

# Norme internationale



# 5129

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

## Acoustique — Mesurage du bruit à l'intérieur des aéronefs

*Acoustics — Measurement of noise inside aircraft*

Première édition — 1981-04-15

CDU 534.6 : 629.7

Réf. n° : ISO 5129-1981 (F)

Descripteurs : acoustique, mesurage acoustique, bruit d'aéronef, essai de type, essai de conformité, pression sonore.

Prix basé sur 4 pages

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 5129 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*, et a été soumise aux comités membres en septembre 1976.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	Hongrie	Pologne
Allemagne, R.F.	Irlande	Royaume-Uni
Australie	Israël	Suède
Autriche	Italie	Suisse
Belgique	Japon	Tchécoslovaquie
Brésil	Mexique	Turquie
Corée, Rép. de	Norvège	URSS
Danemark	Nouvelle-Zélande	USA
Espagne	Pays-Bas	
France	Philippines	

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

# Acoustique — Mesurage du bruit à l'intérieur des aéronefs

## 1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les conditions requises pour obtenir des mesurages reproductibles et comparables du bruit à l'intérieur de tous les types d'aéronefs.

On peut utiliser les résultats par exemple :

- pour vérifier la conformité avec l'objectif de bruit maximal fixé ou avec les spécifications imposées;
- pour évaluer l'exposition au bruit dans le but de la conservation de l'ouïe (voir ISO 1999);
- pour évaluer l'intelligibilité de la parole.

### NOTES

- 1 Un aéronef est un appareil pouvant se soutenir dans l'atmosphère grâce à des réactions de l'air autres que celles qui s'exercent sur la surface de la terre.
- 2 Les modes opératoires décrits dans la présente Norme internationale sont conformes aux méthodes d'expertise de l'ISO 2204.
- 3 Pour les sources de bruit à caractère impulsionnel, les mesurages peuvent être effectués avec un sonomètre impulsionnel (voir 4.4).
- 4 Lorsqu'on répète un mesurage selon la présente Norme internationale avec le même aéronef et dans les mêmes conditions nominales, des différences de l'ordre de  $\pm 2$  dB peuvent être observées dans les résultats des mesurages de niveaux pondérés A.

## 2 Références

ISO 1999, *Acoustique — Estimation de l'exposition au bruit durant le travail en vue de la protection de l'audition.*

ISO 2204, *Acoustique — Guide pour la rédaction des Normes internationales sur le mesurage du bruit aérien et l'évaluation de ses effets sur l'homme.*

Publication CEI 225, *Filtres de bandes d'octave, de demi-octave et de tiers d'octave destinés à l'analyse des bruits et des vibrations.*

Publication CEI 651, *Sonomètres.*

## 3 Nature des essais

**3.1 essais de type :** Mesurages effectués pour contrôler que l'aéronef livré par les constructeurs correspond aux cahiers des charges.

Toute variante par rapport aux conditions spécifiées doit être mentionnée dans le rapport d'essai.

**3.2 essais de contrôle :** Mesurages effectués pour contrôler que le bruit de l'aéronef est encore dans les limites prescrites et qu'aucun changement notable ne s'est produit depuis la livraison, ou qu'il n'existe pas de différence appréciable entre des aéronefs d'une même série.

Pour le contrôle, on peut admettre de légers écarts aux conditions d'essai, par exemple le nombre des positions des microphones ou des conditions de fonctionnement peut être réduit, et une analyse par bande d'octave utilisée à la place de celle par tiers d'octave. Toute variante doit être mentionnée dans le rapport d'essai.

## 4 Grandeurs mesurées

**4.1** Toutes les lectures de niveaux de pression acoustique pondérés A doivent être effectuées avec la pondération temporelle «S» (voir Publication CEI 651).

**4.2** Pour les essais de type, les grandeurs à consigner sont

- le niveau de pression acoustique par bande d'octave ou de tiers d'octave, en décibels (dB), au moins dans la gamme de fréquences allant de 45 à 11 200 Hz. Les mesures de niveaux de pression acoustique en bandes de tiers d'octave sont recommandées (voir chapitre 5, note 2);
- les niveaux de pression acoustique pondérés A,  $L_{pA}$ , exprimés en décibels (dB).

