74	1.41	-0.281

### 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
A220-100 (CS100)	PW1524G	5A	61	65.45	0.46	-1.44	-0.66	0.48	-0.118
A220-300 (CS300)	PW1521G	5A	68	68.51	0.33	-1.01	-0.47	0.34	-0.083
Airbus A320-251 neo (CFM)	LEAP-1A26	5A	76	66.31	0.32	-1.00	-0.46	0.34	-0.082
Airbus A320-271 neo (PW)	PW1127G-JM	5A	74	70.93	0.27	-0.83	-0.38	0.28	-0.068
Airbus A321-110 (CFM)	CFM56-5B2/P	4	85	72.76	0.24	-0.74	-0.34	0.25	-0.061
Airbus A321-271N ACF (P&W)(neo)	PW1133G-JM	4	89	73.37	0.38	-1.19	-0.55	0.40	-0.098

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

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
BAe ATP Freighter (LFD)	PW126A	5A	23	64.44	0.28	-0.87	-0.40	0.29	-0.071
Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27/B1	5A	79	73.81	0.35	-1.08	-0.50	0.36	-0.089
Boeing 737-800BCF (SCD) Winglets	CFM56-7B26E	4	79	73.23	0.27	-0.83	-0.38	0.28	-0.068
Boeing 747-8F (GE)	GENX-2B67B	5A	446	81.44	0.33	-1.03	-0.48	0.35	-0.085
Boeing 757-200SF Winglets (P&W)	PW2037	5A	113	69.89	0.27	-0.82	-0.38	0.28	-0.068
Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74 C (J2)	5A	253	72.61	0.34	-1.05	-0.49	0.35	-0.086
Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74 TEN (J3)	5A	253	72.47	0.50	-1.56	-0.72	0.53	-0.128
Bombardier (Canadair) CRJ900LR NextGen	CF34-8C5A1	5A	38	69.78	0.44	-1.36	-0.63	0.46	-0.112
Embraer 175LR	CF34-8E5	4	39	71.00	0.27	-0.85	-0.39	0.29	-0.070

## 11. ANNEXE 6 – Substitutions

### 1. SUBSTITUTIONS TYPE COMPLET 2020

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
202Q (Q200)	PW123D	5A	1	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
320X (P&W)(HGW)	PW4168	5A	40	Airbus A330-320 (P&W)	PW4168	5A
47-SLXP	PT6A-67P	5B	5	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
95B (Saberlets)	SAM-146 1S18	5A	3	Embraer 175ST	CF34-8E5	4
A220-100 (CS100)	PW1524G	5A	152	A220-300 (CS300)	PW1521G	5A
A220-300 (CS300)	PW1524G-3	5A	359	A220-300 (CS300)	PW1521G	5A
Airbus A300-600R (GE)	CF6-80C2A5F	4	9	Airbus A300-600R (GE)	CF6-80C2A5	4
Airbus A300-600RC (GE)	CF6-80C2A5	5A	29	Airbus A300-600R (GE)	CF6-80C2A5	4
Airbus A300-600RF (M) (GE)	CF6-80C2A5	5A	2	Airbus A300-600RF (M) (GE)	CF6-80C2A5	4
Airbus A300-620RF General Freighter (P&W)	PW4158	4	41	Airbus A300-620RF (M) (P&W)	PW4158	4
Airbus A310-300 (GE)	CF6-80C2A8	4	24	Airbus A310-300 (GE)	CF6-80C2A8	5A
Airbus A310-300F (GE)	CF6-80C2A8	4	44	Airbus A310-300F (GE)	CF6-80C2A2	4
Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B8/3	5A	146	Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B8/P	5A
Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B9/3	5A	2	Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B8/P	5A
Airbus A319 ACJ (CFM)	CFM56-5B7/P	5A	4	Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B7/P	5A
Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B6/3 PIP	5A	76	Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B6/3	5A
Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B7/3 PIP	5A	47	Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B6/3	5A

