

Annexe 8.1. Descriptif du bruit des avions & Glossaire technique

Les contenus repris dans cette annexe sont principalement issus de l'ACNAW.

1. Sources du bruit des avions

Le bruit des avions provient de deux sources principales : l'une est associée aux groupes motopropulseurs (communément appelé 'bruit moteur') tandis que l'autre résulte de l'écoulement de l'air autour des surfaces fixes (fuselage) et mobiles (volets, becs, trains d'atterrissage) de l'avion (communément appelé 'bruit aérodynamique').

Les principales contributions au bruit global produit lors du décollage ('take-off' ou 'departure') et de l'atterrissage ('landing' ou 'arrival') d'un avion commercial sont représentées à la figure suivante.

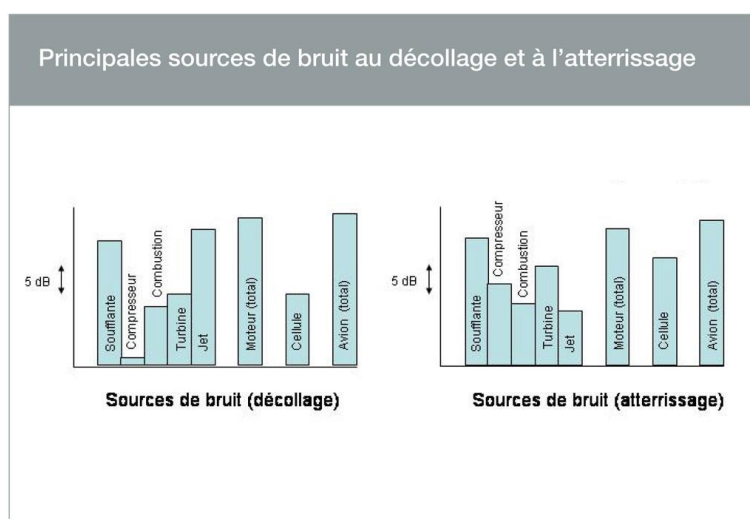


Figure 1 : Principales sources de bruit au décollage et à l'atterrissage (ACNAW)

1.1. Le bruit moteur

Le bruit moteur regroupe trois sources de bruit plus spécifiques : le bruit de jet, les bruits internes des parties tournantes et le bruit de combustion (voir figure ci-dessous).

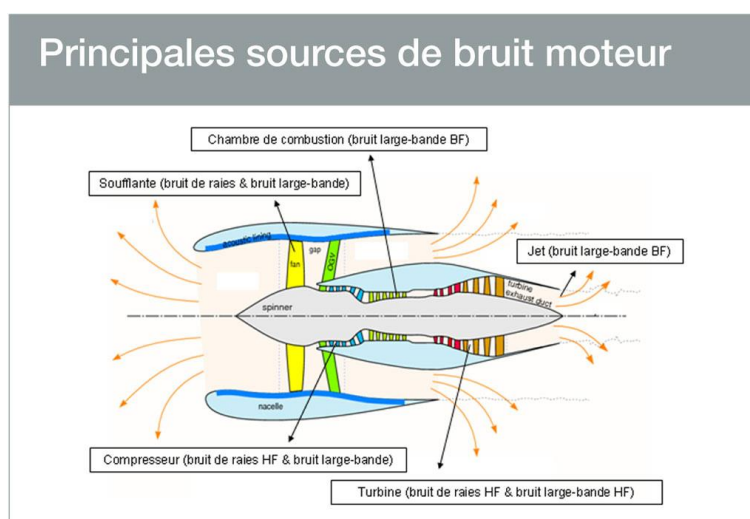


Figure 2 : Principales sources de bruit d'un moteur d'aéronef (ACNAW)

Le bruit de jet est associé aux fortes turbulences dans la zone de mélange avec l'air ambiant des gaz à haute pression éjectés par les tuyères. Ce bruit est également 'large bande' et sa directivité est maximale à l'arrière du groupe motopulseur. Son amplitude croît très fortement avec la vitesse d'écoulement du jet.

Le bruit de jet a fait l'objet de réductions substantielles sur les moteurs modernes à double flux caractérisés par de grands diamètres et des vitesses d'éjection réduites.

Le bruit des parties tournantes (soufflantes amont et aval, compresseurs et turbines) est caractérisé par la présence de fréquences pures ('bruit de raies') qui se superposent à un bruit 'large bande'. Ce bruit de fréquences pures se révèle plus marqué à l'avant du réacteur.

