

Evènements de bruits d'aéronefs mesurés avec la station de mesure mobile

Emplacement : Forêt Noire/ «Südbaden»

Période de mesure :
15/06/2016 – 18/07/2016

Aéroport de Bâle- Mulhouse / Flughafen Basel-Mulhouse

Service Environnement / Abteilung Umwelt

Généralités

L'Aéroport de Bâle-Mulhouse dispose de 14 stations fixes de mesure du bruit, réparties sur la plate-forme aéroportuaire et dans les villes et villages environnants. Par ailleurs, des campagnes de mesure ponctuelles complémentaires sont réalisées à l'aide d'une station mobile de mesure du bruit, constituée d'appareils de mesure strictement identiques à ceux des stations de mesure fixes.

Au travers du traitement des réclamations gérées par le service Environnement de l'EuroAirport, il apparaît clairement que les habitants et les personnes souhaitant se ressourcer dans la région de la Forêt Noire/ « Südbaden » et profiter du charme des paysages de cette région, en particulier pendant la saison estivale, estiment être dérangés par le bruit des avions. C'est pourquoi l'EuroAirport a décidé d'y placer la station mobile de mesure du bruit le temps d'une campagne.

L'objectif de cette campagne de mesure est de confronter l'impression subjective que peuvent ressentir les habitants par rapport au niveau de bruit aéronautique et la description objective de la situation au travers de mesures automatisées et d'observations sur le terrain. Il devrait en résulter une meilleure compréhension de la situation, à l'appui d'une analyse documentée des survols de la zone concernée.

Description de la station de mesure

La station de mesure mobile, installée sur une remorque, intègre sur la durée, de manière automatique et fiable, l'ensemble des données relatives aux niveaux acoustiques ainsi que les données météorologiques. Toutes ces données sont ensuite enregistrées par l'ordinateur de la station de mesure. Les composants de la station de mesure tels que le microphone d'extérieur résistant aux intempéries, le sonomètre, l'ordinateur et la station météorologique sont de qualité strictement identique à ceux des stations de mesure fixes. La station est conçue de manière telle qu'elle peut aussi bien être raccordée au réseau électrique ou être alimentée par un dispositif composé de cellules photovoltaïques et d'une pile à combustible, soit une alimentation autonome. La station peut ainsi fonctionner indépendamment de son emplacement et pendant une période illimitée.

Emplacement

Le défi majeur de cette campagne de mesure était de choisir une localisation appropriée. C'est pourquoi l'angle d'approche utilisé pour déterminer l'emplacement de la campagne de mesure est détaillé dans ce rapport. Dans tous les cas, lors de la recherche d'emplacement (station mobile et station fixe), l'EuroAirport suit les exigences et les recommandations de la norme **ISO 20906:2009 « Acoustique – Surveillance automatique du bruit des aéronefs au voisinage des aéroports »**.

a. Survol

La région du « Südbaden » / Forêt Noire est avant tout survolée :

- par le trafic lié aux activités de l'aéroport de Bâle-Mulhouse
 - des avions en phase d'approche, qui vont atterrir par le Nord, en piste 15 (sens principalement utilisé pour les atterrissages)
 - des avions qui décollent selon les procédures ELBEG6Y (piste 15), ELBEG6N (piste 33) et ELBEG6Q (piste 26)
 - sporadiquement par des avions plus petits (vols d'entraînement de l'école de pilotage), par des vols de secours réalisés par la REGA (Garde aérienne suisse de sauvetage)
- et par des avions en transit, à destination ou en provenance d'autres aéroports.

Il est uniquement possible d'observer une concentration de survols dans les zones survolées par les procédures ELBEG6Y, ELBEG6Q et ELBEG6N. Les autres trajectoires sont trop dispersées au-dessus de région de la Forêt Noire/ « Südbaden » pour permettre une analyse pertinente.