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Airbus A319-130 (IAE)	2X V2524-A5SELECTONE	5A	108	Airbus A319-130 (IAE)	2X V2524-A5	5A
Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4	5A	60	Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/2	5A
Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4, CF	4	10	Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/2	5A
Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/P	4	118	Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/P	5A
Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B6/3 PIP	5A	125	Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B6/3	5A
Airbus A320-230 (IAE -A1)	2X V2500-A1BUMP	4	32	Airbus A320-230 (IAE -A1)	V2500-A1	4
Airbus A320-230 (IAE)	2X V2527E-A5	5A	120	Airbus A320-230 (IAE)	2X V2527-A5	5A
Airbus A320-251 neo (CFM)	LEAP-1A26	4	152	Airbus A320-251 neo (CFM)	LEAP-1A26	5A
Airbus A320-251 neo (CFM)	LEAP-1A26	5B	21	Airbus A320-251 neo (CFM)	LEAP-1A26	5A
Airbus A320-271 neo (PW)	PW1127GA-JM	5A	162	Airbus A320-271 neo (PW)	PW1127G-JM	5A
Airbus A321-130 (IAE)	2X V2530-A5	5A	104	Airbus A321-130 (IAE)	V2530-A5	5A
Airbus A321-210 (CFM)	CFM56-5B1/3 PIP	4	12	Airbus A321-210 (CFM)	CFM56-5B1/P	4
Airbus A321-210 (CFM)	CFM56-5B2/P	4	1	Airbus A321-210 (CFM)	CFM56-5B1/P	4
Airbus A321-230 (IAE)	2X V2530-A5	5A	72	Airbus A321-230 (IAE)	V2530-A5	5A
Airbus A321-230 (IAE)	2X V2533-A5	4	91	Airbus A321-230 (IAE)	V2533-A5	5A
Airbus A321-230 (IAE)	2X V2533-A5SELECTONE	1	14	Airbus A321-230 (IAE)	2X V2533-A5SELECTONE	5A
Airbus A321-230 (IAE)	2X V2533-A5SELECTONE	4	100	Airbus A321-230 (IAE)	2X V2533-A5SELECTONE	5A
Airbus A321-250 neo (CFM)(neo)	LEAP-1A32	5A	2	Airbus A321-230 (IAE)	2533-A5SELECTONE	5A
Airbus A321-251N ACF (CFM)(neo)	LEAP-1A32	5A	323	Airbus A321-230 (IAE)	2533-A5SELECTONE	5A
Airbus A321-252LR ACF (CFM)(neo)	LEAP-1A30	5A	11	Airbus A321-230 (IAE)	2533-A5SELECTONE	5A

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Airbus A321-253LR (CFM)(neo)	LEAP-1A33	4	90	Airbus A321-230 (IAE)	2533-A5SELECTONE	5A
Airbus A321-253LR (CFM)(neo)	LEAP-1A33	5A	2	Airbus A321-230 (IAE)	2533-A5SELECTONE	5A
Airbus A321-271N ACF (P&W)(neo)	PW1133GA-JM	5A	68	Airbus A321-271N ACF (P&W)(neo)	PW1133G-JM	4
Airbus A330-202E (GE)	CF6-80E1A4	4	82	Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A4	5A
Airbus A330-202E (GE)	CF6-80E1A4	5A	111	Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A4	5A
Airbus A330-202E (GE)	CF6-80E1A4B	4	23	Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A4	5A
Airbus A330-202E (GE)	CF6-80E1A4B	5A	6	Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A4	5A
Airbus A330-203E (GE)	CF6-80E1A3	5A	24	Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A3	5A
Airbus A330-223E (P&W)	PW4168A	5A	4	Airbus A330-220 (P&W)	PW4168A	5A
Airbus A330-240 ACJ (RR)	Trent 772B-60EP	5A	4	Airbus A330-240 (RR)	Trent 772B-60EP	5A
Airbus A330-243E (RR)	Trent 772C-60	5A	12	Airbus A330-243E (RR)	Trent 772C-60EP	5A
Airbus A330-302E (GE)	CF6-80E1A4	5A	4	Airbus A330-302E (GE)	CF6-80E1A4B	4
Airbus A330-302E (GE)	CF6-80E1A4B	5A	24	Airbus A330-302E (GE)	CF6-80E1A4B	4
Airbus A330-303E (GE)	CF6-80E1A3	5A	186	Airbus A330-303E (GE)	CF6-80E1A3	4
Airbus A330-320 (P&W)(SCD)	PW4168	5A	150	Airbus A330-323E (GE)	PW4168A-1D	5A
Airbus A330-323E (GE)	PW4168A	5A	2	Airbus A330-323E (GE)	PW4168A-1D	5A
Airbus A330-340 (RR)	TRENT 772-60EP	5A	72	Airbus A330-340 (RR)	Trent 772B-60EP	5A
Airbus A330-340X (RR)	Trent 772B-60EP	5A	4	Airbus A330-340X (RR)	TRENT 772B-60	5A
Airbus A330-343E (GE)	TRENT 772B-60	5A	20	Airbus A330-340 (RR)	TRENT 772B-60	5A
Airbus A330-343E (GE)	Trent 772C-60EP	5A	179	Airbus A330-340 (RR)	Trent 772B-60EP	5A

