



**MINISTÈRE
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



direction
générale
de l'Aviation
civile

Service Technique de l'Aviation Civile

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2024 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

SOMMAIRE

INTRODUCTION	6
GUIDE DE LECTURE	7
1. METHODOLOGIE DE CALCUL	8
2. MOUVEMENTS DETECTES ET MESURES	9
2.1. NOMBRE ET PROPORTION	9
2.2. REPARTITION PAR STATION DE MESURE.....	10
3. EXPLOITATION DES MOUVEMENTS POUR LE CALCUL DE L'ENERGIE SONORE MESUREE PONDEREE	12
3.1. SCHEMA DE TRAITEMENT DES MOUVEMENTS ET DE L' AFFECTATION DES NIVEAUX DE BRUIT	12
3.2. CORRECTION DES NIVEAUX DE BRUIT MESURES ET VALIDES	14
3.2.1. <i>Correction avec la droite de régression propre à l'avion mesuré.....</i>	<i>14</i>
3.2.2. <i>Correction avec la droite de régression de l'avion de substitution.....</i>	<i>14</i>
3.3. UTILISATION DES NIVEAUX DE BRUIT LES PLUS FREQUEMMENT MESURES	14
4. PRESENTATION DES RESULTATS POUR 2024.....	15
4.1. IGMP.....	15
4.2. ENERGIES SONORES PONDEREES	15
5. PRESENTATION DE L'EVOLUTION DES RESULTATS DE 2014 A 2024	16
5.1. IGMP ET ENERGIES SONORES PONDEREES	16
5.2. REPARTITION DU NOMBRE DE MOUVEMENTS ET DU NIVEAU SONORE MOYEN PAR GROUPE ACOUSTIQUE D' AERONEFS	18
5.3. REPARTITION DU NOMBRE DE MOUVEMENTS ET DE L'ENERGIE SONORE PONDEREE ASSOCIEE PAR PERIODE DE LA JOURNEE (JOUR / SOIR / NUIT).....	21
5.3.1. <i>Répartition du nombre de mouvements par période de la journée.....</i>	<i>22</i>
5.3.2. <i>Répartition de l'énergie sonore pondérée des mouvements par période de la journée.....</i>	<i>25</i>
5.3.3. <i>Répartition de l'énergie sonore moyenne non pondérée des mouvements par période de la journée</i>	<i>28</i>
5.4. NOMBRE DE MOUVEMENTS ET ENERGIES SONORES PONDEREES ASSOCIEES SUR LES PERIODES DE NUIT ET DE « CŒUR DE NUIT »	33
5.4.1. <i>« Indicateur nuit » et énergie sonore pondérée associée</i>	<i>33</i>
5.4.2. <i>Nombre de mouvements et énergie sonore pondérée associée sur la période dite « cœur de nuit »</i>	<i>34</i>
5.4.3. <i>Comparaison des énergies sonores non pondérées des périodes de nuit et dite « cœur de nuit »</i>	<i>36</i>
6. ANALYSE DE L'EVOLUTION DE L'IGMP EN 2024	39
6.1. SENSIBILITE DE L'IGMP	40
7. ANNEXE 1 – LISTE DES ABREVIATIONS	42
8. ANNEXE 2 – ARRETE DU 28 JANVIER 2003	43
9. ANNEXE 3 – ARRETE DU 21 MARS 2022	46
10. ANNEXE 4 – METHODE D'EXCLUSION DES VALEURS ABERRANTES.....	48

11. ANNEXE 5 – NOUVELLES DROITES DE REGRESSION CALCULEES EN 2024 52

1. À L’ATTERRISSAGE 52

2. AU DÉCOLLAGE..... 52

12. ANNEXE 6 – SUBSTITUTIONS 53

1. SUBSTITUTIONS TYPE COMPLET 2024 53

2. SUBSTITUTIONS TYPE COURT 2024 61

13. ANNEXE 7 – CORRECTION DES MESURES A L’AIDE DES DROITES DE REGRESSION
67

RÉSUMÉ

L'arrêté du 28 janvier 2003 instituant un indicateur représentatif de l'énergie sonore engendrée par l'activité aérienne de l'aéroport de Paris – Charles-de-Gaulle définit la méthode de calcul de l'Indicateur Global Mesuré Pondéré (IGMP) et limite sa valeur pour chaque année civile à la moyenne des valeurs des années 1999, 2000 et 2001. Depuis 2007, l'estimation annuelle de la valeur de cet indicateur est confiée par la DGAC au Service Technique de l'Aviation Civile (STAC). Le calcul se base sur les niveaux acoustiques mesurés et sur leurs corrélations avec les trajectoires aériennes, ces mesures et corrélations étant effectuées par le laboratoire acoustique du Groupe ADP.

Le ratio de mesures de bruit exploitables pour le calcul de l'IGMP pour 2024 est de 93,1 % pour 466 729 mouvements aériens détectés (source Groupe ADP).

La valeur de **l'IGMP pour 2024** est de **58,5** soit 1,4 point de plus qu'en 2023. L'augmentation de 3 % du trafic aérien est la principale explication de cette évolution. La répartition des mouvements aériens selon la période de la journée a peu évolué et n'affecte donc pas de manière significative l'évolution de l'IGMP entre 2023 et 2024.

L'indicateur spécifique de la période « *nuit* » a une valeur de 62,0, augmentant de 0,7 point par rapport à 2023.

EXECUTIVE SUMMARY

The French order dated January 28th, 2003, establishing an indicator representing the sound energy caused by air traffic at Paris – Charles-de-Gaulle airport defines the measurement method of the “weighted measure-based overall indicator” (called IGMP for “*Indicateur Global Mesuré Pondéré*”), and restricts for each year its value to the average value over 1999, 2000 and 2001. Since 2007, the Civil aviation technical center (STAC) has been ordered by the French Civil Aviation Authority (DGAC) to estimate yearly the IGMP value. The calculation is based on the noise measurements and their correlations with aircraft flight path. These measurements and correlations are performed by the Groupe ADP Laboratory.

In 2024, the ratio of adequate noise measurements is 93,1%, for 466 729 detected flight movements (source Groupe ADP).

The IGMP value for 2024 equals 58,5, that is +1,4 point higher than that for 2023. The air traffic increase is the main explanation for this evolution. The distribution of flight movements over the daytime period has almost not changed compared to 2023, and therefore has not significantly impacted the IGMP evolution between 2023 and 2024.

The specific indicator for nighttime period has increased by 0,7 point compared to 2023, reaching the value 62,0.

INTRODUCTION

L'arrêté du 28 janvier 2003¹ instituant un indicateur représentatif de l'énergie sonore engendrée par l'activité aérienne de l'aéroport de Paris – Charles de Gaulle définit la méthode de mesure de l'Indicateur Global Mesuré Pondéré (IGMP) – et limite sa valeur pour une année civile à la moyenne des valeurs 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 2007. Elle était précédemment effectuée par Groupe ADP.

La valeur annuelle de l'IGMP est basée sur :

- Les niveaux acoustiques mesurés à l'aide du dispositif de mesure du bruit mis en œuvre par Groupe ADP ;
- le suivi des trajectoires aériennes homologué par arrêté interministériel du 17 juillet 2006 ;
- la corrélation entre les niveaux acoustiques mesurés et les trajectoires aériennes, 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 à la valeur du niveau de bruit en fonction de la distance de référence par rapport au seuil de pistes.

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)², la Mission Bruit de la Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques (DPPR)³ 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 l'exclusion des mesures aberrantes depuis 2011.

¹ Voir annexe 2.

² 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.

³ 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 de la méthode de calcul de l'IGMP et détaille les différentes étapes de la méthode de traitement des mouvements détectés, avec affectation des niveaux de bruit, nécessaires au calcul de l'IGMP.

Le chapitre 2 présente la quantité de mouvements détectés et mesurés (nombre, proportion par rapport au nombre de mouvements détectés, répartition par station de mesures) ainsi que les causes d'absence de corrélation (absence de mesure pour certains mouvements détectés).

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_{Amax}** : valeur maximale du niveau de pression acoustique d'un son continu stable, de durée d'une seconde, avec une pondération A ;
- **Niveau de bruit mesuré** : niveau de bruit L_{Amax} mesuré au sol auquel est ajouté la correction en distance, afin de le ramener au niveau de bruit qui serait mesuré à la distance de référence ;
- **Niveau de bruit le plus fréquemment mesuré** : pour chaque ensemble « type d'avion – moteur – groupe acoustique », 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 par station pour 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 ;
- **Avion de substitution** : avion pour lequel le niveau de bruit le plus fréquemment mesuré est connu et dont les caractéristiques acoustiques et physiques se rapprochent le plus de l'avion considéré.

Les chapitres 4 et 5 présentent les valeurs des résultats des différents calculs effectués pour 2024 ainsi que leur évolution depuis 2014 : IGMP et indicateur de nuit, répartition du nombre de mouvements et des énergies sonores associées par groupe acoustique d'aéronefs ou par période de la journée, nombre de mouvements et énergies sonores associées sur la période « cœur de nuit », etc.

Le chapitre 6 présente les différents facteurs contribuant à l'évolution de l'IGMP en 2024.

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

1. Méthodologie de calcul

Le calcul de l'IGMP pour l'année 2024 repose sur la méthodologie arrêtée par le groupe de travail (GT) établi en 2006 entre l'ACNUSA, la DGAC, la Mission Bruit de la DPPR et le Laboratoire de Groupe ADP. Il prend en compte les éléments suivants :

- les 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 ;
- les 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 ;
- les 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 2012 à 2023. Toutefois, les données mesurées en 2024 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 (annexe 5).

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

- mise en œuvre, depuis 2011 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) ;
- utilisation par Groupe ADP, de 2012 à 2023, 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 et d'améliorer nettement le taux de corrélation depuis 2012. 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.
- mise à jour, en 2022, des ensembles type/moteur/groupe acoustique utilisés, faisant suite aux mises à jour suivantes :
 - concernant la réglementation sur la classification acoustique des aéronefs, l'arrêté du 21 mars 2022 a introduit une nouvelle définition des groupes acoustiques ;
 - concernant la base de données NBA utilisée pour les dénominations des types et des moteurs de chaque aéronef, les libellés de type avion et de moteur ont été harmonisés sur la base de la codification OACI.

Remarque : depuis 2023 et la mise à jour du parc matériel de Groupe ADP, la reconnaissance spectrale du bruit d'aéronef n'est plus disponible. Groupe ADP travaille sur une autre méthodologie basée sur l'intelligence artificielle qui devrait être mise en place en 2026.

2. Mouvements détectés et mesurés

2.1. *Nombre et proportion*

Le nombre total de mouvements d'avions détectés en 2024 est de 466 729 (source : Groupe ADP). La base NBA datée de février 2025 indique 466 512 mouvements.

Mouvements aériens	Atterrissages	Décollages	Total
Source ADP	233 076	233 653	466 729
Source NBA	233 250	233 362	466 512
Différence	-174	391	217

Tableau 1 : Nombre de mouvements détectés et mesurés

La différence entre le nombre de mouvements détectés par Groupe ADP et le nombre de mouvements enregistrés dans la base NBA 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). D'autre part, les données de la base NBA sont régulièrement mises à jour lorsqu'une anomalie est détectée ; le nombre de mouvements enregistrés dans la base NBA peut ainsi légèrement évoluer au fil du temps.

Le faible écart (217 mouvements soit 0,03 %) entre les sources Groupe ADP et NBA confirme que la base de travail de cette étude est bien robuste. **Dans la suite de l'étude, les calculs s'effectueront sur la base des mouvements détectés par Groupe ADP.**

Le taux de mesures exploitables, c'est-à-dire le rapport entre le nombre de mesures de bruit utilisables ou exploitables et le nombre total de mouvements détectés, est de **93 %**, ce qui représente **434 634** couples de mesures de bruit d'avions et de trajectoires exploitables¹.

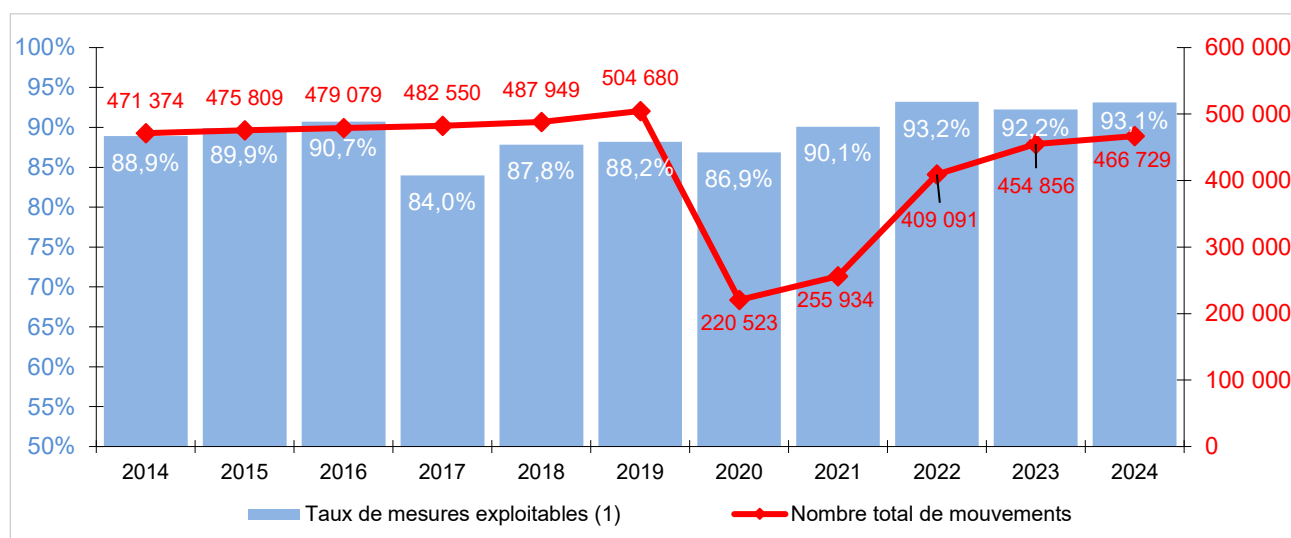


Figure 1 : Evolution du taux de mesures exploitables et du nombre annuel de mouvements

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

6,9 % des couples de mesures de bruit et de trajectoires (32 095 mouvements) sont non exploitables pour les raisons suivantes :

- Des critères de détection (durée minimum, niveau minimum, présence de bruits parasites...) non respectés, dans 73 % des cas ;
- La maintenance, la calibration ou le dysfonctionnement des stations de mesure du bruit, dans 4 % des cas ;
- L'absence d'enregistrement, pour 23 % 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 la piste de décollage.

2.2. Répartition par station de mesure

Groupe ADP dispose d'un réseau de 8 stations de mesures de bruit spécifiquement implantées pour l'évaluation de l'indicateur.

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 4 stations à l'Est sont nommées E1, E2, E3, E4 et les 4 stations situées à l'Ouest sont nommées W1, W2, W3 et W4b.

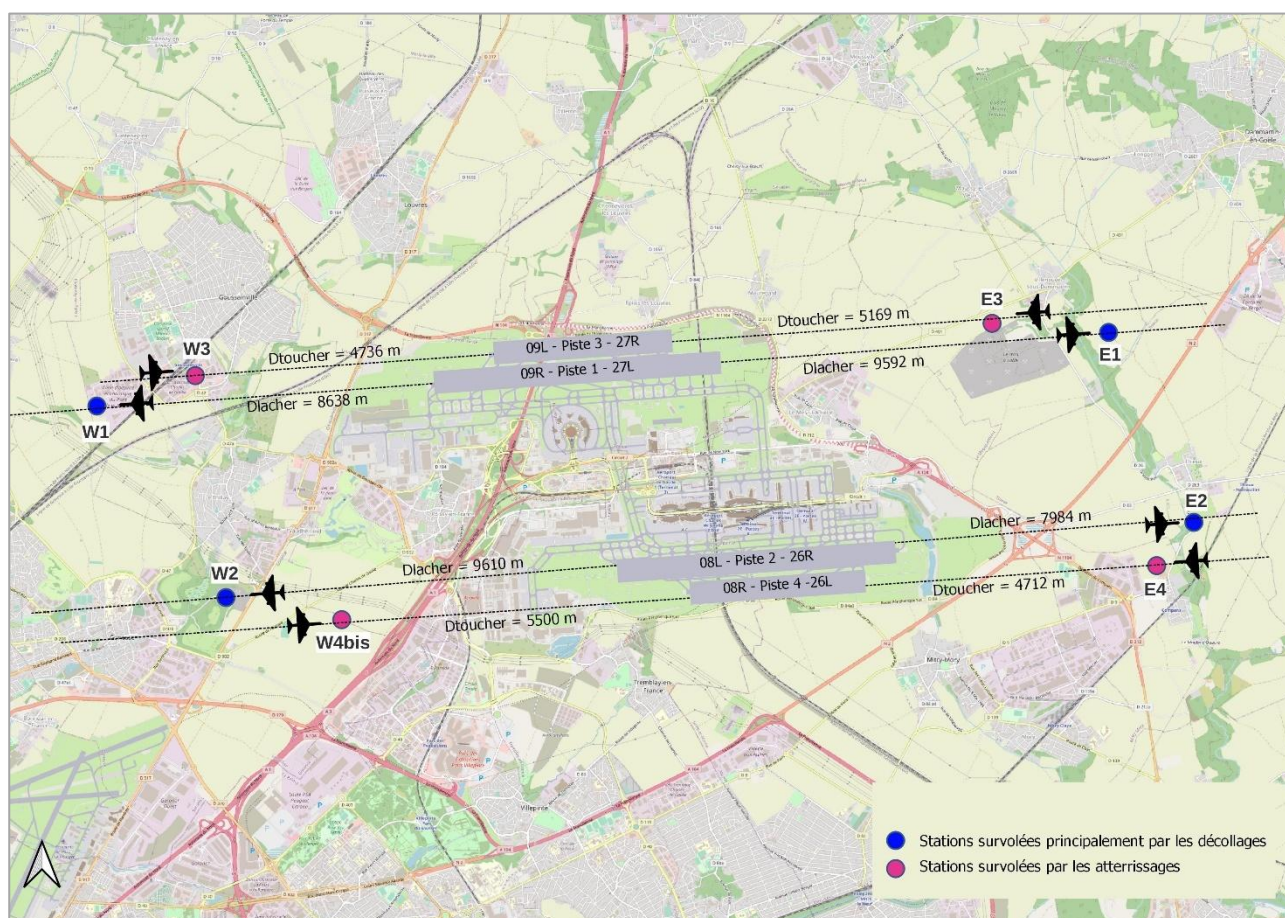


Figure 2 : Position des 8 stations de mesures de bruit IGMP

Les pistes 3 et 4 étant dédiées aux atterrissages, les stations associées, E3, E4, W3 et W4b mesurent uniquement les atterrissages.

Les stations E1, E2, W1 et W2 mesurent quant à elles principalement les décollages.

Les pistes 3 et 4 sont des pistes courtes (2 700 mètres) réservées en temps normal aux atterrissages, cependant quelques centaines de décollages sont aussi pratiqués sur ces pistes chaque année. 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.

Pour chacune des stations de mesure, le nombre de mouvements mesurés et corrélés à une trajectoire (et validés après exclusion des valeurs aberrantes) et le nombre de mouvements enregistrés sur l'année sont indiqués dans le tableau 2.

Station	Date de mise en service définitive	Nombre de décollages		Nombre d'atterrissages		% Corrélation
		Effectués au-dessus de la station	Mesurés et corrélés à un avion	Effectués au-dessus de la station	Mesurés et corrélés à un avion	
Total		233 653	215 611	233 076	218 564	93%
E1 - Villeneuve-sous-Dammartin	05/07/2005	32 392	28 781	1 098	990	89%
E2 - Thieux	12/07/2005	46 203	43 727	1 178	1 134	95%
E3 - Villeneuve-sous-Dammartin	27/02/2008[1]	-	-	55 570	53 678	97%
E4 - Compans	01/07/2003	-	-	95 365	91 374	96%
W1 - Goussainville	03/06/2005	71 236	65 986	1 164	891	92%
W2 - Gonesse	16/04/2007	82 194	77 117	875	646	94%
W3 - Goussainville	12/05/2005	-	-	32 672	30 067	92%
W4b - Gonesse	29/04/2003	-	-	43 518	39 784	91%
Vols sans QFU[2]	-	1 628	0	1 636	0	0%

[1] : Remplacement d'un sonomètre par une station fixe le 27/02/2008

[2] : Trajectoires d'avions n'ayant pas survolé de station de mesure (avions ayant quitté rapidement l'axe de piste tels les turbopropulseurs sur le doublet Nord)

Tableau 2 : Répartition des nombres d'atterrissages et de décollages mesurés en 2024 par station de mesure.