Le bruit de combustion possède lui aussi des fréquences pures attribuées à des fluctuations volumétriques du gaz en expansion causées par une combustion non stable du kérosène. Cette source de bruit est difficilement dissociable du bruit de jet.

1.2. Le bruit aérodynamique

Le bruit aérodynamique est associé aux turbulences créées autour de l'avion. Ce bruit est qualifié de bruit 'large bande' car il contient un large échantillonnage de fréquences.

La part de la source de bruit aérodynamique est de plus en plus significative sur les avions modernes compte tenu, d'une part, des progrès significatifs réalisés sur les moteurs et, d'autre part, de l'augmentation continue de la taille des gros porteurs.

On peut d'ailleurs considérer que le bruit aérodynamique est aussi important que le bruit moteur lors de la phase d'atterrissage durant laquelle les dispositifs hypersustentateurs sont utilisés et le train d'atterrissage est sorti. La mise en œuvre de ceux-ci s'accompagne en effet d'importantes turbulences génératrices de bruit.

1.3. Evolution récente des sources de bruit

Les évolutions techniques réalisées ces vingt dernières années ont conduit à une réduction substantielle des bruits moteurs. La figure suivante montre que l'indicateur EPNdB¹ a diminué, en moyenne, de 10 dB en 18 ans.

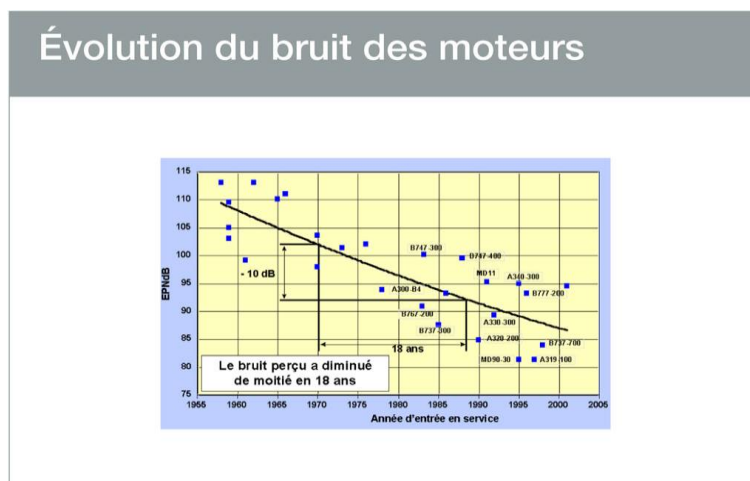


Figure 3 : Evolution du niveau effectif de bruit perçu des moteurs des avions (ACNAW)

Cette réduction a conduit à une modification significative de l’empreinte sonore des aéronefs des dernières générations. Celle-ci est illustrée par la figure suivante comparant l’empreinte sonore d’un Boeing 737-200 (ancienne motorisation) et d’un Boeing 737-600 (nouvelle motorisation).

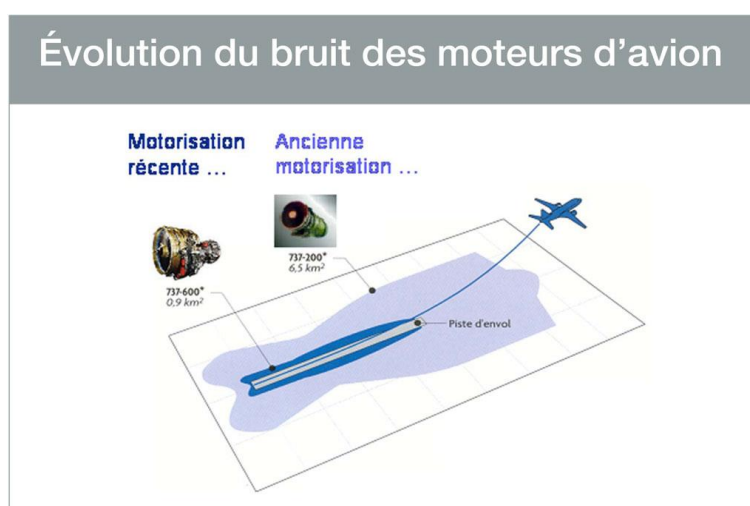


Figure 4 : Evolution de l’empreinte sonore des avions (ACNAW)

¹ Le EPNdB (Effective Perceived Noise deciBel – niveau effectif de bruit perçu) est une unité de mesure développée dans le but d'évaluer l'effet auditif vis-à-vis du bruit des aéronefs tenant compte de la durée d'exposition.