Les aéronefs qui décollent selon la procédure ELBEG doivent atteindre une altitude minimale de 8 000 pieds/Mer au point de contrôle ELBEG (D), avant d'entrer dans la zone de contrôle voisine. En règle générale, les avions en phase d'approche survolent la zone à une altitude minimale de 6 500 pieds/Mer (2 000 mètres/Mer).

b. Mesures déjà réalisées

L'EuroAirport a mis en place une station fixe de mesure du bruit (NMT10) à Efringen-Kirchen (D). Elle est survolée par les avions qui suivent les procédures ELBEG6Y et ELBEG6Q et qui se trouvent déjà à une altitude comprise entre 7 000 et 10 000 mètres/Mer (2 100 – 3 000 mètres/mer) au moment du survol de la station. Les niveaux de bruit correspondant aux événements de bruit mesurés par cette station sont peu élevés de jour comme de nuit, et moins élevés que le niveau de bruit ambiant, aussi appelé bruit résiduel, qui tient compte de l'ensemble des sources sonores. Si en temps normal l'identification des événements de bruit d'aéronef est établie grâce à un processus automatique, dans le cas présent, ce processus doit être vérifié manuellement par un opérateur, afin d'assurer la fiabilité des données.

La station mobile de mesure du bruit a été placée à Tannenkirch (D) du 26/02/2014 au 19/05/2014. L'emplacement a été choisi pour prendre en compte les avions décollant en piste 33 suivant la procédure ELBEG6N et les avions qui atterrissent en piste 15. Les niveaux de bruit mesurés sont encore plus bas que ceux enregistrés par la station NMT 10. La problématique de corrélation des événements de bruit aéronautiques à Efringen-Kirchen (D) est encore plus accentuée à Tannenkirch (D). Bien que l'emplacement choisi soit propice à la mesure des événements de bruit (peu de bruit de fond, peu de bruits parasites, vue dégagée, ...), il n'est plus possible de respecter ici les exigences des normes en vigueur en termes de classe de précision.

c. Evaluation de l'emplacement

En tenant compte des différents paramètres de mesure (localisation à proximité des procédures, dispersion des trajectoires, différence notable entre bruit de fond et événements aéronautique), la station de mesure d'Efringen-Kirchen est encore, à la limite, le seul emplacement qui permette de mesurer les événements de bruit liés à un événement aéronautique de l'EuroAirport, dans toute la région « Südbaden » / Forêt Noire, en conformité avec les normes en vigueur. Les lieux encore plus éloignés de l'EuroAirport ou ceux situés sous une forte dispersion de trajectoires sont inappropriés pour des mesures sans contrôle visuel et dans le meilleur des cas très restrictifs. **Ainsi, les points de mesure présentés dans ce rapport doivent être pris en compte d'un point de vue très critique par rapport aux normes en vigueur; il en va de même pour les valeurs mesurées en ces différents emplacements.**

Il a été décidé de réaliser des mesures en deux emplacements différents afin de pouvoir en tirer des conclusions probantes et transposables. Ces points de mesure sont présentés dans les paragraphes suivants.

Emplacement

Les mesures ont été réalisées du 15/06/2016 au 18/07/2016 en deux emplacements (A, B).



Emplacements A et B / Station de mesure mobile / région Forêt Noire/ « Südbaden », Carte : OpenStreetMap, Licence : Creative Commons BY-SA 2.0