L'ensemble des stations à l'exception de E1 - Villeneuve-sous-Dammartin présente un taux de corrélation supérieure à 90 %. Le taux de corrélation de E1 est de 89 %, ce plus faible pourcentage peut s'expliquer en partie par un environnement acoustique plus dégradé.

Le taux de corrélation pour l'ensemble des atterrissages est de 94 % et de 92 % pour l'ensemble des décollages.

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 annuel de l'aéroport de Paris-Charles-de-Gaulle est évaluée en affectant à chaque mouvement d'aéronef :

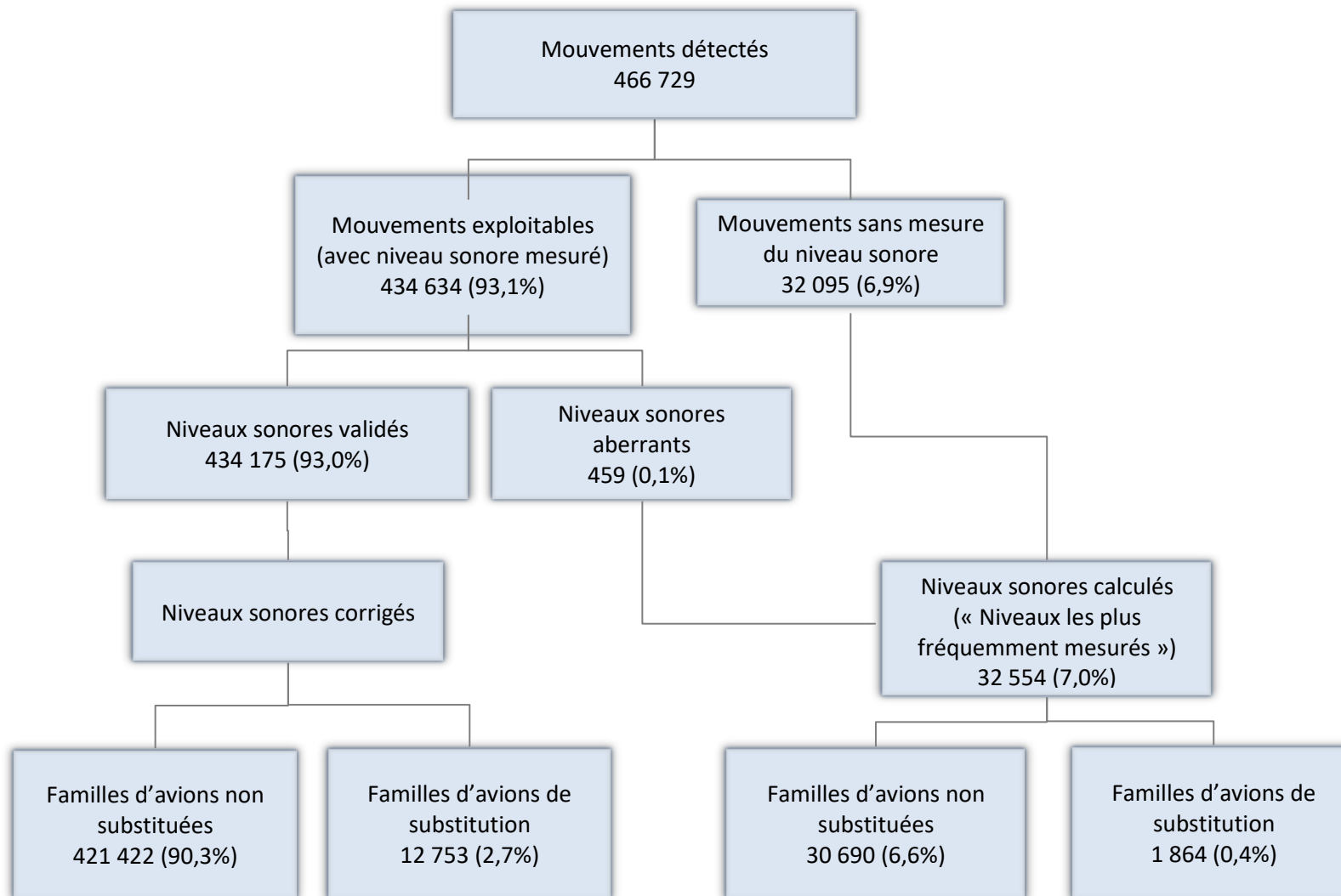
- le **niveau de bruit mesuré**, s'il est disponible et validé après application de la méthode d'exclusion des valeurs aberrantes ; ce niveau de bruit est corrigé en distance, afin de le ramener à celui d'une mesure équivalente effectuée à la distance de référence ;
- ou à défaut le **niveau de bruit 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. Schéma de traitement des mouvements et de l'affectation des niveaux de bruit

Le traitement de l'ensemble des mouvements détectés de l'année 2024 avec affectation d'un niveau de bruit pour chaque mouvement détecté peut être schématisé comme suit :

Schéma de traitement des mouvements détectés avec d'affectation d'un niveau de bruit

Affectation d'un niveau de
bruit à chaque mouvement
détecté



3.2. Correction des niveaux de bruit mesurés et validés

Parmi les 434 634 couples de mesures de bruit et de trajectoires exploitables, l'application de la méthode d'exclusion des valeurs aberrantes (cf. annexe 4) a été appliquée pour 459 mesures de bruit, soit 0,1 % des mesures. Ce sont finalement 434 175 couples de mesures de bruit et trajectoires qui ont été validés pour le calcul de l'IGMP pour 2024, soit 93,0 % des mouvements effectués dans l'année.

Pour ces mouvements, les niveaux de bruit mesurés et validés sont corrigés en distance à l'aide d'une droite de régression (voir annexe 7), cette dernière étant établie à partir des mesures réalisées, sous condition d'un nombre minimal de mesures de 25 par station de mesure pour au moins 4 stations de mesure.

3.2.1. Correction avec la droite de régression propre à l'avion mesuré

Pour chacun des 97,1 % des niveaux de bruit mesurés et validés (421 422 mouvements), une droite de régression, propre à l'ensemble « type d'avion - moteur - groupe acoustique » associé au mouvement, est établie et utilisée pour corriger en distance les niveaux de bruit mesurés. L'ensemble des droites de régression nouvellement calculées en 2024 est fourni en annexe 5.

3.2.2. Correction avec la droite de régression de l'avion de substitution

Pour les 2,9 % de niveaux de bruit mesurés et validés restants (12 753 mouvements), aucune droite de régression n'est disponible pour le moment. La correction en distance appliquée correspond alors à celle de l'avion de substitution comportant des caractéristiques acoustiques et physiques voisines de celles de l'avion considéré et pour lequel une droite de régression a pu être établie.

Les listes des avions de substitution utilisés pour le calcul de l'IGMP pour 2024 sont fournies en annexe 6.

3.3. Utilisation des niveaux de bruit les plus fréquemment mesurés

Pour les **7,0 %** des mouvements n'ayant pu donner lieu à une mesure valide (32 554 mouvements), en raison de l'absence de mesure ou en raison d'une mesure inexploitable, ou bien encore en raison d'une mesure non prise en compte après application de la méthode d'exclusion des valeurs aberrantes, l'arrêté du 28 janvier 2003 prévoit d'affecter à chacun de ces mouvements, le niveau de bruit le plus fréquemment mesuré (voir annexe 7), en fonction de l'ensemble « type d'avion – moteur – groupe acoustique » correspondant.

Pour les mouvements restant sans mesure valide et pour lesquels le modèle d'avion a déjà fait l'objet d'un nombre suffisant de mesures (au moins 25 mesures par station pour au moins 4 stations de mesure), le niveau de bruit le plus fréquemment mesuré de l'ensemble « type d'avion – moteur – groupe acoustique » correspondant à la distance de référence est utilisé.

4. Présentation des résultats pour 2024

4.1. *IGMP*

La valeur de l'IGMP pour l'année 2024 s'élève à : 58,5.

4.2. *Energies sonores pondérées*

Les valeurs des énergies sonores pondérées pour l'année 2024 sont fournies dans le tableau 3, pour les atterrissages et dans le tableau 4, pour les décollages.

ATTERRISSAGES	Énergie sonore pondérée de 2024 ($W_{a,2024}$)	Energie sonore pondérée <u>de référence</u> ($W_{a,0}$)
Jour (6h00 - 18h00)	9.87E+12	1,44E+13
Soirée (18h00 - 22h00)	8.55E+12	1,33E+13
Nuit (22h00 - 6h00)	2.28E+13	3,08E+13
Global	4.12E+13	5,85E+13

Tableau 3 : Energies sonores pondérées émises par les atterrissages en 2024

DÉCOLLAGES	Énergie sonore pondérée de 2024 ($W_{d,2024}$)	Energie sonore pondérée <u>de référence</u> ($W_{d,0}$)
Jour (6h00 - 18h00)	3.60E+12	0,73E+13
Soirée (18h00 - 22h00)	3.10E+12	0,82E+13
Nuit (22h00 - 6h00)	7.32E+12	1,46E+13
Global	1.40E+13	3,01E+13

Tableau 4 : Energies sonores pondérées émises par les décollages en 2024

5. Présentation de l'évolution des résultats de 2014 à 2024

5.1. IGMP et énergies sonores pondérées

En 2024, l'IGMP augmente de 1,4 point par rapport à l'année précédente.

L'énergie sonore pondérée de 2024 augmente globalement de 2 % par rapport à 2023. Pour les décollages, l'énergie sonore pondérée de 2024 augmente de 6 % par rapport à 2023, alors qu'elle stagne pour les atterrissages.

En comparaison avec l'année 2019, dernière année représentative avant la crise sanitaire :

- le trafic de 2024 est égal à 92 % du trafic de 2019 ;
- l'IGMP de 2024 atteint 88 % de l'IGMP de 2019 ;
- l'énergie sonore pondérée des atterrissages de 2024 atteint 89 % de celle de 2019 ;
- l'énergie sonore pondérée des décollages de 2024 atteint 85 % de celle de 2019.

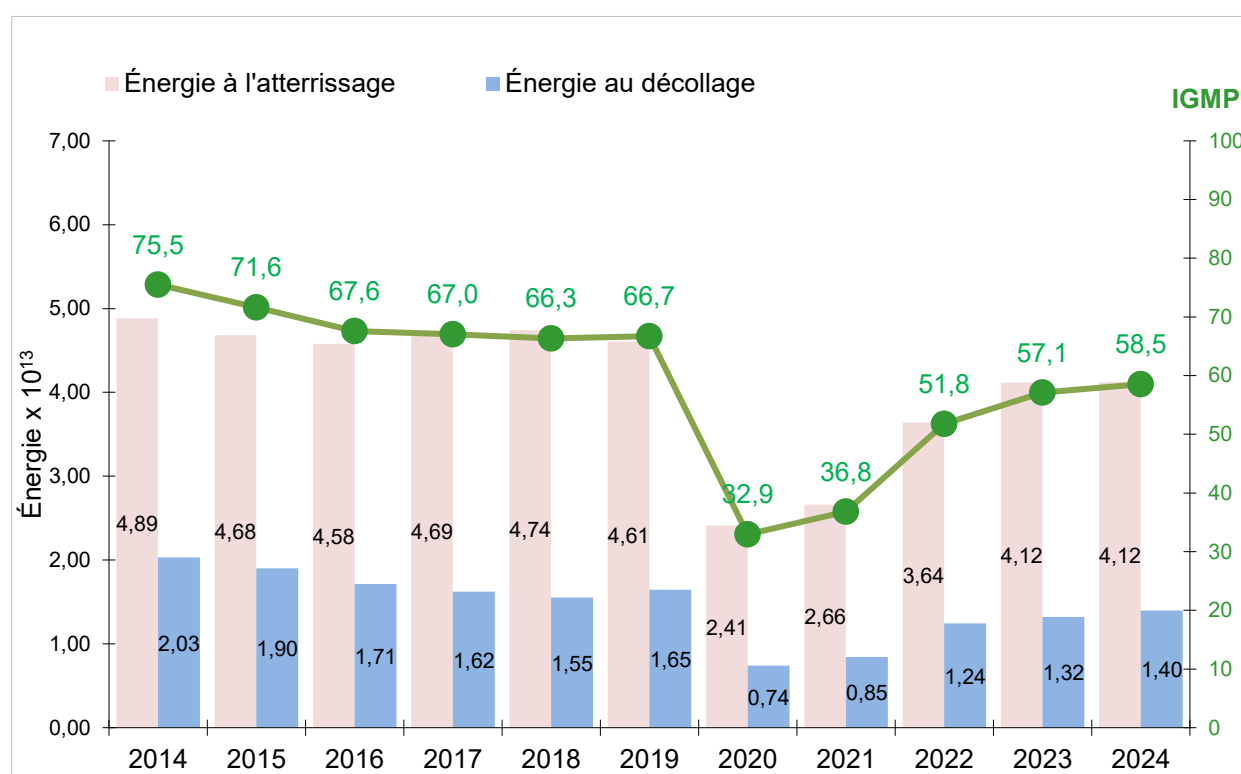


Figure 3 : Evolution annuelle de l'IGMP et des énergies sonores pondérées de 2014 à 2024

En comparaison avec les énergies sonores pondérées de référence, l'énergie sonore pondérée des atterrissages de 2024 est inférieure de 29 % et l'énergie sonore pondérée des décollages de 2024 est inférieure de 53 %.

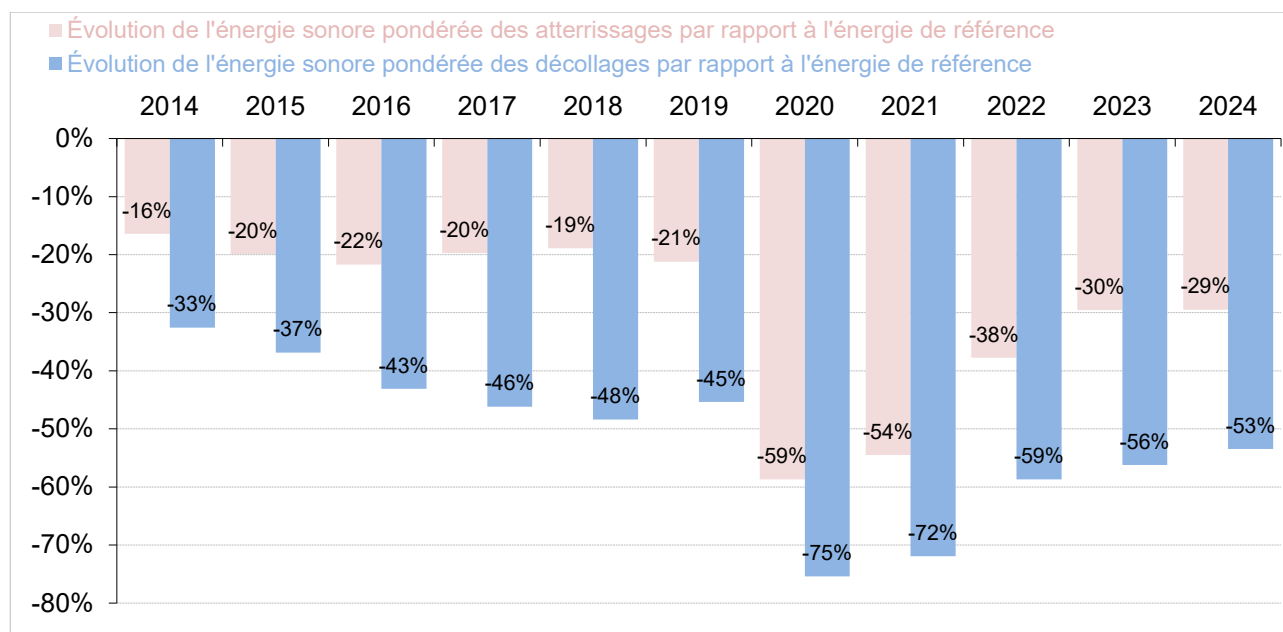


Figure 4 : Evolution annuelle de la variation relative des énergies sonores pondérées des atterrissages et des décollages par rapport aux énergies sonores pondérées de référence entre 2014 et 2024

L'évolution mensuelle de l'énergie sonore pondérée émise au cours de l'année 2024 est présentée dans la figure 5. Cette année encore, aucune réelle tendance mensuelle ne semble se dégager (la part mensuelle de l'énergie sonore pondérée varie entre 7 et 9 % de l'énergie sonore pondérée annuelle aussi bien pour les atterrissages que pour les décollages).

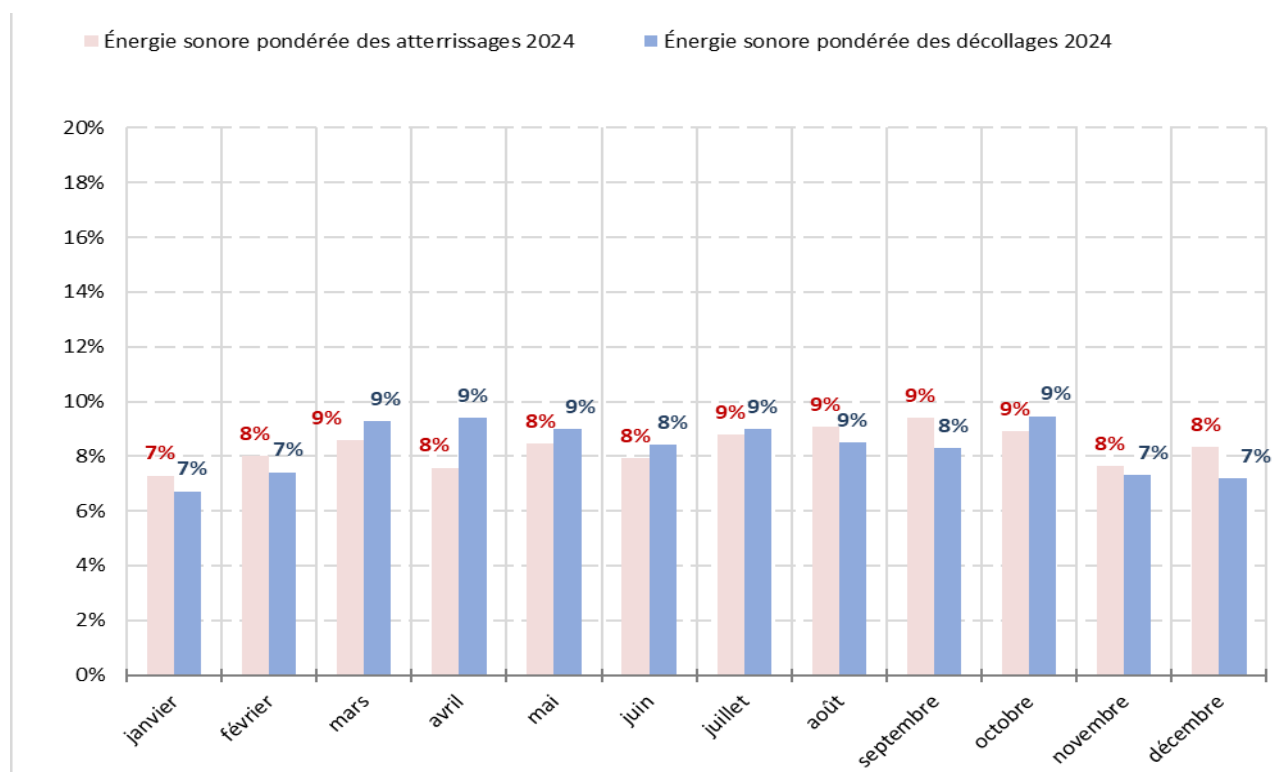


Figure 5 : Evolution mensuelle des parts des énergies sonores pondérées des atterrissages et des décollages par rapport aux valeurs annuelles en 2024

5.2. Répartition du nombre de mouvements et du niveau sonore moyen par groupe acoustique d'aéronefs

La classification acoustique des aéronefs est établie conformément aux normes de l'OACI, par chapitre et selon les marges de conformité acoustique (ou marges acoustiques cumulées) par rapport aux limites admissibles des chapitres 3, 4, 5 et 14 définis dans le volume 1 de l'Annexe 16 à la Convention relative à l'aviation civile internationale.

