



Campagne de mesure du bruit
autour de l'aérodrome de
Toussus-le-Noble

Période avril / juin 2011

BRUITPARIF - Mars 2012

Sommaire

Introduction.....	1
1. Eléments préliminaires.....	2
1.1. Réglementation spécifique.....	2
1.2. Charte de l'environnement de l'aérodrome de Toussus-le-Noble.....	6
1.3. PEB et CES.....	7
1.4. Indicateurs acoustiques.....	10
1.5. Valeurs de référence en matière de bruit du trafic aérien.....	18
2. Description de la campagne de mesure.....	19
2.1. Période de mesure.....	19
2.2. Matériel.....	19
2.3. Contraintes d'implantation.....	20
2.4. Plan d'échantillonnage.....	21
2.5. Méthode de mesure.....	24
2.6. Méthodes d'analyse.....	29
3. Résultats.....	38
3.1. Représentation des résultats sous forme de « boîtes à moustaches » ...	40
3.2. Résultats concernant les indicateurs énergétiques.....	41
3.3. Résultats concernant les indicateurs événementiels.....	50
3.4. Typologie des sites.....	61
3.5. Caractéristiques spécifiques à certains sites.....	65
3.6. Variation du bruit en fonction des heures et des types de jours.....	69
Conclusion.....	75
Annexes.....	78

Remerciements :

A l'ensemble des membres du Comité de suivi de la charte de l'environnement de l'aérodrome de Toussus-le-Noble :

- les services de l'Etat à travers la préfecture des Yvelines qui a facilité la discussion avec les différents acteurs et la DGAC qui a mis à disposition les données trajectographiques utiles à l'exploitation des mesures acoustiques,*
- les représentants des collectivités territoriales concernées et les associations de riverains qui ont participé activement au choix des zones d'intérêt et à la recherche des sites d'implantation potentiels,*
- aux riverains qui ont accepté d'accueillir le matériel de mesure au sein de leur propriété pendant plusieurs semaines,*
- aux représentants des usagers qui ont participé de façon constructive à la mise en œuvre de la campagne de mesure.*

Introduction

Bruitparif a pu constater un intérêt important des riverains d'aérodromes pour la réalisation de campagnes de mesure permettant de caractériser le bruit autour des aérodromes franciliens. Des études ponctuelles ont déjà été effectuées dans ce sens par l'Observatoire du bruit en Ile-de-France. Néanmoins, pour répondre plus largement à cette attente, Bruitparif a mis en place un programme pluriannuel de documentation du bruit autour des aérodromes franciliens. Le programme a été initié par la documentation des aérodromes de Toussus-le-Noble (78) et de Lognes-Emerainville (77) respectivement au cours des périodes avril/juin et septembre 2011.

Ce rapport présente les résultats des mesures effectuées autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble.

L'aérodrome de Toussus-le-Noble comptabilise un trafic de l'ordre de 102 000 mouvements par an (source : données statistiques 2010 disponibles sur le site d'AdP : www.entrevoisins.org), dont 45 % de mouvements liés à des tours de pistes. Le trafic y est composé à 87 % d'avions et à 13 % d'hélicoptères.

Précisons que les mesures ont été réalisées en période printanière et estivale, périodes jugées plus représentatives en termes de nuisances sonores pour les riverains. Ce souci de représentativité conduit également à privilégier :

- la mise en œuvre de mesures longue durée (1 mois), permettant de s'affranchir des aléas d'une mesure de 24 heures,
- le recours à du matériel de mesure adapté à la documentation du bruit aérien.



Préalablement à la présentation des résultats, la partie 1 présente quelques éléments utiles à la bonne compréhension de ce rapport : réglementation et recommandations spécifiques d'utilisation de l'aérodrome de Toussus-le-Noble, définitions des indicateurs acoustiques utilisés et des valeurs de référence associées.

La partie 2 propose un descriptif de la campagne de mesure incluant les méthodes de mesure et d'analyse mises en œuvre.

Enfin la partie 3 présente une synthèse des résultats à travers une analyse comparative entre sites pour chacun des indicateurs acoustiques étudiés. Les résultats détaillés pour chacun des 9 sites étudiés sont présentés sous forme de fiche individuelle en annexe A de ce document.

1. Eléments préliminaires

Préalablement à la présentation des résultats, ce chapitre présente les éléments spécifiques à l'activité de l'aérodrome de Toussus-le-Noble. Cet aérodrome est soumis à une réglementation propre (cf. §1.1.) et bénéficie d'une Charte de l'Environnement établie en 2004 en concertation avec les différents acteurs (cf. §1.2). Les §1.3 et §1.4 présentent respectivement quelques définitions indispensables à la bonne compréhension de ce rapport et les indicateurs acoustiques retenus pour cette étude. Enfin, le §1.5 présente les valeurs de référence spécifiques au trafic aérien en matière de bruit dans l'environnement.

1.1. Réglementation spécifique

La région parisienne se caractérise par une densité urbaine très importante. Aussi, les conditions d'utilisation de l'aérodrome de Toussus-le-Noble sont réglementées par les arrêtés du 23 novembre 1973 et du 29 juillet 2011. Ainsi, le trafic aérien est soumis aux conditions et réserves établies par ces 2 textes réglementaires. Le trafic des aéronefs se fait selon des cheminements réglementés afin de limiter le survol des populations (cf. figure 1.1).

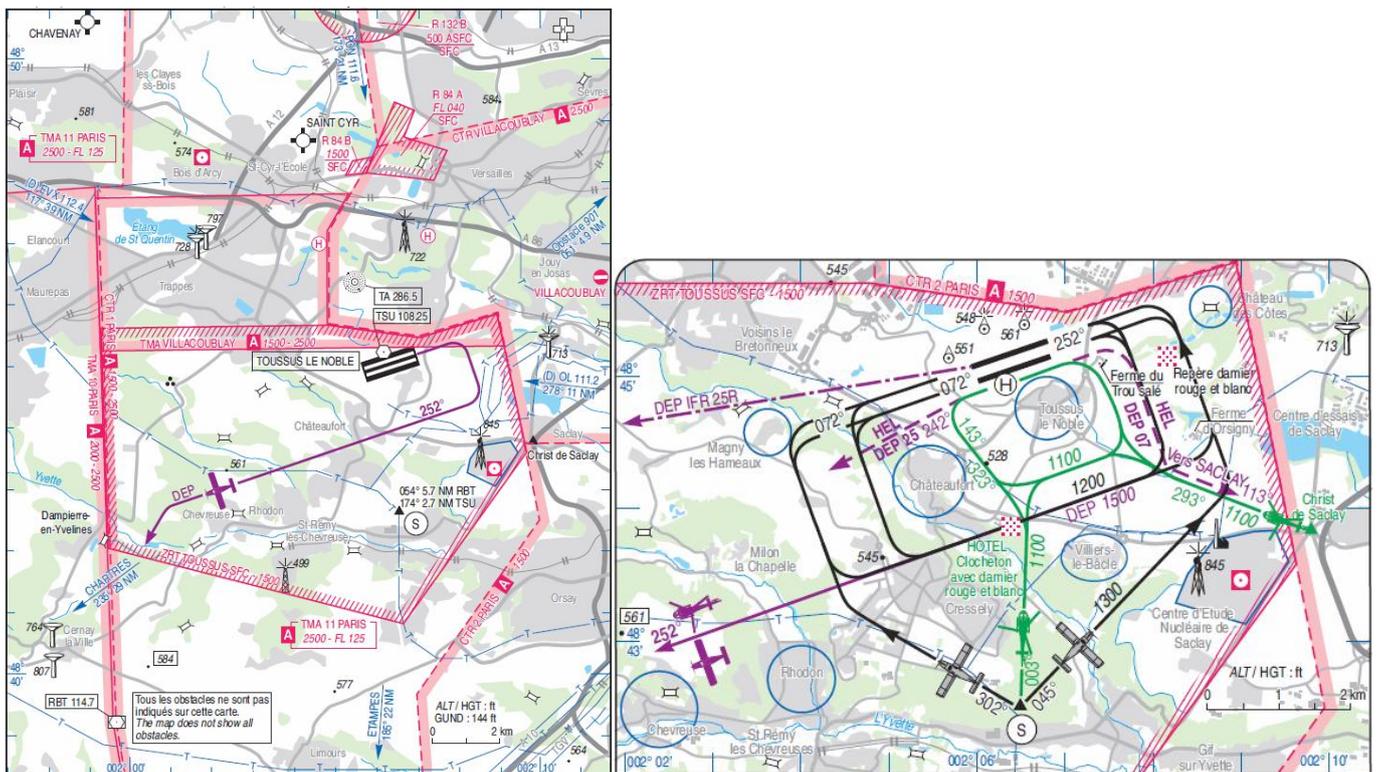


Figure 1.1 : Cheminements en phase d'approche et de départ de l'aérodrome de Toussus-le-Noble ;
 Source : Publications d'information aéronautique (AIP) ; Carte disponible sur le site du Service de l'Information Aéronautique (SIA) ; 10 Février 2011.

1.1.1. Arrêté du 23 novembre 1973

L'arrêté du 23 novembre 1973 fixe les conditions d'utilisation de l'aérodrome de Toussus-le-Noble.

Article 1 :

« 1° L'horaire d'ouverture de l'aérodrome est limité à la période de 6 heures à 22 h 30 locales ».

« 6° L'exposition globale au bruit en chaque point de contrôle ne doit pas dépasser celle résultant de la situation témoin ; les modalités de mesure, la définition de la situation témoin et les conditions de comparaison entre la situation mesurée et la situation témoin sont définies en annexe ».

Article 4

« Au cas où l'exposition globale au bruit définie à l'article 1er dépasse les valeurs à respecter, le secrétaire général à l'aviation civile notifie à Aéroports de Paris les mesures à prendre pour faire cesser ce dépassement, notamment en matière de trajectoire, de procédure d'envol et d'atterrissage ou de limitation de trafic ».

Article ANNEXE : Contrôle de l'exposition globale au bruit

« Le contrôle du bruit autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble est effectué en cinq points : Châteaufort (agglomération), Villiers-le-Bac (agglomération), Magny-les-Hameaux (agglomération), Les Loges-en-Josas (château des Côtes) et Jouy-en-Josas (parc des sports du domaine H.E.C.). En chacun de ces points le niveau de bruit au sol s'exprime par un indice appelé indice isosonique, selon la méthode recommandée par la commission de l'environnement du secrétariat général à l'aviation civile. Cet indice représente en un point donné l'exposition globale au bruit des avions au cours d'une journée moyenne ; il s'obtient en faisant la somme logarithmique des niveaux de pression acoustique mesurée en décibels D pendant une journée moyenne ».

Dans son document « Le fonctionnement de l'aéroport de Toussus-le-Noble expliqué pour les riverains ; Mars 2010 », le Comité de suivi de la Charte de l'environnement de l'aéroport de Toussus-le-Noble précise :

« L'exposition au bruit a été mesurée en 5 points de référence dans l'année qui a suivi la publication de l'arrêté (1973), constituant ainsi une "situation témoin". Des contrôles devraient être faits chaque année par Aéroports de Paris, sous la surveillance des maires des communes concernées, pour s'assurer que l'exposition au bruit ne dépasse pas celle de la situation témoin et pour prendre des décisions dans le cas contraire. Ces mesures de bruit ne sont malheureusement plus effectuées depuis de nombreuses années (situation en 2005). Plus récemment, une station de mesure et d'enregistrement a été mise en place dans l'axe de la piste nord, quelques centaines de mètres à l'est du seuil de piste. »

Depuis 2005, deux stations de mesures permanentes ont été déployées par Aéroports de Paris, l'une dans l'axe de la piste nord à l'est, l'autre dans l'axe de la piste sud à l'ouest. La figure 1.2 présente leur situation géographique. Un bilan annuel des mesures réalisées sur ces stations, intégrant des résultats à l'échelle mensuelle, est produit périodiquement par Aéroports de Paris.

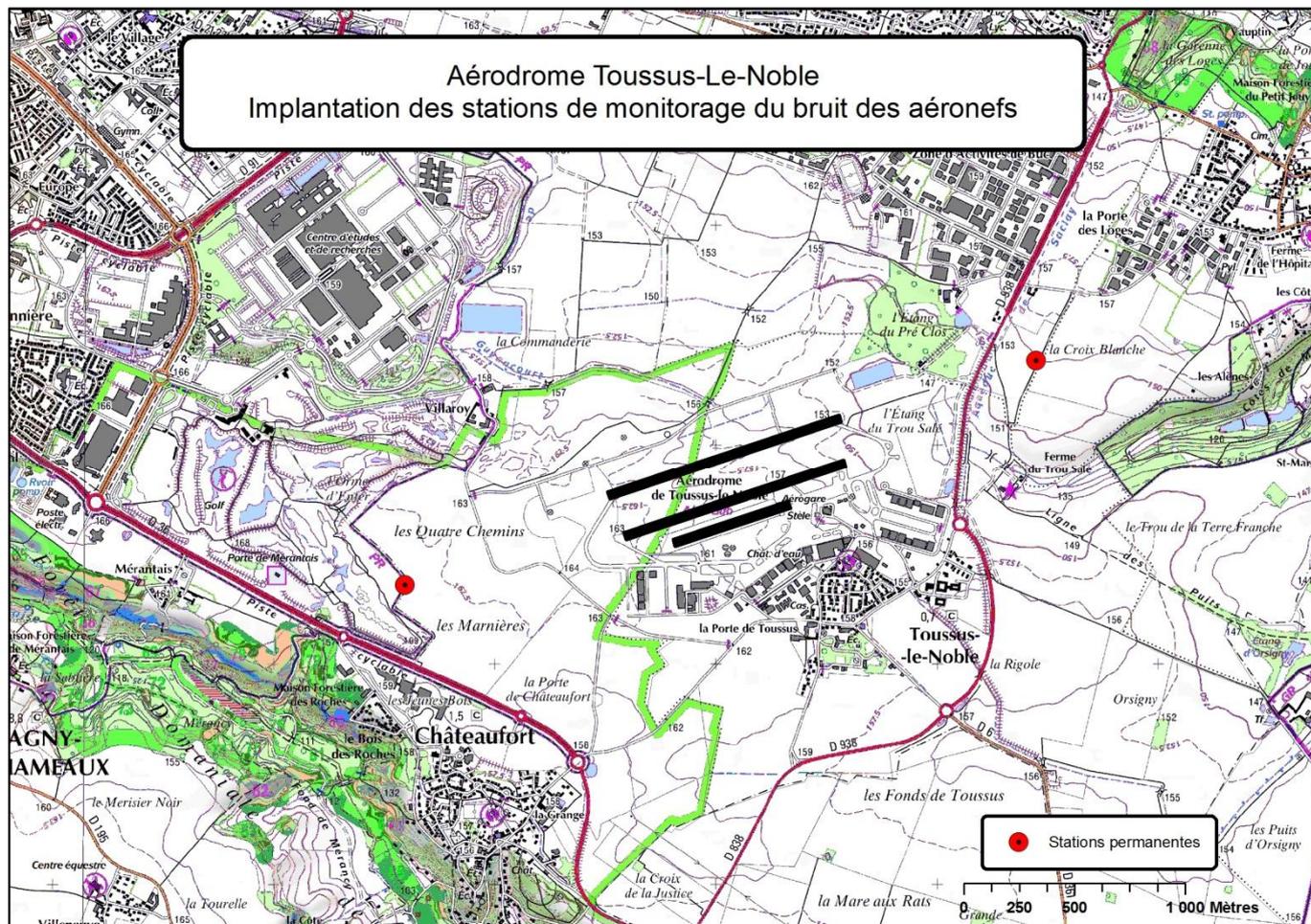


Figure 1.2 : Situation géographique des 2 stations permanentes de mesure du bruit des avions implantées depuis 2005 à proximité de l'aérodrome de Toussus-le-Noble par Aéroports de Paris (source : Aéroports de Paris).

1.1.2. Arrêté du 29 juillet 2011

L'arrêté du 29 juillet 2011 est venu modifier l'arrêté du 23 novembre 1973.

Article 1

L'article 1^{er} de l'arrêté du 23 novembre 1973 modifié susvisé est complété par les dispositions suivantes :

« 7° Entre le 1er avril et le 30 septembre, l'aérodrome est interdit à tout trafic d'aéronefs à motorisation thermique le dimanche et les jours fériés de 12 heures à 15 heures (heures locales) » ;

« 8° L'aérodrome est réservé de 6 heures à 7 heures (heures locales) aux aéronefs basés sur l'aérodrome évoluant selon les règles de vol à vue (VFR) » ;

« 9° En dehors des horaires effectifs du contrôle d'aérodrome, l'aérodrome est réservé aux aéronefs basés sur l'aérodrome, selon les consignes définies dans la documentation aéronautique en vigueur » ;

« 10° Sans préjudice des dispositions prévues au présent article, seuls les aéronefs basés sur l'aérodrome, équipés de silencieux et inscrits sur une liste sont autorisés à effectuer des tours de piste pendant les plages horaires suivantes :

a) La nuit aéronautique, pendant toute l'année ;

b) Du 1er avril au 30 septembre :

- le samedi de 12 heures à 16 heures et après 20 heures (heures locales) ;

- le dimanche et les jours fériés de 15 heures à 16 heures (heures locales) » ;

« 11° Les usagers doivent respecter les circuits publiés, sauf pour des raisons de sécurité » ;

« 12° Les usagers doivent adopter un régime moteur et une configuration de pas d'hélice visant à limiter les nuisances sonores, compatibles avec les procédures d'utilisation du constructeur de l'aéronef ».

1.2. Charte de l'environnement de l'aérodrome de Toussus-le-Noble

En juillet 2004, les différentes parties impliquées ont signé une « Charte de l'environnement » en présence de M. le Préfet des Yvelines. Un comité restreint a été constitué, appelé « Comité de suivi », dont la mission est d'établir des propositions concrètes pour diminuer les nuisances perçues par les riverains. Le Comité comporte des représentants des associations environnementales, des collectivités territoriales et des usagers de l'aéroport signataires de la charte ; lors des réunions, sont également présents des représentants d'Aéroports de Paris (exploitant de la plate-forme) et des experts de la Direction générale de l'aviation civile (DGAC, administration responsable de l'élaboration et de l'application de la réglementation aéronautique).

Concernant la réduction des nuisances aériennes, le texte prévoit dans la partie B alinéa 2° (réductions des émissions sonores) et alinéa 5° (constitution et rôles du « Comité de Suivi » les dispositions suivantes :

« 2a. Les utilisateurs s'engagent, dans la mesure du possible, à doter leurs aéronefs d'équipement réducteurs de bruits lorsque les équipements disponibles sont compatibles avec leurs appareils et prioritairement les appareils les plus bruyants. » ;

« 2b. Dans le cas d'un renouvellement de flotte, les utilisateurs veillent à s'équiper d'aéronefs de nouvelle génération, plus silencieux. » ;

« 2c. Les collectivités territoriales s'engagent à mobiliser toute leur volonté politique pour aider à l'obtention de subventions (dans le cadre de l'équipement des aéronefs en équipements réducteurs de bruits). » ;

« 2d. Les utilisateurs s'engagent à utiliser préférentiellement les avions les moins bruyants, tout particulièrement pour les vols locaux et les tours de piste. » ;

« 2e. Les utilisateurs s'engagent à respecter les recommandations contribuant à réduire l'émission sonore lors de procédures de décollage. » ;

« 5°. Force de proposition. Les travaux du Comité de suivi sont portés à la connaissance de la CCE. Lors des Commissions Consultatives de l'Environnement, le Comité présente le bilan de l'application de la Charte lors de l'année écoulée et propose d'éventuelles évolutions ».

Le comité de suivi a par ailleurs depuis obtenu la mise en place d'une période moindre de bruit. Ainsi, du 1^{er} avril au 30 septembre, les week-ends et jours fériés de 12 heures à 14 heures, l'entraînement en tour de piste est réservé aux aéronefs dits "silencieux" (aéronefs de nouvelle génération conçus d'origine à cet effet et aéronefs équipés d'un dispositif atténuateur de bruit). Cette limitation n'inclut pas les vols locaux. Enfin, dans le but de diminuer les dépôts de trajectoire sur les agglomérations de Magny-les-Hameaux, Châteaufort, Les Loges-en-Josas et Villiers-le-Bâcle, des repères au sol visibles par les pilotes (des avions et des hélicoptères) ont été matérialisés en 2 points¹.

¹ Point 1. Un damier rouge et blanc a été peint sur le clocheton d'un silo sur la commune de Villiers-le-Bâcle afin de matérialiser le point HOTEL ; Point 2. Un repère avec un damier rouge et blanc a été installé au sol sur la commune des Loges-en-Josas pour matérialiser la base extérieure du grand tour de piste et permettre d'éviter le survol du château des Côtes (centre de cardiologie infantile). Ce repère a été déplacé en 2010 pour améliorer le respect des trajectoires (financement des travaux par ADP). Source : Comité de suivi de la Charte de l'environnement de l'aéroport de Toussus-le-Noble ; Le fonctionnement de l'aéroport de Toussus-le-Noble expliqué pour les riverains ; Mars 2010.

1.3. PEB et CES

Ce chapitre propose une définition des PEB (Plan d'Exposition au Bruit – cf. §1.3.1) et des CES (Courbes d'environnement Sonore – cf. §1.3.2), l'aérodrome de Toussus-le-Noble en étant dotés.

1.3.1. PEB

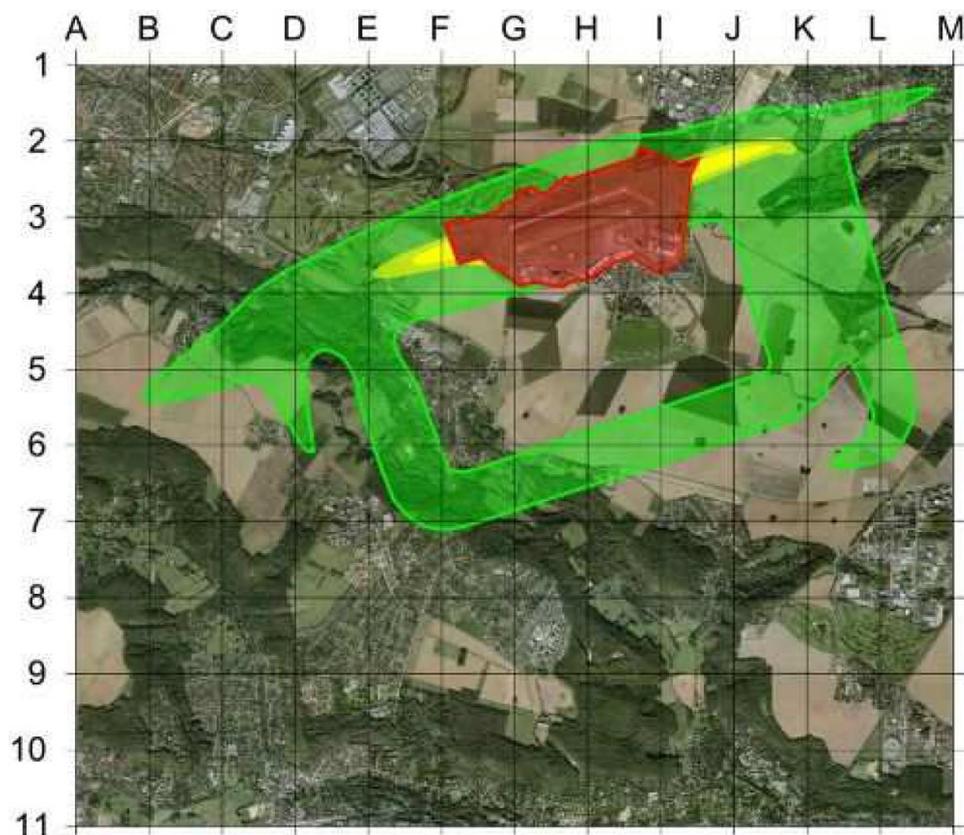
Le PEB (Plan d'Exposition au Bruit) prévoit les zones exposées au bruit à moyen et long terme. Ce plan anticipe les prévisions de développement de l'activité aérienne, l'extension des infrastructures et les évolutions des procédures de circulation aérienne (scénarii d'évolution de trafic et de composition de flotte à court, moyen et long terme).

Le PEB délimite 4 zones de bruit classées de A à D, la zone A étant la plus fortement impactée par le bruit des avions. Le PEB est un instrument juridique qui limite le droit à construire dans les zones de bruit autour des aérodromes et impose une isolation acoustique renforcée pour les constructions autorisées dans les zones de bruit. Il a pour objectif de limiter l'urbanisation et de ne pas augmenter les populations soumises aux nuisances de la plate-forme aéroportuaire.

L'aérodrome de Toussus-le-Noble dispose d'un PEB qui a été établi en 1985 (référéncé LA.TN.BR.30 cf. figures 1.3 et 1.4). Il est basé sur les trajectoires de 1985 qui comportent notamment deux tours de piste au lieu d'un seul aujourd'hui. Les zones de bruit ont été calculées en utilisant l'indice psophique (unité : PNdB : Perceived Noise Level), indicateur très utilisé il y quelques années pour caractériser l'exposition au bruit des riverains d'aéroports mais qui présentait l'inconvénient d'être relativement complexe à calculer et difficile à expliquer.

Cet indicateur a donc été progressivement supplanté par d'autres indicateurs comme l'indicateur harmonisé à l'échelle européenne, le Lden qui est un indicateur intégré sur la journée avec surpondération des niveaux de bruit de soirée et de nuit pour tenir compte de la sensibilité accrue des riverains au bruit sur ces périodes.

Le PEB de l'aérodrome de Toussus-le-Noble n'a pas été réactualisé depuis 1985 ni recalculé avec ce nouvel indicateur.



La zone C (indice psophique compris entre 75 et 89) est représentée en vert, la B (indice psophique compris entre 89 et 96) en jaune et l'emprise de l'aérodrome en rouge.

Figure 1.3 : PEB de l'aérodrome de Toussus-le-Noble (1985), source : Comité de suivi de la Charte de l'environnement de l'aéroport de Toussus-le-Noble ; Le fonctionnement de l'aéroport de Toussus-le-Noble expliqué pour les riverains ; Mars 2010.



Figure 1.4 : PEB de l'aérodrome de Toussus-le-Noble (1985), source : Comité de suivi de la Charte de l'environnement de l'aéroport de Toussus-le-Noble ; Le fonctionnement de l'aéroport de Toussus-le-Noble expliqué pour les riverains ; Mars 2010.

1.3.2. CES

Il existe par contre des cartes complémentaires appelées CES (Courbes d'Environnement Sonore) qui sont établies comme le PEB par modélisation à partir des trajectoires mais qui le sont de manière plus régulière sur la base du trafic aérien de l'année précédente et en utilisant l'indicateur Lden.

La figure 1.5 présente les CES ainsi modélisées à partir du trafic de l'année 2005. Seuls les niveaux sonores au-dessus de 50 dB(A) pour l'indicateur Lden sont représentés.

Ces courbes, une fois mises à jour avec les dernières trajectoires et données de trafic, pourraient être exploitées potentiellement dans le cadre de la réactualisation du Plan d'Exposition au Bruit (PEB) de l'aérodrome de Toussus-le-Noble.



Direction de l'Aviation Civile
Département Surveillance et Régulation
Subdivision Environnement et Urbanisme

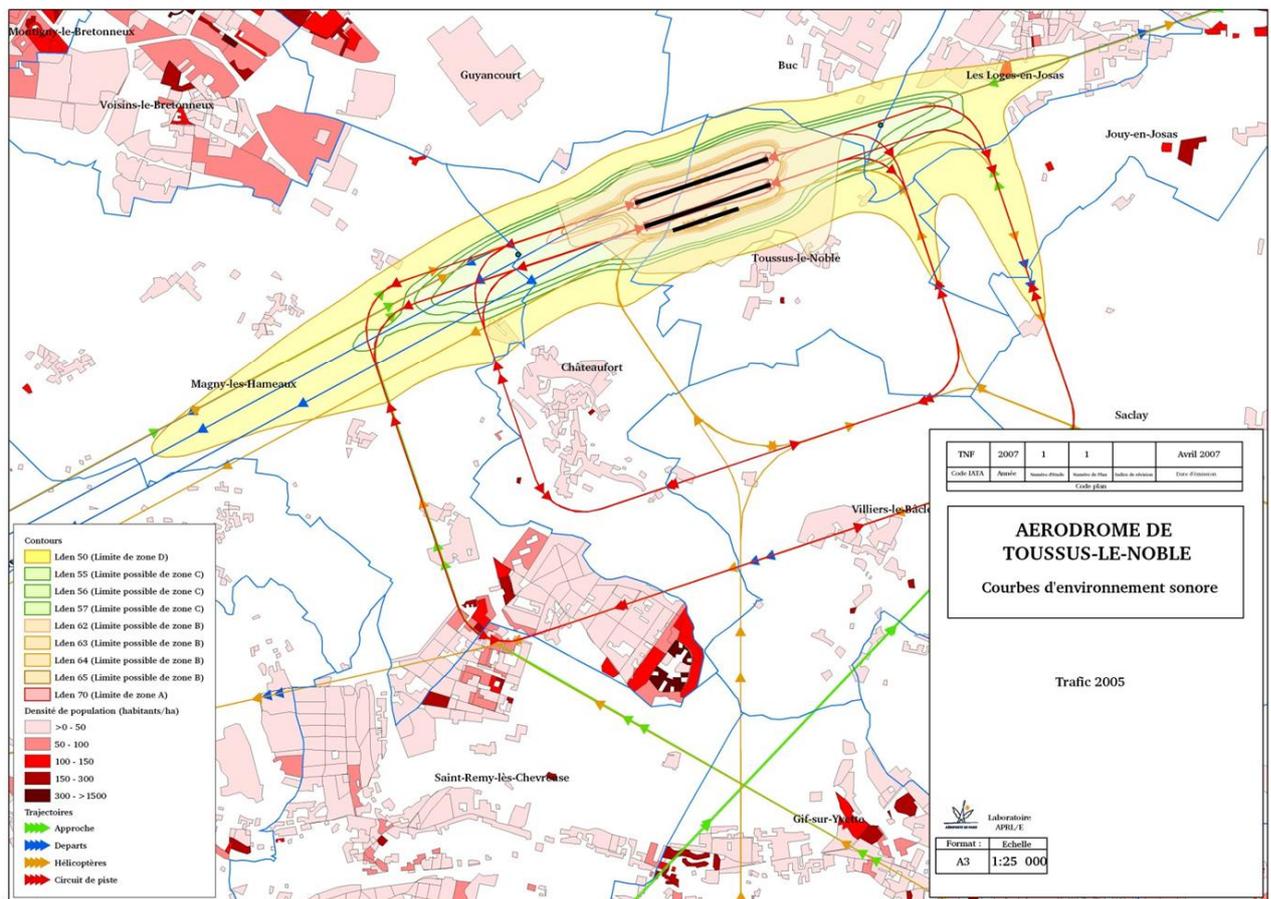


Figure 1.5 : Courbes d'environnement sonore (CES 2005) de l'aérodrome de Toussus-le-Noble ; source : DGAC / DAC Nord.

1.4. Indicateurs acoustiques

Le bruit varie à chaque instant, on utilise donc différents indicateurs pour représenter les caractéristiques du bruit sur une période donnée. On distingue ainsi les indicateurs énergétiques qui correspondent à des indicateurs représentant la moyenne énergétique des bruits sur une période donnée et les indicateurs événementiels qui s'intéressent à des événements particuliers survenus au cours de la période (pics de bruit...).

D'autre part, un niveau sonore peut être le résultat de plusieurs sources de bruit. On peut alors distinguer les indicateurs globaux, qui traduisent le bruit dans sa totalité, des indicateurs partiels ou particuliers qui ne prennent en compte que le bruit d'une seule source parmi le bruit global.

La figure 1.6 présente un exemple de variations du niveau sonore exprimé en dB(A) et mesuré sur un site survolé par des avions. Le bruit du trafic aérien se caractérise ainsi par une succession de pics de bruits (événements qui émergent nettement par rapport au bruit de fond) liés aux survols des avions. Contrairement au bruit du trafic routier, le bruit du trafic aérien présente un caractère fortement discontinu.

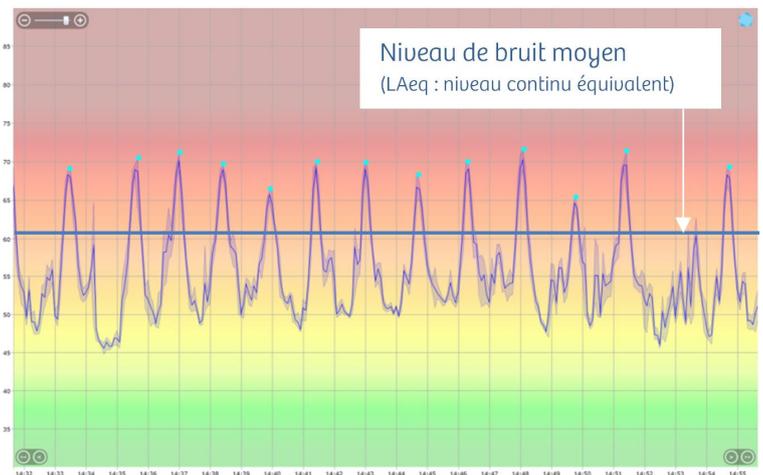


Figure 1.6 : Exemple de pics de bruit de type « avion » et évolution temporelle du niveau de bruit et niveau continu équivalent.

1.4.1. Niveau moyen instantané LAeq,1s

Les stations de mesure enregistrent les fluctuations continues du bruit et les caractérisent par un niveau sonore équivalent à chaque seconde, le LAeq,1s. Il représente la donnée élémentaire à partir de laquelle toutes les analyses sont réalisées.

$$LA_{eq,1s} = 10 \log_{10} \left(\int \frac{P^2(t)}{P_0^2} dt \right)$$

où : $P(t)$ est la pression acoustique instantanée et P_0 la pression de référence égale au seuil d'audibilité soit $2 \cdot 10^{-5}$ Pa.

1.4.2. Indicateurs énergétiques

Différents indicateurs énergétiques existent. Leurs différences reposent essentiellement sur la définition de la durée sur laquelle ils sont calculés et sur le fait que l'on souhaite documenter le bruit global (toutes sources confondues) ou exclusivement une composante particulière, comme dans notre cas le bruit particulier dû aux aéronefs ou le bruit résiduel (composante du bruit global en l'absence du bruit dû aux aéronefs). On peut ainsi calculer différents d'indicateurs : LAeq,T, LAeq partiel, LAeq résiduel, LAeq particulier et la durée associée d'apparition de la source particulière, Lday, Levening, Lnight et Lden.

1.4.2.1. Niveau continu équivalent : LAeq,T

L'indicateur énergétique le plus connu, car utilisé largement dans la réglementation française, est le LAeq,T. Il représente le niveau de bruit constant qui aurait été produit avec la même énergie que le bruit existant réellement pendant la période T considérée. Il exprime la moyenne de l'énergie reçue au cours de la période T (niveau sonore moyen d'un point de vue énergétique). La figure 1.7 représente, pour un site donné, l'évolution temporelle du niveau de bruit ainsi que le niveau continu équivalent pour l'ensemble de la période considérée.

Les termes « bruit ambiant » ou « bruit global » utilisés dans ce rapport font référence à l'indicateur LAeq,T estimé sur l'ensemble des sources de bruit en présence pendant une période T.

$$LAeq,T = 10 \log \left(\frac{1}{T} \sum_T 10^{LAeq,1s/10} \right)$$

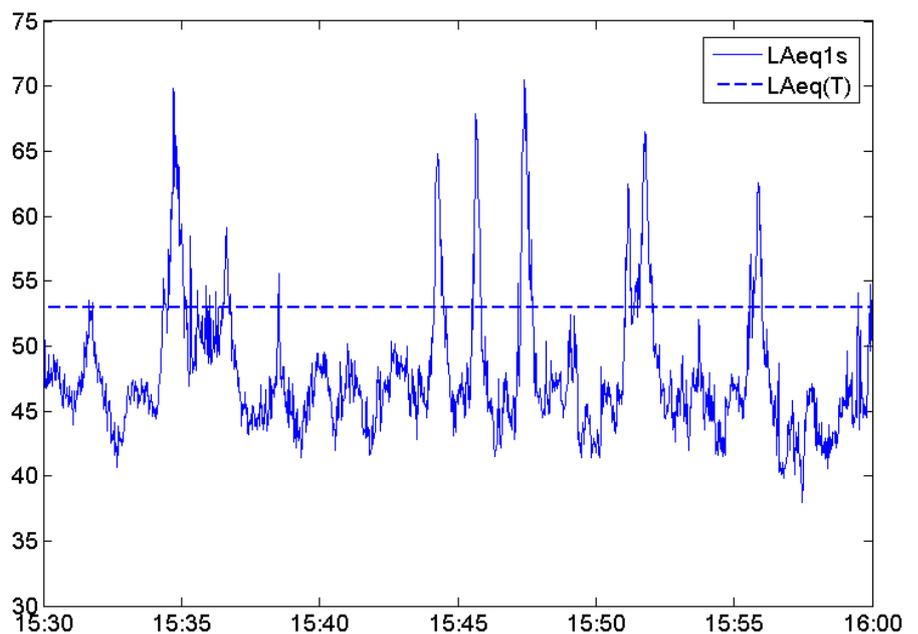


Figure 1.7 Exemple d'évolution temporelle du LAeq1s et niveau moyen équivalent LAeq,15h30-16h.

1.4.2.2. LAeq particulier et durée d'apparition cumulée

Si on ne s'intéresse qu'à une source particulière de bruit, ici le bruit aérien par exemple, on peut déterminer des indicateurs intrinsèques tels que le LAeq particulier et sa durée d'apparition cumulée associée. L'indicateur LAeq particulier caractérise le niveau moyen du bruit aérien lorsque celui-ci est présent. A titre illustratif, la figure 1.8 présente l'évolution du niveau sonore (LAeq,1s) sur une période d'une demi-heure (15h30-16h), ainsi que les périodes de présence du bruit aérien et les durées d'apparition correspondantes. L'illustration à droite indique le niveau LAeq particulier ainsi que la durée cumulée d'apparition des événements sonores dus au trafic des aéronefs (qui sera notée $T_{\text{aérien}}$ dans la suite de ce rapport).

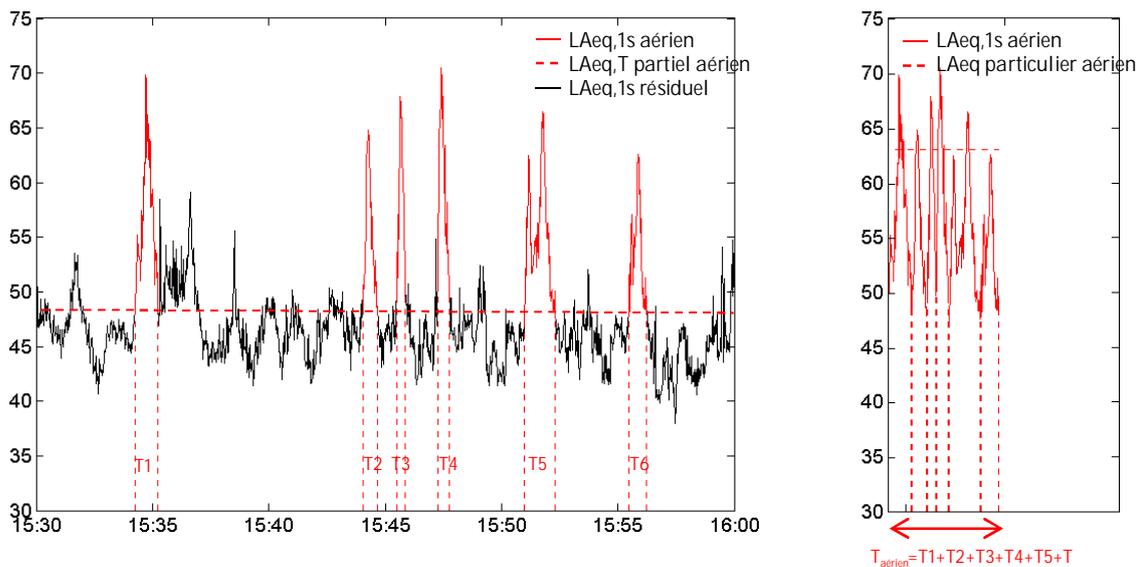


Figure 1.8 : Illustration du LAeq,15h30-16h partiel aérien (graphique de gauche) et du LAeq particulier aérien (graphique de droite).

1.4.2.3. LAeq partiel

On peut également évaluer la contribution d'une source de bruit au bruit global sur une période à travers l'utilisation de l'indicateur énergétique LAeq,T partiel.

L'indicateur LAeq,T partiel aérien exprime la moyenne de l'énergie acoustique due aux aéronefs pendant la période T.

De la même manière, on peut calculer l'indicateur LAeq,T résiduel, qui exprime la moyenne du reste de l'énergie acoustique sur la période T.

La figure 1.9 présente un exemple des composantes du bruit aérien et du bruit résiduel extraites du bruit global d'un site impacté par le trafic des aéronefs avec les niveaux continus équivalents associés sur la période T considérée.

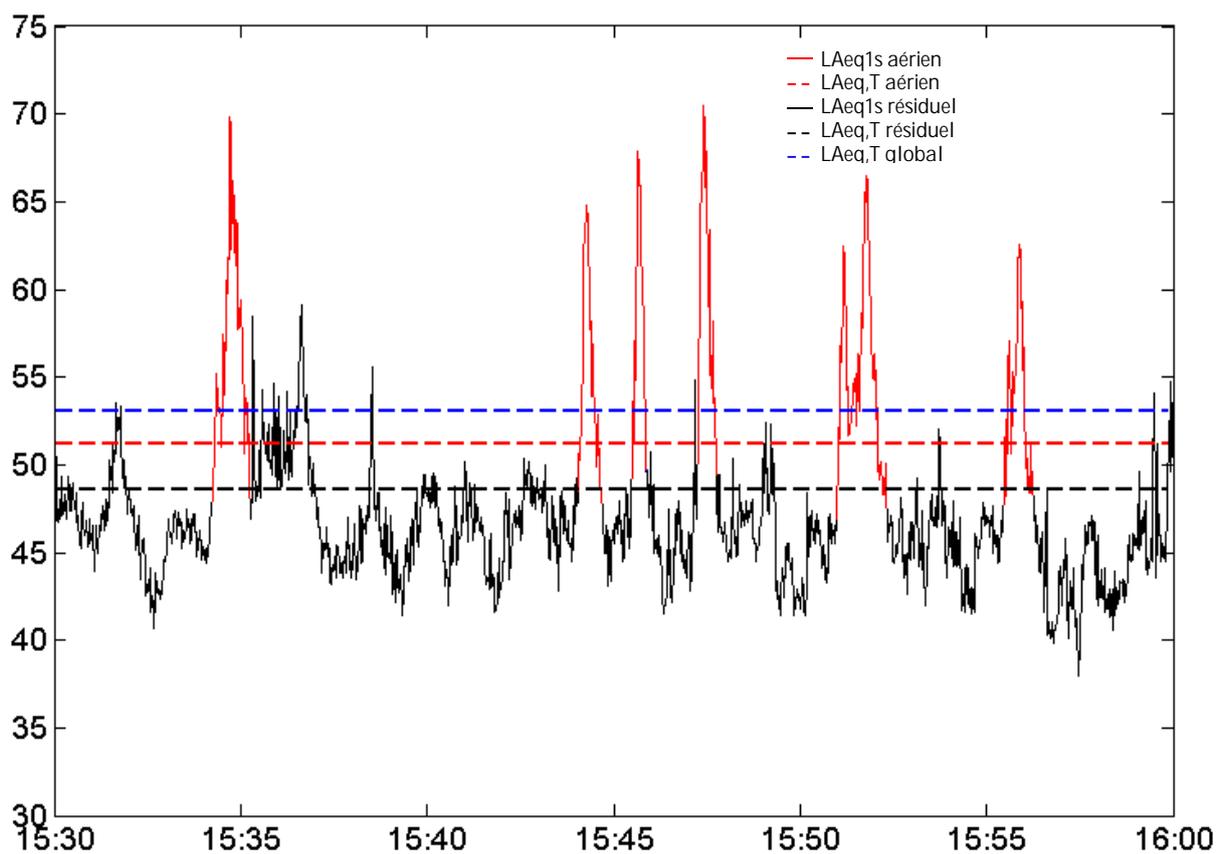


Figure 1.9 : Exemple d'évolution temporelle du LAeq,1s aérien et résiduel, niveaux continus équivalents associés LAeq,15h30-16h aérien, LAeq,15h30-16h résiduel et LAeq,15h30-16h global.

1.4.2.4. Lday, Levening, Lnight et Lden

Les textes réglementaires prescrivent de calculer l'indicateur LAeq,T pour les trois périodes suivantes :

- 6h-18h : LAeq jour (aussi appelé Lday),
- 18h-22 h : LAeq soirée (aussi appelé Levening),
- 22h-6h : LAeq nuit (aussi appelé Lnight ou Ln).

On parle également de LAeq diurne pour la période 6h-22h. L'indicateur Lden correspond à la moyenne pondérée sur une période de 24 heures des niveaux moyens Lday, Levening et Lnight. Un terme correctif est appliqué aux niveaux Levening (+5 dB(A)) et Lnight (+10 dB(A)) afin de tenir compte de la sensibilité renforcée au bruit au cours de ces deux périodes.

La figure 1.10 propose une illustration de calcul de l'indicateur Lden à partir des valeurs de LAeq sur les trois périodes (jour, soir, nuit).

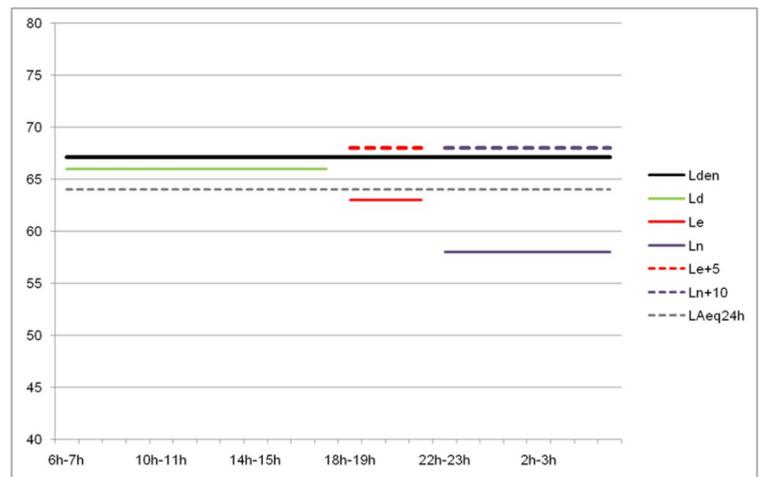


Figure 1.10 : Exemple de calcul de Lden.

L'indicateur Lden se calcule de la façon suivante :

$$Lden = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{LAeq(6h-18h)}{10}} + 4 * 10^{\frac{LAeq(18h-22h)+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{LAeq(22h-6h)+10}{10}} \right) \right)$$

1.4.2.5. Indicateurs énergétiques retenus dans le cadre de cette étude

Les indicateurs énergétiques retenus dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- LAeq particulier aérien et durée d'exposition quotidienne associée,
- LAeq partiel aérien,
- Lden aérien (seul indicateur pour lequel on dispose d'une valeur limite relative au bruit aérien).

1.4.3. Indicateurs événementiels

Si les indicateurs énergétiques s'avèrent bien adaptés aux sources de bruit à caractère continu tel que le bruit du trafic routier par exemple, ils ne suffisent pas en revanche à retranscrire à eux seuls l'exposition de la population à des sources de bruit présentant un caractère événementiel tel que le trafic aérien. Aussi, il est nécessaire de recourir à l'utilisation complémentaire d'indicateurs événementiels qui s'intéressent aux caractéristiques des pics de bruit (L_{Amax}, émergence événementielle...).

Un pic de bruit correspond à une augmentation suivie d'une diminution rapide du niveau de bruit. Il traduit l'émergence d'un bruit particulier par rapport au bruit de fond. La figure 1.11 permet de visualiser les différentes caractéristiques associées à un événement sonore. Différents indicateurs événementiels sont produits pour tenir compte de la spécificité des émergences de bruit lors des survols d'aéronefs.

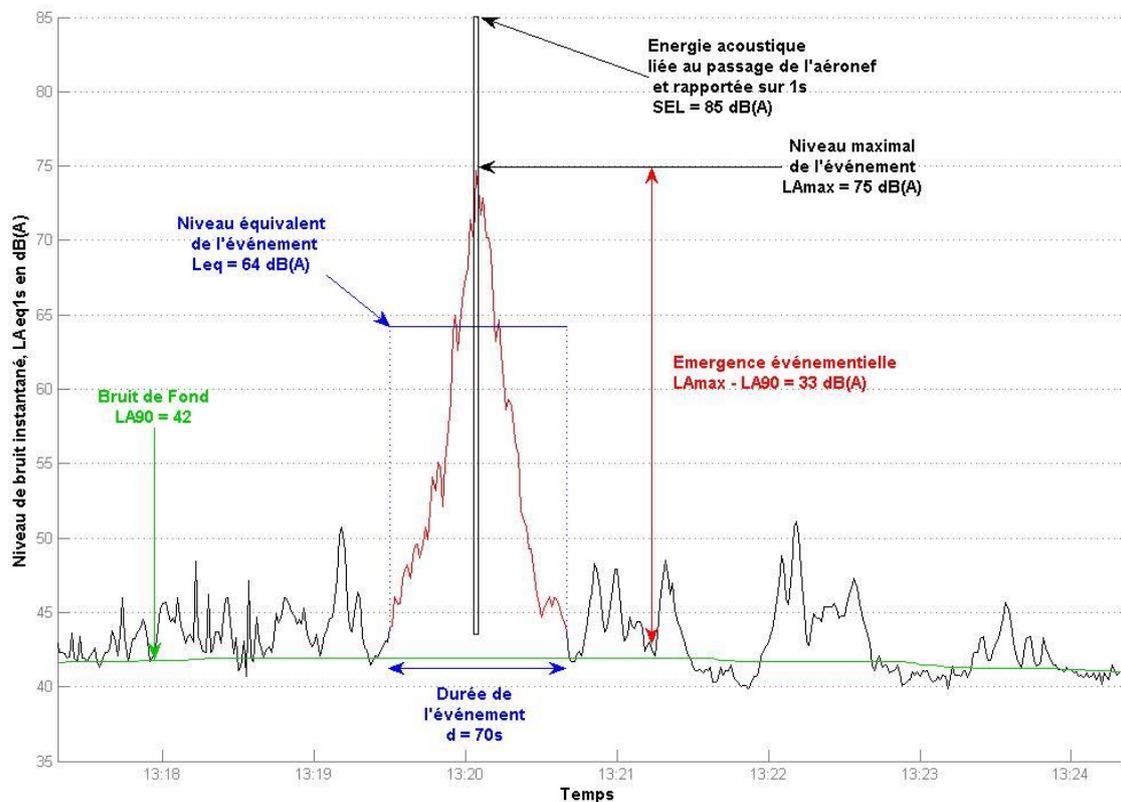


Figure 1.11 : Exemple de pic de bruit de type « aéronef » et de calcul d'indicateurs acoustiques événementiels adaptés à la documentation du bruit des aéronefs.

Les principaux indicateurs événementiels sont détaillés ci-après.

1.4.3.1. LAmax

L'indicateur LAmax correspond au niveau maximal de bruit atteint lors d'un événement (exemple ici : survol d'aéronef). Il s'agit du niveau atteint au cours de la seconde la plus bruyante de l'événement et il est noté LAmax,1s.

1.4.3.2. Durée de l'événement sonore

La durée de l'événement sonore correspond à la période de temps au cours de laquelle le bruit ambiant est dominé par l'apparition de l'événement sonore.

1.4.3.3. Emergence événementielle

Il s'agit de la différence entre le niveau maximal atteint au passage de l'aéronef (LAmax,1s) et le bruit de fond résiduel avant l'événement. Le bruit de fond peut être appréhendé à travers l'indicateur LA90,10 min². L'émergence événementielle associée à un survol d'aéronef est donc calculée de la manière suivante : LAmax,1s – LA90,10 min. Cette définition de l'émergence événementielle est issue des principes développés dans la norme ISO 20906 de décembre 2009 relative à la surveillance automatique du bruit des aéronefs au voisinage des aéroports. Un autre calcul de l'émergence événementielle a été proposé dans la norme NFS 31-190 de mars 2008 relative à la caractérisation des bruits d'aéronefs perçus dans l'environnement. Il s'agit du calcul suivant : LAmax,5s – LA50,5min. Ce mode de calcul produit des valeurs plus faibles pour l'émergence événementielle que le premier mode de calcul proposé. Aussi, Bruitparif est favorable à retenir le premier mode de calcul qui semble également plus universellement reconnu.

1.4.3.4. SEL

Le SEL correspond au niveau d'énergie acoustique pour chaque événement ramenée sur 1 seconde. Cela permet de comparer l'impact acoustique de différents survols d'aéronefs.

La production de ces différents indicateurs événementiels permet, si on le souhaite, de produire des indicateurs agrégés sur des plages de temps en correspondance avec les périodes réglementaires ou des périodes pour lesquelles des besoins spécifiques d'information sont exprimées. Nous en présentons des exemples de ces indicateurs événementiels agrégés ci-après.

1.4.3.5. NA

L'indicateur NAseuil (NA pour Number Above) correspond au nombre d'événements de type « aéronef » dont le niveau LAmax,1s dépasse le seuil retenu. Des seuils à 62 et 65 dB(A) sont généralement utilisés. Ce type d'indicateur est considéré comme un indicateur de gêne associée au trafic aérien et est couramment utilisé en Australie. Il faut néanmoins noter que son application est essentiellement faite aux abords des grands aéroports.

L'ACNUSA a préconisé l'utilisation des indicateurs NA62 et NA65 journaliers dans son rapport d'activité 2005. Dans son rapport d'activité 2011, l'ACNUSA en rappelle l'intérêt :

« Si le NA ne peut, à lui seul, être une totale alternative au Lden, il s'impose comme un indicateur complémentaire essentiel. Il peut être avantageusement utilisé, comme l'avait déjà suggéré l'Autorité dans son rapport d'activité 2010, comme outil de communication et d'information.»

² LA90,10min : Niveau de bruit dépassé pendant 90 % du temps au cours des 10 minutes précédant l'événement.

1.4.3.6. Indicateurs événementiels retenus dans le cadre de cette étude

Les indicateurs événementiels retenus dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- distribution statistique des niveaux LA_{max,1s}, SEL et émergence événementielle,
- Nombre d'événements acoustiques quotidiens dû au trafic aérien identifiés et validés (notés N),
- NA62 et NA65.

1.5. Valeurs de référence en matière de bruit du trafic aérien

1.5.1. Objectifs de qualité

Des valeurs guides relatives aux effets spécifiques du bruit sur la santé dans des environnements types ont été proposées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 2000 et OMS, 2007). Selon l'OMS, des niveaux dépassant respectivement **50 et 55 dB(A) en LAeq évalué sur une période de 16 heures consécutives en journée** dans les zones résidentielles extérieures sont considérés comme provoquant une gêne modérée respectivement sérieuse. L'OMS recommande par ailleurs des niveaux de bruit bien inférieurs la nuit. Ainsi l'objectif de qualité pour les niveaux de bruit LAeq évalués sur une durée de 8 heures consécutives la nuit à l'extérieur des habitations est, selon l'OMS, de 30 dB(A) afin de prévenir tout effet sanitaire du bruit nocturne. Consciente que de telles valeurs sont difficilement atteignables en zone dense urbaine, l'OMS a fixé des valeurs cibles intermédiaires de 55 dB(A) puis de 40 dB(A) (cf. recommandations du rapport « Night noise guidelines » de 2007). Dans ses recommandations de 2000, l'OMS indiquait également que les niveaux de pointe en L_{Amax} enregistrés à l'intérieur des chambres à coucher ou des salles de repos des enfants, ne devraient pas dépasser 45 dB(A) pour un repos de qualité.

1.5.2. Valeurs limites

La directive européenne 2002/49/CE et sa transposition en droit français demande à ce que soient produites et publiées des cartes de bruit aux abords des grandes infrastructures et au sein des grandes agglomérations. Ces cartes sont destinées à permettre la réalisation d'un premier diagnostic sur lequel doit se baser l'établissement d'un Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE). L'article 7 de la transposition en droit français de la directive européenne (Arrêté du 4 avril 2006) fixe des valeurs limites pour les différentes sources de bruit. **Pour le bruit lié au trafic aérien, la valeur limite est de 55 dB(A) selon l'indicateur Lden.**

1.5.3. Autres valeurs de référence

Le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) a par ailleurs émis des préconisations dans son avis du 6 mai 2004 relatif à la protection de la santé des personnes exposées au bruit des avions. Il recommande ainsi :

- pour évaluer et gérer la gêne liée au bruit des infrastructures aéroportuaires, d'utiliser l'indice Lden et de ne pas dépasser, en façade des habitations, un niveau Lden de 60 dB(A), toutes sources confondues ;
- pour évaluer et gérer la perturbation du sommeil par le bruit des infrastructures aéroportuaires, d'introduire dans la réglementation un indice événementiel, le L_{Amax} (LAeq intégré sur 1 seconde) et de respecter pendant la période 22h-6h en façade des habitations, les critères suivants, correspondant aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en prenant en compte un isolement de façade de 25 dB(A) :

- LAeq < 55 dB(A) (toutes sources confondues),
- moins de 10 événements sonores, toutes sources confondues, avec un L_{Amax} > 70 dB(A).

Depuis 2005, l'ACNUSA mentionne que les indicateurs NA62 et NA65 peuvent être révélateurs de situation d'exposition significative au bruit du trafic aérien pouvant justifier le droit à bénéficier des aides à l'insonorisation dans le cas où les valeurs de ces indicateurs dépassent de manière non occasionnelle les valeurs respectives de 200 (pour le NA62) ou 100 (pour le NA65).

2. Description de la campagne de mesure

2.1. Période de mesure

La campagne de mesure autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble s'est déroulée du 6 avril au 30 juin 2011, période durant laquelle tous les sites de mesure ont pu être documentés pendant une durée d'au moins un mois.

2.2. Matériel

Il a été choisi d'utiliser 4 stations RION NA37 dotées de fonctionnalités expertes d'identification des événements acoustiques, de détermination de la trajectoire de provenance du bruit (par l'intermédiaire d'une antenne acoustique composée de 4 capteurs) et de classification de la source de bruit en "aérien" ou "terrestre". L'analyse simultanée des signaux des 4 microphones permet de déterminer l'angle de provenance du bruit et donc de discriminer les événements acoustiques aériens des événements acoustiques terrestres, et ce, sans nécessiter obligatoirement le recours aux données de trajectographie mises à disposition par la DGAC. Ce point est particulièrement intéressant vis-à-vis du grand public ; il garantit la transparence et l'indépendance des données produites par le système de surveillance du bruit.



Station experte RION NA37
déployée dans le cadre de la campagne de mesure.

Les stations expertes sont également capables d'enregistrer en audionumérique les événements identifiés autorisant une réécoute *a posteriori* et garantissant ainsi une bonne traçabilité. Ce matériel dispose en outre d'excellentes performances sur le plan métrologique. Chaque unité de mesure dispose ainsi d'un certificat de conformité aux spécifications de classe 1 de la norme CEI 61672 sur les sonomètres, établi par le fabricant RION.

Une station de type Oper@-Ex conforme aux spécifications de classe 1 a été utilisée pour la documentation d'un point de mesure complémentaire. Ce système dispose également des fonctionnalités d'enregistrement audionumérique des événements.

Un descriptif technique détaillé du matériel de mesure ainsi que les certificats d'étalonnage des différentes stations de mesures utilisées dans le cadre de cette étude sont disponibles en annexe B de ce document.

2.3. Contraintes d'implantation

La sélection des sites pour l'installation d'une station de mesure experte doit répondre à plusieurs contraintes d'implantation adaptées aux objectifs de surveillance (norme ISO 20906 : 2009). Les sites potentiels doivent :

- être représentatifs des situations d'exposition au bruit des populations survolées. Dans ce sens, les sites au sein ou à proximité de zones d'habitation sont privilégiés ;
- présenter un niveau de bruit de fond permettant de réduire le plus possible l'effet de masquage des bruits des survols d'aéronefs par des autres événements sonores (émergences événementielles aéronefs supérieures ou égales idéalement à 10 dB(A)) ;
- minimiser les perturbations de la propagation de l'énergie acoustique entre la source aérienne et le microphone. Ces précautions peuvent être prises en compte à travers le choix d'un terrain relativement plat, dégagé le plus possible de tout obstacle et ne présentant pas de caractéristiques réfléchissantes particulières ou d'absorption acoustique excessive.

La figure 2.1 illustre les contraintes géométriques d'implantation sur site.

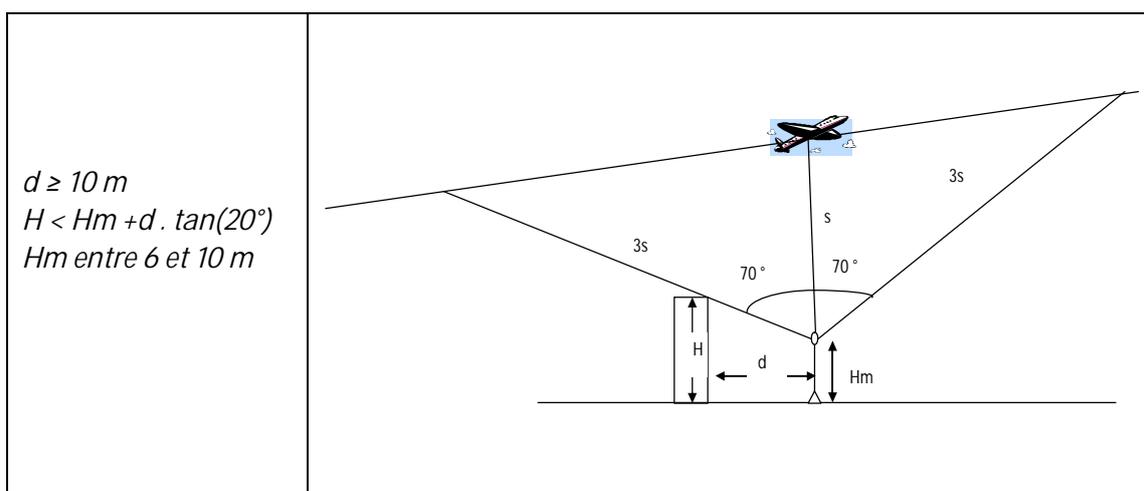


Figure 2.1 : Contraintes géométriques d'implantation sur site.

2.4. Plan d'échantillonnage

L'ensemble des acteurs concernés par l'activité de l'aérodrome de Toussus-le-Noble (services de l'état, gestionnaires, exploitants, associations d'usagers, associations de riverains, collectivités locales...) regroupés au sein du Comité de Suivi de la Charte de l'Environnement de l'aérodrome de Toussus-le-Noble a été associé au choix de l'emplacement des sites de mesure.

La sélection des secteurs d'étude a nécessité la collecte et l'analyse des données et informations disponibles (cartes de bruit, cartes de trafic aérien, données géographiques et de populations). Les données trajectographiques de 2 journées correspondant respectivement aux configurations de vol face à l'est (samedi 22 mai 2010) et face à l'ouest (samedi 29 mai 2010) ont été mises à disposition par la DGAC dans le cadre de ce projet. Les figures 2.2 et 2.3 présentent respectivement les trajectoires pour les configurations de vol face à l'est et face à l'ouest.

L'utilisation d'un Système d'Information Géographique (SIG) a facilité l'analyse croisée de l'ensemble des informations. La sélection des secteurs de mesure s'est effectuée sur la base de l'analyse des trajectoires de vol et des enjeux en termes de population impactée (nombre d'habitants par îlot). L'ensemble des secteurs de mesures potentiels est signalé par des surfaces hachurées sur les figures 2.2 et 2.3.

Ce travail a été complété par la prise en compte de l'avis de l'ensemble des membres du Comité de Suivi de la Charte de l'aérodrome de Toussus-le-Noble. Compte tenu des contraintes logistiques (matériel et moyens humains), 8 zones d'études jugées pertinentes ont été retenues (cf. figure 2.4 et tableau 2.1). Les visites techniques des sites potentiels s'inscrivant dans ces 8 zones ont permis de préciser les lieux de mesure. Ces visites, effectuées en collaboration avec les représentants des communes concernées, ont permis de s'assurer que :

- les sites ne sont pas perturbés par une source de bruit pouvant masquer le bruit des avions,
- les conditions techniques nécessaires à l'installation du matériel sont réunies (pour des raisons de sécurité, les points de mesure chez les riverains ont été privilégiés).

Ces 8 zones sont documentées par 9 sites de mesures, la zone n°3 étant documentée par 2 points de mesure. Sur les 9 sites de mesure sélectionnés, 8 sites ont été documentés au moyen de stations expertes. Le site de mesure n°3bis a été documenté à l'aide d'une station Oper@-Ex. Au total, 7 communes sont concernées : Toussus-le-Noble, Villiers-le-Bâcle, Châteaufort, Les Loges-en-Josas, Magny-les-Hameaux, Saint-Rémy-Lès-Chevreuse et Gif-sur-Yvette.

La figure 2.4 et le tableau 2.1 présentent les 9 sites sélectionnés.

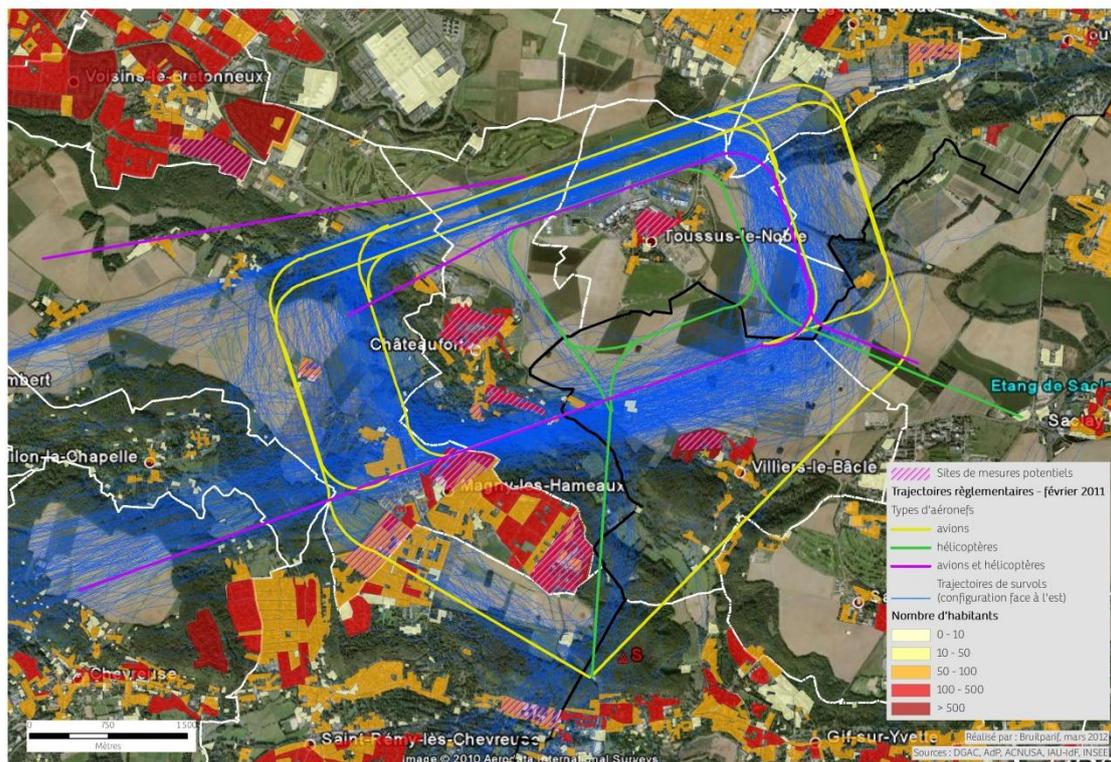


Figure 2.2 : Aérodrome de Toussus-le-Noble ; samedi 22 mai 2010 (face à l'est).

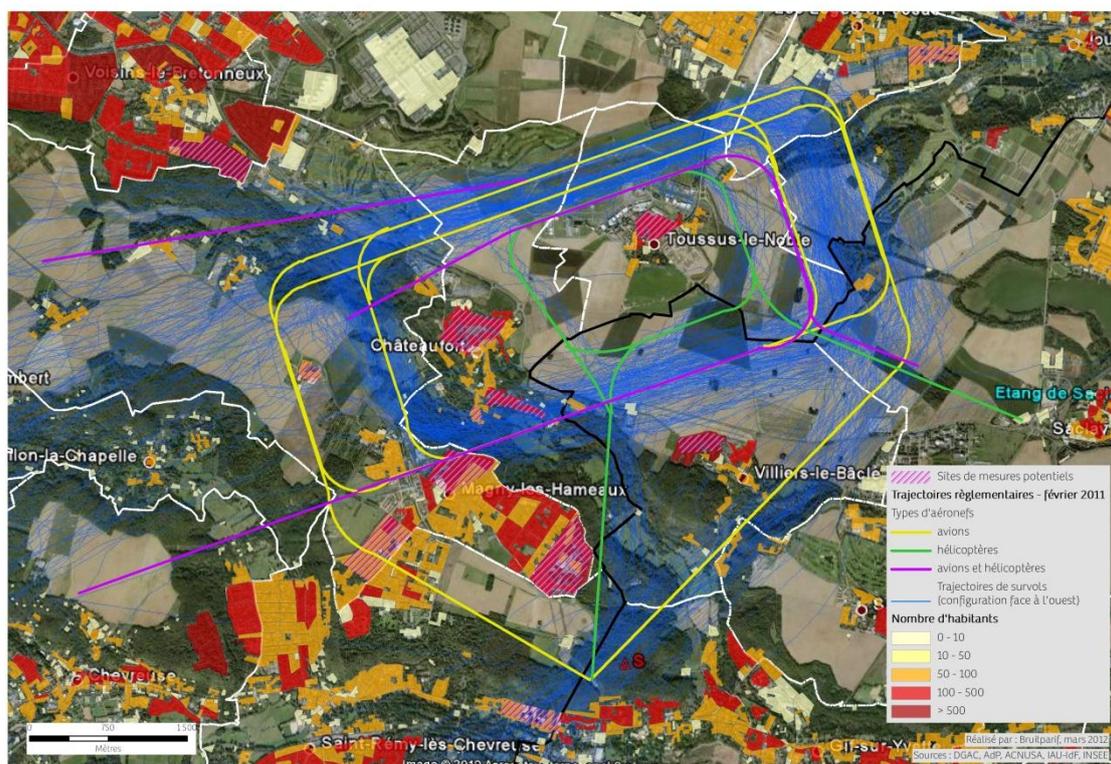


Figure 2.3 : Aérodrome de Toussus-le-Noble ; samedi 29 mai 2010 (face à l'ouest).

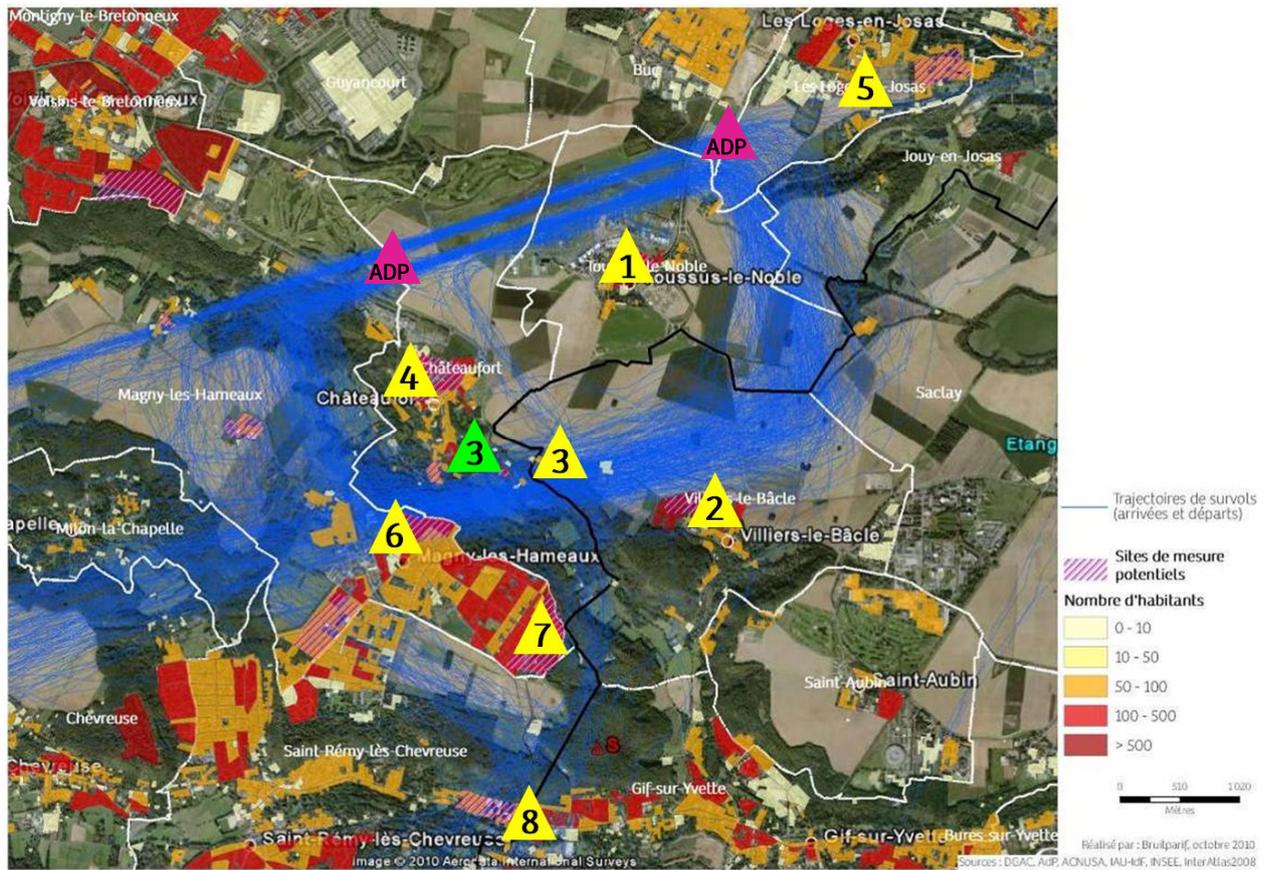


Figure 2.4 : Plan d'échantillonnage, synthèse des sites de mesure sélectionnés (les 2 stations permanentes d'Aéroports de Paris sont signalées en magenta).