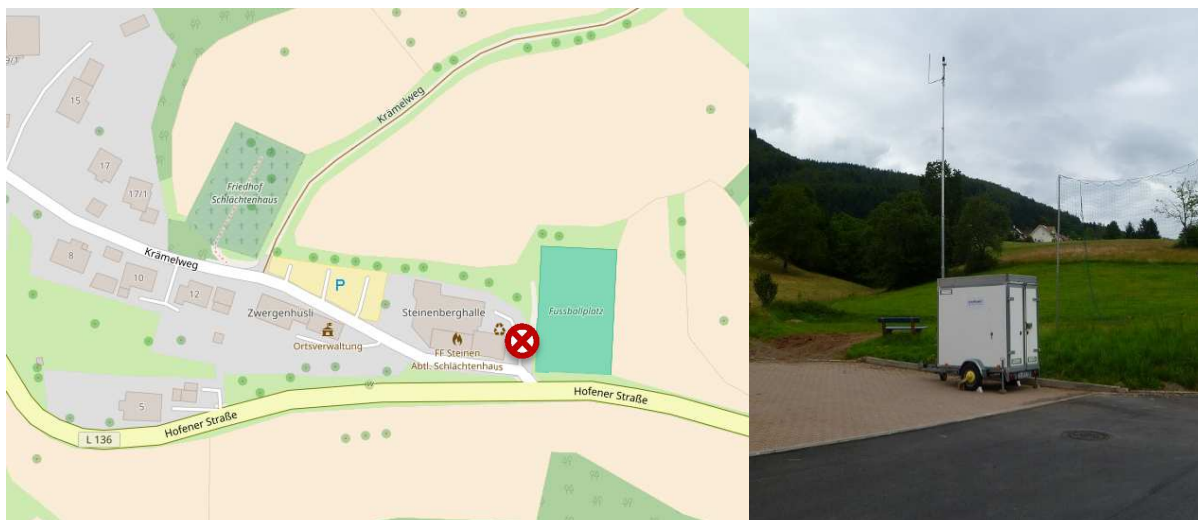
A. Schlächtenhaus/Steinen

Description de l'emplacement (Emplacement A Schlächtenhaus):

L'emplacement situé à Schlächtenhaus, soit à environ 20 km à vol d'oiseau au nord-est de l'EuroAirport, a été défini en raison de sa localisation : il est très proche du point virtuel vers lequel se dirigent les avions qui décollent suivant les procédures ELBEG6Y, ELBEG6N et ELBEG6Q. Cet emplacement peut donc être considéré comme l'un des points qui rencontre la plus grande densité de survol de la région Forêt Noire/ « Südbaden » lié au trafic de l'aéroport de Bâle-Mulhouse.

Schlächtenhaus est survolé par des avions qui ont décollé suivant les procédures ELBEG6Y et ELBEG6N et parcouru 40 kilomètres de vol.

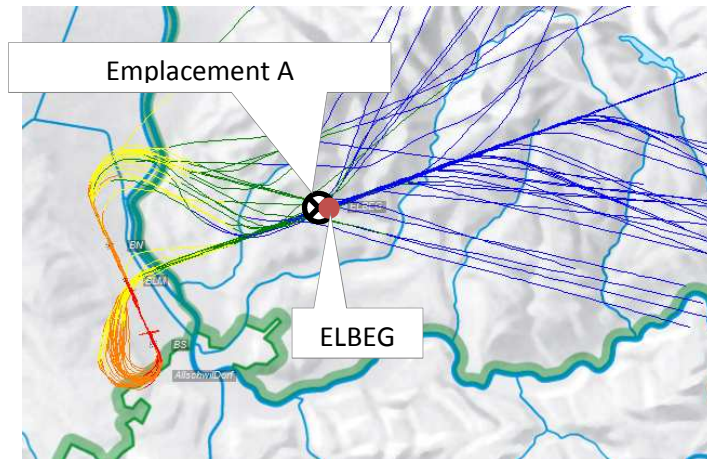
La station mobile a été placée sur un parking entre la salle « Steinenberghalle » et le stade de football, à proximité de la rue „Hofener Strasse“ (L136). Le lieu a été choisi en collaboration avec le représentant local pour la commune de Schlächtenhaus. L'emplacement offre une vue dégagée sur les avions en phase de décollage et ne comporte pas d'obstacles significatifs pouvant gêner la propagation du son. L'ambiance sonore était très calme mais était cependant influencée par la circulation routière. Les bruits de voisinage (activités du club des jeunes) ont également influencé les valeurs mesurées. Le bruit de fond était d'un niveau très faible, de jour comme de nuit.



Emplacement de la station mobile à Schlächtenhaus (47°41'23,50"N; 7°44'34,87"E), Carte : OpenStreetMap, Licence : Creative Commons BY-SA 2.0, Altitude : environ 410 mètres/Mer

Objectif de la campagne de mesure (Emplacement A « Schlächtenhaus »):

Cet emplacement permet avant tout de prendre en compte les avions qui décollent selon les procédures ELBEG6Y, ELBEG6N et ELBEG6Q. Il est également possible que la station enregistre certains avions qui atterrissent par le Nord en piste 15 (sens principal d'atterrissage).



La figure ci-contre montre l'emplacement du point de mesure par rapport aux tracés radars relatifs aux décollages selon les procédures ELBEG6Y et ELBEG6N (exemple de la journée du 05/07/2016 – 46 mouvements).