L'arrêté du 21 mars 2022 relatif à la classification acoustique des aéronefs mentionnée à l'article L. 422-56 du code des impositions sur les biens et services à prendre en compte pour le calcul de la taxe sur les nuisances sonores aériennes établit une nouvelle classification acoustique des aéronefs comme suit :

- Groupe G1 : les aéronefs qui ne sont pas mentionnés dans les groupes acoustiques 2, 3, 4, 5 et 6 définis ci-après ;
- Groupe G2 : les aéronefs certifiés en vertu des chapitres 3, 4, 5 dont la marge acoustique cumulée est supérieure ou égale à 10 EPNdB et inférieure à 13 EPNdB ;
- Groupe G3 : les aéronefs certifiés en vertu des chapitres 3, 4, 5 dont la marge acoustique cumulée est supérieure ou égale à 13 EPNdB et inférieure à 17 EPNdB ;
- Groupe G4 : les aéronefs certifiés en vertu des chapitres 3, 4, 5 ou 14 dont la marge acoustique cumulée est supérieure ou égale à 17 EPNdB et inférieure à 20 EPNdB ;
- Groupe G5 : les aéronefs certifiés en vertu des chapitres 3, 4, 5 ou 14 dont la marge acoustique cumulée est supérieure ou égale à 20 EPNdB ;
- Groupe G6 : les aéronefs certifiés en vertu des chapitres 6, 8, 10 ou 11.

84 % des mouvements de 2024 sont réalisés par des aéronefs appartenant aux groupes G3 et G5, 15 % des mouvements étant réalisés par des aéronefs des groupes G2 et G4.

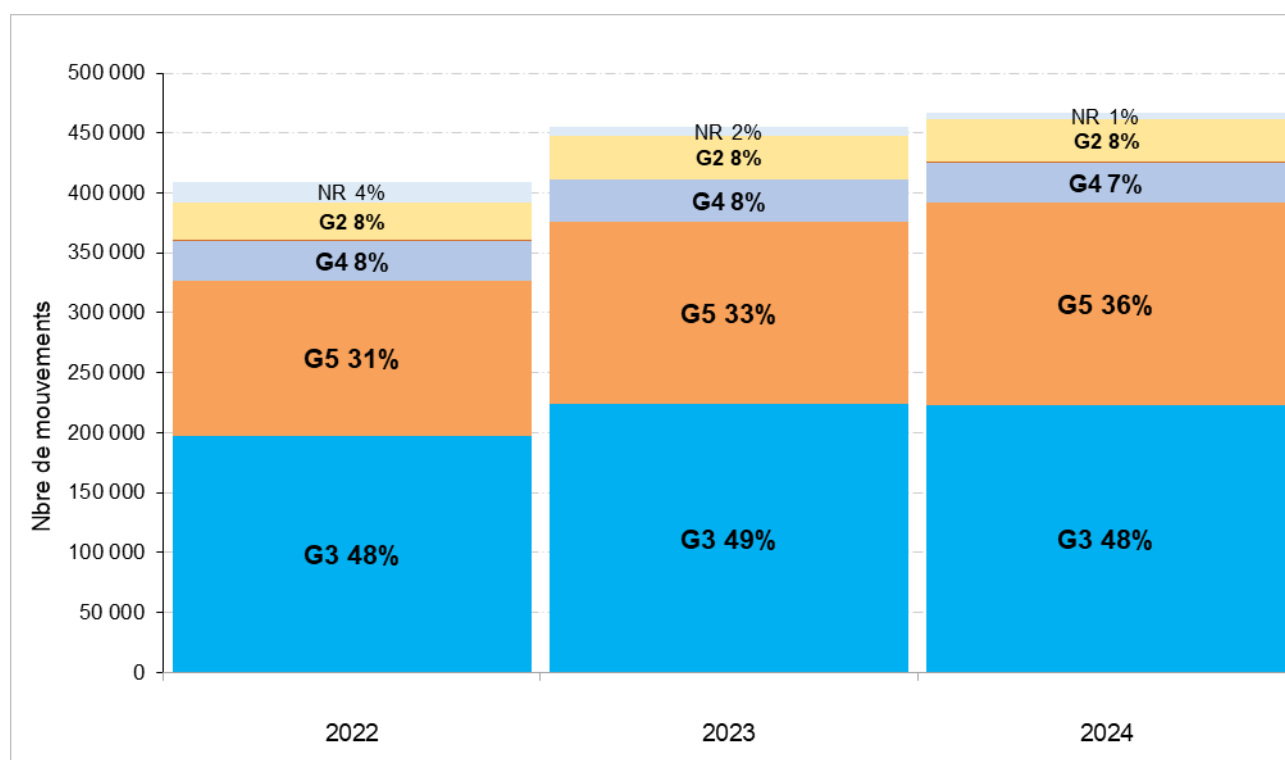


Figure 6 : Evolution annuelle de la répartition du nombre des mouvements par groupe acoustique d'aéronefs entre 2022 et 2024

Année	Nombre de Mouvements	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe4	Groupe 5	Groupe 6	Groupe non renseigné
2022	409 157	835	31 104	197 831	33 303	128 672	91	17 321
2023	455 085	668	36 379	224 007	34 323	152 445	75	7 188
2024	466 729	382	35 470	223 146	33 222	169 044	0	5 465

Tableau 5 : Nombre annuel de mouvements par groupe acoustique d'aéronefs entre 2022 et 2024

Le nombre de mouvements d'aéronefs appartenant au groupe acoustique 3 représente plus de la moitié des mouvements de nuit (52 %) en 2024.

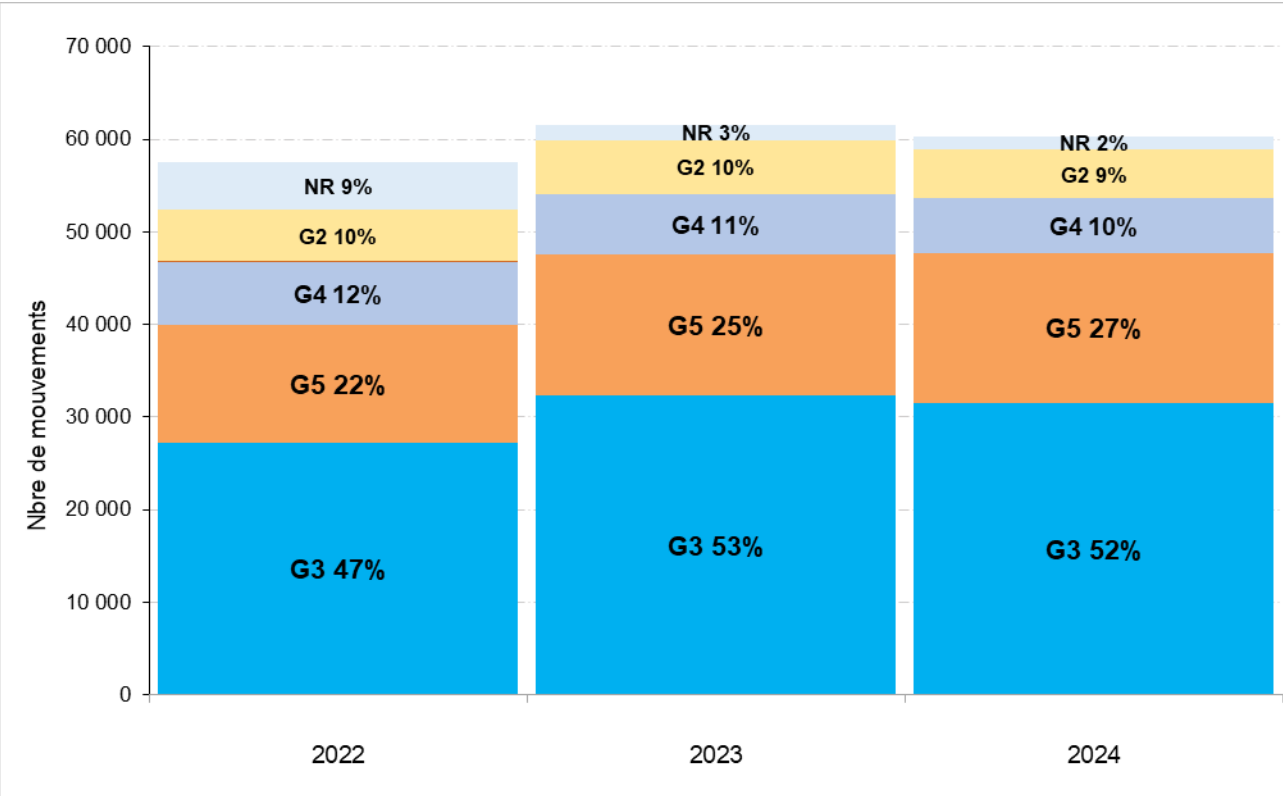


Figure 6 bis : Evolution annuelle de la répartition du nombre de mouvements par groupe acoustique d'aéronefs, pour la période nuit, entre 2022 et 2024

En 2024, le nombre d'aéronefs des groupes acoustiques G2, G3 et G4 diminue par rapport à 2023 au profit du groupe acoustique 5.

Au sein de chacun de ces groupes, l'évolution du niveau sonore moyen est indiqué dans les figures 8 et 9. Au vu du faible nombre de mouvements associés, les groupes G1 et G6 (des aéronefs « légers ») ne sont pas représentés.

Lmoyen est le niveau sonore moyen corrigé en distance pour une catégorie acoustique donnée d'aéronefs, calculé à partir de la moyenne de l'énergie sonore non pondérée.

Le niveau sonore moyen des atterrissages reste quasi constant pour chaque catégorie d'aéronefs au cours des années 2022, 2023 et 2024. Pour le groupe G4, il augmente de 0,5 dBA (moins de 1 %) entre 2023 et 2024.

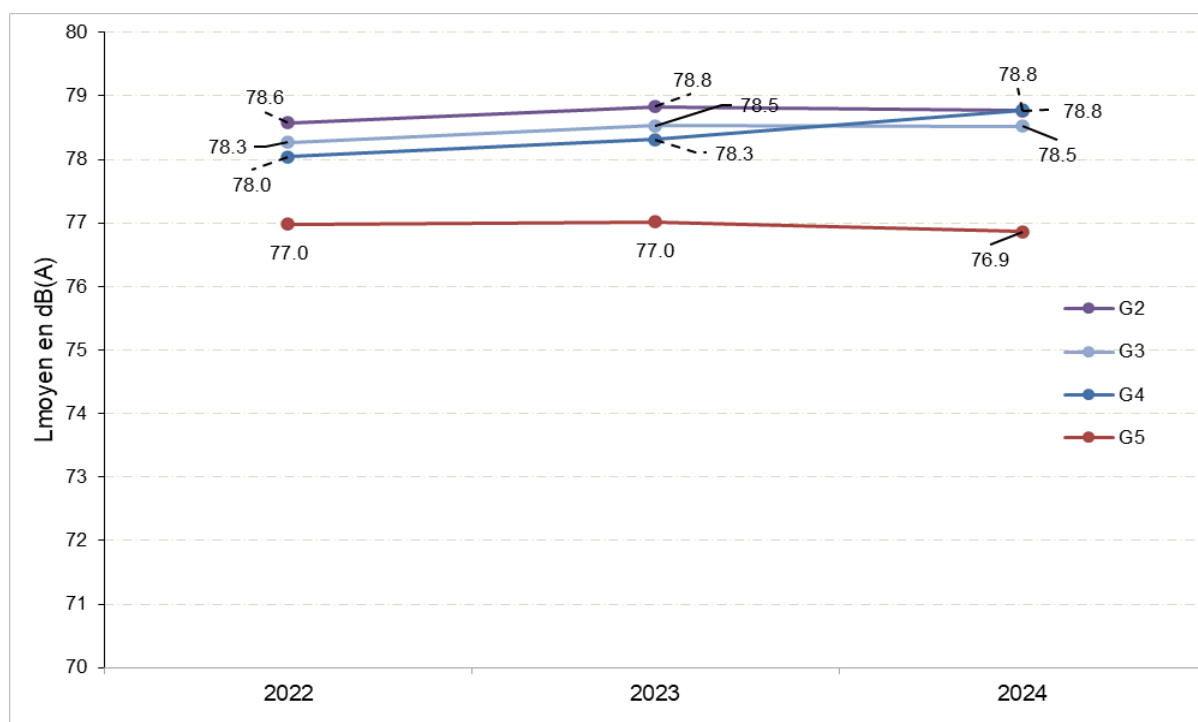


Figure 7 : Evolution annuelle du niveau sonore moyen des atterrissages par groupe acoustique d'aéronefs

Le niveau sonore moyen des décollages reste quasi constant pour chaque catégorie d'aéronefs au cours des années 2022, 2023 et 2024. Pour le groupe G4, il augmente de 0,5 dBA (moins de 1 %) entre 2023 et 2024.

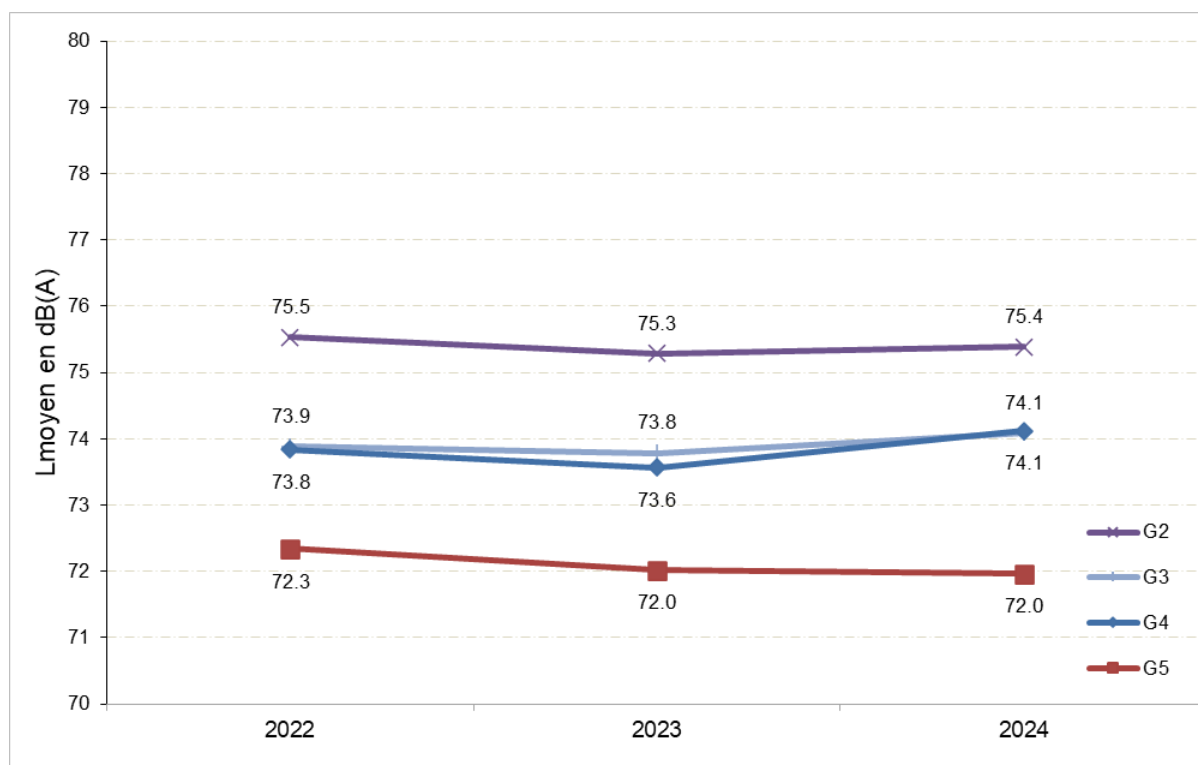


Figure 8 : Evolution annuelle du niveau sonore moyen des décollages par groupe acoustique d'aéronefs

5.3. Répartition du nombre de mouvements et de l'énergie sonore pondérée associée par période de la journée (jour / soir / nuit)

Pour rappel, l'IGMP applique des pondérations sur les niveaux sonores mesurés en fonction de la période de la journée considéré à savoir :

- Aucune pondération pour le jour (entre 06h00 et 18h00) ;
- +5 dBA pour le soir (entre 18h00 et 22h00) ;
- + 10 dBA pour la nuit (entre 22h00 et 06h00).

Cela signifie qu'un vol de nuit équivaut à dix vols de jour de même niveau sonore. La période de la journée (jour, soir ou nuit) est donc un paramètre à ne pas négliger dans le calcul de l'IGMP.

Cette section détaille la répartition, par période de la journée, des grandeurs suivantes relatives aux mouvements aériens, avec le détail par type de mouvement, i.e. atterrissage ou décollage :

- le nombre de mouvements¹ ;
- l'énergie sonore globale pondérée des mouvements ;
- l'énergie sonore moyenne non pondérée des mouvements.

¹ Les mouvements de chaque période prennent en compte l'ajustement indiqué au §3.3

5.3.1. Répartition du nombre de mouvements par période de la journée

Les valeurs moyennes de la répartition du nombre total annuel de mouvements par période de la journée sur les années 2012 à 2023 sont de 66 %, 20 % et 14 % respectivement pour le jour, le soir et la nuit. Les valeurs annuelles de chaque répartition restent relativement constantes, les variations maximales sont inférieures à 3 % pour le jour, 2 % pour le soir et 2 % pour la nuit. L'année 2024 ne fait pas exception, et ce quelle que soit la phase de vol (décollage ou atterrissage).

5.3.1.1. Répartition du nombre total de mouvements par période de la journée

Le nombre total de mouvements a augmenté globalement de 3 % (+11 644 mouvements détectés) entre 2023 et 2024. Sur les périodes jour, soirée et nuit, son évolution est respectivement de +4 %, +2 % et -2 %. Le nombre total de mouvements en 2024 reste cependant inférieur de 8 % à celui de 2019. Sur les périodes « jour », « soirée » et « nuit », il est inférieur respectivement de 7 %, 13 % et 3 % par rapport à cette même année de référence.

La répartition du nombre total de mouvements par période de la journée en 2024 est la suivante :

- 66 % des mouvements sont opérés sur la période « jour » ;
- 21 % des mouvements sont opérés sur la période « soir » ;
- 13 % des mouvements sont opérés sur la période « nuit ».