2. Avions du futur

Les avions du futur seront-ils moins bruyants ?

En trente ans, les progrès intégrant les nouvelles technologies disponibles ont permis de réduire en moyenne d'un peu plus de 20 décibels le bruit des avions à réaction.

De nouveaux progrès résulteront des efforts actuels entrepris essentiellement dans deux domaines différents : la diminution du bruit moteur et la réduction du bruit aérodynamique.

2.1. La diminution du bruit moteur

Initialement source considérable de nuisances sonores pour les moteurs de la génération précédente, le bruit de jet a été notablement diminué sur les moteurs subsoniques. La réduction du bruit de la soufflante constitue aujourd'hui l'objectif prioritaire des recherches.

2.2. La réduction du bruit aérodynamique

Ce phénomène généré uniquement par l'écoulement de l'air autour de l'avion est particulièrement notable lors des phases d'approche, lorsque le train d'atterrissage et les volets sont sortis.

Ce problème reçoit une attention particulière dans la mesure où il apparaît désormais qu'en approche le bruit aérodynamique est du même ordre de grandeur que le bruit moteur. La résolution de ce problème se complique avec l'augmentation de la taille des avions modernes.

Les nouvelles avancées nécessiteront de révolutionner la conception des avions de demain en intégrant, dès le départ, la performance acoustique. De multiples projets (tel que le projet SAX40 mené par l'Université de Cambridge et le Massachusetts Institute of Technology) ont pour ambition de réduire de manière significative le bruit.

La plupart de ces projets exploitent le concept de l'aile volante. Celui-ci permet d'envisager une réduction substantielle du bruit aérodynamique et offrira via une disposition des moteurs sur l'aile (plutôt que sous l'aile) une possibilité de masquage des sources de bruit moteur via l'effet d'écran. En outre, les moteurs bénéficieront d'avancées nouvelles (usage de taux de dilution majorés, traitement acoustique optimisé). Au dire de leurs concepteurs, ces projets conduiront à des avions à peine audibles en dehors des limites aéroportuaires.

A l'heure actuelle, ces études conceptuelles ne permettent pas encore d'avancer avec précision une date de mise en service.

3. Classification acoustique des avions

La procédure de mesure du bruit rayonné par un avion est définie dans l'annexe XVI de l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale). Il s'agit d'une mesure de certification imposant un niveau sonore maximal en trois points représentatifs de l'impact acoustique aux alentours de l'aéroport.

Cette méthode particulièrement complexe permet de tenir compte de tous les paramètres de vol de l'appareil et ne peut être réalisée qu'à l'aide d'appareillages assez complexes. Cependant, elle permet d'obtenir des résultats très reproductibles. C'est sur base de ces mesures que les avions reçoivent leur certification en matière de bruit.

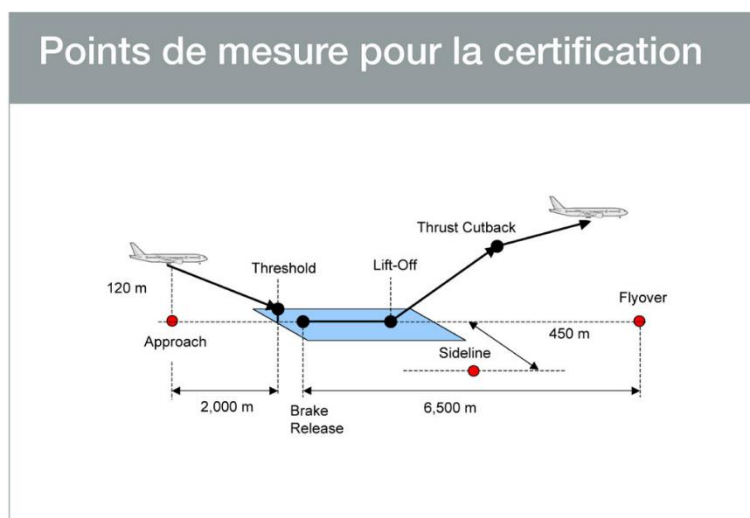


Figure 5 : Points de mesure pour la certification (ACNAW)

Le premier point est représentatif du bruit lors de l'atterrissage, le deuxième du bruit perçu latéralement lorsque l'avion est sur la piste, alors que le troisième point est significatif du bruit produit par le décollage.

Il est important de remarquer que les niveaux sonores que les avions doivent respecter pour satisfaire au critère dépendent du poids de l'avion. On ne peut donc pas effectuer de comparaison directe entre différents types d'avions sur base de ce classement en catégories.