Les avions survolent la station à une altitude supérieure à 3 600 mètres/Mer

Altitudes de survol par rapport au niveau de la mer (rouge : jusqu'à 3000 pieds, orange jusqu'à 6000 pieds, jaune jusqu'à 9000 pieds, vert jusqu'à 12000 pieds, bleu >12000 pieds); Carte : OpenStreetMap, Licence : Creative Commons BY-SA 2.0

Pour information : 1 mètre correspond à 3,28 pieds.

Période de mesure (Emplacement A « Schlächtenhaus »):

La station de mesure mobile a été mise en place au matin du 30/06/2016 et enlevée au matin du 19/07/2016. Les données ont été exploitées pour la période du 01/07/2016 au 18/07/2016.

B. Todtmoos

Description de l'emplacement (Emplacement B Todtmoos) :

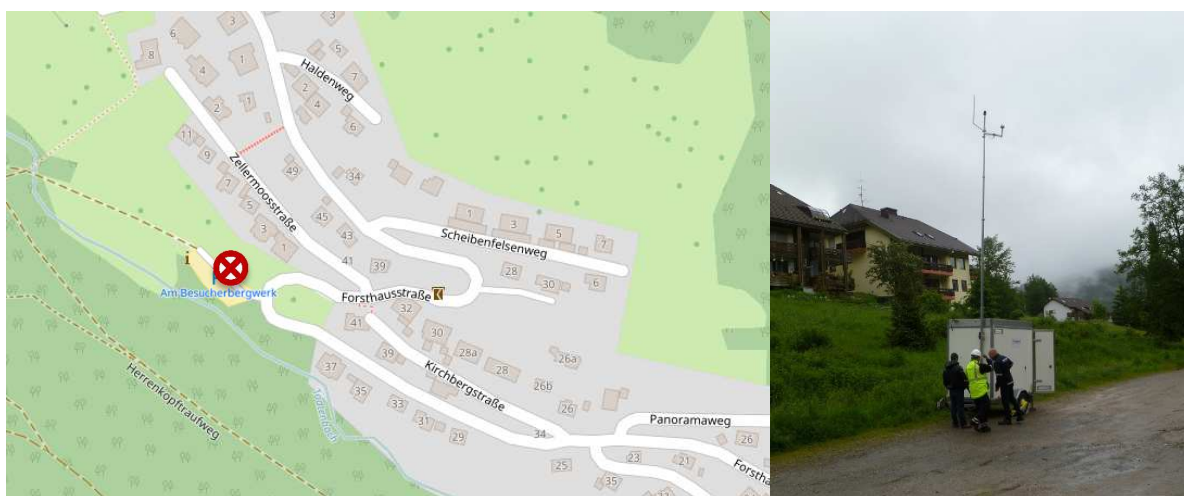
La station thermale de Todtmoos, située à environ 40 km à vol d'oiseau, au nord-est de l'EuroAirport, est survolée par une partie des avions qui décollent suivant les procédures ELBEG6Y, ELBEG6N et ELBEG6Q et a été choisie pour cette raison. Les avions qui réalisent ce type de procédure suivent une trajectoire jusqu'au point ELBEG (où ils sont ensuite pris en charge par le centre de contrôle aérien voisin). Au-delà du point ELBEG, les avions poursuivent leur vol vers leur destination sans pour autant obligatoirement rester sur le prolongement de la trajectoire qui mène au point ELBEG. Ainsi, Todtmoos est survolé par environ 40% de l'ensemble des vols suivant les procédures ELBEG6Y, ELBEG6N et ELBEG6Q.

Todtmoos est survolé par des avions qui ont décollé suivant les procédures ELBEG6Y et ELBEG6N et parcouru environ 60 kilomètres de vol.

La station mobile a été installée sur le parking « Zellermoosparkplatz », « (Forsthausstrasse) ». Cet emplacement a été défini en collaboration avec un employé de la commune. L'emplacement dispose d'une vue dégagée et ne comporte pas d'obstacles significatifs pouvant gêner la propagation du son. L'ambiance sonore était calme : le bruit routier n'a pas influencé considérablement les mesures.

Le point de mesure est survolé par des nombreux avions en provenance et à destination d'autres aéroports que celui de Bâle-Mulhouse. En effet, Todtmoos est situé en-dessous d'une route aérienne pour les avions en transit (identification des événements nécessaire à l'aide des tracés radar afin de différencier le trafic lié à l'EuroAirport et le reste du trafic).