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Airbus A330-940 neo (RR)	TRENT 7000-72	4	308	Airbus A330-340 (RR)	TRENT 772B-60	5A
Airbus A330-940 neo (RR)	TRENT 7000-72	5A	154	Airbus A330-340 (RR)	TRENT 772B-60	5A
Airbus A340-540 ACJ (RR)	TRENT 553-61	5A	2	Airbus A340-640 (RR)	Trent 556A2-61	5A
Airbus A350-1000 (RR)	TRENT XWB-97	5A	420	Airbus A350-900 (RR)	TRENT XWB-84	5A
Airbus A380-840 (RR)	TRENT 972-84EP3	5A	280	Airbus A380-840 (RR)	TRENT 970-84EP	5A
All variants	AE2100-D2	5A	1	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
Antonov An-148-100	-148	4	2	FOKKER70	TAY MK620-15	5
Antonov An-26B	AI-24VT	2	2	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
ATR ATR 72-500	PW127M	5A	102	ATR ATR 72-500	PW127F	5A
ATR ATR 72-500F Bulk Freighter	PW127F	5A	98	ATR ATR 72-500	PW127F	5A
ATR ATR 72-500F Bulk Freighter	PW127M	5A	100	ATR ATR 72-500	PW127F	5A
ATR ATR 72-600	PW127M	5A	2	ATR ATR 72-500	PW127F	5A
Avro RJ100	4X LF507 1F	4	2	Avro RJ100	LF507-1F	4
BAe ATP Freighter (LFD)	PW126	5A	30	BAe ATP Bulk Freighter	PW126A	5A
BAe ATP Freighter (LFD)	PW126A	5A	168	BAe ATP Bulk Freighter	PW126A	5A
Beechcraft Premier 1A	FJ-44-2A	5A	2	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A
Boeing (MDC) MD-11F(M) (GE)	CF6-80C2D1F	5A	14	Boeing (MDC) MD-11F(M) (GE)	CF6-80C2D1F	4
Boeing 717-200	BR715A	5A	4	Boeing (MDC) MD-82	JT8D-219	4
Boeing 737 BBJ1	CFM56-7B27/3	4	2	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	4
Boeing 737 BBJ1 Winglets Scimitar	CFM56-7B27/3	4	2	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	4

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Boeing 737-300 Winglets	CFM56-3B2	4	12	Boeing 737-300	CFM56-3B2	4
Boeing 737-300 Winglets	CFM56-3C1	4	36	Boeing 737-300	CFM56-3C1	4
Boeing 737-300SF (M)	CFM56-3B1	5A	81	Boeing 737-300SF (M)	CFM56-3C1	5A
Boeing 737-400SF	CFM56-3B2	4	37	Boeing 737-400SF	CFM56-3C1	4
Boeing 737-400SF	CFM56-3B2	5A	30	Boeing 737-400SF	CFM56-3C1	5A
Boeing 737-400SF	CFM56-3C1	3	8	Boeing 737-400SF	CFM56-3C1	4
Boeing 737-500 Winglets	CFM56-3B1	5A	2	Boeing 737-500	CFM56-3B1	5A
Boeing 737-700	CFM56-7B22	5A	66	Boeing 737-700	CFM56-7B24	5A
Boeing 737-700	CFM56-7B22/3	5A	2	Boeing 737-700	CFM56-7B24	5A
Boeing 737-700	CFM56-7B24/3	5A	2	Boeing 737-700	CFM56-7B24	5A
Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B22E	5A	210	Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B22	5A
Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B24/3	5A	6	Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B24	5A
Boeing 737-700 Winglets Scimitar	CFM56-7B22	5A	6	Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B22	5A
Boeing 737-700C Winglets	CFM56-7B26E	4	104	Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B24	5A
Boeing 737-700C Winglets	CFM56-7B26E	5A	74	Boeing 737-700 Winglets	CFM56-7B24	5A
Boeing 737-800	CFM56-7B24/3	5A	2	Boeing 737-800	CFM56-7B26	5A
Boeing 737-800	CFM56-7B26/2	4	2	Boeing 737-800	CFM56-7B26	4
Boeing 737-800	CFM56-7B26/2	5A	2	Boeing 737-800	CFM56-7B26	5A
Boeing 737-800	CFM56-7B26/3	4	14	Boeing 737-800	CFM56-7B26	4
Boeing 737-800	CFM56-7B26E	4	14	Boeing 737-800	CFM56-7B26	4
Boeing 737-800	CFM56-7B26E	5A	2	Boeing 737-800	CFM56-7B26	5A