	Adresse	Commune	Station	Durée	Période de mesure
1	9, rue Lucien Rougerie	Toussus-le-Noble (78)	RION	1 mois	6 avril 2011 12 :30 au 12 mai 2011 11 :30
2	1, rue de la Rigole	Villiers-le-Bâcle (91)	RION	1 mois	12 avril 2011 15 :30 au 13 mai 2011 11 :00
	Ferme de Voisins-le-Thuit		RION	1 mois	13 mai 2011 16 :00 au 13 juin 2011 10 :00
3 bis	8, Chemin du Lavoir	Châteaufort (78)	Oper@-Ex	1 mois	11 mai 2011 16 :00 au 13 juin 2011 11 :00
4	61, rue de la Perruche		RION	1 mois	13 mai 2011 16 :00 au 20 juin 2011 15 :30
5	26, Hameau des Champs	Les Loges-en-Josas (78)	RION	1 mois	6 avril 2011 15 :30 au 12 mai 2011 11 :00
6	31, av. C. Nicolas Ledoux	Magny-les-Hameaux (78)	RION	1 mois	12 mai 2011 14 :30 au 14 juin 2011 10 :00
7	11, allée du Bois de Grais ³		RION	1 mois	30 mai 2011 16 :30 au 30 juin 2011 10 :50
8	12, rue Fernand Léger	Gif-sur-Yvette (91) ⁴	RION	1 mois	12 avril 2011 12 :20 au 13 mai 2011 10 :00

Tableau 2.1 : Synthèse des sites de mesure sélectionnés pour la campagne Bruitparif

³ Concernant le site n°7, une première campagne de mesure a été réalisée avenue d'Aigrefoin à Magny-les-Hameaux au sein de l'école André Gide. L'activité de l'école s'est avérée incompatible avec une détection satisfaisante des événements acoustiques associés au passage des aéronefs. Afin de résoudre ce problème, le site de mesure a été déplacé allée du Bois de Grais.

⁴ Site limitrophe avec la commune de Saint-Rémy-lès-Chevreuse (78).

2.5.Méthode de mesure

Les mesures ont été effectuées en respectant, autant que possible, les prescriptions normatives recommandées pour la réalisation de mesures du bruit dans l'environnement. Ceci correspond, dans le cadre de cette étude, à la considération des normes et protocoles de mesures suivants :

- NF S 31-010 : Caractérisation et mesure des bruits de l'environnement (décembre 1996),
- NF S 31-110 : Acoustique - Caractérisation et mesure des bruits de l'environnement - Grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation,
- NF S 31-190 : Caractérisation des bruits d'aéronefs perçus dans l'environnement (mars 2008),
- ISO 20906 : Surveillance automatique du bruit des aéronefs au voisinage des aéroports (décembre 2009).

2.5.1. *Prise en compte des conditions météorologiques*

Les conditions météorologiques peuvent influencer la mesure acoustique de deux manières différentes.

2.5.1.1. Influence métrologique des conditions météorologiques

La première influence est d'ordre métrologique et affecte la qualité de la mesure. Ainsi, si le vent présente une vitesse trop élevée, il va générer un « souffle » au niveau du microphone qui peut dans certains cas devenir prépondérant par rapport au bruit ambiant que l'on cherche à caractériser. Cet impact est d'autant plus marqué que le bruit ambiant à caractériser est faible et que la vitesse du vent est élevée. La pluie perturbe également la qualité métrologique de la mesure.

Les normes NFS 31-010, NFS 31-190 et ISO20906 recommandent la prise en compte des données météorologiques dans l'analyse des résultats. L'application de ces recommandations peut, le cas échéant, conduire à l'invalidation d'une partie des données. Ces recommandations préconisent de réaliser les mesures de bruit en absence de précipitations importantes et lorsque la vitesse de vent ne dépasse pas un certain seuil.

- 5 m/s pour les normes NF S 31-010 et NF S 31-110⁵,
- 6 m/s pour la norme NF S 31-190⁶,
- 10 m/s pour la norme ISO 20906⁷.

⁵ Selon les normes NF S 31-010 et NF S 31-110, il convient de ne pas faire de mesurage quand la vitesse du vent est supérieure à 5 m/s, ou en cas de pluie marquée.

⁶ Vitesse de vent au voisinage du microphone inférieure à 6 m/s en vitesse moyenne de court terme (30 s) pour la norme NFS 31-190.

⁷ La norme ISO 20906 impose l'utilisation d'un écran anti-vent permettant une réduction du bruit induit par le vent sur le microphone à un niveau LAeq,1min inférieur ou égal à 65 dB(A) pour une vitesse de vent de 10 m/s. En outre, les données mesurées dans le cas de vitesses du vent supérieures à 10 m/s doivent être marquées.

La figure 2.5 présente le bruit induit par la présence de vent sur l'ensemble microphone et kit anti-intempérie WS-13. Cette figure présente les niveaux de bruit les plus faibles mesurables par la chaîne de mesure NA37 en fonction de la vitesse du vent. Par exemple, pour une vitesse de vent de 10 m/s, le niveau de bruit dû exclusivement à la présence du vent est :

- de 80 dB(A) si le microphone est utilisé sans boule anti-vent WS-13,
- de 55 dB(A) si le microphone est utilisé équipé de sa boule anti-vent WS-13.

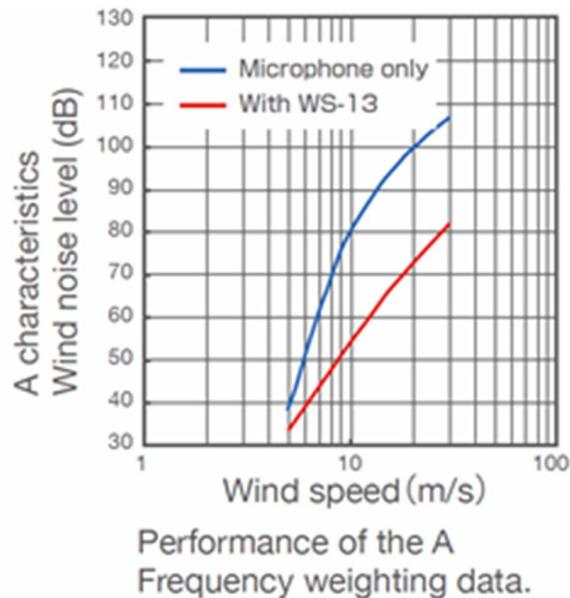


Figure 2.5 : Performances de la boule anti-vent WS-13.

Pour tenir compte de cet impact potentiel, les relevés de la station Météo France située au sein de l'aérodrome de Toussus-le-Noble ont été exploités afin d'identifier les périodes au cours desquelles les conditions météorologiques étaient susceptibles de perturber significativement la mesure.

2.5.1.2. Influence physique des conditions météorologiques :

La seconde influence concerne le phénomène physique de propagation du bruit dans le milieu ambiant. Ainsi, par exemple, la valeur de bruit mesurée en un point donné va dépendre de la direction du vent entre la source de bruit et le point d'observation (vent porteur ou contraire). Si le vent est porteur, les niveaux de bruit mesurés seront plus élevés que si le vent est contraire et ce, pour des mêmes conditions d'émissions de la source de bruit. D'autres facteurs que le vent entrent en considération dans cette influence (température et stabilité de l'atmosphère par exemple). Une méthode de prise en considération de l'impact des conditions météorologiques sur les valeurs de bruit est proposée dans la norme NF S 31-010 (utilisation de la grille dite « UiTi »). L'influence physique des conditions météorologiques est d'autant plus importante que la distance entre le point de mesure et la source de bruit est grande.

Néanmoins, la valeur mesurée correspond au niveau de bruit « reçu » par les riverains.

2.5.1.3. Données météorologiques

Les données météorologiques de la station de Météo France de l'aérodrome de Toussus-le-Noble ont été exploitées sur l'intégralité de la période de mesure (du 6 avril au 30 juin 2011). Les informations concernant les conditions météorologiques pouvant avoir un impact significatif sur les niveaux sonores mesurés ont été analysées. Il s'agit des variables suivantes :

- hauteur de précipitations (horaire),
- vitesse du vent à 10 mètres (horaire),
- direction du vent à 10 mètres (horaire).

La figure 2.6 présente les évolutions temporelles quotidiennes des conditions météorologiques pour les 3 variables d'intérêt. Précisons que la période de 24 heures correspond ici à la période 22h-22h. Les résultats détaillés par périodes nocturnes (22h-6h), diurnes (6h-18h) et de soirées (18h-22h) sont fournis en annexe C de ce document.

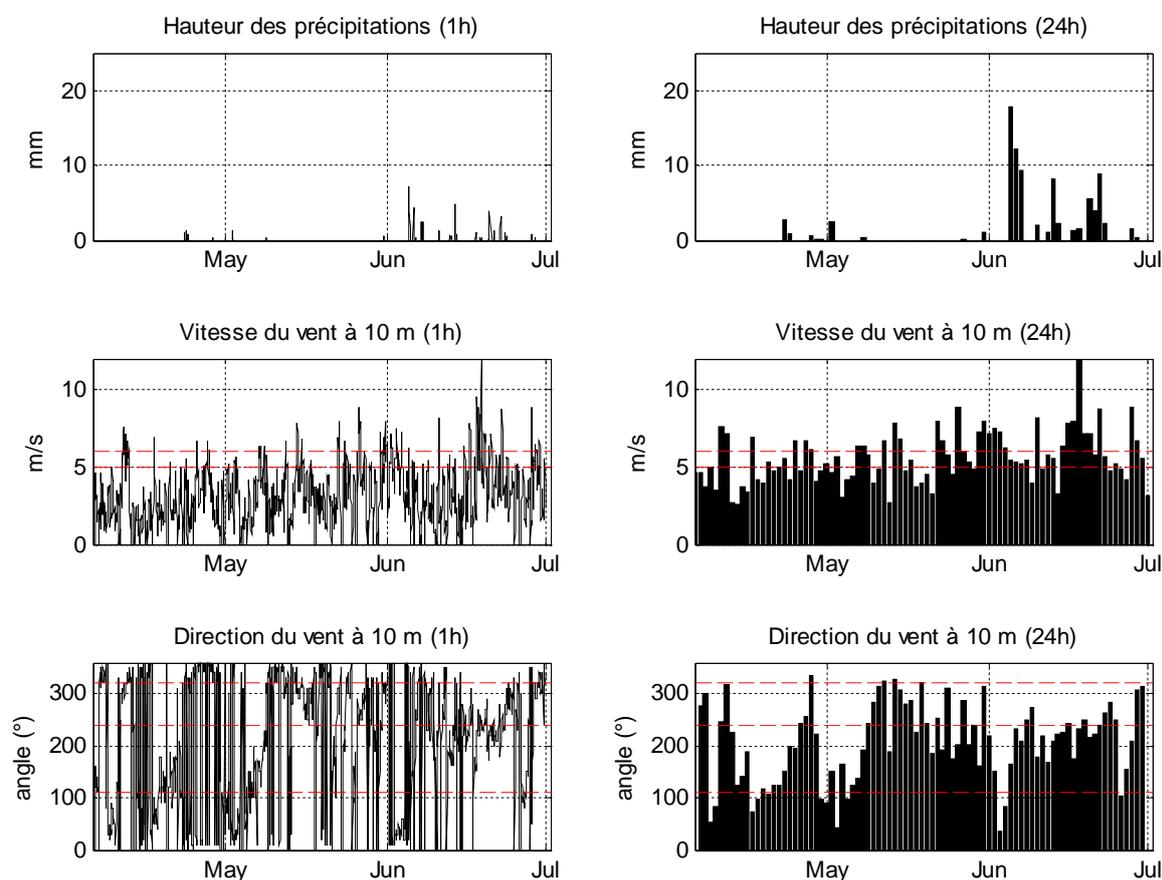


Figure 2.6 : Evolutions temporelles quotidiennes des conditions météorologiques pour les 3 variables d'intérêt (hauteur des précipitations, vitesse et direction du vent à 10 mètres).

La figure 2.7 présente les distributions statistiques de la hauteur des précipitations et de la vitesse du vent au pas horaire pendant l'intégralité de la période de mesure (6 avril au 30 juin 2011). La figure 2.8 présente la rose des vents observée au cours de la période de mesure.

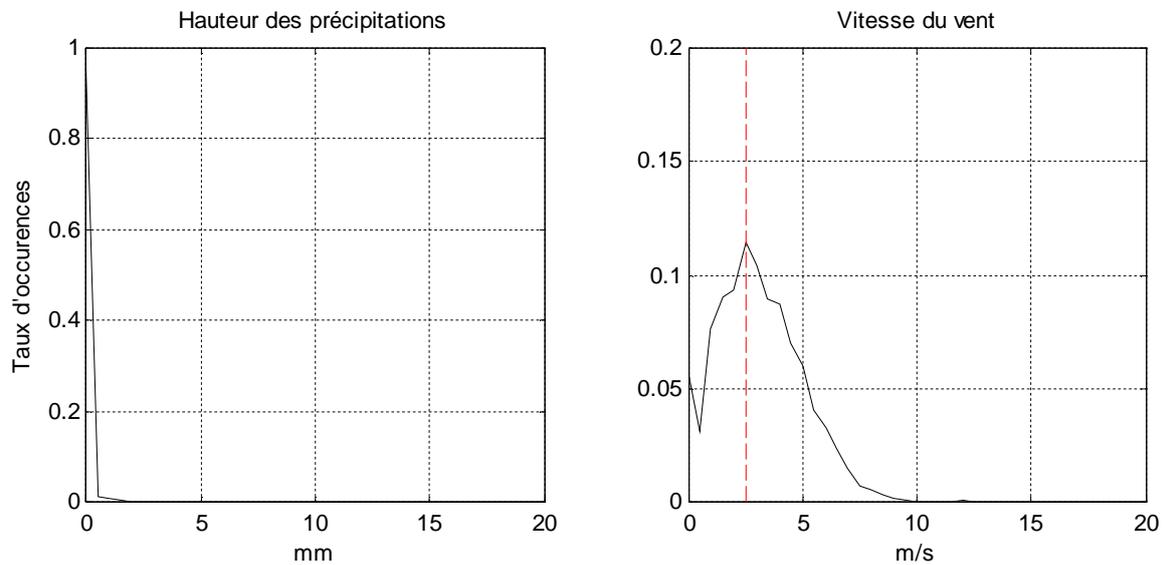


Figure 2.7 : Distributions statistiques des variables météorologiques horaires (hauteur des précipitations, vitesse et direction du vent) ; station Meteo France de Toussus-le-Noble ; période du 6 avril 2011 au 30 juin 2011.

Pendant la période de mesure, on constate peu de précipitations et un vent de vitesse faible ou modérée. Les épisodes de vent de vitesse supérieure à 10 m/s sont particulièrement rares. Concernant la direction du vent, la composante ouest est dominante sur l'ensemble de la période de mesure.

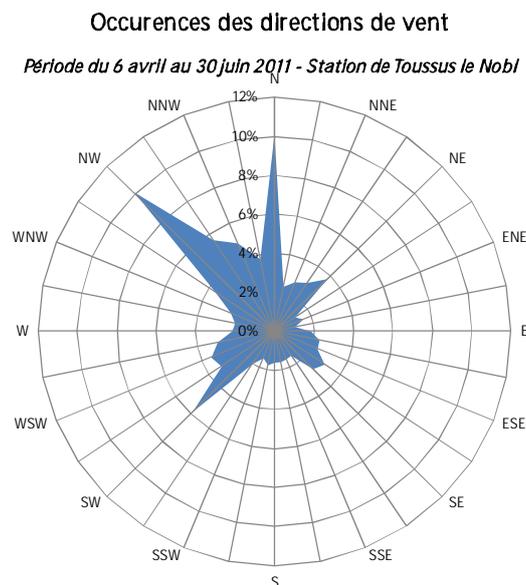


Figure 2.8 : Rose des vents ; station Meteo France de Toussus-le-Noble ; période du 6 avril 2011 au 30 juin 2011.

2.5.2. Recueil des données de trafic

Afin de pouvoir analyser finement les relations existantes entre le bruit dû au survol des aéronefs et les conditions de trafic aérien autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble, Bruitparif a demandé à la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) de disposer des données de trajectoires de vol pendant l'intégralité de la période de mesure. Les données de trajectoires aériennes ont été mises à disposition dans le cadre d'une convention spécifique passée entre Bruitparif et la DGAC / DSAC Nord pour la réalisation de cette étude.

La boîte à moustaches de Tukey constitue un moyen simple et rapide de visualiser le profil d'une série de données statistique quantitative (ce mode de représentation fait l'objet d'un rappel au §3.1). La figure 2.9 présente son application aux données de trafics journaliers sur la période 6h-22h pour l'ensemble des sites étudiés (nombre quotidien de survols passant à moins de 1000 mètres de chaque site de mesure). Les croix rouges correspondent à la moyenne des valeurs de trafic journalier. L'étendue des « boîtes à moustaches » est représentative de la dispersion des valeurs.

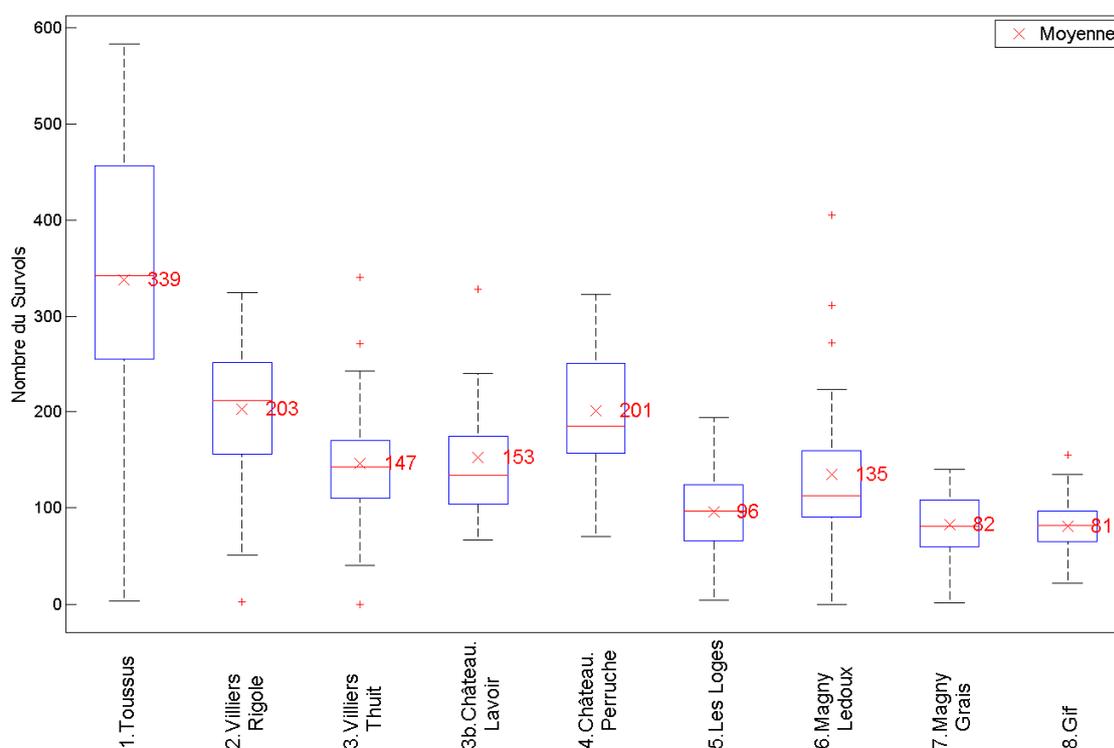


Figure 2.9 : Nombre quotidien de mouvements d'aéronefs passant à moins de 1000 mètres du site de mesure du bruit.

Le nombre moyen de mouvements journaliers d'aéronefs à moins de 1000 mètres de distance des points de mesures varie de 80 à 200, hormis pour le point de mesure n°1 (rue Lucien Rougerie à Toussus-le-Noble), où cette valeur dépasse les 300 mouvements. Ce point de mesure se situe à proximité immédiate des pistes de l'aérodrome et est donc impacté également par les mouvements au sol des aéronefs en plus des mouvements au décollage ou à l'atterrissage. Les sites n°7 et 8, situés au sud de l'aérodrome dans une zone relativement éloignée des tours de pistes mais davantage concernée par les trajectoires des hélicoptères, présentent les trafics les moins importants.

Cette analyse permet de s'assurer que la base de données de survols est suffisamment riche en nombre de survols pour permettre une analyse statistique des résultats.

2.6. Méthodes d'analyse

La détection des événements acoustiques sur la période de mesure est effectuée selon une procédure développée au sein de Bruitparif, en adéquation avec les préconisations des normes NF S31-190 et ISO 20906 (2009). Elle est basée sur plusieurs critères, comme par exemple la durée de l'événement acoustique ou bien l'émergence événementielle.

2.6.1. Détection des événements sonores de type aéronefs

La station experte NA37 permet une détection automatique des événements de type aéronefs. La procédure comporte deux étapes.

- dans un premier temps, une détection automatique de l'ensemble des événements acoustiques ayant émergé significativement du bruit de fond,
- dans un second temps la discrimination des événements en 2 classes (bruit aérien ou terrestre) selon l'angle prédominant de provenance du bruit mesuré par l'antenne acoustique au cours de l'événement.

Plusieurs paramètres de détection sont ajustés en fonction du site, nous en énumérons ci-après les principaux :

- angle de discrimination entre un événement terrestre et aérien (ajusté entre 5° et 10° selon les sites),
- durée minimale d'un événement (paramètre ajusté entre 5 et 10 secondes selon les sites),
- niveau LA_{max} minimal de détection d'un événement (ajusté ici à LA_{max} = 50 dB(A)),
- seuil d'émergence d'un événement par rapport au bruit de fond estimé par la valeur LA_{90, 10min} précédant l'apparition de l'événement, ajusté ici entre 4 et 10 dB(A) selon les sites⁸.

L'intégralité des événements acoustiques terrestres ou aériens est répertoriée dans une base de données regroupant l'ensemble des caractéristiques acoustiques de chaque événement identifié (date, durée, LA_{max}, bruit de fond précédant l'événement, émergence événementielle, SEL, classe d'affectation, angle de provenance de la source de bruit ...). A chaque événement détecté, un enregistrement audionumérique est associé. L'exploitation de ces enregistrements permet une validation *a posteriori* de l'intégralité des événements attribués par la station experte au trafic aérien.

Pour le site n°3bis (Chemin du Lavoir à Châteaufort), une station de type Oper@-Ex a été déployée. La détection des événements pour ce type de matériel a été effectuée en croisant les événements sonores avec les données trajectographies selon la norme NF S 31-190 (Caractérisation des bruits d'aéronefs perçus dans l'environnement, mars 2008).

⁸ A partir d'une certaine distance par rapport au site de mesure, le bruit d'un aéronef devient trop faible pour émerger significativement du bruit de fond du secteur. Cela dépend bien évidemment du type d'aéronef, de sa motorisation, de son régime moteur, de l'angle du survol ainsi que des conditions météorologiques du moment. Les résultats présentés dans ce rapport concernant les indicateurs acoustiques associés au bruit du trafic aérien correspondent aux aéronefs qui ont généré un impact acoustique suffisant pour être détectés sur le site (émergence événementielle - voir définition au §1.4.3.3 - minimale de l'ordre de 6 dB(A) par rapport au bruit de fond).

2.6.2. Validation des données

Préalablement à l'exploitation des mesures, certaines précautions doivent être prises en compte. Il convient de s'assurer de la validité des données, en particulier des éventuels biais pouvant résulter de la prise en compte de données non représentatives. Les résultats de mesure peuvent être perturbés par un manque ou un nombre de données insuffisant à une analyse statistique, des conditions météorologiques inadaptées, une qualité insuffisante de discrimination des événements aériens, la présence de sources de bruit inhabituelles masquant la source de bruit étudiée, comme la présence de travaux à proximité de la station de mesure par exemple.

Il convient donc de s'assurer de la qualité de la base de données regroupant l'ensemble des caractéristiques acoustiques associées au trafic aérien, base de données sur laquelle reposera l'intégralité des calculs des indicateurs acoustiques étudiés. Dans ce sens, une attention particulière a été portée à l'expertise des événements sonores de type aéronefs.

Pour répondre précisément à l'ensemble de ces questions plusieurs analyses ont été effectuées. Ce chapitre en présente les résultats.

2.6.2.1. Taux de disponibilité des données

L'analyse du taux de disponibilité des données permet de ne considérer que les journées où plus de 90% des données sont disponibles, journées pour lesquelles les indicateurs acoustiques, en particuliers les indicateurs événementiels de type NA (cf. §1.4.3.5) restent représentatifs. Le tableau 2.2 présente les périodes d'analyse retenues pour chaque site selon le critère de disponibilité appliqué.

	Adresse	Commune	Journée de début	Journée de fin	Nombre de jours	Taux de disponibilité	Durée manquante
1	9, rue Lucien Rougerie	Toussus-le-Noble	7 avril 2011	11 mai 2011	35	99,93%	33 min
2	1, rue de la Rigole	Villiers-le-Bâcle	13 avril 2011	11 mai 2011	29	99,85%	62 min
3	Ferme de Voisins-le-Thuit		14 mai 2011	12 juin 2011	30	99,93%	29 min
3 bis	8, Chemin du Lavoir	Châteaufort	21 mai 2011	3 juin 2011	14	58,65% (6h-22h : 94,54%)	5 j 9 h 2 min (6h-22h : 17h 2min)
4	61, rue de la Perruche		19 mai 2011	19 juin 2011	32	99,93%	32 min
5	26, Hameau des Champs	Les Loges-en-Josas	12 avril 2011	11 mai 2011	30	99,92%	34 min
6	31, av. C. Nicolas Ledoux	Magny-les-Hameaux	14 mai 2011	13 juin 2011	31	99,95%	23 min
7	11, allée du Bois de Grais		31 mai 2011	29 juin 2011	30	99,93%	29 min
8	12, rue Fernand Léger	Gif-sur-Yvette	13 avril 2011	11 mai 2011	29	99,94%	26 min

Tableau 2.2 : Synthèse des périodes d'analyse pour l'ensemble des sites de mesure.

Hormis pour le site n°3bis (Chemin du Lavoir à Châteaufort), les taux de disponibilité des données dépassent 99,8% pour chacun des sites étudiés. Ces résultats permettent une analyse statistique de résultats non biaisée par un éventuel manque de données pouvant conduire à une estimation approximative des résultats pour les indicateurs acoustiques de type énergétique et/ou événementiel.

Pour le site n°3bis, un problème technique identifié *a posteriori* sur la station a potentiellement affecté les capacités de mesure des faibles niveaux sonores. Aussi, par précaution :

- seuls 14 jours de mesures ont été conservés contre une trentaine pour les autres sites,
- les données des périodes nocturnes (22h-6h) ont été intégralement invalidées.

Cette approche évite l'invalidation de l'intégralité des données. Compte-tenu de l'inactivité de l'aérodrome en période nocturne (22h30-6h), cette invalidation partielle des données affecte le moins possible la documentation du site n°3bis.

2.6.2.2. Identification des perturbations de l'environnement sonore

Les informations en matière de perturbation de l'environnement sonore récoltées par nos correspondants sur les sites (riverains accueillant les stations de mesure ou les représentants des communes concernées) ont constitué également une aide précieuse à l'analyse et à l'interprétation des données récoltées.

2.6.2.3. Validation des événements sonores de type aéronefs

L'intégralité des événements ayant émergé significativement du bruit de fond a été expertisée par une réécoute *a posteriori* en laboratoire des enregistrements audionumériques (cf. figure 2.10). Cette démarche permet de garantir que la base de données « événements aériens » regroupe exclusivement l'ensemble des événements acoustiques dû au bruit du trafic aérien identifiables à l'oreille humaine. Cette démarche permet *in fine* de s'affranchir également des conditions météorologiques ayant pu impacter significativement la mesure. Si tel était le cas, alors l'expertise humaine aurait écarté l'événement sonore de la base de données « événements aériens ».



Figure 2.10 : Validation des événements acoustiques au Laboratoire de mesures de Bruitparif.

2.6.2.4. Croisement avec les données trajectographiques

Pour l'ensemble des événements aéronefs expertisés, les données acoustiques ont été croisées avec des données de trajectoire de vol. Pour chaque trajectoire de vol, le point de passage au plus proche de la station de mesure a été extrait. Les coordonnées spatiales et temporelles permettent, par croisement avec les événements acoustiques, de s'assurer de l'existence d'une correspondance entre le survol aérien (données trajectographiques) et la détection d'un événement aérien par la station de mesure experte (RION NA37)⁹. Cette démarche permet une exploitation exhaustive et automatisée des données enregistrées.

La figure 2.11 illustre ce propos, à travers un exemple d'application pour le site n°3 - Ferme de Voisins-le-Thuit - Villers-le-Bâcle.

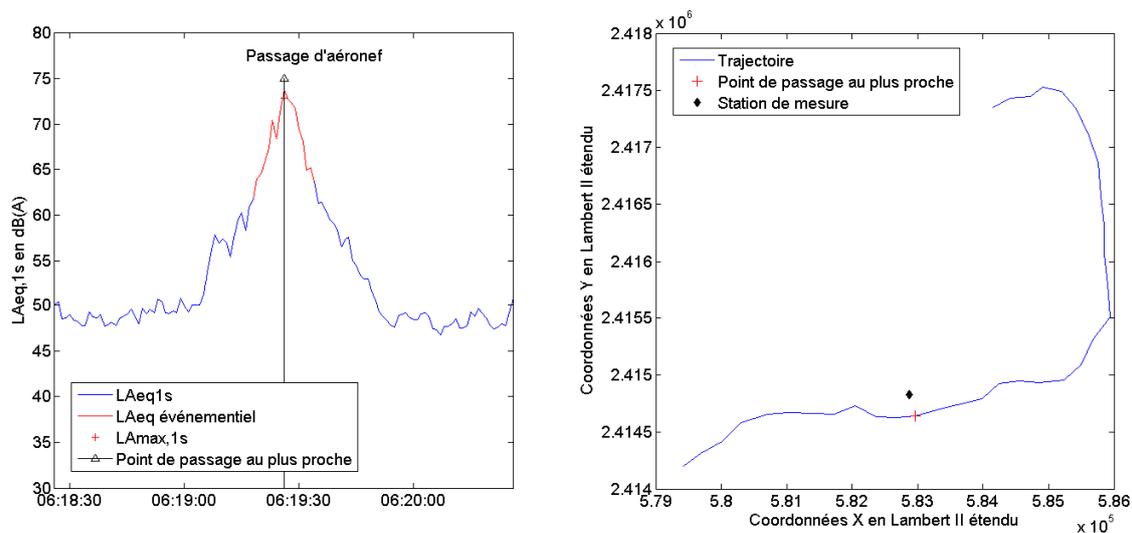


Figure 2.11 : Exemple de croisement des données trajectographiques et un événement acoustique aérien ; site n°3 - Ferme de Voisins-le-Thuit à Villers-le-Bâcle.

⁹ Afin de ne pas considérer les aéronefs passant à une distance trop importante du site de mesure pour impacter acoustiquement le site de mesure, seuls les survols passant à moins de 1000 mètres de la station de mesure sont considérés dans cette analyse.

2.6.2.5. Validation par rapport aux conditions météorologiques

Les conditions météorologiques ont été observées au niveau de la station de mesure de Météo France implantée au sein de l'aérodrome de Toussus-le-Noble. L'étape de validation par rapport aux conditions météorologiques comporte une analyse qualitative et quantitative. L'intégralité de ce travail est détaillée en annexe C de ce document. Nous en restituons ci-après les principales conclusions.

Les périodes horaires correspondant à des conditions météorologiques potentiellement non propices ont été identifiées (vitesse de vent supérieure à 6 m/s et hauteur de précipitations supérieure à 1 mm) à partir des données de la station Météo France située au sein de l'aérodrome de Toussus-le-Noble. Le tableau 2.3 présente le taux de données potentiellement non propices à la réalisation de mesures acoustiques sur l'ensemble de la période d'analyse sur la plage horaire 6h-22h¹⁰.

	Commune	Adresse	% de données non propices		% données propices
			vent > 6 m/s	pluie > 1 mm	
1	Toussus-le-Noble	9, rue Lucien Rougerie	4%	0%	96%
2	Villiers-le-Bâcle	1, rue de la Rigole	2%	0%	98%
3		Ferme de Voisins-le-Thuit	4%	2%	94%
3 bis	Châteaufort	8, Chemin du Lavoir			
4		61, rue de la Perruche	6%	2%	92%
5	Les Loges-en-Josas	26, Hameau des Champs	4%	0%	96%
6	Magny-les-Hameaux	31, av. C. Nicolas Ledoux	11%	2%	87%
7		11, allée du Bois de Grais	15%	2%	83%
8	Gif-sur-Yvette	12, rue Fernand Léger	3%	0%	97%

Tableau 2.3 : Taux de données non propices à la réalisation de mesures acoustiques (vitesse de vent supérieure à 6 m/s et hauteur de précipitations non nulle), sur l'ensemble de la période d'analyse ; périodes 6h-22 h.

Les périodes où les conditions météorologiques ont pu potentiellement perturber les mesurages sur l'ensemble de la période d'analyse restent relativement minoritaires. Ainsi, pour l'ensemble des sites documentés et sur les périodes d'analyses respectives, le taux de conditions météorologiques non propices est inférieur à 8% (vitesse de vent supérieure à 6 m/s et hauteur de précipitations non nulle), hormis pour les sites n°6 et 7 situés à Magny-les-Hameaux, sans toutefois dépasser 17%.

Afin de quantifier l'incertitude associée aux conditions météorologiques sur les résultats de cette étude, les indicateurs énergétiques et événementiels étudiés ont été comparés pour :

- toutes les conditions météorologiques confondues,
- et pour exclusivement les périodes horaires dont la vitesse maximale du vent est inférieure à 6 m/s et la hauteur de précipitations est inférieure à 1 mm.

Pour chaque site étudié et pour tous jours confondus, l'analyse statistique sur les indicateurs : LAeq,1h aérien, Lden (cf. tableau 2.4), N, NA62 et NA65 met en évidence des écarts extrêmement réduits entre les résultats prenant en compte ou non les conditions météorologiques¹¹.

¹⁰ La période 6h-22h constitue la période la plus intéressante à analyser puis que l'aérodrome est ouvert sur la période 6h à 22h30. Toutefois, les statistiques pour l'intégralité des périodes d'analyse sont présentées en annexe C de ce rapport.

¹¹ Ecart moyen en valeur absolue sur les valeurs LAeq, 1h aérien $\leq 0,1$ dB(A)

Ecart moyen en valeur absolue sur les valeurs N $\leq 0,4$ (nombre total N d'événements acoustiques de type « aéronef »)

Ecart moyen en valeur absolue sur les valeurs NA62 $< 0,1$

Ecart moyen en valeur absolue sur les valeurs NA65 $< 0,1$

	Site n°1	Site n°2	Site n°3	Site n°4	Site n°5	Site n°6	Site n°7	Site n°8
Écarts en dB(A) sur les estimations de l'indicateur Lden	0,0	0,0	- 0,1	- 0,2	- 0,1	0,0	- 0,3	0,1

Tableau 2.4 : Écarts en dB(A) sur les estimations de l'indicateur Lden¹².

Dans cette étude, nous nous intéressons aux valeurs moyennes des indicateurs et ne privilégions pas une journée particulière. C'est dans cette optique que la période de mesure a été fixée à 1 mois sur chaque site, afin d'éviter les aléas d'une analyse sur 24 heures (conditions de trafic ou conditions météorologiques particulières par exemple). Compte tenu des écarts extrêmement faibles sur les valeurs moyennes, les résultats présentés dans la suite du rapport s'affranchissent des conditions météorologiques.

L'intégralité des écarts issus de cette analyse comparative reste toutefois disponible en annexe C de ce document.

Précisons également qu'aucun événement sonore détecté comme « aéronef » par les stations expertes n'a dû être invalidé *a posteriori* pour des raisons de « souffle » excessif lié au vent lors de la réécoute des enregistrements audionumériques.

2.6.2.6. Comparabilité des résultats selon les périodes de documentation

Préalablement à la comparaison des résultats entre les sites de mesure, il convient de s'assurer de leur comparabilité. Les sites ont en effet été documentés à des périodes différentes. Il faut donc s'assurer que les volumes de trafics constatés entre les différentes périodes sont assez proches et que les conditions météorologiques potentiellement différentes entre les périodes (en termes de répartition des configurations face à l'est et face à l'ouest) n'ont pas eu d'influence significative sur les résultats. Ce chapitre permet de répondre à ces interrogations.

Influence du trafic

Les mesures ont été réalisées en 3 phases¹³ afin de documenter un maximum de sites au moyen de 4 stations expertes. Pour pouvoir comparer les résultats entre les différents sites étudiés, il convient de s'assurer que le trafic est resté relativement comparable sur ces 3 périodes :

- période 1 : du 11 avril 2011 au 11 mai 2011 (essentiellement documentation des sites n°1, 2, 5, 8),
- période 2 : du 12 mai au 12 juin 2011 (essentiellement documentation des sites n°3, 3bis, 4, 6),
- période 3 : 9 mai au 29 juin 2011 (essentiellement documentation du site n°7).

Le site n°1 (rue Lucien Rougerie à Toussus-le-Noble), situé à proximité immédiate des pistes de l'aérodrome, constitue le point le plus représentatif pour évaluer la variation du volume global de trafic aérien autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble pendant les différentes phases de mesure. Les valeurs de trafic moyen journalier observées sur ce site pour les trois périodes sont synthétisées dans le tableau 2.5.

¹² Les valeurs négatives correspondent à des valeurs Lden plus élevées pour le calcul excluant les périodes de conditions météorologiques où $v > 6$ m/s et $h > 1$ mm.

¹³ Initialement, 2 phases de mesures étaient prévues. Une troisième phase a dû être aménagée pour pallier à une incompatibilité du site n°7 (initialement prévu avenue d'Aigrefoin à Magny-les-Hameaux au sein de l'école André Gide) à la bonne documentation du bruit des aéronefs. Afin de résoudre ce problème, le site de mesure a été déplacé allée du Bois de Grais pour une période de un mois.

	Période 1	Période 2	Période 3	Périodes 1 à 3 confondues
Valeur moyenne	339	336	325	333
Variation par rapport aux périodes 1 à 3 confondues	+1,8%	+0,9%	-2,4%	

Tableau 2.5 : Nombre moyen de survols quotidiens passant à moins de 1000 mètres de la station de mesure du bruit implantée sur le site n°1 (rue Lucien Rougerie à Toussus-le-Noble).

Avec une variation de trafic d'environ inférieure à $\pm 2\%$ entre les 3 périodes, on peut estimer que le trafic global est resté relativement stable pendant l'intégralité de la campagne de mesure.

Influence de la configuration de vol

Le taux de configuration de vol face à l'est a été nettement plus important au cours de la période 1 qu'au cours des périodes 2 et 3 en raison des conditions météorologiques particulièrement anticycloniques (72% en moyenne de journées en vent d'est au cours de la période 1 contre 48% et 52% respectivement pour les périodes 2 et 3).

Néanmoins, la configuration de vol semble relativement peu impacter les niveaux de bruit dus au trafic aérien, les cheminements empruntés par les aéronefs étant relativement proches entre les deux configurations de vol (cf. §2.4 – figures 2.2 et 2.3) dans le périmètre des sites étudiés (il pourrait en être autrement sur d'autres sites). De ce fait, le taux de configuration de vol face à l'est et face à l'ouest influence peu les résultats des indicateurs acoustiques. La figure 2.12, qui propose une comparaison pour chaque site du niveau moyen de bruit (LAeq partiel aérien, 6h-22h) associé aux événements aériens selon la configuration météorologique (face à l'est ou face à l'ouest), en témoigne. On constate que pour tous les sites de mesure, les niveaux restent relativement comparables quelle que soit la configuration de vol.

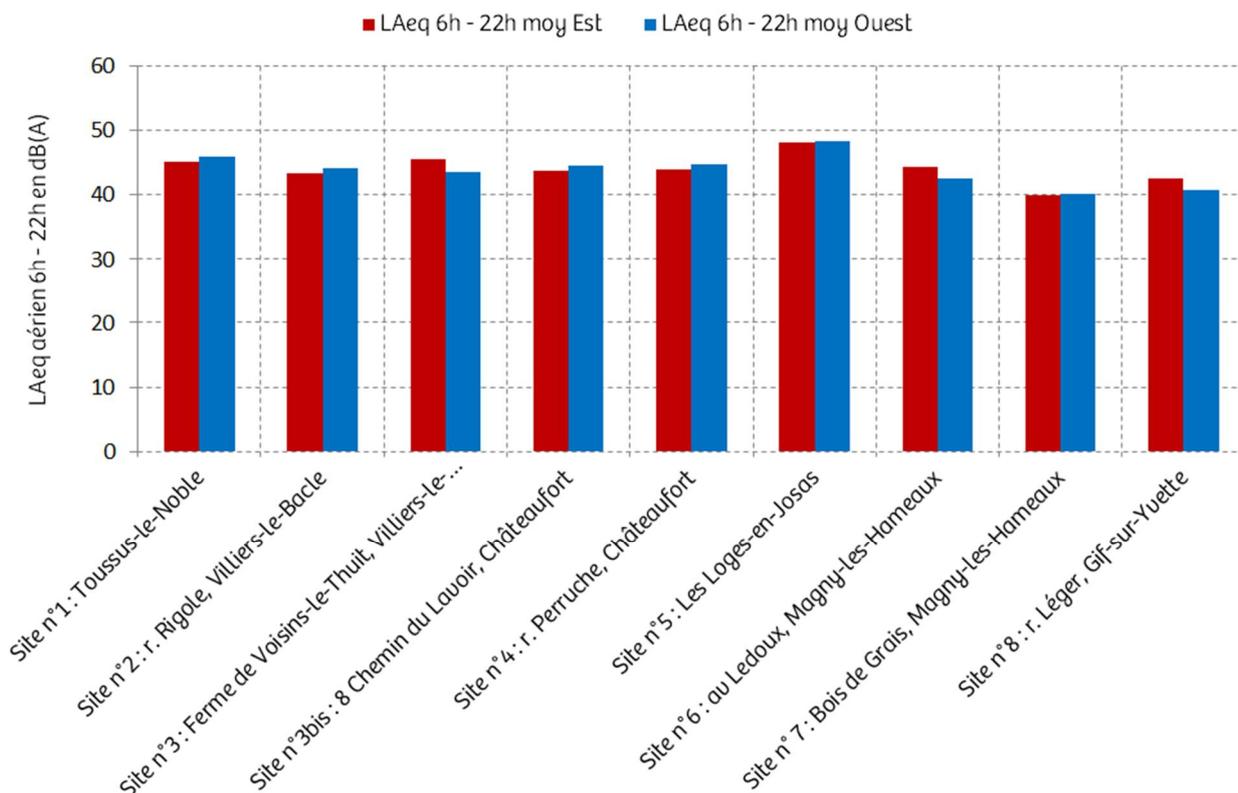


Figure 2.12 : Comparaison des niveaux de bruit moyens (LAeq partiel aérien, 6h-22h) associés aux événements aériens selon la configuration de vol face à l'est ou face à l'ouest.

Représentativité des indicateurs

Les analyses préalables effectuées permettent donc de considérer que les résultats des indicateurs produits sur les différents sites peuvent être comparés directement sans avoir à procéder à des redressements des valeurs.

Les résultats présentés dans la partie 3 sont donc représentatifs de la situation sonore à laquelle sont exposés les riverains de l'aérodrome de Toussus-le-Noble lors des périodes de l'année où le trafic est le plus fort (le printemps étant une période propice à l'activité aéronautique de loisirs) et où ils sont également davantage présents à l'extérieur de leur habitation (terrasse, jardin...) et donc plus sensibles aux nuisances sonores des aéronefs.

Il est important de noter que les indicateurs produits dans ce rapport sont par conséquent supérieurs à ceux qui auraient été produits sur la base d'une année complète d'observation.

2.6.2.7. Synthèse

De nombreuses étapes de validation des données ont été nécessaires afin de produire des résultats fiables. Nous en proposons ci-après un résumé.

- a. Les taux de disponibilité des données dépassent 99,8% pour chacun des sites étudiés à l'exception du site n°3bis. Ces résultats permettent une analyse statistique des résultats non biaisée par un éventuel manque de données pouvant conduire à une estimation approximative des indicateurs acoustiques de type énergétique et/ou événementiel.
- b. Concernant les données de trafic aérien, la base de données de survols est suffisamment riche en nombre de survols pour permettre une analyse statistique des résultats.
- c. L'intégralité des événements ayant émergé significativement du bruit de fond a été expertisée et validée par une réécoute *a posteriori* en laboratoire des enregistrements audionumériques.
- d. Les informations en matière de perturbation de l'environnement sonore récoltées par nos correspondants sur les sites ont été prises en compte.
- e. Les périodes théoriques où les conditions météorologiques auraient pu potentiellement perturber les mesures sont restées relativement minoritaires. L'analyse comparative des résultats avec et sans prise en compte des conditions météorologiques met en évidence des écarts extrêmement réduits sur les valeurs moyennes des indicateurs étudiés. Aussi, les résultats présentés dans la suite du rapport s'affranchissent des conditions météorologiques ; ces résultats restent toutefois accessibles en annexe C de ce document.
- f. Compte tenu de la relative stabilité du trafic aérien entre les trois périodes de mesure et de la faible influence de la configuration de vol sur les indicateurs acoustiques produits, les résultats des mesures entre les différents sites peuvent être raisonnablement comparés, sans nécessiter un recours à des méthodes de redressement.

3. Résultats

Cette partie présente les résultats des indicateurs obtenus pour les différents sites à travers une analyse comparative. Le §3.1 propose un rappel quant au mode de représentation des résultats sous forme de « boîtes à moustaches » de Tukey. Cette forme de représentation a été retenue pour les comparaisons entre sites. Les §3.2 et §3.3 présentent ensuite respectivement les résultats concernant les indicateurs énergétiques et événementiels. Les §3.4 et §3.5 proposent des analyses particulières, permettant d'identifier et d'étudier certaines typologies spécifiques de sites.

L'ensemble des indicateurs énergétiques et événementiels ont été produits pour les 3 périodes de la journée 6h-18h (jour), 18h-22h (soirée) et 22h-6h (nuit) ainsi que sur la totalité de la journée (22h-22h¹⁴). Compte tenu de la spécificité des conditions de fonctionnement de l'aérodrome et des activités des riverains en fonction des jours et heures de la semaine, les résultats ont également été déclinés au pas de temps horaire et une distinction a été apportée entre les types de jours : jours ouvrables, samedis et dimanches (cf. §3.6).

Les résultats détaillés pour chacun des 9 sites étudiés sont présentés sous forme de fiche individuelle par site en annexe A de ce document. Ces fiches intègrent :

- la description et la localisation du site de mesure ;
- les valeurs des indicateurs acoustiques énergétiques et événementiels agrégés sur l'intégralité de la période d'analyse ;
- les évolutions temporelles du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure ;
- les 3 journées pour lesquelles le trafic des avions a engendré le plus de bruit et les 3 journées pour lesquelles le trafic des avions a engendré le moins de bruit ;
- les cycles journaliers moyens au pas de temps horaire représentatifs de tous les jours confondus, des jours ouvrables, des samedis, des dimanches et jours fériés ;
- l'évolution quotidienne des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien ;
- les distributions statistiques des niveaux de pointe L_{Amax,1s}, des émergences événementielles et des niveaux SEL pour chacun des sites.

¹⁴ La norme internationale ISO 20906 : Surveillance automatique du bruit des avions au voisinage des aéroports (décembre 2009) recommande que le récapitulatif quotidien des événements aériens démarre au début de la période nocturne définie par les réglementations locales (dans notre cas 22h).

Ces informations sont également directement consultables au sein de la plate-forme de diffusion des données du réseau RUMEUR (réseau de surveillance du bruit dans l'environnement de Bruitparif) accessible librement au public sur le site internet de Bruitparif (www.bruitparif.fr). La figure 3.1 propose un extrait de l'évolution temporelle du niveau sonore, sur une échelle temporelle permettant de visualiser aisément les pics de bruits associés au trafic des avions. Les pics marqués d'un point bleu correspondent aux événements acoustiques de type « avions » identifiés et validés par le Laboratoire de Mesures de Bruitparif.

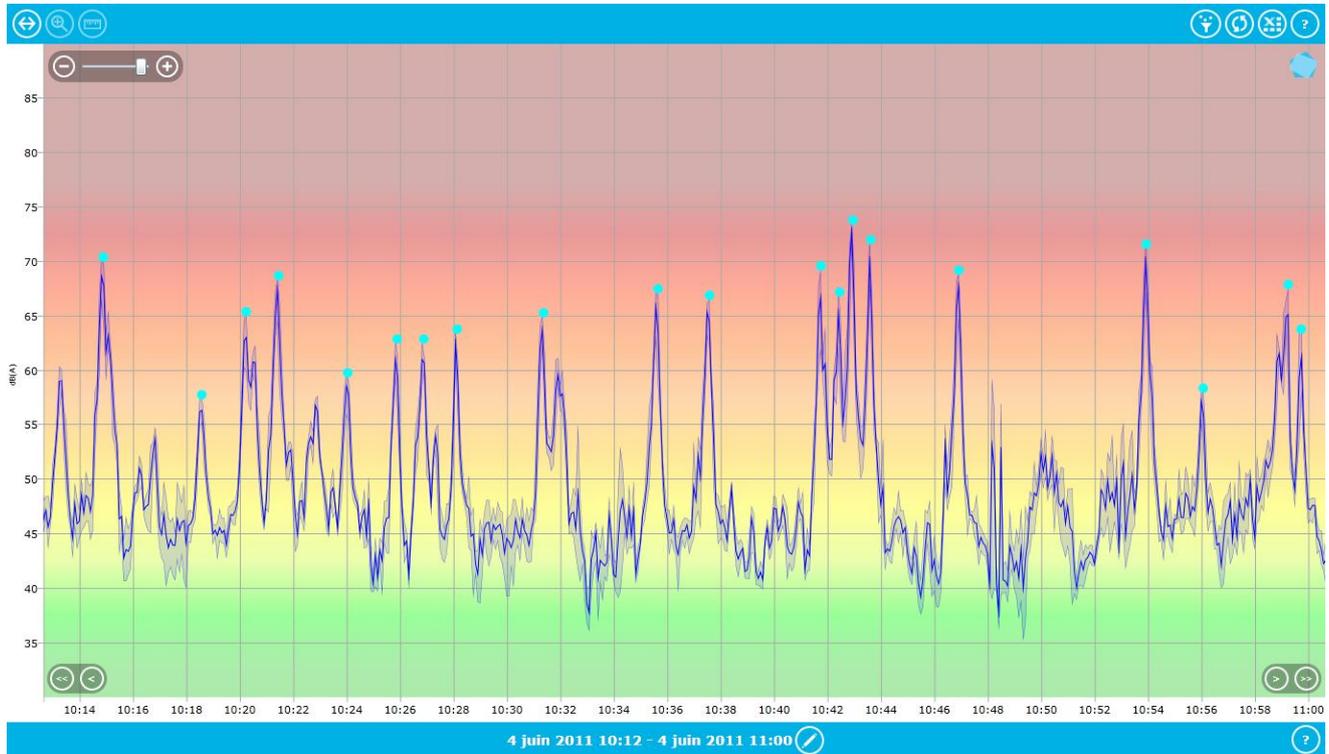


Figure 3.1 : Extrait de l'évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) sur le site n°3 - Ferme de Voisins-le-Thuit à Villers-le-Bâcle.

3.1.Représentation des résultats sous forme de « boîtes à moustaches »

La boîte à moustaches de Tukey constitue un moyen simple et rapide de visualiser le profil d'une série de données statistique quantitative. A titre illustratif, la figure 3.3 présente son application aux données journalières pour la série de 30 valeurs LAeq partiel aérien,6h-18h observée sur le site n°3 (cf. figure 3.2).

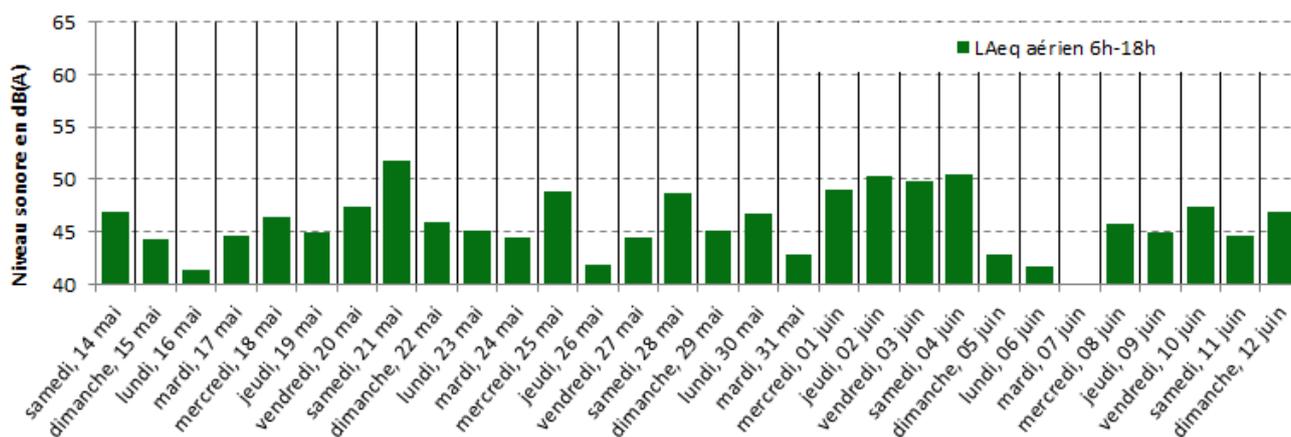


Figure 3.2 : Evolution quotidienne de l'indicateur LAeq partiel aérien lié au bruit du trafic aérien pour la période jour (6h-18h) ; site n°3 - Villiers-le-Bâcle - Ferme de Voisins-le-Thuit.

Les croix rouges « X » correspondent à la moyenne énergétique des valeurs LAeq partiel aérien,6h-18h. L'étendue des « boîtes à moustaches » est représentative de la dispersion des valeurs.

La croix rouge « + » correspond à une valeur statistiquement atypique (valeur du mardi 7 juin 2011).

Ce mode de représentation offre la possibilité de visualiser simultanément les résultats des 9 sites étudiés.

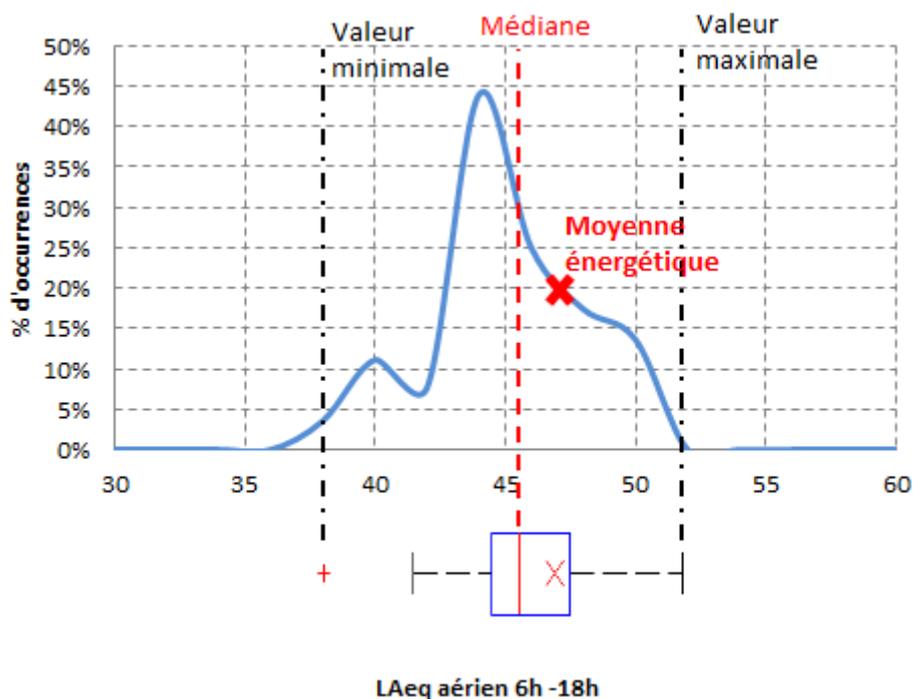


Figure 3.3 : Distribution statistique de l'indicateur LAeq partiel aérien,6h-18h ; graphique du bas : représentation sous forme de boîte à moustache de Tukey ; site n°3 - Villiers-le-Bâcle - Ferme de Voisins-le-Thuit.

3.2. Résultats concernant les indicateurs énergétiques

Ce chapitre est consacré à la présentation des résultats concernant les indicateurs énergétiques :

- LAeq particulier aérien et durée d'apparition (cf. §3.2.1) ;
- LAeq partiel aérien (cf. §3.2.2) ;
- Lden (cf. §3.2.3) ;
- LAeq global diurne et nocturne (cf. §3.2.4).

3.2.1. Comparaison des sites selon les niveaux sonores particuliers aériens et les durées d'apparition du bruit du trafic aérien

Les figures 3.4 et 3.5 présentent respectivement les résultats pour les indicateurs :

- LAeq particulier aérien journalier,
- Durée d'apparition cumulée journalière du bruit aérien.

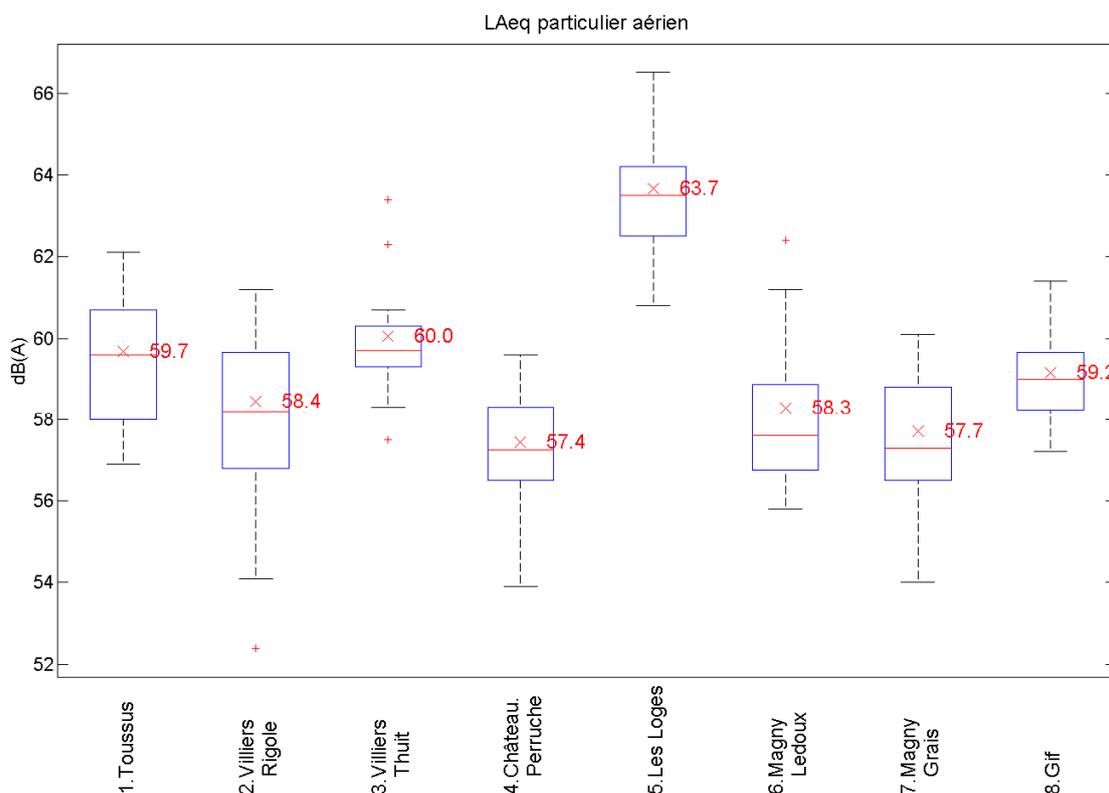


Figure 3.4 : Distribution des niveaux sonores LAeq particulier aérien journaliers pour les différents sites.

La moyenne des niveaux sonores particuliers liés aux aéronefs est comprise entre 57,4 dB(A) et 63,7 dB(A) selon les sites, soit dans un rapport allant de 1 à 4 (pour mémoire, 3 dB(A) d'écart correspondant à un doublement de la puissance acoustique).

Pour un même site, les valeurs peuvent varier de manière importante selon les jours (+/- 3 dB(A) par rapport à la valeur moyenne). Ce phénomène est observé sur tous les sites, à l'exception peut-être du site n°3 (Villiers-le-Bâcle, Ferme de Voisins-le-Thuit) qui présente des valeurs journalières plus resserrées.

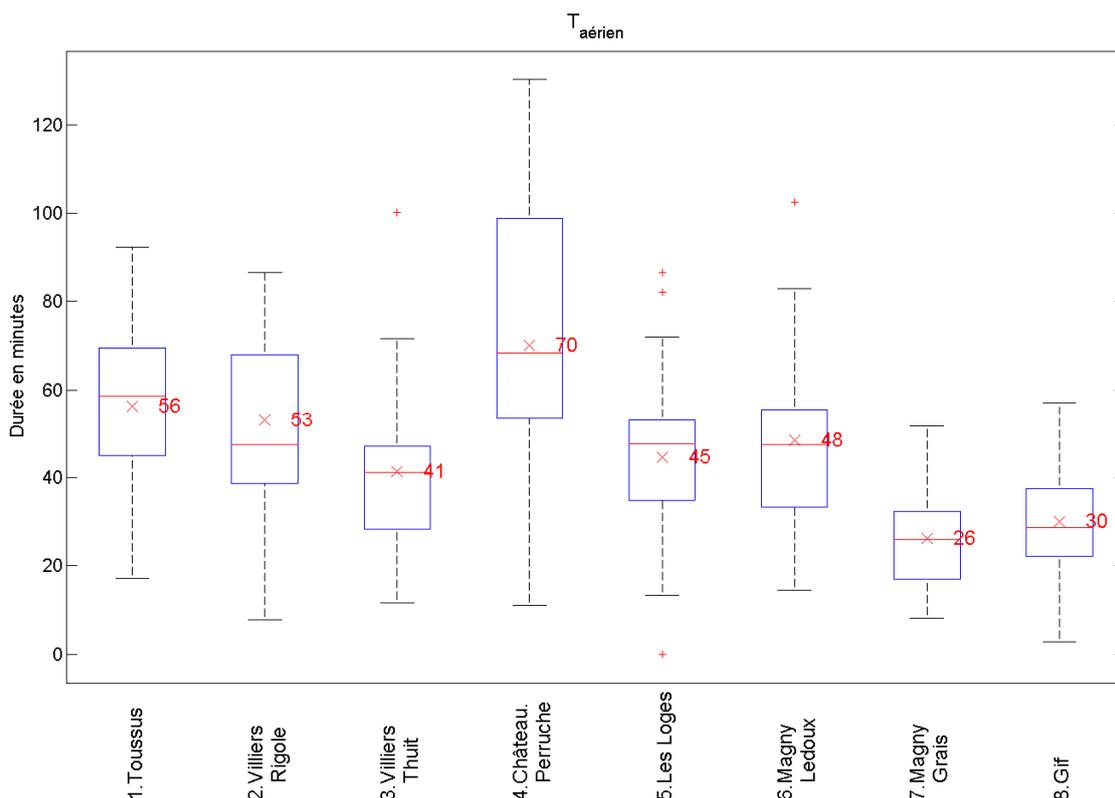


Figure 3.5 : Distribution des durées cumulées $T_{aérien}$ journalières d'apparition des événements sonores dus aux survols des avions pour les différents sites.

La durée moyenne d'exposition au bruit des avions varie entre 26 minutes et 70 minutes par jour en moyenne selon les sites, soit dans un rapport allant de 1 à 3.

Des variations importantes des durées quotidiennes d'apparition du bruit des avions peuvent être constatées selon les jours. Ainsi sur le site n°4 de Châteaufort, rue de la Perruche, cette durée peut atteindre plus de deux heures certains jours.

La figure 3.6 propose une comparaison des valeurs moyennes des niveaux sonores particuliers (L_{Aeq} particulier aérien) journaliers obtenues pour chacun des sites étudiés¹⁵ ainsi que des durées cumulées T_{aérien} moyennes d'apparition des événements sonores dus aux survols des aéronefs. Les axes des abscisses et des ordonnées indiquent respectivement les valeurs moyennes de L_{Aeq} particulier aérien et de T_{aérien}. Les sites les plus impactés par le bruit du trafic aéronefs combinent à la fois un niveau sonore particulier important et une durée d'exposition importante.

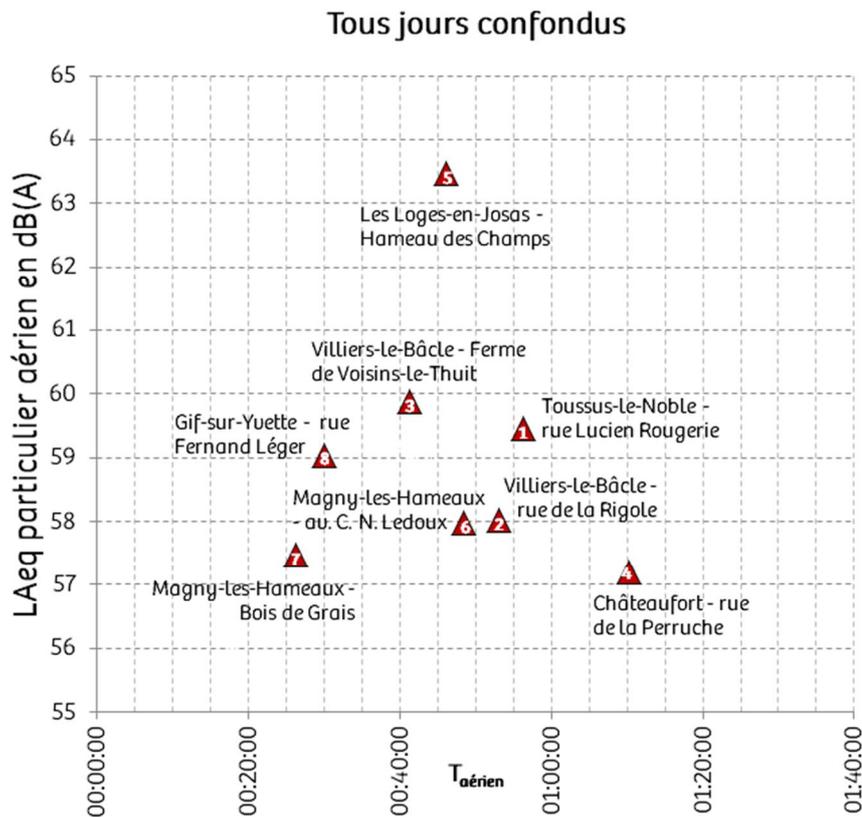


Figure 3.6 : Moyennes des niveaux sonores L_{Aeq} particulier aérien ; Moyennes des durées cumulées T_{aérien} journalières d'apparition des événements sonores dus aux survols des aéronefs.

Les résultats obtenus montrent une grande diversité de situations en termes d'exposition au bruit selon les sites, certains étant impactés sur des durées plus longues mais avec des niveaux moins forts, d'autres avec des niveaux plus forts mais sur des durées plus courtes.

Le site n°5 (Les Loges-en-Josas - hameau des Champs) présente le niveau sonore particulier le plus important (63,7 dB(A)) avec une durée moyenne quotidienne de présence du bruit aérien d'environ 45 minutes, ce qui en fait le site le plus impacté par le bruit des aéronefs.

Le site n°1 (Toussus-le-Noble - rue Lucien Rougerie) présente une durée moyenne d'apparition du bruit des aéronefs de l'ordre de 56 minutes avec des niveaux de bruit moyens autour de 59,7 dB(A).

Les sites n°2 (Villiers-le-Bâcle - rue de la Rigole) et n°6 (Magny-les-Hameaux – avenue Claude Nicolas Ledoux) présentent des caractéristiques assez similaires en termes d'exposition au bruit : durée d'apparition cumulée du bruit des aéronefs autour de 50 minutes par jour en moyenne et niveau moyen autour de 58 dB(A).

¹⁵ L'absence de données en période nocturne (en particulier ici la période 22h-24h) ne permet pas de fournir une estimation de l'émergence globale pour le site n°3bis.

Le site n°4 (Châteaufort – rue de la Perruche) présente la durée d'apparition du bruit des aéronefs la plus importante (en moyenne 1h10), mais avec un niveau sonore particulier parmi les plus faibles (57,4 dB(A)) de tous les sites documentés.

Le site n°3 (Villiers-le-Bâcle – Ferme de Voisins-le-Thuit) présente un niveau sonore moyen de 60 dB(A) en présence de trafic aéronefs avec une durée cumulée d'apparition de 41 minutes par jour en moyenne.

Le site n°7 (Magny-les-Hameaux, allée du bois de Grais) situé au sud de l'aérodrome et, dans une moindre mesure, le site n°8 (Gif-sur-Yvette, rue Fernand Léger) sont caractérisés par les durées d'exposition les plus faibles (26 et 30 minutes en moyenne par jour de présence de bruit des aéronefs) et des niveaux sonores particuliers relativement faibles aussi (57,7 et 59,2 dB(A)).

3.2.2. Comparaison des sites en fonction des niveaux LAeq partiels aériens

Les indicateurs LAeq partiels aériens permettent de tenir compte des deux informations précédentes (niveau de bruit en présence de la source aérienne et temps d'apparition de la source) et de hiérarchiser ainsi l'impact sonore du trafic aéronefs entre les différents sites.

Les figures 3.7 à 3.9 présentent respectivement les résultats pour les indicateurs :

- LAeq partiel aérien, 6h-18h,
- LAeq partiel aérien, 18h-22h,
- LAeq partiel aérien, 22h-22h.

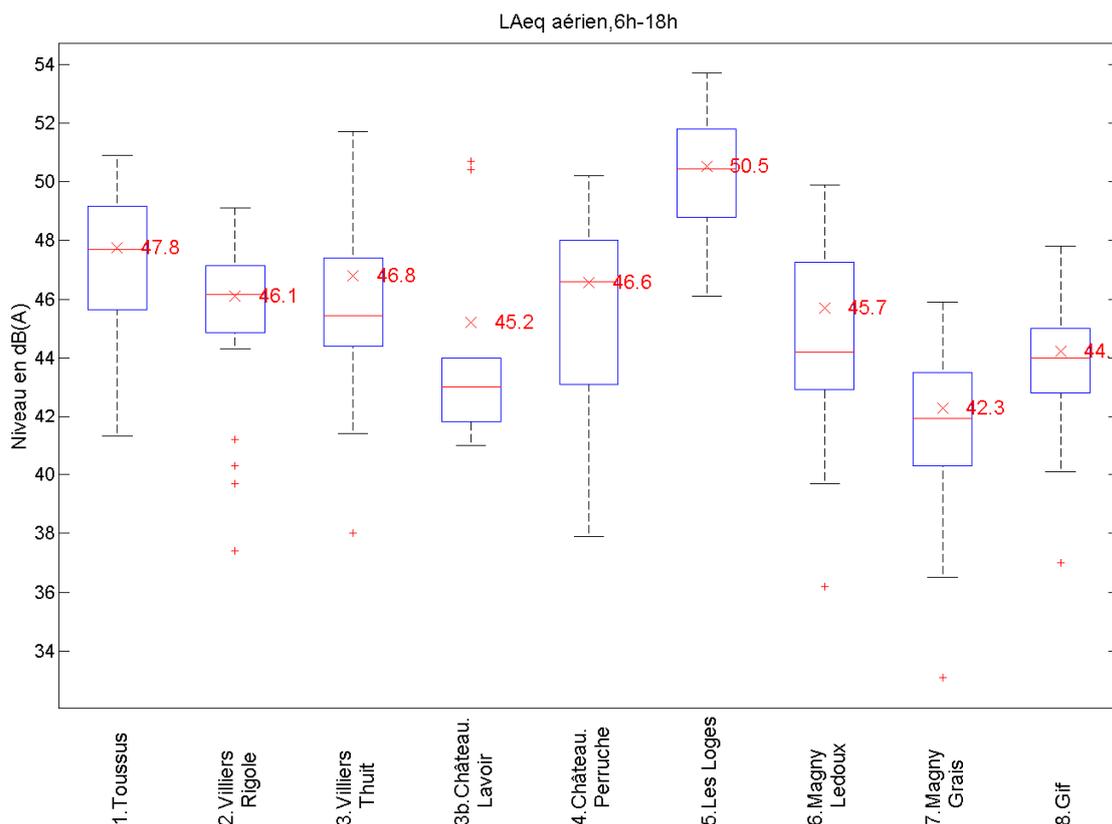


Figure 3.7 : Distribution statistique des valeurs journalières du LAeq partiel aérien - Période 6h-18h.

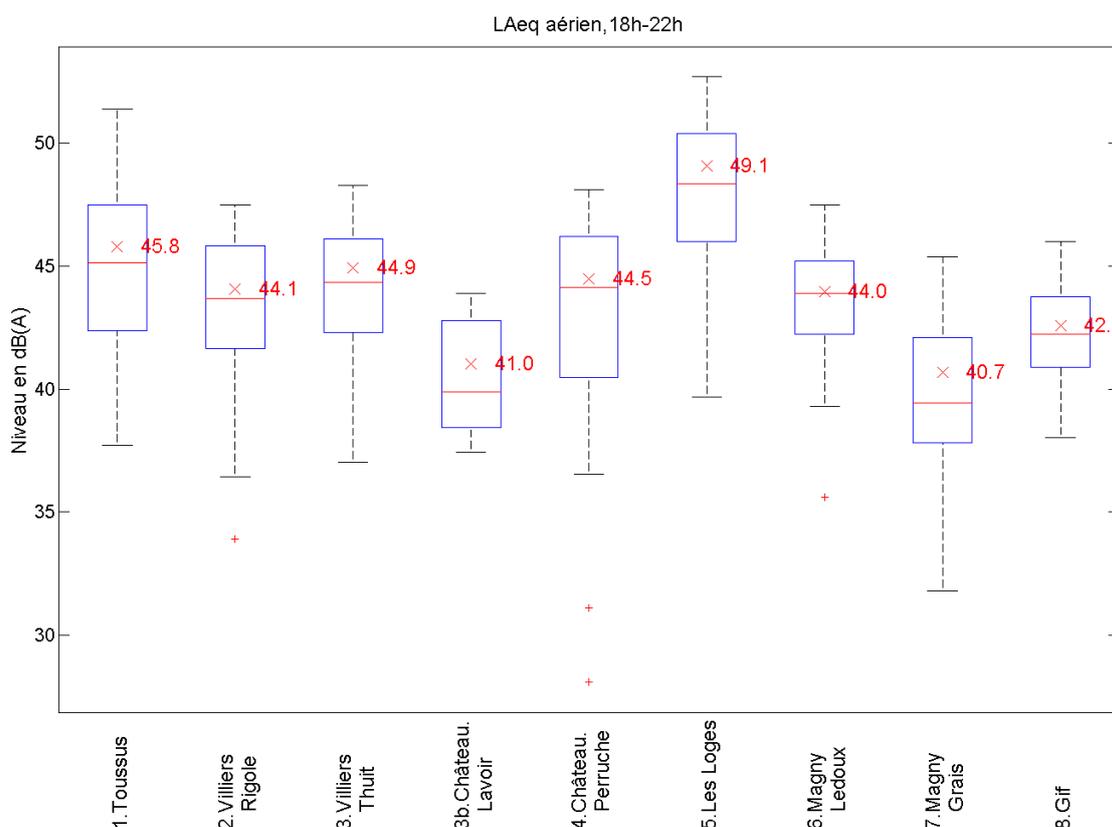


Figure 3.8 : Distribution statistique des valeurs journalières du LAeq partiel aérien - Période 18h-22h.