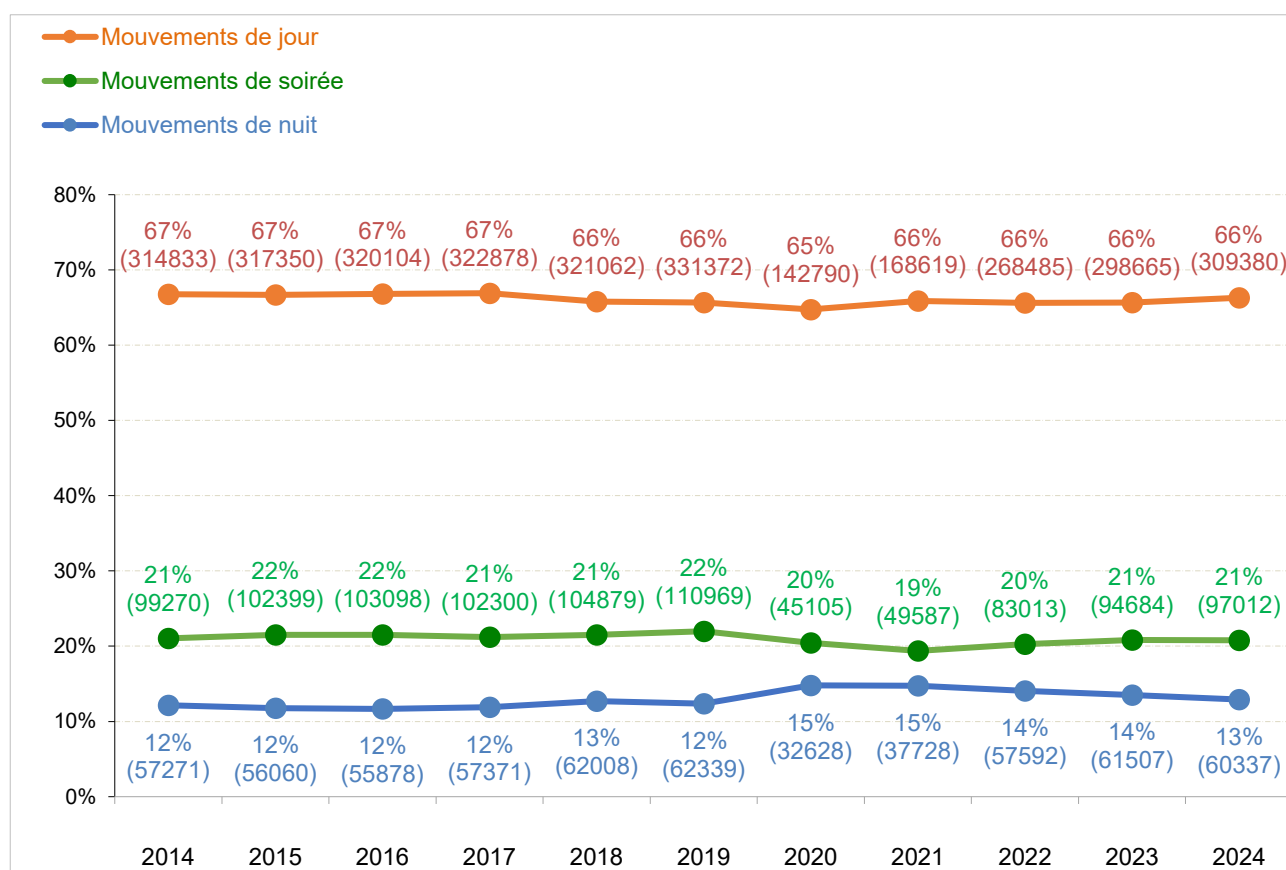


Figure 9 : Evolution annuelle de la répartition et du nombre total de mouvements par période de la journée (jour/soirée/nuit) entre 2014 et 2024

5.3.1.2. Répartition du nombre d'atterrissages selon par période de la journée

Le nombre d'atterrissages en 2024 augmente de 3 % sur la période « jour », 3 % sur la période « soirée » et est identique sur la période « nuit » par rapport à 2023. Par rapport à 2019, le nombre d'atterrissages en 2024 est inférieur de 7 % sur la période « jour », 10 % sur la période « soirée » et 5 % sur la période « nuit ».

La répartition du nombre d'atterrissages par période de la journée est la suivante :

- 66 % des atterrissages sont opérés sur la période « jour » ;
- 20 % des atterrissages sont opérés sur la période « soir » ;
- 14 % des atterrissages sont opérés sur la période « nuit ».

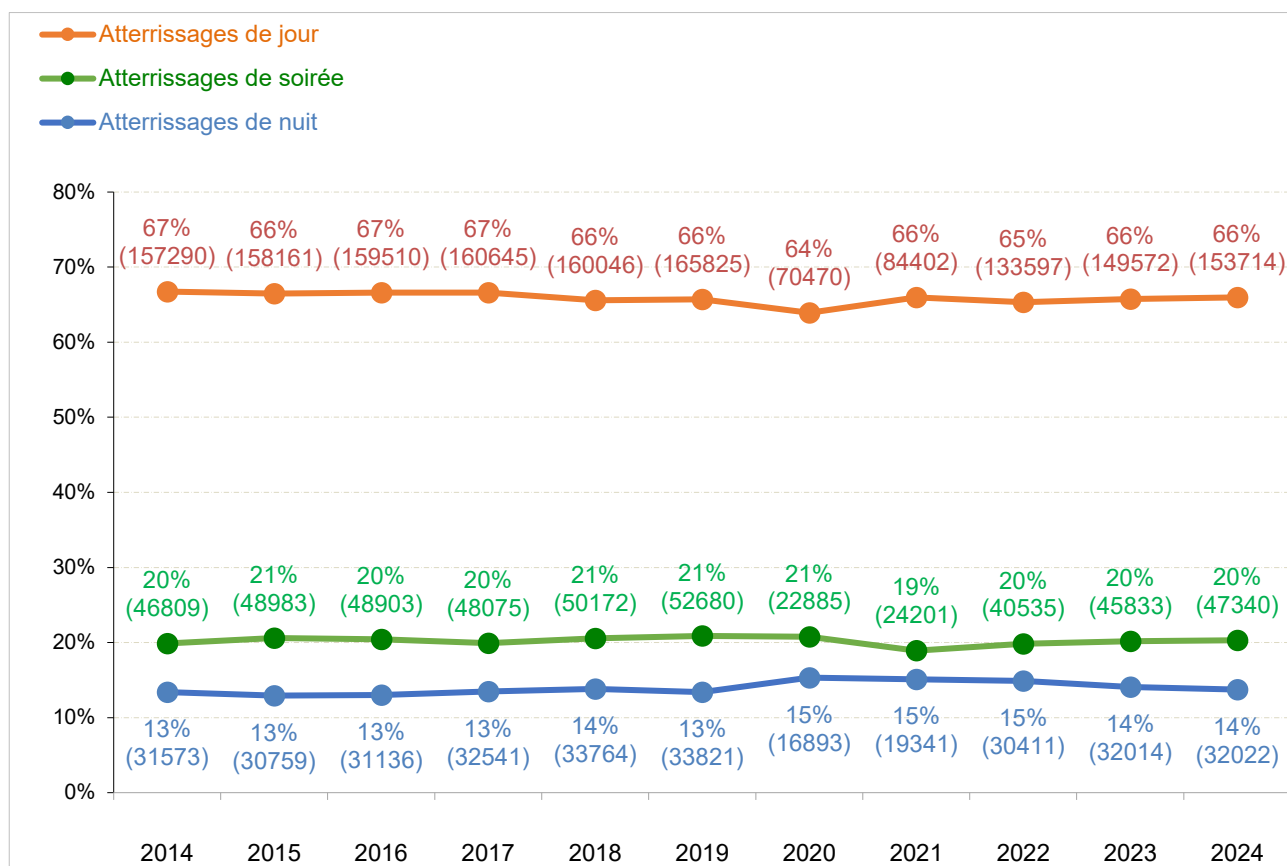


Figure 10 : Evolution annuelle de la répartition et du nombre d'atterrissages par période de la journée (jour/soirée/nuit) entre 2014 et 2024

5.3.1.3. Répartition du nombre de décollages par période de la journée

Le nombre de décollages en 2024 augmente de 4 % sur la période « jour », 1 % sur la période « soirée » et diminue de 4 % sur la période « nuit » par rapport à 2023. Par rapport à 2019, le nombre de décollages est inférieur de 6 % sur la période « jour », 15 % sur la période « soirée » et 1 % sur la période « nuit ».

La répartition du nombre de décollages par période de la journée est la suivante :

- 67 % des décollages sont opérés sur la période « jour » ;
- 21 % des décollages sont opérés sur la période « soir » ;
- 12 % des décollages sont opérés sur la période « nuit ».

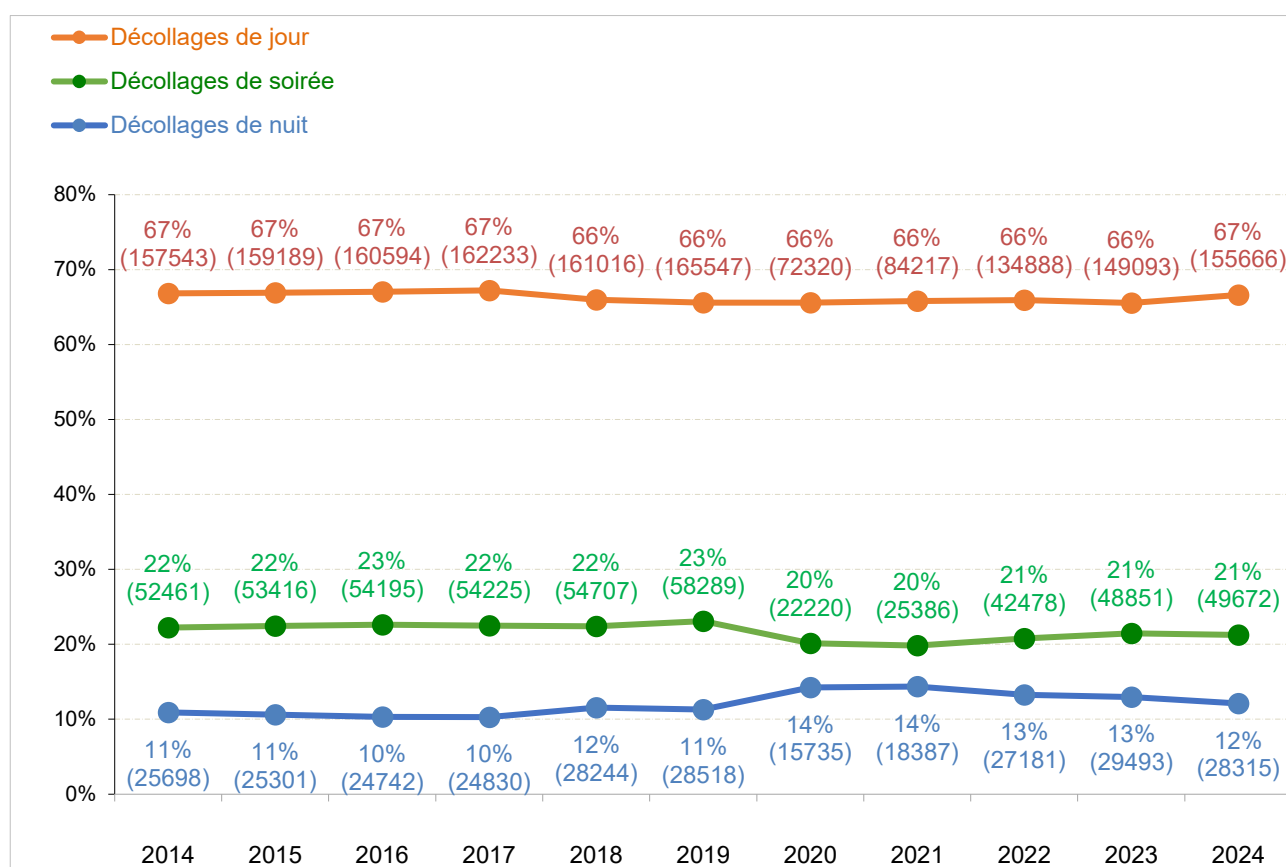


Figure 11 : Evolution annuelle de la répartition et du nombre de décollages par période de la journée (jour/soirée/nuit) entre 2014 et 2024

5.3.2. Répartition de l'énergie sonore pondérée des mouvements par période de la journée

5.3.2.1. Répartition de l'énergie sonore pondérée totale des mouvements par période de la journée

L'énergie sonore pondérée totale des mouvements en 2024 augmente globalement de 2 % par rapport à 2023. Sur les périodes de jour et de soirée, elle augmente respectivement de 2 % et 5 %. Sur la période de nuit, elle reste stable par rapport à 2023. Par rapport à 2019, l'énergie sonore pondérée totale des mouvements en 2024 est inférieure de 12 %. Sur la période « jour », elle est inférieure de 12 %, sur la période « soirée », de 13 % et sur la période « nuit », de 11 %.

La part de l'énergie sonore pondérée totale des mouvements en 2024 sur la période « jour » représente 24 % de la valeur globale sur une journée complète (25 % en 2019 et 24 % en 2023).

La part de l'énergie sonore pondérée totale des mouvements sur la période « soirée » représente 21 % de la valeur globale sur une journée complète (22 % en 2019 et 20 % en 2023).

La part de l'énergie sonore pondérée totale des mouvements en 2024 sur la période « nuit » représente 55 % de la valeur globale sur une journée complète (54 % en 2019 et 55 % en 2023).

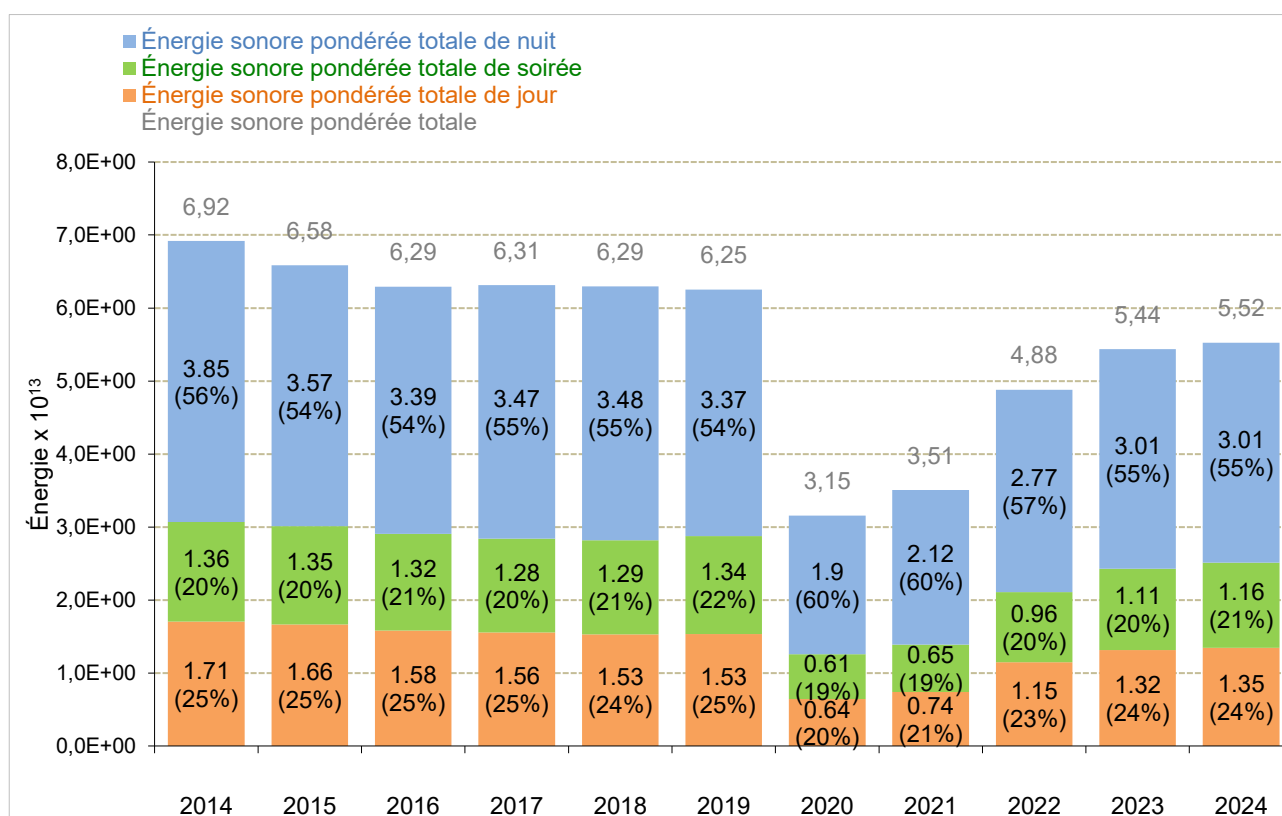


Figure 12 : Evolution annuelle de l'énergie sonore pondérée totale et de sa répartition par période de la journée (jour/soirée/nuit) entre 2014 et 2024

5.3.2.2. Répartition de l'énergie sonore pondérée des atterrissages

L'énergie sonore pondérée des atterrissages en 2024 reste constante par rapport à 2023. Sur les périodes de jour, de soirée et de nuit, les évolutions par rapport à 2023 sont respectivement de +1 %, +4 % et -2 %. En comparaison avec l'année 2019, l'énergie sonore pondérée des

atterrissages en 2024 est inférieure de 10 %. Sur la période de jour, elle est inférieure de 9 %, sur la période de soirée, de 12 % et sur la période de nuit, de 10 %.

La part de l'énergie sonore pondérée des atterrissages en 2024 sur la période de jour représente 24 % de la valeur globale sur une journée complète (24 % en 2019 et 24 % en 2023).

La part de l'énergie sonore pondérée des atterrissages en 2024 sur la période soirée représente 21 % de la valeur globale sur une journée complète (21 % en 2019 et 20 % en 2023).

La part de l'énergie sonore pondérée des atterrissages en 2024 sur la période « nuit » représente 55 % de la valeur globale sur une journée complète (55 % en 2019 et 56 % en 2023).

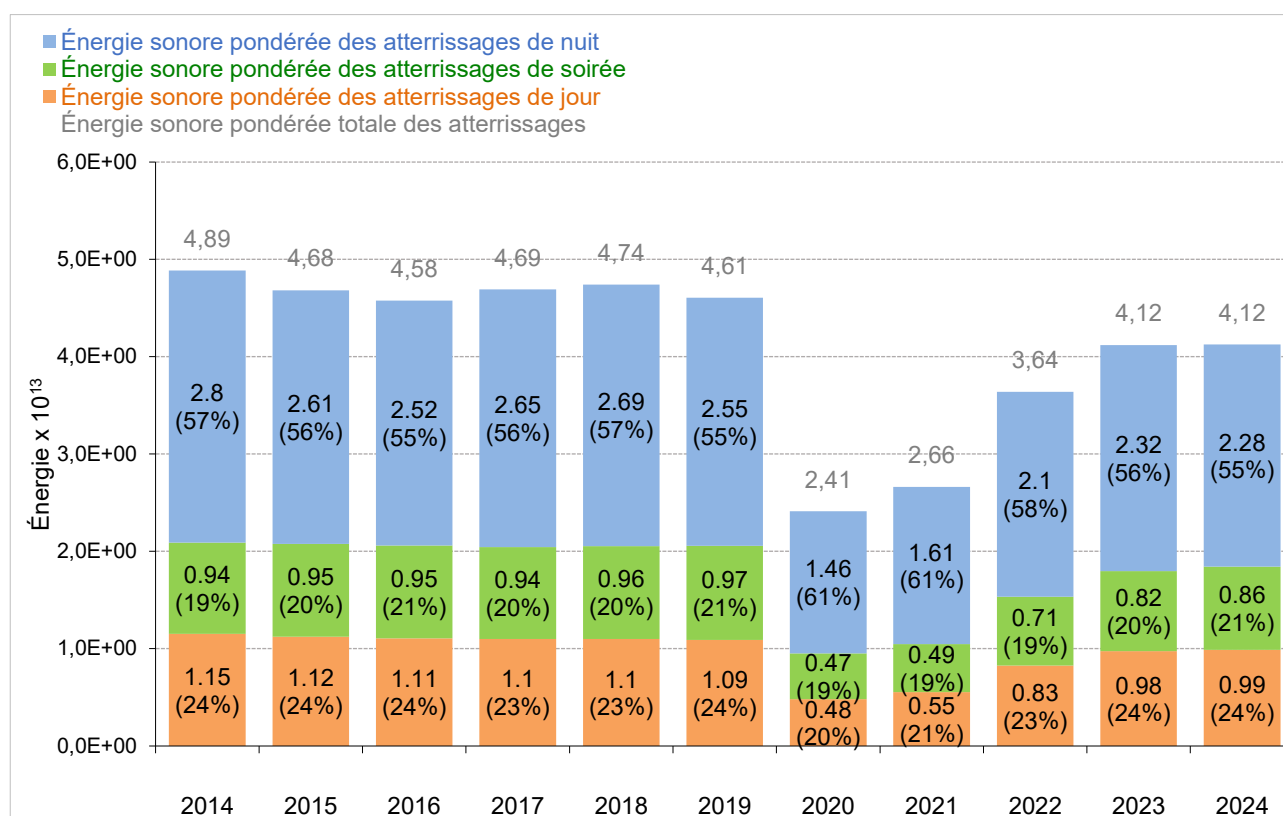


Figure 13 : Evolution annuelle de l'énergie sonore pondérée des atterrissages et de sa répartition par période de la journée (jour/soirée/nuit) entre 2014 et 2024

5.3.2.3. Répartition de l'énergie sonore pondérée des décollages

L'énergie sonore pondérée des décollages en 2024 augmente de 6 % par rapport à 2023. Sur les périodes de jour, de soirée et de nuit, les augmentations sont respectivement de 6 %, 7 % et 6 %. En comparaison avec l'année 2019, l'énergie sonore pondérée des décollages en 2024 est inférieure de 15 %. Sur la période de jour, elle est inférieure de 19 %, sur la période de soirée de 18 % et sur la période de nuit de 12 %.