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B24/3	4	136	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B24/3	5A
Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27/B1	4	68	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	4
Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27/B1	5A	200	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	5A
Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27E	4	119	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	4
Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27E	5A	57	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	5A
Boeing 737-800 Winglets Scimitar	CFM56-7B26	4	12	Boeing 737-800 Winglets Scimitar	CFM56-7B26E	5A
Boeing 737-800 Winglets Scimitar	CFM56-7B26	5A	3	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B26	5A
Boeing 737-800 Winglets Scimitar	CFM56-7B27/B1	5A	107	Boeing 737-800 Winglets Scimitar	CFM56-7B26/3	5A
Boeing 737-800 Winglets Scimitar	CFM56-7B27E	4	2	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B27	4
Boeing 737-800BCF (SCD) Winglets	CFM56-7B24	5A	116	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B24	5A
Boeing 737-800BCF (SCD) Winglets	CFM56-7B26	4	2	Boeing 737-800BCF (SCD) Winglets	CFM56-7B26E	4
Boeing 737-900 Winglets	CFM56-7B26	4	121	Boeing 737-800 Winglets	CFM56-7B26	5A
Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B26/3	5A	74	Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B26E	4
Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B26E	5A	161	Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B26E	4
Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B27	4	36	Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B26E	4
Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B27/3	4	10	Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B26E	4
Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B27E	4	6	Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B26E	4
Boeing 737-900ER Winglets Scimitar	CFM56-7B27/3	4	18	Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B26E	4
Boeing 747-200SF (RR)	RB211-524D4	2	6	B747-400	RB211-524G/H	5
Boeing 747-400 (GE)	CF6-80C2B1F	3	1	Boeing 747-400 (GE)	CF6-80C2B1F	4



Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Boeing 747-400BCF (P&W)	PW4056	4	17	Boeing 747-400 (P&W)	PW4056	4
Boeing 747-400ERF (P&W)	PW4062A	4	112	Boeing 747-400 (P&W)	PW4056	4
Boeing 747-400F (GE)	CF6-80C2B1F	3	10	Boeing 747-400 (GE)	CF6-80C2B1F	4
Boeing 747-400F (P&W)	PW4056	4	10	Boeing 747-400 (P&W)	PW4056	4
Boeing 747-400SF (GE)	CF6-80C2B1F	3	2	Boeing 747-400 (GE)	CF6-80C2B1F	4
Boeing 747-400SF (GE)	CF6-80C2B1F	4	4	Boeing 747-400 (GE)	CF6-80C2B1F	4
Boeing 747-400SF (P&W)	PW4056	4	4	Boeing 747-400 (P&W)	PW4056	4
Boeing 747-8BBJ (GE)	GENx-2B67	5A	2	Boeing 747-400 (GE)	CF6-80C2B1F	5A
Boeing 757-200 Winglets Scimitar (RR)	RB211-535E4	5A	95	Boeing 757-200 Winglets (RR)	RB211-535E4	5A
Boeing 757-200PF (RR)	RB211-535E4	5A	58	Boeing 757-200SF (RR)	RB211-535E4	5A
Boeing 757-200SF (P&W)	4X PW2040	5A	22	Boeing 757-200 (P&W)	PW2040	5A
Boeing 757-200SF (P&W)	PW2037	5A	115	Boeing 757-200 (P&W)	PW2037	5A
Boeing 757-200SF Winglets (P&W)	4X PW2040	5A	16	Boeing 757-200 (P&W)	PW2040	5A
Boeing 757-200SF Winglets (P&W)	PW2037	5A	182	Boeing 757-200SF (RR)	RB211 535E4	5A
Boeing 757-200SF Winglets (RR)	RB211-535E4	5A	146	Boeing 757-200SF (RR)	RB211-535E4	5A
Boeing 757-200SF Winglets (RR)	RB211-535E4B	5A	275	Boeing 757-200SF (RR)	RB211-535E4	5A
Boeing 767-200ER (GE)	CF6-80C2B4F	5A	3	Boeing 767-200ER (GE)	CF6-80C2B4	5A
Boeing 767-200SF (GE)	CF6-80A2	4	6	Boeing 767-200SF (GE)	CF6-80C2B2F	5A
Boeing 767-300ER (GE)	CF6-80C2B4	5A	2	Boeing 767-300ER (GE)	CF6-80C2B6	5A
Boeing 767-300ER BCF (GE)	CF6-80C2B6F	5A	10	Boeing 767-300ER (GE)	CF6-80C2B6F	5A