On distingue actuellement trois générations d'avion :

- ☐ Les avions « non certifiés » qui ne satisfont pas les limites de bruit fixées dans le chapitre 2 de l'annexe XVI précitée ;
- ☐ Les avions « chapitre 2 » qui satisfont ces limites mais ne satisfont pas celles fixées dans le chapitre 3 de la même annexe ;
- ☐ Les avions « chapitre 3 » qui satisfont ces dernières limites. Parmi ceux-ci figurent des avions initialement certifiés « chapitre 2 » qui, moyennant, le plus souvent quelques modifications, ont pu être recertifiés « chapitre 3 ».

Dans ce chapitre, sont distingués :

- ☐ « Aéronefs les plus bruyants du chapitre 3 » : les aéronefs équipés de turboréacteurs dont la certification acoustique répond aux normes énoncées au chapitre 3 de la deuxième partie du premier volume de l'annexe XVI de la convention relative à l'aviation civile internationale du 7 décembre 1944 et qui présentent une marge cumulée des niveaux de bruits certifiés, par rapport aux limites admissibles définies dans ce chapitre, inférieure à 5 EPNdB ;

- « Aéronefs bruyants du chapitre 3 » : les aéronefs équipés de turboréacteurs dont la certification acoustique répond aux normes énoncées au chapitre 3 de la deuxième partie du premier volume de l'annexe 16 de la convention relative à l'aviation civile internationale du 7 décembre 1944 et qui présentent une marge cumulée des niveaux de bruit certifiés comprise entre 5 et 8 EPNdB.

En octobre 2001, l'OACI a adopté une résolution sur le bruit des avions qui institue une nouvelle catégorie dans la classification acoustique des avions, le chapitre 4, à laquelle tous les nouveaux avions doivent répondre depuis 2006.

Pour en savoir plus, consultez le site de l'aviation civile française (<http://noisedb.stac.aviation-civile.gouv.fr/>).

4. Procédures et trajectoires

La construction d'une procédure utilisable pour le vol aux instruments doit respecter des normes internationales très précises telles que :

- Une longueur minimale ;
- Une hauteur minimale de virage ;
- Une inclinaison maximale en virage ;
- Une pente de montée ou de descente ;
- Une plage de vitesses.

Les procédures de départ normalisé aux instruments (**SID**² : Standard Instrument Departures) et d'arrivée en région terminale (**STAR**³ : Standard Arrival) sont en Belgique élaborées et publiées par skeyes.

Ces procédures font usage de points de passage obligatoires, destinés à canaliser les mouvements et à assurer la séparation des avions ainsi que leur intégration dans l'ensemble du trafic, avec des points d'entrée et de sortie dans les voies aériennes.

Pour limiter les nuisances sonores, des règles opérationnelles particulières, des restrictions d'utilisation (de certaines trajectoires) ou des obligations de suivi de trajectoires peuvent être imposées et contrôlées.

Ainsi la procédure de décollage peut intégrer des mesures de moindre bruit caractérisées par le choix de paramètres appropriés (trajectoires, taux de montée, taux de poussée, etc.).

Des procédures d'arrivée dites « descentes continues » permettent d'éviter les descentes segmentées et donc des vols en palier à basse altitude avant l'approche finale, ce qui est également de nature à réduire l'impact sonore de l'atterrissage pour les populations survolées.

² Procédure normalisée de départ aux instruments décrivant la trajectoire à suivre immédiatement après le décollage par un avion qui vole en IFR (Vol effectué conformément aux règles de vol aux instruments).

³ Procédure normalisée d'arrivée aux instruments décrivant la trajectoire à suivre avant la trajectoire finale ILS à suivre par un aéronef qui vole en IFR (Vol effectué conformément aux règles de vol aux instruments).

Cependant de telles procédures ne sont pas toujours possibles, notamment lorsque l'aéroport se trouve en bordure de secteurs de contrôle voisins, ce qui est généralement le cas dans un espace aérien de dimensions réduites et de forte densité comme celui de la Belgique.

4.1. CDO - Continuous Descent Operations

En français : Opérations en descente continue (anciennement dénommées CDA ou Continuous Descent Approaches).

Procédure d'approche au cours de laquelle l'avion initie une descente continue vers l'aérodrome de destination à partir de son niveau de croisière, ce qui lui permettra de n'utiliser qu'un minimum de poussée tout en évitant d'importantes variations de régime moteur liées aux paliers. Par rapport aux procédures traditionnelles, les paliers successifs durant la descente sont en effet supprimés. Cette procédure permet de réduire la consommation de carburant et donc les émissions de CO₂ ainsi que les nuisances sonores. Des procédures de type CDO sont en cours de test sur de nombreux aéroports.