La part de l'énergie sonore pondérée des décollages en 2024 sur la période de jour représente 26% de la valeur globale sur une journée complète (27 % en 2019 et 26 % en 2023).

La part de l'énergie sonore pondérée des décollages en 2024 sur la période de soirée représente 22 % de la valeur globale sur une journée complète (23 % en 2019 et 22 % en 2023).

La part de l'énergie sonore pondérée des décollages en 2024 sur la période de nuit représente 52 % de la valeur globale sur une journée complète (50 % en 2019 et 52 % en 2023).

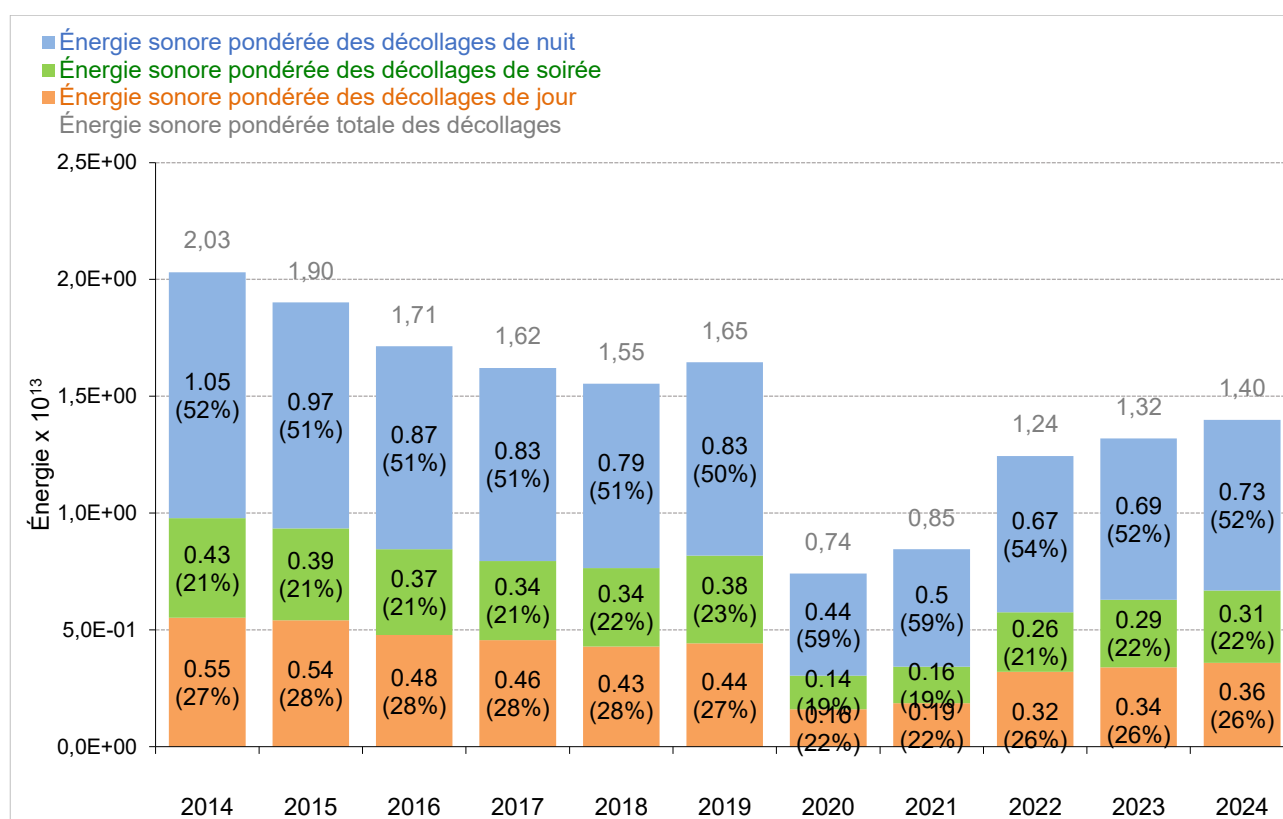


Figure 14 : Evolution annuelle de l'énergie sonore pondérée des décollages et de sa répartition par période de la journée (jour/soirée/nuit) entre 2014 et 2024

5.3.3. Répartition de l'énergie sonore moyenne non pondérée des mouvements par période de la journée

L'énergie sonore moyenne non pondérée est plus importante pour les mouvements de nuit que pour ceux de jour et de soirée. Ceci s'explique par le fait que ces mouvements sont liés à du trafic de fret, qui est plus important la nuit et qui utilise une flotte d'avions de masse supérieure mais aussi de génération antérieure à la flotte d'avions utilisés le jour et en soirée.

La typologie de la flotte pour les 10 premiers contributeurs à l'énergie sonore émise est indiquée pour chaque phase de vol (atterrissage ou décollage). La donnée « part énergie » d'un ensemble « type d'avion – moteur – groupe acoustique » correspond à la part d'énergie sonore émise par cet ensemble par rapport à l'énergie sonore totale émise sur la période de la journée considérée. La donnée « niveau de bruit moyen » d'un ensemble « type d'avion – moteur – groupe acoustique » correspond au niveau de bruit moyen corrigé en distance et calculé à partir de la moyenne de l'énergie sonore non pondérée générée par cet ensemble.

5.3.3.1. *Répartition de l'énergie sonore moyenne non pondérée des atterrissages par période de la journée*

L'énergie sonore moyenne non pondérée des atterrissages en 2024 est en légère diminution par rapport à 2023 sur la période de jour (-2 %) et sur la période de nuit (-2 %) et en légère augmentation sur la période de soirée (+1 %).

En comparaison avec l'année 2019, l'énergie sonore moyenne non pondérée des atterrissages en 2024 est inférieure de 2 % sur la période de jour, 2 % sur la période de soirée et 5 % sur la période de nuit.

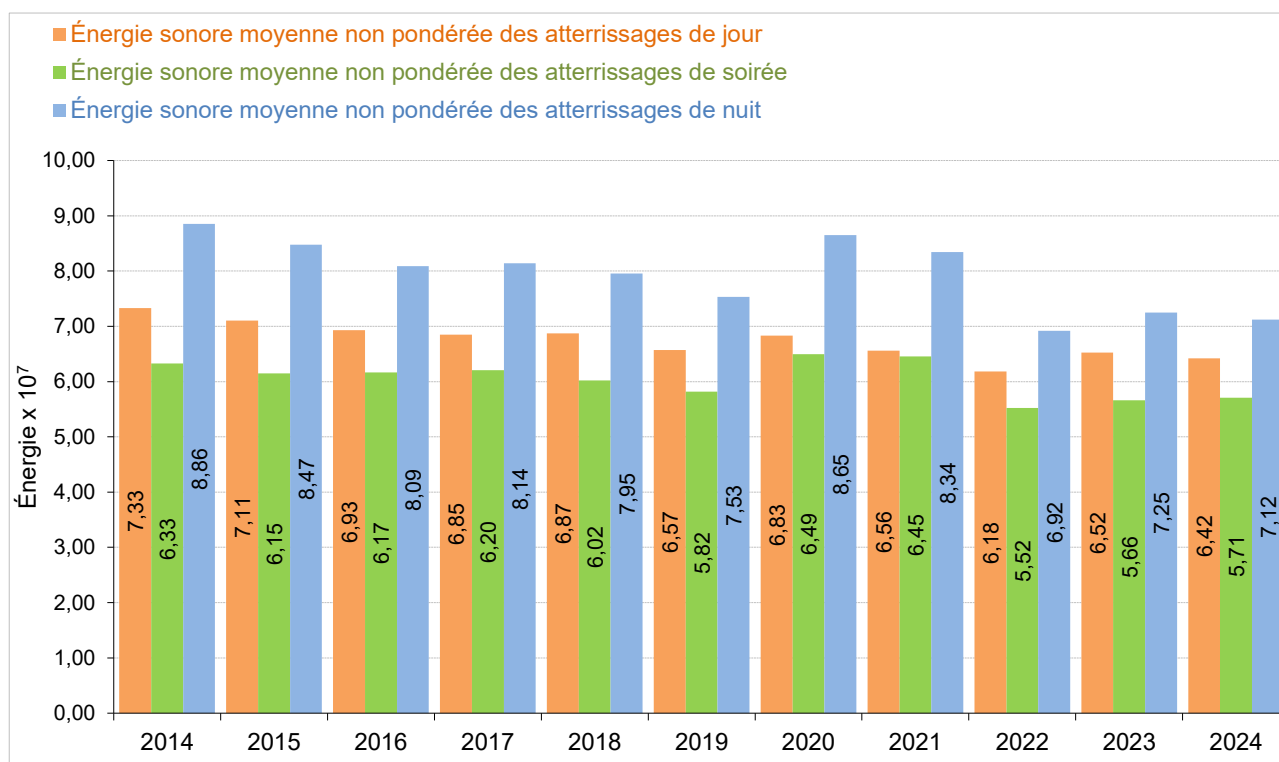


Figure 15 : Evolution annuelle de l'énergie sonore moyenne non pondérée des atterrissages par période de la journée (jour/soirée/nuit) entre 2014 et 2024

Les dix ensembles « type d'avion – moteur – groupe acoustique » les plus contributeurs en termes d'émission d'énergie sonore à l'atterrissage en 2024 et 2023 sont indiqués dans les tableaux suivants. Les ensembles « type d'avion – moteur – groupe acoustique » identifiés en 2024 pour les périodes de jour et de soirée sont les mêmes qu'en 2023.

Pour la période de nuit, une amélioration des performances acoustiques de la flotte en 2024 par rapport à 2023 avec notamment les modifications suivantes parmi les ensembles « type d'avion – moteur – groupe acoustique » les plus contributeurs en termes d'émission d'énergie sonore :

- apparition de l'A319 (niveau de bruit moyen : 76,8 dBA) ;
- apparition de l'A359 (niveau de bruit moyen : 77,7 dBA) ;
- disparition du B772 (niveau de bruit moyen : 79,7 dBA) ;
- disparition du B763 (niveau de bruit moyen : 80,7 dBA).

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2024 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

2023 - atterrissages de jour							2024 - atterrissages de jour						
	type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen		type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen
1	B77W	01P21GE217	G3	11726	16.8%	81.5	1	B77W	01P21GE217	G3	11467	16.1%	81.4
2	A320	3CM026	G3	22966	13.8%	77.7	2	A320	3CM026	G3	20481	12.1%	77.7
3	E190	11GE142	G3	12207	6.4%	77.1	3	E190	11GE142	G3	13635	6.9%	77.0
4	A359	01P18RR124	G5	6749	4.2%	77.9	4	A359	01P18RR124	G5	8965	5.4%	77.8
5	BCS3	01P20PW183	G5	12393	4.1%	75.1	5	BCS3	04P20PW196	G5	14385	4.7%	75.1
6	A321	2CM012	G2	5154	3.7%	78.5	6	A321	2CM012	G2	4955	3.4%	78.4
7	A319	3CM027	G5	7011	3.7%	77.1	7	A319	3CM027	G5	5660	2.9%	77.0
8	B772	9GE123	G5	3225	3.0%	79.5	8	A321	2CM012	G3	3615	2.6%	78.4
9	A321	2CM012	G3	3579	2.6%	78.5	9	B77L	01P21GE216	G4	1522	2.0%	81.1
10	A332	5GE085	G2	2318	2.5%	80.2	10	B789	12GE155	G5	3003	1.9%	78.0
2023 - atterrissages de soirée							2024 - atterrissages de soirée						
	type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen		type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen
1	A320	3CM026	G3	8390	18.4%	77.5	1	A320	3CM026	G3	7604	15.9%	77.5
2	E190	11GE142	G3	4291	8.1%	76.9	2	E190	11GE142	G3	5047	8.8%	76.7
3	BCS3	01P20PW183	G5	4925	5.8%	74.8	3	B77W	01P21GE217	G3	1698	8.6%	81.4
4	B77W	01P21GE217	G3	1008	5.3%	81.4	4	BCS3	04P20PW196	G5	5334	6.1%	74.9
5	A319	3CM027	G5	2683	5.1%	77.0	5	B77L	01P21GE216	G4	1082	4.5%	80.5
6	A321	2CM012	G2	1775	4.4%	78.1	6	A321	2CM012	G2	1764	4.2%	78.1
7	B77L	01P21GE216	G4	979	3.8%	80.0	7	A319	3CM027	G5	2340	4.1%	76.8
8	A321	2CM012	G3	1266	3.2%	78.1	8	A321	2CM012	G3	1267	3.1%	78.1
9	A359	01P18RR124	G5	1042	2.2%	77.3	9	A320	01P08CM105	G3	1468	3.0%	77.5
10	B748	11GE139	G5	252	2.1%	83.4	10	A359	01P18RR124	G5	1061	2.2%	77.4
2023 - atterrissages de nuit							2024 - atterrissages de nuit						
	type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen		type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen
1	B77W	01P21GE217	G3	2377	14.9%	81.6	1	B77W	01P21GE217	G3	2496	15.4%	81.5
2	B734	1CM007	G3	2986	13.2%	80.1	2	B734	1CM007	G3	2216	10.0%	80.1
3	A320	3CM026	G3	3997	9.7%	77.5	3	B738	8CM051	G3	3745	9.2%	77.5
4	B738	8CM051	G3	3224	7.2%	77.1	4	A320	3CM026	G3	3358	8.1%	77.4
5	A332	5GE085	G2	1203	5.2%	80.0	5	B763	01P02GE188	G3	1443	6.8%	80.3
6	B763	01P02GE188	G3	858	3.9%	80.2	6	A359	01P18RR124	G5	1521	3.9%	77.7
7	B77L	01P21GE216	G4	676	3.2%	80.4	7	A332	5GE085	G2	803	3.2%	79.6
8	B763	2GE055	G3	508	2.6%	80.7	8	B77L	01P21GE216	G4	657	3.2%	80.4
9	B752	5RR038	G5	988	2.2%	77.1	9	A320	3CM026	G4	1073	2.5%	77.2
10	B772	9GE123	G5	535	2.2%	79.7	10	A319	3CM027	G5	1017	2.2%	76.8

Ensembles les plus contributeurs en termes d'émission d'énergie sonore à l'atterrissage en 2024 et 2023 par période de la journée

5.3.3.1. Répartition de l'énergie sonore moyenne non pondérée des décollages par période de la journée

L'énergie sonore moyenne non pondérée des décollages en 2024 augmente de 1 % sur la période de jour, 5 % sur la période de soirée et 10 % sur la période de nuit par rapport à 2023. En comparaison avec l'année 2019, l'énergie sonore moyenne non pondérée des décollages en 2024 est inférieure de 14 % sur la période de jour, 3 % sur la période de soirée et 11 % sur la période de nuit.

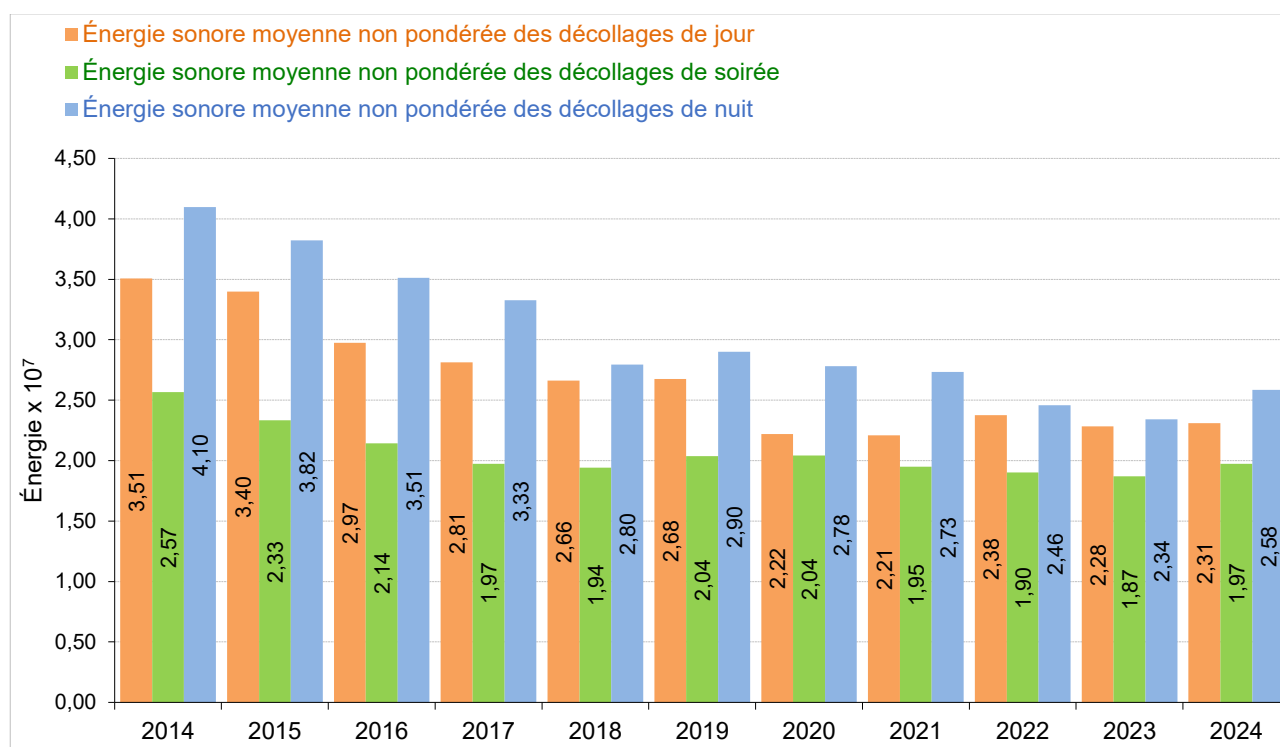


Figure 16 : Evolution annuelle de l'énergie sonore moyenne non pondérée des décollages par période de la journée (jour/soirée/nuit) entre 2014 et 2024

Les dix ensembles « type d'avion - moteur - groupe acoustique » les plus contributeurs en termes d'émission d'énergie sonore au décollage en 2024 et 2023 sont indiqués dans les tableaux suivants. Les ensembles « type d'avion – moteur – groupe acoustique » identifiés en 2024 sont les mêmes qu'en 2023.

En 2024, malgré une diminution du nombre de décollages sur la période de nuit, par rapport à 2023 (-4 %), l'énergie sonore non pondérée des décollages a augmenté de 6 % sur cette même période. Ceci peut s'expliquer par les variations suivantes :

- une augmentation de 341 du nombre de mouvements du B77W (niveau de bruit moyen : 77,9 dBA) par rapport à 2023, représentant une hausse de 3 % de l'énergie sonore non pondérée des décollages émise sur la période de nuit en 2024 ;
- une diminution de 614 du nombre de mouvements du B734 (niveau de bruit moyen : 74,5 dBA) par rapport à 2023, représentant une baisse de 1 % de l'énergie sonore non pondérée des décollages émise sur la période de nuit en 2024 ; et
- une diminution de 721 du nombre de mouvements de l'A320 (niveau de nuit moyen : 71,7 dBA), représentant une baisse de 1 % de l'énergie sonore non pondérée des décollages émise sur la période de nuit en 2024.