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Boeing 767-300ER BCF (P&W)	PW4060	5A	6	Boeing 767-300ER (P&W)	PW4060	5A
Boeing 767-300ER BDSF (GE)	CF6-80C2B7F	5A	50	Boeing 767-300ER (GE)	CF6-80C2B7F	5A
Boeing 767-300ER Winglets (GE)	CF6-80C2B7F	5A	5	Boeing 767-300ER Winglets (GE)	CF6-80C2B6F	5A
Boeing 767-300ER Winglets (P&W)	PW4052	5A	4	Boeing 767-300ER Winglets (P&W)	PW4060	4
Boeing 767-300ER Winglets (P&W)	PW4060	5A	2	Boeing 767-300ER Winglets (P&W)	PW4060	4
Boeing 767-300ERF (GE)	CF6-80C2B7F	5A	152	Boeing 767-300ERF (GE)	CF6-80C2B6F	5A
Boeing 777-200LR (GE)	GE90-110B1L	5A	4	Boeing 777-200LR (GE)	GE90-110B1	5A
Boeing 777-200LR (GE)	GE90-115BL	2	2	Boeing 777-200LR (GE)	GE90-110B1L2	5A
Boeing 777-200LR (GE)	GE90-115BL	5A	18	Boeing 777-200LR (GE)	GE90-110B1	5A
Boeing 777-200LR (GE)	GE90-115BL1	5A	2	Boeing 777-200LR (GE)	GE90-110B1L2	5A
Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-110B1L1	5A	14	Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-110B1L	5A
Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-115BL	5A	34	Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-110B1L	5A
Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-115BL2	5A	84	Boeing 777-200LRF (GE)	GE90-110B1L	5A
Boeing 787-10 (GE)	GENX-1B74/75 PIP II	5A	599	Boeing 787-9 (GE)	GENX-1B74/75 PIP II	5A
Boeing 787-10 (GE)	GENX-1B76 PIP II	5A	218	Boeing 787-9 (GE)	GENX 1B76A PIP II	5A
Boeing 787-10 (GE)	GENX-1B76A PIP II	5A	30	Boeing 787-9 (GE)	GENX 1B76A PIP II	5A
Boeing 787-8 (GE)	GENX-1B70/75 PIP I	5A	24	Boeing 787-8 (GE)	GENX 1B70/75 PIP II	5A
Boeing 787-8 (GE)	GENX-1B70/75 PIP II	5A	105	Boeing 787-8 (GE)	GENX 1B70/75 PIP II	5A
Boeing 787-8 (LN 1-22) (RR)	TRENT 1000-70/74 C (D2)	5A	298	Boeing 787-8 (GE)	GENX 1B70/75 PIP II	5A

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

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 (G3)	5A	77	Boeing 787-8 (GE)	GENX-1B67 PIP II	5A
Boeing 787-8 (RR)	TRENT 1000-70 C (CE2)	5A	2	Boeing 787-8 (GE)	GENX-1B70	5A
Boeing 787-8 (RR)	TRENT 1000-70/74 C (D2)	5A	34	Boeing 787-8 (GE)	GENX 1B70/75 PIP II	5A
Boeing 787-9 (GE)	GENX-1B70 PIP II	5A	26	Boeing 787-9 (GE)	GENX 1B76A PIP II	5A
Boeing 787-9 (GE)	GENX-1B70/75 PIP II	5A	142	Boeing 787-9 (GE)	GENX 1B70/75 PIP II	5A
Boeing 787-9 (GE)	GENX-1B76A PIP II	5A	324	Boeing 787-9 (GE)	GENX 1B76A PIP II	5A
Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-70 TEN (CE3)	5A	2	Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74 TEN	5A
Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74/76 C (K2)	5A	8	Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74 C (J2)	5A
Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74/76 TEN (K3)	5A	74	Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74 TEN (J3)	5A
Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-K2	5A	16	Boeing 787-9 (RR)	TRENT 1000-74 TEN (J3)	5A
Bombardier (Canadair) CRJ 200ER	CF34-3B1	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 200LR	CF34-3B1	5A
Bombardier (Canadair) CRJ1000ER NextGen	CF34-8C5A1	5A	6	Bombardier (Canadair) CRJ1000EL NextGen	CF34-8C5A1	5A
Bombardier (Canadair) CRJ700	CF34-8C5B1	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ701ER	CF34-8C5B1	5A
Bombardier (Canadair) CRJ900LR	CF34-8C5A1	5A	40	Bombardier (Canadair) CRJ900LR NextGen	CF34-8C5	5A
Bombardier (Canadair) CRJ900LR NextGen Enhanced	CF34-8C5	5A	30	Bombardier (Canadair) CRJ900LR NextGen	CF34-8C5	5A
Bombardier (DHC) Dash 8-400 Multi-Role Airtanker	PW150A	5A	2	Bombardier (DHC) Dash 8-400	PW150A	5A
Bombardier Global Express 6000	BR710A2-20	5A	7	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Bombardier Global Express XRS	BR710A2-20	5A	1	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Canadair Challenger 604	CF34-3B	5A	5	Bombardier (Canadair) CRJ 200LR	CF34-3B1	5A
Canadair Challenger 605	CF34-3B	5A	4	Bombardier (Canadair) CRJ 200LR	CF34-3B1	5A
Canadair Continental	HTF7000	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 200LR	CF34-3B1	5A
Caravan II	PT6A-112	5B	2	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
Cessna 525A CitationJet 2	FJ-44-2C	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 525B Citationjet 3	FJ-44-3A	5A	6	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 525C Citationjet 4	FJ-44-4A	5A	6	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 550 Citation Bravo	PW530A	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 560 Citation Excel	PW545A	5A	4	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 650 Citation VII	TFE731-4R-2S	5A	4	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 680 Citation Sovereign	PW306C	5A	3	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 680A Citation Latitude	PW306D	5A	3	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna 750 Citation X	AE 3007 C1	5A	1	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna Citation CM2	FJ-44-1AP-21	5A	4	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna Citation Mustang	PW615F	5A	12	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna Citation XLS	PW545B	5A	5	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Cessna Citation XLS+	PW545C	5A	23	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Cessna S550 Citation S/II	JT15D-4B	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Challenger 350	HTF7350	5A	17	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Challenger 650	CF34-3BMTO	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 2000	CFE738-1-1B	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 2000 LXS	PW308C	5A	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 2000 S	PW308C	5A	1	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 50EX	TFE731-40	4	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Dassault Falcon 7X	PW307A	4	3	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
Embraer 175LR Enhanced	CF34-8E5	4	79	Embraer 175LR	CF34-8E5	4
Embraer 190AR	CF34-10E5	4	22	Embraer 190LR	CF34-10E5	5A
Embraer 190AR	CF34-10E5A1	4	30	Embraer 190LR	CF34-10E5	5A
Embraer 190LR	CF34-10E5A1	5A	216	Embraer 190LR	CF34-10E5	5A
Embraer 190LR	CF34-10E6	5A	36	Embraer 190LR	CF34-10E5	5A
Embraer 190LR	CF34-10E6A1	5A	15	Embraer 190LR	CF34-10E5	5A
Embraer 190ST	CF34-10E6	5A	30	Embraer 190ST	CF34-10E5	5A
Embraer 195AR	CF34-10E7	4	22	Embraer 195LR	CF34-10E7	4
Embraer 195AR	CF34-10E7	5A	30	Embraer 195LR	CF34-10E7	5A
Embraer 195LR	CF34-10E6	5A	6	Embraer 195LR	CF34-10E5A1	5A