**4.3** Pour les essais de contrôle, les grandeurs à consigner sont

- les niveaux de pression acoustique pondérés A,  $L_{pA}$ , exprimés en décibels (dB);
- les niveaux de pression acoustique par bande d'octave ou de tiers d'octave, en décibels (dB), si nécessaire, de préférence dans la gamme de fréquences allant de 45 à 11 200 Hz (voir chapitre 5, note 2). Les mesures de niveaux en bandes d'octave sont généralement suffisantes.

**4.4** Lorsqu'un sonomètre à impulsion, conforme au moins aux exigences pour un instrument du type 1 spécifiées dans la Publication CEI 651, est utilisé pour le mesurage du bruit impulsionnel, il est recommandé de fournir, en outre, les valeurs lues avec la pondération fréquentielle «A» et avec la pondération temporelle «I», désignées par  $L_{pAI}$  et exprimées en décibels (dB).

## 5 Equipement de mesurage

Les appareils de mesure doivent être conformes aux spécifications ci-après dans la gamme de 45 à 11 200 Hz.

### NOTES

- 1 La directivité du microphone peut influencer les mesures, aussi est-il nécessaire d'utiliser des microphones omnidirectionnels. Le type de microphone doit être indiqué dans le rapport d'essai.
- 2 À supposer qu'il y ait du bruit considérable de basse fréquence, par exemple dans les hélicoptères, la gamme de fréquence couverte par l'équipement de mesurage devrait être étendue vers le bas jusqu'à 2 Hz au minimum, et l'enregistrement par la modulation de fréquence devrait être utilisé.

### 5.1 Sonomètre

Le sonomètre doit au moins être conforme aux exigences pour un instrument de classe 1 spécifiées dans la Publication CEI 651.

### 5.2 Filtres

Pour le mesurage de spectres de bruit, les filtres doivent être conformes à la Publication CEI 225.

### 5.3 Autres systèmes

Si un autre équipement de mesurage est employé, par exemple incorporant un magnétophone et/ou un enregistreur de niveau, les tolérances des diverses sections de la chaîne de mesure ne doivent pas dépasser les tolérances spécifiées dans les chapitres appropriés de la Publication CEI 651.

NOTE — Les microphones devraient être munis d'un canal d'égalisation de pression, s'ils sont du type électrostatique, et on doit connaître leurs coefficients de pression ambiante et de température.

Les spécifications de l'amplificateur du microphone doivent être compatibles avec celles du microphone et du magnétophone.

**5.3.1** Les systèmes d'enregistrement, s'ils sont utilisés, doivent répondre aux spécifications supplémentaires suivantes :

Au niveau normal d'enregistrement (c'est-à-dire 10 dB en dessous du niveau correspondant à 3 % de distorsion harmonique), la réponse en fréquence doit être plate à  $\pm 1,5$  dB; la différence de réponse pour deux bandes de tiers d'octave adjacentes ne doit pas dépasser 1,5 dB. La qualité du système doit être suffisante pour que le niveau de bruit de fond dans une bande quelconque de tiers d'octave ou d'octave soit inférieur d'au moins 35 dB au niveau normal d'enregistrement.

Sur chaque bobine, la bande magnétique doit porter, en outre, un signal d'étalonnage au début et à la fin, qui peut être un son pur de fréquence comprise entre 250 et 1 000 Hz ou un bruit à large bande. On ne peut considérer comme valables les données obtenues de cette bande magnétique que si la différence de niveau des deux signaux (dans la même bande de tiers d'octave dans le cas d'un bruit à large bande) est inférieure à 1 dB, et la valeur moyenne des deux signaux est à utiliser pour l'étalonnage.