Rapport de présentation de l'indicateur global mesuré pondéré de l'énergie sonore émise pour l'année 2024 pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle (IGMP)

2023 décollages de jour							2024 - décollages de jour						
	type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen		type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen
1	B77W	01P21GE217	G3	11702	18.4%	77.3	1	B77W	01P21GE217	G3	11511	17.8%	77.5
2	A320	3CM026	G3	24723	11.1%	71.8	2	A320	3CM026	G3	22370	9.8%	72.0
3	A332	5GE085	G2	3575	7.1%	78.3	3	E190	11GE142	G3	13932	5.4%	71.4
4	E190	11GE142	G3	12100	5.0%	71.5	4	A332	5GE085	G2	2663	5.3%	78.6
5	A321	2CM012	G2	5247	3.7%	73.8	5	A359	01P18RR124	G5	8168	3.9%	72.4
6	B772	9GE123	G5	2763	3.2%	76.0	6	A321	2CM012	G2	4937	3.3%	73.8
7	A359	01P18RR124	G5	5848	2.9%	72.3	7	A321	2CM012	G3	3572	2.6%	74.2
8	A321	2CM012	G3	3658	2.8%	74.2	8	BCS3	04P20PW196	G5	14472	2.6%	68.1
9	A319	3CM027	G5	6970	2.5%	70.9	9	A388	9EA001	G5	874	2.5%	80.1
10	BCS3	01P20PW183	G5	12685	2.5%	68.2	10	B789	12GE155	G5	3114	2.3%	74.3
2023 décollages de soirée							2024 - décollages de soirée						
	type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen		type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen
1	B77W	01P21GE217	G3	2192	14.3%	77.8	1	B77W	01P21GE217	G3	2643	16.1%	77.8
2	A320	3CM026	G3	8449	13.5%	71.6	2	A320	3CM026	G3	7599	11.8%	71.8
3	E190	11GE142	G3	4382	6.3%	71.2	3	E190	11GE142	G3	4692	6.1%	71.1
4	A321	2CM012	G2	1588	4.0%	73.6	4	A321	2CM012	G2	1646	3.9%	73.7
5	B772	9GE123	G5	952	3.7%	75.5	5	A359	01P18RR124	G5	1970	3.3%	72.1
6	A319	3CM027	G5	2699	3.4%	70.7	6	A319	3CM027	G5	2540	3.2%	70.9
7	BCS3	01P20PW183	G5	4919	3.2%	67.8	7	A321	2CM012	G3	1197	3.1%	74.1
8	A321	2CM012	G3	1110	3.1%	74.0	8	BCS3	04P20PW196	G5	5068	3.1%	67.7
9	B738	3CM034	G2	1101	2.8%	73.6	9	B744	01P03GE187	G2	135	2.6%	82.8
10	B77L	01P21GE216	G4	818	2.5%	74.5	10	B77L	01P21GE216	G4	761	2.6%	75.2
2023 - décollages de nuit							2024 - décollages de nuit						
	type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen		type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen
1	B77W	01P21GE217	G3	1325	12.2%	78.0	1	B77W	01P21GE217	G3	1666	14.1%	77.9
2	B734	1CM007	G3	2698	9.3%	73.8	2	B738	8CM051	G3	3302	10.4%	73.6
3	B77L	01P21GE216	G4	1401	8.3%	76.1	3	B734	1CM007	G3	2084	8.0%	74.5
4	B738	8CM051	G3	2783	7.7%	72.8	4	B77L	01P21GE216	G4	1386	8.0%	76.3
5	A320	3CM026	G3	2291	4.6%	71.4	5	B763	01P02GE188	G3	1537	4.8%	73.6
6	A388	9EA001	G5	307	3.7%	79.2	6	A388	9EA001	G5	315	4.3%	80.0
7	A359	01P18RR124	G5	1433	3.5%	72.3	7	A359	01P18RR124	G5	1601	4.0%	72.7
8	B763	01P02GE188	G3	1091	3.5%	73.5	8	A320	3CM026	G3	1570	3.2%	71.7
9	B748	11GE139	G5	124	2.7%	81.9	9	A332	5GE085	G2	270	2.9%	78.9
10	A321	2CM012	G2	694	2.2%	73.5	10	B772	9GE128	G5	324	2.0%	76.5

Ensembles les plus contributeurs en termes d'émission d'énergie sonore au décollage en 2024 et 2023 par période de la journée

5.4. Nombre de mouvements et énergies sonores pondérées associées sur les périodes de nuit et de « cœur de nuit »

5.4.1. « Indicateur nuit » et énergie sonore pondérée associée

Pour rappel, la période de nuit couvre la plage horaire comprise entre 22h00 et 6h00. Sur cette période, un indicateur appelé « indicateur nuit » est calculé sur le même principe que l'IGMP mais à partir des énergies sonores pondérées de référence émises par les atterrissages et les décollages de nuit, rappelées dans les tableaux 3 et 4.

L'« indicateur nuit » de 2024 a une valeur de **62,0**. Il augmente de 0,7 points par rapport à 2023 (+1,1 %) mais reste inférieur de 7,6 points à celui de l'année 2019 (-10,9 %).

L'énergie sonore pondérée des atterrissages de nuit en 2024 diminue de 2 % par rapport à 2023, et reste inférieure de 10 % à celle de 2019, et celle des décollages de nuit en 2024 augmente de 6 % par rapport à 2023 mais reste inférieure de 12 % à celle de 2019.

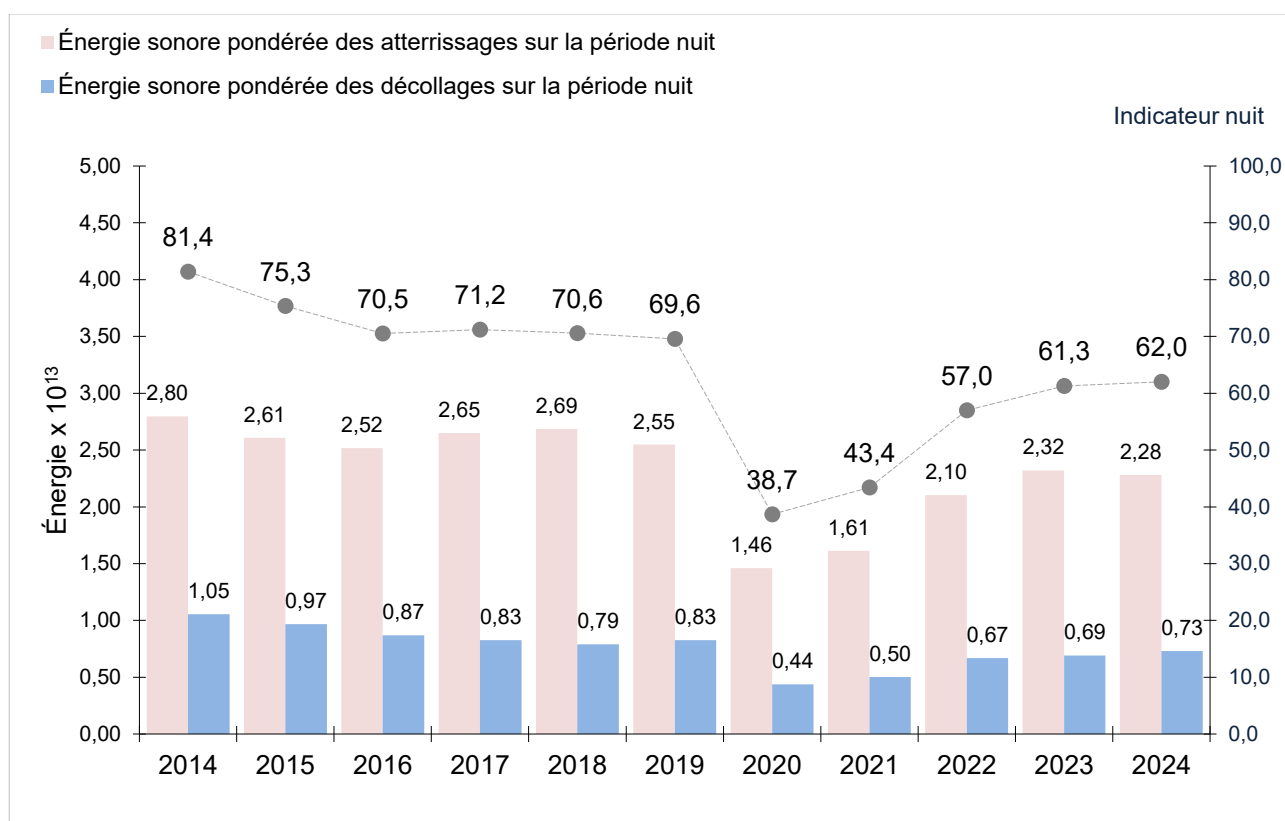


Figure 17 : Evolution annuelle de l'« indicateur nuit » et des énergies sonores pondérées associées entre 2014 et 2024.

5.4.2. Nombre de mouvements et énergie sonore pondérée associée sur la période dite « cœur de nuit »

Dans cette section, la période dite « cœur de nuit » est définie comme la période comprise entre 0h15 et 5h15, avec, comme référence horaire, l'heure de survol de la station de mesure.

5.4.2.1. *Nombre de mouvements sur la période dite « cœur de nuit »*

Le nombre total de mouvements en 2024 sur la période dite « cœur de nuit » diminue de 2 % par rapport à 2023, et il est inférieur de 1 % à celui de 2019.

Le nombre d'atterrissages en 2024 sur la période dite « cœur de nuit » augmente de 4 % par rapport à 2023, il est supérieur de 1 % à celui de 2019.

Le nombre de décollages en 2024 sur la période dite « cœur de nuit » diminue de 5 % par rapport à 2023 et il est inférieur de 3 % à celui de 2019.

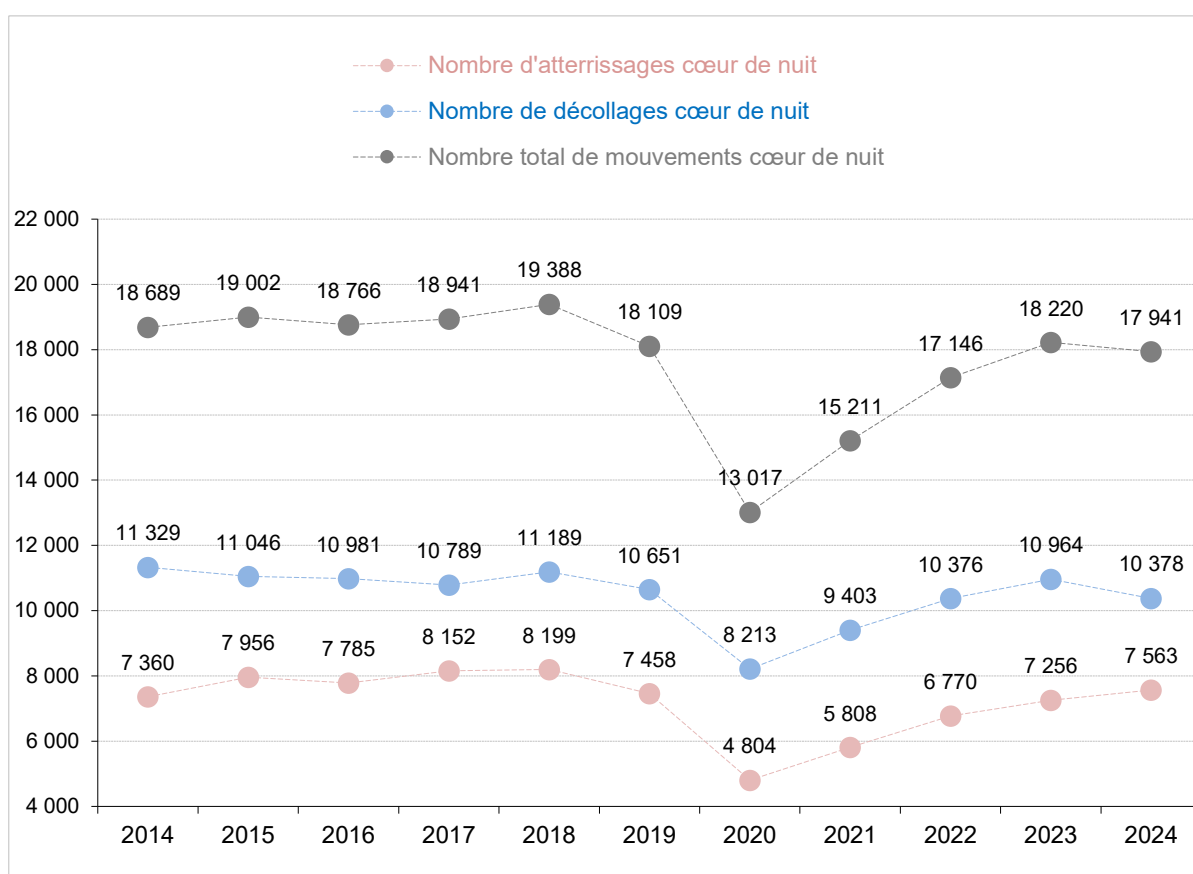


Figure 18 : Evolution annuelle des nombres de mouvements, d'atterrissages et de décollages sur la période dite « cœur de nuit » entre 2014 et 2024

5.4.2.2. *Energies sonores pondérées des mouvements sur la période dite « cœur de nuit »*

En 2024, l'énergie sonore pondérée totale sur la période dite « cœur de nuit » augmente de 8 % par rapport à 2023 mais reste inférieure de 5 % à celle de 2019.

L'énergie sonore pondérée des atterrissages sur la période dite « cœur de nuit » augmente de 7 % par rapport à 2023 mais reste inférieure de 5 % par rapport à 2019.

L'énergie sonore pondérée des décollages sur la période dite « cœur de nuit » augmente de 8 % par rapport à 2023 mais reste inférieure de 5 % par rapport à 2019.

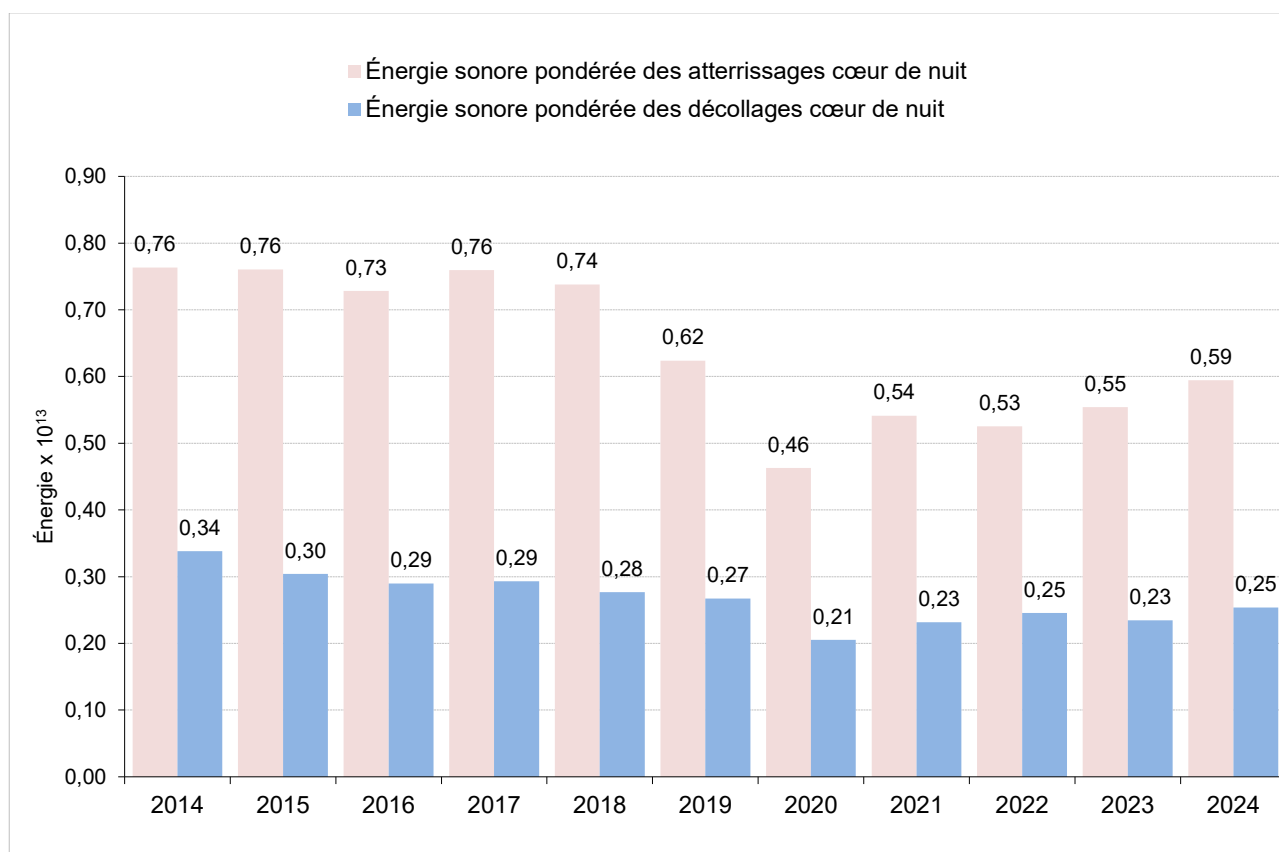


Figure 18 : Evolution annuelle des énergies sonores pondérées sur la période « cœur de nuit » entre 2014 et 2024

5.4.3. Comparaison des énergies sonores non pondérées des périodes de nuit et dite « cœur de nuit »

En 2024, la somme des énergies sonores non pondérées des atterrissages sur la période dite « cœur de nuit » représente 26 % des énergies sonores non pondérées des atterrissages de nuit alors que le nombre d'atterrissages sur la période dite « cœur de nuit » représente 24 % du nombre d'atterrissages de nuit.

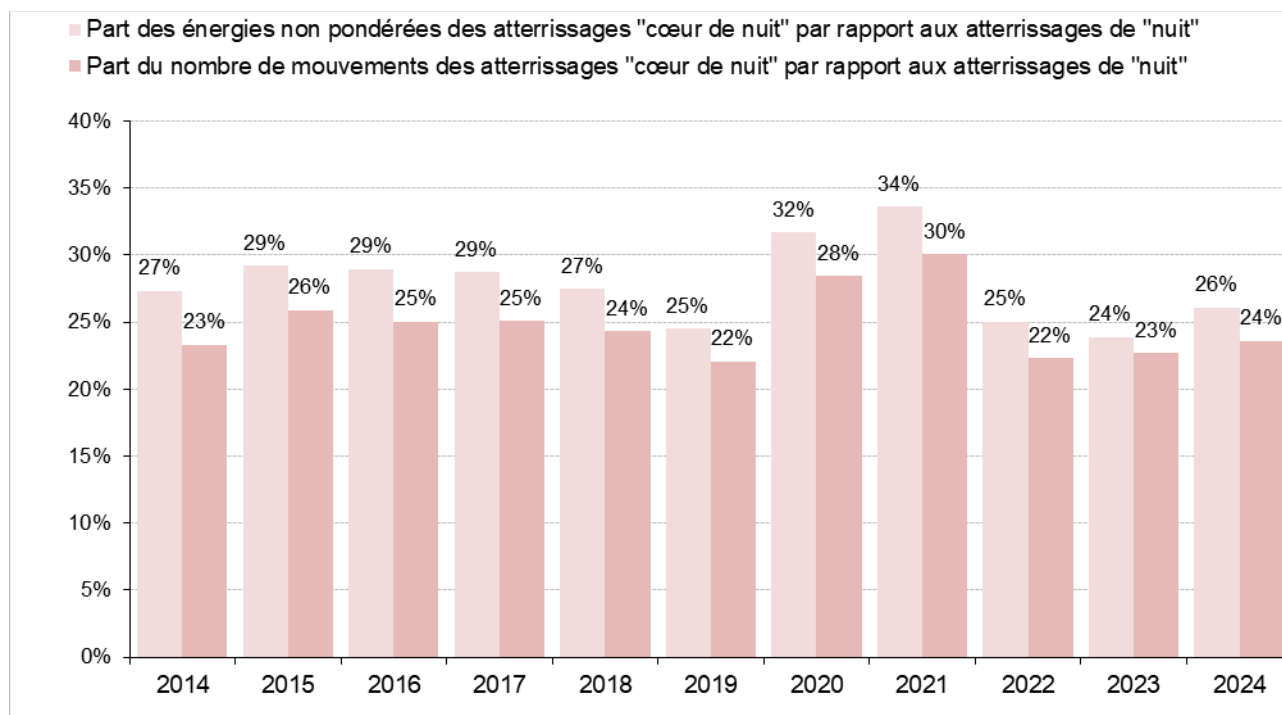


Figure 20 : Evolution annuelle des parts des énergies sonores non pondérées et du nombre d'atterrissages sur la période dite « cœur de nuit » par rapport aux valeurs globales respectives sur la période de nuit entre 2014 et 2024

En 2024, la somme des énergies sonores non pondérées des décollages sur la période dite « cœur de nuit » représente 35 % des énergies sonores non pondérées des décollages de nuit alors que le nombre de décollages sur la période dite « cœur de nuit » représente 37 % du nombre de décollages de nuit.