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Embraer 195LR	CF34-10E6A1	5A	4	Embraer 195LR	CF34-10E5A1	5A
Embraer ERJ-135 Legacy 600	AE 3007 A1E	5A	7	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Embraer ERJ-135 Legacy 600	AE 3007 A1P	5A	1	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Embraer ERJ-135 Legacy 650	AE 3007 A2	5A	7	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Embraer ERJ-135ER	AE 3007 A1/3	5A	2	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Embraer ERJ-135LR	AE 3007 A1/3	5A	4	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Embraer ERJ-145EU	AE 3007 A1/1	5A	4	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Embraer ERJ-145LR	AE 3007 A1/1	5A	2	Embraer ERJ-145LU	AE 3007 A1	5A
Embraer ERJ-145MP	AE 3007 A1	5A	15	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A
Embraer Phenom 100	PW617F-E	5A	6	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Embraer Phenom 300	PW535E	5A	11	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Fairchild Metro 23	TPE331-12UHR-701G	5A	4	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
Fokker 100	2X TAY MK 650-15	5A	92	Fokker 100	RB183 TAY MK 650-15	5A
Global 5000	BR710A2-20	5A	5	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Gulfstream 280	HTF7250G	5A	1	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Gulfstream G450	2X TAY MK 611-8C	5A	2	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Gulfstream G550	BR710C4-11	5A	8	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Gulfstream G650	BR725	5A	3	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Gulfstream G650ER	BR725	5A	1	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Gulfstream IV	2X TAY MK 611-8	5A	3	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Gulfstream IV SP	2X TAY MK 611-8	5A	2	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
Harbin ERJ-145LI	AE 3007 A1	5A	48	Embraer ERJ-145LU	AE 3007 A1	5A
Hawker 125 Srs.1000	PW305B	5A	2	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Hawker 125 Srs.750	TFE731-5BR	5A	2	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Hawker 125 Srs.800XP	TFE731-5BR	5A	6	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Hawker 125 Srs.850XP	TFE731-5BR	5A	6	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Hawker 125 Srs.900XP	TFE731-50R	5A	2	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Hawker 400XP	JT15D-5	3	4	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
HondaJet Ha-420	HONDA HF-120	5A	4	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A
II	PT6A-66	5B	3	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
II	PT6A-66B	5B	2	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
King Air 200 Raisbeck	PT6A-41	5B	2	Embraer EMB-120FC Brasilia	PW118	5A
King Air B200	PT6A-42	5B	5	Embraer EMB-120FC Brasilia	PW118	5A
King Air B200GT	PT6A-52	5B	2	Embraer EMB-120FC Brasilia	PW118	5A
Learjet 45	TFE731-20	5A	3	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A
Learjet 45	TFE731-20AR-1B	5A	2	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A
Learjet 60XR	PW305A	5A	4	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A
Learjet 75	TFE731-40BR	5A	4	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

Type avion	Type moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type avion de substitution	Type moteur de substitution	Groupe acoustique de substitution
Lockheed C-130H Hercules	T56A-15	2	2	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
Lockheed C-130H-30 Hercules	T56A-15	2	2	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
Nextant 400NXT	FJ-44-3AP	5A	2	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
Saab 340A	CT7-5A2	5A	3	Saab 2000	AE2100-A	5A
Saab 340A Cargo	CT7-5A2	5A	6	Saab 2000	AE2100-A	5A
Tupolev Tu-154M	D-30KU-154-II	2	2	Boeing (MDC) MD-82	JT8D-219	4