### NOTES

- 1 Pour des spectres à chute rapide, il peut être nécessaire d'insérer des réseaux de préaccentuation ou de désaccentuation pour obtenir ce rapport signal/bruit.
- 2 On doit nettoyer soigneusement les têtes magnétiques avant chaque série de mesurages.
- 3 Si l'on utilise un calibre acoustique, il doit répondre aux spécifications de 5.4.2, et le signal sinusoïdal doit être enregistré sur toutes les bandes à une pression atmosphérique constante pour réduire les effets de la pression sur le calibre et la réponse du microphone.
- 4 Le magnétophone ne doit pas être déplacé en cours d'enregistrement, à moins qu'il n'ait été établi auparavant que ces déplacements n'influent pas sur les caractéristiques du magnétophone. Des précautions sont à prendre pour éviter que l'enregistrement soit affecté par des vibrations. On doit vérifier fréquemment les magnétophones alimentés par piles au cours des essais pour s'assurer que l'alimentation et la vitesse de défilement sont acceptables.

**5.3.2** La réduction des données doit être effectuée au moyen des filtres d'octave ou de tiers d'octave possédant les caractéristiques spécifiées dans la Publication CEI 225.

Les analyseurs doivent en principe permettre que le signal provenant d'un filtre soit élevé au carré, moyenné, converti sous forme logarithmique et affiché. La durée de moyennage doit être au moins de 8 s.

Le ou les détecteurs doivent opérer avec une gamme dynamique minimale de 50 dB, avec une réponse en amplitude linéaire à  $\pm 0,5$  dB dans la gamme de 40 dB la plus haute.

Le système d'affichage doit permettre une lecture exacte à 0,5 dB près.

### 5.4 Étalonnage et contrôle de l'équipement de mesurage

**5.4.1** Le sonomètre doit être étalonné, au moins chaque année, pour être en conformité avec la Publication CEI 651.

**5.4.2** Pour les autres systèmes, avant ou après chaque série d'essais, ou au plus 6 mois avant la date de mesurage :

- on doit effectuer un étalonnage de la réponse en fréquence du microphone et des étalonnages supplémentaires après tout choc ou détérioration éventuelle, et
- on doit déterminer la réponse globale en fréquence et la conformité avec les chapitres appropriés de la Publication CEI 651 par une méthode d'insertion de tension, de façon à inclure les préamplificateurs, les filtres et le magnétophone éventuel.

**5.4.3** Si des systèmes d'enregistrement sont utilisés, une bande de réponse en fréquence doit être enregistrée pour un étalonnage ultérieur du système de réduction des données. On doit faire un enregistrement d'au moins 20 s avec l'entrée en court-circuit pour contrôler la dynamique et le bruit de fond.

NOTE — On doit prendre soin de vérifier que la bande magnétique de chaque bobine a la même réponse et le même bruit de fond que la bande magnétique d'étalonnage. Il est préférable que les bandes utilisées lors d'une série d'essais proviennent du même lot de fabrication.

**5.4.4** À des intervalles de temps convenables, et au moins immédiatement avant et après chaque journée de travail, on doit contrôler la réponse globale du système électroacoustique en utilisant un calibre acoustique produisant un niveau connu de pression acoustique à une fréquence connue comprise entre 250 et 1 000 Hz. Il est préférable que cette fréquence soit la fréquence médiane d'une bande d'octave normalisée. On doit connaître le niveau de sortie du calibre acoustique à 0,5 dB près.

Ce contrôle doit être fait au sol à la pression atmosphérique ambiante, et, si nécessaire, on doit faire une correction barométrique. Le contrôle en vol correspondant doit être corrigé en tenant compte de la pression dans la cabine selon les données du constructeur.

## 5.5 Correction du bruit inhérent

Pour tous les mesurages de niveau de pression acoustique donnant un résultat de moins de 10 dB au-dessus du bruit électrique de fond, on doit appliquer des corrections de la façon suivante :

Différence entre les niveaux de pression acoustique du bruit à l'intérieur de l'aéronef et du bruit inhérent à l'équipement de mesurage	Correction à appliquer aux niveaux de bruit relevés dans l'aéronef
dB	dB
> 10	0
6 à 9	-1
4 à 5	-2
3	-3

Ne pas tenir compte d'un résultat pour lequel la différence est inférieure à 3 dB.