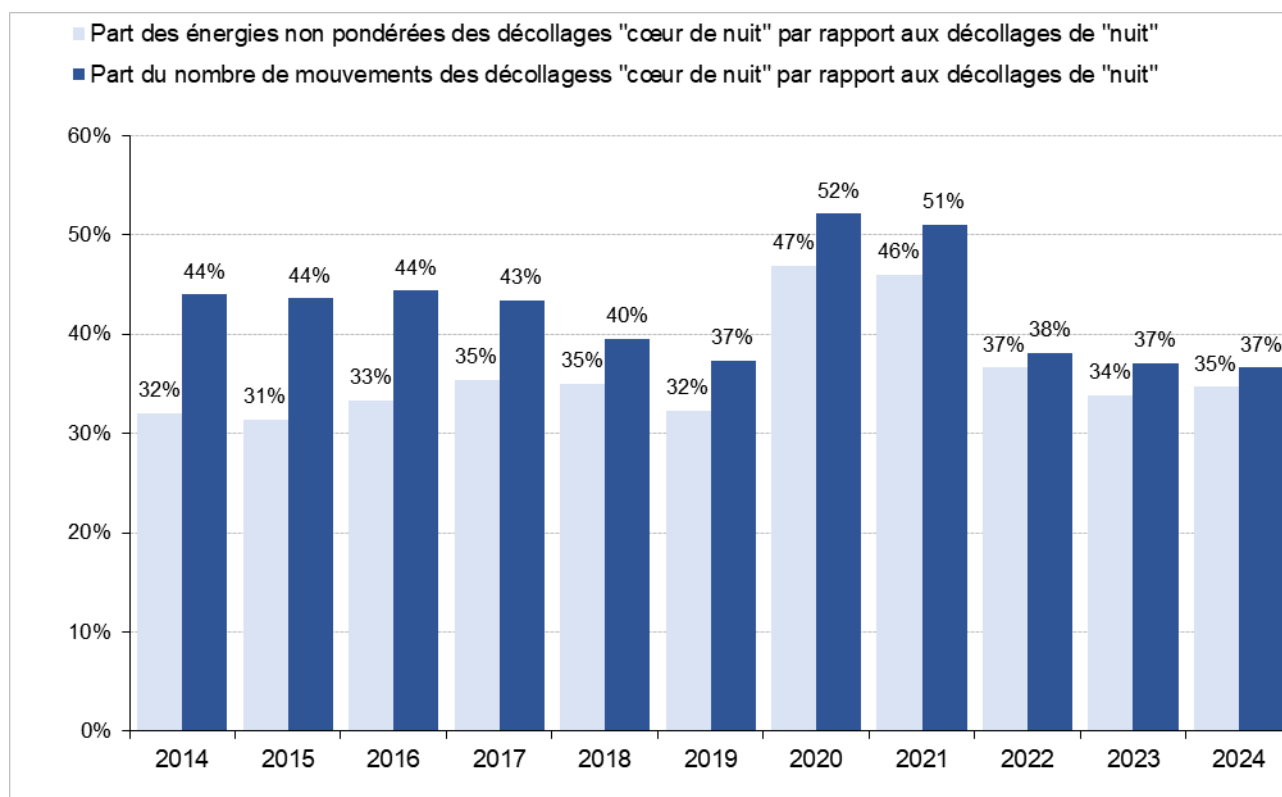


Figure 21 : Evolution annuelle des parts des énergies sonores non pondérées et du nombre des décollages sur la période dite « cœur de nuit » par rapport aux valeurs globales respectives sur la période de nuit entre 2014 et 2024

Les dix ensembles « type d'avion – moteur – groupe acoustique » les plus contributeurs en termes d'émission d'énergie sonore en 2024 sur la période dite « cœur de nuit » sont indiqués ci-dessous. À titre de comparaison, les données de 2023 sont rappelées.

2023 - atterrissages cœur de nuit							2024 - atterrissages cœur de nuit						
	type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen		type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen
1	B763	01P02GE188	G3	815	15.3%	80.3	1	B763	01P02GE188	G3	1149	22.2%	80.6
2	B734	1CM007	G3	723	13.1%	80.1	2	B738	8CM051	G3	1457	13.7%	77.5
3	B738	8CM051	G3	1376	13.0%	77.3	3	B734	1CM007	G3	696	12.1%	80.1
4	B763	2GE055	G3	269	7.7%	82.1	4	B77W	01P21GE217	G3	203	4.5%	81.2
5	B752	5RR038	G5	605	5.3%	77.0	5	B763	2GE055	G3	149	4.0%	82.1
6	B752	5RR038	G4	491	4.5%	77.1	6	B77L	01P21GE216	G4	209	3.6%	80.1
7	B77L	01P21GE216	G4	199	3.9%	80.5	7	B738	3CM034	G3	278	2.7%	77.6
8	A306	1PW048	G2	108	3.5%	82.7	8	B738	Null		245	2.6%	78.0
9	B77W	01P21GE217	G3	116	2.7%	81.1	9	B752	5RR039	G5	314	2.6%	77.0
10	B738	3CM032	G3	249	2.3%	77.2	10	B752	5RR038	G4	268	2.4%	77.3
2023 - décollages cœur de nuit							2024 - décollages cœur de nuit						
	type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen		type	moteur	groupe	nbre	part énergie	niveau de bruit moyen
1	B734	1CM007	G3	2100	21.6%	73.8	1	B738	8CM051	G3	2902	26.6%	73.7
2	B738	8CM051	G3	2398	19.2%	72.7	2	B734	1CM007	G3	1758	19.4%	74.5
3	B77L	01P21GE216	G4	977	17.6%	76.3	3	B77L	01P21GE216	G4	813	14.5%	76.6
4	B763	01P02GE188	G3	847	9.0%	74.0	4	B763	01P02GE188	G3	953	10.0%	74.2
5	B752	5RR038	G4	811	3.0%	69.3	5	B738	3CM034	G3	535	4.5%	73.3
6	B752	5RR038	G5	876	2.8%	68.8	6	B738	8CM051	G2	278	2.6%	73.7
7	B738	3CM032	G3	274	2.4%	73.1	7	MD11	1PW052	G3	22	1.8%	83.3
8	B738	3CM034	G2	298	2.2%	72.4	8	B752	5RR038	G4	533	1.7%	69.2
9	MD11	1PW052	G3	28	1.8%	81.7	9	B752	5RR038	G5	477	1.5%	69.1
10	B738	3CM034	G3	213	1.7%	72.6	10	MD11	2GE049	G3	29	1.4%	81.0

Ensembles les plus contributeurs en termes d'émission d'énergie sonore au décollage et à l'atterrissage en 2024 et 2023 durant la période cœur de nuit

6. Analyse de l'évolution de l'IGMP en 2024

L'évolution de l'IGMP en 2024, en légère hausse par rapport à 2023, résulte des facteurs combinés mentionnés ci-dessous.

1. Hausse du trafic aérien

Le volume de mouvements a augmenté de 3 % entre 2023 et 2024. Ce facteur structurel a un impact direct sur l'IGMP, en raison de la forte corrélation entre le trafic et l'énergie sonore globale. Cette hausse explique ainsi en grande partie l'augmentation de l'indicateur (+2 %).

2. Stabilité de la répartition des mouvements par période de la journée

La répartition des mouvements par période de jour, soirée et nuit reste globalement constante. Toutefois, les mouvements de nuit, fortement pondérés dans le calcul de l'IGMP (+10 dBA), influent fortement la valeur de l'indicateur. Les tendances décrites ci-après sont observables.

- La baisse de 2 % des mouvements de nuit en 2024 a participé à limiter l'augmentation de l'IGMP.
- À l'inverse, en 2024, les décollages ont vu leur énergie sonore pondérée croître de 6 %, en lien avec l'usage plus fréquent d'aéronefs moins performants sur le plan acoustique (ex. B77W), au détriment d'avions plus silencieux (ex. A320, B734), notamment pendant la période de nuit. Cela a participé à l'augmentation de l'IGMP.

3. Évolution des caractéristiques acoustiques de la flotte

Les niveaux de bruit moyen par groupe acoustique sont stables entre 2023 et 2024, les groupes G3 et G5 étant les plus représentés. En 2024, la proportion de l'ensemble des groupes a diminué au profit du groupe 5 qui regroupe les aéronefs les plus performants d'un point de vue acoustique, bénéficiant des évolutions technologiques les plus abouties. Cette nouvelle répartition participe à limiter l'augmentation de l'IGMP.

Evolution par rapport à 2023

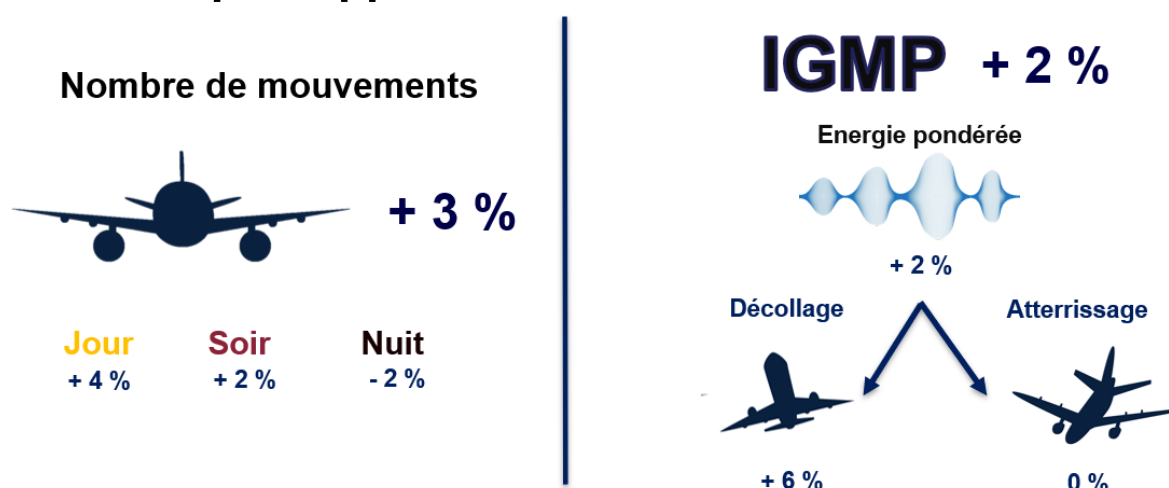


Figure 22 : Evolution du nombre de mouvements et de l'IGMP en 2024 par rapport à 2023

6.1. Sensibilité 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'ACNUSA, la DGAC, la Mission Bruit DPPR et le Laboratoire de Groupe ADP.

Cette méthode de calcul est fixe et rigoureusement reproduite à l'identique chaque année. Les données d'entrée 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.

Ces données d'entrée peuvent être à l'origine de variations dans la valeur de l'IGMP pour les raisons suivantes :

- sensibilité du modèle de régression linéaire utilisé (les équations des droites de régression dépendent des valeurs de niveaux sonores mesurés) ;
- la variation des mesures acoustiques dans l'environnement ;
- l'incertitude de mesure des niveaux sonores.

Alors que l'effet sur l'IGMP de l'utilisation des droites de régression n'est pas significatif, ce qui est confirmé par l'impact non significatif de la révision des groupes acoustiques sur le calcul de l'indicateur, on constate que l'indicateur est particulièrement sensible aux niveaux mesurés.

L'évaluation de l'impact de l'incertitude de mesure des niveaux sonores sur les valeurs des énergies sonores pondérées des décollages et des atterrissages, ainsi que sur la valeur de l'IGMP, conduit à une contribution moyenne d'une année à l'autre de l'ordre de 3 points d'indice.

ANNEXES

7. ANNEXE 1 – Liste des abréviations

ACNUSA :	Autorité de Contrôle des NUisanceS Aéroportuaires
ADP :	Aéroports de Paris
DAST :	Direction des Affaires Stratégiques et Techniques de la DGAC (actuelle DTA)
DGAC :	Direction Générale de l'Aviation Civile
DGPR :	Direction Générale de la Prévention des Risques
DPPR :	Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques (actuelle DGPR)
DTA :	Direction du Transport Aérien de la DGAC
GT :	Groupe de travail
IGMP :	Indicateur Global Mesuré Pondéré
MMD :	Masse Maximale certifiée au Décollage
NBA :	Niveaux de Bruit des Aéronefs – base de données 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

8. ANNEXE 2 – Arrêté du 28 janvier 2003

JORF n°46 du 23 février 2003

Texte n°8

ARRETE

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

NOR : EQUA0201947A

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

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

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

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

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

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

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

Arrête :

Article 1

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

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

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

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

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

- « niveau de bruit LA_{max} », le niveau de bruit équivalent maximal mesuré pendant une seconde, exprimé en dBA 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

9. ANNEXE 3 – Arrêté du 21 mars 2022

**Arrêté du 21 mars 2022 relatif à la classification acoustique des aéronefs mentionnée
à l'article L. 422-56 du code des impositions sur les biens et services à prendre en compte
pour le calcul de la taxe sur les nuisances sonores aériennes
NOR : TRAA2206273A**

Le ministre délégué auprès de la ministre de la transition écologique, chargé des transports,

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 no 2007-1027 du 15 juin 2007 ;

Vu le règlement (UE) 2018/1139 du Parlement européen et du Conseil du 4 juillet 2018 concernant des règles communes dans le domaine de l'aviation civile et instituant une Agence de l'Union européenne pour la sécurité aérienne, et modifiant les règlements (CE) no 2111/2005, (CE) no 1008/2008, (UE) no 996/2010, (UE) no 376/2014 et les directives 2014/30/UE et 2014/53/UE du Parlement européen et du Conseil, et abrogeant les règlements (CE) no 552/2004 et (CE) no 216/2008 du Parlement européen et du Conseil, ainsi que le règlement (CEE) no 3922/91 du Conseil, et notamment son article 14 ;

Vu le code des impositions sur les biens et services, notamment son article L. 422-56 ;

Vu l'arrêté du 13 novembre 2018 relatif au certificat de limitation de nuisances des aéronefs civils qui ne relèvent pas du règlement (UE) no 2018/1139 du Parlement européen et du Conseil du 4 juillet 2018,

Arrête :

Article 1^{er}

La répartition des aéronefs dans les groupes acoustiques mentionnés à l'article L. 422-56 du code des impositions sur les biens et services est déterminée par référence à la marge acoustique cumulée d'un aéronef et aux chapitres de la deuxième partie du premier volume de l'annexe 16 à la convention relative à l'aviation civile internationale du 7 décembre 1944.

Pour chacun des trois points de référence de mesure du bruit, qui sont définis dans le chapitre 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 un aéronef relève, la marge acoustique est définie par l'écart entre :

- le niveau de bruit constaté dans le certificat de limitation des nuisances délivré pour l'aéronef concerné en application du règlement (UE) du 4 juillet 2018 susvisé ou de l'arrêté du 13 novembre 2018 susvisé ;

Et

- le niveau de bruit maximal autorisé par le chapitre 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 l'aéronef relève.

La marge acoustique cumulée d'un aéronef est la somme des marges acoustiques calculées pour chacun des trois points de référence de mesure du bruit.

Article 2

La répartition des aéronefs dans les groupes acoustiques prévus à l'article L. 422-56 du code des impositions sur les biens et services est la suivante :

- groupe 1 : les aéronefs qui ne sont pas mentionnés dans les groupes acoustiques 2, 3, 4, 5 et 6 définis ci-après ;
- groupe 2 : les aéronefs certifiés en vertu des chapitres 3, 4, 5 dont la marge acoustique cumulée est supérieure ou égale à 10 EPNdB et inférieure à 13 EPNdB ;
- groupe 3 : les aéronefs certifiés en vertu des chapitres 3, 4, 5 dont la marge acoustique cumulée est supérieure ou égale à 13 EPNdB et inférieure à 17 EPNdB ;
- groupe 4 : les aéronefs certifiés en vertu des chapitres 3, 4, 5 ou 14 dont la marge acoustique cumulée est supérieure ou égale à 17 EPNdB et inférieure à 20 EPNdB ;
- groupe 5 : les aéronefs certifiés en vertu des chapitres 3, 4, 5 ou 14 dont la marge acoustique cumulée est supérieure ou égale à 20 EPNdB ;
- groupe 6 : les aéronefs certifiés en vertu des chapitres 6, 8, 10 ou 11.

Article 3

L'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 est abrogé.

Article 4

Le présent arrêté entre en vigueur le 1er avril 2022.

Article 5

Le directeur général de l'aviation civile est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 21 mars 2022.
Pour le ministre et par délégation :
Le directeur du transport aérien,
M. BOREL

10. **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.

À 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 n¹, 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_{Amax} 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 L₉₂₀₀ ou L₅₀₀₀ 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_{Amax} « hors filtres » sont mis à 0 suite à l'application des phases 1 et 2 de la méthode d'exclusion,

¹ Dans ce document on notera année n une année donnée supérieure ou égale à 2011

- et tous les traitements et exclusions « habituelles », c'est-à-dire équivalentes à celles effectués lors des années antérieures à 2011 (notamment : exclusions des bruits parasites, exclusions métrologiques, exclusions multi-vols/multi-événements) ont été effectués par ADP, les LMax 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 LMax « 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 LMax « 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 L_{Amax} exclus sont mis à 0 dans la base de données des niveaux de bruit et des mouvements. Une trace des L_{Amax} 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.

Cependant, 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.

11. **ANNEXE 5 – Nouvelles droites de régression calculées en 2024**

(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 _{Amax} à la distance de référence 5000m (dB)	Corrections apportées au niveau mesuré à la station (en dB)								
Type	Moteur	Groupe acoustique		E1	E2	E3	E4	W1	W2	W3	W4b	Att dB/100m
A21N	01P22PW180	G5	75.14	2.37	0.34	0.21	-0.36	0.42	1.62	-0.33	0.63	-0.125
A319	01P08CM106	G5	76.82	3.74	0.53	0.33	-0.57	0.67	2.56	-0.52	0.99	-0.198
A333	01P14RR102	G3	74.68	2.49	0.35	0.22	-0.38	0.45	1.71	-0.35	0.66	-0.132
B789	01P17GE207	G5	79.47	4.05	0.58	0.36	-0.62	0.72	2.78	-0.57	1.07	-0.214
B789	01P17GE211	G5	76.57	5.57	0.79	0.5	-0.85	1	3.81	-0.78	1.47	-0.294
B789	11GE136	G5	77.7	3.91	0.56	0.35	-0.6	0.7	2.68	-0.55	1.03	-0.207
BCS3	04P20PW196	G5	77.72	4.2	0.6	0.38	-0.64	0.75	2.88	-0.59	1.11	-0.222
BCS3	16PW112	G5	77.89	4.84	0.69	0.43	-0.74	0.86	3.31	-0.68	1.28	-0.256
C510	1PW038	G5	69.86	5.67	0.81	0.51	-0.86	1.01	3.88	-0.79	1.5	-0.3

2. **AU DÉCOLLAGE**

Famille d'aéronefs			L _{Amax} à la distance de référence 9200m (dB)	Corrections apportées au niveau mesuré à la station (en dB)				
Type	Moteur	Groupe acoustique		E1	E2	W1	W2	Atténuation dB/100m
A21N	01P22PW180	G5	67.87	0.62	-1.92	-0.89	0.65	-0.158
A320	3CM028	G4	72.64	0.29	-0.9	-0.41	0.3	-0.074
A320	2CM014	G3	67.73	0.55	-1.71	-0.79	0.58	-0.14
A333	01P14RR102	G3	76.88	0.44	-1.37	-0.63	0.46	-0.113
B38M	01P20CM136	G5	70.92	0.52	-1.6	-0.74	0.54	-0.132
B789	01P17GE207	G5	74.83	0.53	-1.65	-0.76	0.56	-0.136
B789	01P17GE211	G5	72.02	0.55	-1.7	-0.79	0.57	-0.14
B789	11GE136	G5	74.4	0.37	-1.16	-0.54	0.39	-0.096
BCS3	04P20PW196	G5	73.26	0.53	-1.65	-0.76	0.55	-0.135
BCS3	16PW112	G5	70.05	0.61	-1.88	-0.87	0.63	-0.154