## 2. SUBSTITUTIONS TYPE COURT 2020

Type avion	Nombre	Type avion de Substitution	Type moteur de Substitution	Groupe acoustique de substitution
A20N	204	Airbus A320-200 neo (CFM)	CFM LEAP-1A26	5A
A21N	311	Airbus A321-271N ACF (P&W)(neo)	PW1133G-JM	4
A306	27	Airbus A300-620RF (M) (P&W)	PW4158	4
A310	18	Airbus A310-320F (P&W)	PW4152	4
A318	20	Airbus A318-110 (CFM)	CFM56-5B8/P	5A
A319	94	Airbus A319-110 (CFM)	CFM56-5B5/3	5A
A320	283	Airbus A320-210 (CFM)	CFM56-5B4/3	5A
A321	46	Airbus A321-230 (IAE)	V2530-A5	5A
A332	109	Airbus A330-200 (GE)	CF6-80E1A3	4
A333	20	Airbus A330-320 (P&W)	PW4168A	5A
A339	11	Airbus A330-340 (RR)	TRENT 772B-60	5A
A342	9	Airbus A340-210 (CFM)	CFM56-5C2G	5A
A343	9	Airbus A340-310 (CFM)	CFM56-5C2F	5A
A359	519	Airbus A350-900 (RR)	TRENT XWB-84	5A
A35K	46	Airbus A350-900 (RR)	TRENT XWB-84	5A
A388	11	Airbus A380-860 (EA)	GP7270	5A
A400	3	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
AT43	25	ATR ATR 42-300	PW120	5A
AT45	1	ATR ATR 42-500	PW127E	5A
AT72	25	ATR ATR 72-500	PW127F	5A

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

Type avion	Nombre	Type avion de Substitution	Type moteur de Substitution	Groupe acoustique de substitution
AT73	3	ATR ATR 72-210F Bulk Freighter	PW127	5A
AT75	4	ATR ATR 72-500	PW127F	5A
ATLA	2	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
ATP	3	BAe ATP Bulk Freighter	PW126A	5A
B733	36	Boeing 737-300	CFM56-3C1	5A
B734	97	Boeing 737-400	CFM56-3C1	5A
B735	17	Boeing 737-500	CFM56-3C1	4
B737	24	Boeing 737-700	CFM56-7B24	5A
B738	318	Boeing 737-800	CFM56-7B26	5A
B739	5	Boeing 737-900ER Winglets	CFM56-7B26E	4
B744	14	Boeing 747-400 (GE)	CF6-80C2B1F	5A
B748	5	Boeing 747-8F (GE)	GENX-2B67B	5A
B752	97	Boeing 757-200 (P&W)	PW2037	4
B762	5	Boeing 767-200ER (GE)	CF6-80C2B2	5A
B763	543	Boeing 767-300ER (P&W)	PW4062	4
B772	66	Boeing 777-200ER (GE)	GE90-94B	5A
B773	1	Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115BL	5A
B77L	380	Boeing 777-200ER (GE)	GE90-94B	5A
B77W	268	Boeing 777-300ER (GE)	GE90-115B	5A
B788	38	Boeing 787-8 (GE)	GENX-1B70 PIP II	5A
B789	1148	Boeing 787-9 (GE)	GENX-1B74/75 PIP II	5A

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

Type avion	Nombre	Type avion de Substitution	Type moteur de Substitution	Groupe acoustique de substitution
B78X	342	Boeing 787-9 (GE)	GENX-1B74/75 PIP II	5A
BCS3	186	A220-300 (CS300)	PW1521G	5A
BE20	5	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
BN2P	1	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
C130	12	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
C182	3	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
C25B	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
C25C	1	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
C27J	6	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
C295	2	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
C510	4	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
C55B	1	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
C56X	20	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
C680	1	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
C68A	3	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
C750	1	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
CL30	2	Bombardier (Canadair) CRJ 200LR	CF34-3B1	5A
CL35	2	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
CL60	3	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
CN35	1	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
CRJ9	2	Bombardier (Canadair) CRJ900LR	CF34-8C5	5A