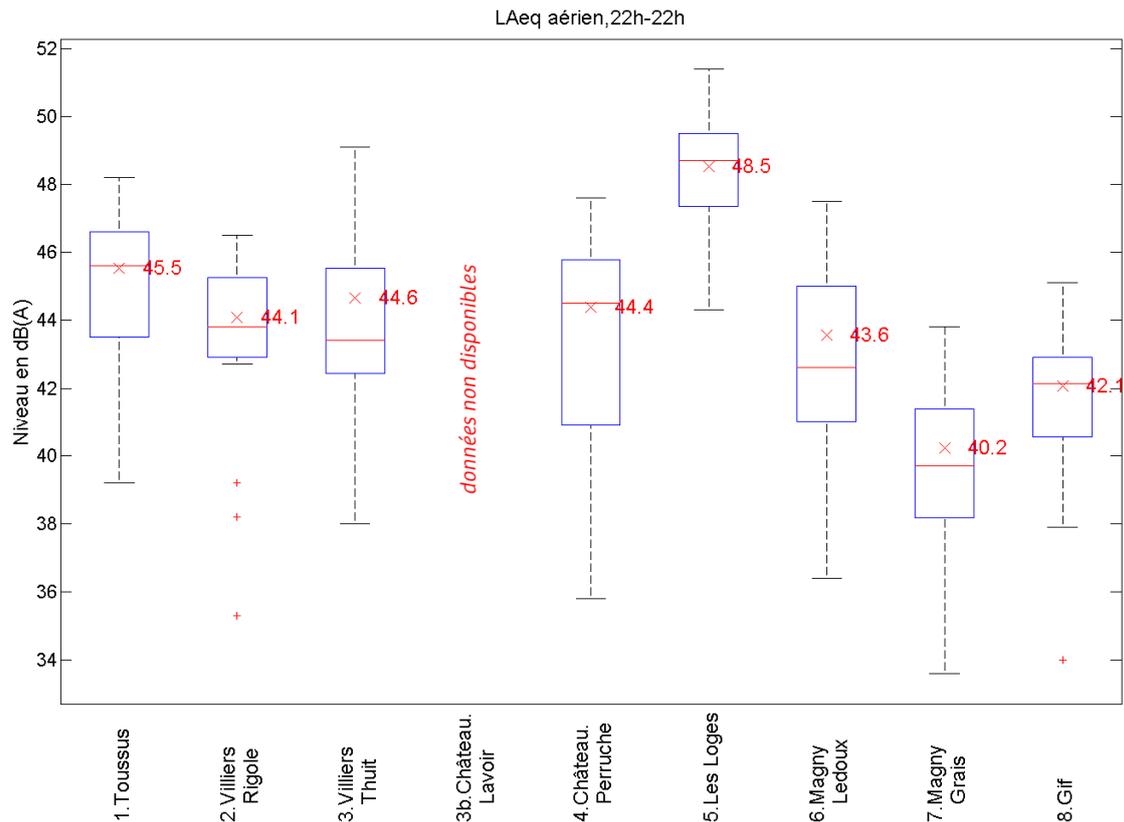


Figure 3.9 : Distribution statistique des valeurs journalières du LAeq partiel aérien - Période 22h-22h.

L'analyse des résultats de la figure 3.9 permet de classer les sites par ordre décroissant d'impact sonore du trafic des avions :

- le site le plus impacté semble ainsi être le site n°5 (Les Loges-en-Josas, hameau des Champs) qui présente des valeurs de l'indicateur LAeq partiel aérien journalier plus élevées que les autres sites (en moyenne autour de 48,5 dB(A)) ;
- vient ensuite le site n°1 (Toussus-le-Noble, rue Lucien Rougerie) avec des valeurs autour de 45,5 dB(A) en moyenne pour l'indicateur LAeq partiel aérien journalier ;
- viennent ensuite quatre sites qui présentent des valeurs moyennes en LAeq partiel aérien assez proches : le site n°3 (Villiers-le-Bâcle, ferme de Voisins-le-Thuit) avec une valeur moyenne de 44,6 dB(A), le site n°4 (Châteaufort, rue de la Perruche) avec une valeur moyenne de 44,4 dB(A), le site n°2 (Villiers-le-Bâcle, rue de la rigole) avec une valeur moyenne de 44,1 dB(A) et le site n°6 (Magny-les-Hameaux, av. Claude Nicolas Ledoux) avec une valeur moyenne de 43,6 dB(A) ;
- le site n°8 (Gif-sur-Yvette, rue Ferdinand Léger) et surtout le site n°7 (Magny-les-Hameaux, allée du bois de Grais) présentent des valeurs de l'indicateur LAeq partiel aérien journalier les moins élevées (respectivement 42,1 dB(A) et 40,2 dB(A)).

3.2.3. Comparaison des sites en fonction de l'indicateur Lden

Le tableau 3.1 synthétise les résultats des estimations de l'indicateur Lden sur les périodes d'analyses associées à chacun des sites étudiés. La figure 3.10 propose une visualisation hiérarchisée des résultats obtenus.

Précisons que l'indicateur Lden doit être normalement évalué pour une situation dite de long terme, c'est-à-dire qui soit au minimum représentative d'une situation moyenne annuelle. Les résultats diffusés ici ne fournissent qu'une estimation basée sur une période de mesure d'environ 1 mois. L'estimation ayant été effectuée sur une période où le trafic aérien est supérieur à la moyenne annuelle (printemps), les estimations produites tendent à surestimer les valeurs de l'indicateur Lden.

N° site	Adresse	Commune	Journée de début	Journée de fin	Nombre de jours	Estimation de l'indicateur Lden et contribution au bruit global		
						Lden aérien en dB(A)	Lden global en dB(A) (toutes sources)	Contribution du bruit des aéronefs au bruit global
1	9, rue Lucien Rougerie	Toussus-le-Noble	7 avril 2011	11 mai 2011	35	47,3	55,3	16%
2	1, rue de la Rigole	Villiers-le-Bâcle	13 avril 2011	11 mai 2011	29	45,5	53,4	16%
3	Ferme de Voisins-le-Thuit		14 mai 2011	12 juin 2011	30	46,2	53,5	18%
3 bis	8, Chemin du Lavoir	Châteaufort	21 mai 2011	3 juin 2011	14	¹⁶		
4	61, rue de la Perruche		19 mai 2011	19 juin 2011	32	45,9	54,8	13%
5	26, Hameau des Champs	Les Loges-en-Josas	12 avril 2011	11 mai 2011	30	50,1	53,7	43%
6	31, av. C. Nicolas Ledoux	Magny-les-Hameaux	14 mai 2011	13 juin 2011	31	45,2	52,4	19%
7	11, allée du Bois de Grais		31 mai 2011	29 juin 2011	30	41,7	53,8	6%
8	12, rue Fernand Léger	Gif-sur-Yvette	13 avril 2011	11 mai 2011	29	43,5	52,3	13%

Tableau 3.1 : Estimation de l'indicateur Lden.

¹⁶ L'absence de données en période nocturne ne permet pas de fournir une estimation de l'indicateur Lden pour le site n°3bis.

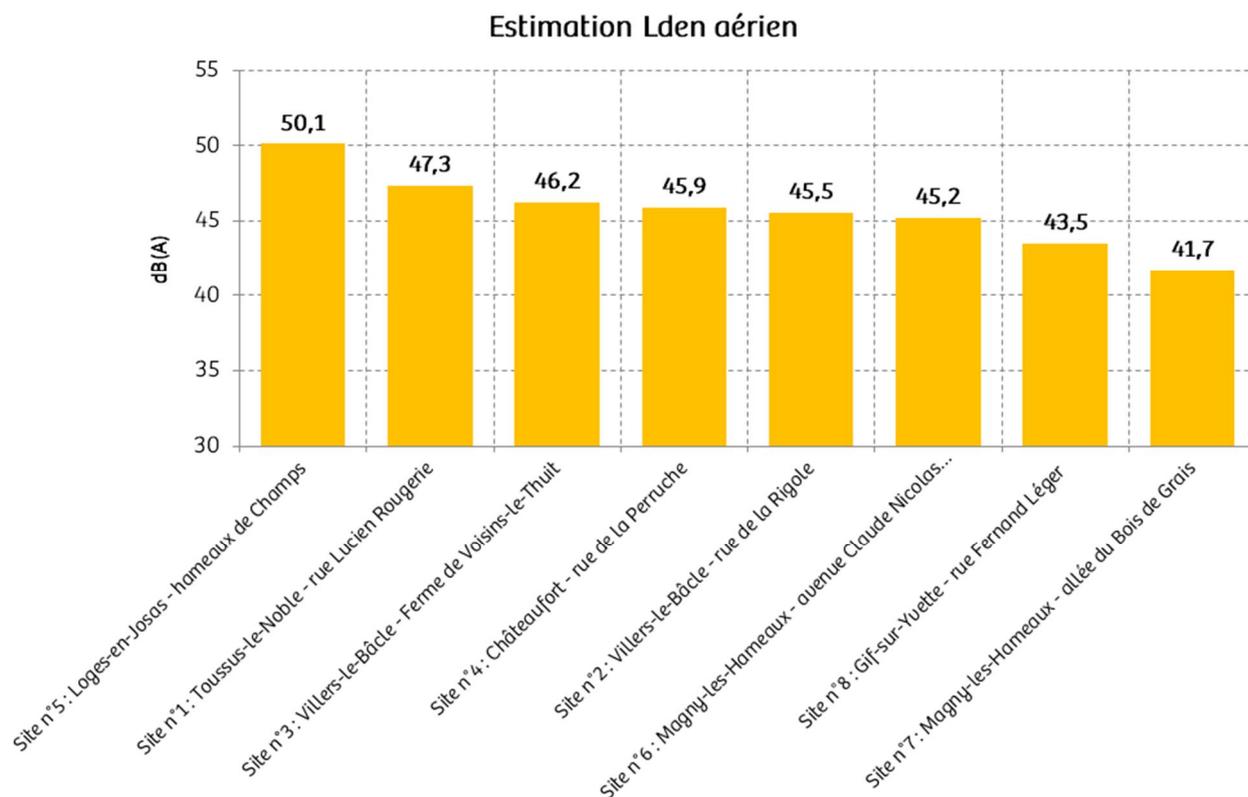


Figure 3.10 : Estimation de l'indicateur Lden associé au trafic aérien.

Ce graphique montre qu'**aucun site ne dépasse le seuil réglementaire de 55 dB(A) pour l'indicateur Lden associé au bruit du trafic aérien**. Les valeurs estimées pour l'indicateur Lden lié au trafic aérien corroborent par ailleurs la hiérarchisation des sites faites au §3.2.2 à partir de l'indicateur LAeq partiel aérien.

3.2.4. Comparaison des sites en fonction des indicateurs LAeq 6-22h et LAeq 22-6h

Les indicateurs LAeq,6-22h et LAeq,22-6h en tenant compte de l'ensemble des sources de bruit en présence permettent de documenter l'environnement sonore global en période diurne et nocturne et de les comparer aux objectifs de qualité de l'OMS.

Ainsi en période diurne, les résultats obtenus en LAeq,6-22h (cf. figure 3.11) se situent entre les valeurs guides de l'OMS de 50 et 55 dB(A) qui sont considérées comme provoquant une gêne modérée respectivement sérieuse.

Les niveaux mesurés la nuit (LAeq,22-6h) (cf. figure 3.12) se situent quant à eux tous au-dessus de l'objectif de qualité de 30 dB(A) recommandé par l'OMS à terme et entre les valeurs cibles intermédiaires de 55 dB(A) et de 40 dB(A).

Cette constatation traduit le fait qu'hormis le bruit du trafic aérien, peu d'autres sources de bruit importantes sont présentes autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble, notamment le bruit des transports terrestres, les bruits d'origine industrielle ou d'activités humaines bruyantes.

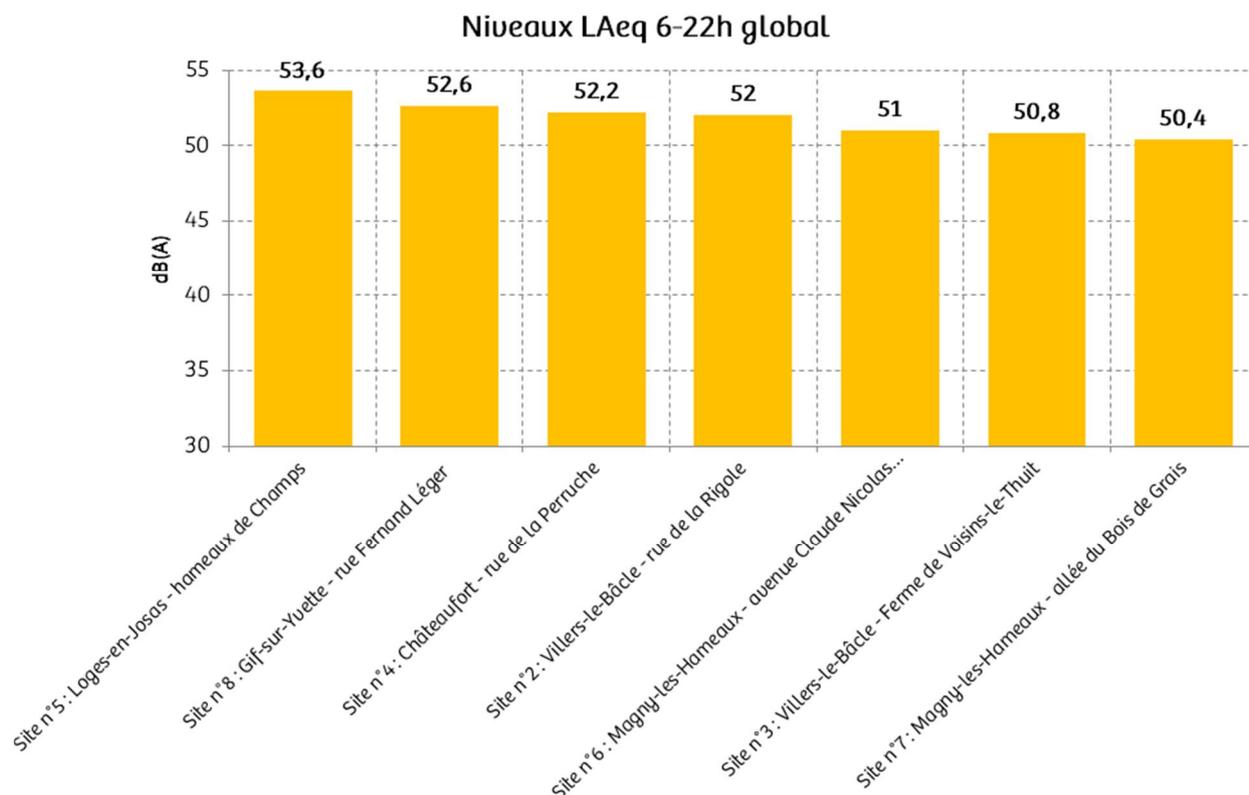


Figure 3.11 : Niveaux diurnes LAeq, 6-22h global (toutes sources confondues) pour les différents sites

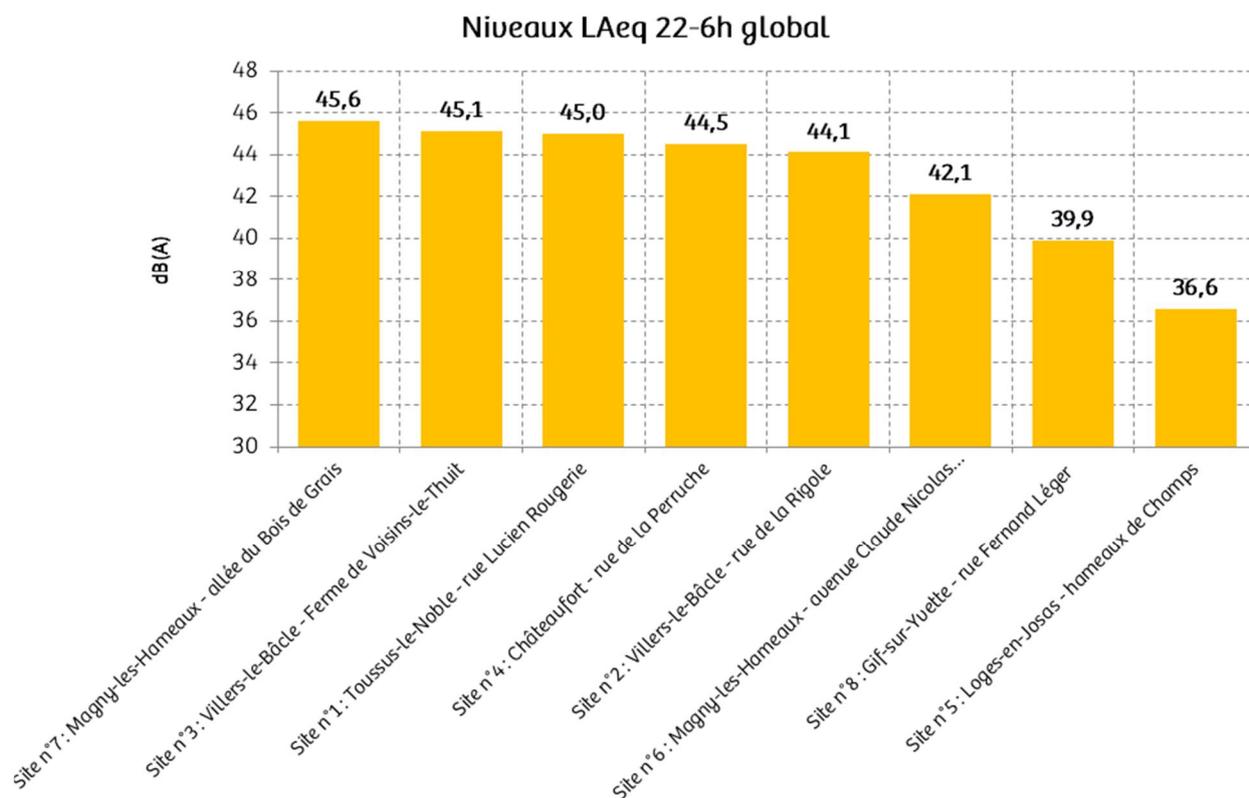


Figure 3.12 : Niveaux nocturnes LAeq, 22-6h global (toutes sources confondues) pour les différents sites

3.3. Résultats concernant les indicateurs événementiels

Ce chapitre est consacré à la présentation des résultats des indicateurs acoustiques événementiels L_{Amax} , N (Nombre d'événements acoustiques dûs au trafic aérien), NA_{62} et NA_{65} .

3.3.1. Comparaison des sites en fonction des L_{Amax}

A titre illustratif, la figure 3.13 présente la distribution statistique des niveaux de pointe $L_{Amax,1s}$ associés aux aéronefs pour l'ensemble de la période d'analyse sur le site n°3 (Villiers-le-Bâcle, Ferme de Voisins-le-Thuit). Les résultats pour l'ensemble des sites étudiés sont fournis en annexe A de ce document.

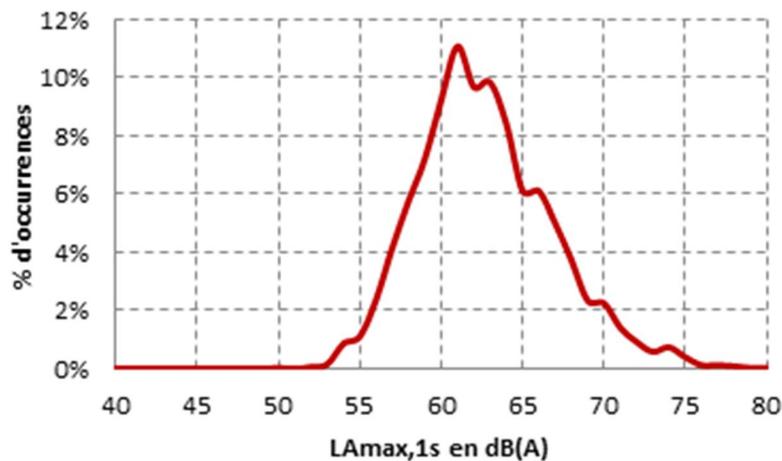


Figure 3.13 : Distribution statistique des valeurs $L_{Amax,1s}$ sur le site n°3

La figure 3.14 propose une comparaison de ces distributions statistiques pour les 9 sites étudiés.

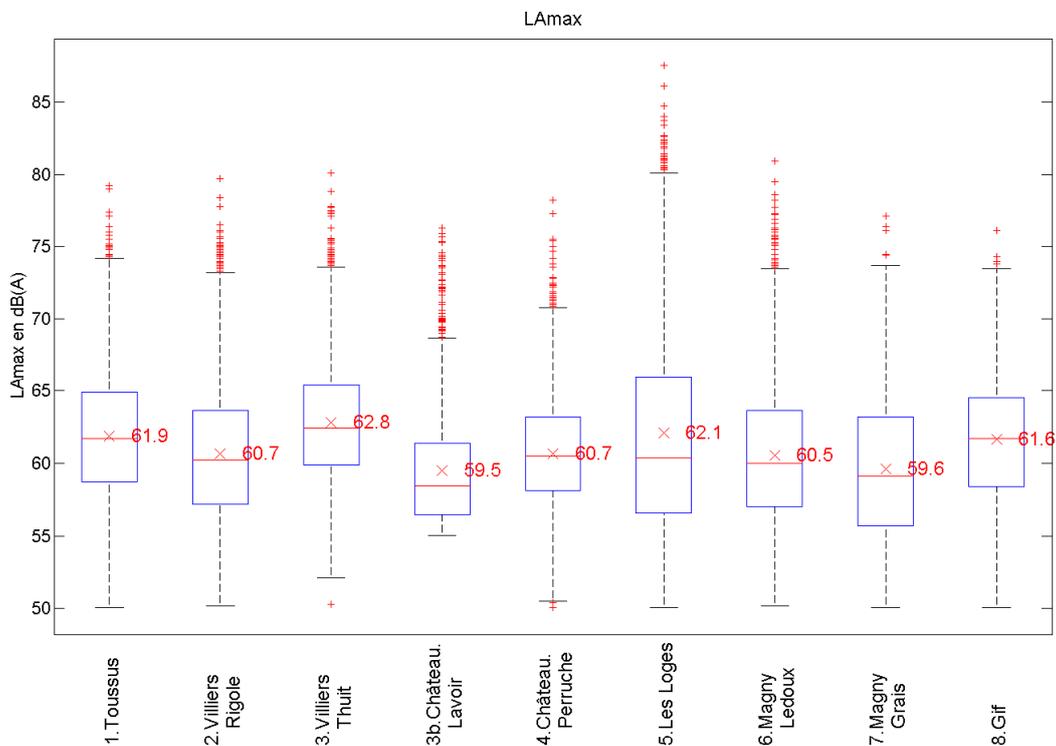


Figure 3.14 : Distribution statistique des niveaux L_{Amax} pour chacun des sites.

Les valeurs moyennes des niveaux L_{Amax} sont comprises entre 59 et 63 dB(A) pour l'ensemble des sites. On constate néanmoins des différences dans la distribution des niveaux L_{Amax} selon les sites.

Ainsi, le site n°3 (Villiers-le-Bâcle, Ferme de Voisins-le--Thuit) se distingue en ayant la moyenne et la médiane les plus élevées, ce qui s'explique par le fait que ce site est situé directement sous les trajectoires des tours de piste. L'impact sonore des aéronefs sur ce site y est ainsi de l'ordre de 2 dB(A) supérieur par rapport au site n°2 (Villiers-le-Bâche, rue de la rigole).

Le site n°5 présente des valeurs en L_{Amax} qui peuvent être nettement plus élevées que sur les autres sites, certaines dépassant parfois 80 dB(A). Il s'agit des trajectoires associées à l'ILS (cf. §.3.5.1 - figures 3.28 à 3.30).

Le site n°1 (Toussus-le-Noble) présente également des niveaux L_{Amax} parmi les plus élevés en raison de sa proximité avec l'aérodrome.

Le site n°8 (Gif-sur-Yvette), bien que relativement éloigné de l'aérodrome, présente des niveaux L_{Amax} assez élevés en lien avec le fait que ce site est directement situé au droit des trajectoires.

3.3.2. Comparaison des sites en fonction de l'indicateur N

L'intégralité des évolutions quotidiennes de l'indicateur événementiel N (Nombre d'événements acoustiques identifiés générés par le trafic aérien) sur les différents sites est fournie en annexe A. Les figures 3.15 à 3.17 présentent respectivement les résultats des distributions de cet indicateur pour les périodes jour (6h-18h), soirée (18h-22h) et sur la totalité de la journée (22h-22h).

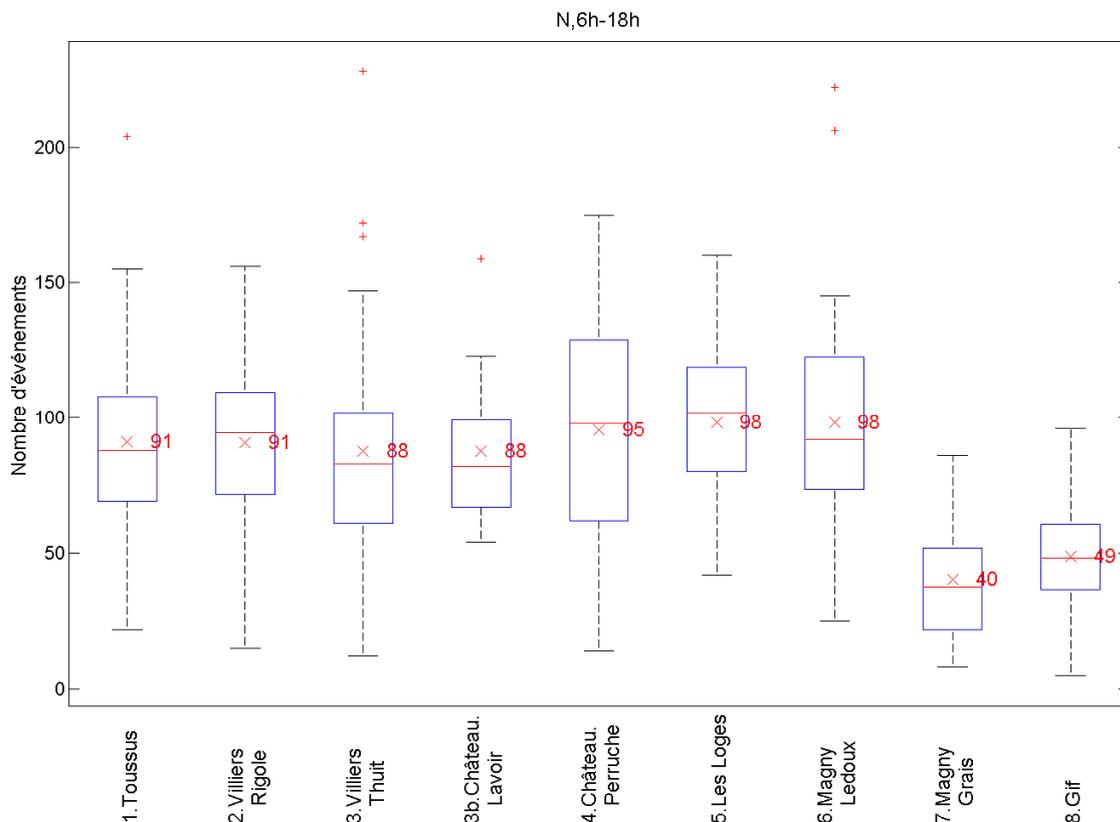


Figure 3.15 : Distribution statistique des valeurs journalières de l'indicateur N - Période 6h-18h.

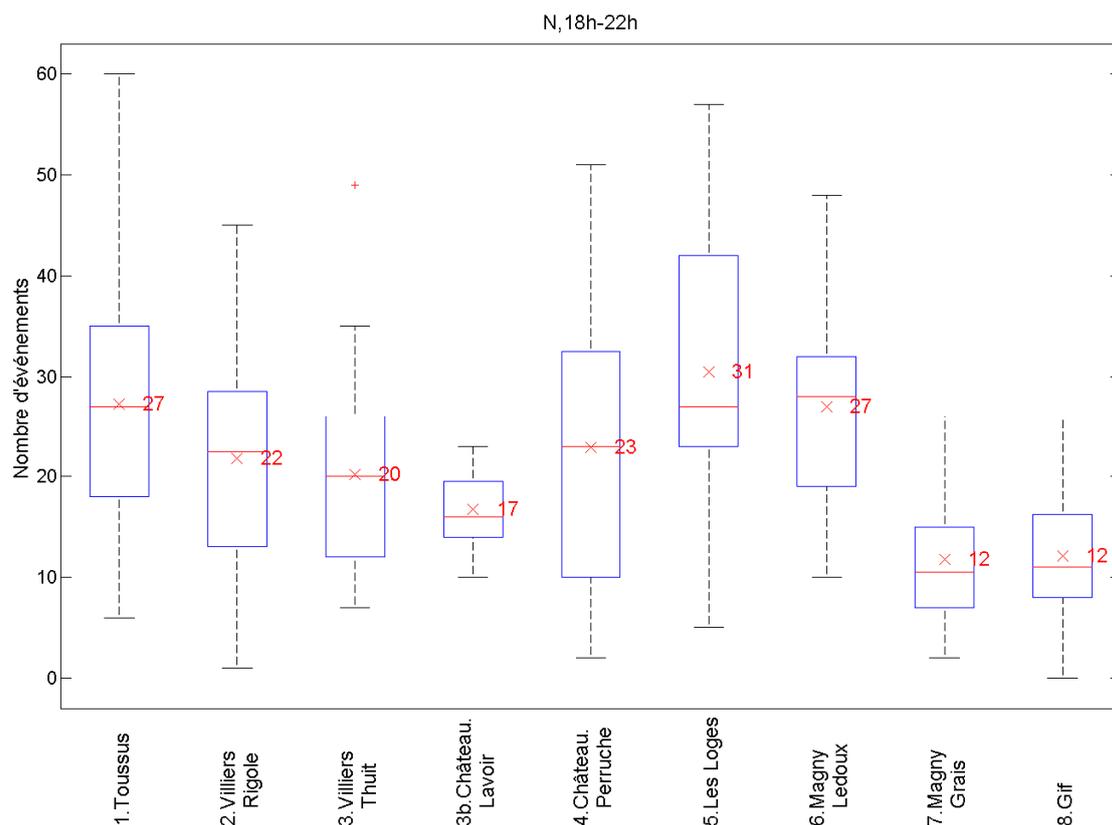


Figure 3.16 : Distribution statistique des valeurs journalières de l'indicateur N - Période 18h-22h.

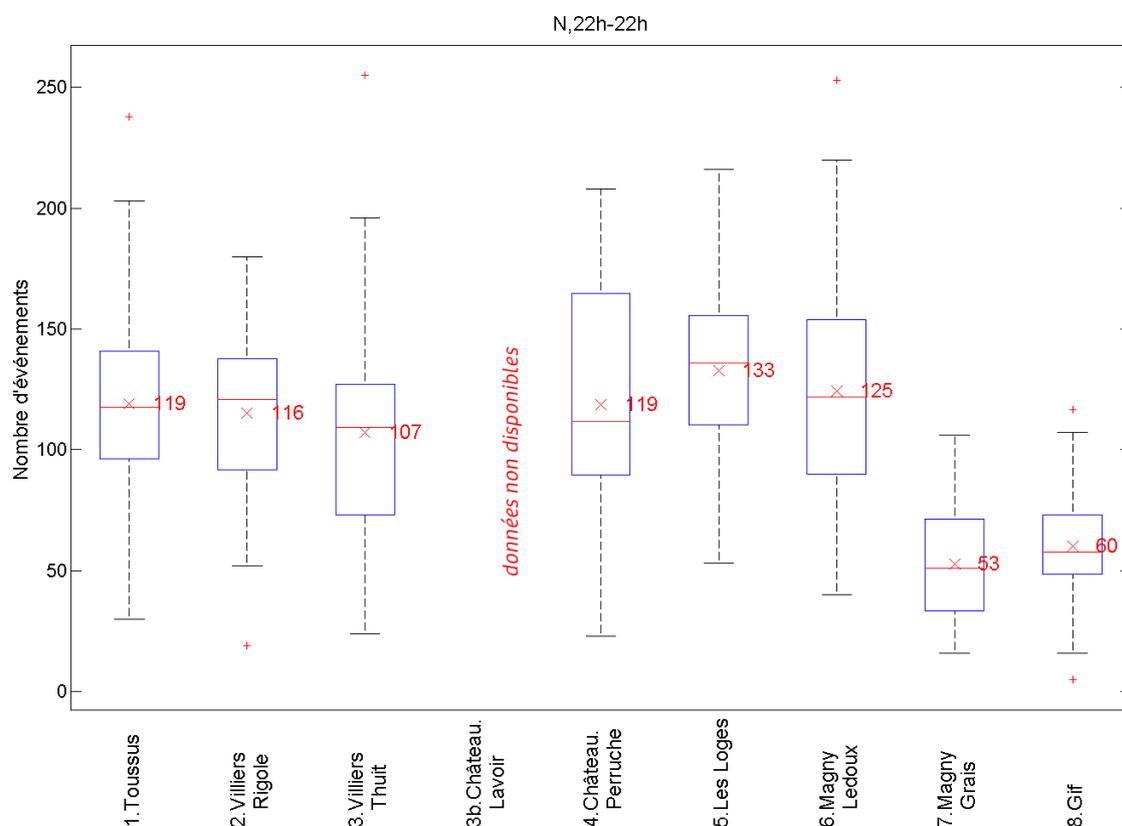


Figure 3.17 : Distribution statistique des valeurs journalières de l'indicateur N - Période 22h-22h.

Ces figures font apparaître deux groupes de sites :

- les sites n°1 à 6 qui présentent un nombre moyen d'événements acoustiques de type aéronefs par jour compris entre 107 et 133 avec certains jours des valeurs qui peuvent parfois dépasser 200 événements (cas des sites 1, 4, 5 et 6) ;
- les sites n°7 et 8 qui présentent des nombres moindres d'événements, ceux-ci étant en moyenne de 53 et 60 respectivement par jour et ne dépassant qu'occasionnellement le nombre de 100 événements.

3.3.3. Comparaison des sites en fonction de l'indicateur NA62

L'intégralité des évolutions quotidiennes de l'indicateur événementiel NA62 (Nombre d'événements acoustiques identifiés générés par le trafic aérien et dépassant 62 dB(A) en L_{max}) sur les différents sites est fournie en annexe A. Les figures 3.18 à 3.20 présentent respectivement les résultats des distributions de cet indicateur pour les périodes jour (6h-18h), soirée (18h-22h) et sur la totalité de la journée (22h-22h).

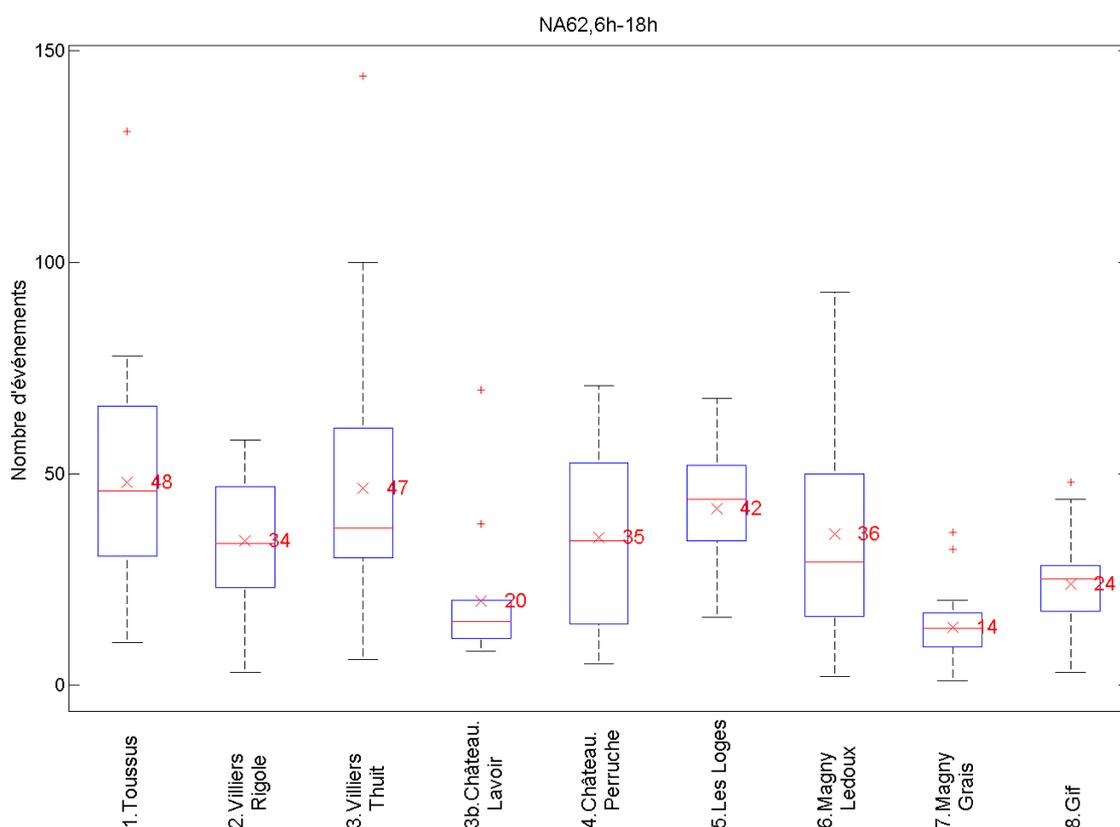


Figure 3.18 : Distribution statistique des valeurs journalières de l'indicateur NA62 - Période 6h-18h.

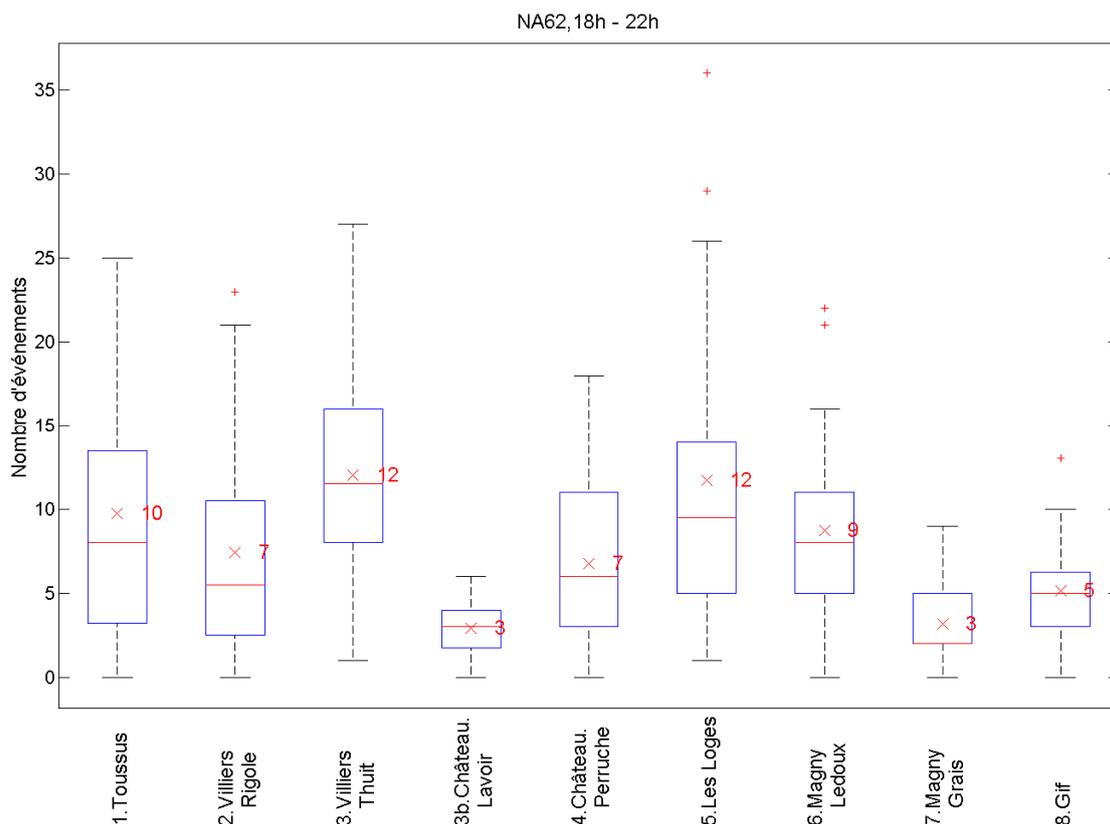


Figure 3.19 : Distribution statistique des valeurs journalières de l'indicateur NA62 - Période 18h-22h.

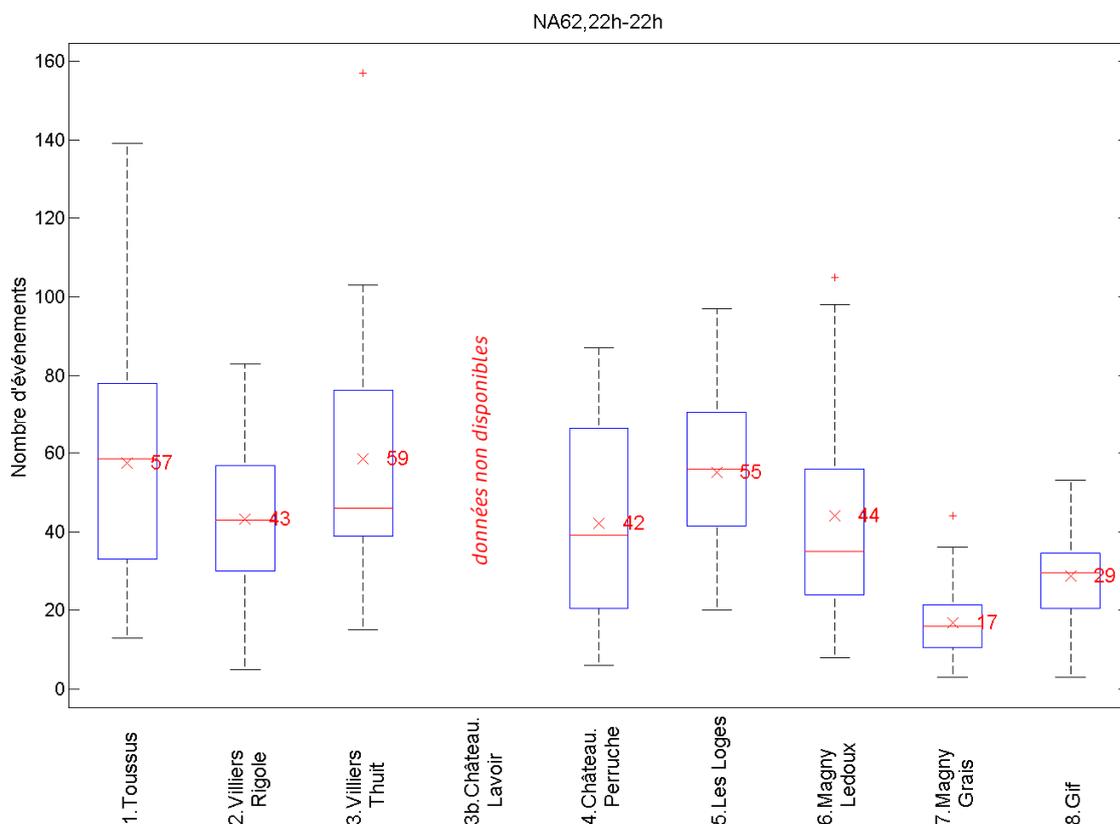


Figure 3.20: Distribution statistique des valeurs journalières de l'indicateur NA62 - Période 22h-22h.

Tout comme pour l'indicateur N, ces figures font apparaître deux groupes de sites :

- les sites n°1 à 6 qui présentent un nombre moyen par jour d'événements acoustiques de type aéronefs et dépassant 62 dB(A) en L_{Amax} compris entre 42 et 59 ;
- les sites n°7 et 8 qui présentent des nombres moindres d'événements, ceux-ci étant en moyenne de 17 et 29 respectivement par jour.

La valeur de référence de l'ACNUSA de 200 pour le NA62 n'est jamais dépassée, y compris pour les journées les plus impactées (cf. Annexe A).

Précisons toutefois que les valeurs de référence relatives au NA62 et au NA65 ont été élaborées pour la riveraineté des grandes plates-formes aeroportuaires afin d'étudier la possibilité de faire bénéficier d'aides à l'insonorisation les habitants de certaines communes ou parties de communes situées en dehors du Plan de Gêne Sonore (PGS) mais néanmoins fortement impactées par le bruit du trafic aérien.

Le tableau 3.2 synthétise les résultats obtenus pour les valeurs moyennes quotidiennes de l'indicateur NA62. La valeur maximale rencontrée au cours de la période d'étude est également précisée. La figure 3.21 propose une visualisation hiérarchisée de ces résultats.

N° site	Adresse	Commune	Journée de début	Journée de fin	Nombre de jours	Estimation de l'indicateur N62		
						NA62 moyen ¹⁷	NA62 max	
							Valeur	Date
1	9, rue Lucien Rougerie	Toussus-le-Noble	7 avril 2011	11 mai 2011	35	58	139	sam. 9 avril 2011
2	1, rue de la Rigole	Villiers-le-Bâcle	13 avril 2011	11 mai 2011	29	42	83	mer. 27 avril 2011
3	Ferme de Voisins-le-Thuit		14 mai 2011	12 juin 2011	30	59	157	samedi 21 mai 2011
3 bis	8, Chemin du Lavoir	Châteaufort	21 mai 2011	3 juin 2011	14	¹⁸		
4	61, rue de la Perruche		19 mai 2011	19 juin 2011	32	42	87	dim. 19 juin 2011
5	26, Hameau des Champs	Les Loges-en-Josas	12 avril 2011	11 mai 2011	30	54	97	ven. 6 mai 2011
6	31, av. C. Nicolas Ledoux	Magny-les-Hameaux	14 mai 2011	13 juin 2011	31	45	105	sam. 21 mai 2011
7	11, allée du Bois de Grais		31 mai 2011	29 juin 2011	30	17	44	dim. 26 juin 2011
8	12, rue Fernand Léger	Gif-sur-Yvette	13 avril 2011	11 mai 2011	29	29	53	sam. 7 mai 2011

Tableau 3.2 : Estimation des valeurs moyennes quotidiennes de l'indicateur NA62 et NA62 max.

¹⁷ Tous jours confondus.

¹⁸ L'absence de données en période nocturne ne permet pas de fournir une estimation de l'indicateur NA62 pour le site n°3bis.

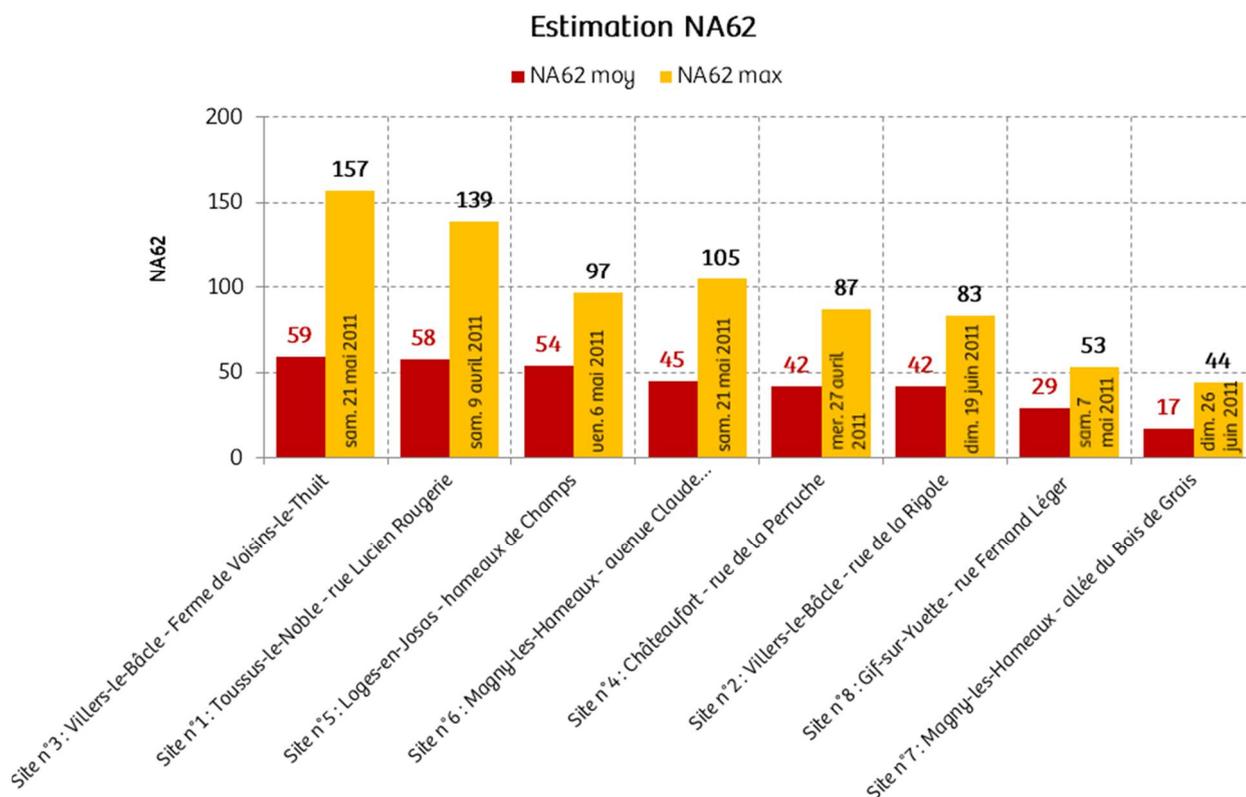


Figure 3.21 : Estimation de l'indicateur NA62 et valeurs maximales observées.

Les sites les plus impactés en nombre d'événements relativement bruyants liés au trafic aérien sont par ordre décroissant :

- le site n°3 (Villiers-le-Bâcle, ferme de Voisins-le-Thuit), ce site étant situé directement sous les trajectoires des tours de piste ;
- le site n°1 (Toussus-le-Noble) du fait de sa proximité avec l'aérodrome ;
- le site n°5 (Loges-en-Josas) du fait notamment des trajectoires associées à l'ILS (cf. §.3.5.1 - figures 3.28 à 3.30) ;
- le site n°6 (Magny-les-Hameaux, av Claude Nicolas Ledoux), ce site étant situé directement sous les trajectoires des tours de piste ;
- les sites n°4 (Châteaufort) et n°2 (Villiers-le-Bâcle, rue de la Rigole) sont un peu moins impactés que les précédents car non survolés directement par les aéronefs ;
- les sites n°8 (Gif-sur-Yvette) et n°7 (Magny-les-Hameaux, allée du bois de Grais) présentent les valeurs les moins importantes en raison d'un nombre de survols moins importants sur ces sites qui sont concernés presque exclusivement par les arrivées en provenance du Sud.

Par ailleurs, il est à remarquer que les journées où les valeurs de l'indicateur NA62 sont les plus élevées correspondent majoritairement à des journées de week-end. Nous reviendrons sur la variabilité du bruit en fonction des types de jours au §3.6.

3.3.4. Comparaison des sites en fonction de l'indicateur NA65

L'intégralité des évolutions quotidiennes de l'indicateur événementiel NA65 (Nombre d'événements acoustiques identifiés générés par le trafic aérien et dépassant 65 dB(A) en L_{max}) sur les différents sites est fournie en annexe A. Les figures 3.22 à 3.24 présentent respectivement les résultats des distributions de cet indicateur pour les périodes jour (6h-18h), soirée (18h-22h) et sur la totalité de la journée (22h-22h).

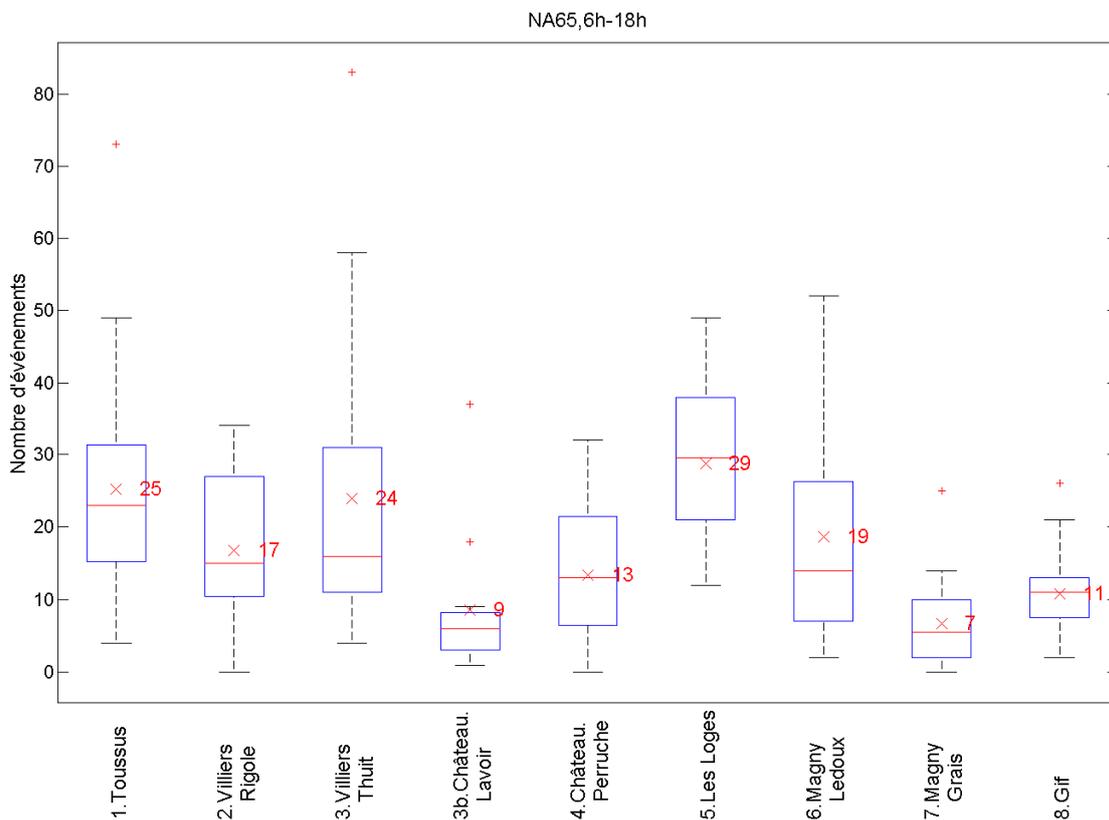


Figure 3.22 : Distribution statistique des valeurs journalières de l'indicateur NA65 - Période 6h-18h.

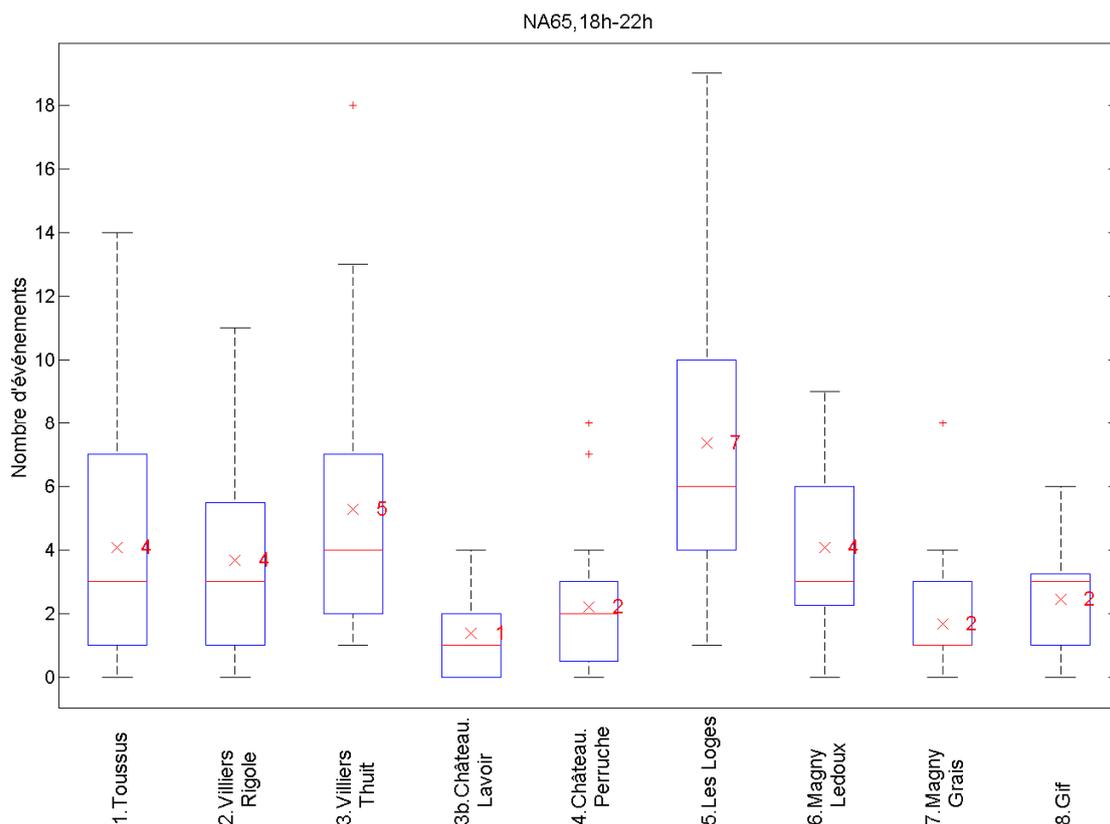


Figure 3.23 : Distribution statistique des valeurs journalières de l'indicateur NA65 - Période 18h-22h.

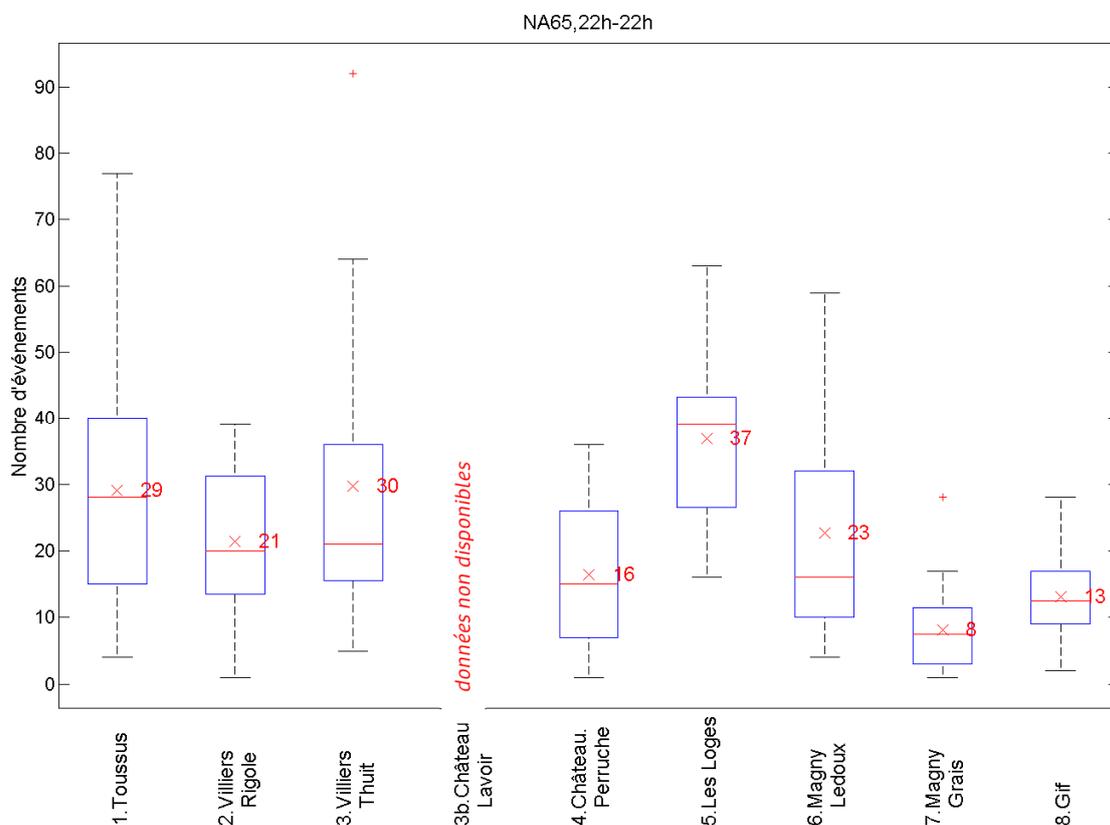


Figure 3.24 : Distribution statistique des valeurs journalières de l'indicateur NA65 - Période 22h-22h.

Le site n°5 (Hameau des Champs aux Loges-en-Josas) présente les valeurs les plus élevées pour l'indicateur NA65 avec en moyenne 37 événements aériens journaliers dépassant le seuil de 65 dB(A). Les autres sites présentent un NA65 de l'ordre de 16 à 30 événements journaliers, hormis les sites n°7 et 8 avec un nombre de l'ordre de 10 événements.

La valeur de référence de l'ACNUSA de 100 pour le NA65 ne semble jamais dépassée, y compris pour les journées les plus impactées (cf. Annexe A). Précisons toutefois que les valeurs de référence relatives au NA62 et au NA65 ont été élaborées pour la riveraineté des grandes plates-formes aéroportuaires afin d'étudier la possibilité de faire bénéficier d'aides à l'insonorisation les habitants de certaines communes ou parties de communes situées en dehors du Plan de Gêne Sonore (PGS) mais néanmoins fortement impactées par le bruit du trafic aérien.

Le tableau 3.3 synthétise les résultats obtenus pour les valeurs moyennes quotidiennes de l'indicateur NA65. La valeur maximale rencontrée au cours de la période d'étude est également précisée. La figure 3.25 propose une visualisation hiérarchisée de ces résultats.

N° site	Adresse	Commune	Journée de début	Journée de fin	Nombre de jours	Estimation de l'indicateur N65		
						NA65 moyen ¹⁹	NA65 max	
							Valeur	Date
1	9, rue Lucien Rougerie	Toussus-le-Noble	7 avril 2011	11 mai 2011	35	30	77	sam. 9 avril 2011
2	1, rue de la Rigole	Villiers-le-Bâcle	13 avril 2011	11 mai 2011	29	21	39	mer. 27 avril 2011
3	Ferme de Voisins-le-Thuit		14 mai 2011	12 juin 2011	30	29	92	samedi 21 mai 2011
3 bis	8, Chemin du Lavoir	Châteaufort	21 mai 2011	3 juin 2011	14	²⁰		
4	61, rue de la Perruche		19 mai 2011	19 juin 2011	32	16	36	Ven. 10 juin 2011
5	26, Hameau des Champs	Les Loges-en-Josas	12 avril 2011	11 mai 2011	30	36	63	ven. 6 mai 2011
6	31, av. C. Nicolas Ledoux	Magny-les-Hameaux	14 mai 2011	13 juin 2011	31	23	59	sam. 21 mai 2011
7	11, allée du Bois de Grais		31 mai 2011	29 juin 2011	30	8	28	dim. 26 juin 2011
8	12, rue Fernand Léger	Gif-sur-Yvette	13 avril 2011	11 mai 2011	29	13	28	sam. 16 avril 2011

Tableau 3.3 : Estimation des valeurs moyennes quotidiennes de l'indicateur NA65 et NA65 max.

¹⁹ Tous jours confondus.

²⁰ L'absence de données en période nocturne ne permet pas de fournir une estimation de l'indicateur NA62 pour le site n°3bis.

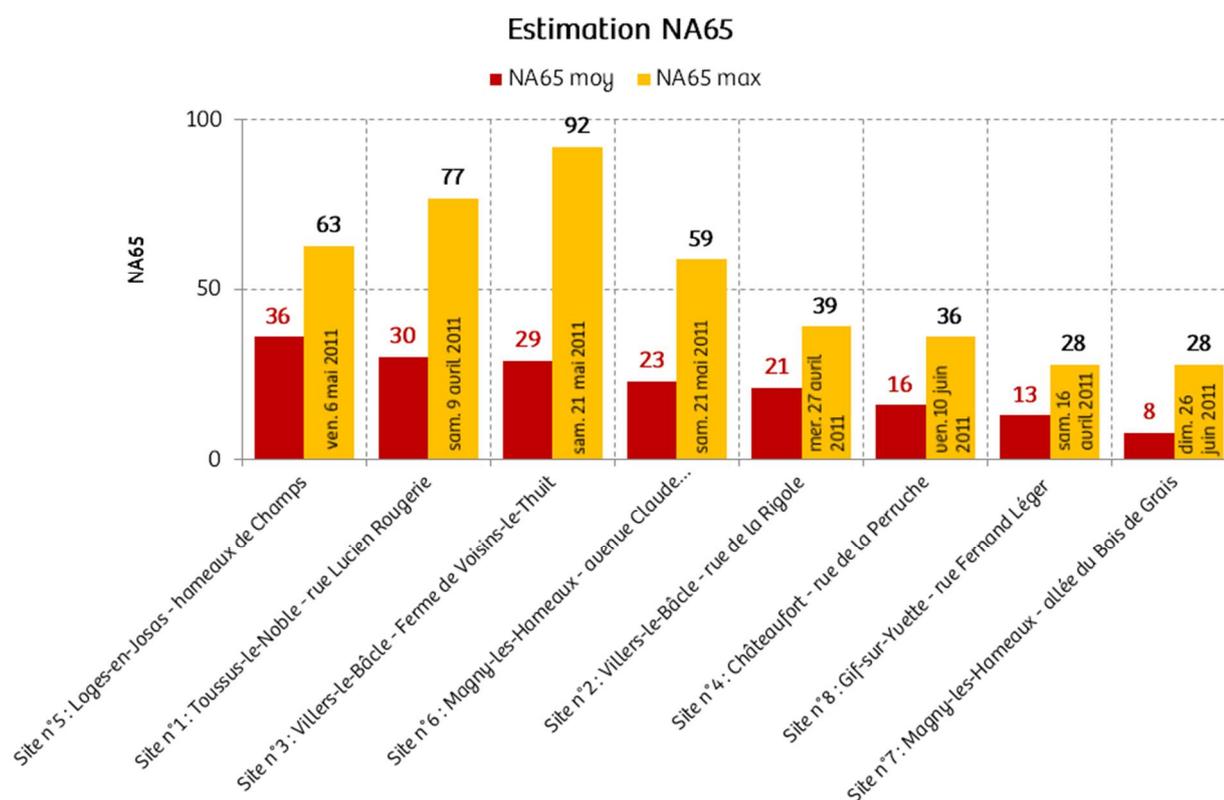


Figure 3.25 : Estimation de l'indicateur NA65 et valeurs maximales observées.

Les sites les plus impactés en nombre d'événements bruyants liés au trafic aérien sont par ordre décroissant :

- le site n°5 (Loges-en-Josas) du fait notamment des trajectoires associées à l'ILS (cf. §3.5.1 - figures 3.28 à 3.30) ;
- le site n°1 (Toussus-le-Noble) du fait de sa proximité avec l'aérodrome ;
- le site n°3 (Villiers-le-Bâcle, ferme de Voisins-le-Thuit), ce site étant situé directement sous les trajectoires des tours de piste ;
- le site n°6 (Magny-les-Hameaux, av. Claude Nicolas Ledoux), ce site étant situé directement sous les trajectoires des tours de piste ;
- les sites n°2 (Villiers-le-Bâcle, rue de la Rigole) et n°4 (Châteaufort) sont un peu moins impactés que les précédents car non survolés directement par les aéronefs ;
- les sites n°8 (Gif-sur-Yvette) et n°7 (Magny-les-Hameaux, allée du bois de Graïs) présentent les valeurs les moins importantes en raison d'un nombre de survols moins importants sur ces sites qui sont concernés presque exclusivement par les arrivées en provenance du Sud.

Par ailleurs, il est à remarquer que les journées où les valeurs de l'indicateur NA65 sont les plus élevées correspondent majoritairement à des journées de week-end. Nous reviendrons sur la variabilité du bruit en fonction des types de jours au §3.6.

3.4. Typologie des sites

Ce chapitre propose une synthèse globale des résultats à travers la considération conjointe de cinq indicateurs acoustiques :

- trois indicateurs que nous qualifierons d' « indicateurs descriptifs » parce qu'ils nous semblent bien décrire la manière dont le bruit du trafic aéronautique peut être perçu par les riverains et influencer directement sur leur ressenti et leur gêne. Ces trois indicateurs sont les suivants :

- niveau moyen de bruit en présence d'aéronefs : LAeq particulier aérien,
- durée moyenne quotidienne de présence du bruit des aéronefs : $T_{\text{aérien}}$,
- nombre d'événements de type aéronefs pouvant être identifiés car émergeant significativement du bruit de fond du secteur : N) ;

- deux indicateurs acoustiques que nous qualifierons d' « indicateurs synthétiques » pour lesquels existent des valeurs de référence :

- l'indicateur énergétique Lden aérien (valeur limite réglementaire pour le Lden aérien ≤ 55 dB(A),
- l'indicateur événementiel NA62 (recommandation de l'ACNUSA pour le NA62 < 200).

Le tableau 3.4 rappelle les valeurs moyennes estimées pour chacun de ces indicateurs pour les différents sites. Pour chaque indicateur, une couleur classe les valeurs obtenues de la manière suivante :

- orange foncé : valeur la plus élevée,
- orange clair : les deux valeurs plus élevées suivantes,
- jaune : les trois valeurs suivantes,
- vert : les deux valeurs les moins élevées.

N° site	Adresse	Commune	LAeq particulier aérien	$T_{\text{aérien}}$ (min/Jour)	N	Lden aérien	NA62	Typologie de site
1	9, rue Lucien Rougerie	Toussus-le-Noble	59,5	56	119	47,3	58	D
2	1, rue de la Rigole	Villiers-le-Bâcle	58	53	116	45,5	42	B
3	Ferme de Voisins-le-Thuit	Villiers-le-Bâcle	59,9	41	107	46,2	59	C
4	61, rue de la Perruche	Chateaufort	57,2	70	119	45,9	42	B
5	26, Hameau des Champs	Les Loges-en-Josas	63,5	46	133	50,1	54	E
6	31, av. C. Nicolas Ledoux	Magny-les-Hameaux	58	48	125	45,2	45	B
7	11, allée du Bois de Grais	Magny-les-Hameaux	57,5	26	53	41,7	17	A
8	12, rue Fernand Léger	Gif-sur-Yvette	59	29	60	43,5	29	A

Tableau 3.4 : Valeurs moyennes quotidiennes de cinq indicateurs acoustiques retenus.

La dernière colonne du tableau propose l'affectation de chacun des sites au sein d'une typologie. La typologie proposée dépend des résultats des différents indicateurs et des caractéristiques de chaque site en termes de survols des avions. 5 types de sites semblent ainsi se dégager, ils ont été ordonnés de A à E, en allant du moins impacté au plus impacté par le bruit du trafic des avions.

La figure 3.26 permet, à partir de la représentation des résultats pour les deux indicateurs synthétiques, d'apprécier visuellement les similitudes qui existent entre certains sites, notamment les sites 2, 4 et 6 dont les résultats sont très proches en termes de Lden et NA62.

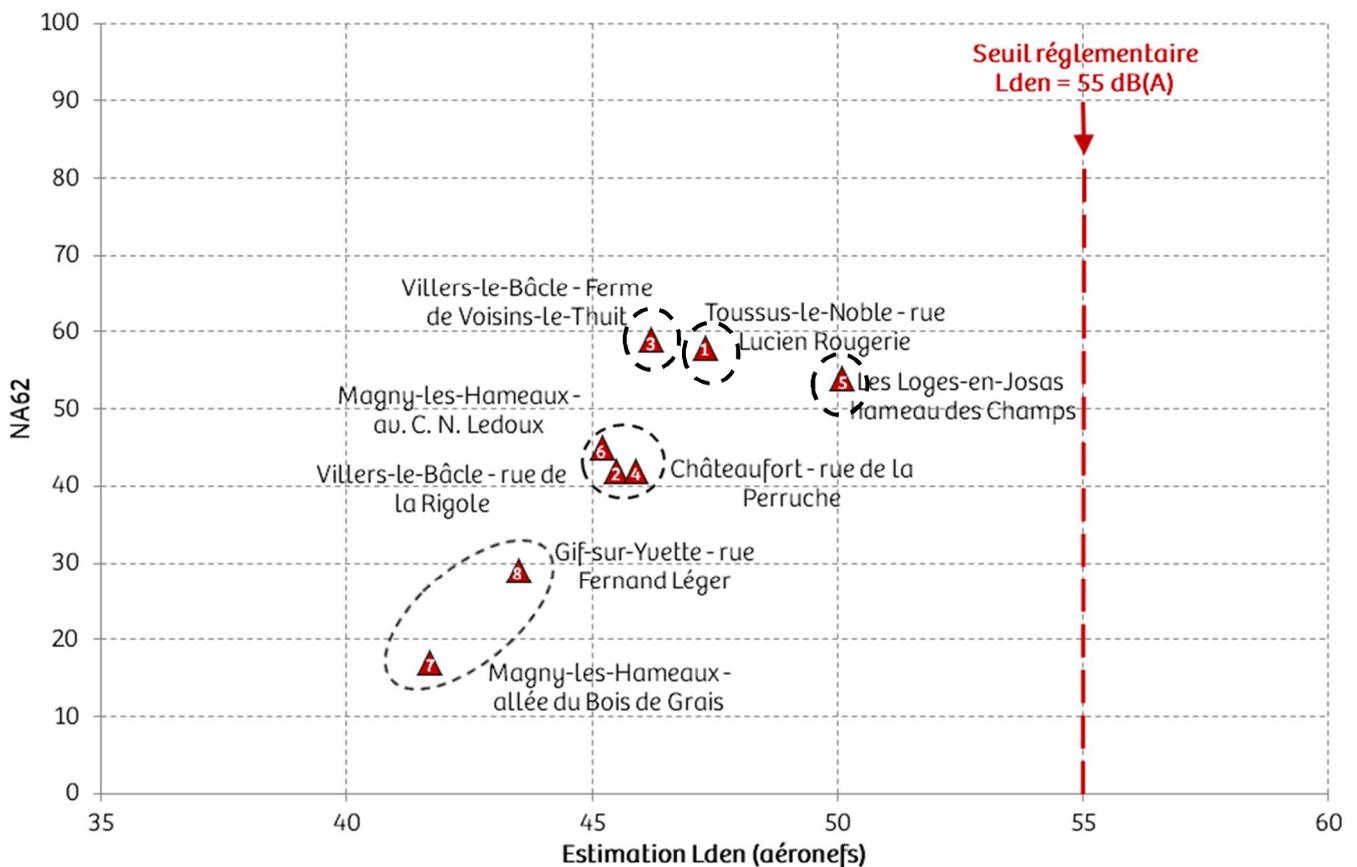


Figure 3.26 : Analyse conjointe des indicateurs Lden et NA62.