## 6 Conditions d'essai

**6.1** Les mesurages du bruit doivent être effectués en vol de croisière rectiligne et horizontal correspondant aux spécifications imposées.

D'autres mesurages peuvent être effectués avec des conditions différentes de vol pour des besoins particuliers, notamment en montée et en descente stabilisées.

NOTE — Dans le cas où les conditions stationnaires de fonctionnement ne représentent qu'un faible pourcentage de l'utilisation de l'appareil (par exemple aéronefs utilisés à des fins sportives, agricoles, militaires), on doit adopter, pour les mesurages, d'autres conditions de fonctionnement. Lorsque le but des mesurages est de déterminer l'exposition au bruit, on doit effectuer les mesurages pour tous les régimes normaux de fonctionnement de l'aéronef.

**6.2** On ne doit pas effectuer de mesurages lorsque l'aéronef traverse des zones de précipitations ou de turbulences.

## 7 Dispositions intérieures de l'aéronef

**7.1** L'aménagement intérieur de l'aéronef doit être complet. Les dossiers des sièges doivent être disposés dans une position aussi verticale que possible.

Les systèmes de pressurisation et de conditionnement d'air doivent fonctionner en régime continu comme en fonctionnement normal. Les dispositifs individuels d'aération doivent être arrêtés pendant le mesurage du bruit.

NOTE — Les niveaux du bruit à l'intérieur de l'aéronef varieront lorsque les dispositifs individuels d'aération seront ouverts, variations dues au nombre de dispositifs ouverts, au degré d'ouverture de chaque dispositif, à l'orientation directionnelle de chaque dispositif et à la position du dispositif par rapport au microphone.

Le système de communication avec les passagers ne doit pas être en fonctionnement.

**7.2** Dans le poste de pilotage, on doit noter les positions des membres de l'équipage pendant le travail.

**7.3** Dans la cabine passagers, on doit réduire le nombre de personnes présentes pendant les mesurages au minimum exigé par les essais. Aucun assistant ne doit être placé de manière à perturber le champ acoustique aux emplacements de microphone, et notamment ne doit être assis ou debout à moins de 1 m du microphone.

## 8 Positions de microphone

Le niveau du bruit à l'intérieur d'un aéronef peut varier considérablement d'un endroit à un autre. Il faut donc qu'un nombre suffisant de positions de mesure soit choisi pour représenter de façon adéquate la distribution du niveau du bruit à l'intérieur de l'aéronef.

Les positions de mesure doivent inclure les positions de chaque membre de l'équipage. Dans la cabine passagers, les mesurages doivent être effectués en tous points, y compris les postes de travail du personnel.

Les positions assis et debout doivent être incluses, si nécessaire.

L'emplacement exact des positions de mesure doit être indiqué sur un plan.

Le microphone doit être à une distance minimale de 0,15 m des parois ou des garnitures, casiers à bagages, etc.

Le microphone doit être orienté verticalement vers le haut.

**8.1** Dans le poste de pilotage, les mesurages doivent être effectués à moins de 0,1 m à côté de la position normale de l'oreille de chaque membre de l'équipage, et à moins de 0,1 m devant le microphone de tout système d'enregistrement des conversations de l'équipage.

NOTE — Le terme «équipage» désigne aussi le pilote d'un aéronef monoplace.

Pour les positions assis, la hauteur du microphone doit être de  $0,65 \pm 0,05$  m au-dessus du siège inoccupé, en position moyenne.

Pour les positions debout, le microphone doit être à  $1,65 \pm 0,1$  m du plancher.

**8.2** Dans la cabine passagers, les mesurages doivent être effectués au voisinage de la position normale de la tête du passager assis. Le microphone doit être dans l'axe du siège, à  $0,15 \pm 0,02$  m de l'appui-tête et à  $0,65 \pm 0,05$  m au-dessus du siège inoccupé. On doit noter, pour chaque position de mesure, le numéro du siège ou la distance de la paroi et de la limite du fuselage. La distribution des positions de mesure dans la cabine passagers dépend de l'arrangement des sièges.