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

Type avion	Nombre	Type avion de Substitution	Type moteur de Substitution	Groupe acoustique de substitution
DA42	2	Embraer EMB-120 Brasilia	PW118	5A
DH8B	1	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
DH8D	1	Bombardier (DHC) Dash 8-400	PW150A	5A
E121	5	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
E135	3	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
E145	23	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1/1	5A
E170	17	Embraer 170ST	CF34-8E5	5A
E190	537	Embraer 190LR	CF34-10E5	5A
E195	107	Embraer 195LR	CF34-10E5	5A
E35L	5	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
E3CF	5	Boeing 747-400 (GE)	CF6-80C2B1F	4
E50P	2	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
E55P	3	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
E75L	31	Embraer 175ST	CF34-8E5	4
F100	2	Fokker 100	RB183 Tay 650-15	5A
F2TH	5	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
F900	2	Bombardier (Canadair) CRJ 200LR	CF34-3B1	5A
FA10	11	Bombardier (Canadair) CRJ 100ER	CF34-3A1	5A
FA7X	3	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
GL5T	4	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
GLEX	4	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2020 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

Type avion	Nombre	Type avion de Substitution	Type moteur de Substitution	Groupe acoustique de substitution
GLF4	1	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
GLF5	4	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
GLF6	2	Fokker 100	RB183 Tay 650-15	5A
H25B	3	Embraer ERJ-135ER	AE3007-A3	5A
K35R	38	Boeing 747-400 (GE)	CF6-80C2B1F	4
LJ45	1	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A
MD11	16	Boeing (MDC) MD-11F(M) (P&W)	PW4460	4
P180	1	Fokker 100	RB183 Tay 620-15	5A
P68	1	Embraer EMB-120 Brasilia	PW118	5A
PA46	23	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
PAY2	1	Fokker F.27-500	DART 532-7	4
RFAL	1	Embraer ERJ-145MP	AE3007-A1	5A
S22T	4	Embraer EMB-120 Brasilia	PW118	5A
SF34	2	Saab 2000	AE2100-A	5A
SR20	5	Embraer EMB-120 Brasilia	PW118	5A
SR22	10	Embraer EMB-120 Brasilia	PW118	5A
SU95	1	Embraer 175ST	CF34-8E5	4
T154	1	Boeing (MDC) MD-82	JT8D-219	4
T206	1	Boeing (MDC) MD-82	JT8D-219	4

## 12. 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<sub>Amax</sub> 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 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.

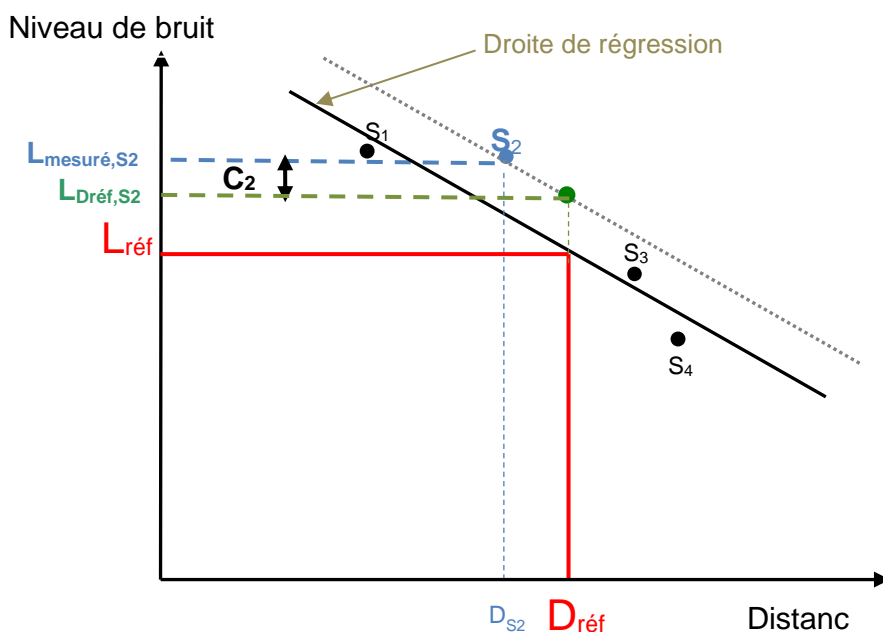
### 3) Niveau de bruit ramené à la distance de référence à l'aide de la droite de régression :

**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 :  $L_{Dréf} = L_{mesuré} + \text{Pente}_{DR} \cdot (Distance_{réf} - Distance_{station})$

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<sub>k</sub>** : station de mesure

**L<sub>réf</sub>** : niveau de bruit le plus fréquemment mesuré au sens de l'arrêt

**L<sub>mesuré,S<sub>k</sub></sub>** : niveau de bruit mesuré à la station S<sub>k</sub>

**L<sub>Dréf,S<sub>k</sub></sub>** : niveau de bruit mesuré en S<sub>k</sub> et ramené à la distance de référence

**D<sub>réf</sub>** : distance de référence au sens de l'arrêt (5 000 m à l'atterrissage, 9 200 m au décollage)

**D<sub>k</sub>** : distance associée à la station de mesure

**C<sub>k</sub>** : 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 :  $L_{\text{réf}} = 80,02$  dB(A).