La figure 3.27 présente sous forme cartographique les typologies retenues pour les différents sites.

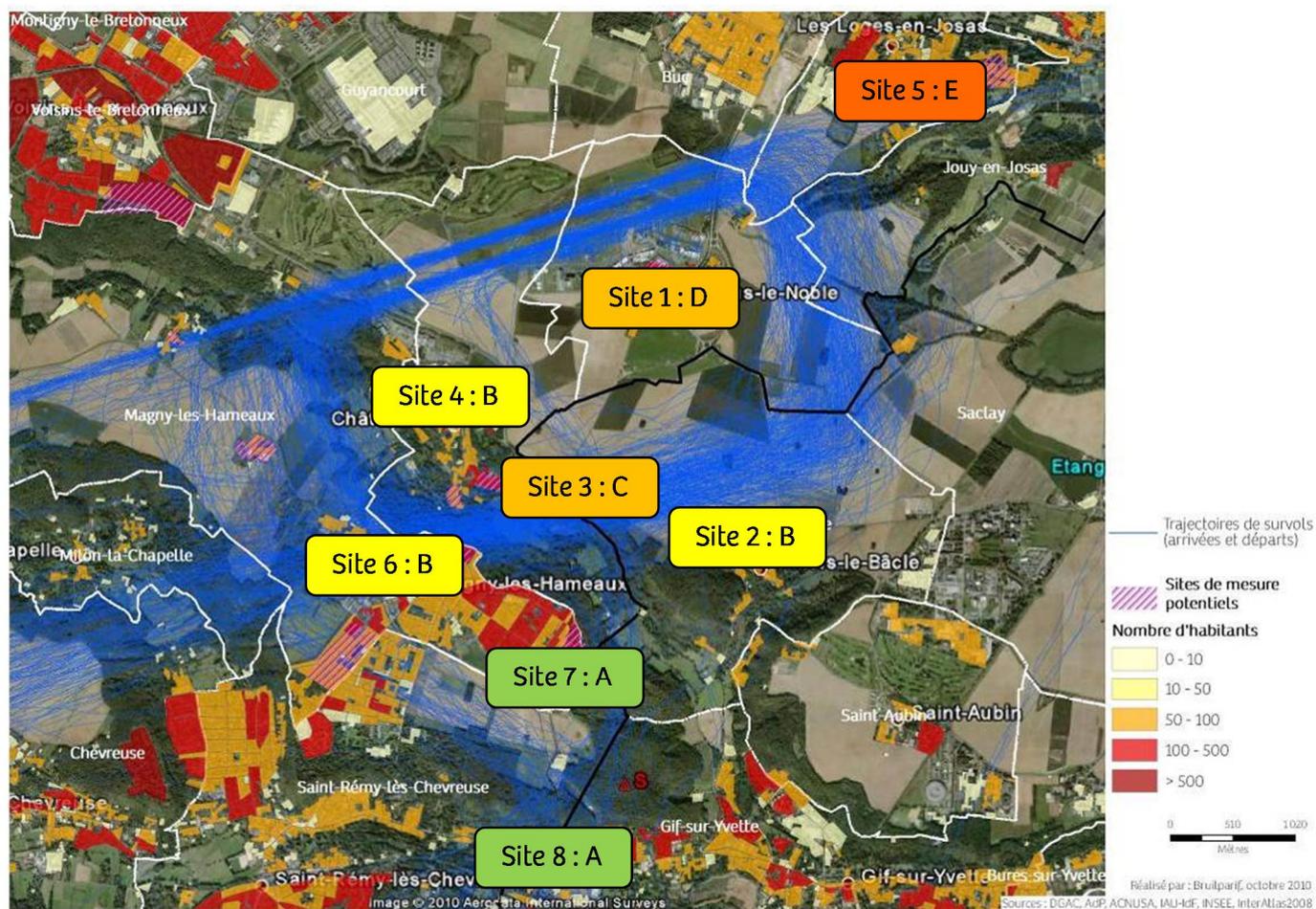


Figure 3.27 : Typologie des sites en fonction de l'impact sonore des aéronefs.

Le tableau 3.5 propose un descriptif des 5 types de sites qui se dégagent de cette analyse des résultats.

	Type	Sites	Commentaires
Type A	Sites situés au sud de l'aérodrome relativement éloignés des zones riveraines des tours de pistes	→ site n°7 : bois de Grais, Magny-les-Hameaux → site n°8 : r. Léger, Gif-sur-Yvette	Situés au sud de l'aérodrome, ces 2 sites sont moins impactés par rapport aux zones riveraines des tours de pistes. Cette spécificité s'explique en grande partie par l'éloignement relatif de ces 2 sites des tours de pistes. Cet éloignement se traduit par un trafic aérien moins important sur ce secteur géographique. En outre, l'altitude moyenne de survol y est légèrement plus élevée que pour les autres sites. Ces sites sont néanmoins impactés de manière assez importante par le trafic des hélicoptères.
Type B	Sites impactés par les tours de pistes	→ site n°2 : r. Rigole, Villiers-le-Bâcle → site n°4 : r. Perruche, Châteaufort → site n°6 : av. Ledoux, Magny-les-Hameaux	Ces sites présentent des résultats très proches pour les indicateurs Lden et NA62. Ils ont la particularité d'être impactés principalement par les tours de piste. Le site n°4 présente la particularité d'avoir la durée moyenne d'apparition du bruit d'aéronefs la plus élevée (70 minutes par jour) parmi l'ensemble des sites documentés.
Type C	Site situé directement sous les trajectoires de tours de piste	→ site n°3 : Voisins-le-Thuit, Villiers-le-Bâcle	Ce site présente les valeurs moyennes de NA62 les plus élevées. Il est placé directement sous les trajectoires des tours de piste.
Type D	Site situé à proximité immédiate des pistes	→ site n°1 : r. Rougerie, Toussus-le-Noble	Ce site se trouve à proximité immédiate des pistes. Dans ce contexte particulier, tous les événements acoustiques ne correspondent pas systématiquement à des survols d'aéronefs. De nombreux événements acoustiques correspondent à du bruit des aéronefs au sol.
Type E	Site situé à proximité des trajectoires des aéronefs volant aux instruments (ILS)	→ site n°5 : h. Champs, Les Loges-en-Josas	Ce site est à la fois exposé aux tours de pistes et aux trajectoires des aéronefs volant aux instruments (ILS). Il présente une partie non négligeable de survols d'aéronefs engendrant des niveaux de pic sonore L _{Amax} supérieurs à 75 dB(A), caractéristique que l'on ne retrouve pas sur les autres sites. Ce site possède la 3 ^{ème} valeur de NA62 et la valeur la plus élevée pour l'indicateur Lden aérien.

Tableau 3.5 : Typologie des sites étudiés.

3.5. Caractéristiques spécifiques à certains sites

Cette partie étudie de manière plus approfondie les caractéristiques de certains sites :

- impact de l'ILS sur le site n°5 (Hameau des Champs - Les Loges-en-Josas),
- impact du trafic des hélicoptères sur le site n°7 (allée du Bois de Grais - Magny-les-Hameaux).

3.5.1. Impact de l'ILS

Le site n°5 (Hameau des Champs - Les Loges-en-Josas) est situé à proximité des trajectoires des avions volant aux instruments (ILS). Il est intéressant de distinguer les niveaux de bruit résultant des tours de pistes de ceux associés aux trajectoires de l'ILS.

La figure 3.28 présente la distribution statistique des distances de survol projetées au sol par rapport au site n°5. Deux types de survols sont identifiables, les survols passant à environ 200 et 1200 mètres à l'aplomb du site correspondant respectivement aux trajectoires de l'ILS et aux tours de piste (cf. figure 3.29). Ainsi, si l'on distingue 2 catégories de survol :

- survols passant à moins de 400 mètres au sol du site de mesure,
- survols passant à plus de 400 mètres au sol du site de mesure.

Cette distinction se reflète également sur les niveaux de bruit L_{Amax}. Les niveaux L_{Amax} associés aux tours de piste se situent le plus fréquemment autour de 58 dB(A) contre 75 dB(A) pour ceux associés aux trajectoires de l'ILS (cf. figure 3.30).

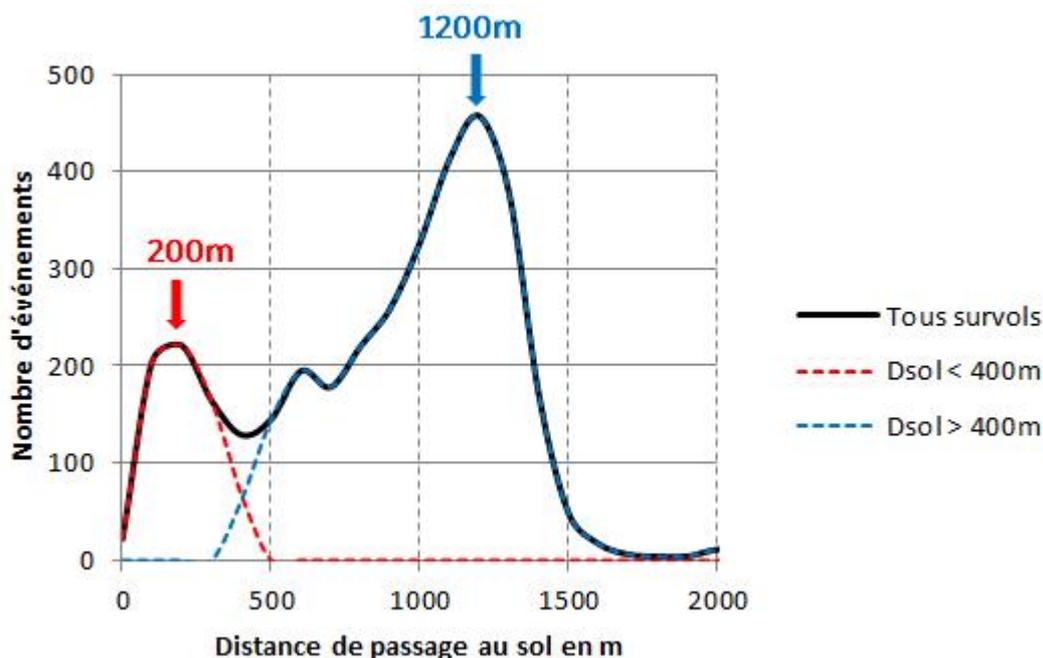


Figure 3.28 : Distribution statistique des distances de survol projetées au sol par rapport au site n°5 (hameaux de Champs aux Loges-en-Josas) ; calcul réalisé sur l'intégralité des survols croisés avec les événements acoustiques validés pendant la période d'analyse.

**Mesures de bruit des aéronefs
Aérodrome de Toussus-le-Noble**

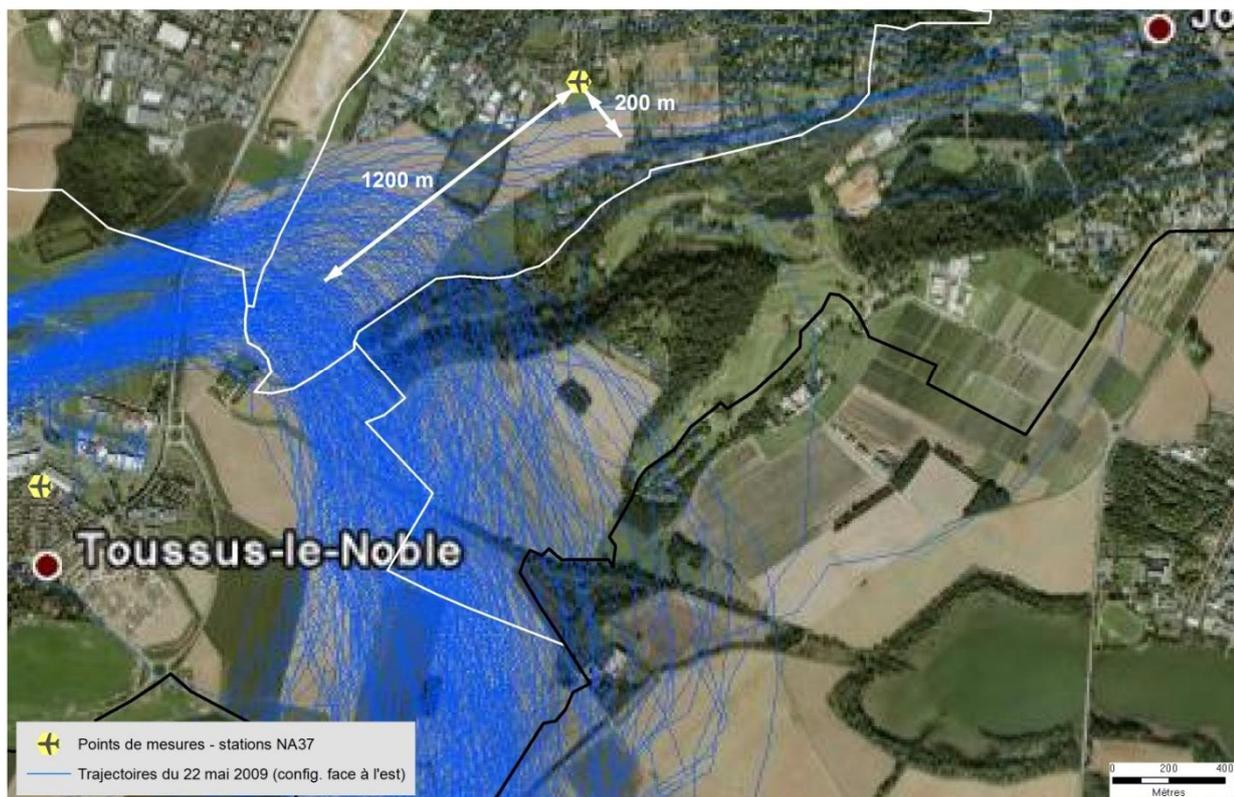


Figure 3.29 : Aérodrome de Toussus-le-Noble ; configuration de vol face à l'est ; distances de survol projetées au sol par rapport au site n°5 (hameaux de Champs aux Loges-en-Josas).

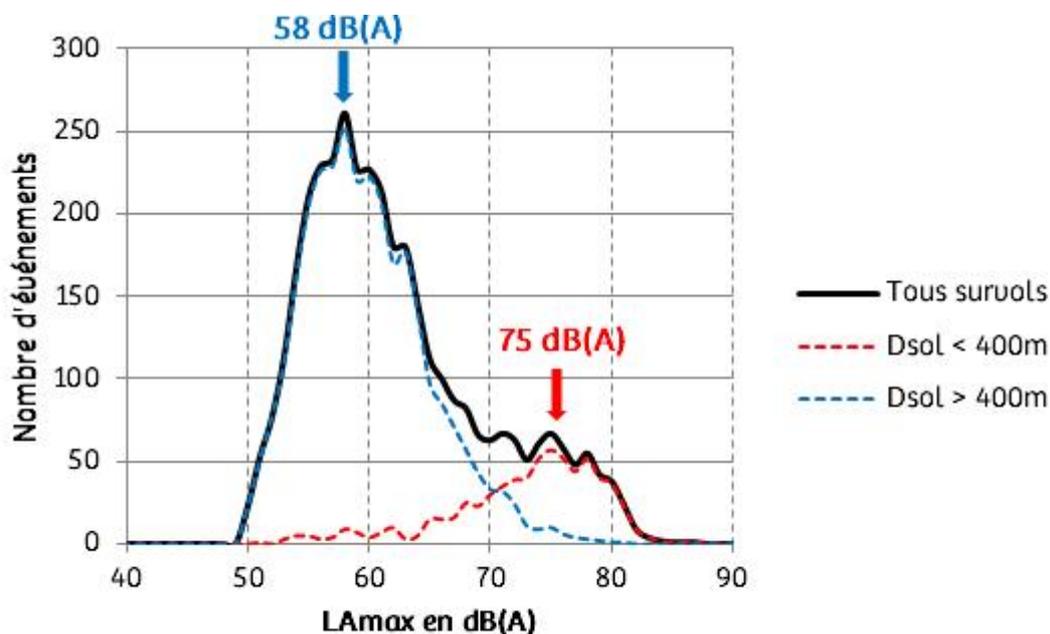


Figure 3.30 : Distribution statistique des niveaux LAmax ; site n°5 - Hameau des Champs -Les Loges-en-Josas ; calcul réalisé sur l'intégralité des survols croisés avec les événements acoustiques validés pendant la période d'analyse.

3.5.2. Impact des hélicoptères

L'impact acoustique du trafic des hélicoptères par rapport au trafic aérien global constitue une information intéressante à étudier, tout particulièrement pour les sites situés à proximité des cheminements dédiés aux hélicoptères, qui correspondent principalement dans le cadre de cette étude au site n°7 (11, allée du Bois de Grais à Magny-les-Hameaux), n°8 (12, rue Fernand Léger à Gif-sur-Yvette) et n°1 (9, rue Lucien Rougerie à Toussus-le-Noble).

Les données trajectographiques ne permettent pas de distinguer les hélicoptères de l'ensemble des aéronefs. Nous avons tenté d'exploiter les enregistrements audionumériques pour estimer la proportion d'hélicoptères. L'identification des hélicoptères selon cette méthode s'est avérée particulièrement délicate du fait de la difficulté d'identifier de façon certaine un hélicoptère à la réécoute.

Compte tenu de l'incertitude importante due aux difficultés d'identification, nous avons volontairement limité l'analyse au site n°7 pour les 3 jours les plus impactés par le bruit du trafic des aéronefs (les dimanches 12 et 26 juin 2011 ainsi que le samedi 11 juin 2011) sur la période 6h-22h. Sur ce site, l'axe nord /sud correspondant au cheminement spécifique des hélicoptères, les directions des trajectoires des aéronefs ont également été exploitées afin de conforter l'analyse. Le tableau 3.6 en restitue les résultats.

Journées		LAeq aérien 6h-22h	N 6h-22h	Taux estimé d'hélicoptères
3 journées les plus impactées	dimanche 12/06/2011	45,6	85	58,8%
	dimanche 26/06/2011	45,3	106	34,0%
	samedi 11/06/2011	44,3	75	29,3%

Tableau 3.6 : Estimation du taux d'événements sonores aériens dû aux hélicoptères ; site n°7 - 11, allée du Bois de Grais à Magny-les-Hameaux.

Le niveau de bruit global LAeq aérien 6h-22h semble varier de la même manière que le taux estimé d'hélicoptères, ceci laissant présager des niveaux de bruit plus importants pour les hélicoptères que pour les autres types d'aéronefs survolant le site n°7.

La figure 3.31 présente la distribution des niveaux LAmax,1s sur les 3 jours étudiés en distinguant les hélicoptères potentiels des autres types d'aéronefs. On constate effectivement que les survols d'hélicoptères sont, sur ce site, globalement plus bruyants que les autres types aéronefs (environ 10 dB(A) d'écart). Le cheminement spécifique des hélicoptères à proximité du site n°7 explique en partie ces résultats, les autres types d'aéronefs empruntant un cheminement plus éloigné.

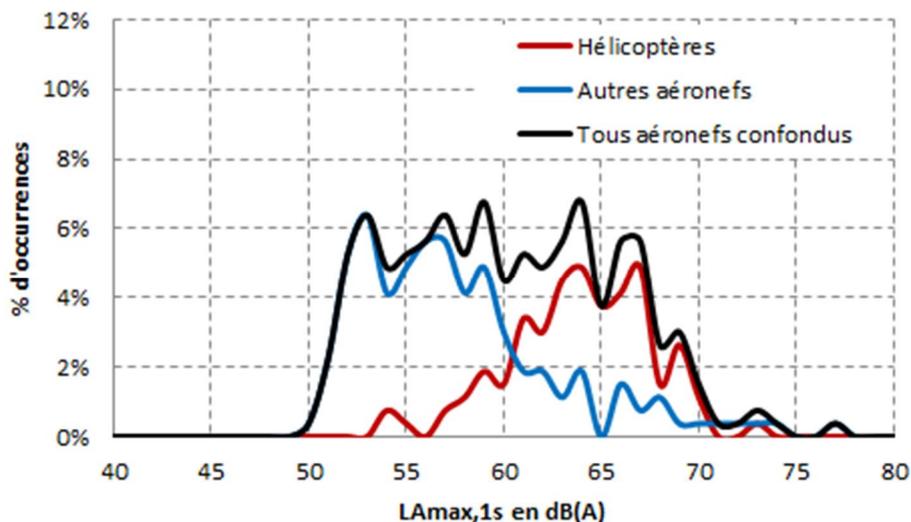


Figure 3.31 : Distribution des niveaux LAmix ; 11, 12 et 26 juin 2011 ; période 6h-22h ; site n°7 - 11 allée du Bois de Grais à Magny-les-Hameaux.

L'analyse proposée dans ce chapitre autour de la problématique spécifique des hélicoptères se limite à fournir des tendances. Une documentation plus fine, intégrant impérativement l'identification certaine des hélicoptères, s'avère indispensable pour pouvoir apporter des éléments objectifs de d'aide à la décision aux différents acteurs.

3.6. Variation du bruit en fonction des heures et des types de jours

Cette partie présente une analyse des variations du bruit occasionné par les survols d'aéronefs en fonction de l'heure et du type de jour.

3.6.1. Comparaison par périodes horaires et jours de la semaine

Pour les 9 sites étudiés, les figures 3.32 à 3.34 présentent les cycles journaliers de l'indicateur énergétique LAeq partiel aérien 1h pour les jours ouvrables, les samedis et les dimanches. La médiane des 9 valeurs moyennes permet de dégager une tendance caractéristique des variations du bruit dû au trafic des aéronefs au cours d'un jour ouvrable, d'un samedi ou d'un dimanche. L'intégralité des cycles horaires journaliers est disponible en annexe A de ce document.

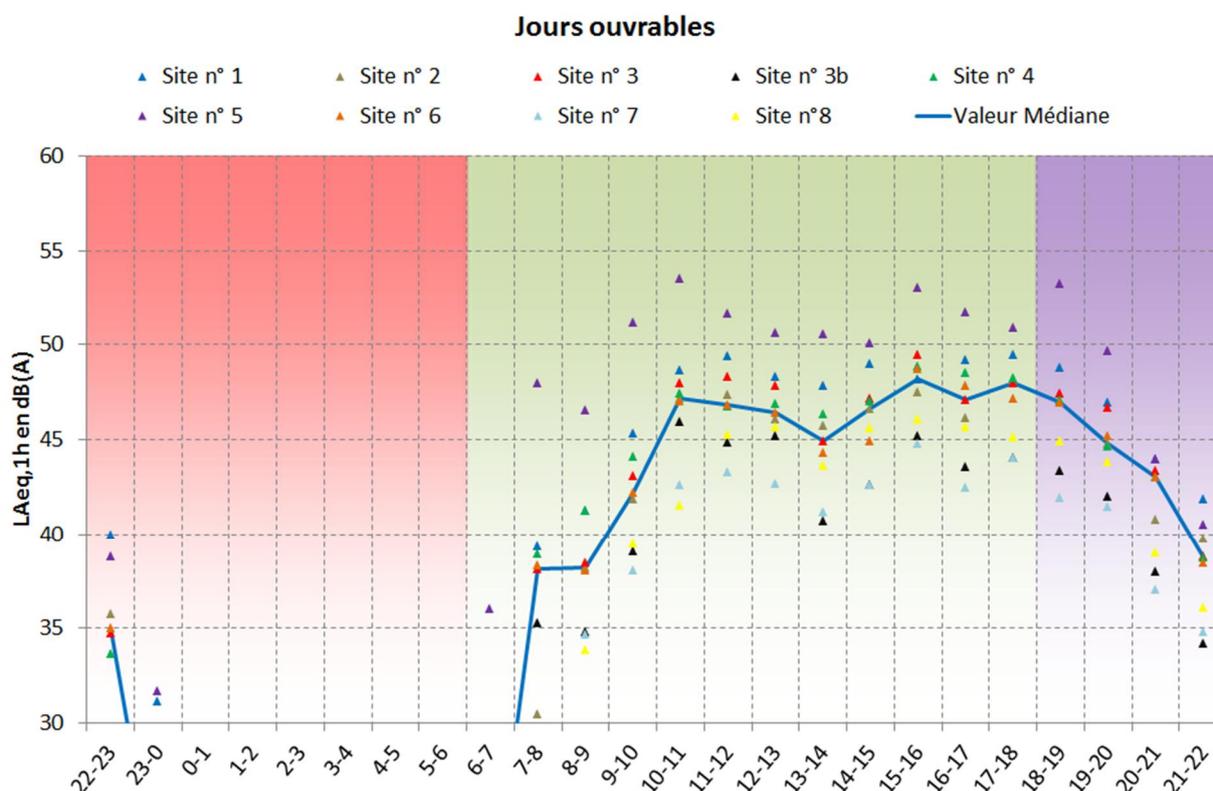


Figure 3.32 : Cycles journaliers moyens de l'indicateur LAeq partiel aérien,1h - Jours ouvrables

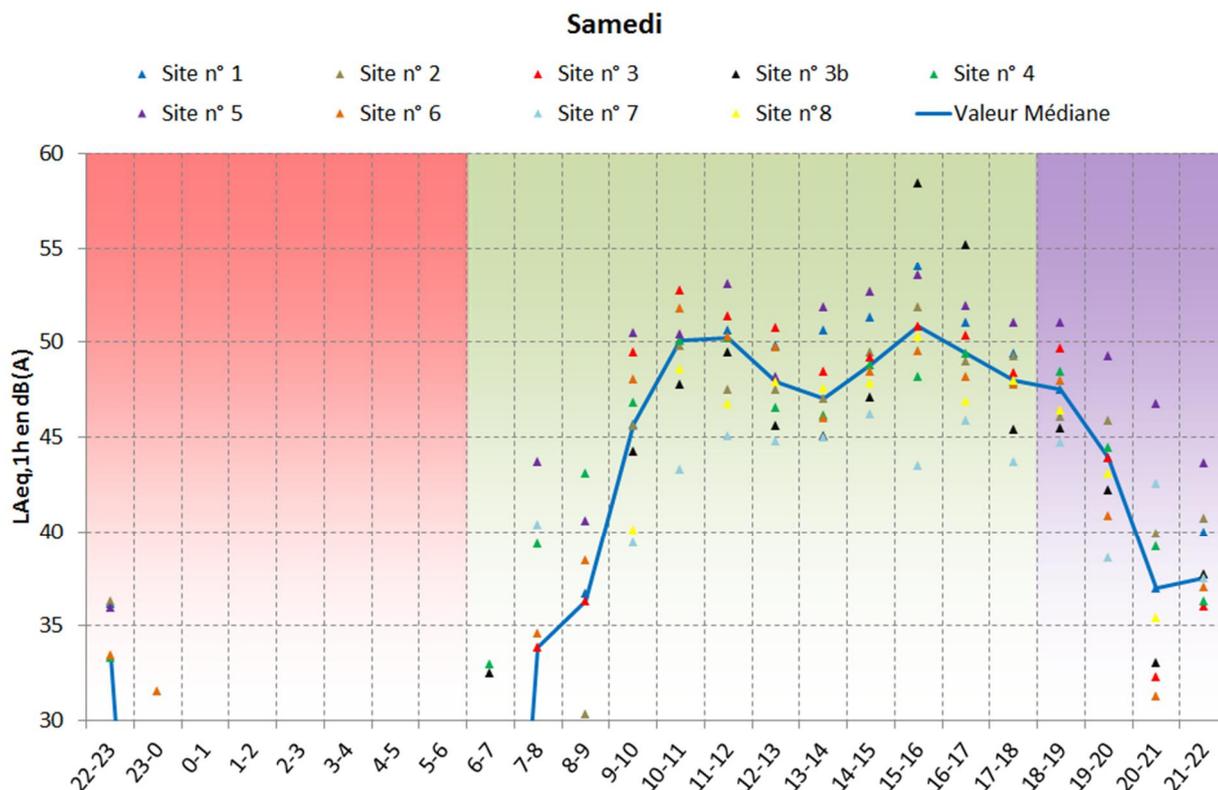


Figure 3.33 : Cycles journaliers moyens de l'indicateur LAeq partiel aérien, 1h - Samedis

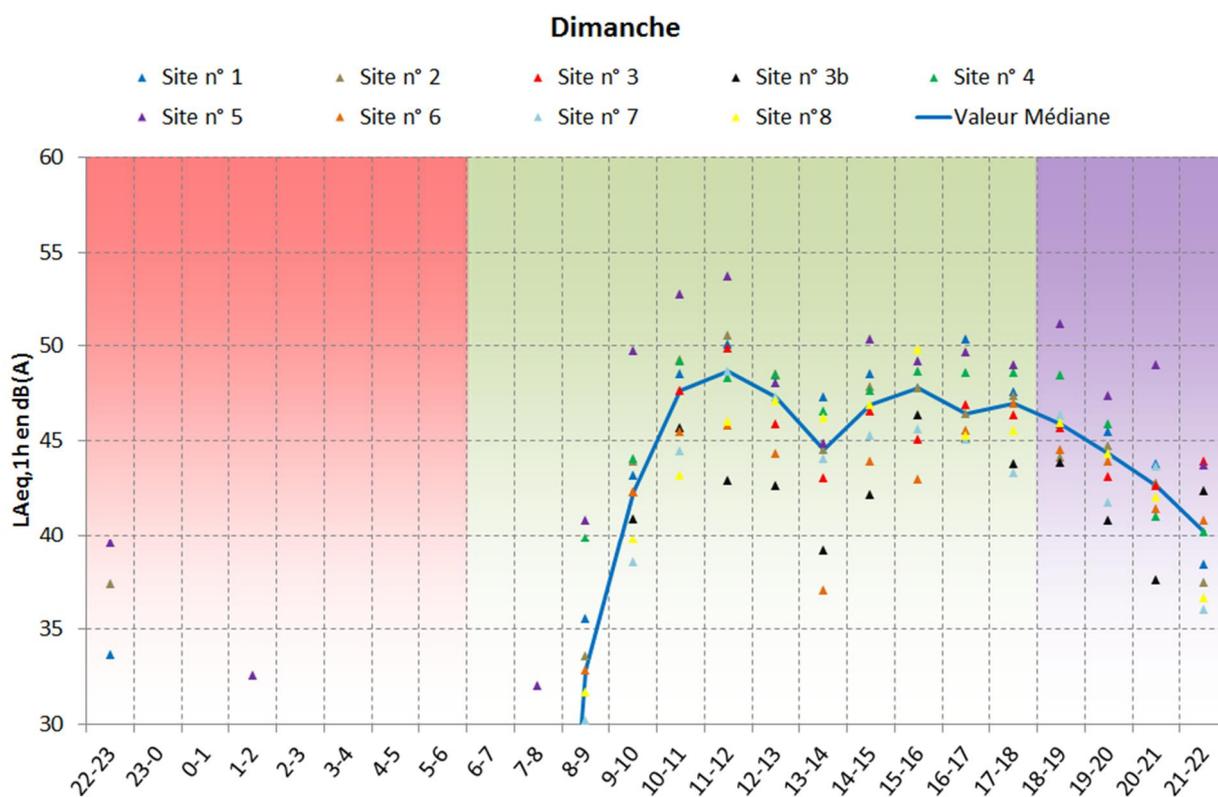


Figure 3.34 : Cycles journaliers moyens de l'indicateur LAeq partiel aérien, 1h - Dimanches

La figure 3.35 compare les cycles journaliers médians²¹ de l'indicateur LAeq partiel aérien, 1h des trois types de jours : jours ouvrables, samedis et dimanches. Cette approche offre une vision globale des variations au cours de la journée des niveaux de bruit générés par le trafic des avions de l'aérodrome de Toussus-le-Noble. Toutefois, pour une analyse détaillée, il convient de se reporter aux cycles horaires journaliers spécifiques à chaque site de mesure, informations disponibles en annexe A.

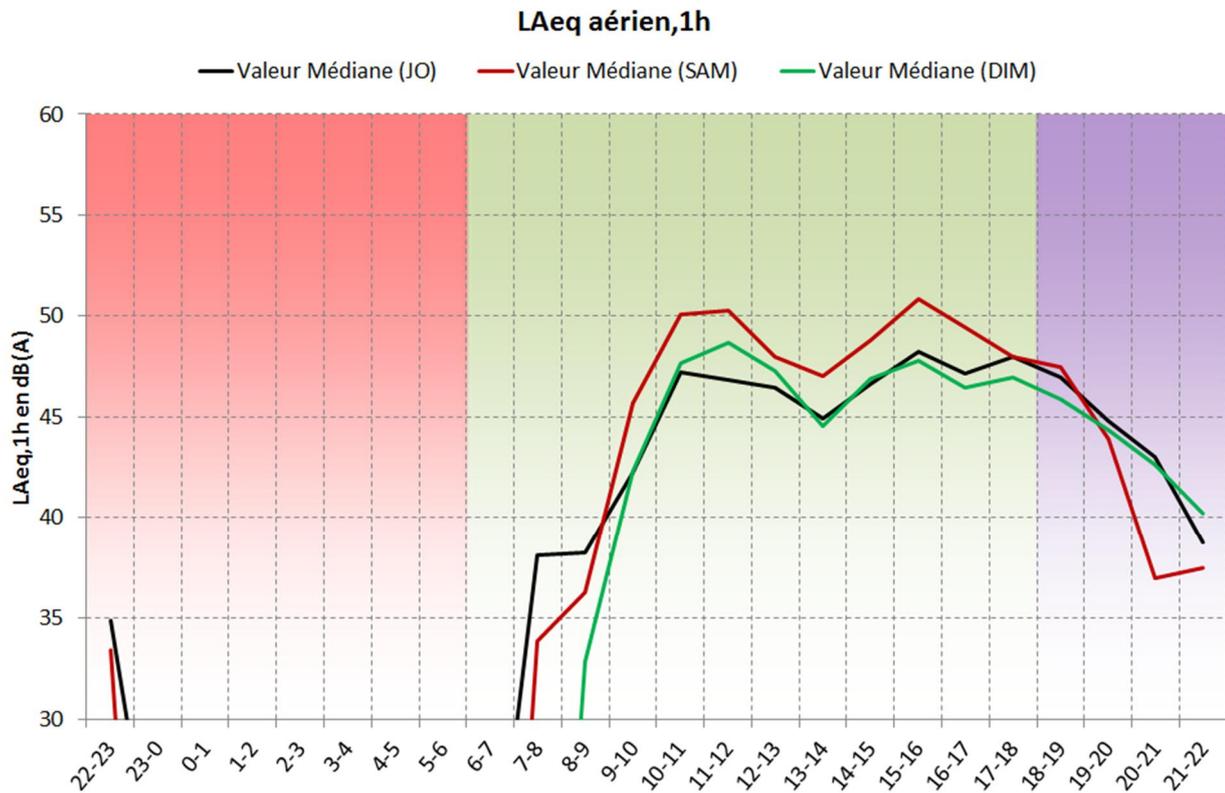


Figure 3.35 : Cycles journaliers de l'indicateur LAeq partiel aérien, 1h ; comparaisons des valeurs médianes des périodes jours ouvrables, samedi et dimanche.

Sur l'indicateur LAeq partiel aérien 1h, les périodes les plus impactées de la journée sont les créneaux 9h-13h et 14h-19h et ce, quel que soit le jour de la semaine.

Le samedi correspond au jour le plus impacté de la semaine, avec des valeurs comparables le matin et l'après-midi. Les niveaux horaires le samedi sont en moyenne de 2 à 3 dB(A) supérieurs à ceux des jours ouvrables, témoignant d'une plus grande activité aéronautique.

Le dimanche est moins bruyant que le samedi. Les niveaux sont assez proches de ceux rencontrés en semaine. Toutefois, l'analyse des résultats permet de constater les éléments suivants :

- l'activité aéronautique commence plus tard le dimanche mais s'achève également plus tard ;
- le dimanche, les niveaux sonores les plus élevés sont observés entre 10h et 13h, ces niveaux sont plus importants que ceux observés un jour ouvrable mais moindres que ceux constatés le samedi ;
- le bruit dû au trafic des avions est sensiblement plus important le dimanche matin que le dimanche après-midi, le dimanche après-midi correspondant d'ailleurs à l'après-midi le moins impacté de la semaine du fait d'une activité aéronautique plus réduite.

²¹ Valeur médiane des 9 valeurs moyennes énergétiques de l'indicateur LAeq partiel aérien, 1h.

Une réduction relative des niveaux de bruit liés au trafic aérien est systématiquement observée sur la tranche horaire 13h-14h, et ce, quel que soit le jour de la semaine. L'effet de la période « moindre bruit » mise en place par le comité de suivi de la charte de l'environnement de l'aérodrome de Toussus-le-Noble, reste néanmoins notable les week-ends entre 12h et 14h.

Pour les 9 sites étudiés, les figures 3.36 à 3.38 présentent les cycles journaliers moyens de l'indicateur événementiel NA62 pour respectivement les jours ouvrables, les samedis et les dimanches. La médiane des 9 valeurs moyennes permet de dégager une tendance caractéristique des variations du nombre d'événements liés au trafic des aéronefs au cours d'un jour ouvrable, d'un samedi ou d'un dimanche.

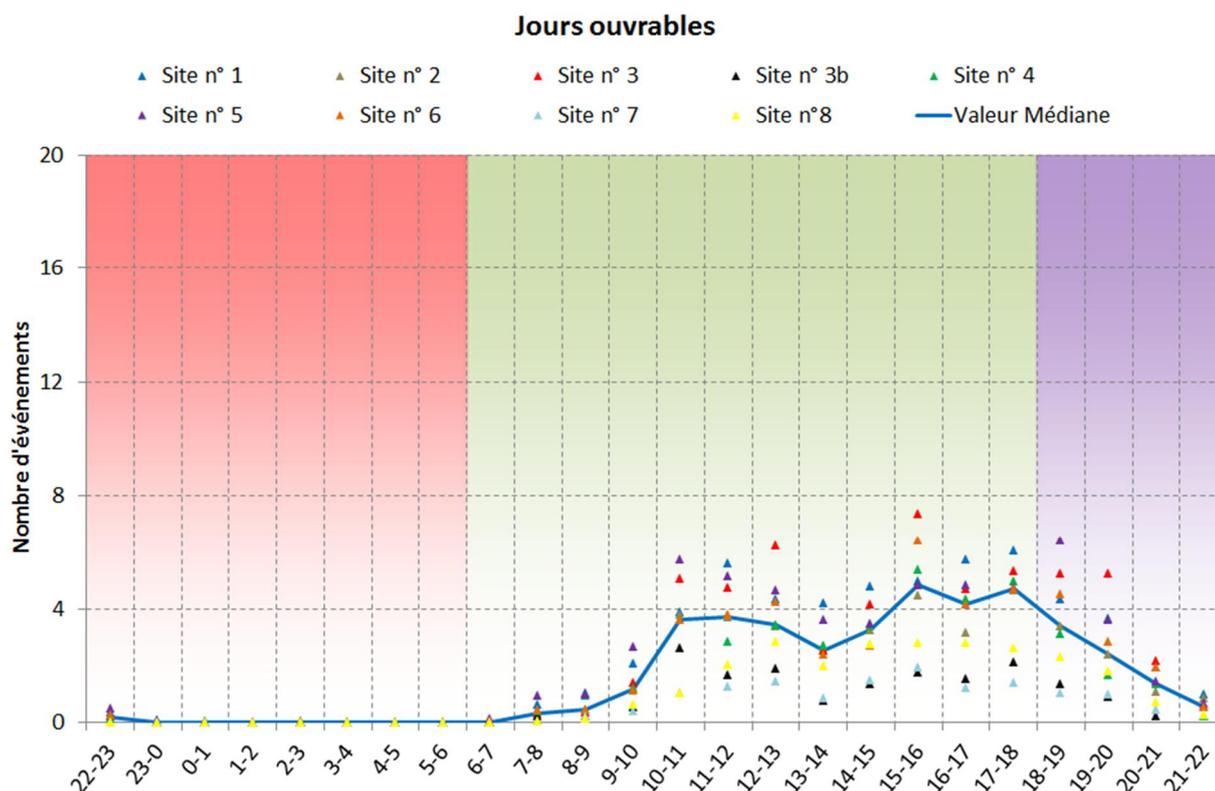


Figure 3.36 : Cycles journaliers moyens de l'indicateur NA62 - Jours ouvrables

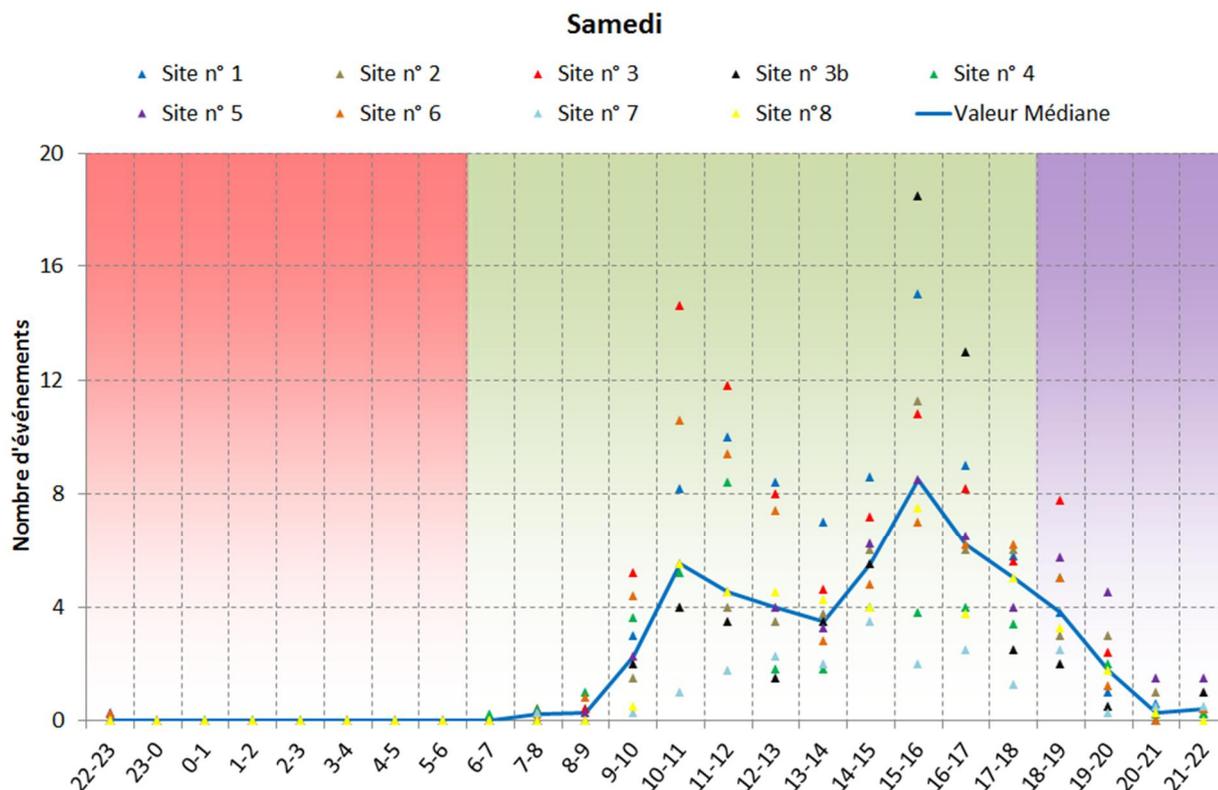


Figure 3.37 : Cycles journaliers moyens de l'indicateur NA62 - Samedis

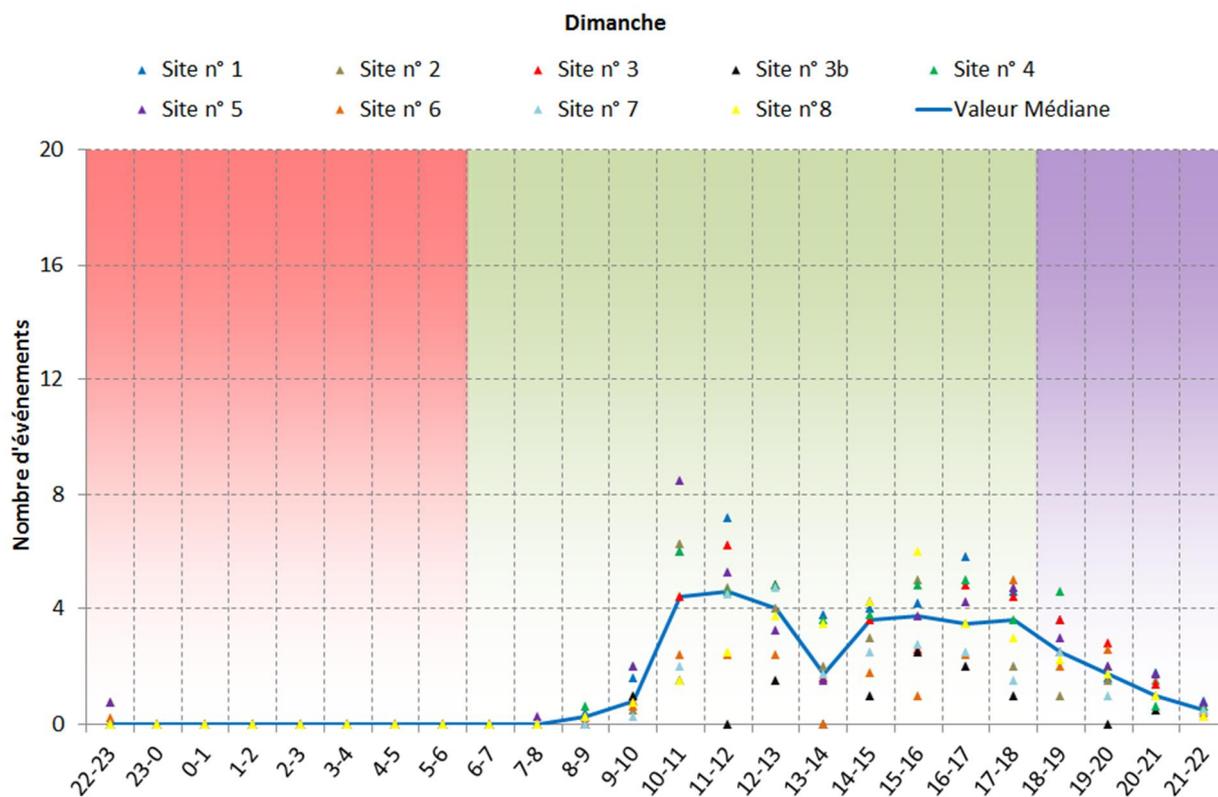


Figure 3.38 : Cycles journaliers moyens de l'indicateur NA62 - Dimanches

La figure 3.39 compare les cycles journaliers médians²² de l'indicateur NA62 des trois types de jours : jours ouvrables, samedis et dimanches²³.

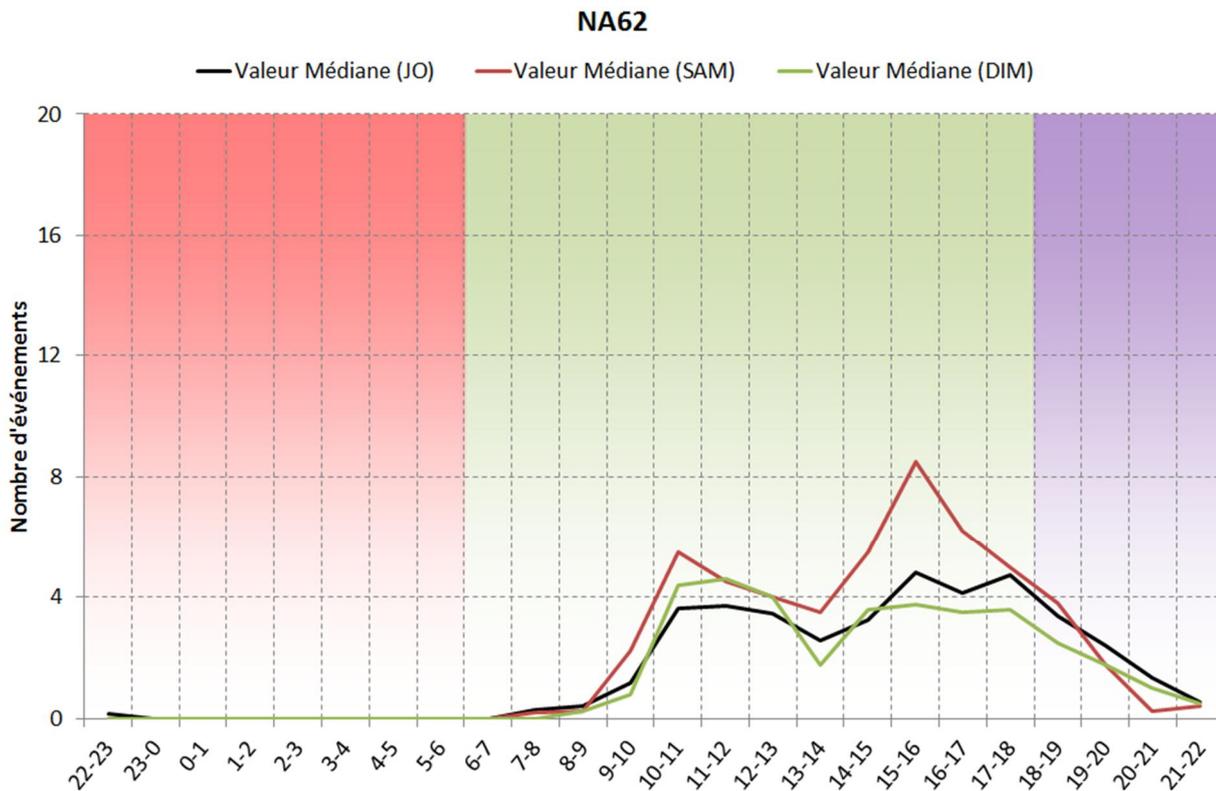


Figure 3.39 : Cycles journaliers de l'indicateur NA62 ; comparaisons des valeurs médianes des périodes jours ouvrables, samedi et dimanche.

Les cycles journaliers pour l'indicateur NA62 confirment les observations formulées pour l'indicateur LAeq partiel aérien. L'impact acoustique du trafic des aéronefs est notable entre 8h et 22h quel que soit le jour de la semaine, avec un impact acoustique plus important entre 10h et 20h et deux pics d'activités sur les créneaux horaires 9h-13h et 14h-19h.

Le samedi correspond au jour le plus impacté de la semaine et se démarque des autres jours de la semaine le matin entre 10h et 11h et surtout l'après-midi entre 14h et 17h (valeurs de NA62 les plus importantes de la semaine).

Le dimanche matin est marqué par davantage d'activité que lors d'un jour ouvrable alors que la tendance est inverse l'après-midi. Il doit être noté par ailleurs que le dimanche la période de baisse du bruit liée à la période du déjeuner est plus étalée que les autres jours.

La période comprise entre 12 et 15h le dimanche correspond à une période moins impactée acoustiquement par les survols d'aéronefs. Cette période devrait voir à l'avenir les indicateurs de bruit encore diminuer suite à l'entrée en vigueur des dispositions spécifiques introduites par l'article 7 de l'arrêté du 29 juillet 2011²⁴.

²² Valeur médiane des 9 valeurs moyennes arithmétiques de l'indicateur NA62.

²³ Cette approche offre une vision globale de l'évolution de l'impact acoustique sur un large secteur autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble. Pour une analyse détaillée, il convient de se reporter aux cycles horaires journaliers spécifiques à chaque site de mesure, informations disponibles en annexe A de ce document.

²⁴ « 7° Entre le 1er avril et le 30 septembre, l'aérodrome est interdit à tout trafic d'aéronefs à motorisation thermique le dimanche et les jours fériés de 12 heures à 15 heures (heures locales) ».

Conclusion

La campagne de mesure réalisée par Bruitparif a permis d'étudier finement l'environnement sonore de 9 sites situés autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble (78).

Les sites ont été sélectionnés pour être représentatifs de différents contextes de survols des avions dans des secteurs habités autour de l'aérodrome. L'élaboration du plan d'échantillonnage a été réalisé en croisant différents types d'information (densité de population, trajectoires de survols pour deux journées de vol, l'une en configuration face à l'ouest et l'autre en configuration face à l'est), en tenant compte des contraintes logistiques pour l'installation des matériels et en associant l'ensemble des membres du comité de suivi de la charte de l'environnement de l'aérodrome de Toussus-le-Noble.

Les mesures ont été réalisées au printemps 2011, à une période où les nuisances sonores pour les riverains sont les plus élevées en raison d'une activité aéronautique plus soutenue et d'une présence également accrue des riverains dans leurs jardins.

La mise en œuvre de mesures sur une durée d'approximativement un mois a permis de s'affranchir des aléas d'une mesure de 24 heures (possibilités de conditions météorologiques et/ou conditions de trafic non représentatives...) et de pouvoir produire des indicateurs représentatifs du bruit généré par l'activité avions au cours de cette période de l'année.

Les données brutes produites au pas de temps de la seconde sur chacun des sites ont été analysées de manière approfondie afin de distinguer le bruit lié au trafic des avions des autres sources de bruit en présence. Ceci a été rendu possible grâce à l'utilisation de stations de mesure expertes permettant de déterminer la direction de provenance du bruit à tout instant et donc de discriminer les périodes où le bruit provient d'en haut (événements de type avions) des périodes où le bruit est davantage généré au sol (bruit de sources terrestres tels que trafic routier, bruits de voisinage...).

Différents types d'indicateurs ont ensuite pu être produits : des indicateurs dits « énergétiques » car s'intéressant au bruit moyen au cours d'une période et des indicateurs dits « événementiels » s'intéressant au nombre et aux caractéristiques acoustiques des événements liés aux avions. Les résultats obtenus montrent que l'on a une grande diversité de situation en termes d'exposition au bruit selon les sites et qu'aucun indicateur n'est capable à lui seul de traduire les caractéristiques sonores des sites.

Aussi a-t-il été décidé de sélectionner cinq indicateurs acoustiques pour permettre de hiérarchiser les sites d'un point de vue de l'impact acoustique du trafic avions. Les trois premiers indicateurs retenus correspondent à des indicateurs qui permettent de décrire la manière dont le bruit du trafic avions peut être perçu par les riverains (il s'agit du niveau moyen de bruit en présence d'avions : L_{Aeq} particulier aérien, de la durée moyenne quotidienne de présence du bruit des avions : $T_{aérien}$ et du nombre moyen journalier d'événements de type avions pouvant être identifiés car émergeant significativement du bruit de fond du secteur : N). Les deux autres indicateurs retenus sont des indicateurs pour lesquels existent des valeurs de référence, à savoir l'indicateur énergétique L_{den} aérien (valeur limite réglementaire pour le L_{den} aérien ≤ 55 dB(A)) et l'indicateur événementiel NA62 (recommandation de l'ACNUSA : $NA62 < 200$).

Les niveaux moyens de bruit en présence d'avions sont compris entre 57,4 dB(A) et 63,7 dB(A) selon les sites, soit dans un rapport allant de 1 à 4 (pour mémoire, 3 dB(A) d'écart correspondant à un doublement de la puissance acoustique).

La durée moyenne quotidienne d'exposition au bruit des aéronefs varie quant à elle entre 26 minutes et 70 minutes par jour selon les sites, soit dans un rapport allant de 1 à 3.

Le nombre moyen quotidien d'événements de type aéronefs qui sont identifiables d'un point de vue acoustique (car se détachant nettement du bruit de fond résiduel du secteur) fait apparaître deux groupes de sites : les sites situés sous ou à proximité des tours de piste qui présentent un nombre moyen d'événements acoustiques journaliers compris entre 107 et 133 avec certains jours des valeurs qui peuvent parfois dépasser 200 événements, les sites situés davantage au sud de l'aérodrome qui présentent des nombres moindres d'événements, ceux-ci étant en moyenne de 53 et 60 respectivement par jour et ne dépassant qu'occasionnellement le nombre de 100 événements.

Les résultats obtenus pour l'indicateur Lden associé au bruit des aéronefs montrent qu'aucun site ne dépasse la valeur limite réglementaire de 55 dB(A).

Il n'a pas été noté non plus de dépassement des valeurs de référence journalières de 200 en NA62 ni de 100 en NA65, y compris pour les journées les plus impactées. Précisons toutefois que ces valeurs ont été élaborées pour des grandes plates-formes aéroportuaires afin d'étudier la possibilité de faire bénéficier d'aides à l'insonorisation les habitants de certaines communes ou parties de communes situées hors PGS²⁵.

L'analyse combinée des résultats obtenus pour les cinq indicateurs a permis de hiérarchiser les sites en fonction de leur exposition au bruit du trafic aéronefs et de dégager cinq typologies de sites impactés. Par ordre décroissant d'impact acoustique des aéronefs, ces typologies sont les suivantes :

- le site le plus impacté a été documenté sur la commune des Loges-en-Josas à proximité des trajectoires des aéronefs volant aux instruments (ILS) et également impacté par les tours de pistes, (Lden aérien 50,1 dB(A) - NA62 moyen 54 - NA62 max 97) ;
- le site situé à proximité immédiate des pistes sur la commune de Toussus-le-Noble (Lden aérien 47,3 dB(A) - NA62 moyen 55 - NA62 max 139), où outre le trafic aérien les mouvements des aéronefs au sol participent également au bruit lié à l'activité de l'aérodrome ;
- le site de la Ferme de Voisins-le-Thuit à Villiers-le-Bâcle situé directement sous les trajectoires de tours de piste (Lden aérien 46,2 dB(A) - NA62 moyen 56 - NA62 max 157) ;
- les sites impactés par les tours de pistes mais qui ne sont pas situés directement sous les trajectoires, documentés sur les communes de Villiers-le-Bâcle, Châteaufort et Magny-les-Hameaux (Lden 45 à 46 dB(A) - NA62 moyen 42 à 45 - NA62 max 83 à 105) ;
- les sites situés au sud de l'aérodrome, relativement moins impactés en nombre d'événements par rapport aux sites riverains des tours de pistes, et qui ont été documentés sur les communes de Gif-sur-Yvette/Saint-Rémy-lès-Chevreuse et au Sud de Magny-les-Hameaux (Lden aérien 41,7 à 43,5 dB(A) - NA62 moyen 21 à 29 - NA62 max 44 à 53). Ces sites sont néanmoins impactés de manière assez importante par le trafic des hélicoptères, les survols d'hélicoptères étant plus bruyants que les survols des autres types aéronefs (environ 10 dB(A) d'écart observés sur le site de Magny-les-Hameaux Sud).

L'étude des variations de bruit en fonction des heures de la journée et des types de jours a permis de mettre en évidence le fait que le samedi correspond au jour le plus impacté par le bruit du trafic des aéronefs et que les différents indicateurs acoustiques baissent généralement à l'heure du déjeuner en lien avec la diminution du trafic sur cette période.

²⁵ PGS : Plan de gêne sonore.

En conclusion, cette campagne de mesure aura permis de dresser un état des lieux objectif de l'environnement sonore autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble, avant l'entrée en vigueur des dispositions de l'arrêté de juillet 2011. Les valeurs observées pour les différents indicateurs de bruit sont susceptibles de susciter de la gêne pour les riverains en raison du nombre et du caractère répétitif des événements sonores liés au trafic aérien qui peuvent survenir, notamment les jours de week-ends, et ce, bien qu'il n'y ait pas de dépassement de la valeur limite réglementaire en Lden.

Il conviendrait de suivre à l'avenir les évolutions de l'environnement sonore en lien avec l'entrée en vigueur des nouvelles mesures prises à l'été 2011 (arrêté du 29 juillet 2011) ou qui seront issues des réflexions communes élaborées par les membres du comité de suivi de la Charte de l'Environnement. Dans ce sens, l'implantation d'un dispositif permanent de mesure du bruit s'avérerait pertinent.

Enfin, la poursuite du programme pluriannuel de documentation des aérodromes franciliens offrira également d'autres éléments de référence et de comparaison.

Annexes

Annexe A : « Fiches résultats » par site

Annexe B : Stations expertes NA37

Annexe C : Données météorologiques

Annexe A : Fiches des résultats par site

SITE N°1 : TOUSSUS-LE-NOBLE 9 RUE LUCIEN ROUGERIE

Campagne de mesure du bruit autour des aérodrômes franciliens
Etude de l'aérodrome de Toussus-le-Noble

Période d'analyse : du 7 avril 2011 au 11 mai 2011

1. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La campagne de mesures autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble s'est déroulée du 6 avril au 30 juin 2011 ; période durant laquelle l'ensemble des sites de mesure ont pu être documentés pendant une durée d'au moins un mois.

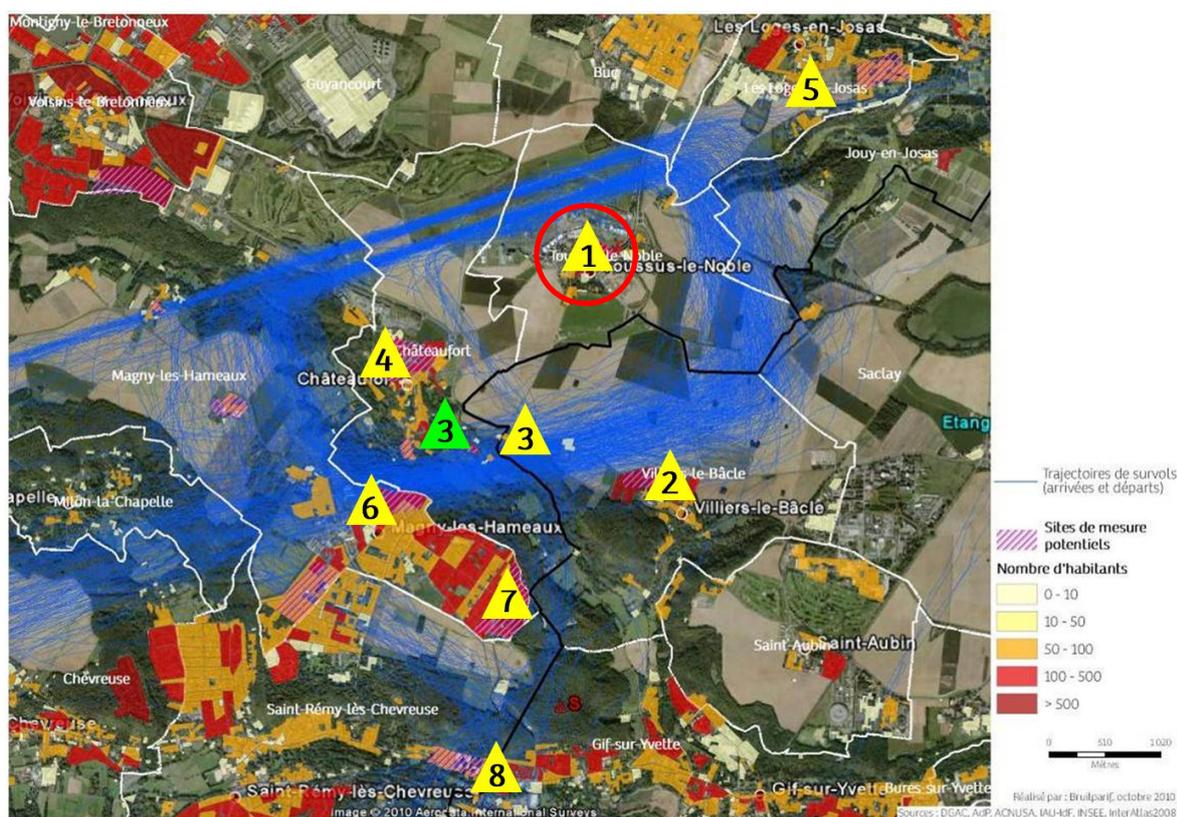


Figure 1 : Plan d'échantillonnage, synthèse des sites de mesure sélectionnés.

2. DESCRIPTION ET LOCALISATION DU SITE DE MESURE

Le site du 9 rue Lucien Rougerie à Toussus-le-Noble est situé au sein d'une zone pavillonnaire, à proximité et au sud des pistes de l'aérodrome de Toussus-le-Noble.



Site n°1 : 9 rue Lucien Rougerie, Toussus-le-Noble



3. INDICATEURS ACOUSTIQUES LIEES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les tableaux 1 et 2 présentent les résultats des indicateurs énergétiques et événementiels sur l'ensemble de la période d'analyse.

3.1 Indicateurs énergétiques

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
L _{Aeq} Aéronefs Estimation Lden aéronefs : 47,3 dB(A)	Nuit 22h - 6h	30,7	31,8	22,5	27,1
	Jour 6h - 18h	47,8	47,4	49,5	47,1
	Soir 18h - 22h	45,7	46,2	43,8	44,2
	Total - 24h	45,6	45,4	46,9	44,8
L _{Aeq} Toutes sources confondues Estimation Lden : 55,3 dB(A)	Nuit 22h - 6h	45,0	45,2	44,2	44,8
	Jour 6h - 18h	54,4	54,5	53,9	54,3
	Soir 18h - 22h	52,7	52,3	55,5	50,1
	Total - 24h	52,5	52,6	52,8	52,1
Contribution sonore des Aéronefs (%) Contribution au Lden : 16%	Nuit 22h - 6h	4%	5%	1%	2%
	Jour 6h - 18h	22%	20%	37%	19%
	Soir 18h - 22h	20%	24%	7%	25%
	Total - 24h	20%	19%	26%	19%

Tableau 1 : Estimation des indicateurs acoustiques énergétiques.

3.2 Indicateurs événementiels liés au trafic aérien

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
N ¹	Nuit 22h - 6h	3	3	1	3
	Jour 6h - 18h	91	84	117	100
	Soir 18h - 22h	26	29	19	22
	Total - 24h	120	116	138	125
NA62	Nuit 22h - 6h	0	1	0	0
	Jour 6h - 18h	48	43	75	42
	Soir 18h - 22h	10	11	6	8
	Total - 24h	58	55	81	50
NA65	Nuit 22h - 6h	0	0	0	0
	Jour 6h - 18h	25	22	44	20
	Soir 18h - 22h	4	5	3	3
	Total - 24h	30	27	47	23

Tableau 2 : Estimation des indicateurs acoustiques événementiels.

¹ N : Nombre d'événements aéronefs identifiés acoustiquement.

4. EVOLUTION TEMPORELLE DU NIVEAU SONORE

La figure 2 présente l'évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure. Cette figure est directement extraite de la plate-forme de consultation des données du réseau RUMEUR² (réseau de surveillance du bruit dans l'environnement de Bruitparif), consultables librement par tous sur le site internet de Bruitparif (www.bruitparif.fr).

Ces graphiques représentent les variations du niveau de bruit au cours du temps. Une courbe bleue matérialise l'évolution du niveau de bruit moyennée sur une période qui dépend de l'échelle de représentation (ainsi si on visualise des données sur un mois, la courbe bleue représentera des données moyennes horaires, si on visualise des données sur une journée particulière, la courbe bleue matérialisera le niveau moyen sur 5 minutes, etc...). En arrière-plan, une zone bleue transparente montre l'amplitude de fluctuation du niveau de bruit instantané (niveau seconde). Il est ainsi possible d'avoir simultanément une vision de la variation du niveau de bruit moyen et instantané.

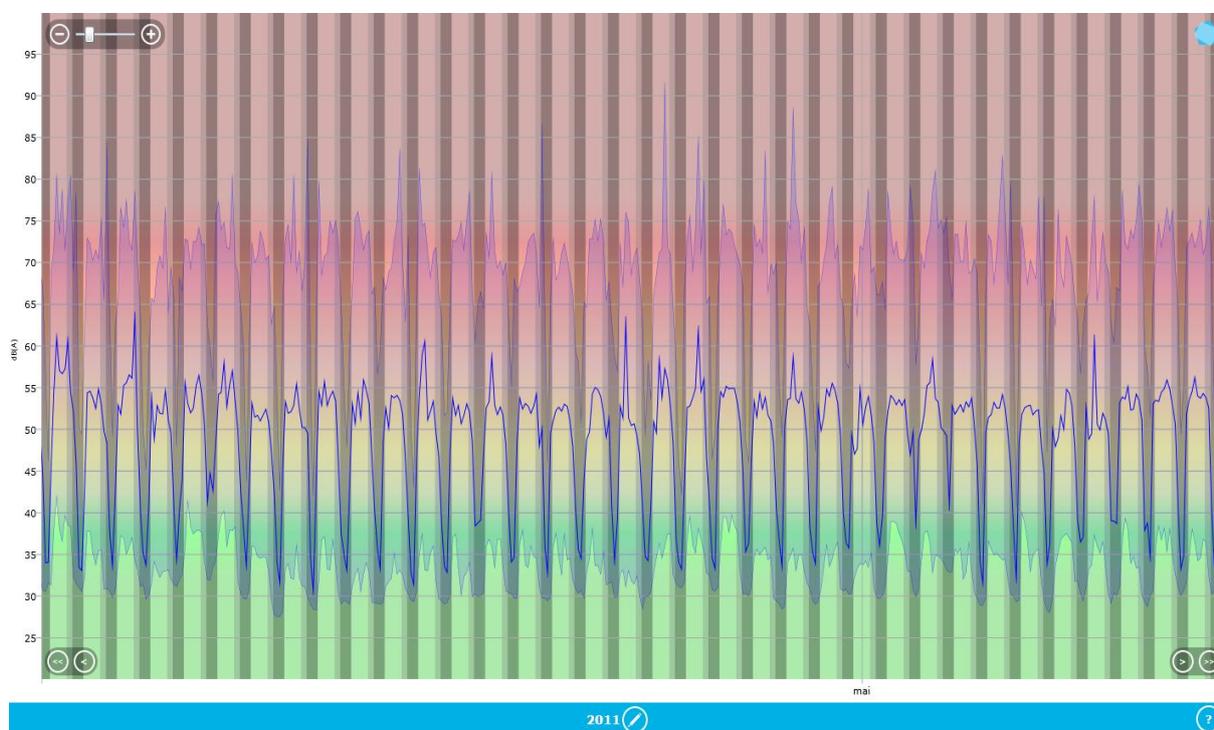


Figure 2 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure.

² RUMEUR : Réseau Urbain de Mesure de l'Environnement sonore d'Utilité Régionale.

5. JOURNEES PARTICULIERES

Le tableau 3 présente les résultats des 3 journées pour lesquelles le trafic des avions a engendré le plus et le moins de bruit sur la période 6h-22h pour l'indicateur LAeq,aérien. A titre informatif, les conditions météorologiques associées sont systématiquement présentées.

Journées		LAeq aérien 6h-22h	N 6h-22h	NA62 6h-22h	NA65 6h-22h	Météo	
						v ³	h ⁴
3 journées les plus impactées	samedi 09/04/2011	49,9 dB(A)	236	139	77	< 5 m/s	0 mm
	vendredi 15/04/2011	49,7 dB(A)	140	83	53	< 5 m/s	0 mm
	mardi 26/04/2011	49,6 dB(A)	144	95	46	< 5 m/s	0 mm
3 journées les moins impactées	dimanche 08/05/2011	40,9 dB(A)	40	13	7	6,3 m/s	0 mm
	mercredi 13/04/2011	42,2 dB(A)	47	16	6	< 5 m/s	0 mm
	lundi 09/05/2011	42,3 dB(A)	29	17	4	< 5 m/s	0 mm

Tableau 3 : Journées particulières

A titre illustratif, les figures 3 et 4 proposent respectivement un extrait de l'évolution temporelle du niveau sonore pour la journée la plus et la moins impactée par le bruit des avions. Les pics marqués d'un point bleu correspondent aux événements acoustiques aériens détectés par la station puis validés par le laboratoire de mesure de Bruitparif (réécoute des enregistrements audionumériques).

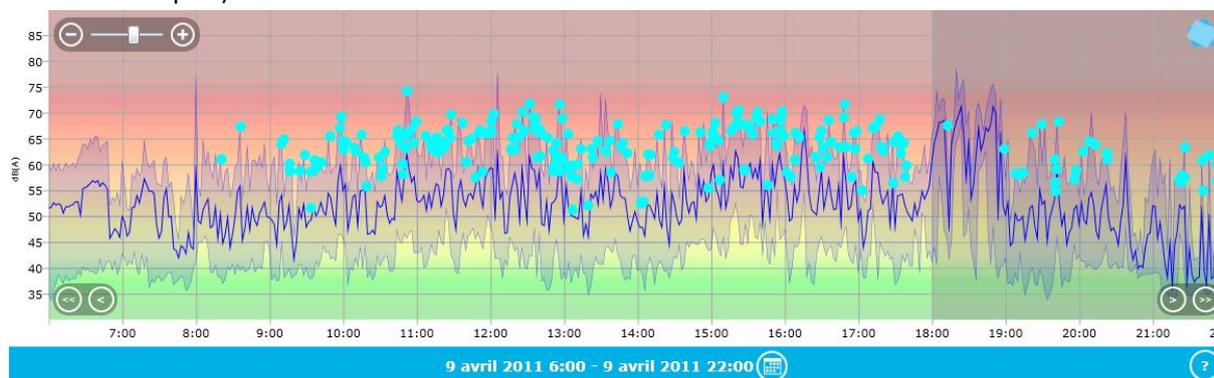


Figure 3 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le samedi 9 avril 2011.

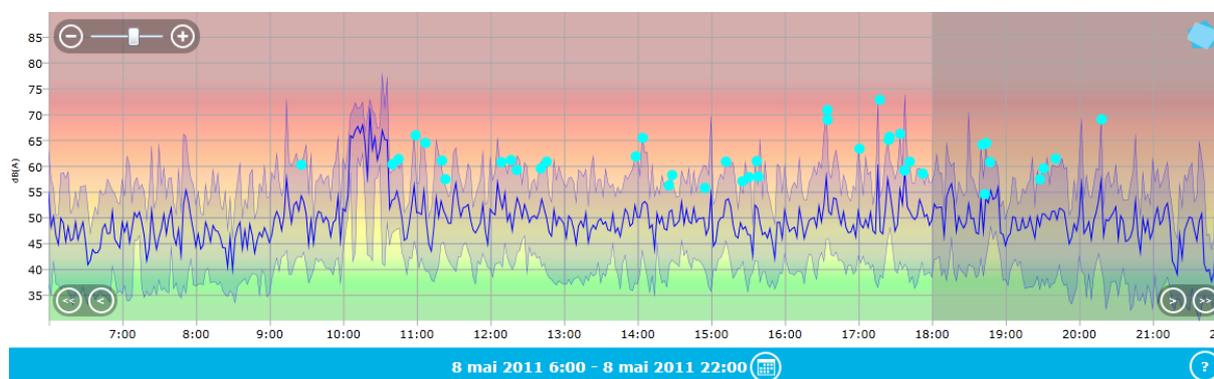


Figure 4 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le dimanche 8 mai 2011.

³ Vitesse du vent horaire maximale 6h-22h

⁴ Hauteur de précipitations cumulée 6h-22h

6. CYCLES JOURNALIERS

Les figures 5 à 8 présentent les cycles journaliers moyens des indicateurs associés au bruit aérien, pour respectivement tous les jours confondus, les jours ouvrables, les samedis et les dimanches.