NOTE — Le microphone peut être tenu soit par un support mobile fixé au dossier du siège, soit au bout d'un bras d'environ 1 m de longueur pour réduire l'effet de masque créé par l'opérateur portant ce microphone.

Pour la position inclinée des passagers, par exemple dans un aéronef ambulance, placer le microphone à  $0,2 \pm 0,02$  m au-dessus du milieu de l'oreiller inoccupé.

**8.3** Dans le cas où des animaux doivent être transportés, les mesurages devraient être effectués dans les soutes pour évaluer l'environnement de bruit.

## 9 Enregistrement des données

**9.1** Si l'on utilise un sonomètre, on doit faire trois lectures, d'une durée d'au moins 5 s, pour chaque position de microphone et chaque condition de vol. La valeur moyenne des niveaux relevés doit être retenue comme résultat des essais et doit être arrondie à la valeur entière, en décibels, la plus proche.

Pour les essais de contrôle, une seule lecture est nécessaire.

Si l'on utilise des systèmes d'enregistrement, on doit faire un enregistrement du bruit à chaque position de microphone et pour chaque condition d'essai pendant au moins une durée double de la durée de moyennage des données réduites (voir 5.3.2).

NOTE — On doit veiller à ce que des signaux parasites ne soient pas induits en sortie du microphone par des vibrations, insertions électromagnétiques, ou autres signaux parasites. Pour ce faire, il est utile de couvrir le microphone et de s'assurer que les signaux présents ne provenant pas de sources acoustiques sont au moins de 10 dB inférieurs aux signaux acoustiques obtenus avec le microphone découvert dans les mêmes conditions de vol. La capsule doit être suffisamment lourde et rigide et doit assurer une couverture étanche du microphone.

**9.2** Si le niveau du bruit est fluctuant (par exemple battements), on doit prendre la moyenne sur au moins la durée de trois battements.

Les pointes extrêmes occasionnelles ne doivent être prises en compte que si elles sont périodiques.

NOTE — L'information complète sur l'évolution dans le temps du signal peut, par exemple, être déterminée par un enregistreur de niveau réglé à une caractéristique de réponse proche de celle d'un sonomètre réglé à la caractéristique de pondération temporelle F. Les valeurs numériques particulières décrivant cette évolution temporelle peuvent être

- la valeur moyenne (efficace) sur une longue période;
- les valeurs maximale et minimale.

**9.3** On doit indiquer en outre, dans le rapport d'essai, la présence de sons purs facilement audibles ou de sons à caractère distinctement impulsif.

**9.4** Pour chaque enregistrement, on doit noter au moins les paramètres de vol suivants, relevés sur les instruments de bord :

- a) altitude barométrique;
- b) nombre de Mach et/ou vitesse;
- c) conditions de fonctionnement du moteur;
- d) température ambiante extérieure;
- e) pression maintenue dans la cabine et température, s'il y a lieu;
- f) conditions de fonctionnement des équipements de cabine, s'il y a lieu;
- g) position du train d'atterrissage;
- h) position des volets d'intrados, des volets de freinage et d'autres surfaces de contrôle influant sur le bruit à l'intérieur de l'aéronef;
- j) position des panneaux, des fenêtres, des portes, des freins réglables ou d'autres dispositifs qui peuvent influencer sur la génération aérodynamique du bruit discernable à l'intérieur de l'aéronef.

## 10 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes :

- a) l'équipement de mesurage et son étalonnage (voir chapitre 5);
- b) les conditions d'essai (voir chapitre 6);
- c) les arrangements intérieurs de l'aéronef (voir chapitre 7);
- d) les positions de microphone (voir chapitre 8) indiquées de préférence sur un plan;
- e) l'enregistrement des données (voir chapitre 9);
- f) les niveaux de pression acoustique en bandes d'octave corrigés (voir chapitre 4) et le niveau de pression acoustique pondéré A;
- g) le type et l'arrangement de l'aéronef;
- h) un rapport sur l'exactitude obtenue des mesurages, par exemple en employant des intervalles de confiance.