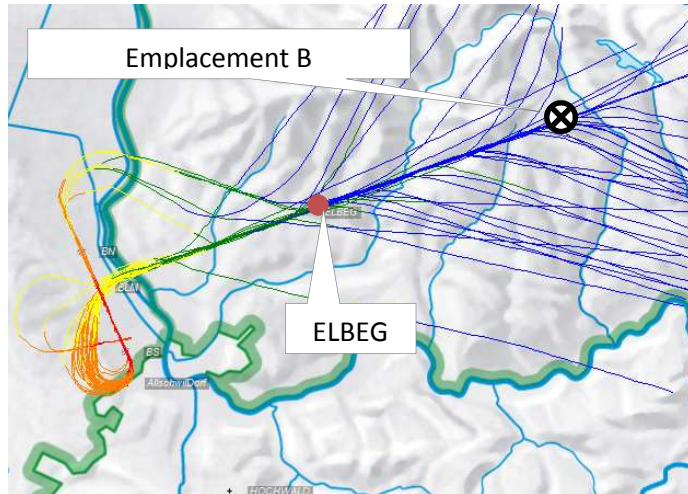
Par ailleurs, le bruissement des feuilles (arbres épars à une distance d'environ 20 mètres du microphone et forêt plus dense à environ 40 mètres) et le ruissellement continu d'un cours d'eau (ruisseau à environ 30 mètres) comptent parmi les bruits parasites. Lors de la recherche de l'emplacement, le bruit de fond était bas ; or, pendant la période de mesure, il a été plus prégnant et posé problème pour l'analyse des données, notamment en raison des conditions météorologiques (cf. paragraphe relatif à l'évaluation des données recueillies pendant la période de mesure).



Emplacement de la station de mesure à Todtmoos (47°44'34,54"N; 7°59'30,60"E), Carte : OpenStreetMap, Licence : Creative Commons BY-SA 2.0, Altitude : environ 900 mètres/Mer

Objectif de la campagne de mesure (Emplacement B Todtmoos) :

Cet emplacement doit permettre avant tout de répertorier les avions décollant de l'EuroAirport et suivant les procédures ELBEG6Y, ELBEG6N ou ELBEG6Q.



La figure ci-contre montre l'emplacement du point de mesure par rapport aux tracés radars relatifs aux décollages selon les procédures ELBEG6Y, ELBEG6N et ELBEG6Q (exemple de la journée du 28/06/2016 – 45 mouvements). Il est à noter que bon nombre des avions virent après le point ELBEG sans survoler l'emplacement B.

Les avions survolent la station à une altitude supérieure à 5 000 mètres/Mer

Altitudes de survol par rapport au niveau de la mer (rouge : jusqu'à 3000 pieds, orange jusqu'à 6000 pieds, jaune jusqu'à 9000 pieds, vert jusqu'à 12000 pieds, bleu >12000 pieds); Carte : OpenStreetMap, Licence : Creative Commons BY-SA 2.0

Pour information : 1 mètre correspond à 3,28 pieds.

Période de mesure (Emplacement B Todtmoos) :

La station mobile a été mise en place au matin du 14/06/2016 et déplacée au matin du 30/06/2016. Les données ont été exploitées pour la période du 15/06/2016 au 29/06/2016.

Une journée d'observation a été menée le 22/06/2016 en complément des mesures réalisées.

Evaluation des données recueillies pendant la période de mesure

Avant de pouvoir exploiter et interpréter les données récoltées pendant les deux campagnes de mesure, il est nécessaire de vérifier leur conformité avec la norme en vigueur.

La norme définit qu'un système de surveillance du bruit reconnaît et identifie précisément et de manière fiable les événements de bruit aéronautique. Lors des campagnes de mesure, les critères suivants doivent entre autres être remplis :

- Au moins 50 % des vrais événements de bruit d'aéronef doivent être correctement classés comme étant des événements de bruit d'aéronef (soit $N1/ N2 \geq 0,5$).
- Afin de réduire l'incertitude de mesure par rapport à d'éventuels bruits parasites, il convient que les stations de surveillance de bruit soient uniquement installées en des sites où les niveaux maximaux de pression acoustique des événements d'aéronefs sont supérieurs d'au moins 15 dB au bruit résiduel moyen.
- Le nombre d'événements de bruit provenant de sources autres qu'un aéronef incorrectement classés doit être inférieur à 50% du nombre réel d'événements de bruit d'aéronef.