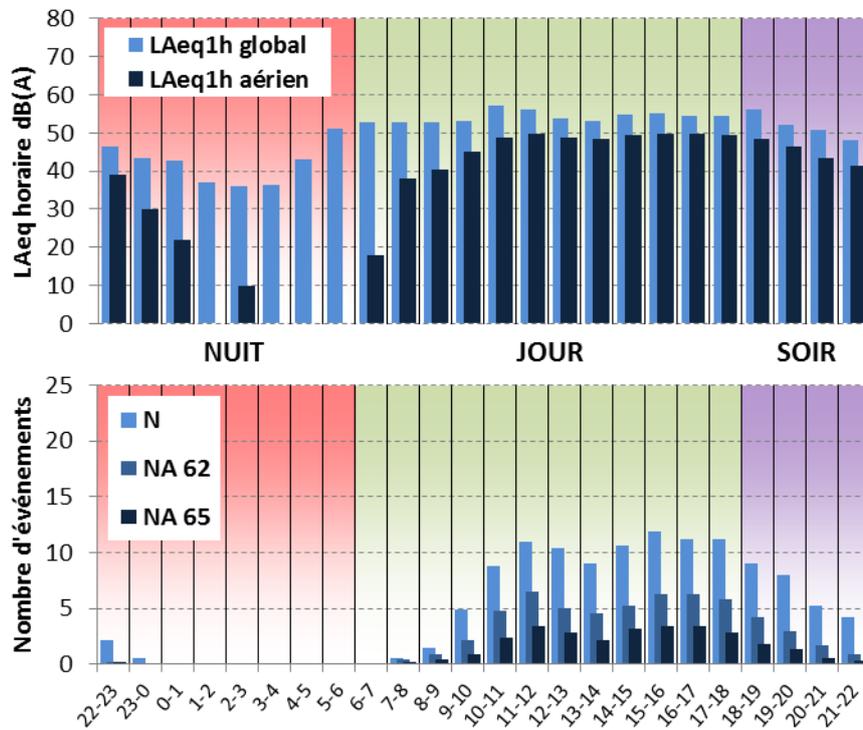


Figure 5 : Cycles horaires journaliers moyens ; tous jours confondus.

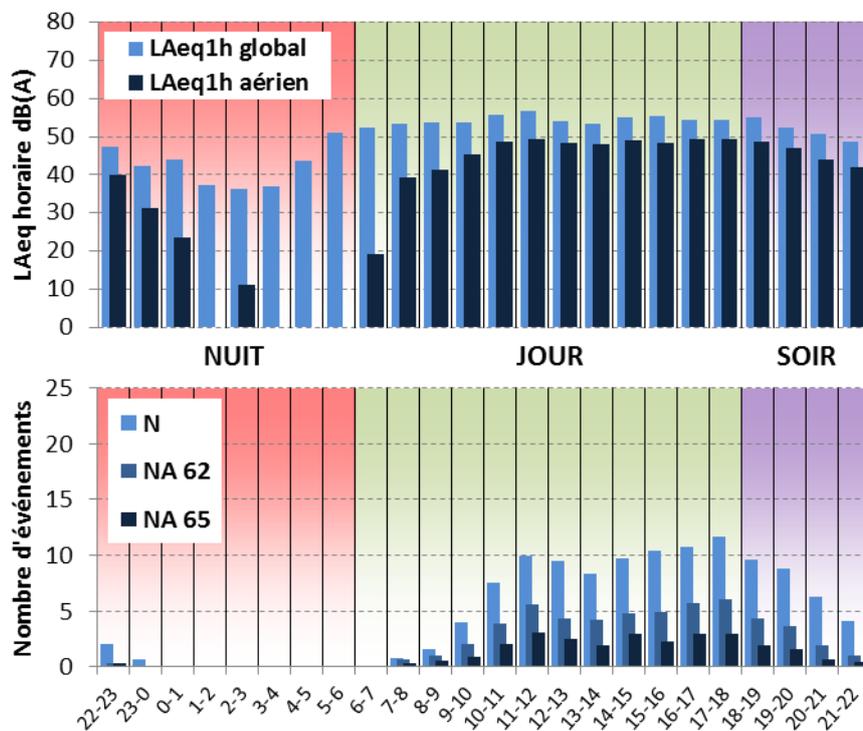


Figure 6 : Cycles horaires journaliers moyens ; jours ouvrables.

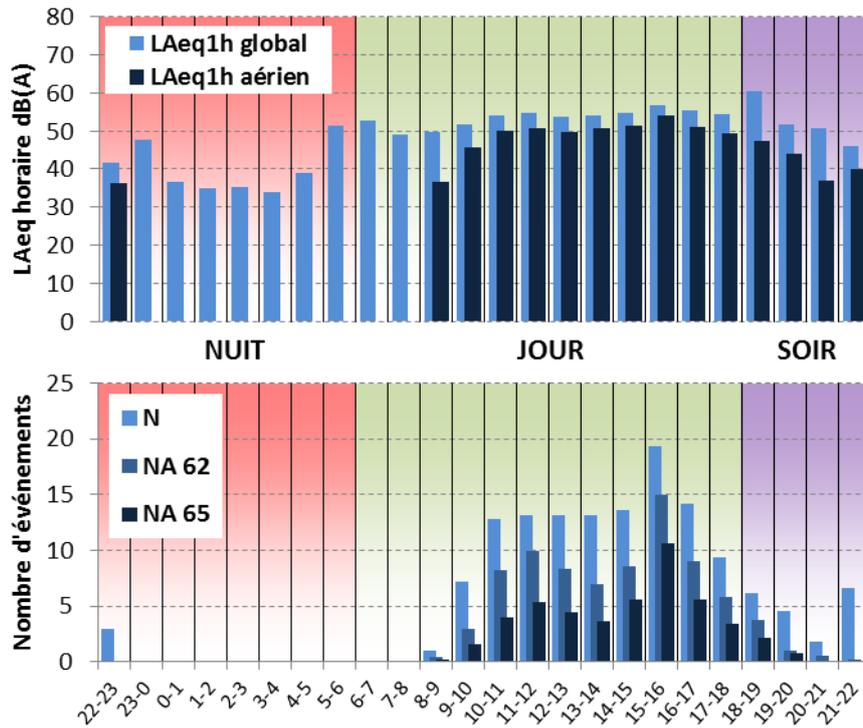


Figure 7 : Cycles horaires journaliers moyens ; samedis.

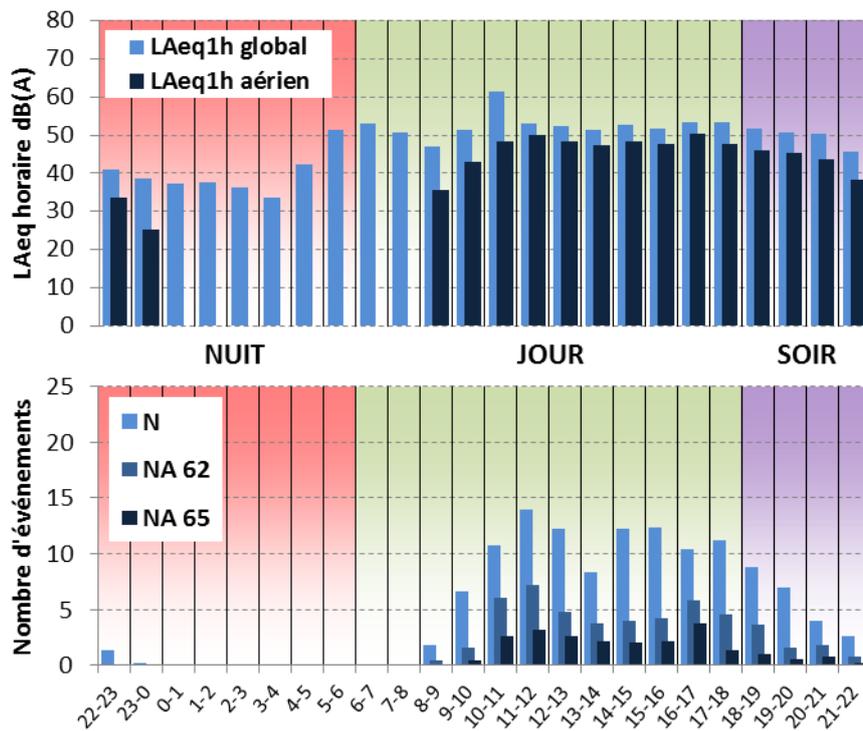


Figure 8 : Cycles horaires journaliers moyens ; dimanches.

7. EVOLUTION DES INDICATEURS ACOUSTIQUES LIES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les figures 9 à 12 présentent l'évolution quotidienne des indicateurs énergétiques et événementiels pour chaque période de période de 24 heures. Précisons que dans notre analyse, la période de 24h correspond ici à la période 22h - 22h. Les résultats sont également détaillés par périodes nocturnes (22h - 6h), diurnes (6h - 18h) et de soirées (18h - 22h).

7.1 Période 22h-22h

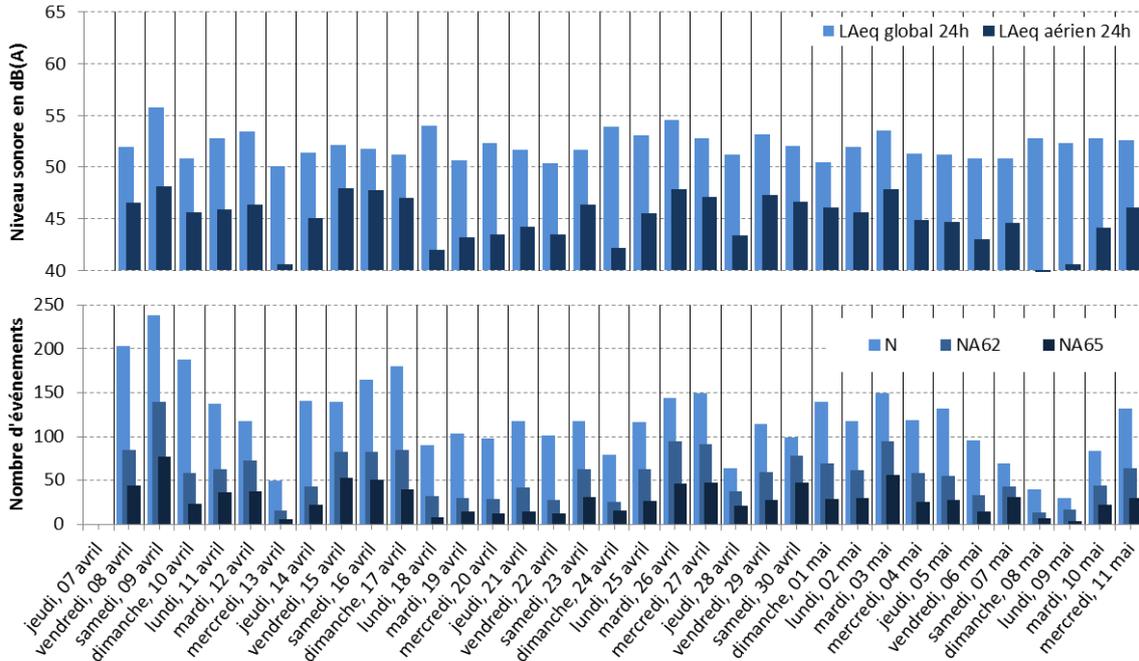


Figure 9 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A).

7.2 Période Nuit : 22h-6h

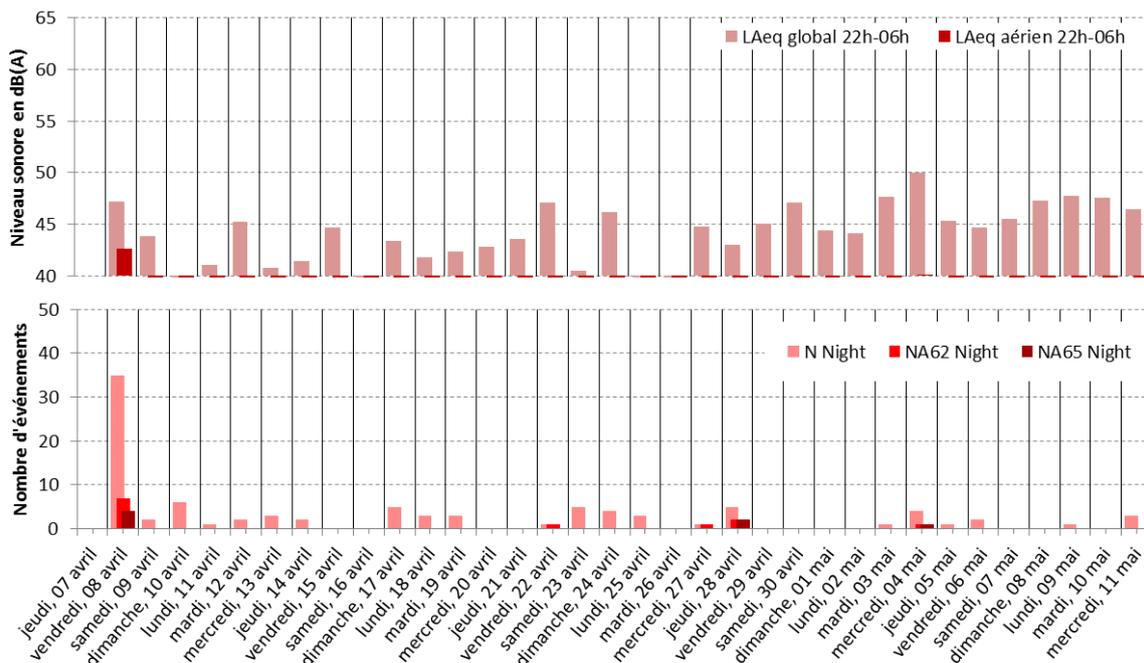


Figure 10 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A).

7.3 Période Jour : 6h-18h

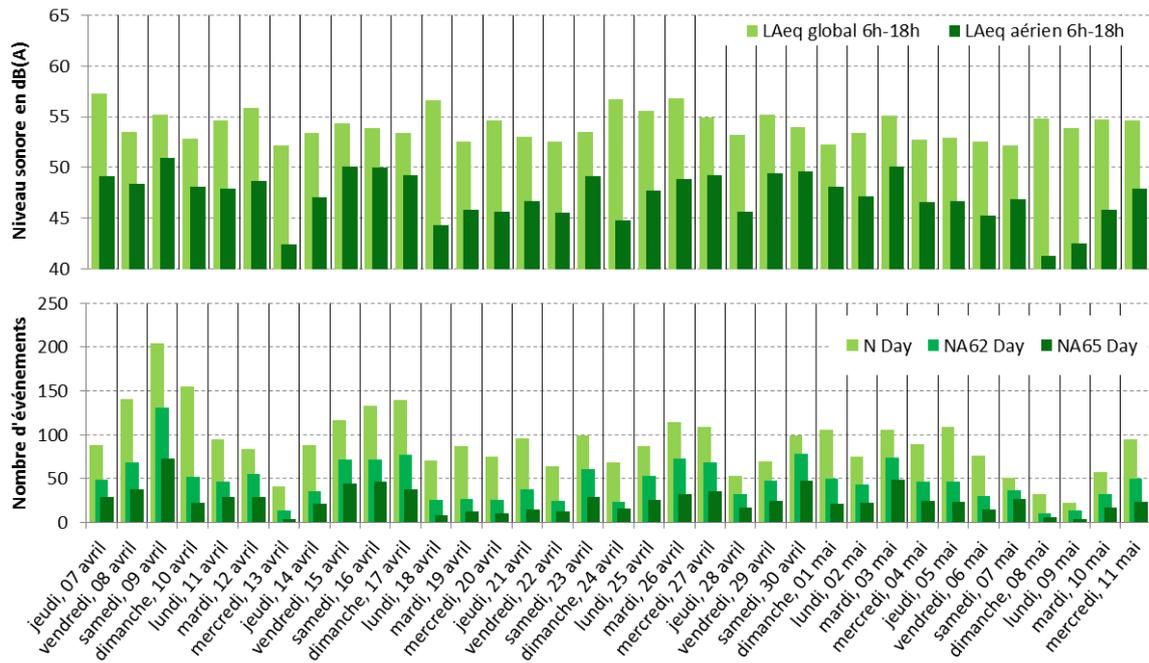


Figure 11 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A).

7.4 Période Soir : 18h-22h

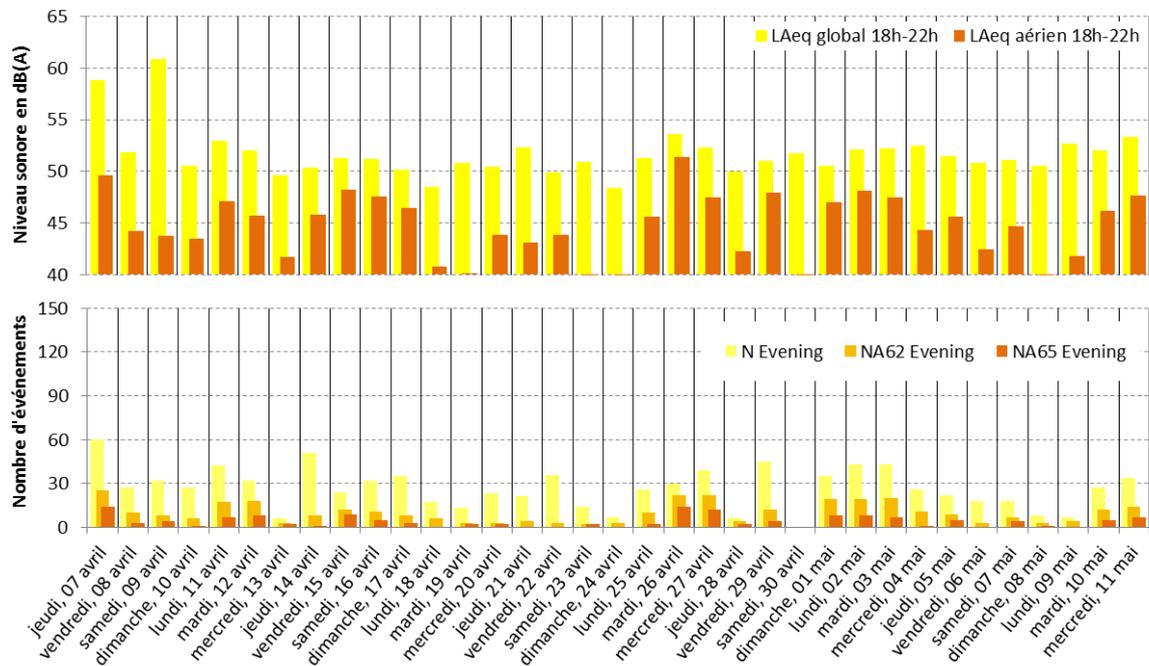


Figure 12 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A).

STATISTIQUES

Les figures 13 à 15 présentent les résultats des distributions statistiques des niveaux de pointe $L_{Amax,1s}$, des niveaux SEL et des émergences événementielles associés aux aéronefs.

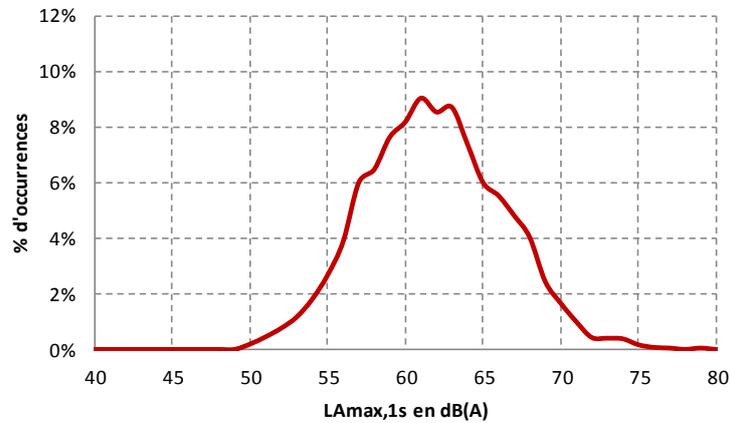


Figure 13 : Distribution statistique des valeurs $L_{Amax,1s}$.

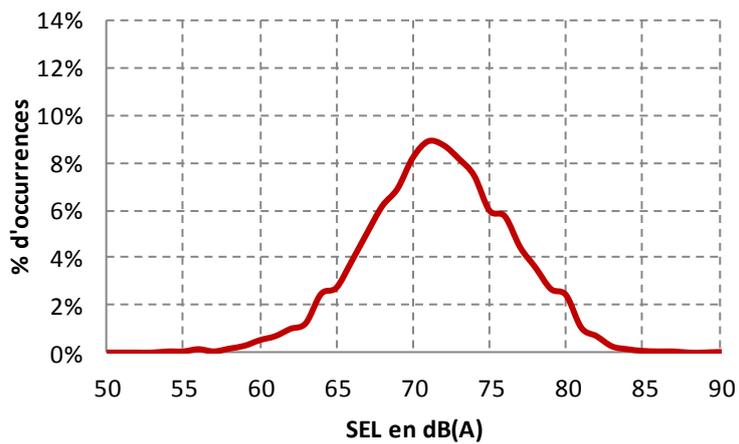


Figure 14 : Distribution statistique des valeurs SEL.

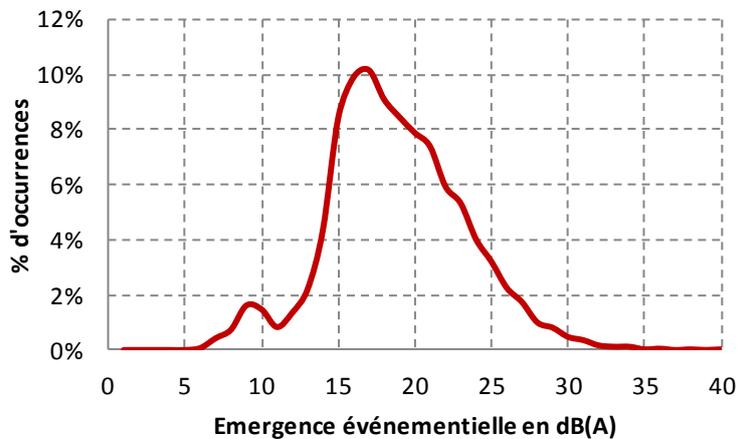


Figure 15 : Distribution statistique des valeurs d'émergence événementielle.

SITE N°2 : VILLIERS-LE-BACLE 1 RUE DE LA RIGOLE

Campagne de mesure du bruit autour des aérodromes franciliens
Etude de l'aérodrome de Toussus-le-Noble

Période d'analyse : du 13 avril 2011 au 11 mai 2011

1. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La campagne de mesures autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble s'est déroulée du 6 avril au 30 juin 2011 ; période durant laquelle l'ensemble des sites de mesure ont pu être documentés pendant une durée d'au moins un mois.

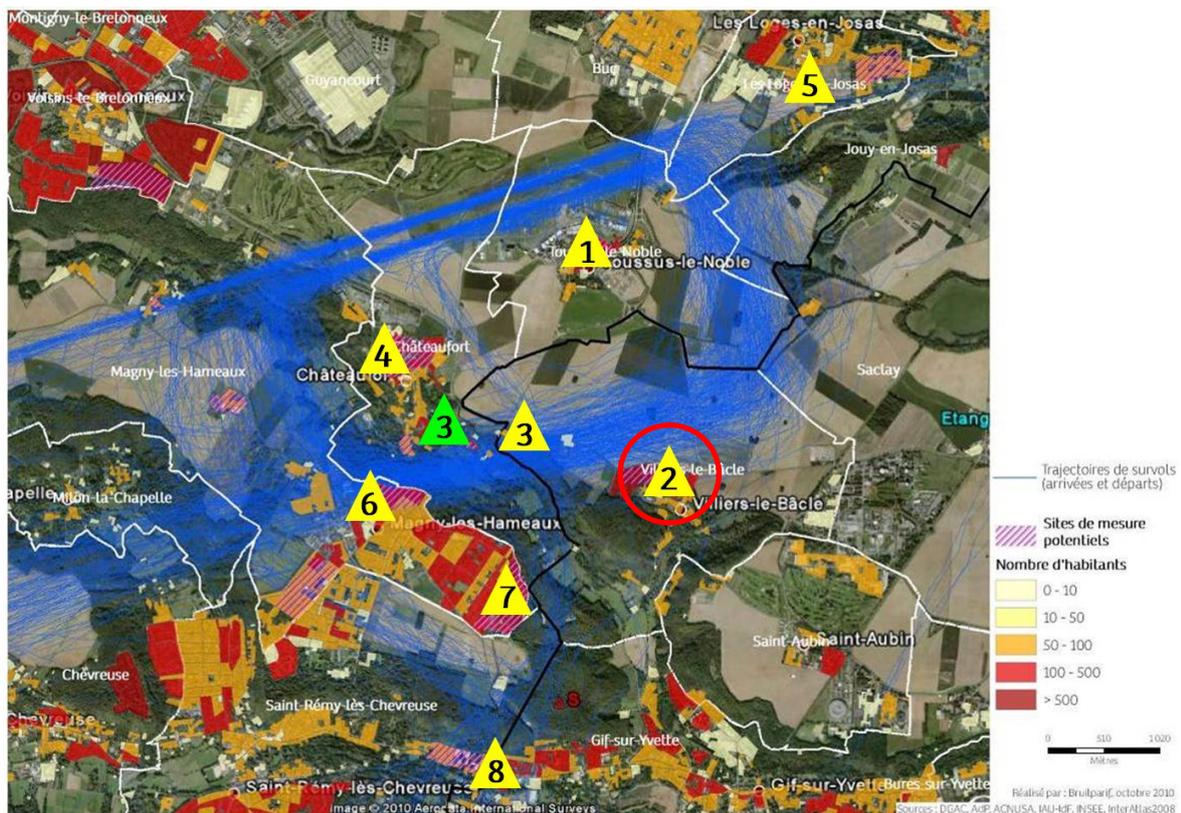
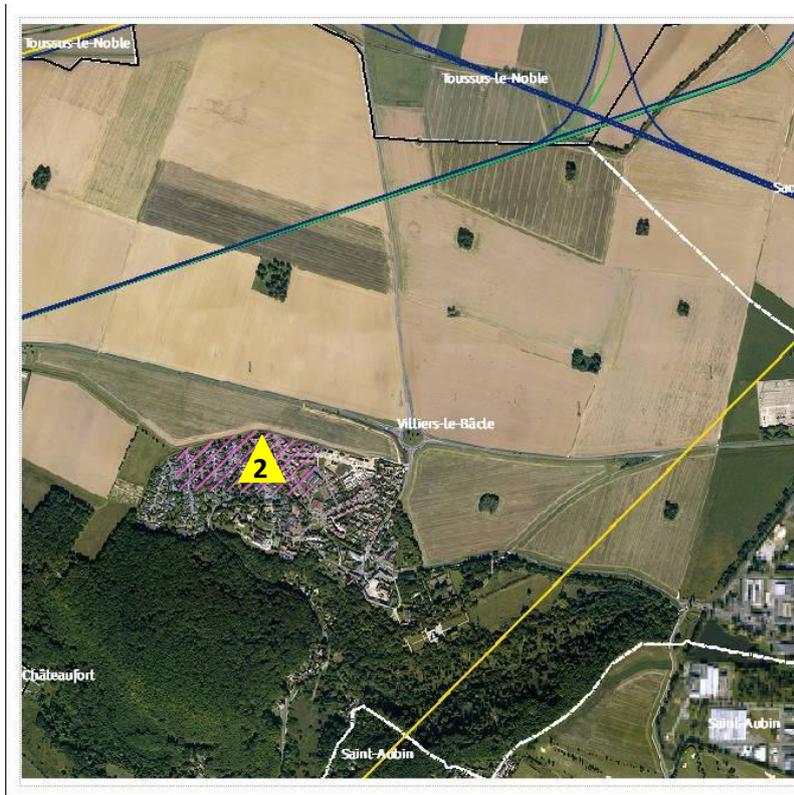


Figure 1 : Plan d'échantillonnage, synthèse des sites de mesure sélectionnés.

2. DESCRIPTION ET LOCALISATION DU SITE DE MESURE

Ce site est situé au sein d'une zone pavillonnaire. Il est situé légèrement au sud des tours de piste.



Site n°2 : 1 rue de la Rigole, Villiers-le-Bâcle



3. INDICATEURS ACOUSTIQUES LIEES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les tableaux 1 et 2 présentent les résultats des indicateurs énergétiques et événementiels sur l'ensemble de la période d'analyse.

3.1 Indicateurs énergétiques

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
L _{Aeq} Aéronefs Estimation Lden aéronefs : 45,5 dB(A)	Nuit 22h - 6h	27,1	27,0	27,4	27,4
	Jour 6h - 18h	46,1	45,6	47,7	46,6
	Soir 18h - 22h	44,1	44,2	44,0	43,0
	Total - 24h	43,9	43,6	45,3	44,2
L _{Aeq} Toutes sources confondues Estimation Lden : 53,4 dB(A)	Nuit 22h - 6h	44,1	44,2	43,5	43,9
	Jour 6h - 18h	52,6	53,3	50,8	49,5
	Soir 18h - 22h	49,2	49,4	49,0	48,3
	Total - 24h	50,5	51,1	49,1	48,0
Contribution sonore des Aéronefs (%) Contribution au Lden : 16%	Nuit 22h - 6h	2%	2%	2%	2%
	Jour 6h - 18h	23%	17%	49%	51%
	Soir 18h - 22h	30%	30%	32%	30%
	Total - 24h	22%	18%	42%	41%

Tableau 1 : Estimation des indicateurs acoustiques énergétiques.

3.2 Indicateurs événementiels liés au trafic aérien

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
N ¹	Nuit 22h - 6h	1	1	2	2
	Jour 6h - 18h	91	80	124	114
	Soir 18h - 22h	22	22	26	19
	Total - 24h	114	103	151	134
NA62	Nuit 22h - 6h	0	0	0	1
	Jour 6h - 18h	34	32	46	31
	Soir 18h - 22h	7	8	7	4
	Total - 24h	42	41	53	36
NA65	Nuit 22h - 6h	0	0	0	0
	Jour 6h - 18h	17	16	22	16
	Soir 18h - 22h	4	4	3	3
	Total - 24h	21	20	25	18

Tableau 2 : Estimation des indicateurs acoustiques événementiels.

¹ N : Nombre d'événements aéronefs identifiés acoustiquement.

4. EVOLUTION TEMPORELLE DU NIVEAU SONORE

La figure 2 présente l'évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure. Cette figure est directement extraite de la plate-forme de consultation des données du réseau RUMEUR² (réseau de surveillance du bruit dans l'environnement de Bruitparif), consultables librement par tous sur le site internet de Bruitparif (www.bruitparif.fr).

Ces graphiques représentent les variations du niveau de bruit au cours du temps. Une courbe bleue matérialise l'évolution du niveau de bruit moyennée sur une période qui dépend de l'échelle de représentation (ainsi si on visualise des données sur un mois, la courbe bleue représentera des données moyennes horaires, si on visualise des données sur une journée particulière, la courbe bleue matérialisera le niveau moyen sur 5 minutes, etc...). En arrière-plan, une zone bleue transparente montre l'amplitude de fluctuation du niveau de bruit instantané (niveau seconde). Il est ainsi possible d'avoir simultanément une vision de la variation du niveau de bruit moyen et instantané.

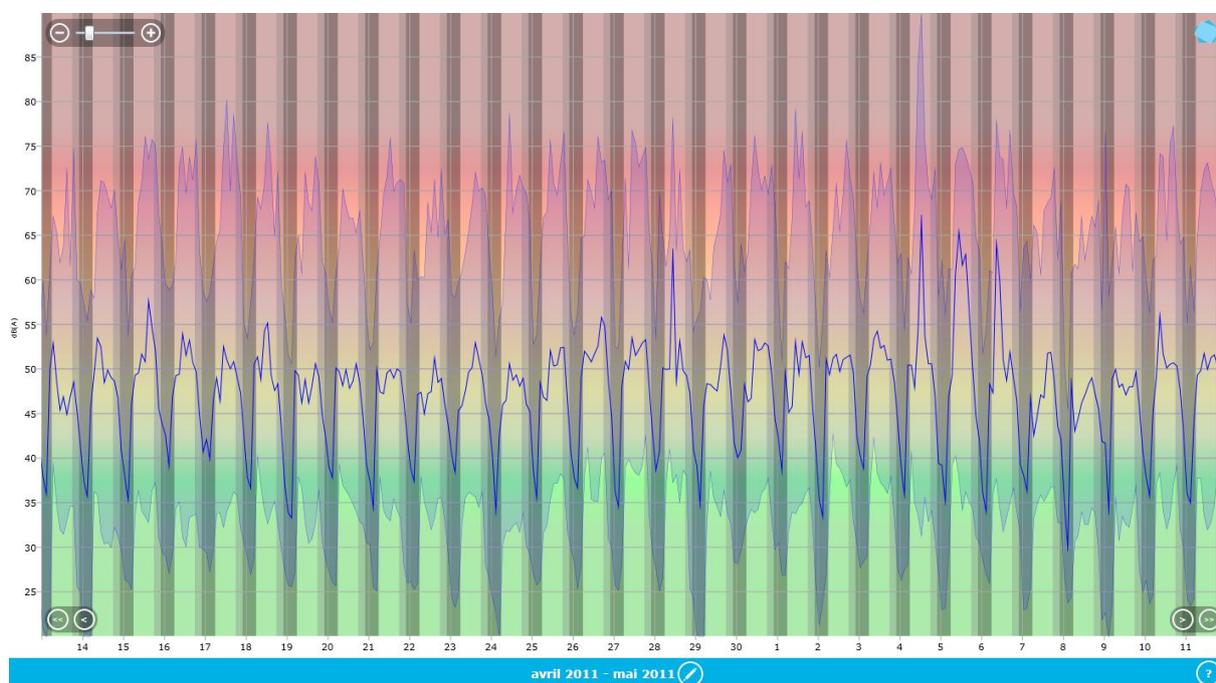


Figure 2 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure.

² RUMEUR : Réseau Urbain de Mesure de l'Environnement sonore d'Utilité Régionale.

5. JOURNEES PARTICULIERES

Le tableau 3 présente les résultats des 3 journées pour lesquelles le trafic des avions a engendré le plus et le moins de bruit sur la période 6h-22h pour l'indicateur LAeq,aérien. A titre informatif, les conditions météorologiques associées sont systématiquement présentées.

Journées		LAeq aérien 6h-22h	N 6h-22h	NA62 6h-22h	NA65 6h-22h	Météo	
						v ³	h ⁴
3 journées les plus impactées	samedi 16/04/2011	48,3	159	63	29	< 5 m/s	0 mm
	samedi 30/04/2011	47,9	168	73	35	< 5 m/s	0 mm
	mercredi 04/05/2011	47,8	135	69	39	< 5 m/s	0 mm
3 journées les moins impactées	jeudi 28/04/2011	36,7	16	5	1	< 5 m/s	0 mm
	mercredi 13/04/2011	39,1	70	3	0	< 5 m/s	0 mm
	lundi 09/05/2011	39,9	52	10	3	< 5 m/s	0 mm

Tableau 3 : Journées particulières

A titre illustratif, les figures 3 et 4 proposent respectivement un extrait de l'évolution temporelle du niveau sonore pour la journée la plus et la moins impactée par le bruit des avions. Les pics marqués d'un point bleu correspondent aux événements acoustiques aériens détectés par la station puis validés par le laboratoire de mesure de Bruitparif (réécoute des enregistrements audionumériques).

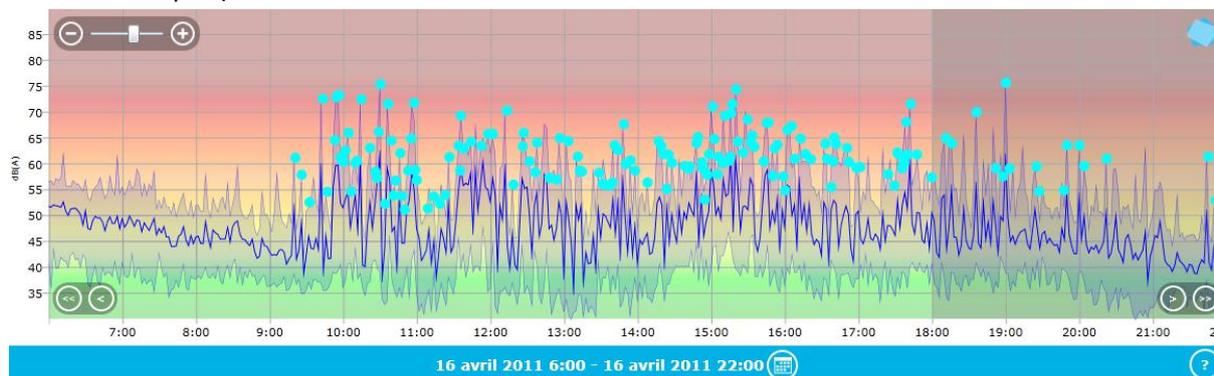


Figure 3 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le samedi 16 avril 2011.

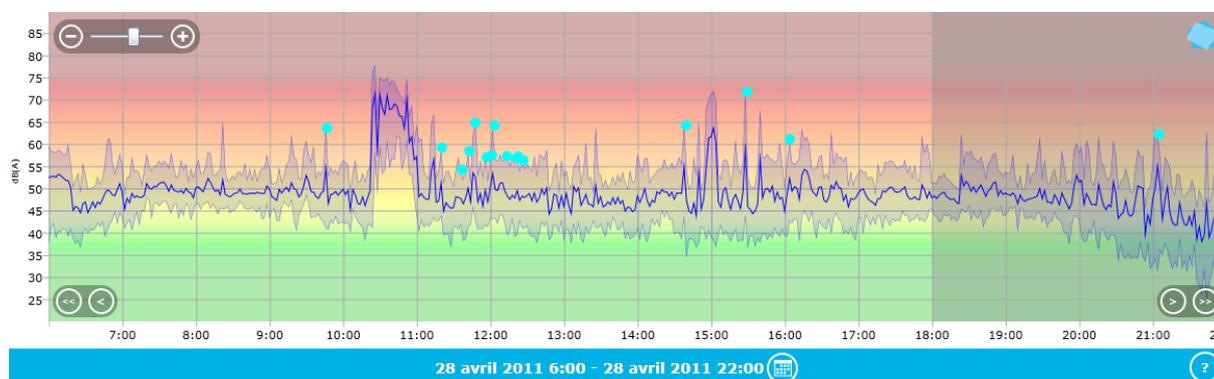


Figure 4 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le jeudi 28 avril 2011.

³ Vitesse du vent horaire maximale 6h-22h

⁴ Hauteur de précipitations cumulée 6h-22h

6. CYCLES JOURNALIERS

Les figures 5 à 8 présentent les cycles journaliers moyens des indicateurs associés au bruit aérien, pour respectivement tous les jours confondus, les jours ouvrables, les samedis et les dimanches.

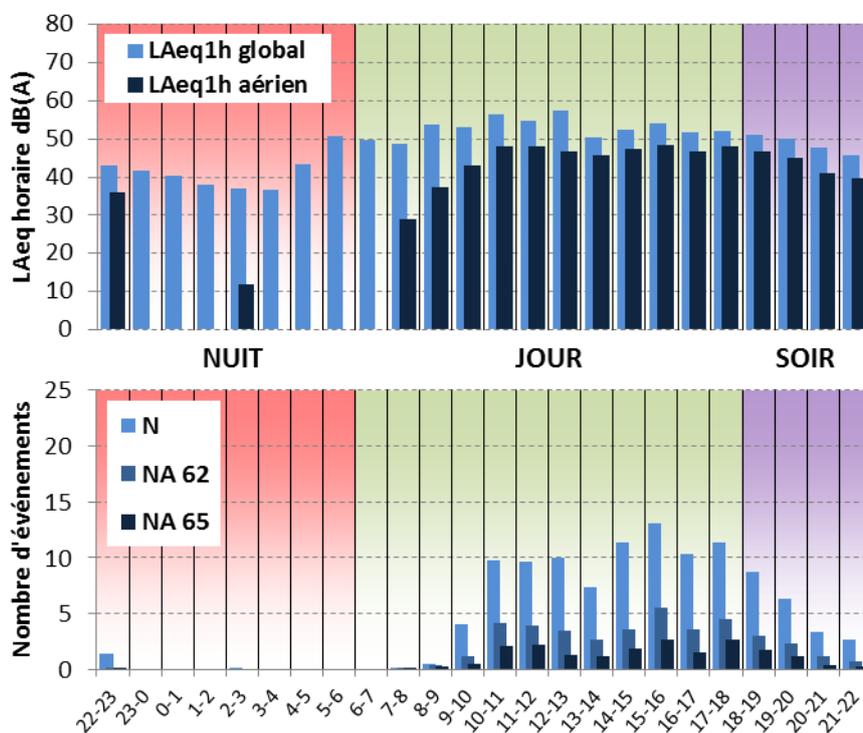


Figure 5 : Cycles horaires journaliers moyens ; tous jours confondus.

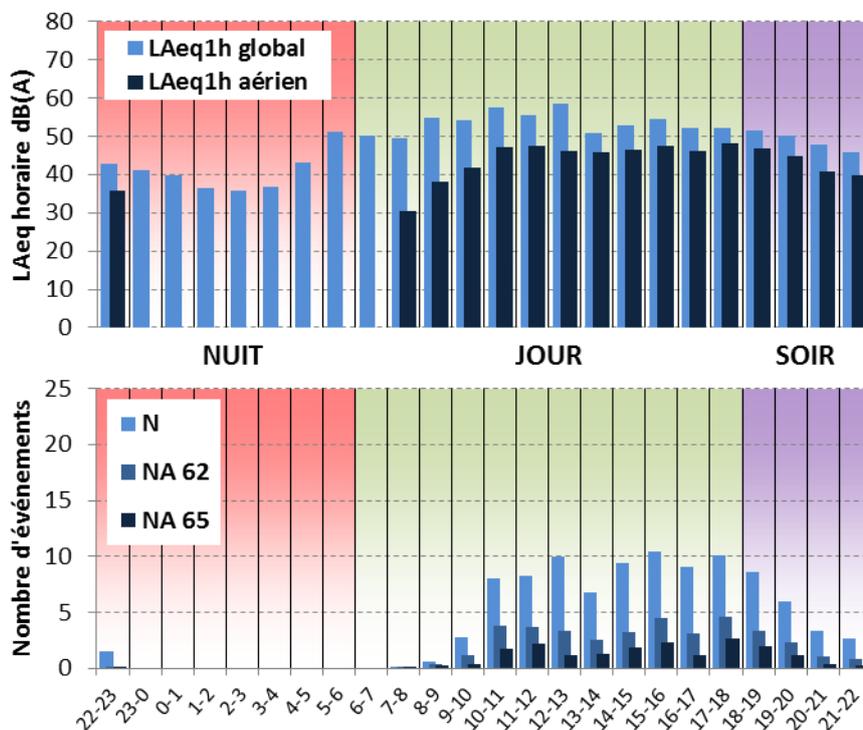


Figure 6 : Cycles horaires journaliers moyens ; jours ouvrables.

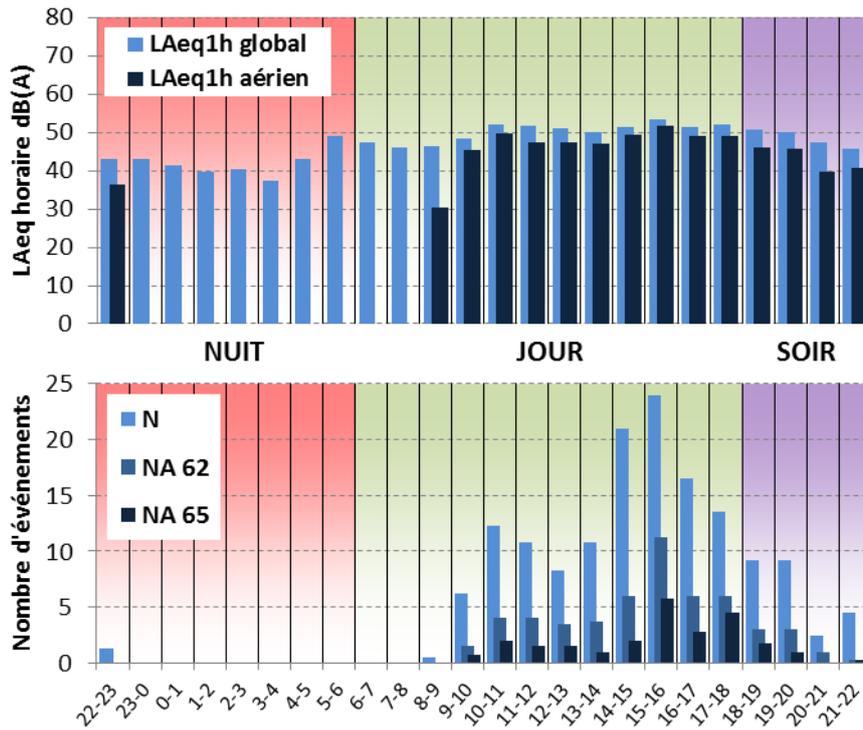


Figure 7 : Cycles horaires journaliers moyens ; samedis.

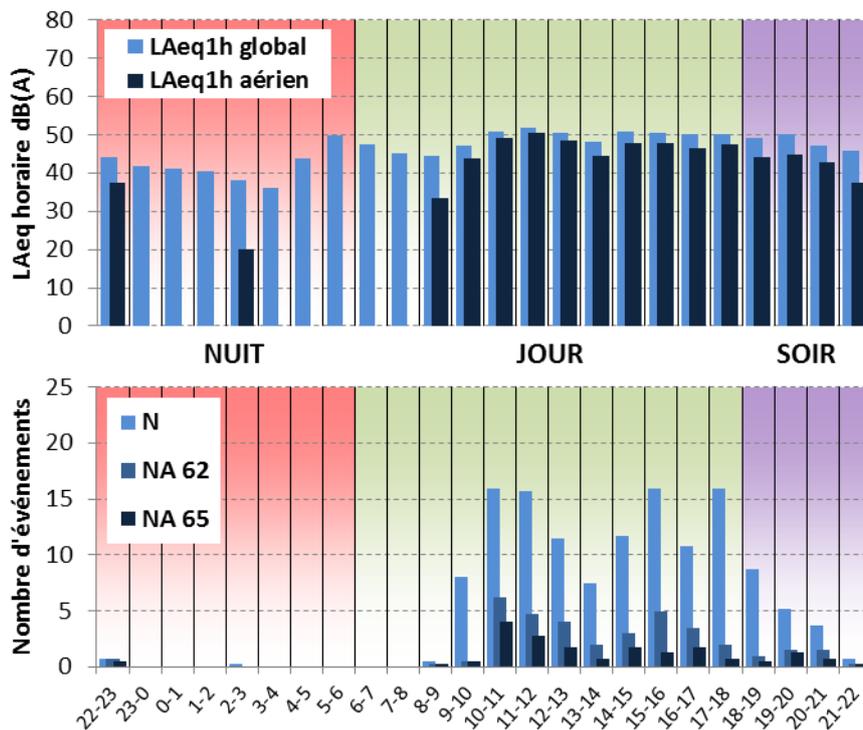


Figure 8 : Cycles horaires journaliers moyens ; dimanches.

7. EVOLUTION DES INDICATEURS ACOUSTIQUES LIES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les figures 9 à 12 présentent l'évolution quotidienne des indicateurs énergétiques et événementiels pour chaque période de période de 24 heures. Précisons que dans notre analyse, la période de 24h correspond ici à la période 22h - 22h. Les résultats sont également détaillés par périodes nocturnes (22h - 6h), diurnes (6h - 18h) et de soirées (18h - 22h).

7.1 Période 22h-22h

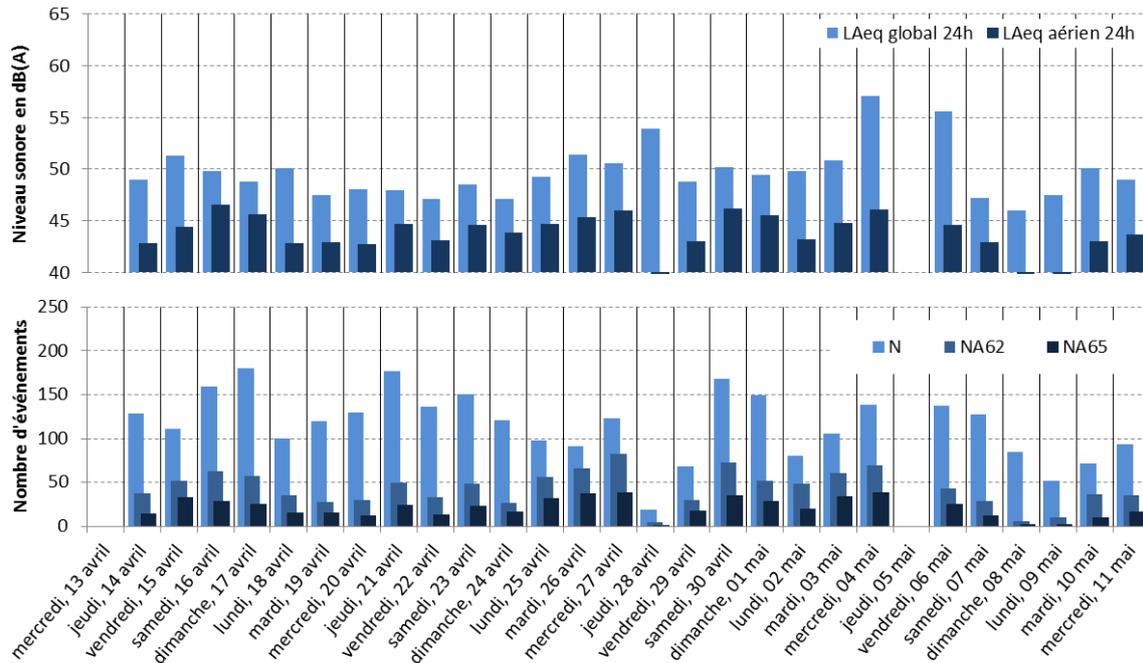


Figure 9 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période 22h – 22h.

7.2 Période Nuit : 22h-6h

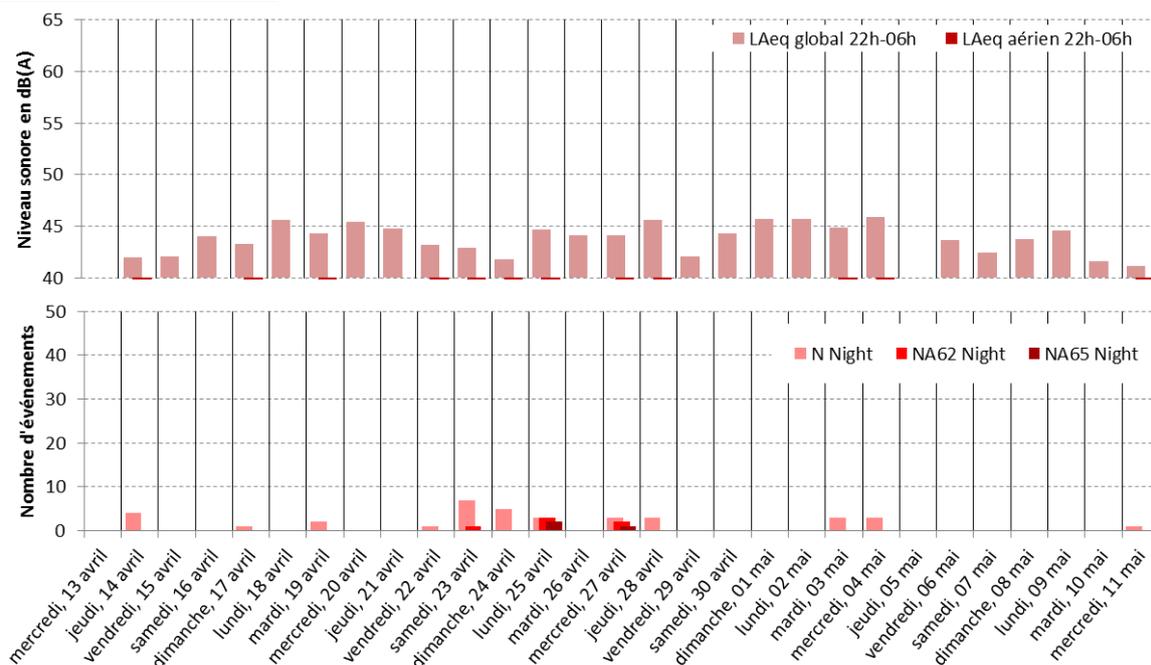


Figure 10 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période nuit.

7.3 Période Jour : 6h-18h

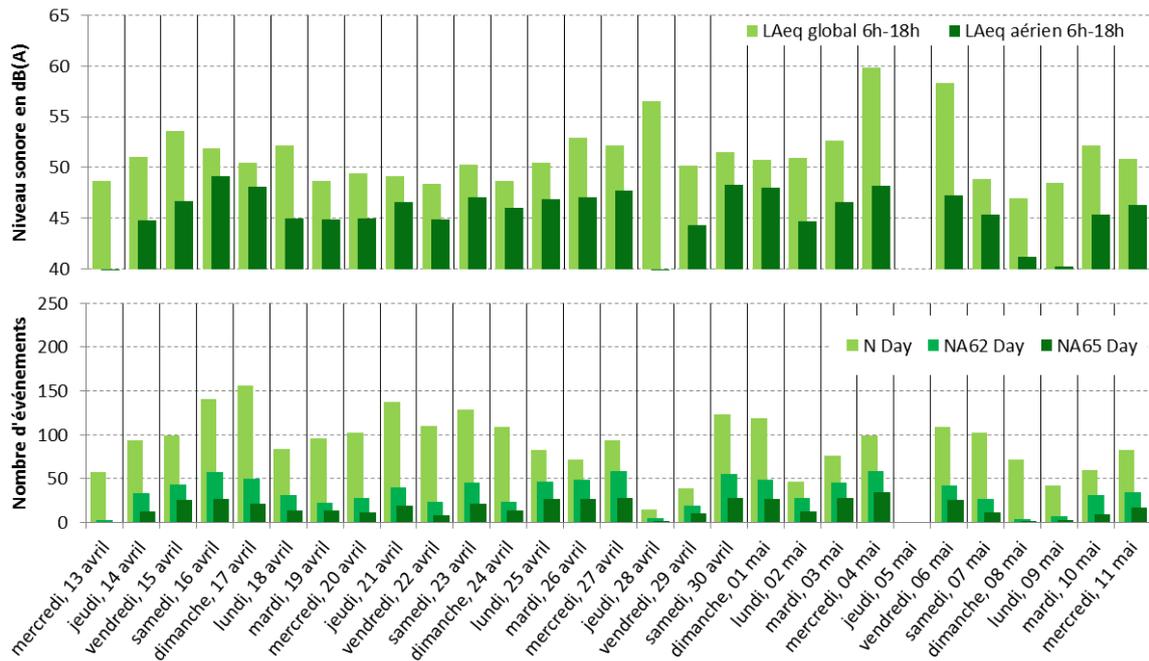


Figure 11 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période jour.

7.4 Période Soir : 18h-22h

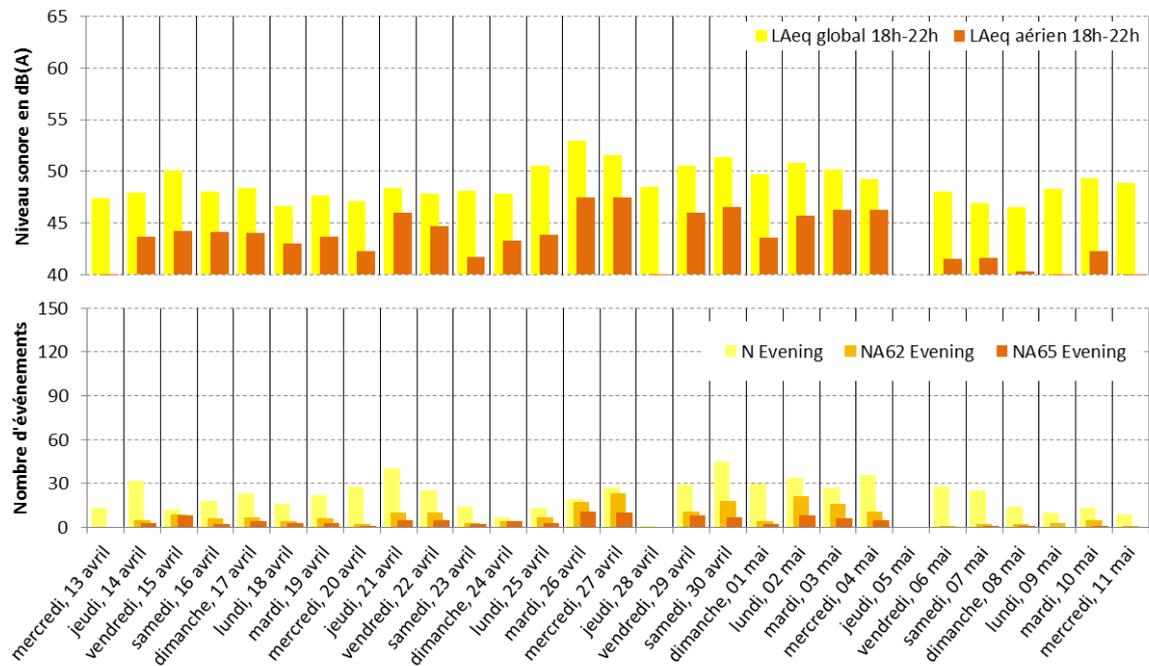


Figure 12 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période soir.

STATISTIQUES

Les figures 13 à 15 présentent les résultats des distributions statistiques des niveaux de pointe $L_{Amax,1s}$, des niveaux SEL et des émergences événementielles associés aux aéronefs.

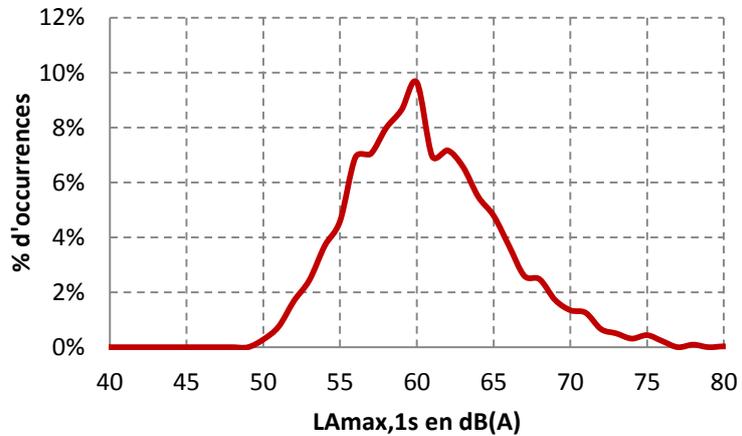


Figure 13 : Distribution statistique des valeurs $L_{Amax,1s}$.

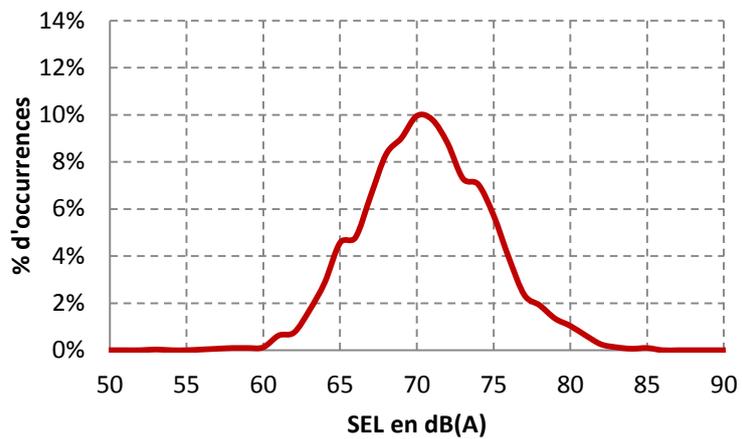


Figure 14 : Distribution statistique des valeurs SEL.

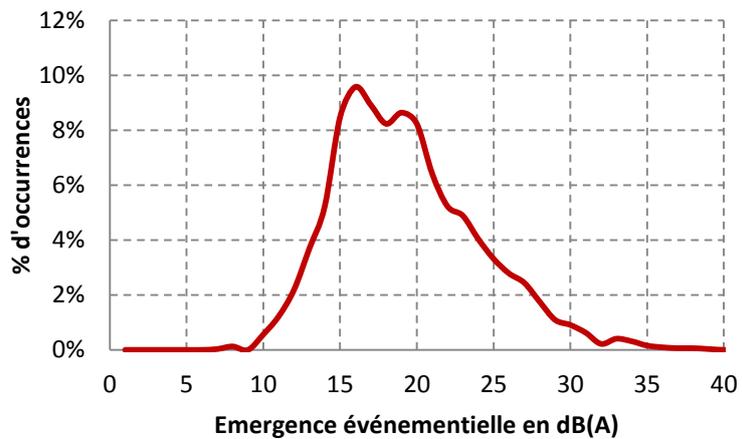


Figure 15 : Distribution statistique des valeurs d'émergence événementielle.

SITE N°3 : VILLIERS-LE-BACLE FERME DE VOISINS-LE-THUIT

Campagne de mesure du bruit autour des aérodromes franciliens
Etude de l'aérodrome de Toussus-le-Noble

Période d'analyse : du 14 mai 2011 au 12 juin 2011

1. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La campagne de mesures autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble s'est déroulée du 6 avril au 30 juin 2011 ; période durant laquelle l'ensemble des sites de mesure ont pu être documentés pendant une durée d'au moins un mois.

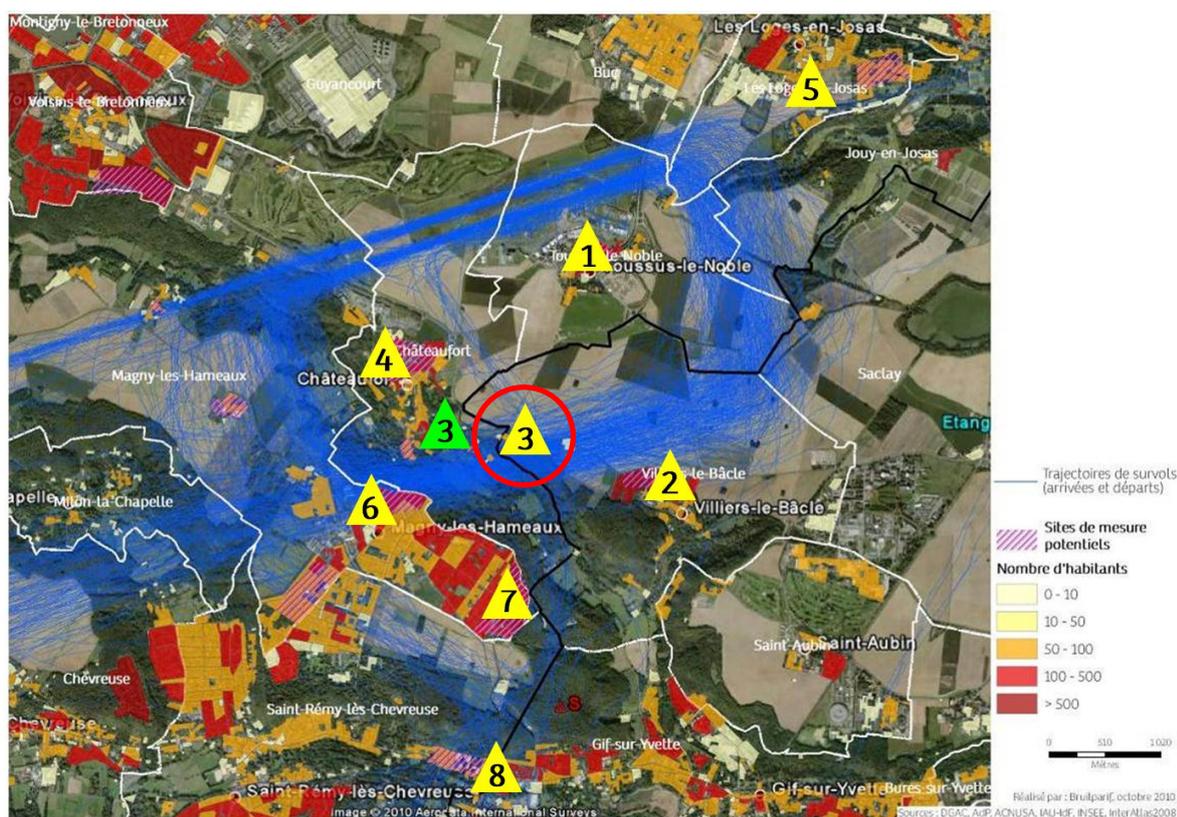
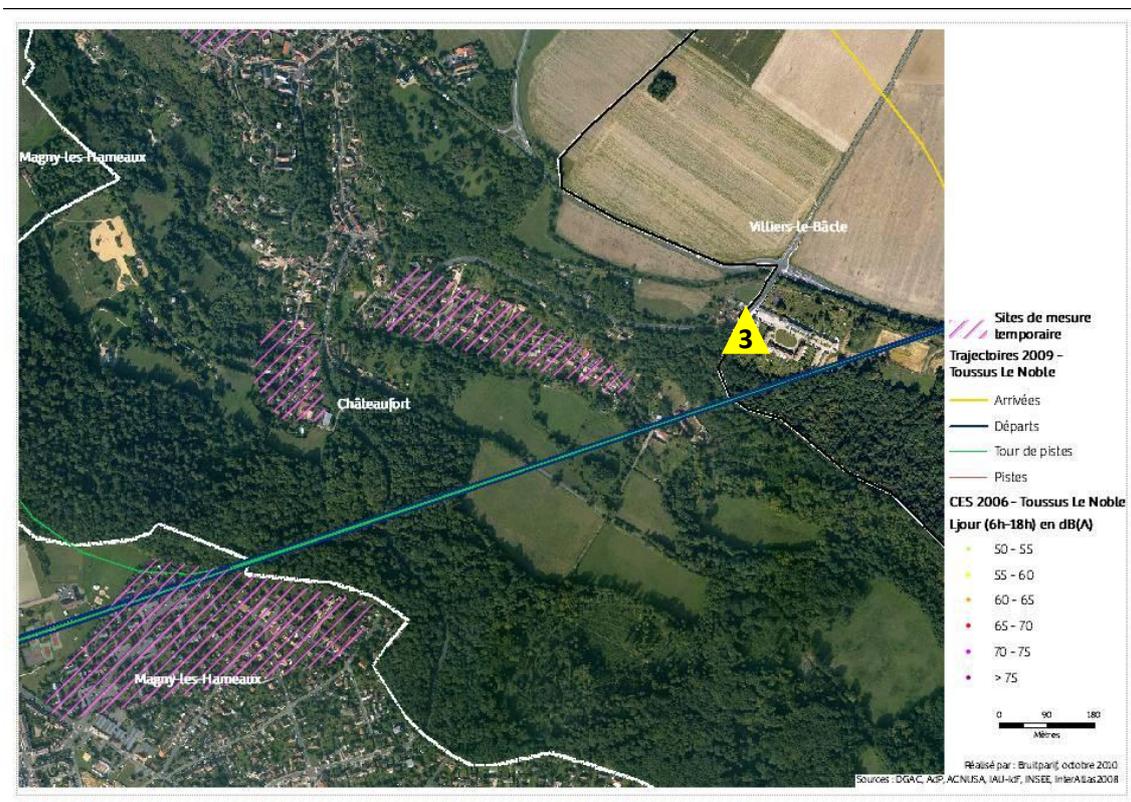


Figure 1 : Plan d'échantillonnage, synthèse des sites de mesure sélectionnés.

2. DESCRIPTION ET LOCALISATION DU SITE DE MESURE

Le site est situé au sein d'une zone pavillonnaire sous les trajectoires et ce, quelle que soit la configuration de vol (face à l'est ou face à l'ouest).



Site n°3 : Ferme de Voisins-le-Thuit, Villiers-le-Bâcle



3. INDICATEURS ACOUSTIQUES LIEES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les tableaux 1 et 2 présentent les résultats des indicateurs énergétiques et événementiels sur l'ensemble de la période d'analyse.

3.1 Indicateurs énergétiques

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
L _{Aeq} Aéronefs Estimation Lden aéronefs : 46,2 dB(A)	Nuit 22h - 6h	24,9	25,5	25,1	19,3
	Jour 6h - 18h	46,8	46,3	49,2	45,2
	Soir 18h - 22h	44,9	45,2	44,9	44,0
	Total - 24h	44,7	44,3	46,7	43,2
L _{Aeq} Toutes sources confondues Estimation Lden : 53,5 dB(A)	Nuit 22h - 6h	45,1	44,7	44,4	46,5
	Jour 6h - 18h	51,0	51,2	51,6	49,0
	Soir 18h - 22h	50,3	50,4	50,3	50,2
	Total - 24h	49,6	49,7	50,0	48,6
Contribution sonore des Aéronefs (%) Contribution au Lden : 18%	Nuit 22h - 6h	1%	1%	1%	0%
	Jour 6h - 18h	38%	33%	57%	42%
	Soir 18h - 22h	29%	30%	29%	24%
	Total - 24h	32%	29%	47%	29%

Tableau 1 : Estimation des indicateurs acoustiques énergétiques.

3.2 Indicateurs événementiels liés au trafic aérien

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
N ¹	Nuit 22h - 6h	0	0	0	0
	Jour 6h - 18h	88	72	153	85
	Soir 18h - 22h	20	21	21	15
	Total - 24h	108	94	174	99
NA62	Nuit 22h - 6h	0	0	0	0
	Jour 6h - 18h	47	42	77	33
	Soir 18h - 22h	12	13	11	8
	Total - 24h	59	56	88	42
NA65	Nuit 22h - 6h	0	0	0	0
	Jour 6h - 18h	24	23	39	13
	Soir 18h - 22h	5	6	5	4
	Total - 24h	29	29	44	17

Tableau 2 : Estimation des indicateurs acoustiques événementiels.

¹ N : Nombre d'événements aéronefs identifiés acoustiquement.

4. EVOLUTION TEMPORELLE DU NIVEAU SONORE

La figure 2 présente l'évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure. Cette figure est directement extraite de la plate-forme de consultation des données du réseau RUMEUR² (réseau de surveillance du bruit dans l'environnement de Bruitparif), consultables librement par tous sur le site internet de Bruitparif (www.bruitparif.fr).

Ces graphiques représentent les variations du niveau de bruit au cours du temps. Une courbe bleue matérialise l'évolution du niveau de bruit moyennée sur une période qui dépend de l'échelle de représentation (ainsi si on visualise des données sur un mois, la courbe bleue représentera des données moyennes horaires, si on visualise des données sur une journée particulière, la courbe bleue matérialisera le niveau moyen sur 5 minutes, etc...). En arrière-plan, une zone bleue transparente montre l'amplitude de fluctuation du niveau de bruit instantané (niveau seconde). Il est ainsi possible d'avoir simultanément une vision de la variation du niveau de bruit moyen et instantané.

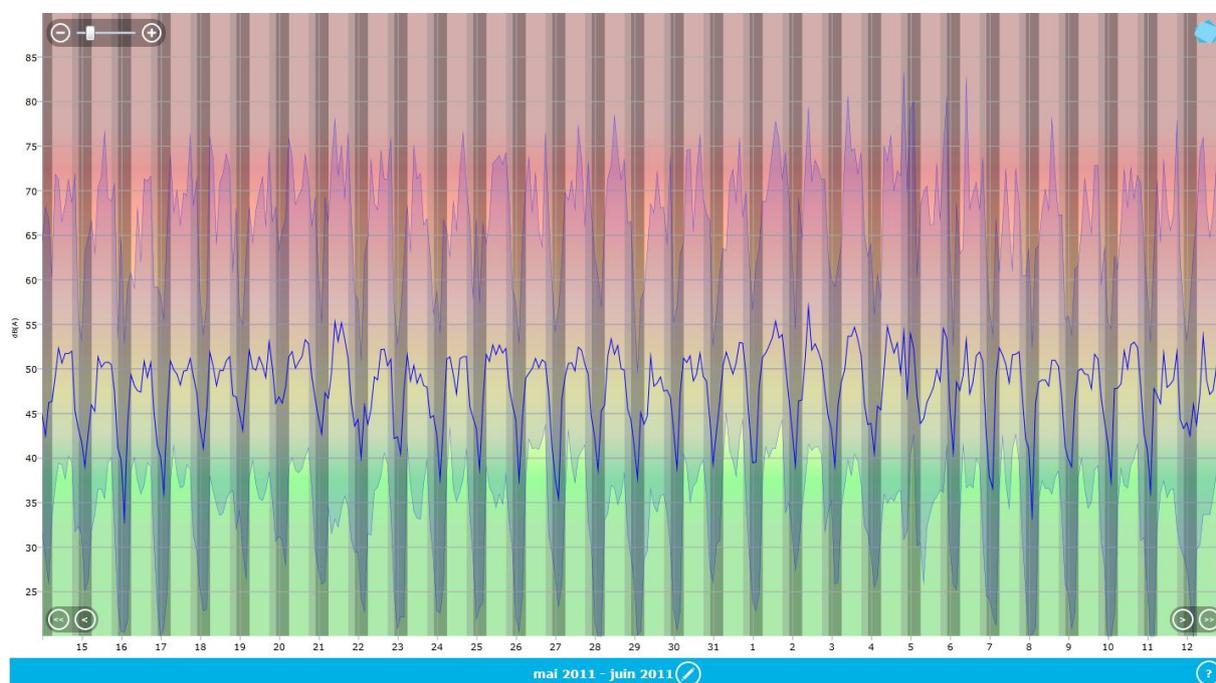


Figure 2 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure.

² RUMEUR : Réseau Urbain de Mesure de l'Environnement sonore d'Utilité Régionale.

5. JOURNEES PARTICULIERES

Le tableau 3 présente les résultats des 3 journées pour lesquelles le trafic des avions a engendré le plus et le moins de bruit sur la période 6h-22h pour l'indicateur LAeq,aérien. A titre informatif, les conditions météorologiques associées sont systématiquement présentées.

Journées		LAeq aérien 6h-22h	N 6h-22h	NA62 6h-22h	NA65 6h-22h	Météo	
						v ³	h ⁴
3 journées les plus impactées	samedi 21/05/2011	50,9	255	157	92	< 5 m/s	0 mm
	samedi 04/06/2011	49,3	179	103	58	6,2 m/s	0 mm
	jeudi 02/06/2011	49,3	103	82	58	7,5 m/s	0 mm
3 journées les moins impactées	mardi 07/06/2011	39,8	24	15	5	5,2 m/s	9,2 mm
	jeudi 26/05/2011	41,9	51	33	16	8,9 m/s	0 mm
	lundi 16/05/2011	42,2	43	25	14	< 5 m/s	0 mm

Tableau 3 : Journées particulières

A titre illustratif, les figures 3 et 4 proposent respectivement un extrait de l'évolution temporelle du niveau sonore pour la journée la plus et la moins impactée par le bruit des avions. Les pics marqués d'un point bleu correspondent aux événements acoustiques aériens détectés par la station puis validés par le laboratoire de mesure de Bruitparif (réécoute des enregistrements audionumériques).