12. ANNEXE 6 – Substitutions

1. SUBSTITUTIONS TYPE COMPLET 2024

Avion à substituer				Avion de substitution		
Type	Moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type	Moteur	Groupe acoustique
A20N	01P20CM127	G5	22	A20N	01P20CM128	G5
A20N	01P22PW159	G5	1023	A20N	01P22PW163	G5
A21N	LEAP1A33B2X	G5	16	A21N	01P22PW167	G5
A319	01P08CM106	G4	38	A319	01P08CM107	G4
A319	01P08CM108	G3	5	A319	4CM036	G3
A319	01P10IA023	G4	2	A319	01P08CM107	G4
A319	2CM019	G5	12	A319	3CM027	G5
A319	6CM044	G3	2	A319	4CM036	G3
A319	6CM044	G4	1	A319	3CM028	G4
A320	01P08CM107	G4	99	A320	01P08CM105	G4
A320	01P10IA021	G4	2	A320	01P08CM105	G4
A320	1IA001	G3	8	A320	1IA003	G3
A320	1IA003	G2	30	A320	1IA003	G3
A320	2CM014	G3	371	A320	01P08CM105	G3
A320	2CM019	G3	34	A320	3CM026	G3

Avion à substituer				Avion de substitution		
Type	Moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type	Moteur	Groupe acoustique
A321	01P08CM102	G2	8	A321	1IA005	G3
A321	01P08CM102	G3	32	A321	1IA005	G3
A321	01P08CM104	G2	145	A321	1IA005	G3
A321	1IA003	G3	39	A321	1IA005	G3
A321	3CM024	G2	397	A321	3CM023	G2
A321	3IA008	G1	10	A321	3IA008	G2
A321	3IA008	G4	6	A321	3IA008	G3
A332	01P14RR102	G2	233	A332	5GE085	G2
A332	4GE080	G2	1	A332	4GE081	G2
A332	7PW082	G2	347	A332	7PW082	G3
A333	9PW095	G3	2	A333	7PW082	G3
A338	02P23RR141	G5	120	A339	02P23RR141	G5
A342	1CM011	G5	1	A342	1CM010	G5
A342	2CM015	G5	4	A342	1CM010	G5
A343	1CM011	G5	12	A343	2CM015	G5
A345	8RR044	G5	2	A346	8RR045	G5
A400	CIT009	G2	2	F27	CIT007	G1
B38M	01P20CM135	G5	826	B73M	01P20CM140	G5
B38M	01P20CM136	G5	1352	B73M	01P20CM140	G5

Avion à substituer				Avion de substitution		
Type	Moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type	Moteur	Groupe acoustique
B38M	01P20CM140	G5	540	B73M	01P20CM140	G5
B39M	01P20CM140	G5	128	B73M	01P20CM140	G5
B737	01P11CM116	G3	74	B738	01P11CM116	G3
B737	3CM034	G2	5	B737	3CM030	G3
B737	8CM051	G3	6	B737	8CM063	G3
B737	8CM066	G2	2	B737	8CM063	G3
B738	01P11CM114	G2	18	B738	01P11CM114	G3
B738	01P11CM126	G2	6	B738	01P11CM116	G2
B738	3CM031	G2	362	B738	3CM032	G2
B738	8CM051	G5	16	B738	8CM051	G3
B738	8CM066	G2	32	B738	8CM066	G3
B739	01P11CM116	G2	26	B739	3CM034	G2
B739	8CM051	G2	264	B739	3CM034	G2
B742	1RR008	G1	101	B742	6AL006	G5
B744	01P02GE186	G5	12	B744	01P02GE186	G3
B744	01P03GE187	G3	2	B744	01P03GE187	G2
B744	1PW042	G2	4	B744	1PW042	G3
B748	01P17GE215	G5	352	B748	11GE139	G5
B762	1GE010	G1	2	B762	1GE012	G2

Avion à substituer				Avion de substitution		
Type	Moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type	Moteur	Groupe acoustique
B762	2GE047	G4	4	B762	2GE046	G5
B763	01P02GE188	G1	12	B763	12PW101	G1
B763	01P02GE188	G5	4	B763	2GE055	G3
B763	1PW042	G3	300	B763	12PW102	G3
B763	2GE036	G3	94	B763	2GE055	G3
B763	2GE036	G5	54	B763	2GE055	G3
B763	2GE044	G5	38	B763	2GE055	G3
B77L	01P21GE217	G3	271	B77L	01P21GE216	G3
B788	01P17GE206	G5	14	B788	01P17GE210	G5
B788	01P17GE207	G5	53	B788	12RR061	G5
B788	01P17GE209	G5	126	B788	01P17GE210	G5
B788	02P23RR126	G5	130	B788	11GE136	G5
B788	02P23RR128	G5	20	B788	12RR063	G5
B788	12RR065	G5	2	B788	12RR063	G5
B788	12RR066	G5	46	B788	12RR063	G5
B789	01P17GE210	G5	20	B789	01P17GE209	G5
B789	02P23RR132	G5	8	B789	02P23RR131	G5
B78X	01P17GE211	G5	74	B78X	01P17GE214	G5
B78X	11GE138	G5	85	B78X	12GE155	G5

Avion à substituer				Avion de substitution		
Type	Moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type	Moteur	Groupe acoustique
BCS1	04P20PW196	G5	188	BCS1	01P20PW183	G5
BCS1	04P20PW197	G5	162	BCS1	01P20PW183	G5
BE40	1PW037	G1	6	C56X	1PW038	G5
C25A	1PW035	G5	9	C56X	1PW038	G5
C25B	1PW035	G5	3	C56X	1PW038	G5
C25C	1PW035	G5	6	C56X	1PW038	G5
C25M	1PW035	G5	3	C56X	1PW038	G5
C510	1PW038	G5	12	C56X	1PW038	G5
C525	1PW035	G5	8	C56X	1PW038	G5
C550	1PW036	G5	2	C56X	1PW038	G5
C560	1PW037	G5	8	C56X	1PW038	G5
C560	1PW038	G5	2	C56X	1PW038	G5
C56X	1PW037	G5	37	C56X	1PW038	G5
C650	1AS002	G1	7	C56X	1PW038	G5
C650	1AS002	G3	7	C56X	1PW038	G5
C680	7PW078	G3	2	E145	6AL006	G5
C680	7PW078	G5	8	E145	6AL006	G5
C68A	7PW078	G5	14	E145	6AL006	G5
C700	01P18HN013	G5	1	E145	6AL006	G5

Avion à substituer				Avion de substitution		
Type	Moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type	Moteur	Groupe acoustique
CL30	11HN003	G5	7	E145	6AL006	G5
CL35	01P14HN011	G5	37	E145	6AL006	G5
CL60	01P05GE189	G5	26	E145	6AL006	G5
CRJ9	01P08GE191	G3	34	CRJ9	01P08GE190	G3
CRJ9	01P08GE191	G4	12	CRJ9	01P08GE190	G4
E135	01P06AL032	G5	14	E145	6AL006	G5
E190	11GE143	G3	38	E190	11GE142	G3
E190	11GE144	G3	242	E190	11GE142	G3
E195	11GE144	G3	34	E195	11GE142	G3
E290	04P20PW200	G5	182	E290	01P20PW187	G5
E295	04P20PW201	G5	287	E290	01P20PW187	G5
E35L	01P06AL032	G5	19	E145	01P06AL034	G5
E50P	1PW038	G5	1	C56X	1PW038	G5
E545	01P14HN014	G5	1	C56X	1PW038	G5
E550	01P14HN014	G5	37	C56X	1PW038	G5
E55P	1PW036	G4	5	C56X	1PW038	G5
E55P	1PW036	G5	39	C56X	1PW038	G5
E75S	01P08GE195	G2	104	E190	11GE142	G3
E75S	01P08GE197	G2	51	E190	11GE142	G3

Avion à substituer				Avion de substitution		
Type	Moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type	Moteur	Groupe acoustique
F2TH	01P07PW146	G4	4	E145	6AL006	G5
F2TH	01P07PW146	G5	6	E145	6AL006	G5
F900	1AS002	G4	2	E145	6AL006	G5
FA7X	03P16PW192	G3	16	E145	6AL006	G5
GALX	7PW077	G5	2	C56X	1PW038	G5
GL5T	01P04BR013	G5	6	CRJ9	01P08GE190	G3
GL7T	01P04BR013	G5	16	CRJ9	01P08GE190	G3
GLEX	01P04BR013	G5	16	CRJ9	01P08GE190	G3
GLF5	01P06BR014	G5	11	CRJ9	01P08GE190	G3
GLF6	01P11BR016	G5	21	CRJ9	01P08GE190	G3
H25B	1AS002	G1	4	C56X	1PW038	G5
H25B	1AS002	G3	4	C56X	1PW038	G5
H25B	1AS002	G5	2	C56X	1PW038	G5
HA4T	01P07PW145	G5	2	C56X	1PW038	G5
HDJT	HF120	G5	4	C56X	1PW038	G5
LJ45	1AS001	G5	6	C56X	1PW038	G5
LJ60	1AS001	G5	2	C56X	1PW038	G5
PC24	1PW035	G5	2	C56X	1PW038	G5
PC24	CIT004	G5	11	C56X	1PW038	G5

Avion à substituer				Avion de substitution		
Type	Moteur	Groupe acoustique	Nombre	Type	Moteur	Groupe acoustique
SB20	CIT007	G5	3	AT72	PW124B	G5
SF34	CIT008	G5	4	AT45	PW124B	G5

2. SUBSTITUTIONS TYPE COURT 2024

Avion à substituer		Avion de substitution		
Type court	Nombre	Type	Moteur	Groupe acoustique
A20N	43	A20N	01P20CM128	G5
A21N	91	A21N	01P20CM132	G5
A306	13	A306	2GE039	G2
A318	27	A318	7CM048	G5
A319	131	A319	3CM027	G5
A320	510	A320	3CM026	G3
A321	127	A321	2CM012	G2
A332	685	A332	5GE085	G2
A333	50	A333	01P14RR102	G4
A338	127	A339	02P23RR141	G5
A339	139	A339	02P23RR141	G5
A342	3	A342	1CM010	G5
A343	65	A343	2CM015	G5
A346	5	A346	8RR045	G5
A359	177	A359	01P18RR124	G5
A35K	4	A35K	01P21RR125	G5
A388	5	A388	9EA001	G5
AJET	1	E145	6AL006	G5
AT72	1	AT72	PW124B	G3

Avion à substituer		Avion de substitution		
Type court	Nombre	Type	Moteur	Groupe acoustique
A20N	49	A20N	01P20CM128	G5
A21N	24	A21N	01P20CM132	G5
A306	11	A306	2GE039	G2
A318	18	A318	7CM048	G5
A319	547	A319	3CM027	G5
A320	1729	A320	3CM026	G3
A321	127	A321	2CM012	G2
A332	207	A332	5GE085	G2
A333	44	A333	01P14RR102	G4
A339	26	A339	02P23RR141	G5
A342	1	A342	1CM010	G5
A343	3	A343	2CM015	G5
A359	303	A359	01P18RR124	G5
A380	1	A388	9EA001	G5
A388	4	A388	9EA001	G5
AT72	7	AT72	PW124B	G3
AT75	4	AT75	PW124B	G5
AT76	28	AT75	PW124B	G5
ATLA	4	DH8D	CIT006	G5
B350	4	E120	PW120A	G5
B38M	14	B73M	01P20CM140	G5

Avion à substituer		Avion de substitution		
Type court	Nombre	Type	Moteur	Groupe acoustique
B733	16	B733	1CM007	G3
B734	97	B734	1CM007	G3
B735	7	B735	01P08CM105	G3
B736	2	B736	3CM031	G3
B737	8	B737	3CM031	G3
B738	564	B738	8CM051	G3
B739	1	B739	3CM034	G2
B742	3	B742	6AL006	G5
B744	7	B744	01P03GE187	G2
B748	10	B748	11GE139	G5
B752	128	B752	5RR038	G4
B763	63	B763	01P02GE188	G3
B764	8	B764	2GE055	G3
B772	122	B772	9GE123	G5
B77L	102	B77L	01P21GE216	G3
B77W	342	B77W	01P21GE217	G3
B787	1	B788	11GE138	G5
B788	35	B788	11GE138	G5
B789	146	B789	12GE155	G5
B78X	1	B78X	01P17GE214	G5
BCS1	1	BCS1	01P20PW183	G5

Avion à substituer		Avion de substitution		
Type court	Nombre	Type	Moteur	Groupe acoustique
BCS3	169	BCS3	01P20PW183	G5
BE20	16	E120	PW120A	G5
C130	24	DH8D	CIT006	G5
C17	17	A342	1CM010	G5
C172	7	B190	CIT004	G6
C182	7	E120	PW120A	G5
C25A	4	E145	6AL006	G5
C25B	1	E145	6AL006	G5
C25C	2	E145	6AL006	G5
C25M	1	E145	6AL006	G5
C27J	6	F27	CIT007	G1
C295	2	DH8D	CIT006	G5
C30J	9	F27	CIT007	G1
C340	1	B190	CIT004	G6
C425	6	B190	CIT004	G6
C510	2	C56X	1PW038	G5
C525	2	E145	6AL006	G5
C56X	5	E145	6AL006	G5
C650	4	C56X	1PW038	G5
C680	1	E145	6AL006	G5
C68A	2	E145	6AL006	G5

Avion à substituer		Avion de substitution		
Type court	Nombre	Type	Moteur	Groupe acoustique
C700	1	E145	6AL006	G5
CL30	1	E145	6AL006	G5
CL35	10	E145	6AL006	G5
CL60	7	E145	6AL006	G5
CRJ9	10	CRJ9	01P08GE190	G3
DH8D	8	DH8D	CIT006	G5
E121	2	E120	PW120A	G5
E145	5	E145	6AL006	G5
E170	29	E170	01P08GE195	G3
E190	107	E190	11GE142	G3
E195	2	E195	11GE142	G3
E295	1	E290	01P20PW187	G5
E35L	1	E145	6AL006	G5
E50P	1	C56X	1PW038	G5
E550	9	E145	6AL006	G5
E55P	4	E145	6AL006	G5
F900	2	E145	6AL006	G5
FA10	2	E145	6AL006	G5
FA7X	5	E145	6AL006	G5
GALX	2	C56X	1PW038	G5
GL5T	8	CRJ9	01P08GE190	G3

Avion à substituer		Avion de substitution		
Type court	Nombre	Type	Moteur	Groupe acoustique
GL7T	3	CRJ9	01P08GE190	G3
GLEX	6	CRJ9	01P08GE190	G3
GLF5	9	CRJ9	01P08GE190	G3
GLF6	11	CRJ9	01P08GE190	G3
LJ45	1	E145	6AL006	G5
M600	60	E120	PW120A	G5
MD11	9	MD11	2GE049	G3
P180	2	B190	CIT004	G6
PAY2	5	B190	CIT004	G6
PC12	9	E120	PW120A	G5
PC24	1	C56X	1PW038	G5
S22T	11	E120	PW120A	G5
SB20	1	AT45	PW124B	G5
SR20	1	E120	PW120A	G5
SR22	5	E120	PW120A	G5
SW4	4	B190	CIT004	G6
ZZZZ	3	A320	3CM026	G3

13. **ANNEXE 7 – Correction des mesures à l'aide des droites de régression**

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

- l'impossibilité physique d'implanter les différentes stations de mesure à des distances rigoureusement identiques par rapport aux seuils de piste ;
- l'inégalité des longueurs des pistes.

De ce fait, conformément à l'arrêté du 28 janvier 2003, le niveau de bruit L_{Amax} mesuré doit être ramené au niveau de bruit qui serait mesuré à la distance de référence pour le mouvement considéré. Pour ce faire, une méthode statistique de correction en distance, s'appuyant sur le calcul de « droites de régression », a été établie en 2006 par le groupe de travail 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 pour ramener le niveau de bruit d'un avion mesuré par la station au niveau de 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 établie à partir des mesures réalisées aux différents emplacements des stations de mesure. Cette méthode est justifiée par le fait que les stations de mesure sont situées au voisinage immédiat des distances de référence.

2) Création des droites de régression

Une droite de régression est établie pour chaque ensemble « type avion - motorisation - groupe acoustique » et par type de mouvement (décollage/atterrissage) suivant la méthode décrite ci-après.

Pour chacune des stations de mesure et pour le sens considéré (atterrissage ou décollage), les moyennes énergétiques des mesures enregistrées sont calculées par ensemble « type avion - motorisation – groupe acoustique ». On dispose dès lors, pour chaque ensemble « type avion - motorisation - groupe acoustique », des valeurs moyennes L_{Amax} mesurés (une par station de mesure) pour chacune des valeurs de distance des stations de mesure par rapport aux seuils de piste.

À 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 : elle est établie 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 établie pour une année donnée, elle est reprise à l'identique pour les années suivantes.

3) Calcul des niveaux de bruit à la distance de référence à l'aide des droites de régression

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

Le niveau de bruit $L_{Dréf,Sk}$ corrigé en distance pour la station de mesure S_k est obtenu comme suit à partir du niveau de bruit $L_{mesuré,Sk}$ mesuré par la station de mesure S_k :

$$L_{Dréf,Sk} = L_{mesuré,Sk} + \text{Pente}_{DR} * (D_{réf} - D_{Sk}) \text{ avec :}$$

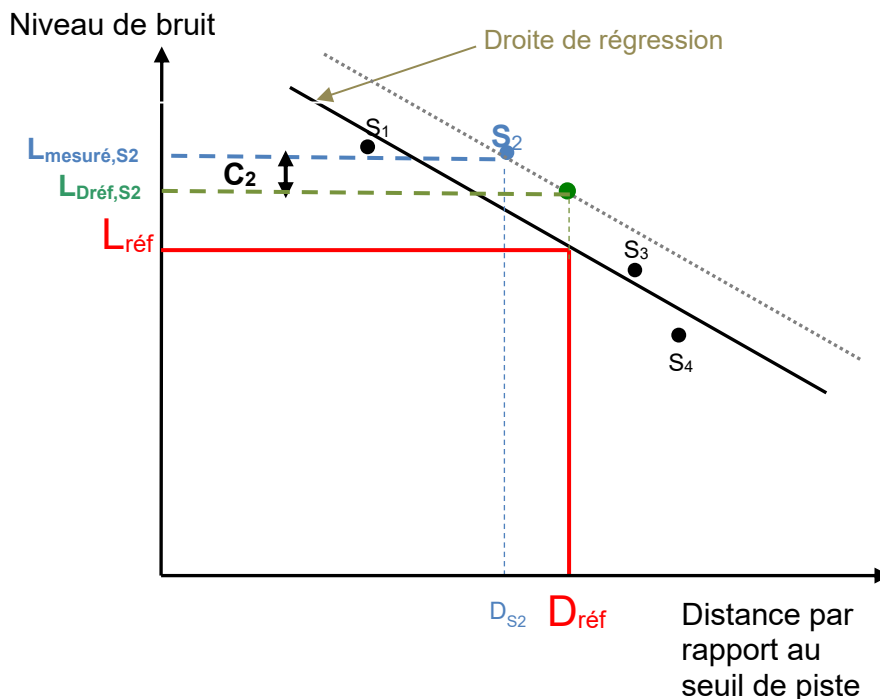
Pente_{DR} : la pente de la droite de régression,

$D_{réf}$: la distance de référence,

D_{Sk} la distance de la station S_k par rapport au seuil de piste.

Cette correction est illustrée sur la figure ci-dessous pour la station S_2 .

Pour les avions pour lesquels on ne dispose pas de mesure du niveau de bruit, le niveau de bruit considéré pour le calcul de l'IGMP est le niveau $L_{réf}$ lu sur la droite de régression pour la distance de référence $D_{réf}$; ce dernier est aussi appelé « niveau de bruit le plus fréquemment mesuré ».



S_k : station de mesure

$L_{réf}$: « niveau de bruit le plus fréquemment mesuré »

$L_{mesuré,Sk}$: niveau de bruit mesuré à la station S_2

$L_{Dréf,Sk}$: niveau de bruit mesuré à la station S_2 et corrigé en distance

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

D_{Sk} : distance de la station de mesure S_k par rapport au seuil de piste

C_k : correction à appliquer au niveau de bruit mesuré par la station S_k

4) Exemple

Le graphique suivant permet de déterminer, pour l'ensemble « A319-3CM027-G5 », le niveau de bruit le plus fréquemment mesuré à l'atterrissage $L_{\text{réf}}$ de 76.98 dBA à la distance de référence $D_{\text{réf}}$ de 5 000 mètres.