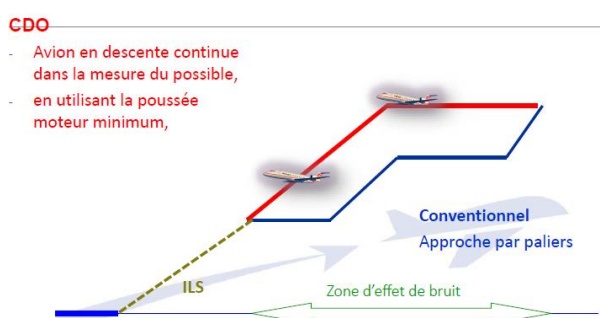


Figure 6 : Procédure CDO (SOWAER)

P-RNAV – Precision Area navigation

En français : Navigation de surface de précision.

Opérations RNAV (navigation à l'aide de points de référence définis à partir de balises référencées en utilisant une radiale et une distance) qui satisfont à un besoin de maintien de la précision de ± 1 NM pour 95% au moins du temps de vol dans l'espace aérien terminal (proximité des pistes).

Deux niveaux de précision pour la navigation de surface (RNAV) sont définis dans le Plan de Navigation Aérienne pour la région Europe (OACI Doc. 7754) Part 1, Assumed Operating Parameters :

- ☐ Basic RNAV (B-RNAV), qui exige pour tous les aéronefs équipés B-RNAV une précision de navigation égale ou supérieure à $\pm 9,3$ km (± 5 NM) pendant 95% du temps de vol ;
- ☐ Precision RNAV (P-RNAV), qui exige pour tous les aéronefs équipés P-RNAV une précision de navigation égale ou supérieure à $\pm 1,85$ km (± 1 NM) pendant 95% du temps de vol.

5. ILS - Instrument Landing System

En français : système d'atterrissage aux instruments.

Moyen de radionavigation précis utilisé pour l'atterrissage IFR⁴ constitué de deux éléments (voir figure ci-dessous) :

- ☐ Un localizer qui fournit l'écart de l'avion par rapport à l'axe de la piste ;
- ☐ Un glide path qui fournit l'écart de l'avion par rapport à la pente nominale d'approche (généralement 3 degrés).

Ces deux informations apparaissent sur les instruments de bord de l'avion.

L'ILS est d'une grande précision, et sous certaines conditions permet de réaliser des atterrissages automatiques et de se poser avec des visibilités très faibles. Il existe trois catégories d'ILS, classées de I à III, par ordre croissant de précision.

Le dispositif est complété de markers ILS, des radiobalises à émission verticale placées sur la trajectoire finale des avions :

- ☐ L'outer marker (radiobalise extérieure) situé à environ 8 km du seuil de piste ;
- ☐ Le middle marker (radiobalise intermédiaire) situé à environ 1 km du seuil de piste ;
- ☐ L'inner marker (radiobalise intérieure) situé à environ 100 m du seuil de piste (peu d'aéroports en sont équipés).

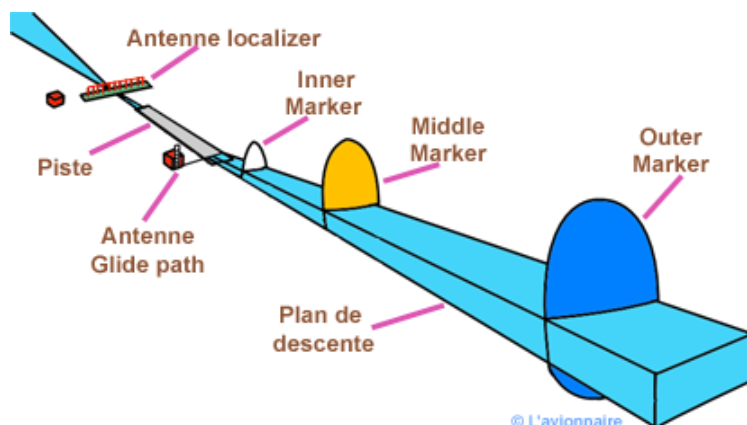


Figure 7 : Procédure CDO (www.l'avionnaire.fr)

⁴ Instrument Flight Rules. En français : règles de vol aux instruments.

Les règles en vigueur en Belgique sont décrites dans l'Arrêté royal du 15 septembre 1994 fixant les règles de l'air.