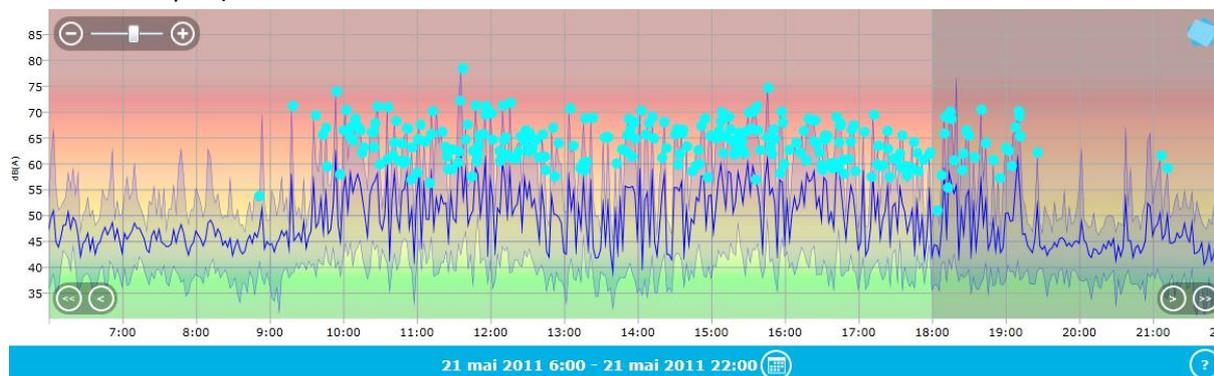


Figure 3 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le samedi 21 mai 2011.

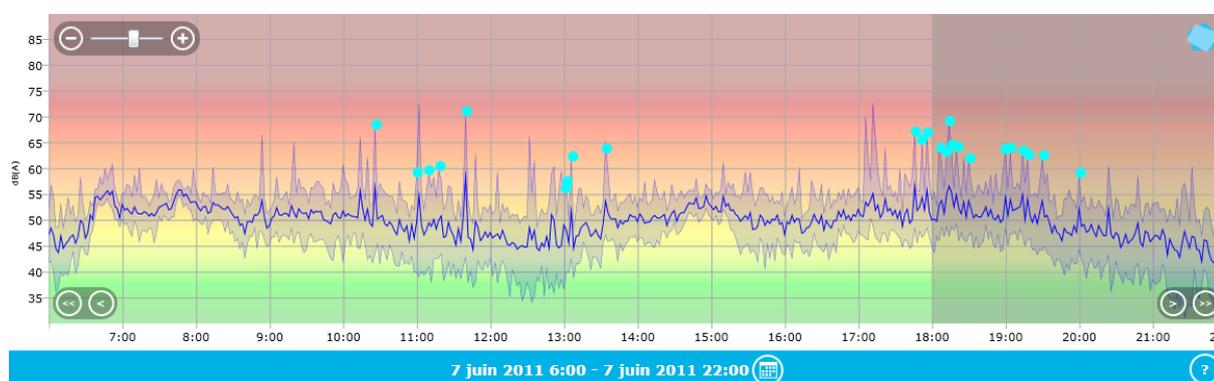


Figure 4 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le mardi 7 juin 2011.

³ Vitesse du vent horaire maximale 6h-22h

⁴ Hauteur de précipitations cumulée 6h-22h

6. CYCLES JOURNALIERS

Les figures 5 à 8 présentent les cycles journaliers moyens des indicateurs associés au bruit aérien, pour respectivement tous les jours confondus, les jours ouvrables, les samedis et les dimanches.

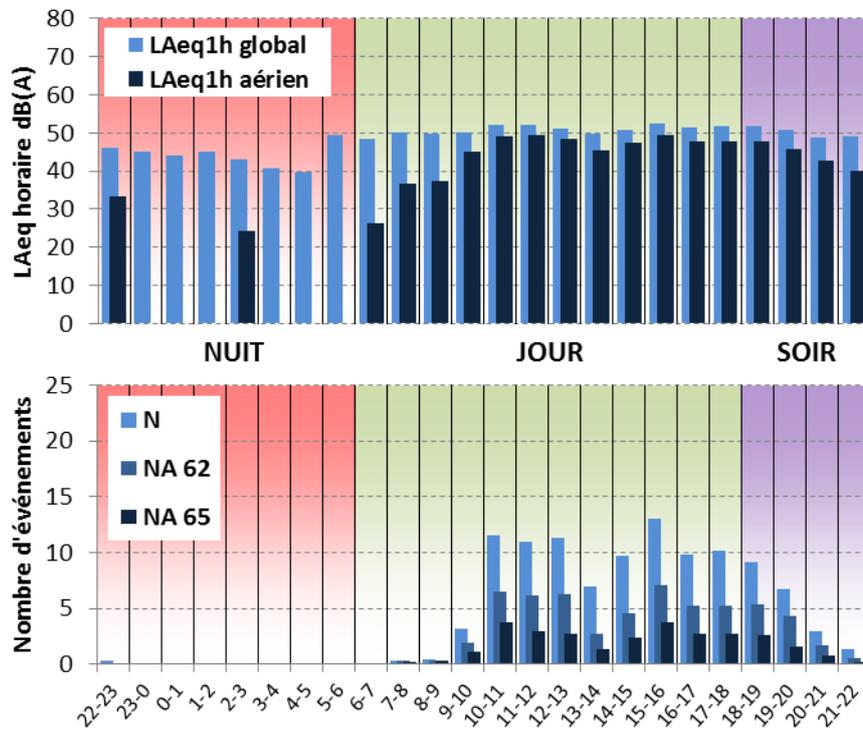


Figure 5 : Cycles horaires journaliers moyens ; tous jours confondus.

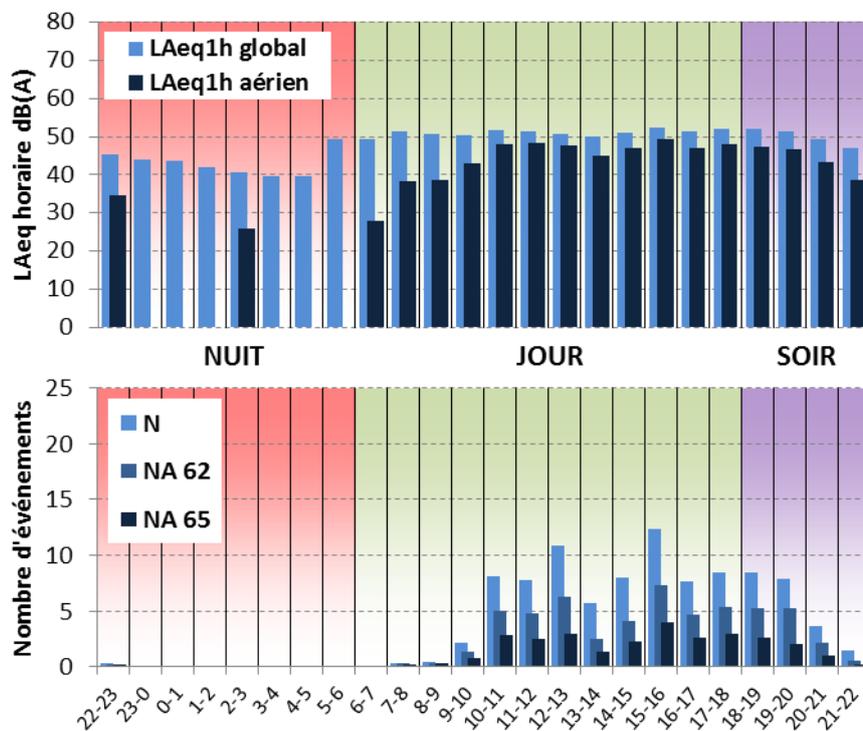


Figure 6 : Cycles horaires journaliers moyens ; jours ouvrables.

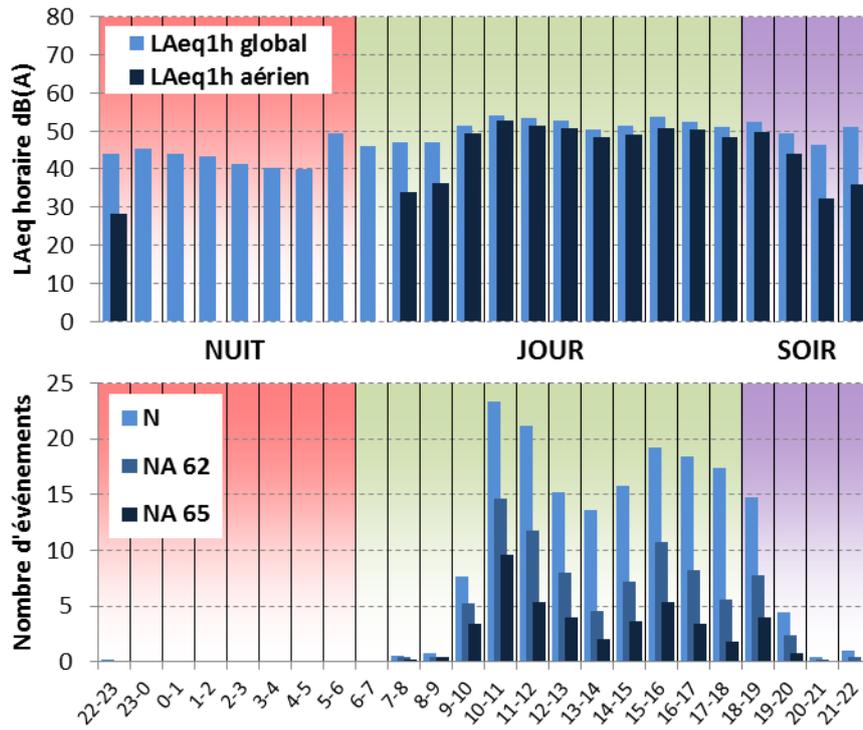


Figure 7 : Cycles horaires journaliers moyens ; samedis.

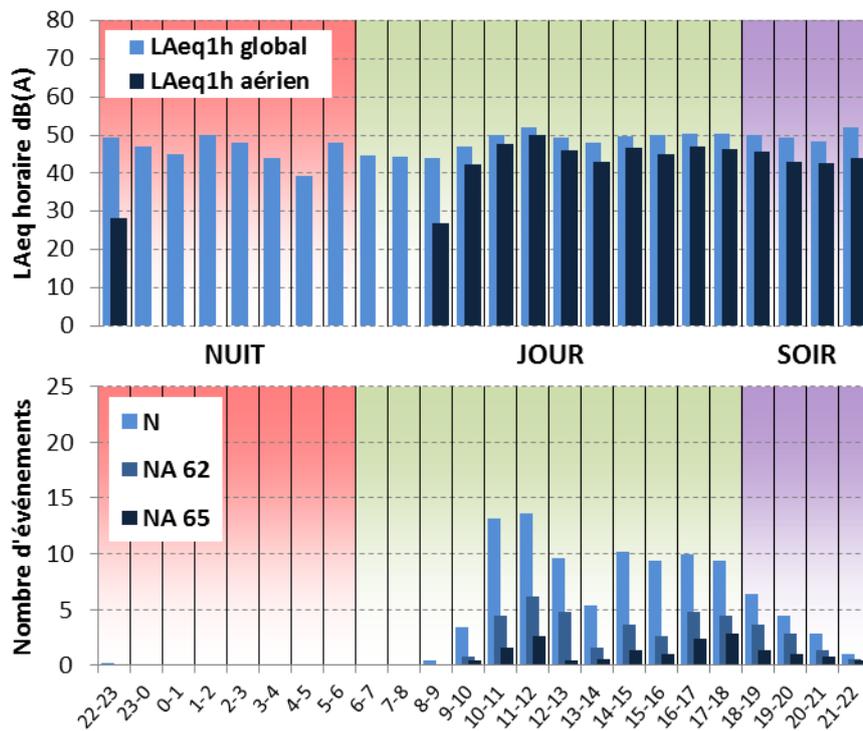


Figure 8 : Cycles horaires journaliers moyens ; dimanches.

7. EVOLUTION DES INDICATEURS ACOUSTIQUES LIES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les figures 9 à 12 présentent l'évolution quotidienne des indicateurs énergétiques et événementiels pour chaque période de période de 24 heures. Précisons que dans notre analyse, la période de 24h correspond ici à la période 22h - 22h. Les résultats sont également détaillés par périodes nocturnes (22h - 6h), diurnes (6h - 18h) et de soirées (18h - 22h).

7.1 Période 22h-22h

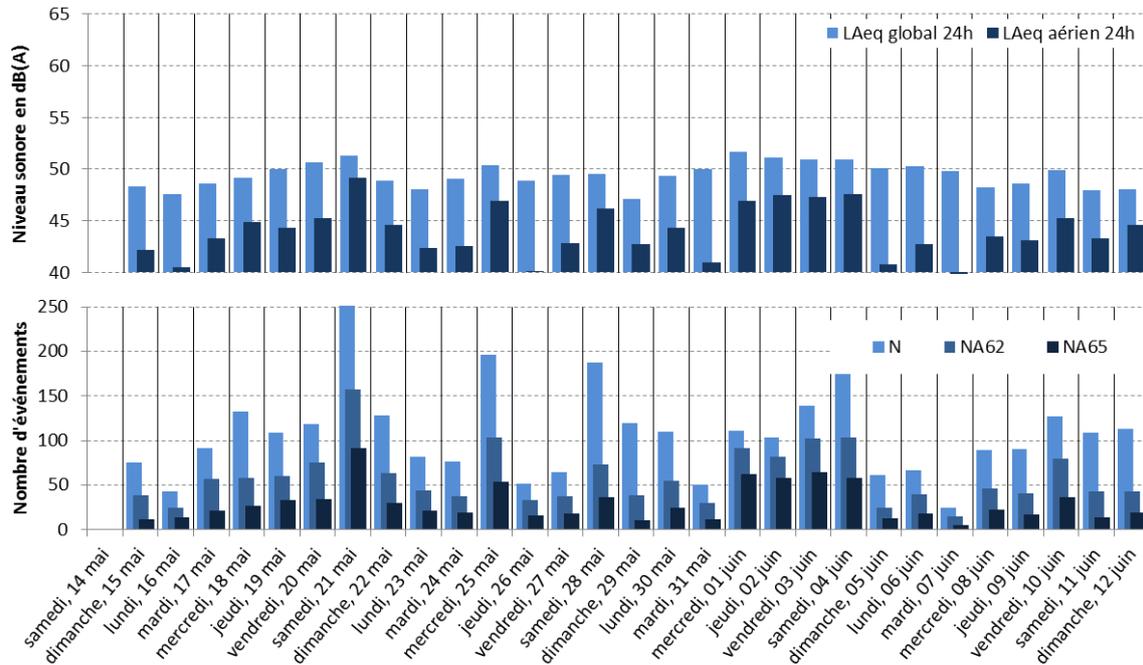


Figure 9 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période 22h – 22h.

7.2 Période Nuit : 22h-6h

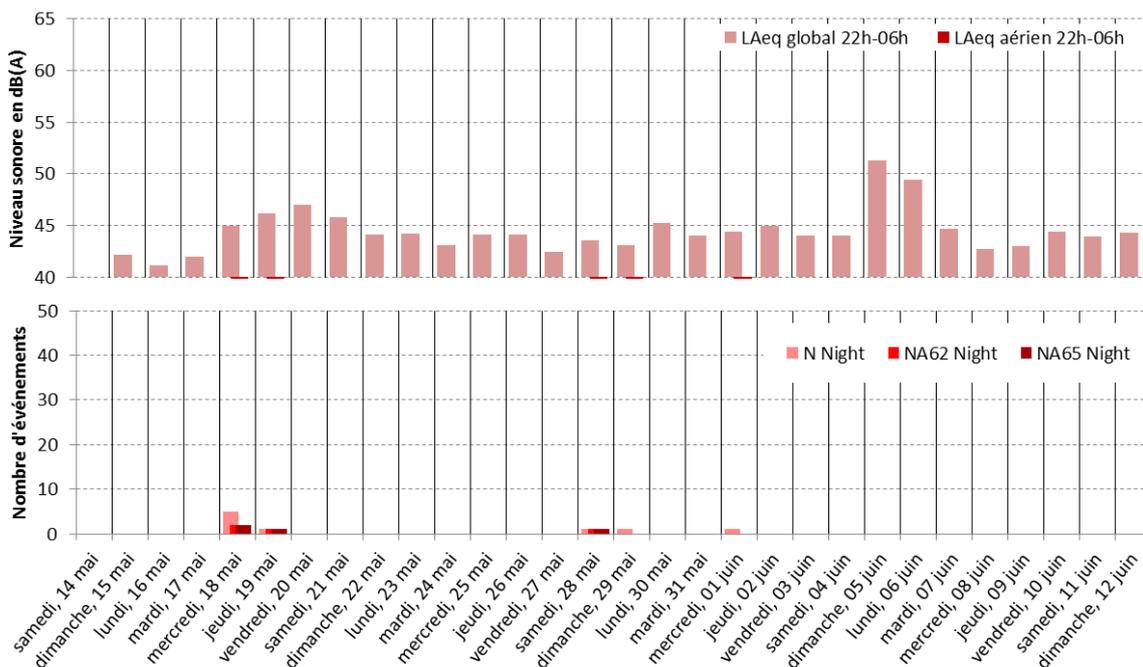


Figure 10 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période nuit.

7.3 Période Jour : 6h-18h

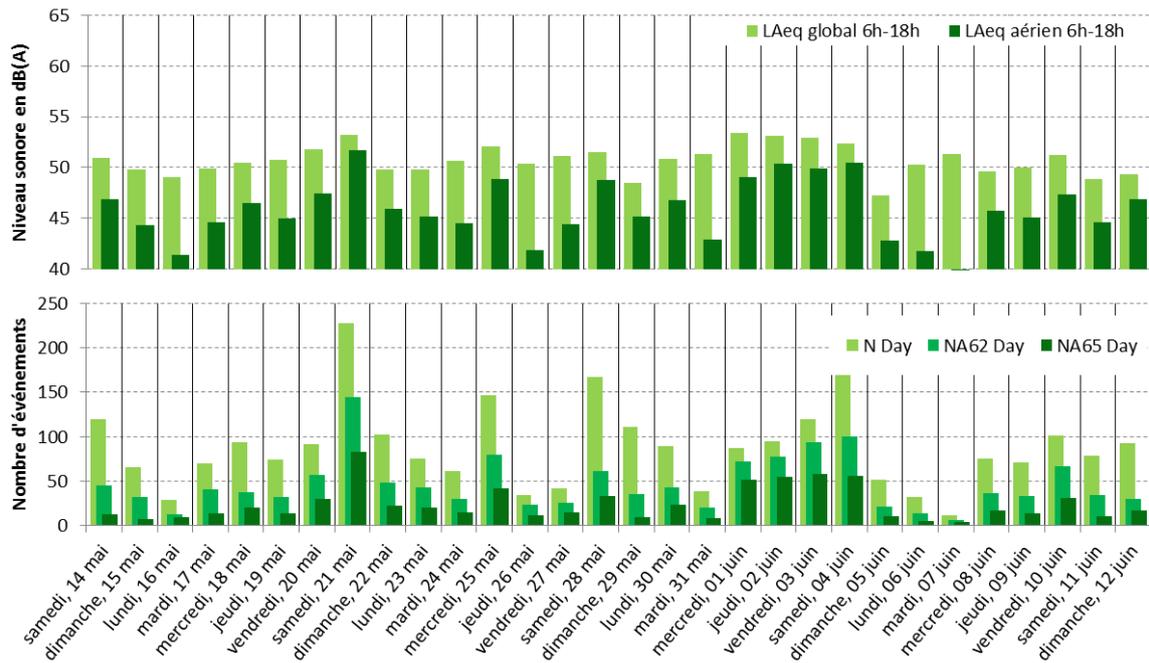


Figure 11 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période jour.

7.4 Période Soir : 18h-22h

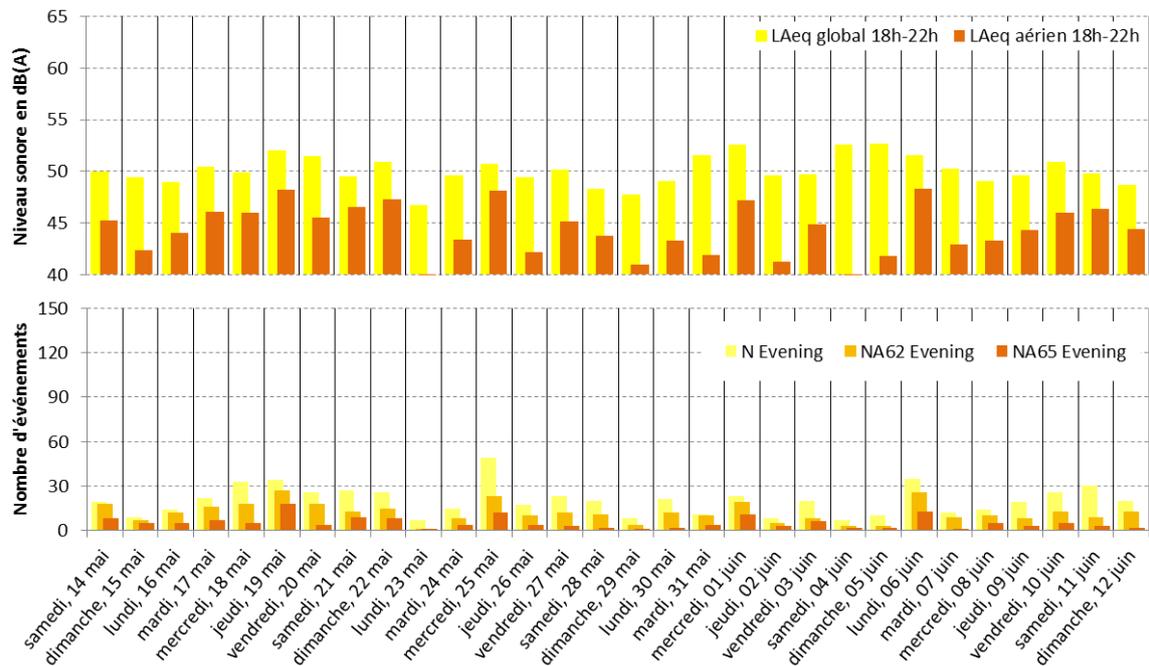


Figure 12 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période soir.

STATISTIQUES

Les figures 13 à 15 présentent les résultats des distributions statistiques des niveaux de pointe $L_{Amax,1s}$, des niveaux SEL et des émergences événementielles associés aux aéronefs.

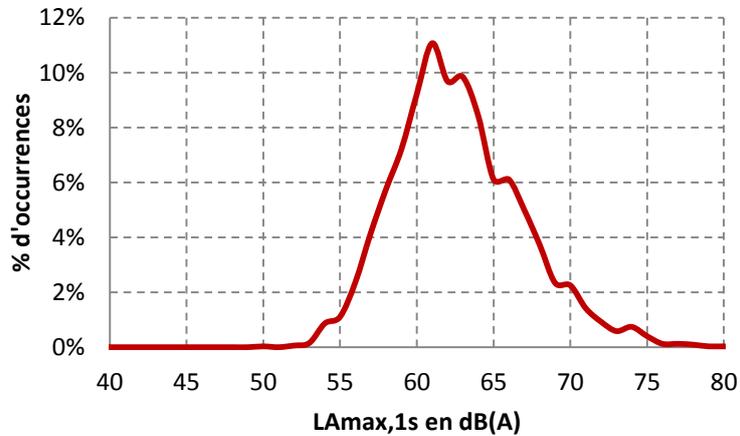


Figure 13 : Distribution statistique des valeurs $L_{Amax,1s}$.

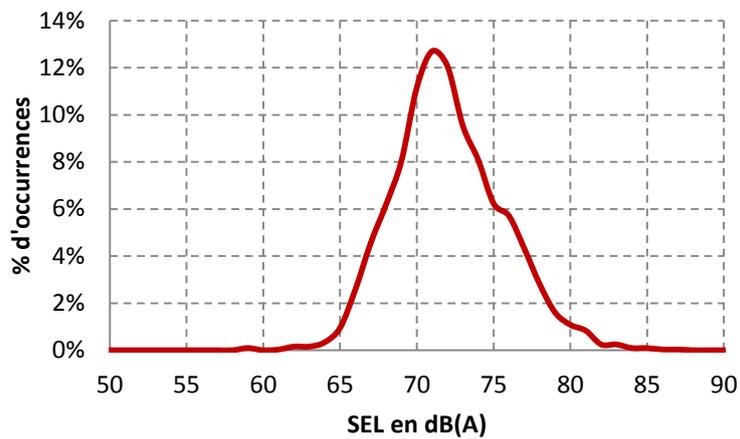


Figure 14 : Distribution statistique des valeurs SEL.

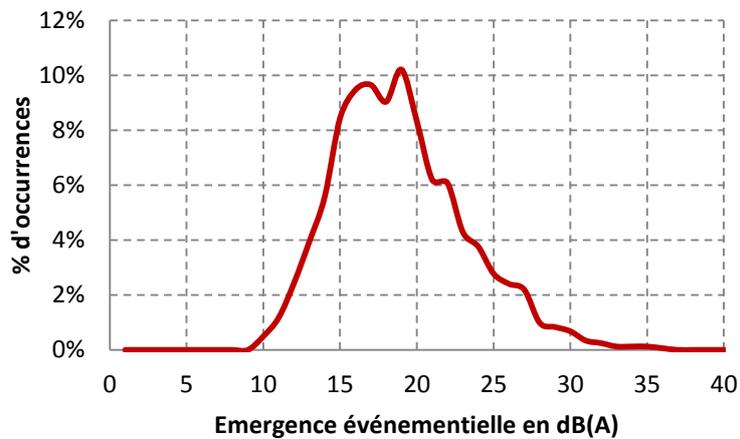


Figure 15 : Distribution statistique des valeurs d'émergence événementielle.

SITE N°3 BIS : CHATEAUFORT 8 CHEMIN DU LAVOIR

Campagne de mesure du bruit autour des aérodromes franciliens
Etude de l'aérodrome de Toussus-le-Noble

Période d'analyse : du 21 mai 2011 au 3 juin 2011

1. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La campagne de mesures autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble s'est déroulée du 6 avril au 30 juin 2011 ; période durant laquelle l'ensemble des sites de mesure ont pu être documentés pendant une durée d'au moins un mois.

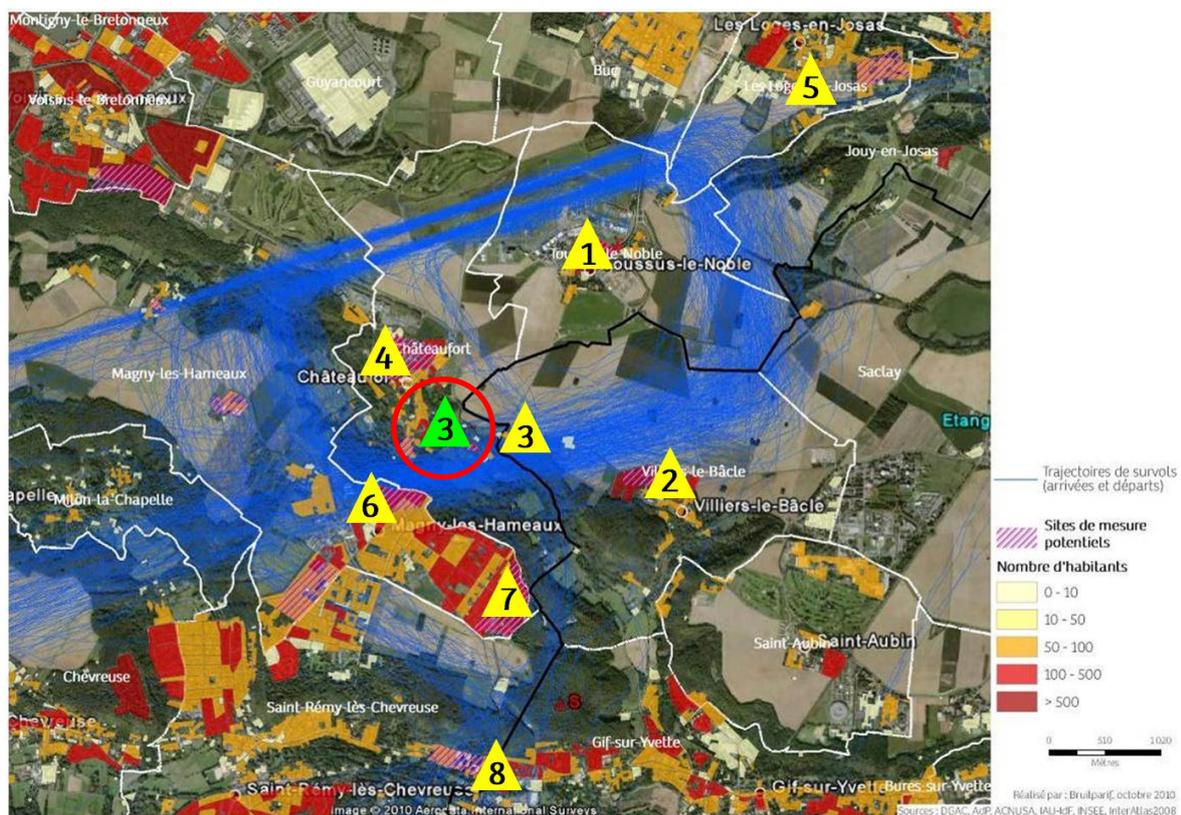


Figure 1 : Plan d'échantillonnage, synthèse des sites de mesure sélectionnés.

2. DESCRIPTION ET LOCALISATION DU SITE DE MESURE

Le site est situé au sein d'une zone pavillonnaire à proximité des trajectoires, et ce, quelle que soit la configuration de vol (face à l'est ou face à l'ouest).



Site n°3bis : 8 chemin du Lavoisier, Châteaufort



3. INDICATEURS ACOUSTIQUES LIEES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les tableaux 1 et 2 présentent les résultats des indicateurs énergétiques et événementiels sur l'ensemble de la période d'analyse.

3.1 Indicateurs énergétiques

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
LAeq Aéronefs	Nuit 22h - 6h	-	-	-	-
	Jour 6h - 18h	45,2	42,8	50,6	42,5
	Soir 18h - 22h	41,0	40,7	41,7	41,7
	Total - 24h	-	-	-	-
LAeq Toutes sources confondues	Nuit 22h - 6h	-	-	-	-
	Jour 6h - 18h	50,8	49,2	55,2	48,7
	Soir 18h - 22h	47,6	47,3	48,4	47,7
	Total - 24h	-	-	-	-
Contribution sonore des Aéronefs (%)	Nuit 22h - 6h	-	-	-	-
	Jour 6h - 18h	28%	23%	34%	24%
	Soir 18h - 22h	22%	22%	22%	25%
	Total - 24h	-	-	-	-

Tableau 1 : Estimation des indicateurs acoustiques énergétiques.

3.2 Indicateurs événementiels liés au trafic aérien

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
N ¹	Nuit 22h - 6h	-	-	-	-
	Jour 6h - 18h	89	74	0	100
	Soir 18h - 22h	17	16	0	18
	Total - 24h	-	-	-	-
NA62	Nuit 22h - 6h	-	-	-	-
	Jour 6h - 18h	20	15	54	11
	Soir 18h - 22h	3	3	4	4
	Total - 24h	-	-	-	-
NA65	Nuit 22h - 6h	-	-	-	-
	Jour 6h - 18h	9	6	28	3
	Soir 18h - 22h	1	1	2	1
	Total - 24h	-	-	-	-

Tableau 2 : Estimation des indicateurs acoustiques événementiels.

¹ N : Nombre d'événements aéronefs identifiés acoustiquement.

4. EVOLUTION TEMPORELLE DU NIVEAU SONORE

Pour ce site, un problème technique identifié *a posteriori* sur la station a potentiellement affecté les capacités de mesure des faibles niveaux sonores. Aussi, par précaution :

- seuls 14 jours de mesures ont été conservés contre une trentaine pour les autres sites,
- les données des périodes nocturnes (22h-6h) ont été intégralement invalidées.

Cette approche évite l'invalidation de l'intégralité des données. Compte-tenu de l'inactivité de l'aérodrome en période nocturne (22h30-6h), cette invalidation partielle des données affecte le moins possible la documentation du site.

La figure 2 présente l'évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure sur la période d'analyse.

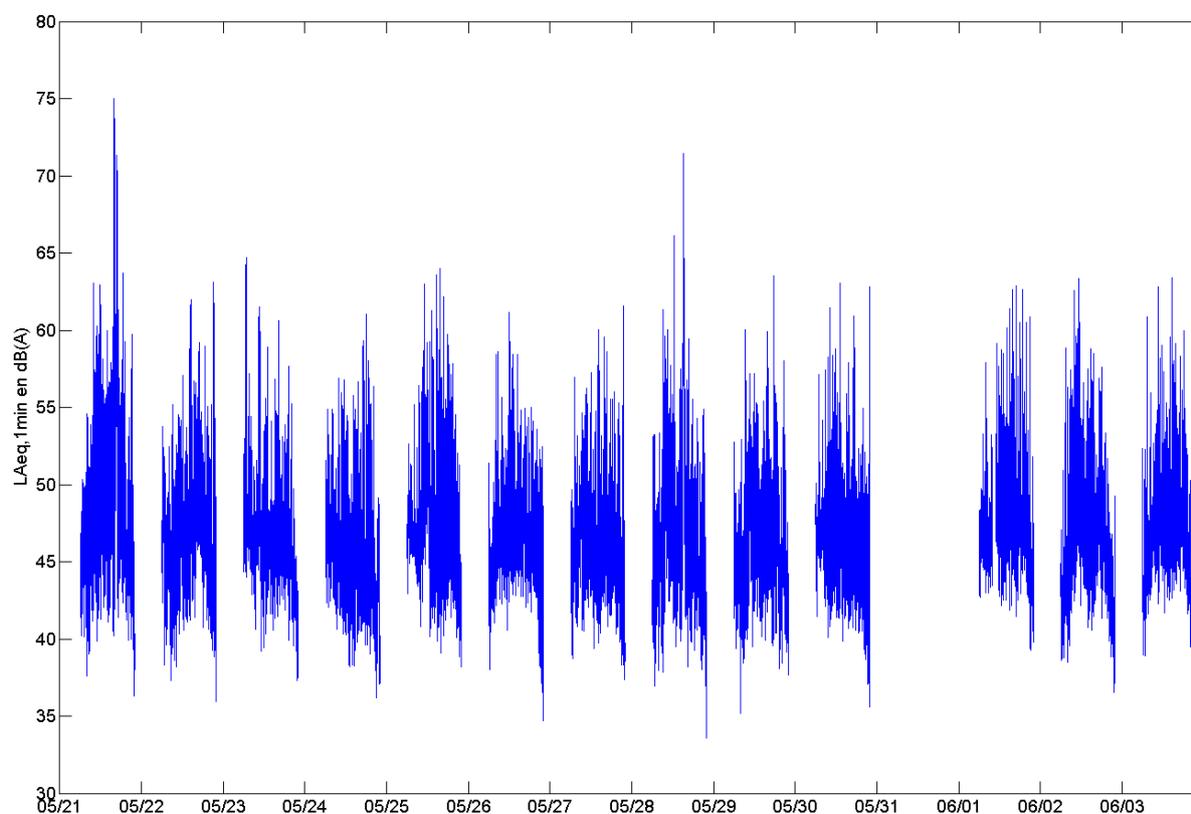


Figure 2 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure.

5. JOURNEES PARTICULIERES

Le tableau 3 présente les résultats des 3 journées pour lesquelles le trafic des avions a engendré le plus et le moins de bruit sur la période 6h-22h pour l'indicateur LAeq,aérien. A titre informatif, les conditions météorologiques associées sont systématiquement présentées.

Journées		LAeq aérien 6h-22h	N 6h-22h	NA62 6h-22h	NA65 6h-22h	Météo	
						v ²	h ³
Journée la plus impactée	samedi 21/05/2011	49,7 dB(A)	181	76	40	< 5 m/s	0 mm
Journée la moins impactée	lundi 30/05/2011	40,5 dB(A)	72	9	2	7,3 m/s	0 mm

Tableau 3 : Journées particulières

A titre illustratif, les figures 3 et 4 proposent respectivement un extrait de l'évolution temporelle du niveau sonore pour la journée la plus et la moins impactée par le bruit des avions. Les pics marqués d'un point rouge correspondent aux événements acoustiques aériens détectés par la station puis validés par le laboratoire de mesure de Bruitparif (croisement des événements acoustiques avec les trajectoires radar).

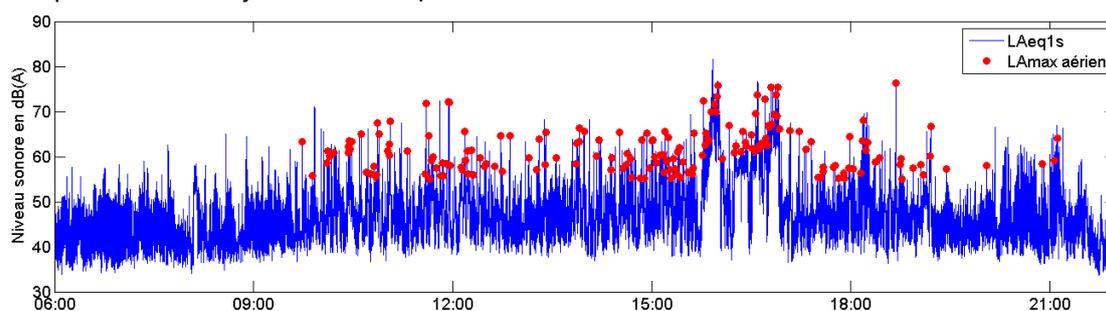


Figure 3 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le samedi 21 mai 2011.

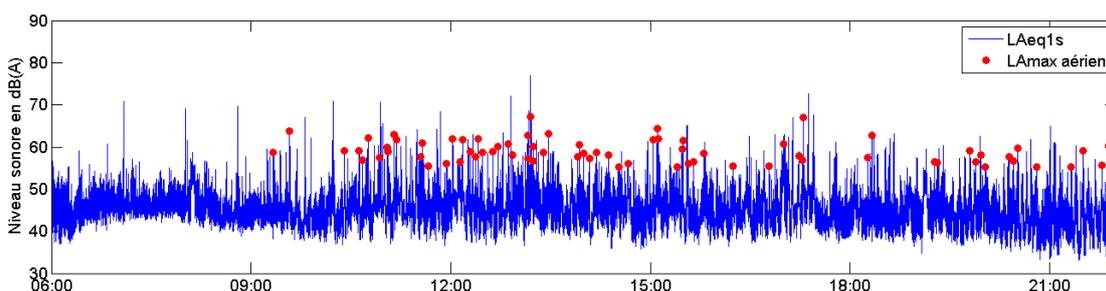


Figure 4 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le lundi 30 mai 2011.

² Vitesse du vent horaire maximale 6h-22h

³ Hauteur de précipitations cumulée 6h-22h

6. CYCLES JOURNALIERS

La figure 5 présente le cycle journalier moyen des indicateurs associés au bruit aérien pour tous les jours confondus.

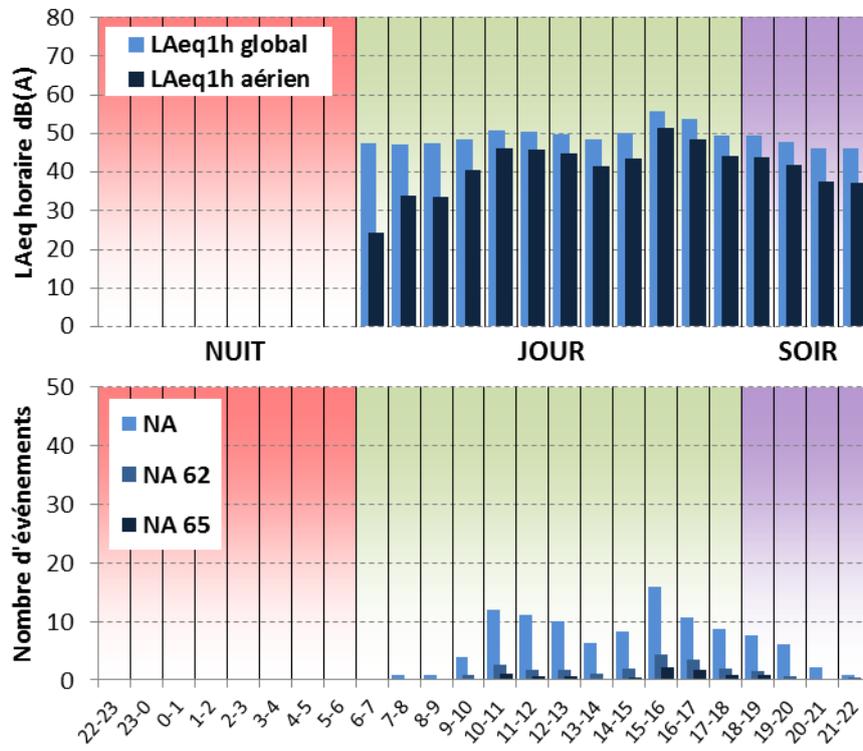


Figure 5 : Cycles horaires journaliers moyens ; tous jours confondus.

7. EVOLUTION DES INDICATEURS ACOUSTIQUES LIES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les figures 6 à 7 présentent l'évolution quotidienne des indicateurs énergétiques et événementiels pour la période jour (6h-18h) et la période soir (18h-22h).

7.1 Période Jour : 6h-18h

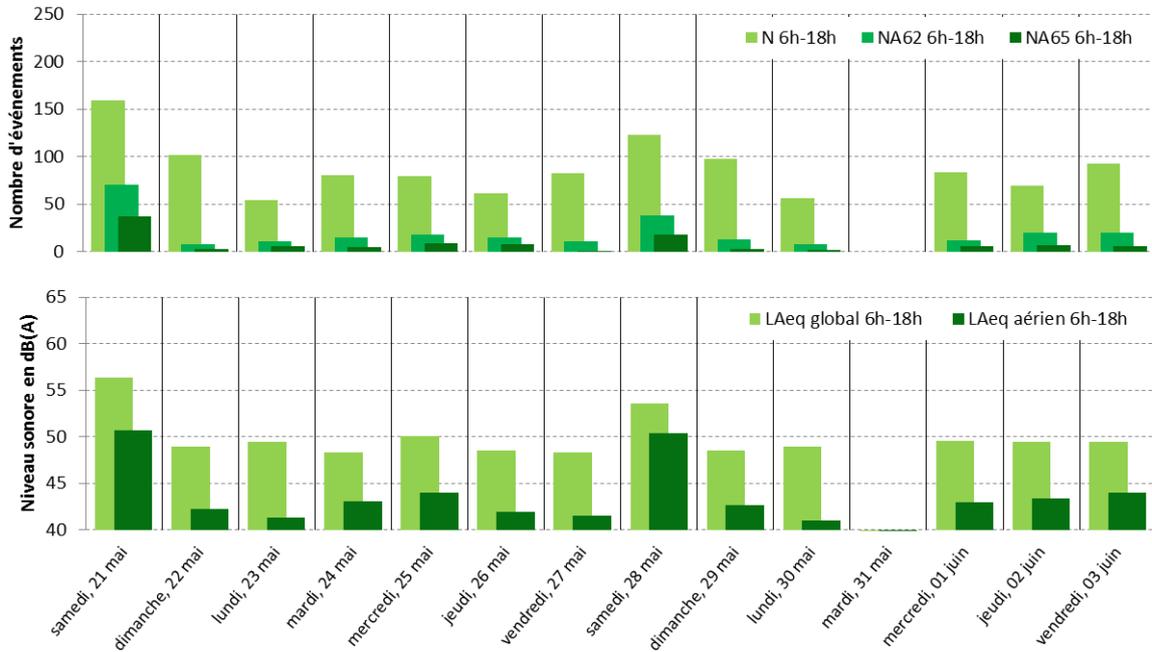


Figure 6 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période jour.

7.2 Période Soir : 18h-22h

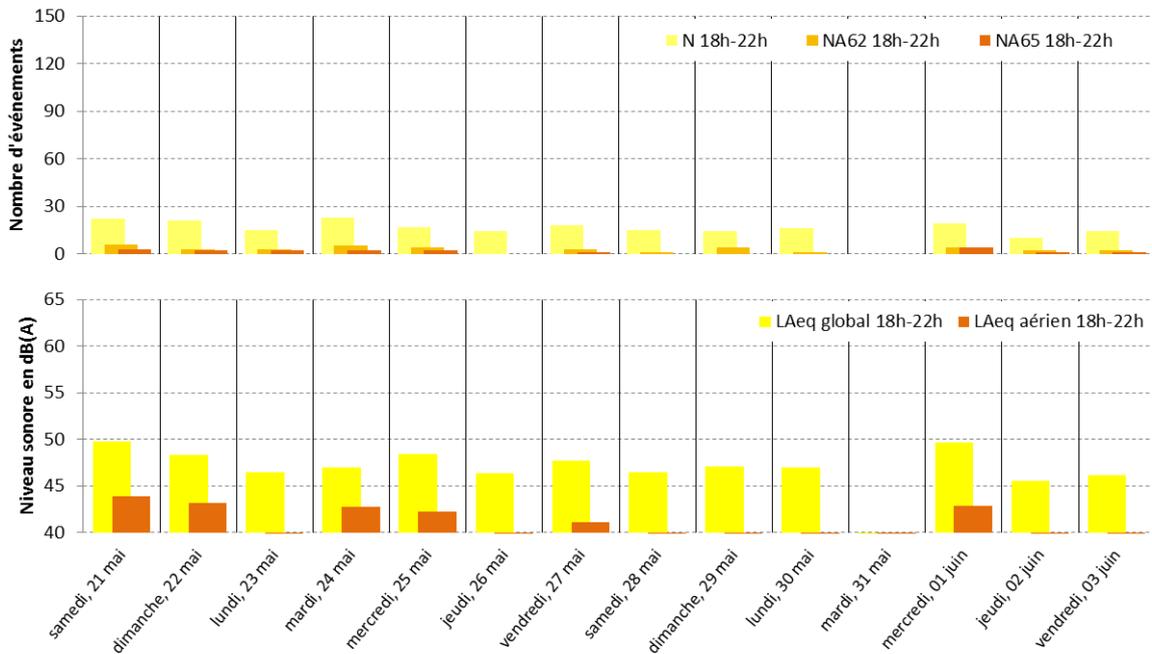


Figure 7 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période soir.

STATISTIQUES

Les figures 8 à 10 présentent les résultats des distributions statistiques des niveaux de pointe $L_{Amax,1s}$, des niveaux SEL et des émergences événementielles associés aux aéronefs.



Figure 8 : Distribution statistique des valeurs $L_{Amax,1s}$.

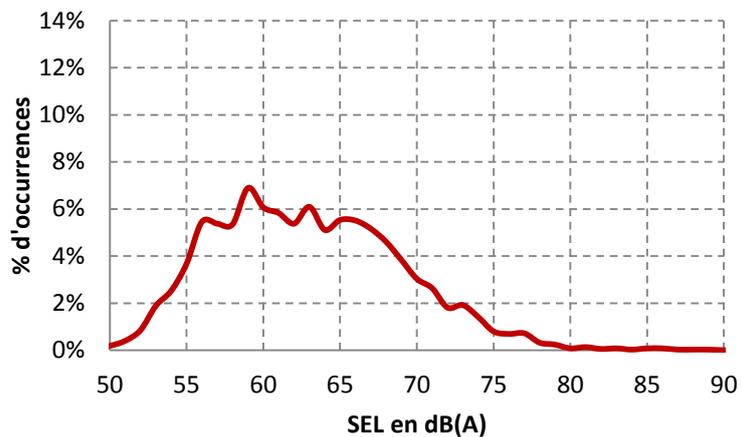


Figure 9 : Distribution statistique des valeurs SEL.

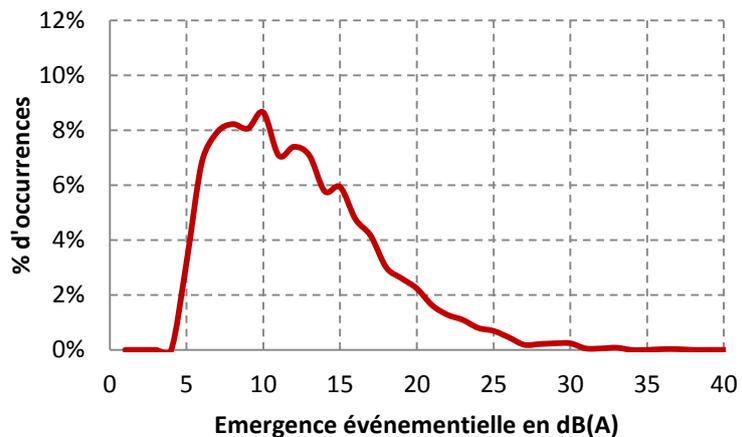


Figure 10 : Distribution statistique des valeurs d'émergence événementielle.

SITE N°4 : CHATEAUFORT 61 RUE DE LA PERRUCHE

Campagne de mesure du bruit autour des aérodrômes franciliens
Etude de l'aérodrome de Toussus-le-Noble

Période d'analyse : du 19 mai 2011 au 19 juin 2011

1. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La campagne de mesures autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble s'est déroulée du 6 avril au 30 juin 2011 ; période durant laquelle l'ensemble des sites de mesure ont pu être documentés pendant une durée d'au moins un mois.

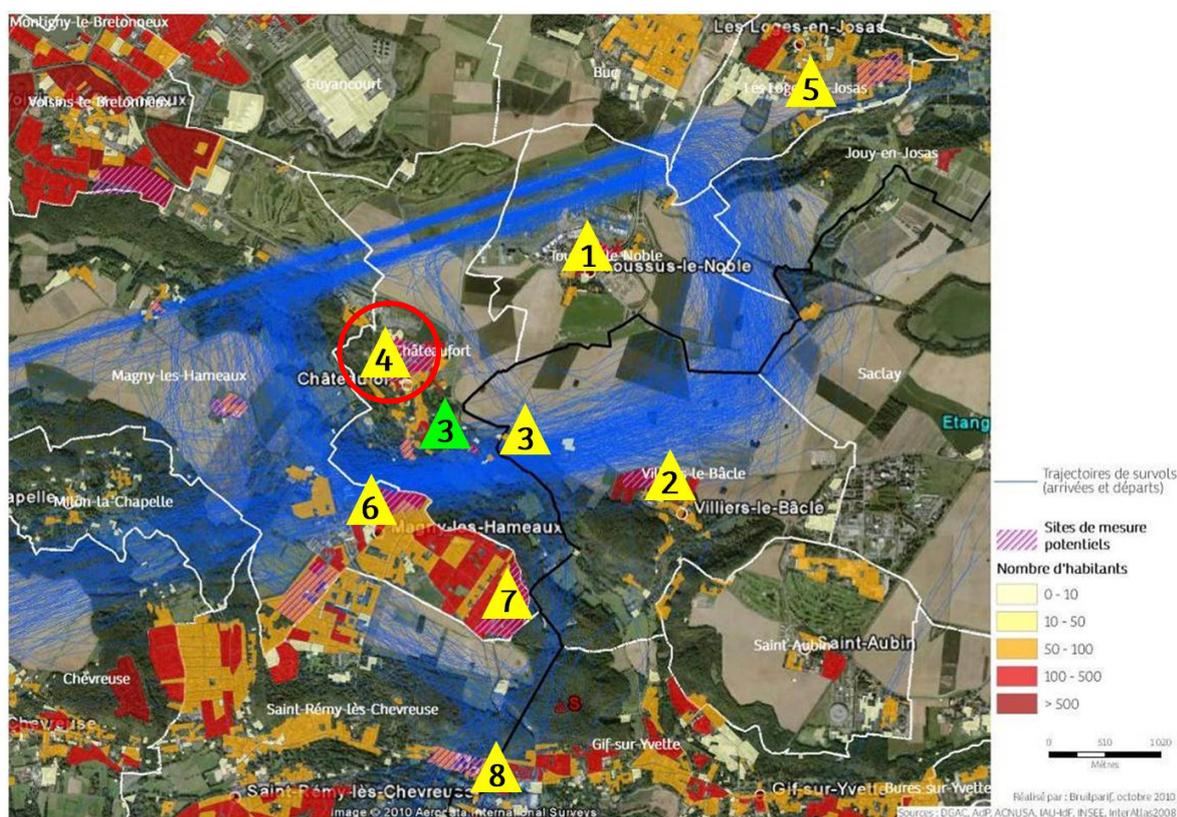
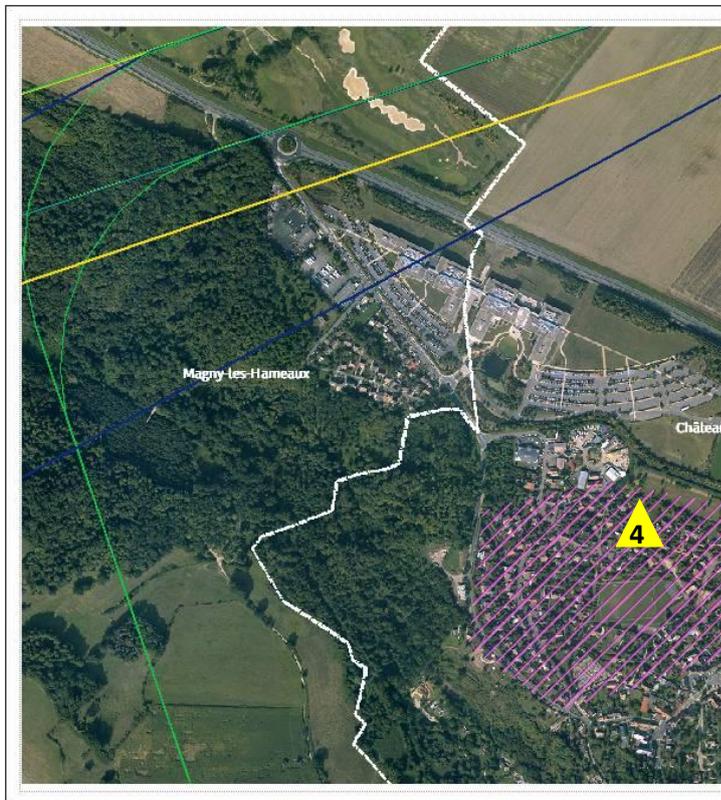


Figure 1 : Plan d'échantillonnage, synthèse des sites de mesure sélectionnés.

2. DESCRIPTION ET LOCALISATION DU SITE DE MESURE

Ce site est situé à l'intérieur des tours de piste, dans une zone de virage (les aéronefs tournent afin de se positionner dans l'axe des pistes pour atterrir en configuration face à l'est / les aéronefs virent vers le sud après décollage en configuration face à l'ouest).



Site n°4 : 61 rue de la Perruche, Châteaufort



3. INDICATEURS ACOUSTIQUES LIEES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les tableaux 1 et 2 présentent les résultats des indicateurs énergétiques et événementiels sur l'ensemble de la période d'analyse.

3.1 Indicateurs énergétiques

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
L _{Aeq} Aéronefs Estimation Lden aéronefs : 45,9 dB(A)	Nuit 22h - 6h	25,6	23,9	29,5	24,6
	Jour 6h - 18h	46,6	46,3	47,4	46,8
	Soir 18h - 22h	44,5	44,3	44,4	45,2
	Total - 24h	44,4	44,1	45,1	44,7
L _{Aeq} Toutes sources confondues Estimation Lden : 54,8 dB(A)	Nuit 22h - 6h	44,5	42,4	45,1	48,4
	Jour 6h - 18h	51,4	50,9	53,8	50,3
	Soir 18h - 22h	54,1	52,5	58,7	51,1
	Total - 24h	50,9	49,9	54,0	49,9
Contribution sonore des Aéronefs (%) Contribution au Lden : 13%	Nuit 22h - 6h	1%	1%	3%	0%
	Jour 6h - 18h	33%	34%	23%	45%
	Soir 18h - 22h	11%	15%	4%	26%
	Total - 24h	23%	27%	13%	30%

Tableau 1 : Estimation des indicateurs acoustiques énergétiques.

3.2 Indicateurs événementiels liés au trafic aérien

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
N ¹	Nuit 22h - 6h	1	1	1	0
	Jour 6h - 18h	95	88	112	113
	Soir 18h - 22h	23	22	21	31
	Total - 24h	119	110	133	144
NA62	Nuit 22h - 6h	0	0	0	0
	Jour 6h - 18h	35	33	38	39
	Soir 18h - 22h	7	6	7	8
	Total - 24h	42	40	45	47
NA65	Nuit 22h - 6h	0	0	0	0
	Jour 6h - 18h	13	13	14	13
	Soir 18h - 22h	2	2	3	1
	Total - 24h	16	16	17	15

Tableau 2 : Estimation des indicateurs acoustiques événementiels.

¹ N : Nombre d'événements aéronefs identifiés acoustiquement.

4. EVOLUTION TEMPORELLE DU NIVEAU SONORE

La figure 2 présente l'évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure. Cette figure est directement extraite de la plate-forme de consultation des données du réseau RUMEUR² (réseau de surveillance du bruit dans l'environnement de Bruitparif), consultables librement par tous sur le site internet de Bruitparif (www.bruitparif.fr).

Ces graphiques représentent les variations du niveau de bruit au cours du temps. Une courbe bleue matérialise l'évolution du niveau de bruit moyennée sur une période qui dépend de l'échelle de représentation (ainsi si on visualise des données sur un mois, la courbe bleue représentera des données moyennes horaires, si on visualise des données sur une journée particulière, la courbe bleue matérialisera le niveau moyen sur 5 minutes, etc...). En arrière-plan, une zone bleue transparente montre l'amplitude de fluctuation du niveau de bruit instantané (niveau seconde). Il est ainsi possible d'avoir simultanément une vision de la variation du niveau de bruit moyen et instantané.

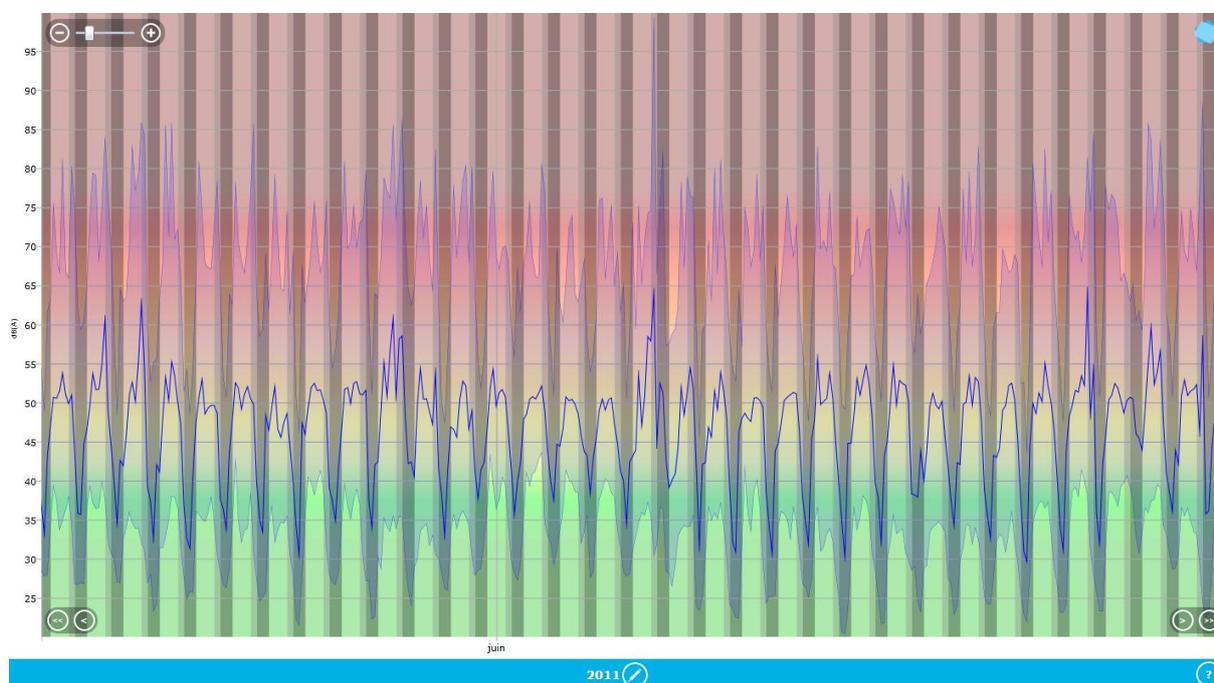


Figure 2 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure.

² RUMEUR : Réseau Urbain de Mesure de l'Environnement sonore d'Utilité Régionale.

5. JOURNEES PARTICULIERES

Le tableau 3 présente les résultats des 3 journées pour lesquelles le trafic des avions a engendré le plus et le moins de bruit sur la période 6h-22h pour l'indicateur LAeq,aérien. A titre informatif, les conditions météorologiques associées sont systématiquement présentées.

Journées		LAeq aérien 6h-22h	N 6h-22h	NA62 6h-22h	NA65 6h-22h	Météo	
						v ³	h ⁴
3 journées les plus impactées	samedi 28/05/2011	49,3	194	77	27	5,3 m/s	0 mm
	vendredi 10/06/2011	48,8	173	82	36	8,2 m/s	0 mm
	samedi 11/06/2011	48,8	208	68	22	< 5 m/s	0 mm
3 journées les moins impactées	vendredi 03/06/2011	37,6	23	6	3	7,3 m/s	0 mm
	mercredi 01/06/2011	38,2	22	9	5	7,2 m/s	0 mm
	jeudi 02/06/2011	38,7	35	8	1	7,5 m/s	0 mm

Tableau 3 : Journées particulières

A titre illustratif, les figures 3 et 4 proposent respectivement un extrait de l'évolution temporelle du niveau sonore pour la journée la plus et la moins impactée par le bruit des avions. Les pics marqués d'un point bleu correspondent aux événements acoustiques aériens détectés par la station puis validés par le laboratoire de mesure de Bruitparif (réécoute des enregistrements audionumériques).

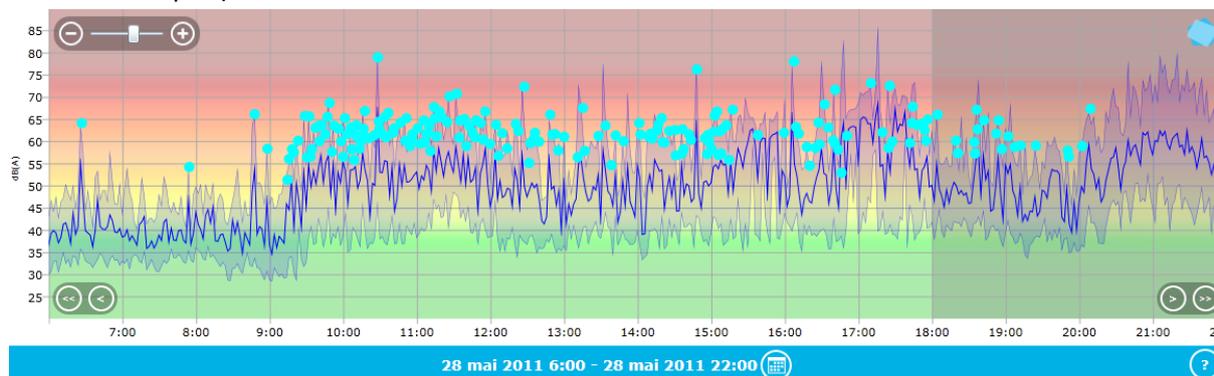


Figure 3 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le samedi 28 mai 2011.

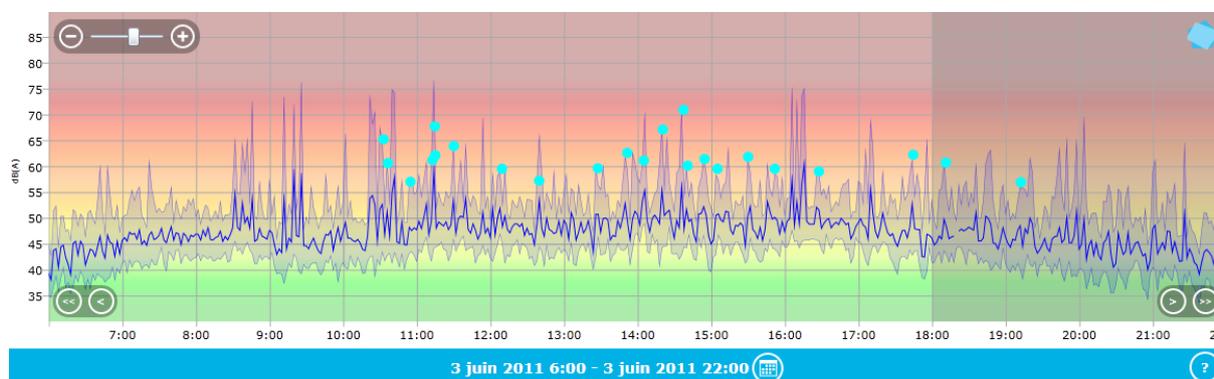


Figure 4 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le vendredi 3 juin 2011.

³ Vitesse du vent horaire maximale 6h-22h

⁴ Hauteur de précipitations cumulée 6h-22h

6. CYCLES JOURNALIERS

Les figures 5 à 8 présentent les cycles journaliers moyens des indicateurs associés au bruit aérien, pour respectivement tous les jours confondus, les jours ouvrables, les samedis et les dimanches.

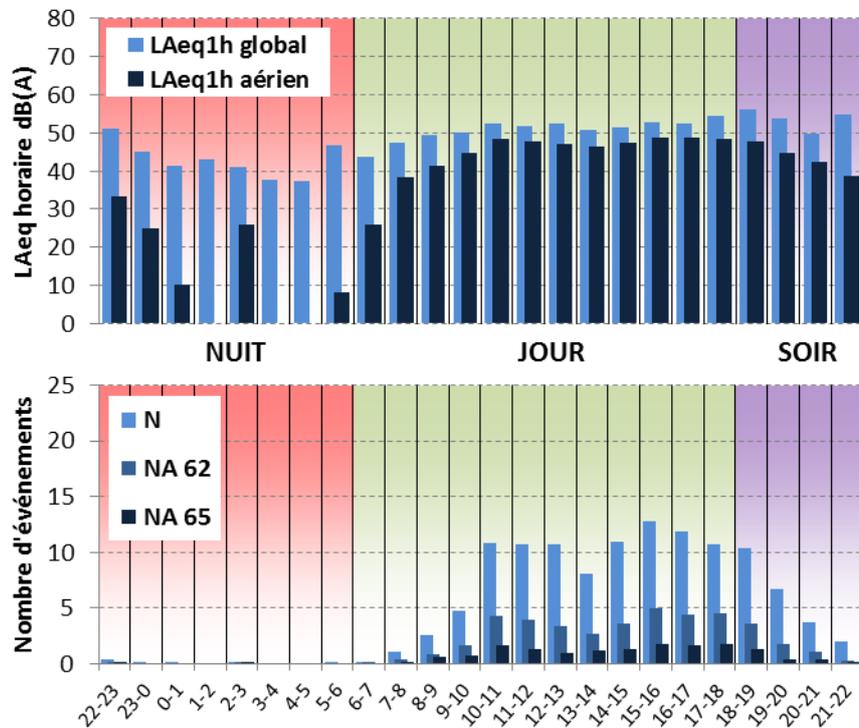


Figure 5 : Cycles horaires journaliers moyens ; tous jours confondus.

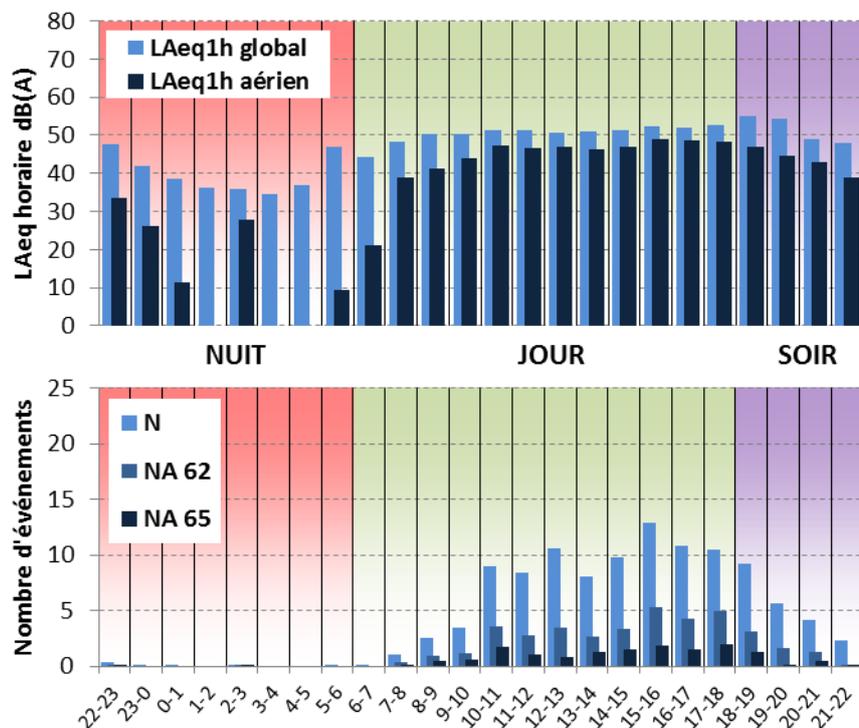


Figure 6 : Cycles horaires journaliers moyens ; jours ouvrables.

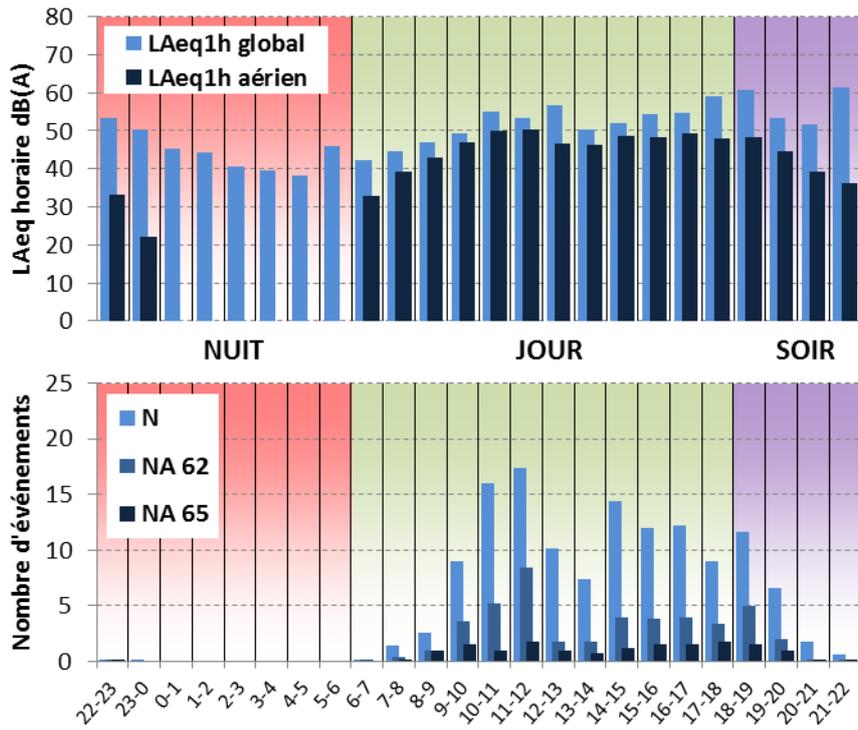


Figure 7 : Cycles horaires journaliers moyens ; samedis.

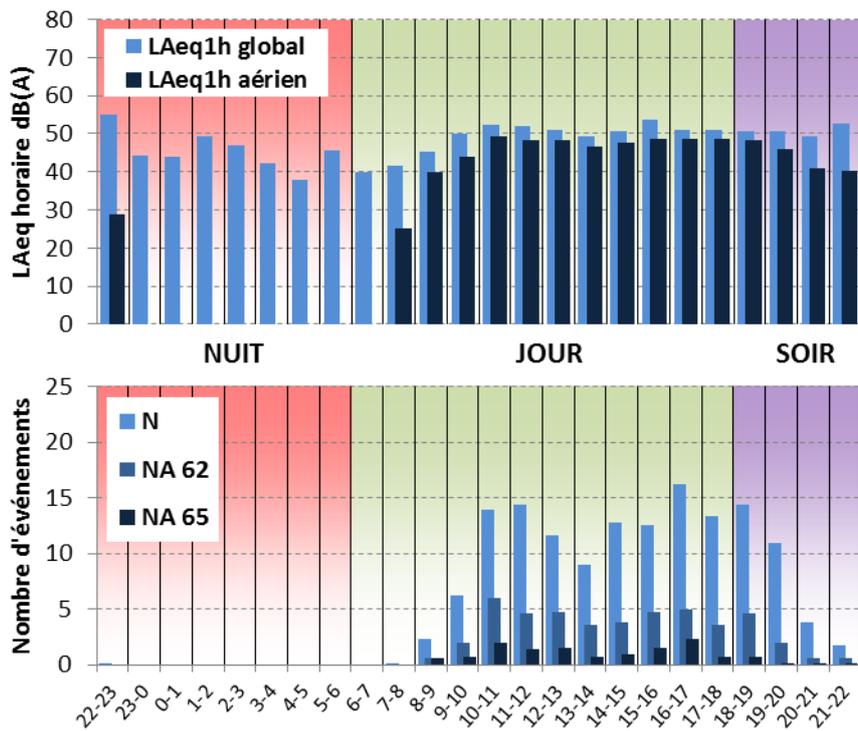


Figure 8 : Cycles horaires journaliers moyens ; dimanches.

7. EVOLUTION DES INDICATEURS ACOUSTIQUES LIES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les figures 9 à 12 présentent l'évolution quotidienne des indicateurs énergétiques et événementiels pour chaque période de période de 24 heures. Précisons que dans notre analyse, la période de 24h correspond ici à la période 22h - 22h. Les résultats sont également détaillés par périodes nocturnes (22h - 6h), diurnes (6h - 18h) et de soirées (18h - 22h).

7.1 Période 22h-22h

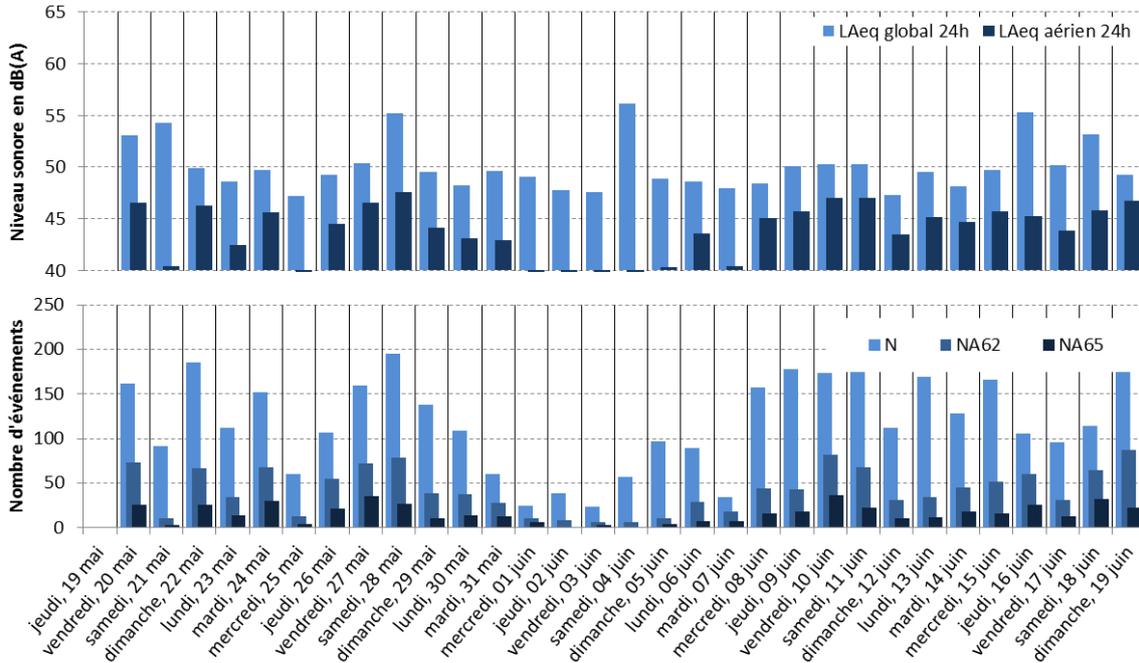


Figure 9 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période 22h – 22h.