Grandeurs caractéristiques issues des mesures réalisées aux emplacements A et B et conditions de mesure; par comparaison aux données de la station de mesure fixe située à Efringen-Kirchen (en orange : critères issus de la norme); les données sont relatives aux périodes de mesure respectives :

	Emplacement A (Schlächtenhaus)	Emplacement B (Todtmoos)	Station fixe (NMT 10) Efringen Kirchen
Période d'exploitation des données	01/07-18/07/2016	15/06-29/06/2016	15/06-18/07/2016
N1*	129	13	967
N2**	796	275	1487
N1/N2 (>=50%)	16 %	5 %	65 %
Nombre d'évènements bruyants identifiés (ensemble des évènements de bruit, bruits parasites inclus)	12002	1715	6893
Nombre d'évènements bruyants identifiés par erreur comme évènement de bruit aéronautique	environ 70%	Pas de données ****	environ 30%
Caractéristique des bruits parasites	Circulation routière (véhicules) sur route à proximité du site de mesure	Bruissement des feuilles, ruissellement du cours d'eau, mouvements aériens en provenance ou à destination d'autres aéroports	Sonnerie des cloches, route à environ 100 m
Bruit résiduel type pendant la journée	39 dB	49 dB	45 dB
Bruit résiduel type pendant la nuit	31 dB	49 dB	39 dB
Niveau de bruit maximal en moyenne des évènements de bruit aéronautiques corrélés	58 dB	***	60 dB
Niveau de bruit maximal en moyenne des évènements des autres évènements de bruit (véhicules, ...)	64 dB	***	68 dB
Différence de niveau entre le bruit résiduel moyen et le niveau de bruit maximal d'un évènement aéronautique (>15 dB)	> 15 dB	< 15 dB	≈15 dB

* N1 : Nombre d'évènements sonores aéronautiques déterminé par classement ou identification des évènements enregistrés au point de mesure et relatifs au trafic de l'EuroAirport

** N2 : Nombre de mouvements aéronautiques attribuables au trafic aérien de l'EuroAirport, contribuant aux immissions sonores de l'emplacement choisi et pertinent par rapport aux objectifs définis pour la campagne de mesure réalisée (correspondant aux mouvements suivant les procédures ELBEG6Y, ELBEG6Q et ELBEG6N pour les emplacements A et B)

*** nombre d'évènements trop faible pour déterminer une moyenne

**** il est presque impossible d'identifier des évènements de manière automatique; la catégorisation a été principalement réalisée manuellement (écoute des évènements)

Le rapport N1/N2 montre le nombre de vols corrélés par la station de mesure pouvant réellement être attribués à des évènements de bruit aéronautique. Cette relation doit être la

plus élevée possible – idéalement de l'ordre de 100%. Des valeurs mauvaises peuvent avoir différentes raisons, les principales étant un positionnement inadéquat par rapport aux routes aériennes ou des niveaux de bruit aéronautique peu élevés.

La préconisation de la norme pour un ratio $N1/N2 > 50\%$ n'est atteinte ni pour la localisation A (Schlächtenhaus) ni pour l'emplacement B (Todtmoos). Si les deux points sont respectivement très bien (emplacement A) et bien situés (emplacement B) sous les trajectoires recherchées (ELBEG6Y, ELBEG6N et ELBEG6Q), ils sont toutefois survolés par des avions qui ont déjà atteint des altitudes élevées (environ 3 600 mètres à Schlächtenhaus et environ 5 000 mètres à Todtmoos), ce qui entraîne des niveaux de bruit aéronautique très peu élevés.

Les variations de niveau de bruit provoquées par un grand nombre d'avions, qui survolent les emplacements définis, ne sont pas assez distinctives pour permettre une différenciation du niveau sonore de l'évènement par rapport au bruit résiduel.

Le nombre d'évènements de bruit classés par erreur comme évènements de bruit aéronautique doit, selon la norme, être inférieur à 50%. Fait singulier lors de l'analyse des données : ce nombre est très élevé au point A (Schlächtenhaus).

La raison de cette erreur devient évidente en regardant de plus près le nombre total d'évènements de bruit mesurés, bruits parasites inclus (12 002 !). A Schlächtenhaus, la station de mesure a été positionnée à proximité de la route (L136) ; enregistrant ainsi au même moment plus fréquemment les passages des voitures que les mouvements d'avions (données radar). En moyenne, le niveau de bruit maximal corrélé pour un évènement de bruit aéronautique était de 58 dB, celui lié à un passage de voiture était de 64 dB. Ainsi, globalement, les véhicules étaient plus bruyants que les avions considérés (exemple : un auditeur perçoit un doublement du niveau de bruit pour une différence de l'ordre de 10 dB).

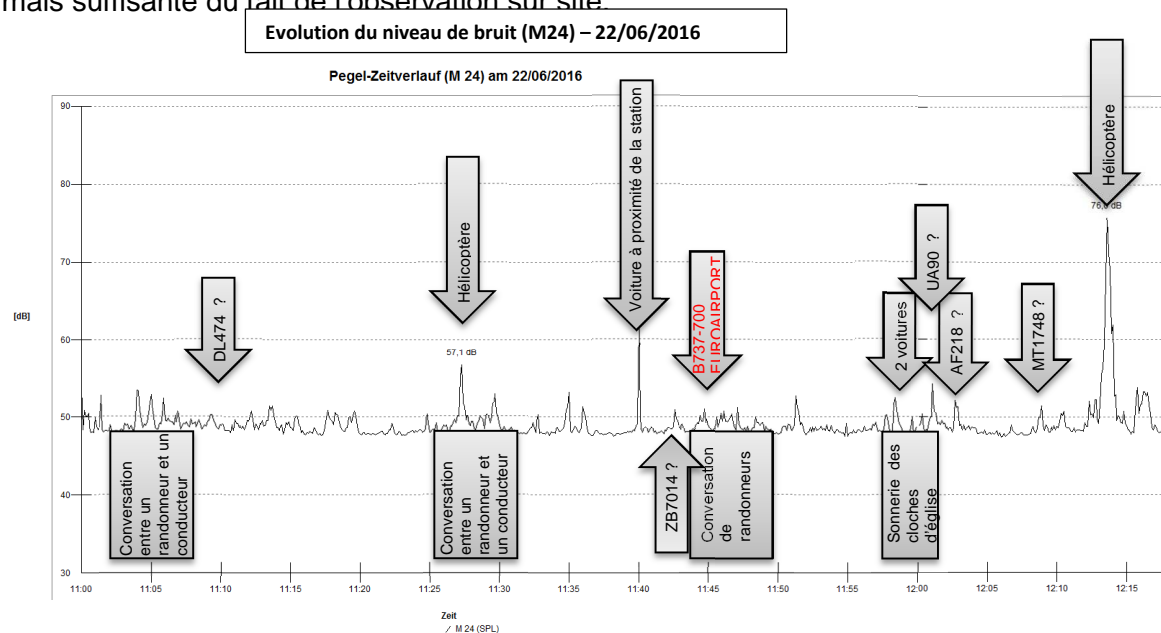
Pour le point B (Todtmoos), la corrélation des évènements de bruit a été principalement réalisée manuellement (écoute des évènements de bruit) en raison d'une faible différence des niveaux de bruit, rendant ici difficile une corrélation automatique.

La différence entre les niveaux maximaux de pression acoustique des évènements d'aéronefs et le bruit résiduel moyen doit être supérieure à au moins 15 dB, afin que l'incertitude de mesure par rapport à d'éventuels bruits parasites soit la plus faible possible. Il semble que ce critère est respecté au point A (Schlächtenhaus). Cependant dans la pratique, et ce malgré un cadre de mesure très calme, il apparaît difficile de classer les évènements, du fait de l'accumulation de bruits parasites très bruyants (passage de véhicules) limités dans le temps, en particulier pendant la journée.