7.2 Période Nuit : 22h-6h

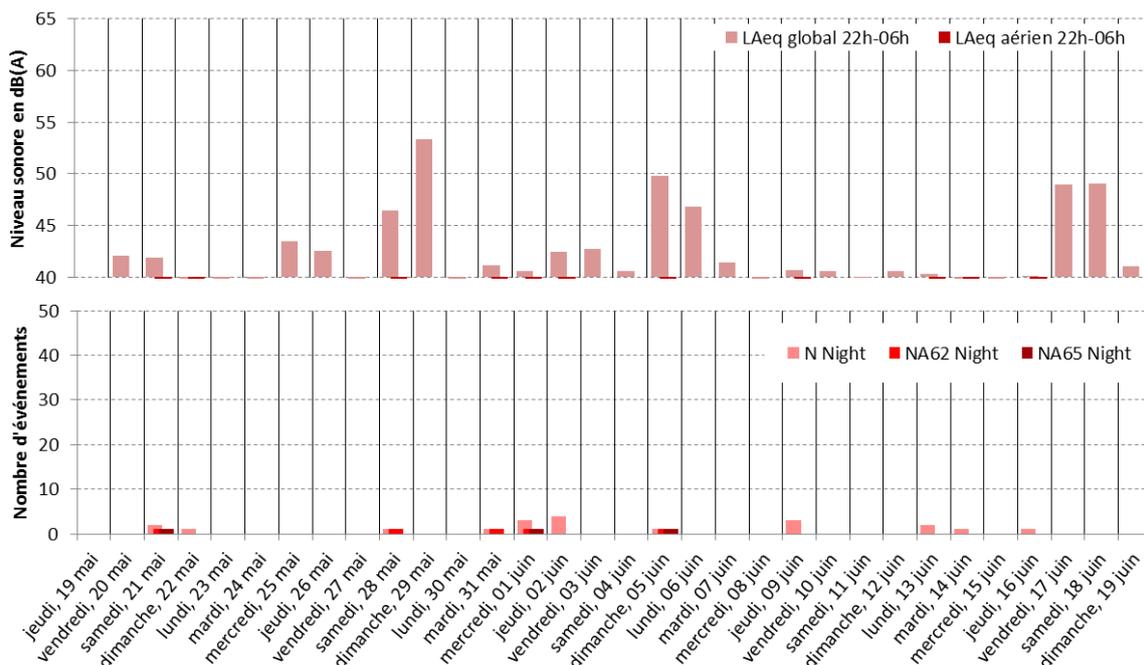


Figure 10 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période nuit.

7.3 Période Jour : 6h-18h

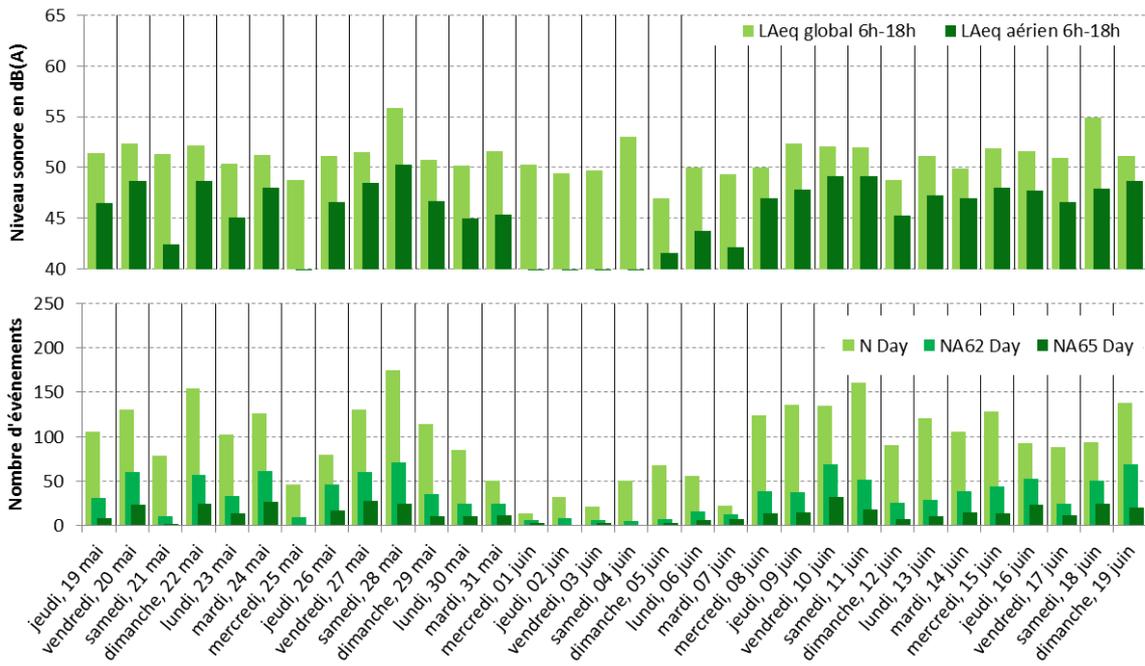


Figure 11 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période jour.

7.4 Période Soir : 18h-22h

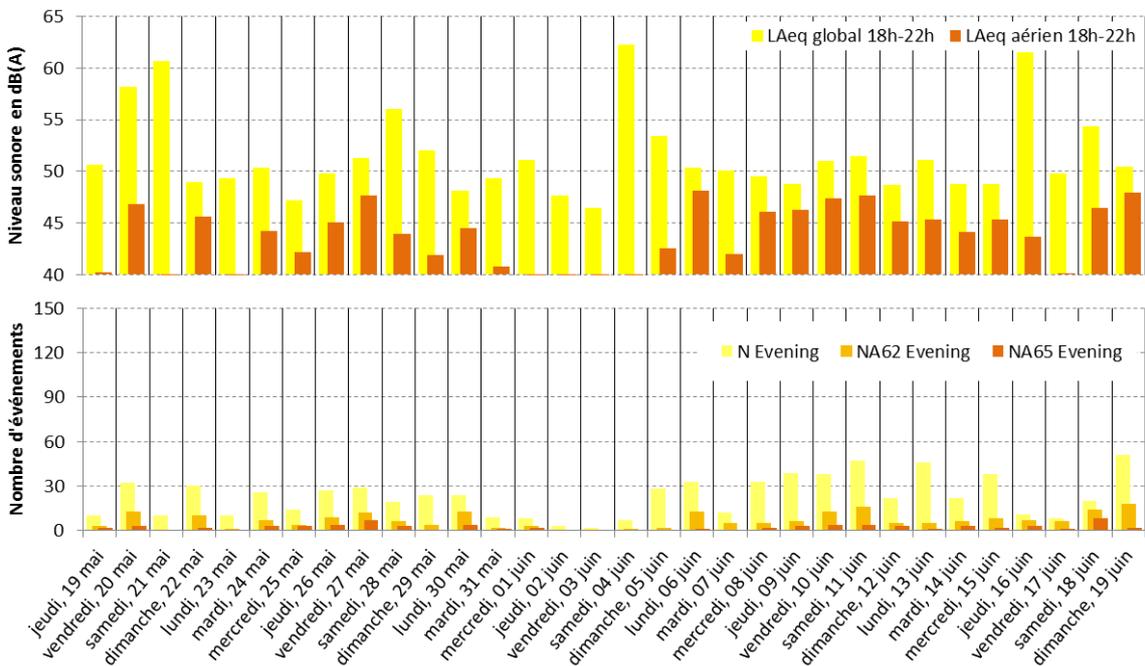


Figure 12 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période soir.

STATISTIQUES

Les figures 13 à 15 présentent les résultats des distributions statistiques des niveaux de pointe $L_{Amax,1s}$, des niveaux SEL et des émergences événementielles associés aux aéronefs.

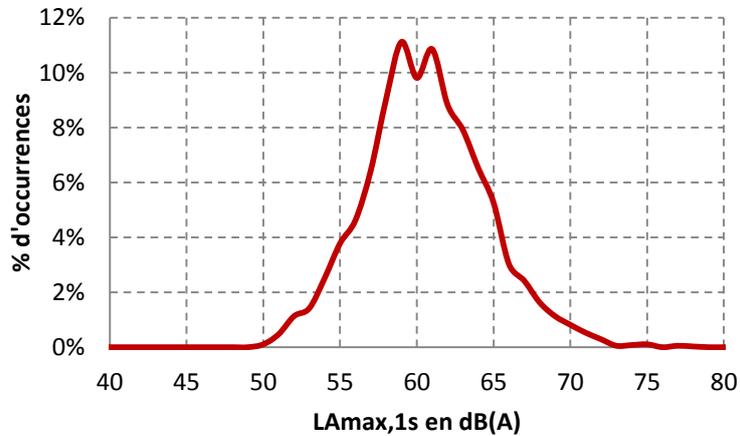


Figure 13 : Distribution statistique des valeurs $L_{Amax,1s}$.

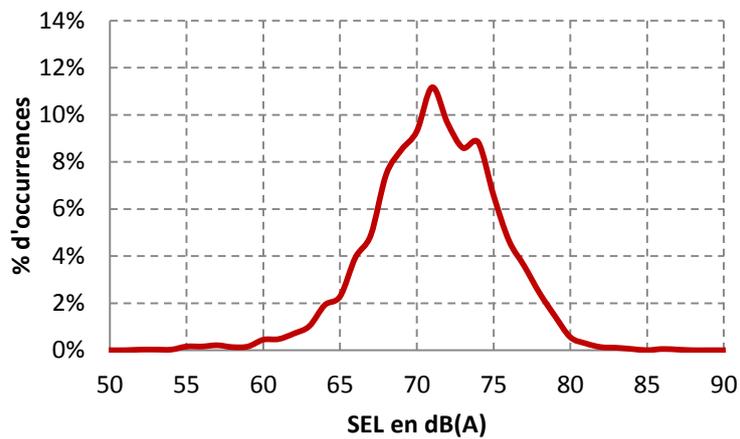


Figure 14 : Distribution statistique des valeurs SEL.

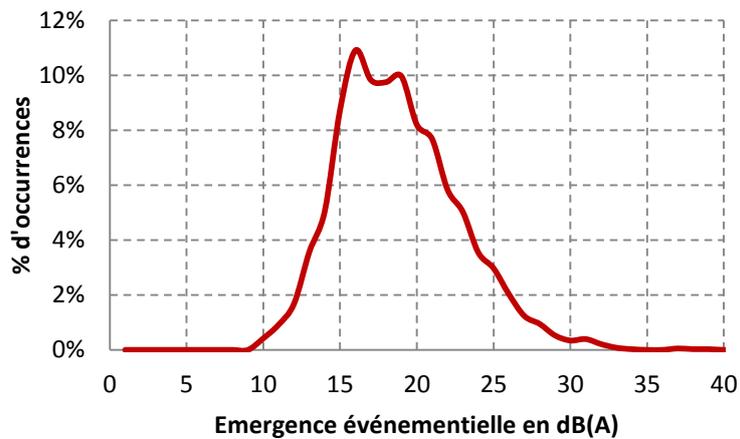


Figure 15 : Distribution statistique des valeurs d'émergence événementielle.

SITE N°5 : LES LOGES-EN-JOSAS 26 HAMEAU DES CHAMPS

Campagne de mesure du bruit autour des aérodromes franciliens
Etude de l'aérodrome de Toussus-le-Noble

Période d'analyse : du 12 avril 2011 au 11 mai 2011

1. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La campagne de mesures autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble s'est déroulée du 6 avril au 30 juin 2011 ; période durant laquelle l'ensemble des sites de mesure ont pu être documentés pendant une durée d'au moins un mois.

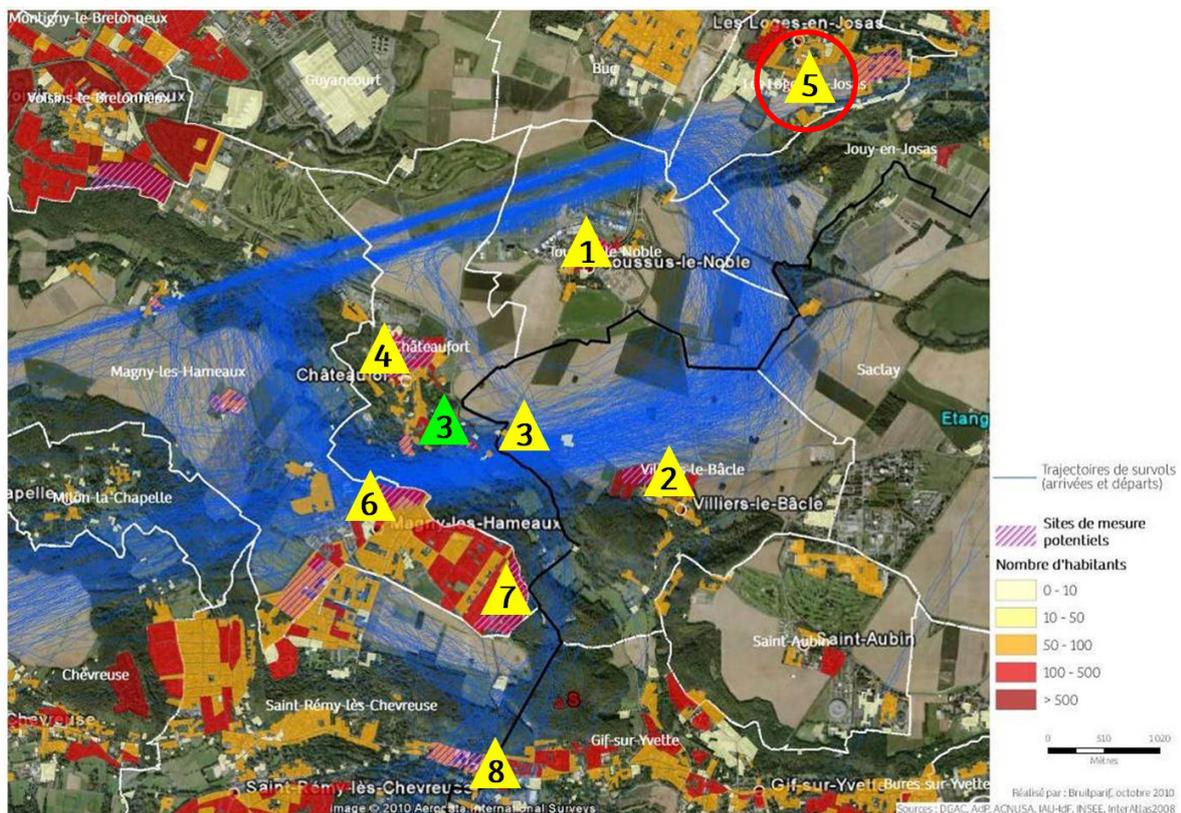
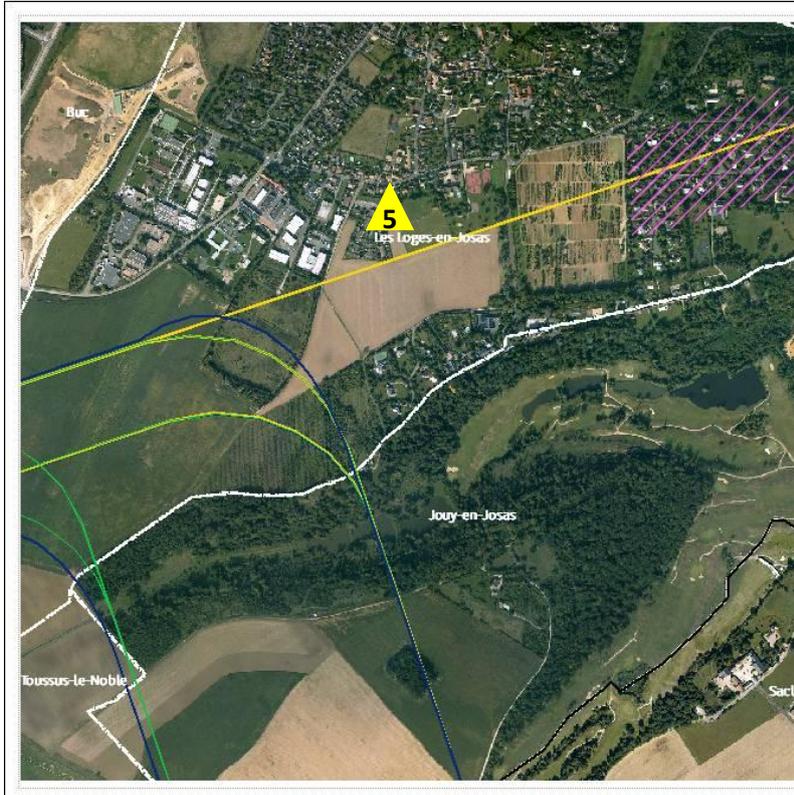


Figure 1 : Plan d'échantillonnage, synthèse des sites de mesure sélectionnés.

2. DESCRIPTION ET LOCALISATION DU SITE DE MESURE

Ce site, situé dans une zone pavillonnaire, est principalement impacté en configuration de vol face à l'ouest par l'atterrissage des aéronefs en ligne très concentrée (ILS¹ en amont du site) et par les décollages en configuration face à l'est (avions en pleine puissance)



Site n°5 : 26, Hameau des Champs, Les Loges-en-Josas



¹ ILS : "Instrument Landing System" ou Système d'atterrissage aux instruments.

3. INDICATEURS ACOUSTIQUES LIEES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les tableaux 1 et 2 présentent les résultats des indicateurs énergétiques et événementiels sur l'ensemble de la période d'analyse.

3.1 Indicateurs énergétiques

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
L _{Aeq} Aéronefs Estimation Lden aéronefs : 50,1 dB(A)	Nuit 22h - 6h	30,5	29,4	34,6	28,6
	Jour 6h - 18h	50,5	50,7	50,6	49,1
	Soir 18h - 22h	49,1	49,3	48,5	48,6
	Total - 24h	48,5	48,7	48,5	47,3
L _{Aeq} Toutes sources confondues Estimation Lden : 53,7 dB(A)	Nuit 22h - 6h	36,6	35,9	38,1	38,0
	Jour 6h - 18h	53,8	53,9	54,1	52,5
	Soir 18h - 22h	52,9	53,0	52,2	52,8
	Total - 24h	51,9	52,0	52,0	50,9
Contribution sonore des Aéronefs (%) Contribution au Lden : 43%	Nuit 22h - 6h	24%	22%	44%	11%
	Jour 6h - 18h	47%	48%	45%	47%
	Soir 18h - 22h	42%	42%	43%	38%
	Total - 24h	46%	47%	44%	44%

Tableau 1 : Estimation des indicateurs acoustiques énergétiques.

3.2 Indicateurs événementiels liés au trafic aérien

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
N ²	Nuit 22h - 6h	2	2	3	2
	Jour 6h - 18h	98	96	112	96
	Soir 18h - 22h	31	32	30	21
	Total - 24h	131	130	144	119
NA62	Nuit 22h - 6h	1	0	1	0
	Jour 6h - 18h	42	42	45	38
	Soir 18h - 22h	12	12	13	8
	Total - 24h	54	54	60	46
NA65	Nuit 22h - 6h	0	0	1	0
	Jour 6h - 18h	29	30	29	24
	Soir 18h - 22h	7	7	8	6
	Total - 24h	36	37	37	30

Tableau 2 : Estimation des indicateurs acoustiques événementiels.

² N : Nombre d'événements aéronefs identifiés acoustiquement.

4. EVOLUTION TEMPORELLE DU NIVEAU SONORE

La figure 2 présente l'évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure. Cette figure est directement extraite de la plate-forme de consultation des données du réseau RUMEUR³ (réseau de surveillance du bruit dans l'environnement de Bruitparif), consultables librement par tous sur le site internet de Bruitparif (www.bruitparif.fr).

Ces graphiques représentent les variations du niveau de bruit au cours du temps. Une courbe bleue matérialise l'évolution du niveau de bruit moyennée sur une période qui dépend de l'échelle de représentation (ainsi si on visualise des données sur un mois, la courbe bleue représentera des données moyennes horaires, si on visualise des données sur une journée particulière, la courbe bleue matérialisera le niveau moyen sur 5 minutes, etc...). En arrière-plan, une zone bleue transparente montre l'amplitude de fluctuation du niveau de bruit instantané (niveau seconde). Il est ainsi possible d'avoir simultanément une vision de la variation du niveau de bruit moyen et instantané.

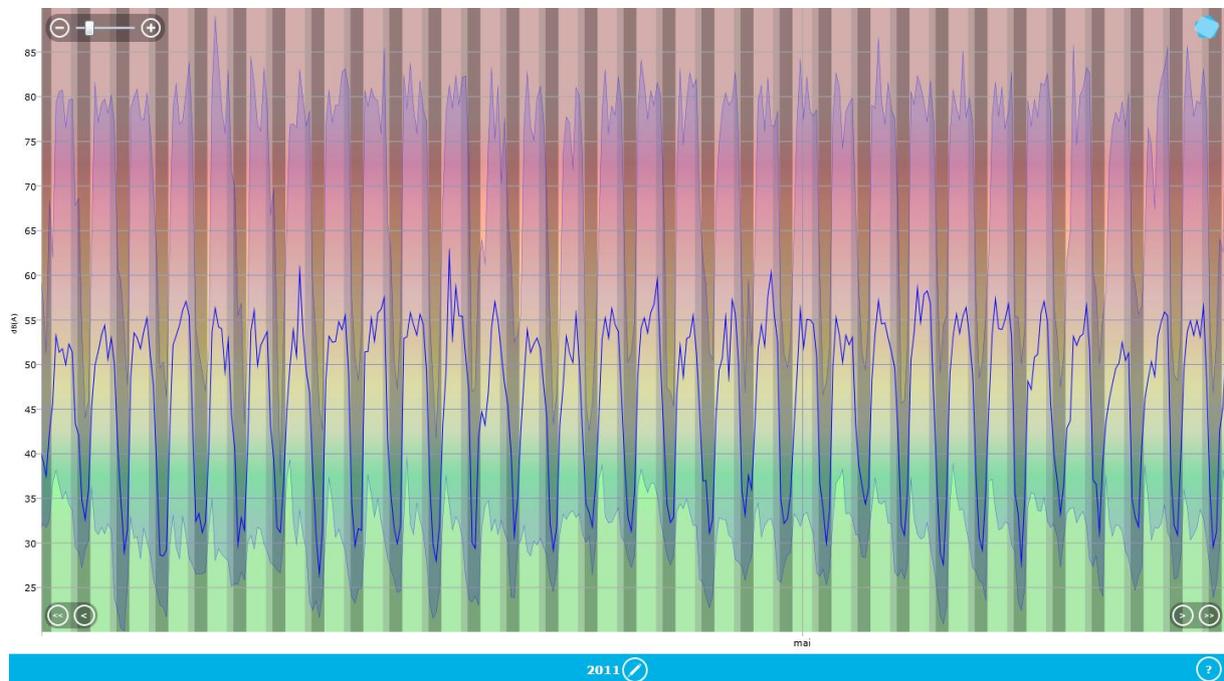


Figure 2 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure.

³ RUMEUR : Réseau Urbain de Mesure de l'Environnement sonore d'Utilité Régionale.

5. JOURNEES PARTICULIERES

Le tableau 3 présente les résultats des 3 journées pour lesquelles le trafic des avions a engendré le plus et le moins de bruit sur la période 6h-22h pour l'indicateur LAeq,aérien. A titre informatif, les conditions météorologiques associées sont systématiquement présentées.

Journées		LAeq aérien 6h-22h	N 6h-22h	NA62 6h-22h	NA65 6h-22h	Météo	
						v ⁴	h ⁵
3 journées les plus impactées	mercredi 04/05/2011	53,1	155	81	59	< 5 m/s	0 mm
	vendredi 06/05/2011	52,1	213	97	63	< 5 m/s	0 mm
	jeudi 21/04/2011	51,8	196	80	51	< 5 m/s	0 mm
3 journées les moins impactées	lundi 25/04/2011	45,8	96	37	24	6,7 m/s	0 mm
	lundi 09/05/2011	46,3	52	20	16	< 5 m/s	0 mm
	dimanche 24/04/2011	47,0	107	42	24	< 5 m/s	0 mm

Tableau 3 : Journées particulières

A titre illustratif, les figures 3 et 4 proposent respectivement un extrait de l'évolution temporelle du niveau sonore pour la journée la plus et la moins impactée par le bruit des avions. Les pics marqués d'un point bleu correspondent aux événements acoustiques aériens détectés par la station puis validés par le laboratoire de mesure de Bruitparif (réécoute des enregistrements audionumériques).

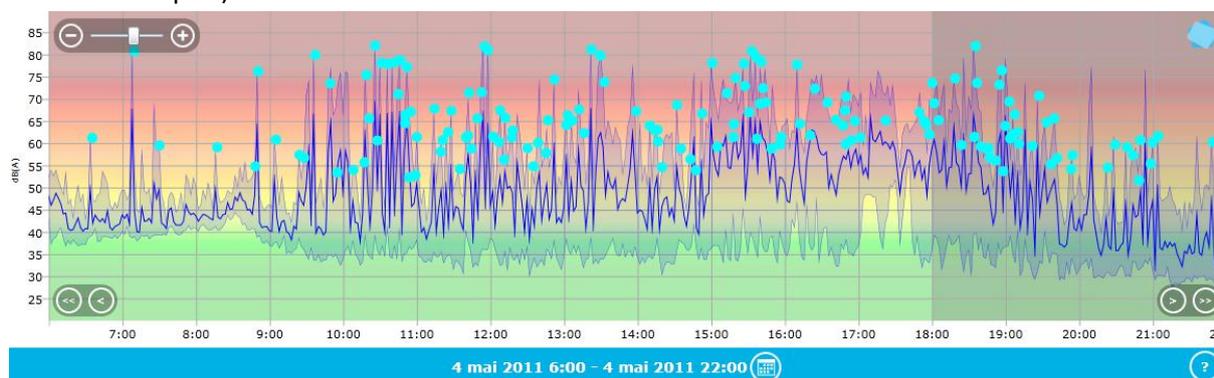


Figure 3 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le mercredi 4 mai 2011.

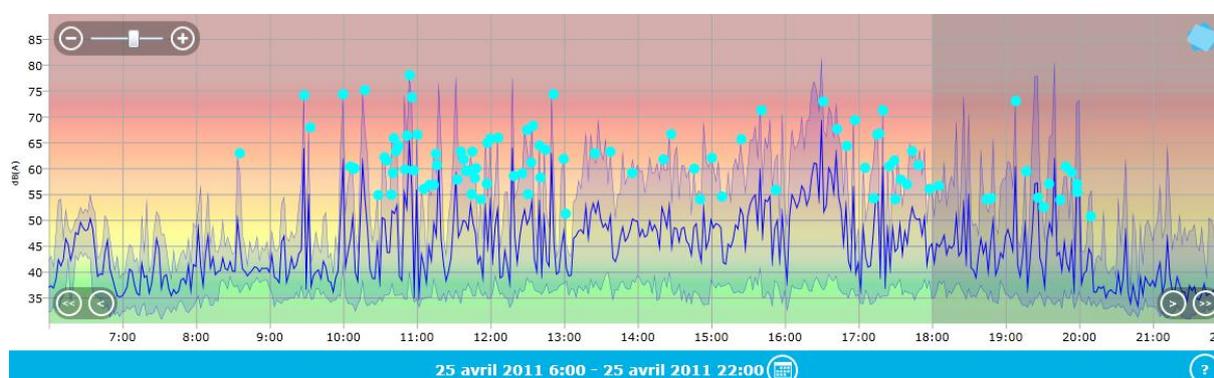


Figure 4 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le lundi 25 avril 2011.

⁴ Vitesse du vent horaire maximale 6h-22h

⁵ Hauteur de précipitations cumulée 6h-22h

6. CYCLES JOURNALIERS

Les figures 5 à 8 présentent les cycles journaliers moyens des indicateurs associés au bruit aérien, pour respectivement tous les jours confondus, les jours ouvrables, les samedis et les dimanches.

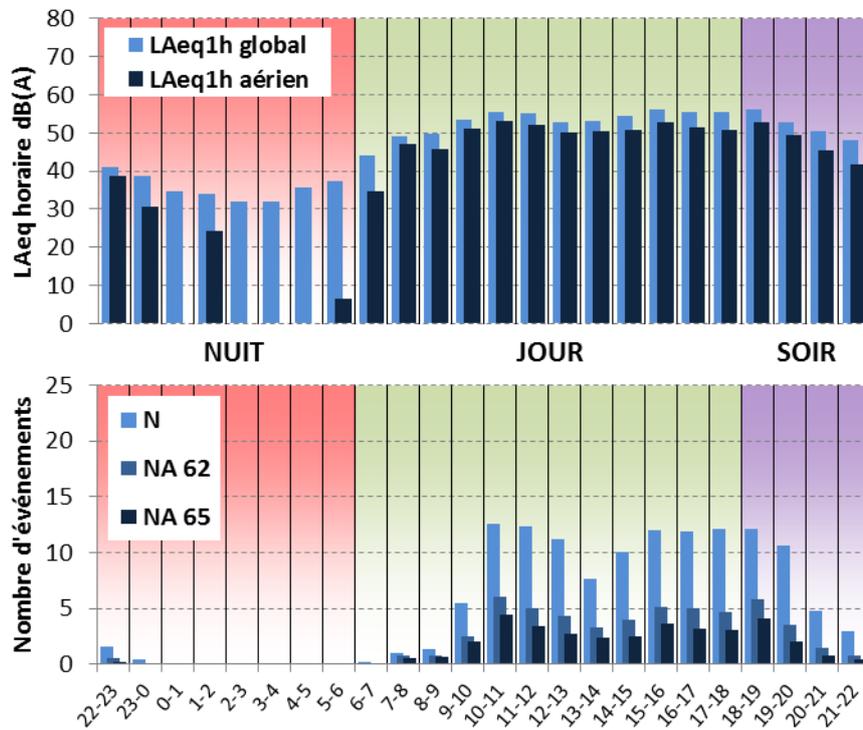


Figure 5 : Cycles horaires journaliers moyens ; tous jours confondus.

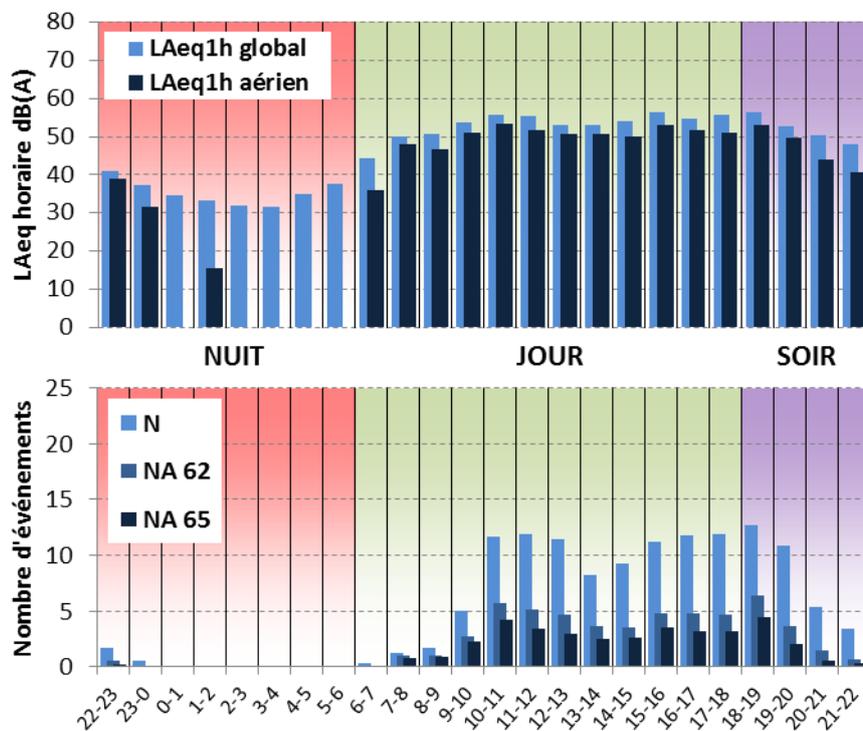


Figure 6 : Cycles horaires journaliers moyens ; jours ouvrables.

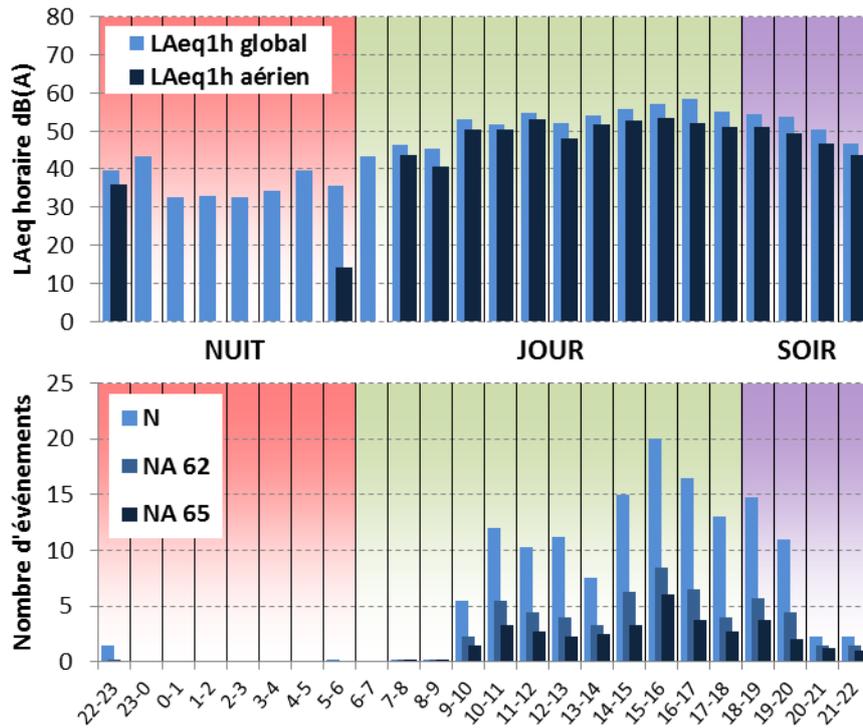


Figure 7 : Cycles horaires journaliers moyens ; samedis.

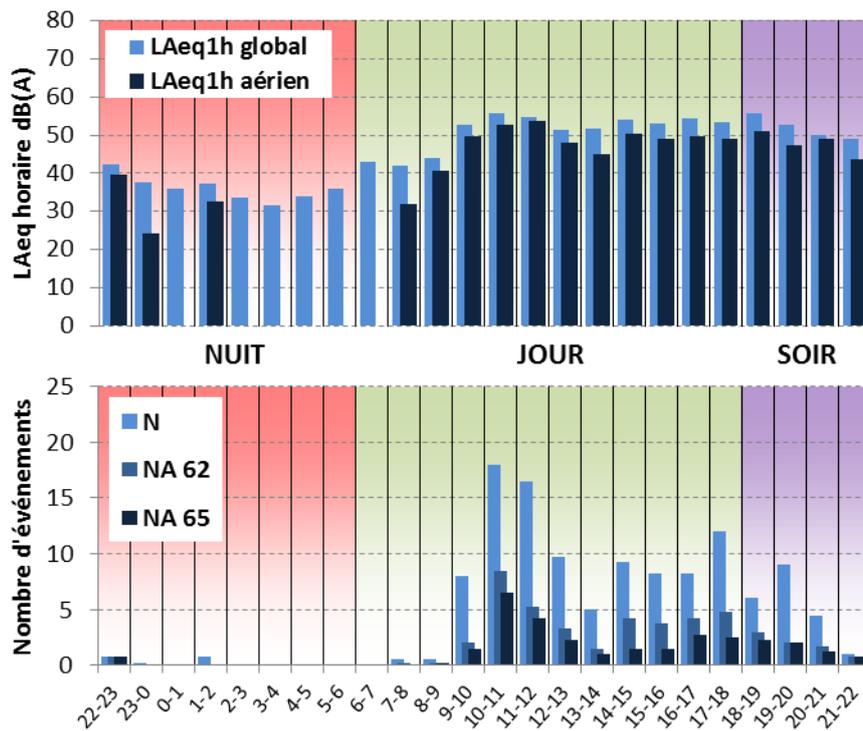


Figure 8 : Cycles horaires journaliers moyens ; dimanches.

7. EVOLUTION DES INDICATEURS ACOUSTIQUES LIES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les figures 9 à 12 présentent l'évolution quotidienne des indicateurs énergétiques et événementiels pour chaque période de période de 24 heures. Précisons que dans notre analyse, la période de 24h correspond ici à la période 22h - 22h. Les résultats sont également détaillés par périodes nocturnes (22h - 6h), diurnes (6h - 18h) et de soirées (18h - 22h).

7.1 Période 22h-22h

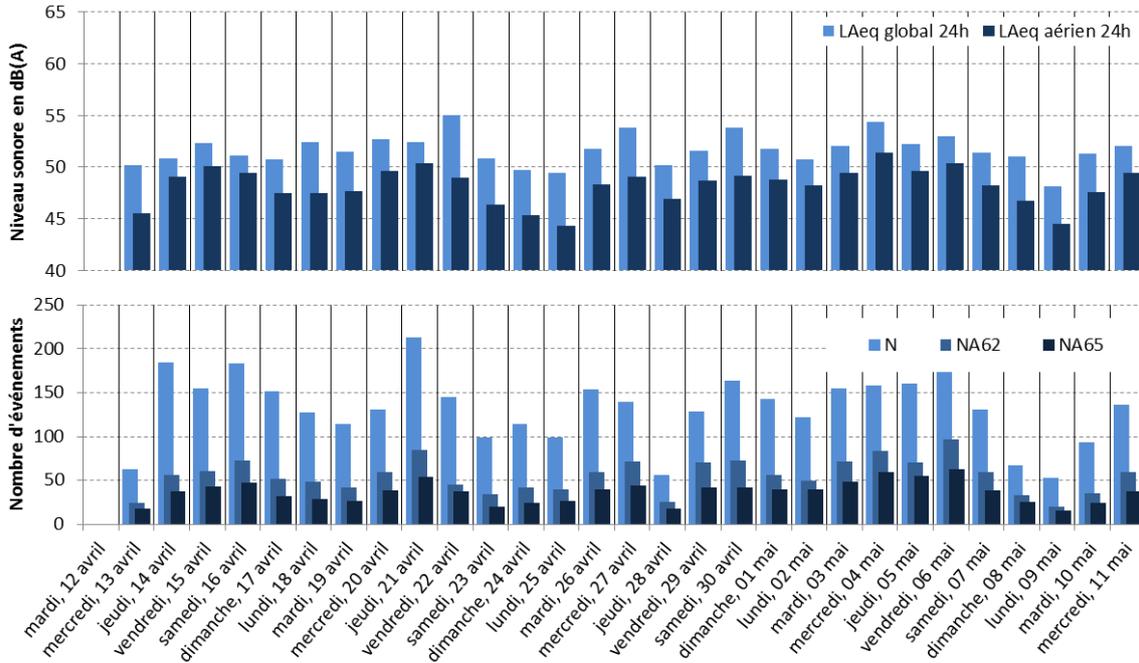


Figure 9 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période 22h – 22h.

7.2 Période Nuit : 22h-6h

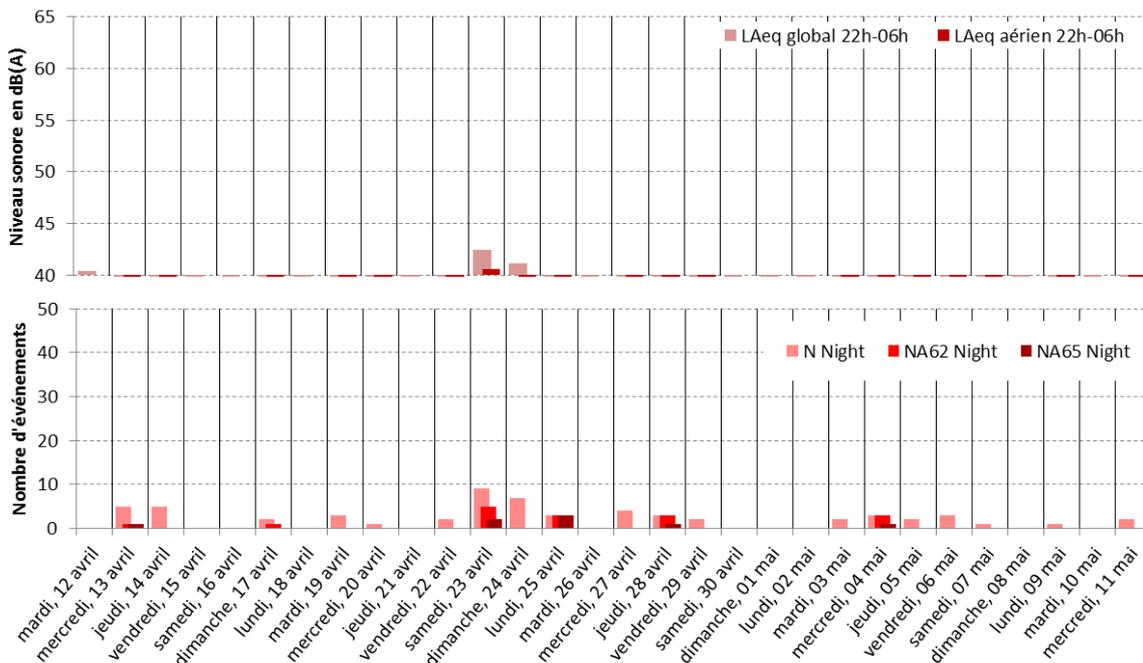


Figure 10 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période nuit.

7.3 Période Jour : 6h-18h

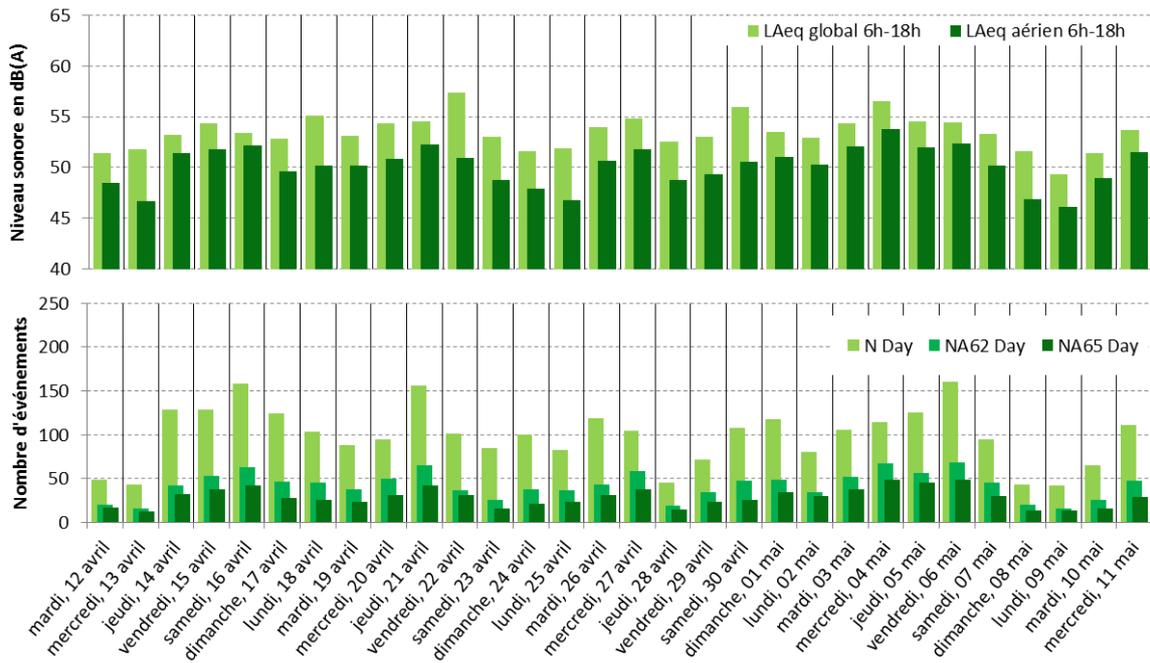


Figure 11 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période jour.

7.4 Période Soir : 18h-22h

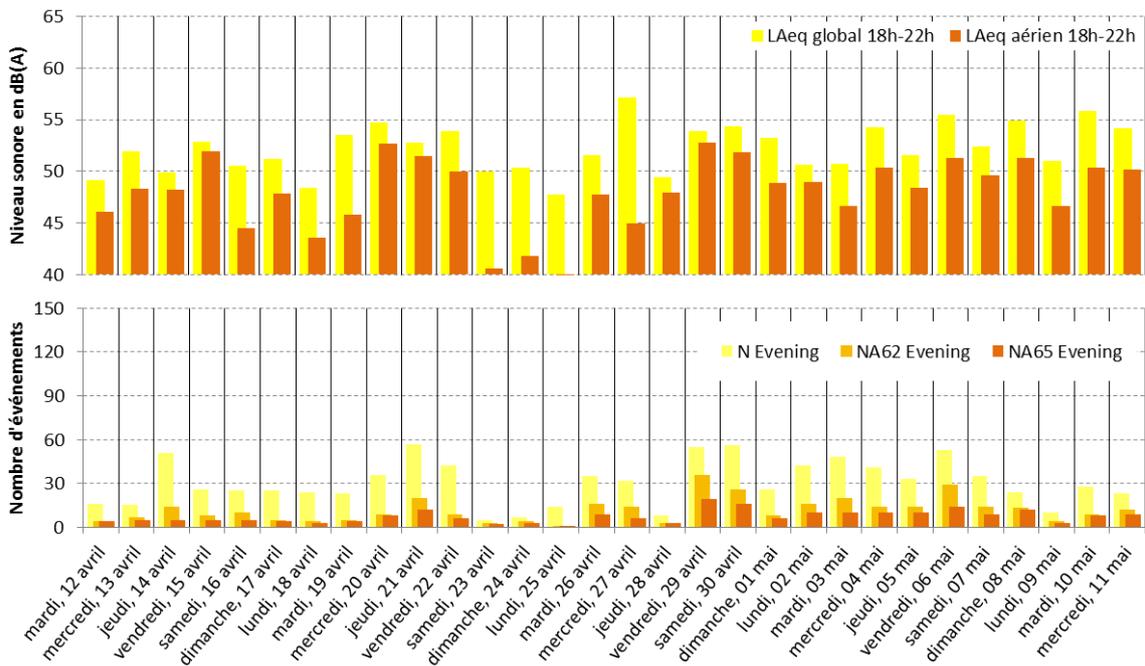


Figure 12 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période soir.

STATISTIQUES

Les figures 13 à 15 présentent les résultats des distributions statistiques des niveaux de pointe $L_{Amax,1s}$, des niveaux SEL et des émergences événementielles associés aux aéronefs.

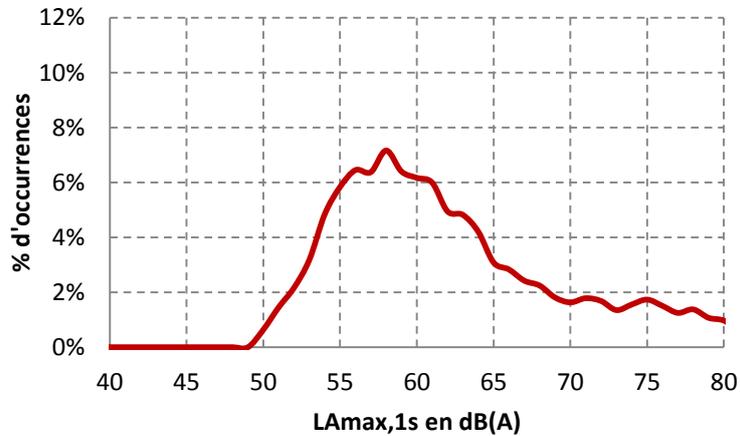


Figure 13 : Distribution statistique des valeurs $L_{Amax,1s}$.

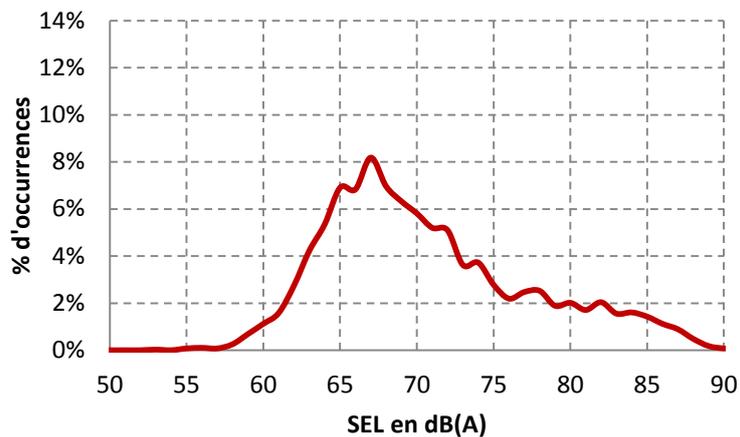


Figure 14 : Distribution statistique des valeurs SEL.

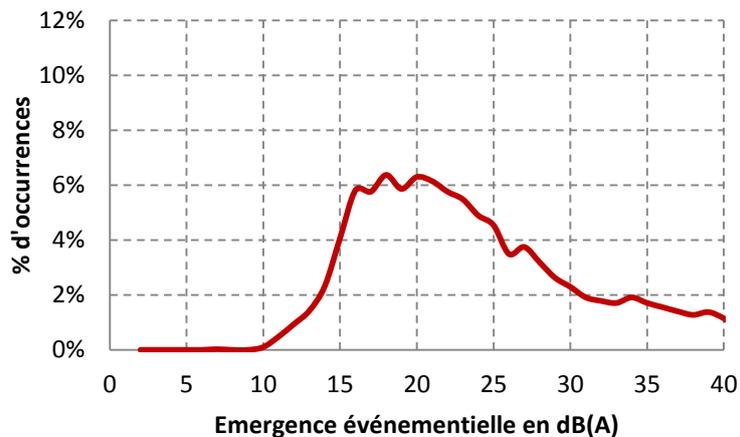


Figure 15 : Distribution statistique des valeurs d'émergence événementielle.

SITE N°6 : MAGNY-LES-HAMEAUX 31 AVENUE CLAUDE NICOLAS LEDOUX

Campagne de mesure du bruit autour des aérodromes franciliens
Etude de l'aérodrome de Toussus-le-Noble

Période d'analyse : du 14 mai 2011 au 13 juin 2011

1. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La campagne de mesures autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble s'est déroulée du 6 avril au 30 juin 2011 ; période durant laquelle l'ensemble des sites de mesure ont pu être documentés pendant une durée d'au moins un mois.

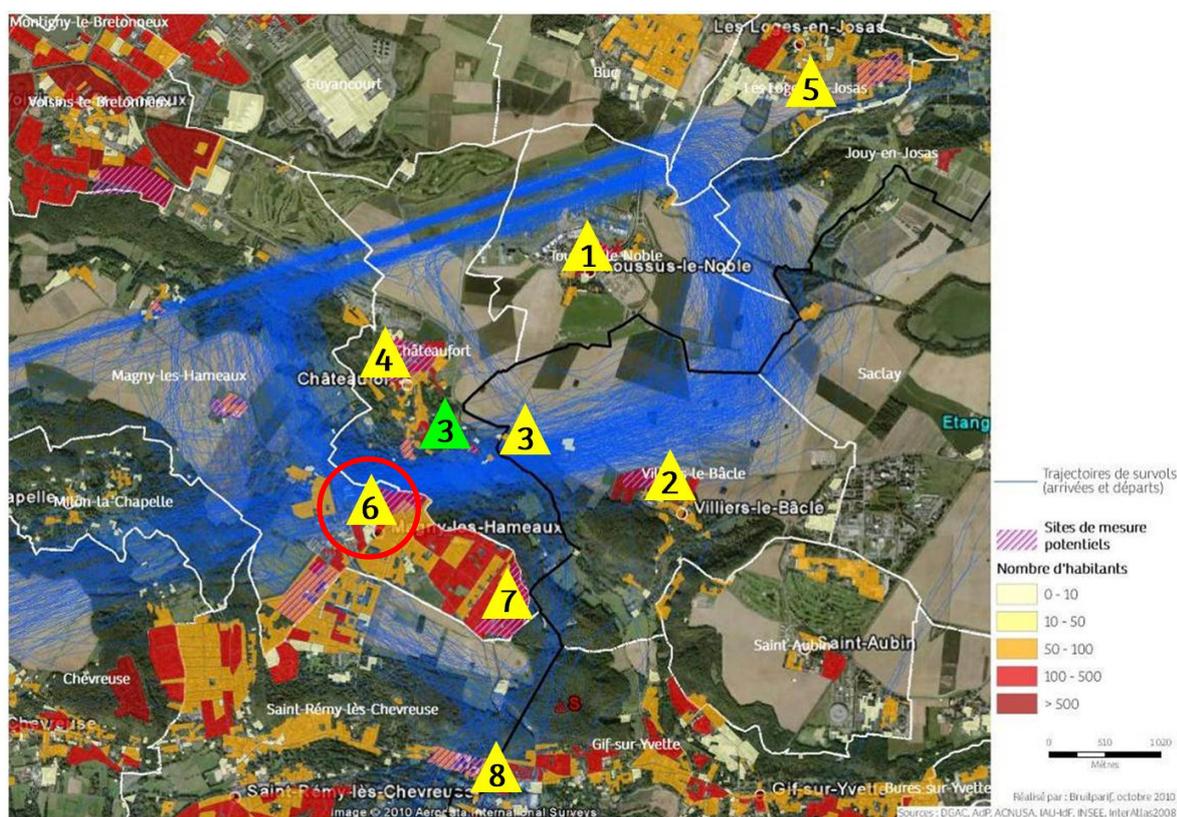


Figure 1 : Plan d'échantillonnage, synthèse des sites de mesure sélectionnés.

3. INDICATEURS ACOUSTIQUES LIEES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les tableaux 1 et 2 présentent les résultats des indicateurs énergétiques et événementiels sur l'ensemble de la période d'analyse.

3.1 Indicateurs énergétiques

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
L _{Aeq} Aéronefs Estimation Lden aéronefs : 45,2 dB(A)	Nuit 22h - 6h	26,2	25,3	29,0	26,6
	Jour 6h - 18h	45,7	45,4	48,0	43,3
	Soir 18h - 22h	44,0	44,4	43,1	42,9
	Total - 24h	43,6	43,5	45,4	41,5
L _{Aeq} Toutes sources confondues Estimation Lden : 52,4 dB(A)	Nuit 22h - 6h	42,1	41,2	41,5	45,0
	Jour 6h - 18h	51,3	51,9	50,8	48,5
	Soir 18h - 22h	49,8	49,8	49,9	49,5
	Total - 24h	49,5	49,9	49,1	47,8
Contribution sonore des Aéronefs (%) Contribution au Lden : 19%	Nuit 22h - 6h	3%	3%	6%	1%
	Jour 6h - 18h	27%	23%	52%	30%
	Soir 18h - 22h	26%	29%	21%	22%
	Total - 24h	26%	23%	43%	23%

Tableau 1 : Estimation des indicateurs acoustiques énergétiques.

3.2 Indicateurs événementiels liés au trafic aérien

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
N ¹	Nuit 22h - 6h	1	1	1	1
	Jour 6h - 18h	98	87	165	77
	Soir 18h - 22h	27	30	21	21
	Total - 24h	126	118	187	99
NA62	Nuit 22h - 6h	0	0	1	0
	Jour 6h - 18h	36	34	60	18
	Soir 18h - 22h	9	10	7	6
	Total - 24h	45	44	67	24
NA65	Nuit 22h - 6h	0	0	0	0
	Jour 6h - 18h	19	18	29	11
	Soir 18h - 22h	4	4	4	3
	Total - 24h	23	22	33	15

Tableau 2 : Estimation des indicateurs acoustiques événementiels.

¹ N : Nombre d'événements aéronefs identifiés acoustiquement.

4. EVOLUTION TEMPORELLE DU NIVEAU SONORE

La figure 2 présente l'évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure. Cette figure est directement extraite de la plate-forme de consultation des données du réseau RUMEUR² (réseau de surveillance du bruit dans l'environnement de Bruitparif), consultables librement par tous sur le site internet de Bruitparif (www.bruitparif.fr).

Ces graphiques représentent les variations du niveau de bruit au cours du temps. Une courbe bleue matérialise l'évolution du niveau de bruit moyennée sur une période qui dépend de l'échelle de représentation (ainsi si on visualise des données sur un mois, la courbe bleue représentera des données moyennes horaires, si on visualise des données sur une journée particulière, la courbe bleue matérialisera le niveau moyen sur 5 minutes, etc...). En arrière-plan, une zone bleue transparente montre l'amplitude de fluctuation du niveau de bruit instantané (niveau seconde). Il est ainsi possible d'avoir simultanément une vision de la variation du niveau de bruit moyen et instantané.

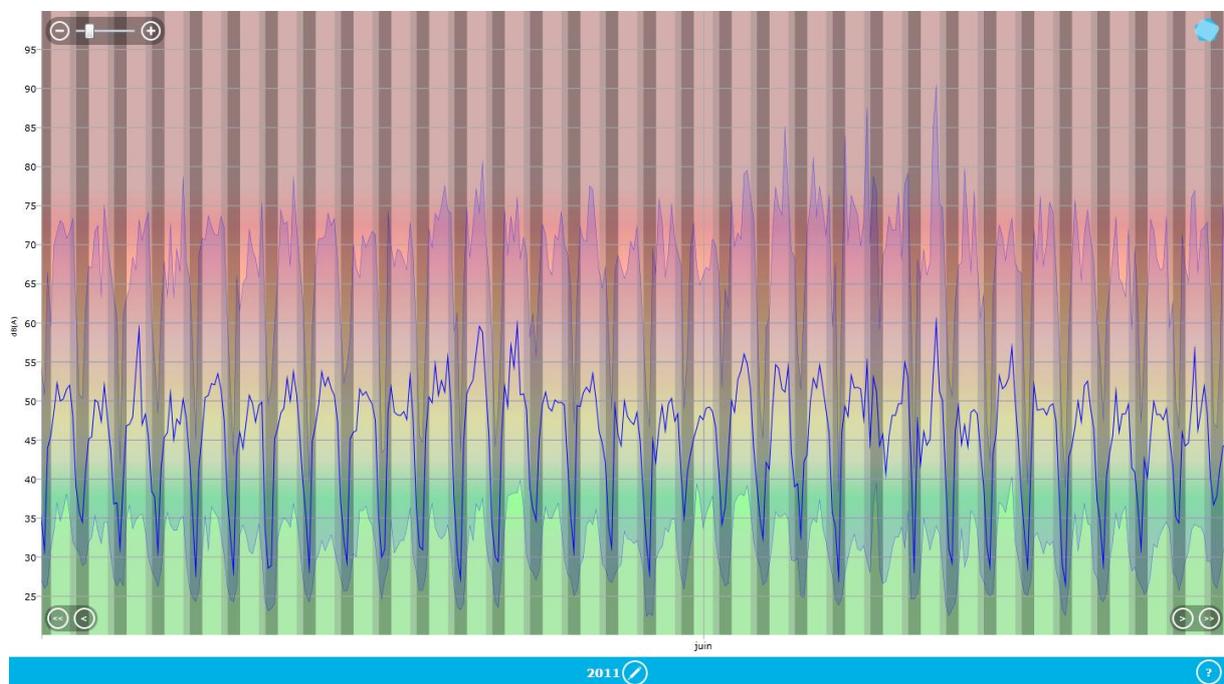


Figure 2 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure.

² RUMEUR : Réseau Urbain de Mesure de l'Environnement sonore d'Utilité Régionale.

5. JOURNEES PARTICULIERES

Le tableau 3 présente les résultats des 3 journées pour lesquelles le trafic des avions a engendré le plus et le moins de bruit sur la période 6h-22h pour l'indicateur LAeq,aérien. A titre informatif, les conditions météorologiques associées sont systématiquement présentées.

Journées		LAeq aérien 6h-22h	N 6h-22h	NA62 6h-22h	NA65 6h-22h	Météo	
						v ³	h ⁴
3 journées les plus impactées	mercredi 01/06/2011	49,2	141	97	59	7,2 m/s	0 mm
	samedi 21/05/2011	49,0	251	103	59	< 5 m/s	0 mm
	samedi 04/06/2011	48,1	220	86	44	6,2 m/s	0 mm
3 journées les moins impactées	mardi 07/06/2011	38,2	40	8	7	5,2 m/s	9,2 mm
	jeudi 26/05/2011	40,6	44	22	11	8,9 m/s	0 mm
	lundi 16/05/2011	41,0	52	14	4	< 5 m/s	0 mm

Tableau 3 : Journées particulières

A titre illustratif, les figures 3 et 4 proposent respectivement un extrait de l'évolution temporelle du niveau sonore pour la journée la plus et la moins impactée par le bruit des avions. Les pics marqués d'un point bleu correspondent aux événements acoustiques aériens détectés par la station puis validés par le laboratoire de mesure de Bruitparif (réécoute des enregistrements audionumériques).

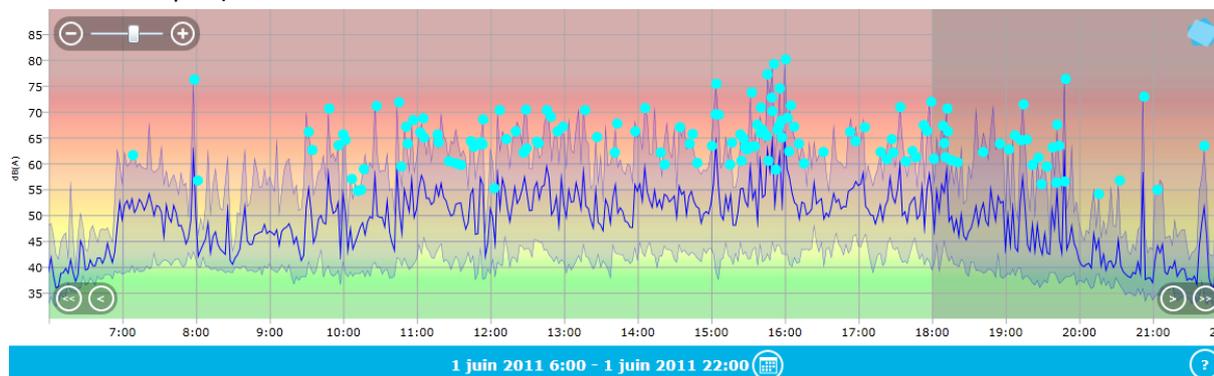


Figure 3 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le mercredi 1 juin 2011.

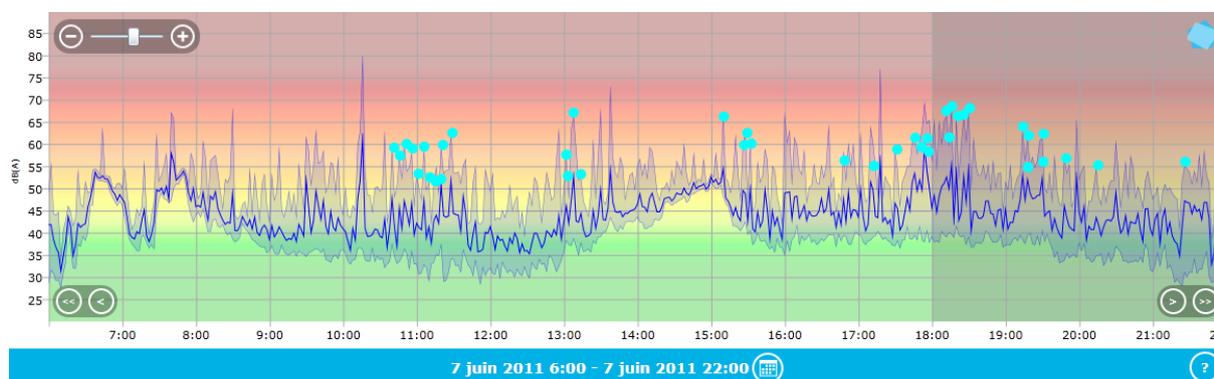


Figure 4 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le mardi 7 juin 2011.

³ Vitesse du vent horaire maximale 6h-22h

⁴ Hauteur de précipitations cumulée 6h-22h

6. CYCLES JOURNALIERS

Les figures 5 à 8 présentent les cycles journaliers moyens des indicateurs associés au bruit aérien, pour respectivement tous les jours confondus, les jours ouvrables, les samedis et les dimanches.

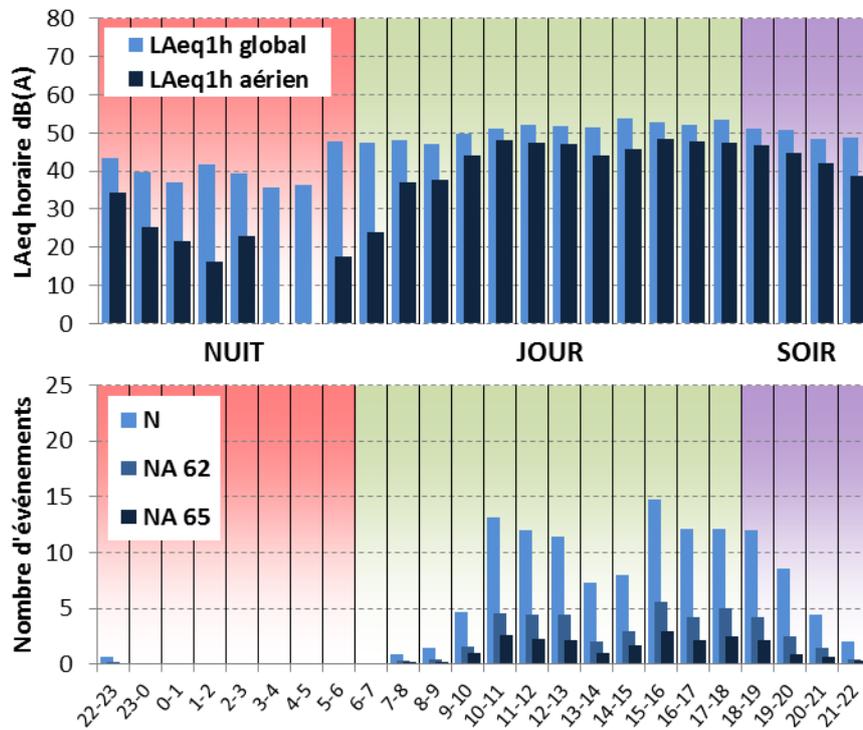


Figure 5 : Cycles horaires journaliers moyens ; tous jours confondus.

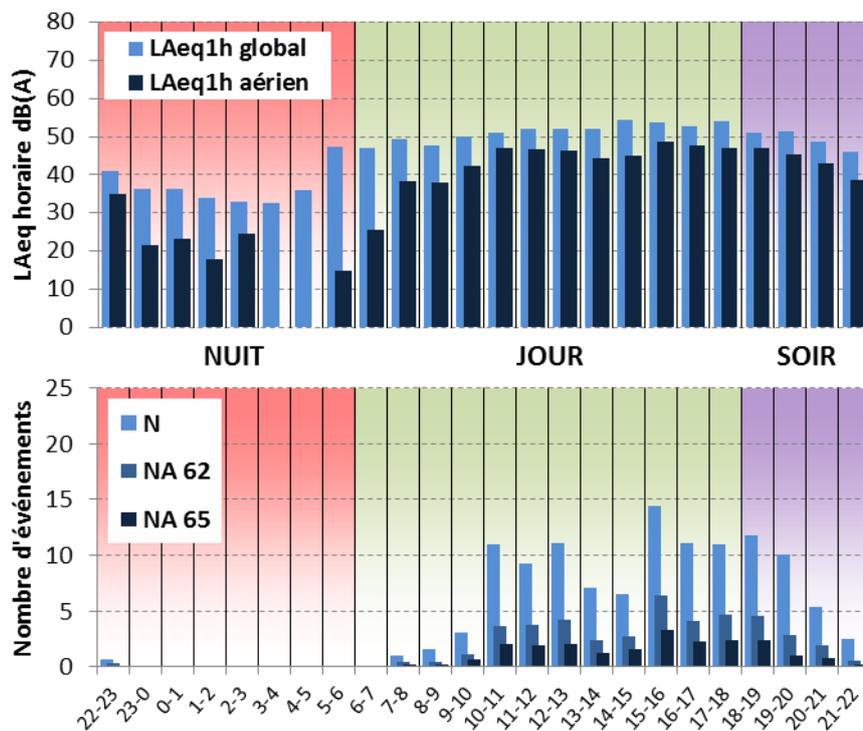


Figure 6 : Cycles horaires journaliers moyens ; jours ouvrables.

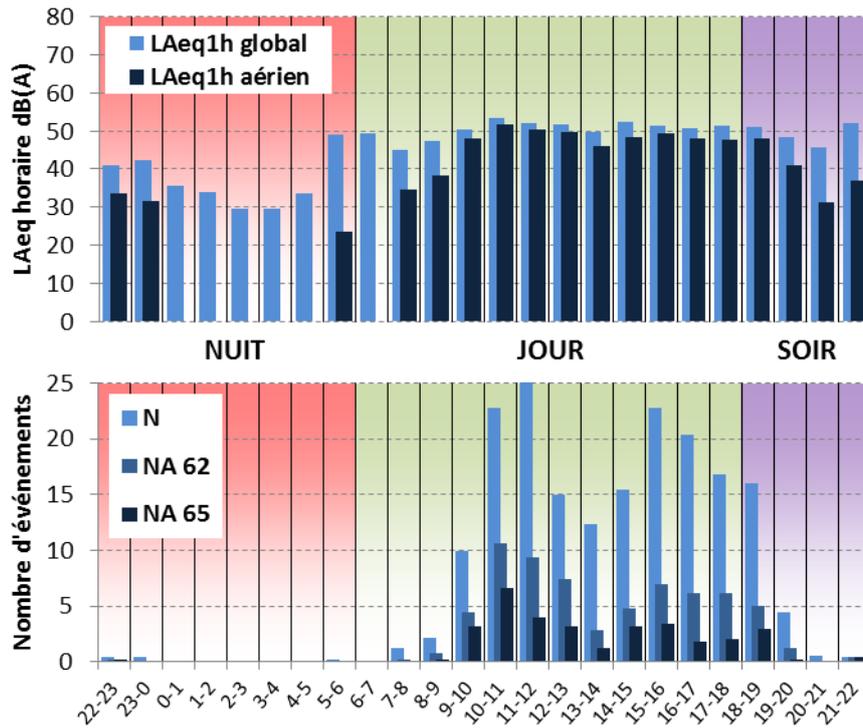


Figure 7 : Cycles horaires journaliers moyens ; samedis.

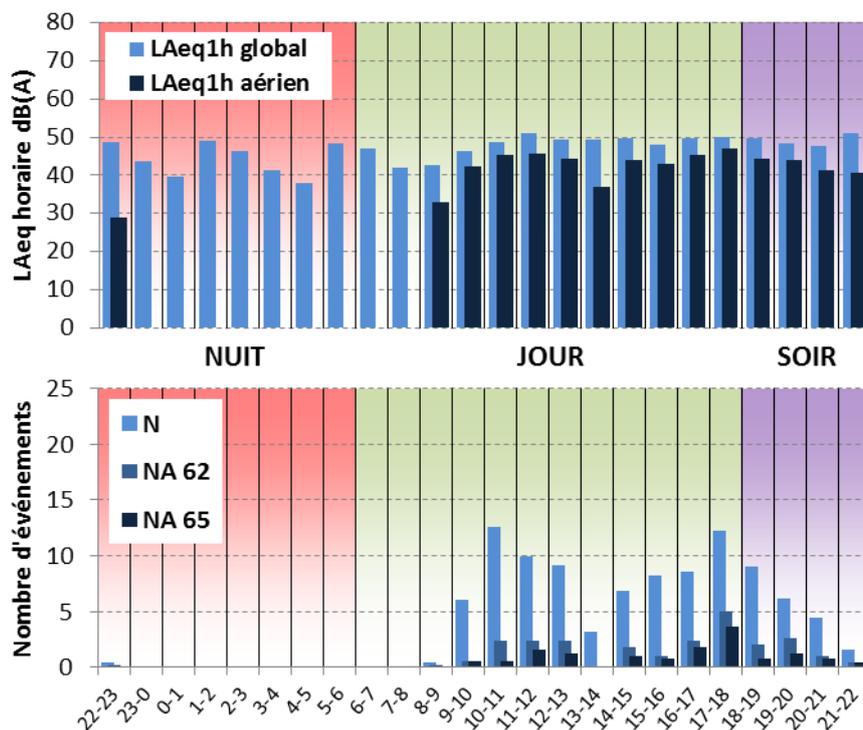


Figure 8 : Cycles horaires journaliers moyens ; dimanches.

7. EVOLUTION DES INDICATEURS ACOUSTIQUES LIES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les figures 9 à 12 présentent l'évolution quotidienne des indicateurs énergétiques et événementiels pour chaque période de période de 24 heures. Précisons que dans notre analyse, la période de 24h correspond ici à la période 22h - 22h. Les résultats sont également détaillés par périodes nocturnes (22h - 6h), diurnes (6h - 18h) et de soirées (18h - 22h).