Les bruits parasites, dont l'origine peut être attribuée à deux sources principales, ont conduit à un problème différent au point B (Todtmoos). Elles consistent d'une part au ruissellement continu du cours d'eau proche, au bruissement des feuilles des arbres et au bruit des gouttes d'eau (pluie) tombant sur le sol et d'autre part, au survol de la station par des avions qui n'ont pas de rapport avec le trafic de l'EuroAirport. Dans ce cas de figure, l'exigence de la norme relative à une différence de niveau entre le bruit résiduel moyen et le niveau de bruit maximal d'un évènement aéronautique supérieure à 15 dB n'est de loin pas atteinte. Au regard des conditions météorologiques, la période de mesure à Todtmoos était problématique pour les mesures. En effet, il y a eu des épisodes pluvieux quasi quotidiens, à forte intensité et presque toute la journée pendant toute la campagne de mesure (source : www.wetteronline.de). Le bruit de la pluie tombant sur le sol et sur la remorque, le bruissement des feuilles et le ruissellement du cours d'eau, gonflé par les précipitations ont contribué à une forte

augmentation du niveau de bruit résiduel, à un endroit pourtant très calme. Lors des journées avec des fortes précipitations, le niveau de bruit résiduel était d'environ 51 dB. Lors des quelques journées sans précipitations (cas de la période d'observation), le bruit du ruisseau Todtenbach, encore gonflé par les pluies, a fortement contribué au niveau de bruit de fond (environ 48 dB).

Une période d'observation complémentaire (présence d'une personne observant la situation sur site) a été réalisée au point B (Todtmoos) en complément des mesures non observées. Elle a eu lieu le 22 juin 2016 entre 11h00 et 12h15. L'observateur s'est tenu à environ 25 m de la station de mesure et est resté immobile. La période d'observation présentée ci-dessous a été complétée par les évènements observés, qui ont induit une modification du niveau de bruit ambiant. La corrélation des évènements est rendue difficile par le niveau de bruit résiduel mais suffisante du fait de l'observation sur site



Cette période d'observation permet de tirer les enseignements suivants :

- Un avion en provenance de l'EuroAirport (décollage) survole la station pendant la période d'observation (en rouge)
 - Le niveau de bruit augmente d'environ 3 dB par rapport au bruit résiduel, ce qui ne répond pas aux exigences de la norme et ne permet pas la détection ni la classification de cet évènement comme évènement acoustique d'aéronef
 - Ce survol ne peut pas être pris en compte pour le calcul des nuisances sonores aéronautiques
- Au total, 20 survols à haute altitude se sont déroulés pendant la période d'observation, ces mouvements d'avions ne sont pas liés au trafic aérien de l'EuroAirport. Lorsque l'évolution du niveau de bruit est visible, le numéro de vol correspondant est indiqué sur le graphique ci-dessus (source : planefinder.net).
- Une comparaison des niveaux de bruit relatifs aux survols des avions en provenance de l'EuroAirport et des autres survols ne permet pas de discerner les uns des autres, et ce malgré la différence d'altitude de survol (>5 000 m pour les vols liés au trafic aérien de l'EuroAirport, >10 000 m pour les autres)

- Un hélicoptère (sans rapport avec l'EuroAirport) a survolé par 2 fois le site pendant la période d'observation avec comme destination probable la clinique proche. Le niveau de bruit enregistré au décollage de l'hélicoptère présentait un niveau de bruit $L_{A,max}$ de 76 dB, soit l'évènement avec un niveau de bruit le plus élevé de toute la période d'observation
- Par ailleurs, d'autres augmentations du niveau de bruit résiduel constatées étaient liées au passage de véhicule et de randonneur, ce qui encore une fois ne peut être considéré comme un évènement selon les critères définis par la norme.

Conclusion :

Il n'est pas possible de déterminer des niveaux moyens de bruit réalistes pour ces deux emplacements en raison du choix des deux sites de mesure, qui ne respecte pas les critères définis par la norme – ce qui est en grande partie lié à l'éloignement des points de mesure par rapport à l'EuroAirport – et des conditions de mesure défavorables. Les valeurs mesurées aux deux endroits démontrent les limites de la mesure du bruit des aéronefs.

Etant donné que les sites de mesure ne sont pas compatibles avec la norme en vigueur, il n'est pas possible d'exploiter les données de la même manière que ce qui a été réalisé pour les campagnes de mesure précédentes. Ainsi, les niveaux de bruit moyen correspondant aux évènements de bruit aéronautiques ne sont pas calculés.