7.1 Période 22h-22h

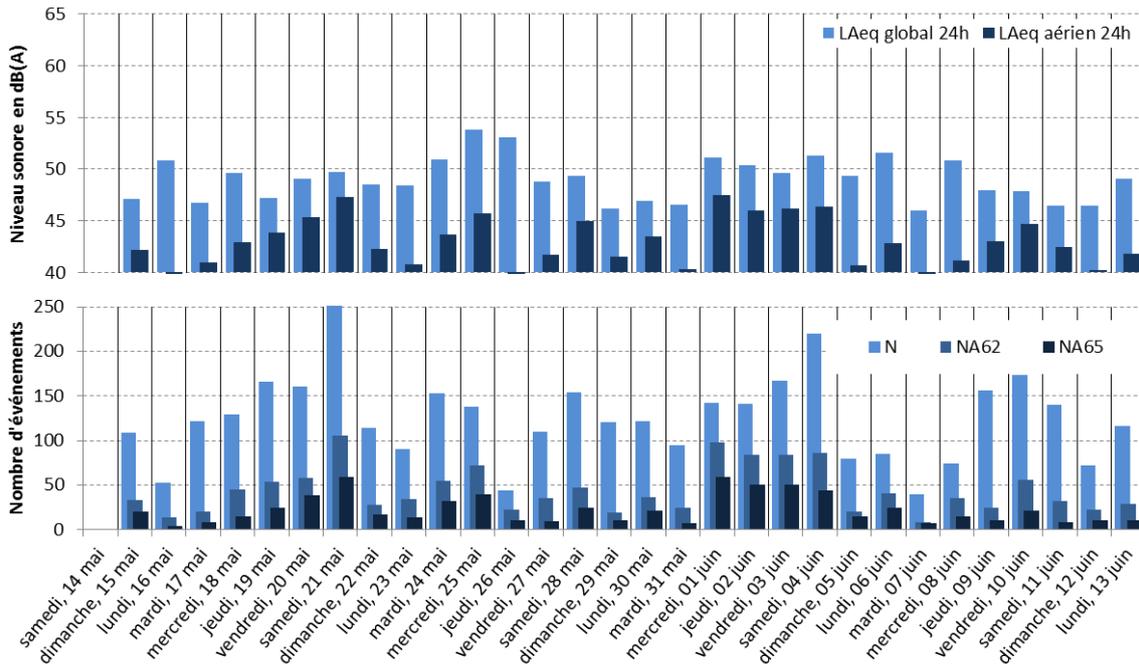


Figure 9 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période 22h – 22h.

7.2 Période Nuit : 22h-6h

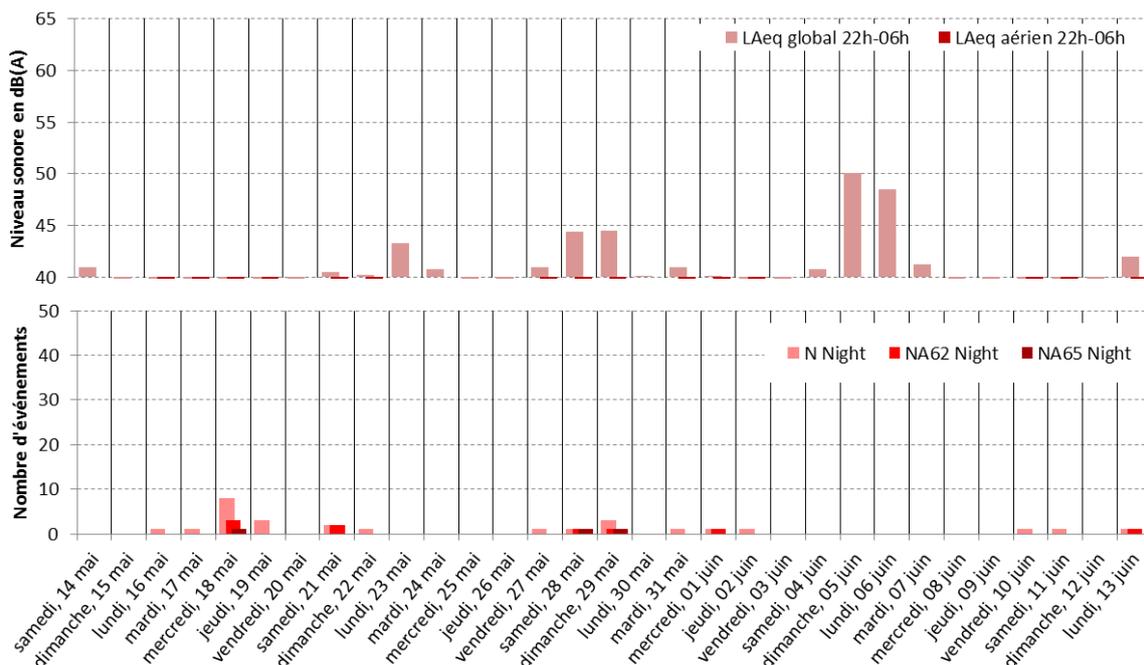


Figure 10 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période nuit.

7.3 Période Jour : 6h-18h

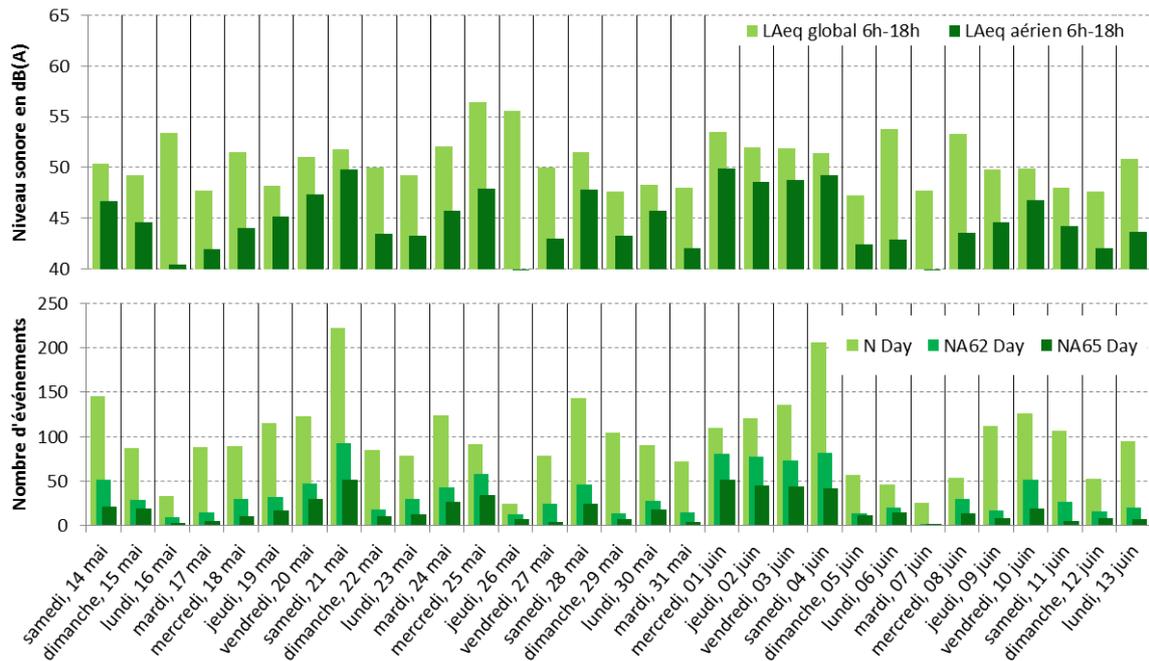


Figure 11 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période jour.

7.4 Période Soir : 18h-22h

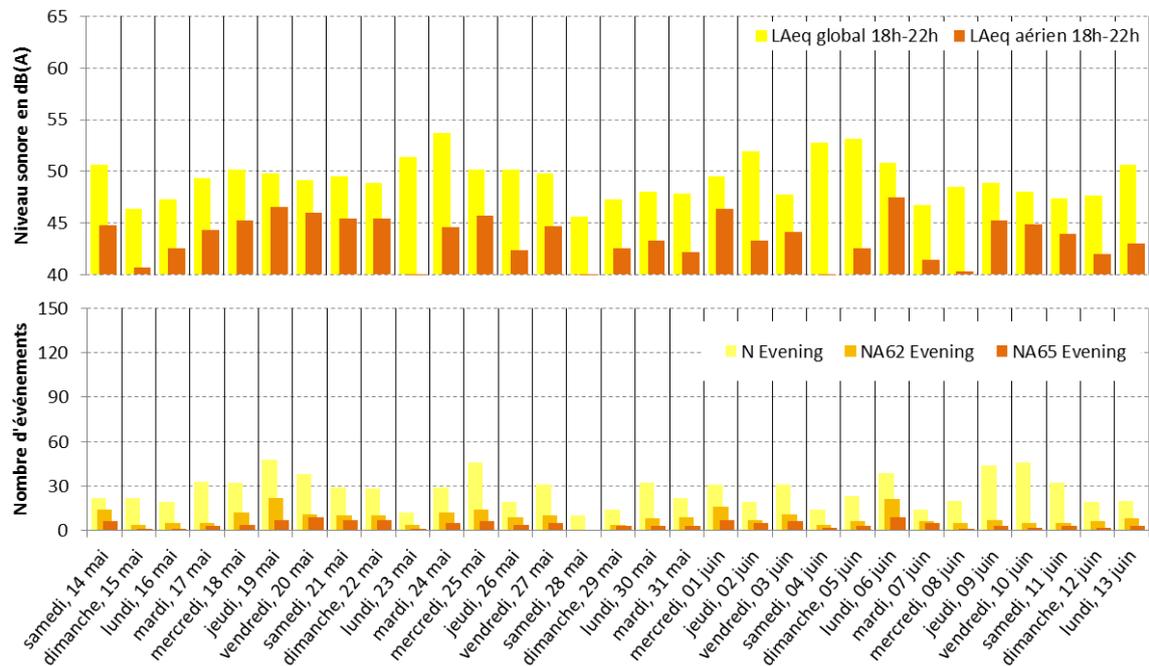


Figure 12 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période soir.

STATISTIQUES

Les figures 13 à 15 présentent les résultats des distributions statistiques des niveaux de pointe $L_{Amax,1s}$, des niveaux SEL et des émergences événementielles associés aux aéronefs.

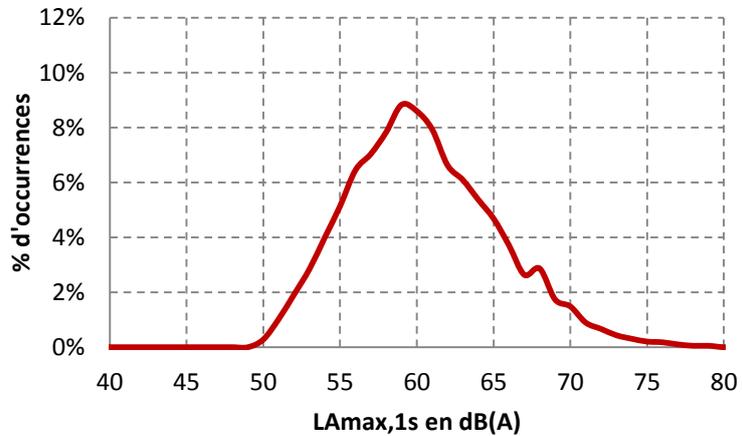


Figure 13 : Distribution statistique des valeurs $L_{Amax,1s}$.

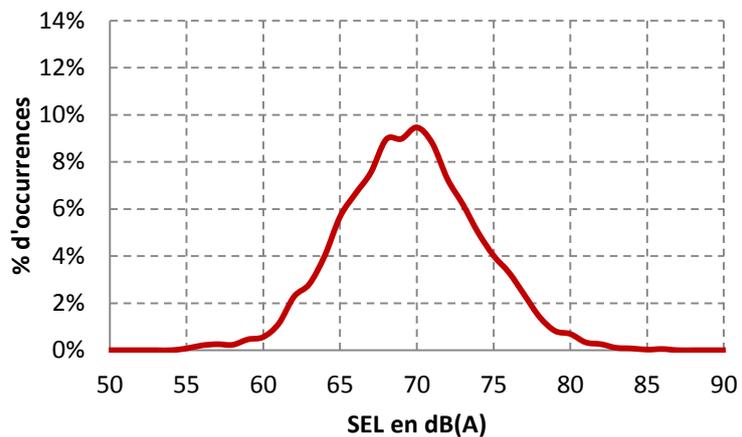


Figure 14 : Distribution statistique des valeurs SEL.

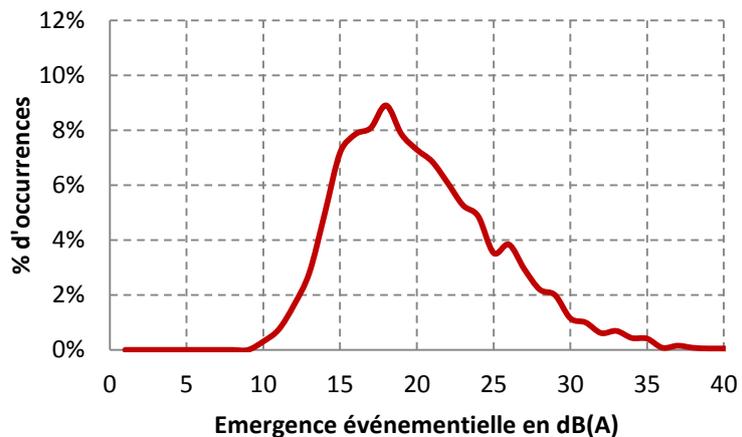


Figure 15 : Distribution statistique des valeurs d'émergence événementielle.

SITE N°7 : MAGNY-LES-HAMEAUX 11 ALLEE DU BOIS DE GRAIS

Campagne de mesure du bruit autour des aéroports franciliens
Etude de l'aéroport de Toussus-le-Noble

Période d'analyse : du 31 mai 2011 au 29 juin 2011

1. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La campagne de mesures autour de l'aéroport de Toussus-le-Noble s'est déroulée du 6 avril au 30 juin 2011 ; période durant laquelle l'ensemble des sites de mesure ont pu être documentés pendant une durée d'au moins un mois.

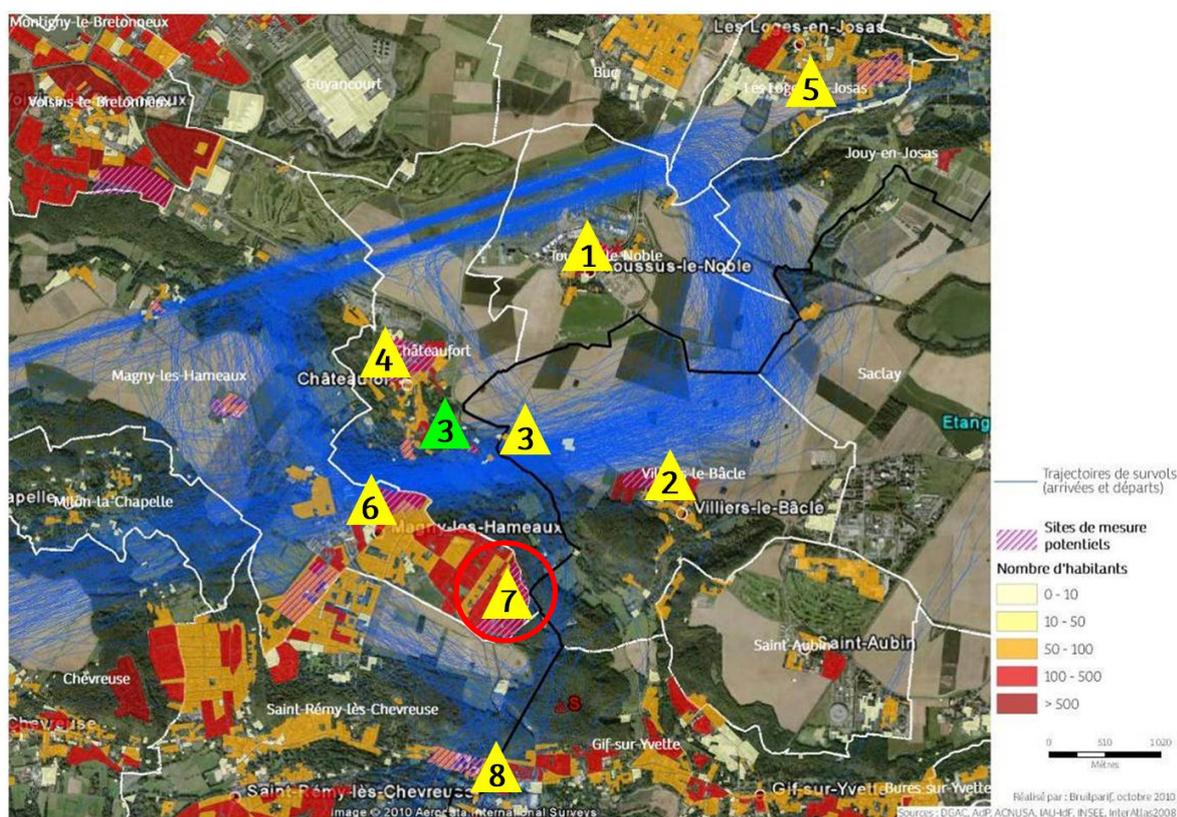


Figure 1 : Plan d'échantillonnage, synthèse des sites de mesure sélectionnés.

2. DESCRIPTION ET LOCALISATION DU SITE DE MESURE

Ce site associe habitat pavillonnaire et petits immeubles collectifs à usage d'habitation. Ce secteur est impacté dans les deux configurations de vol (aéronefs en provenance du sud), avec notamment un trafic important d'hélicoptères. Il s'agit d'une zone impactée par le trafic des avions et des hélicoptères.



Site n°7 : 11 allée du Bois de Grais, Magny-les-Hameaux, (en gris : Ecole André Gide, avenue d'Aigrefoin, Magny-les-Hameaux).



3. INDICATEURS ACOUSTIQUES LIEES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les tableaux 1 et 2 présentent les résultats des indicateurs énergétiques et événementiels sur l'ensemble de la période d'analyse.

3.1 Indicateurs énergétiques

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
L _{Aeq} Aéronefs Estimation Lden aéronefs : 41,7 dB(A)	Nuit 22h - 6h	12.4	13.8	0.0	0.0
	Jour 6h - 18h	42.3	41.6	43.4	44.2
	Soir 18h - 22h	40.7	39.7	41.8	43.3
	Total - 24h	40.2	39.4	41.3	42.2
L _{Aeq} Toutes sources confondues Estimation Lden : 53,8 dB(A)	Nuit 22h - 6h	45.6	43.5	47.5	49.6
	Jour 6h - 18h	50.3	49.9	52.1	50.7
	Soir 18h - 22h	50.7	50.6	51.0	51.3
	Total - 24h	49.3	48.7	50.8	50.5
Contribution sonore des Aéronefs (%) Contribution au Lden : 6%	Nuit 22h - 6h	0%	0%	0%	0%
	Jour 6h - 18h	16%	15%	13%	22%
	Soir 18h - 22h	10%	8%	12%	16%
	Total - 24h	12%	12%	11%	15%

Tableau 1 : Estimation des indicateurs acoustiques énergétiques.

3.2 Indicateurs événementiels liés au trafic aérien

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
N ¹	Nuit 22h - 6h	0	0	0	0
	Jour 6h - 18h	40	35	51	59
	Soir 18h - 22h	12	11	11	17
	Total - 24h	52	46	62	76
NA62	Nuit 22h - 6h	0	0	0	0
	Jour 6h - 18h	14	11	17	23
	Soir 18h - 22h	3	3	4	5
	Total - 24h	17	14	21	28
NA65	Nuit 22h - 6h	0	0	0	0
	Jour 6h - 18h	7	5	10	13
	Soir 18h - 22h	2	1	3	2
	Total - 24h	8	6	12	15

Tableau 2 : Estimation des indicateurs acoustiques événementiels.

¹ N : Nombre d'événements aéronefs identifiés acoustiquement.

4. EVOLUTION TEMPORELLE DU NIVEAU SONORE

La figure 2 présente l'évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure. Cette figure est directement extraite de la plate-forme de consultation des données du réseau RUMEUR² (réseau de surveillance du bruit dans l'environnement de Bruitparif), consultables librement par tous sur le site internet de Bruitparif (www.bruitparif.fr).

Ces graphiques représentent les variations du niveau de bruit au cours du temps. Une courbe bleue matérialise l'évolution du niveau de bruit moyennée sur une période qui dépend de l'échelle de représentation (ainsi si on visualise des données sur un mois, la courbe bleue représentera des données moyennes horaires, si on visualise des données sur une journée particulière, la courbe bleue matérialisera le niveau moyen sur 5 minutes, etc...). En arrière-plan, une zone bleue transparente montre l'amplitude de fluctuation du niveau de bruit instantané (niveau seconde). Il est ainsi possible d'avoir simultanément une vision de la variation du niveau de bruit moyen et instantané.

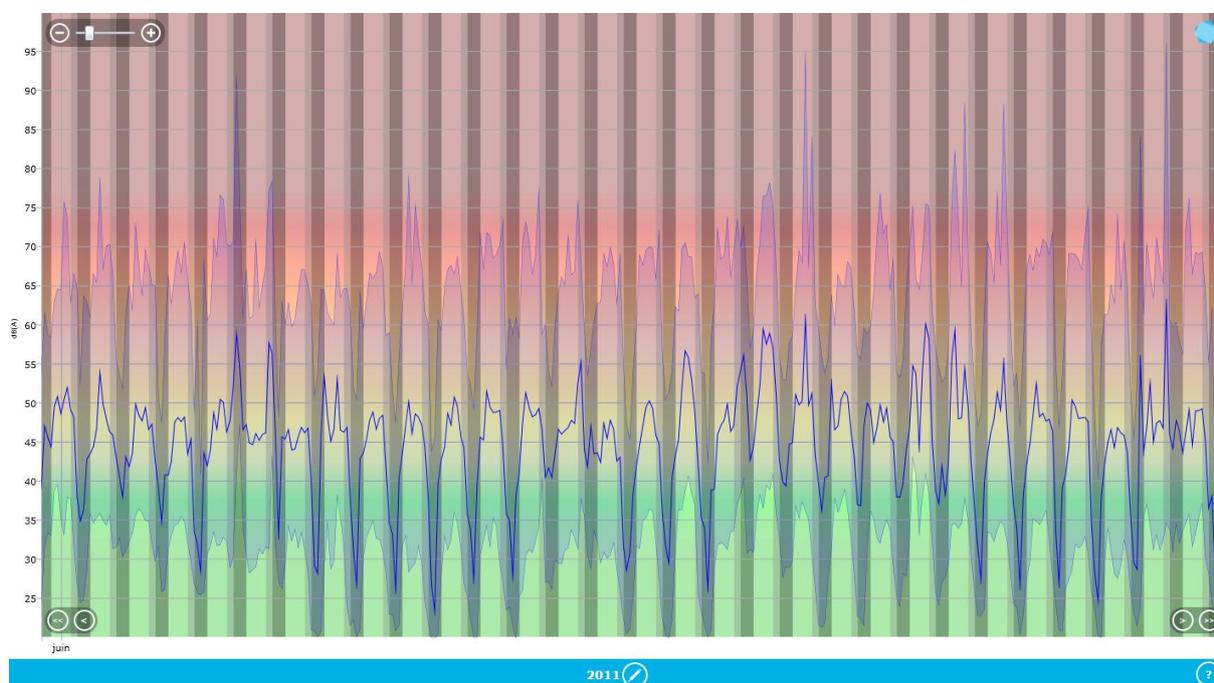


Figure 2 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure.

² RUMEUR : Réseau Urbain de Mesure de l'Environnement sonore d'Utilité Régionale.

5. JOURNEES PARTICULIERES

Le tableau 3 présente les résultats des 3 journées pour lesquelles le trafic des avions a engendré le plus et le moins de bruit sur la période 6h-22h pour l'indicateur LAeq,aérien. A titre informatif, les conditions météorologiques associées sont systématiquement présentées.

Journées		LAeq aérien 6h-22h	N 6h-22h	NA62 6h-22h	NA65 6h-22h	Météo	
						v ³	h ⁴
3 journées les plus impactées	dimanche 12/06/2011	45,6	85	36	17	5,8 m/s	0 mm
	dimanche 26/06/2011	45,3	106	44	28	< 5 m/s	0 mm
	samedi 11/06/2011	44,3	75	25	17	< 5 m/s	0 mm
3 journées les moins impactées	mardi 07/06/2011	35,3	17	4	1	5,2 m/s	9,2 mm
	dimanche 05/06/2011	36,8	34	3	1	5,4 m/s	0,2 mm
	mercredi 22/06/2011	37,4	16	5	2	8,7 m/s	0 mm

Tableau 3 : Journées particulières

A titre illustratif, les figures 3 et 4 proposent respectivement un extrait de l'évolution temporelle du niveau sonore pour la journée la plus et la moins impactée par le bruit des avions. Les pics marqués d'un point bleu correspondent aux événements acoustiques aériens détectés par la station puis validés par le laboratoire de mesure de Bruitparif (réécoute des enregistrements audionumériques).

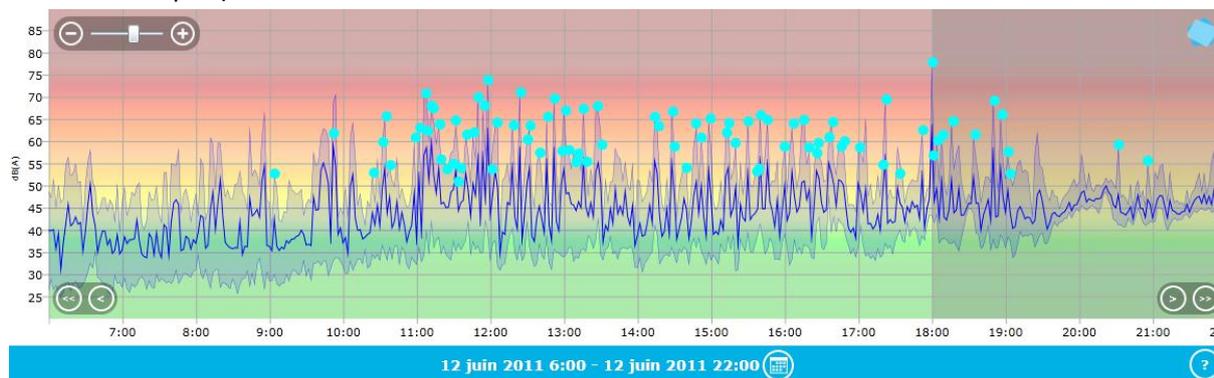


Figure 3 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le dimanche 12 juin 2011.

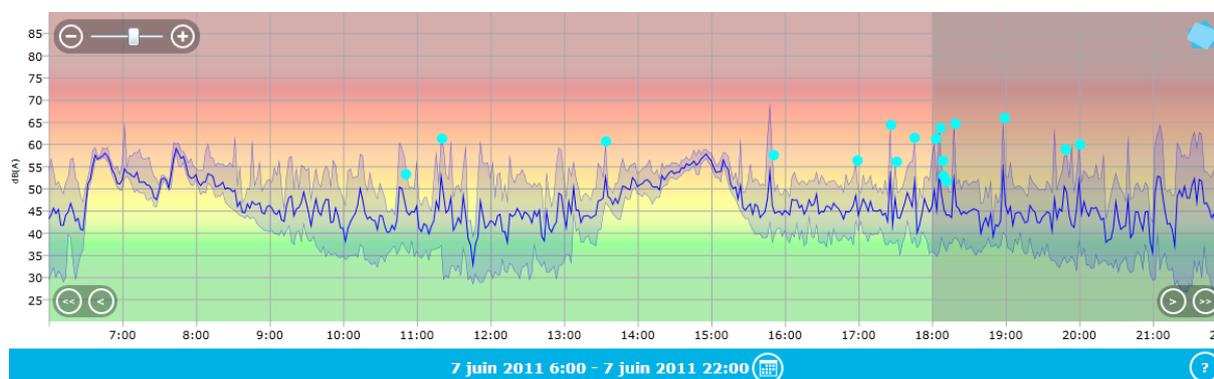


Figure 4 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le mardi 7 juin 2011.

³ Vitesse du vent horaire maximale 6h-22h

⁴ Hauteur de précipitations cumulée 6h-22h

6. CYCLES JOURNALIERS

Les figures 5 à 8 présentent les cycles journaliers moyens des indicateurs associés au bruit aérien, pour respectivement tous les jours confondus, les jours ouvrables, les samedis et les dimanches.

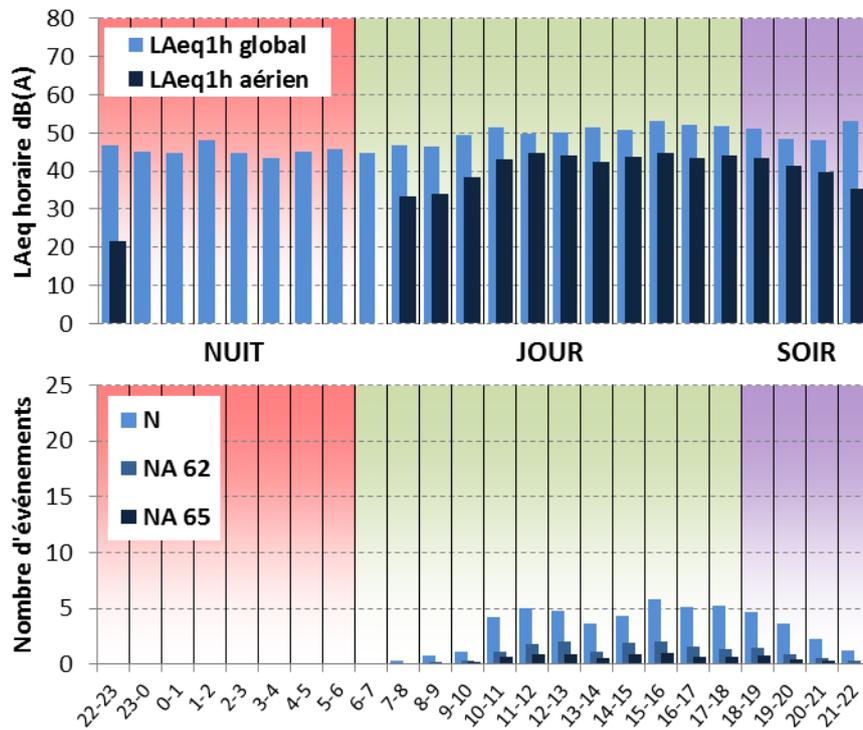


Figure 5 : Cycles horaires journaliers moyens ; tous jours confondus.

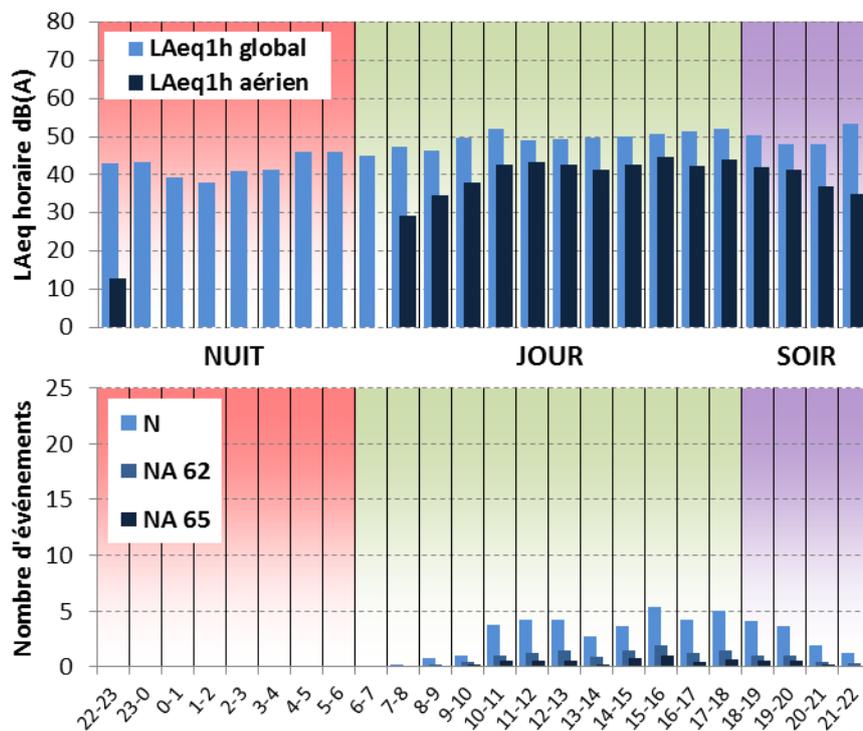


Figure 6 : Cycles horaires journaliers moyens ; jours ouvrables.

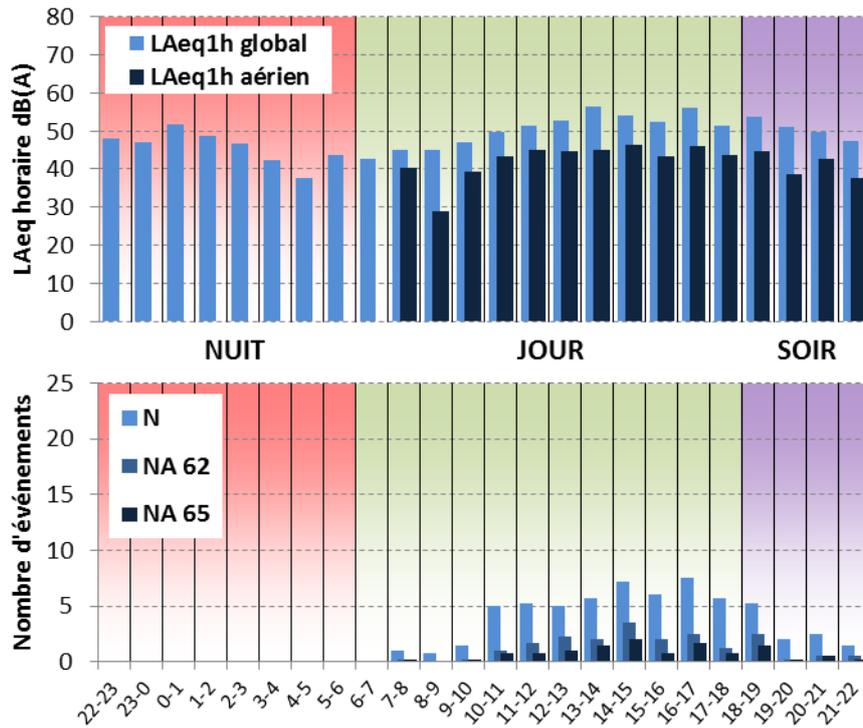


Figure 7 : Cycles horaires journaliers moyens ; samedis.

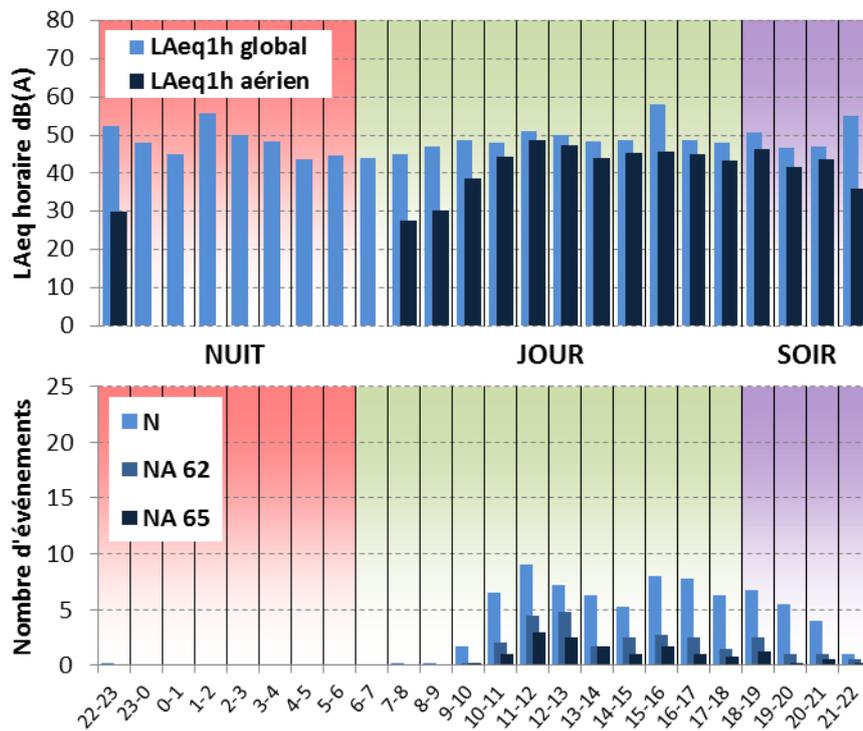


Figure 8 : Cycles horaires journaliers moyens ; dimanches.

7. EVOLUTION DES INDICATEURS ACOUSTIQUES LIES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les figures 9 à 12 présentent l'évolution quotidienne des indicateurs énergétiques et événementiels pour chaque période de période de 24 heures. Précisons que dans notre analyse, la période de 24h correspond ici à la période 22h - 22h. Les résultats sont également détaillés par périodes nocturnes (22h - 6h), diurnes (6h - 18h) et de soirées (18h - 22h).

7.1 Période 22h-22h

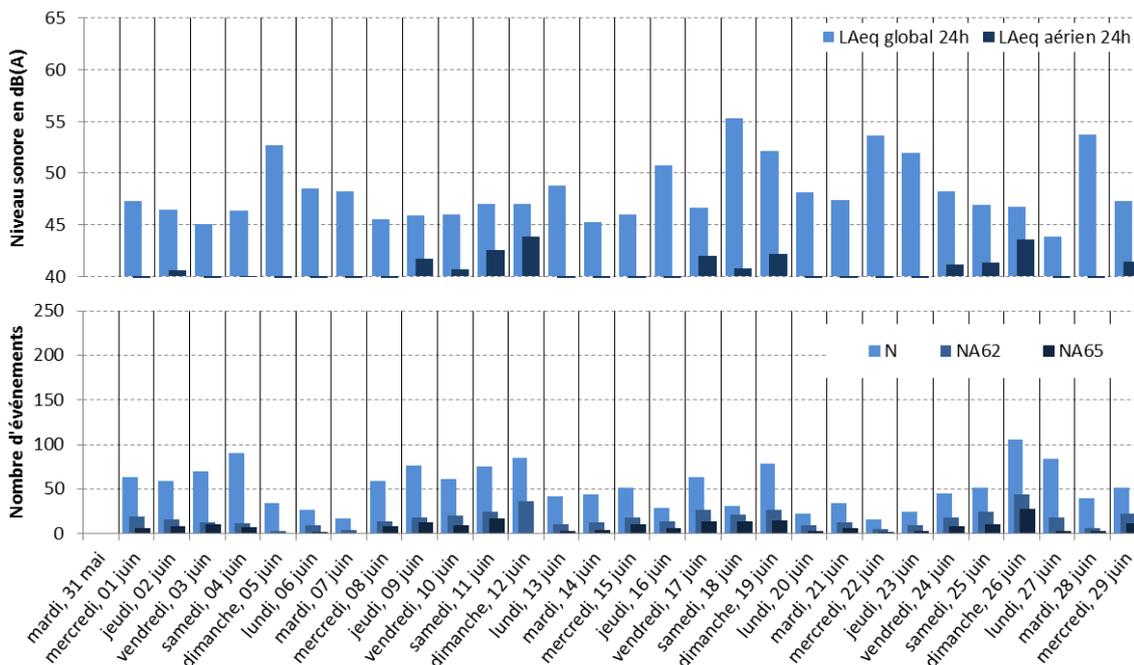


Figure 9 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période 22h – 22h.

7.2 Période Nuit : 22h-6h

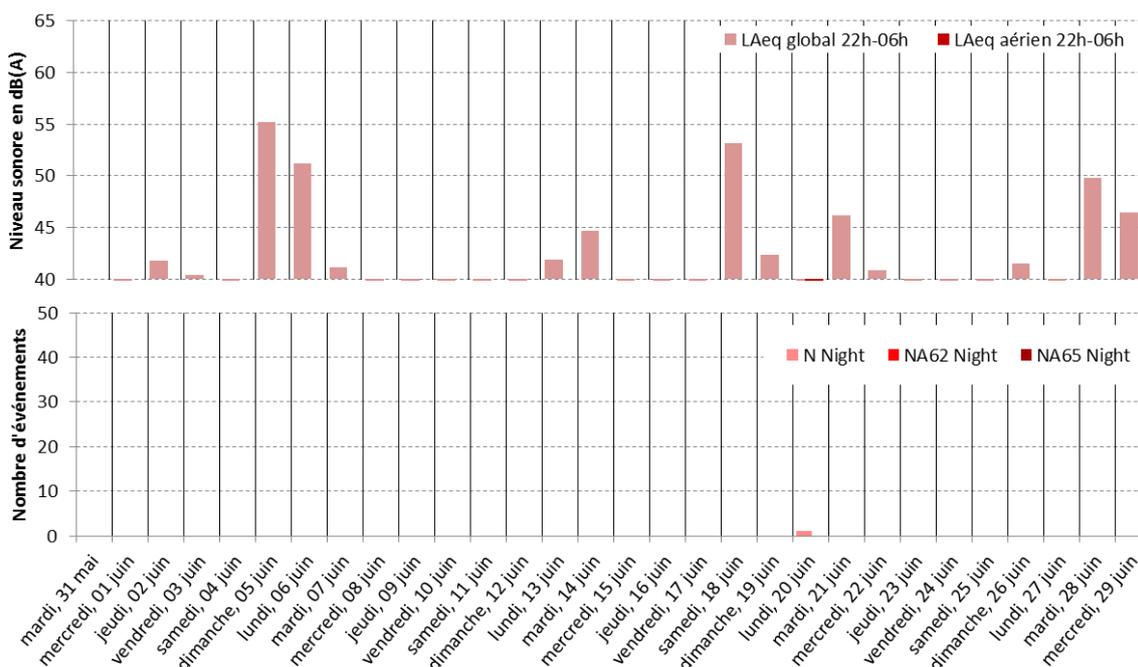


Figure 10 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période nuit.

7.3 Période Jour : 6h-18h

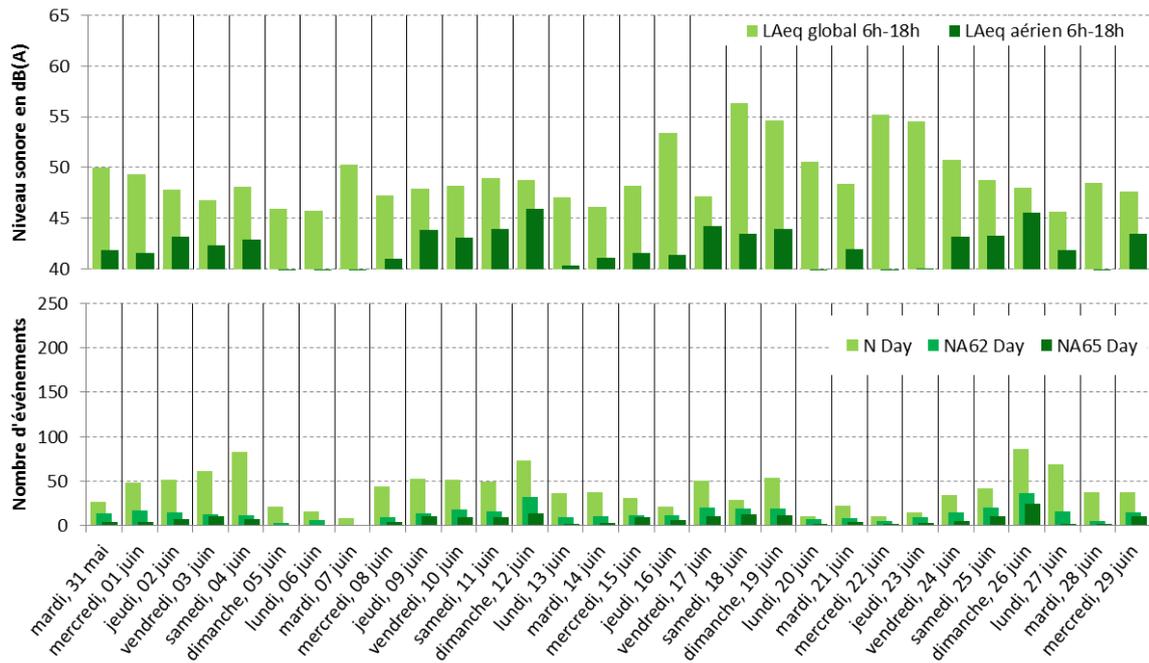


Figure 11 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période jour.

7.4 Période Soir : 18h-22h

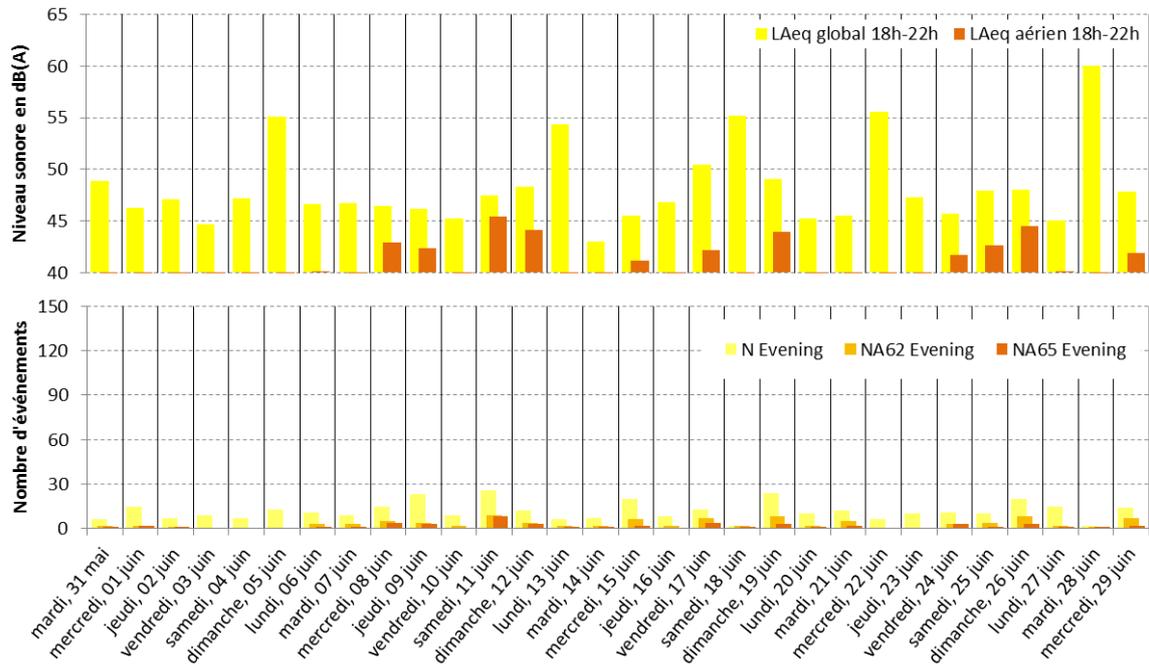


Figure 12 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période soir.

STATISTIQUES

Les figures 13 à 15 présentent les résultats des distributions statistiques des niveaux de pointe $L_{Amax,1s}$, des niveaux SEL et des émergences événementielles associés aux aéronefs.

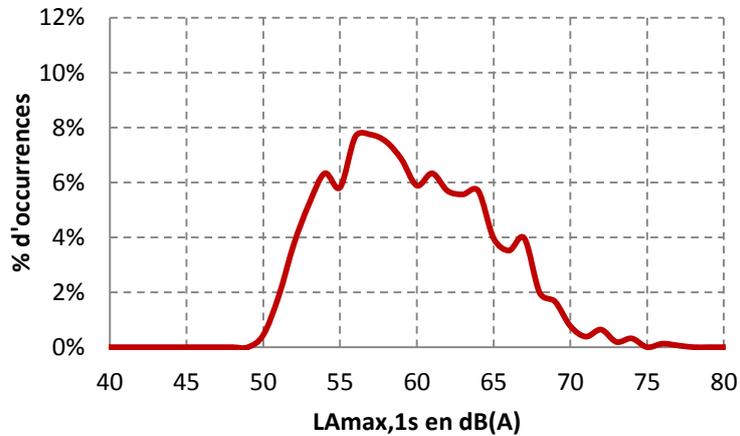


Figure 13 : Distribution statistique des valeurs $L_{Amax,1s}$.

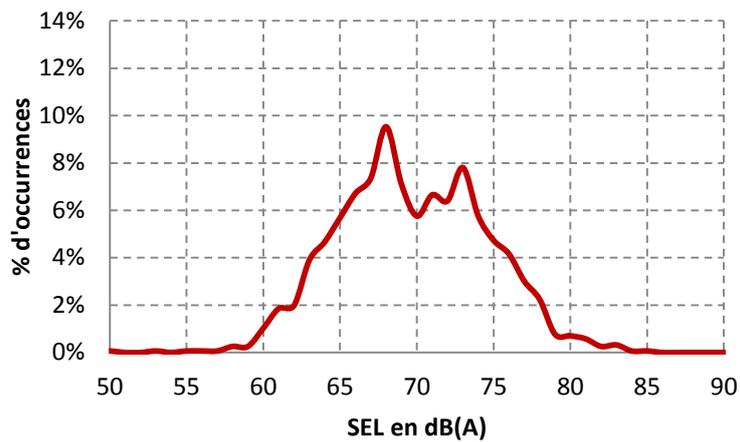


Figure 14 : Distribution statistique des valeurs SEL.

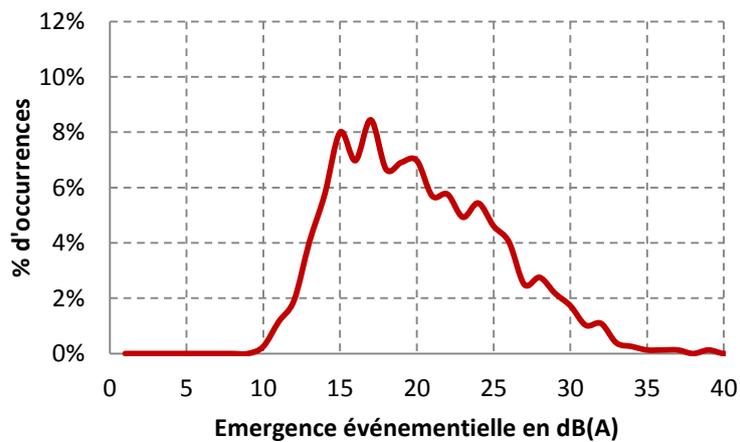


Figure 15 : Distribution statistique des valeurs d'émergence événementielle.

SITE N°8 :

GIF-SUR-YVETTE / SAINT-REMY-LES-CHEVREUSE

12 RUE FERNAND LEGER

Campagne de mesure du bruit autour des aérodromes franciliens
Etude de l'aérodrome de Toussus-le-Noble

Période d'analyse : du 13 avril 2011 au 11 mai 2011

1. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La campagne de mesures autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble s'est déroulée du 6 avril au 30 juin 2011 ; période durant laquelle l'ensemble des sites de mesure ont pu être documentés pendant une durée d'au moins un mois.

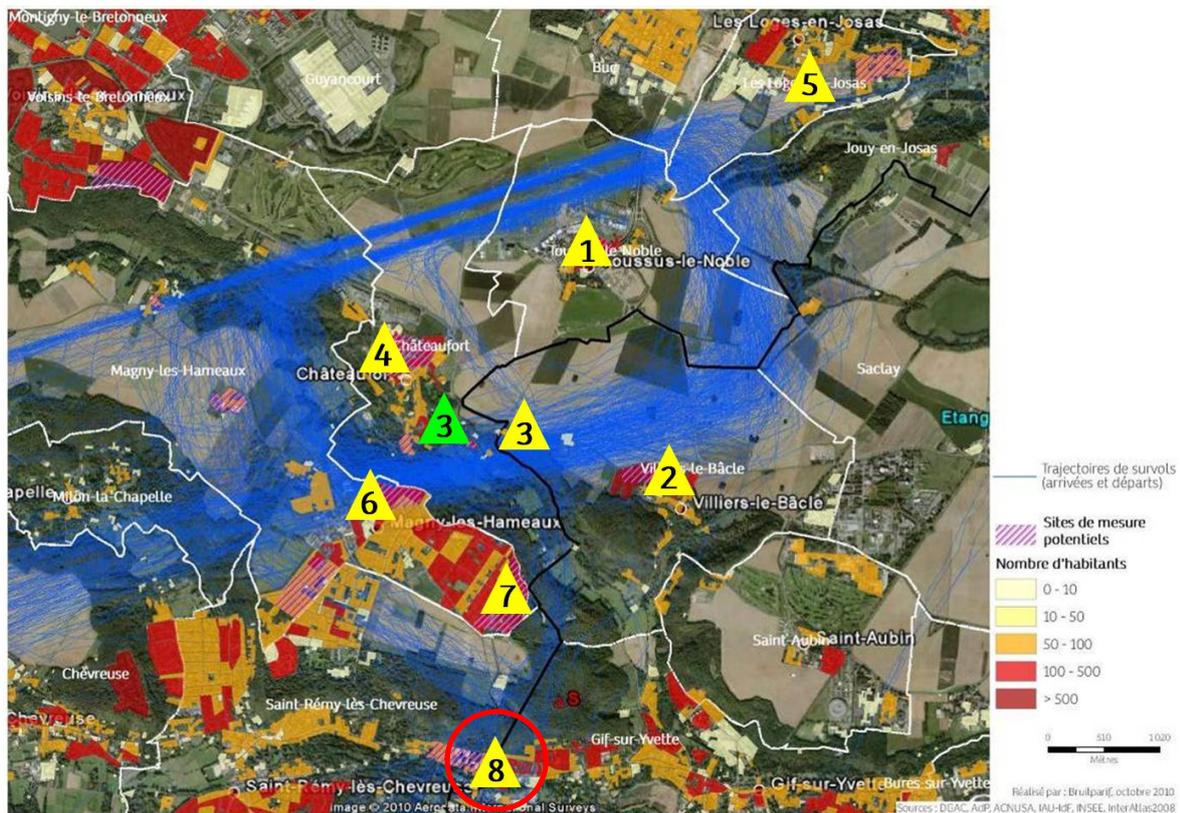
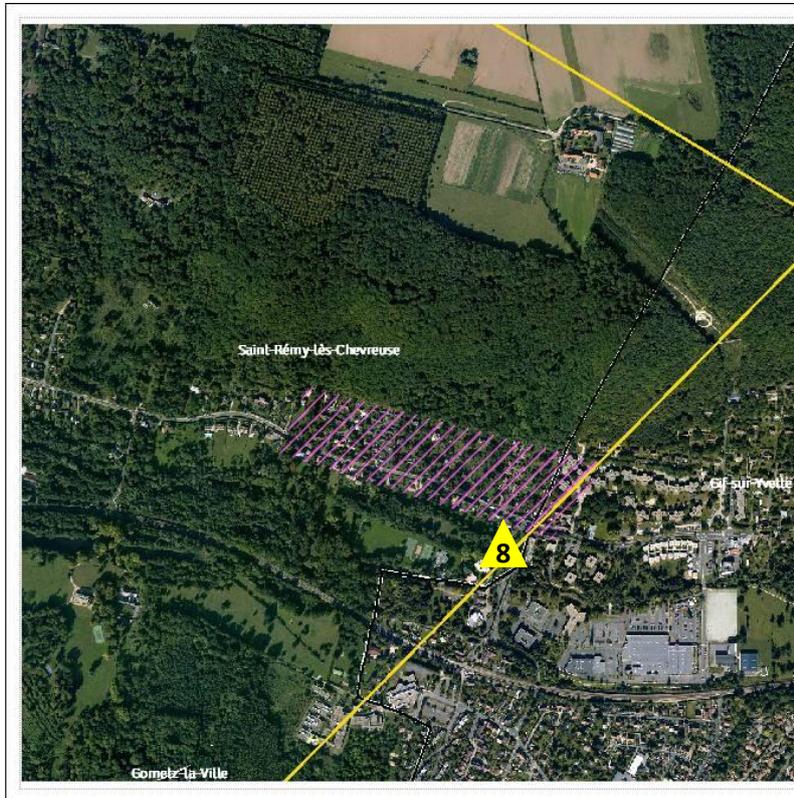


Figure 1 : Plan d'échantillonnage, synthèse des sites de mesure sélectionnés.

2. DESCRIPTION ET LOCALISATION DU SITE DE MESURE

Ce site, essentiellement pavillonnaire, est impacté en configuration face à l'est et ouest (aéronefs en provenance du sud).



Site n°8 : 12 rue Fernand Léger, Gif-sur-Yvette



3. INDICATEURS ACOUSTIQUES LIEES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les tableaux 1 et 2 présentent les résultats des indicateurs énergétiques et événementiels sur l'ensemble de la période d'analyse.

3.1 Indicateurs énergétiques

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
L_{Aeq} Aéronefs Estimation L_{den} aéronefs : 43,5 dB(A)	Nuit 22h - 6h	12,7	11,3	0,0	17,9
	Jour 6h - 18h	44,2	43,5	46,4	45,0
	Soir 18h - 22h	42,4	42,3	42,3	43,4
	Total - 24h	42,1	41,4	44,0	42,9
L_{Aeq} Toutes sources confondues Estimation L_{den} : 52,3 dB(A)	Nuit 22h - 6h	39,9	39,8	41,0	39,5
	Jour 6h - 18h	53,5	54,5	49,2	48,1
	Soir 18h - 22h	46,9	46,9	46,8	47,0
	Total - 24h	50,9	51,8	47,3	46,4
Contribution sonore des Aéronefs (%) Contribution au L_{den} : 13%	Nuit 22h - 6h	0%	0%	0%	1%
	Jour 6h - 18h	12%	8%	53%	49%
	Soir 18h - 22h	36%	34%	35%	44%
	Total - 24h	13%	9%	47%	45%

Tableau 1 : Estimation des indicateurs acoustiques énergétiques.

3.2 Indicateurs événementiels liés au trafic aérien

	Période	Tous jours confondus	Jours ouvrables	Samedi	Dimanche
N¹	Nuit 22h - 6h	0	0	0	0
	Jour 6h - 18h	49	40	76	66
	Soir 18h - 22h	12	12	12	14
	Total - 24h	61	52	88	80
NA62	Nuit 22h - 6h	0	0	0	0
	Jour 6h - 18h	24	20	40	29
	Soir 18h - 22h	5	5	5	5
	Total - 24h	29	25	45	34
NA65	Nuit 22h - 6h	0	0	0	0
	Jour 6h - 18h	11	10	18	10
	Soir 18h - 22h	2	2	3	3
	Total - 24h	13	12	21	12

Tableau 2 : Estimation des indicateurs acoustiques événementiels.

¹ N : Nombre d'événements aéronefs identifiés acoustiquement.

4. EVOLUTION TEMPORELLE DU NIVEAU SONORE

La figure 2 présente l'évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure. Cette figure est directement extraite de la plate-forme de consultation des données du réseau RUMEUR² (réseau de surveillance du bruit dans l'environnement de Bruitparif), consultables librement par tous sur le site internet de Bruitparif (www.bruitparif.fr).

Ces graphiques représentent les variations du niveau de bruit au cours du temps. Une courbe bleue matérialise l'évolution du niveau de bruit moyennée sur une période qui dépend de l'échelle de représentation (ainsi si on visualise des données sur un mois, la courbe bleue représentera des données moyennes horaires, si on visualise des données sur une journée particulière, la courbe bleue matérialisera le niveau moyen sur 5 minutes, etc...). En arrière-plan, une zone bleue transparente montre l'amplitude de fluctuation du niveau de bruit instantané (niveau seconde). Il est ainsi possible d'avoir simultanément une vision de la variation du niveau de bruit moyen et instantané.

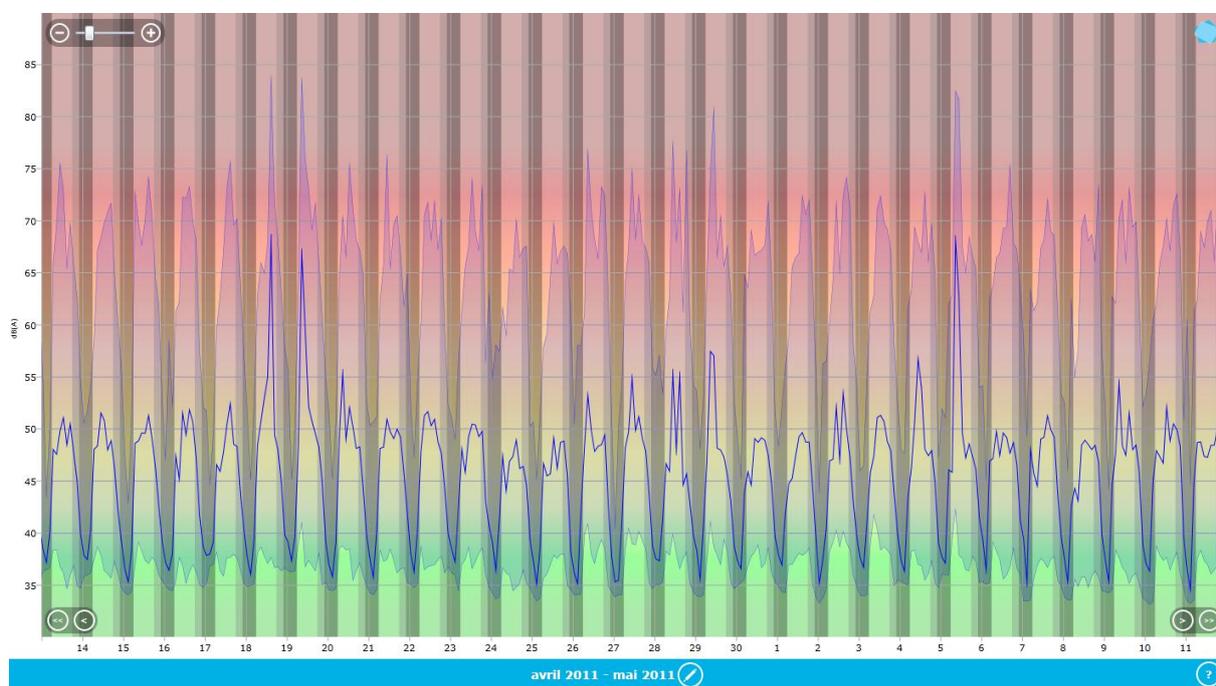


Figure 2 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) pendant l'intégralité de la période de mesure.

² RUMEUR : Réseau Urbain de Mesure de l'Environnement sonore d'Utilité Régionale.

5. JOURNEES PARTICULIERES

Le tableau 3 présente les résultats des 3 journées pour lesquelles le trafic des avions a engendré le plus et le moins de bruit sur la période 6h-22h pour l'indicateur LAeq,aérien. A titre informatif, les conditions météorologiques associées sont systématiquement présentées.

Journées		LAeq aérien 6h-22h	N 6h-22h	NA62 6h-22h	NA65 6h-22h	Météo	
						v ³	h ⁴
3 journées les plus impactées	samedi 16/04/2011	46,9	86	51	28	< 5 m/s	0 mm
	samedi 07/05/2011	46,1	117	53	22	6,4 m/s	0 mm
	dimanche 17/04/2011	46,0	83	45	16	6,9 m/s	0 mm
3 journées les moins impactées	jeudi 28/04/2011	35,7	5	3	2	< 5 m/s	0 mm
	vendredi 29/04/2011	39,7	16	11	4	< 5 m/s	0,2 mm
	lundi 18/04/2011	41,0	33	17	10	< 5 m/s	0 mm

Tableau 3 : Journées particulières

A titre illustratif, les figures 3 et 4 proposent respectivement un extrait de l'évolution temporelle du niveau sonore pour la journée la plus et la moins impactée par le bruit des avions. Les pics marqués d'un point bleu correspondent aux événements acoustiques aériens détectés par la station puis validés par le laboratoire de mesure de Bruitparif (réécoute des enregistrements audionumériques).

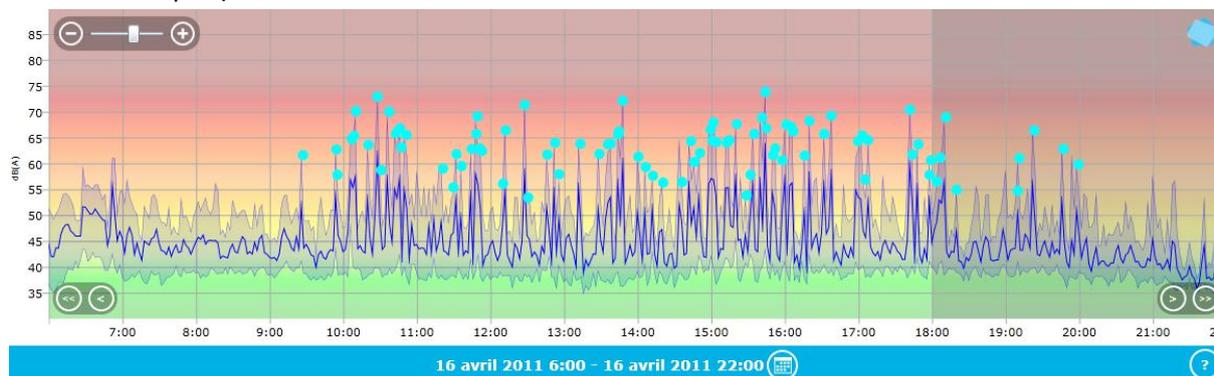


Figure 3 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le samedi 16 avril 2011.

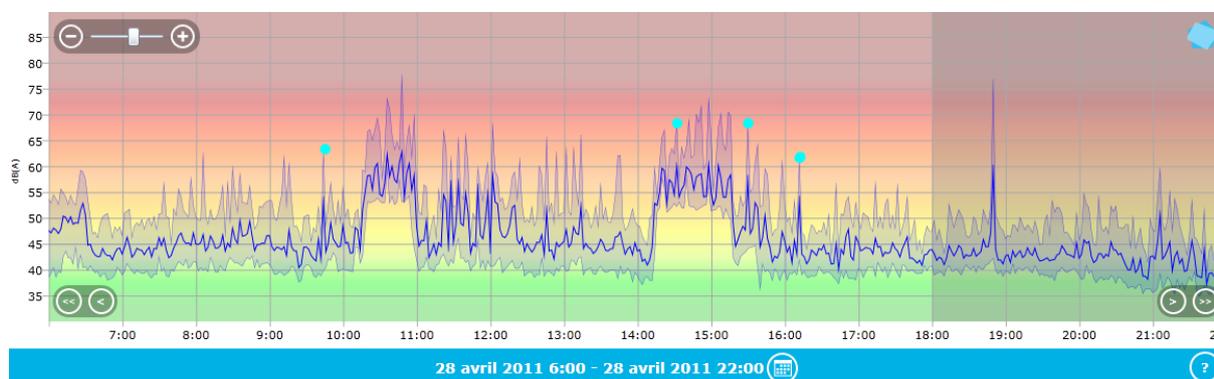


Figure 4 : évolution temporelle du niveau sonore en dB(A) le jeudi 28 avril 2011.

³ Vitesse du vent horaire maximale 6h-22h

⁴ Hauteur de précipitations cumulée 6h-22h

6. CYCLES JOURNALIERS

Les figures 5 à 8 présentent les cycles journaliers moyens des indicateurs associés au bruit aérien, pour respectivement tous les jours confondus, les jours ouvrables, les samedis et les dimanches.

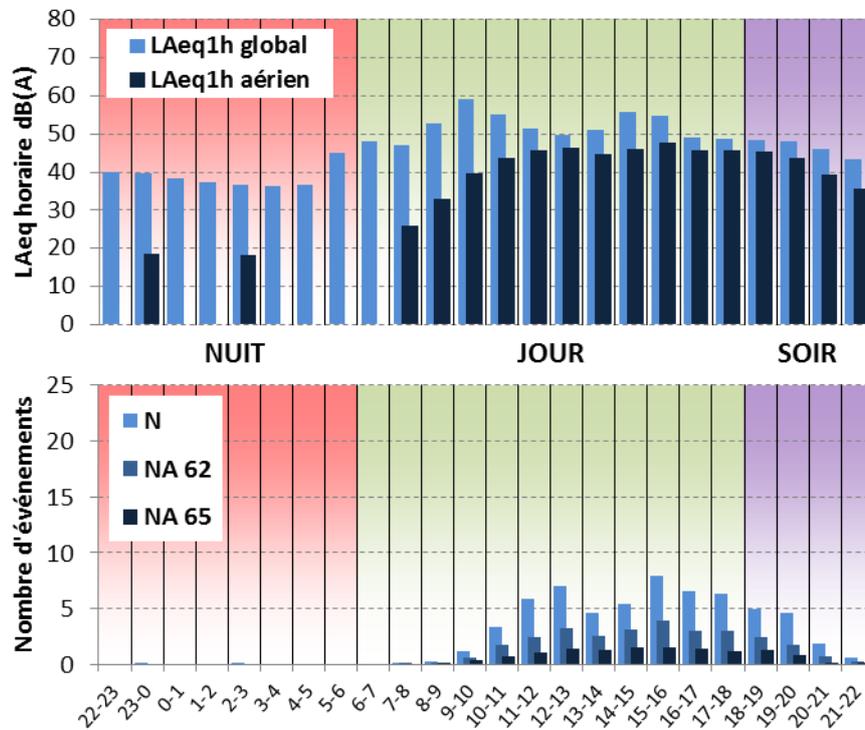


Figure 5 : Cycles horaires journaliers moyens ; tous jours confondus.

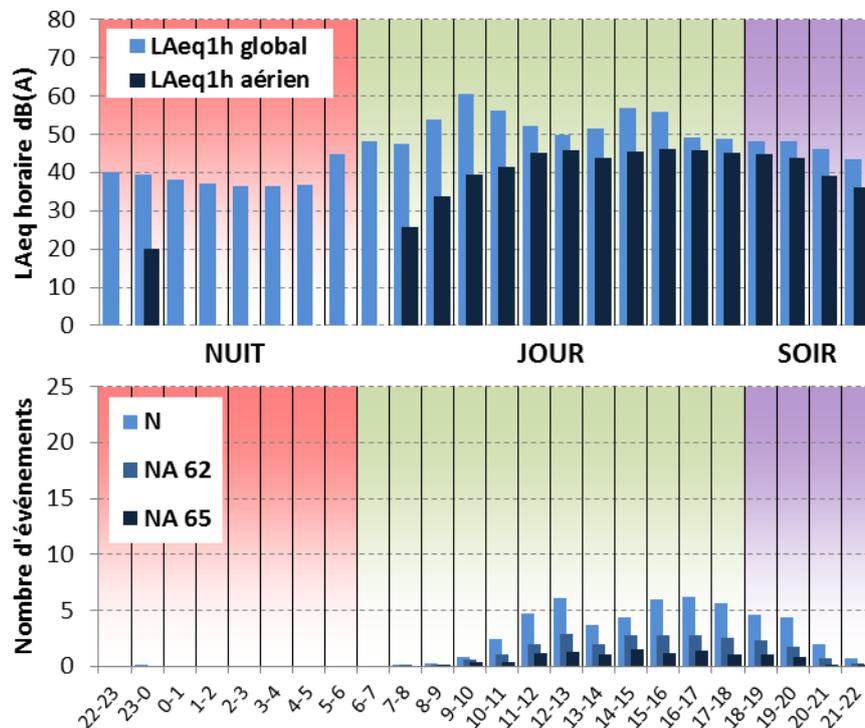


Figure 6 : Cycles horaires journaliers moyens ; jours ouvrables.

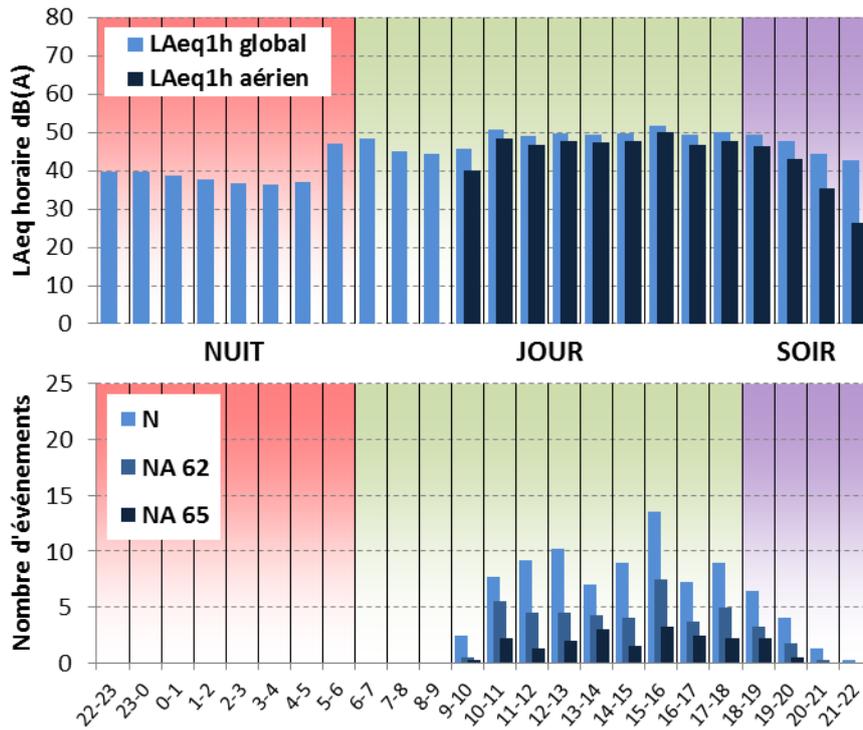


Figure 7 : Cycles horaires journaliers moyens ; samedis.

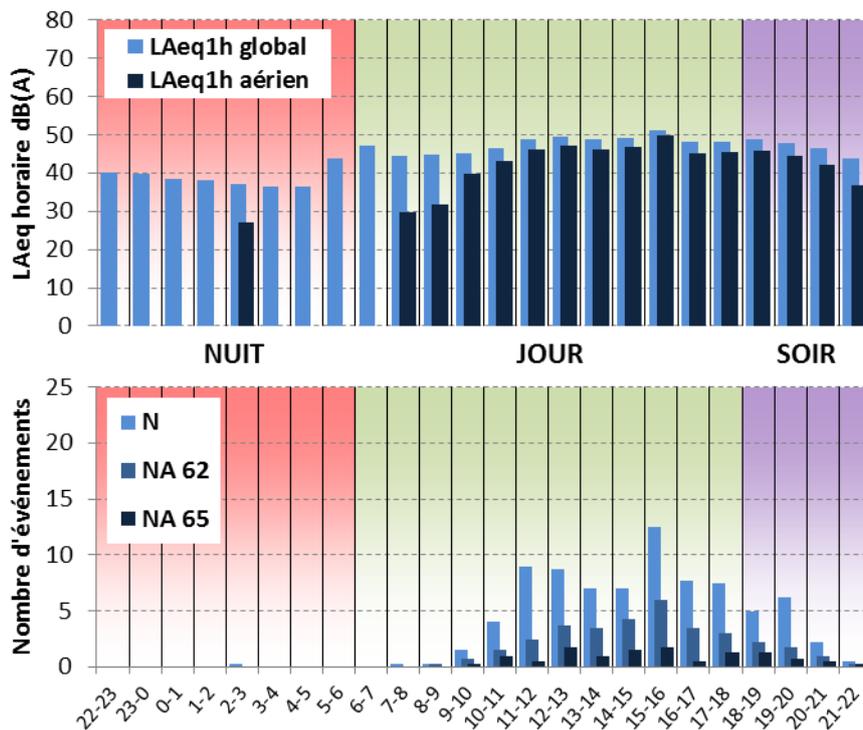


Figure 8 : Cycles horaires journaliers moyens ; dimanches.

7. EVOLUTION DES INDICATEURS ACOUSTIQUES LIES AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les figures 9 à 12 présentent l'évolution quotidienne des indicateurs énergétiques et événementiels pour chaque période de période de 24 heures. Précisons que dans notre analyse, la période de 24h correspond ici à la période 22h - 22h. Les résultats sont également détaillés par périodes nocturnes (22h - 6h), diurnes (6h - 18h) et de soirées (18h - 22h).

7.1 Période 22h-22h

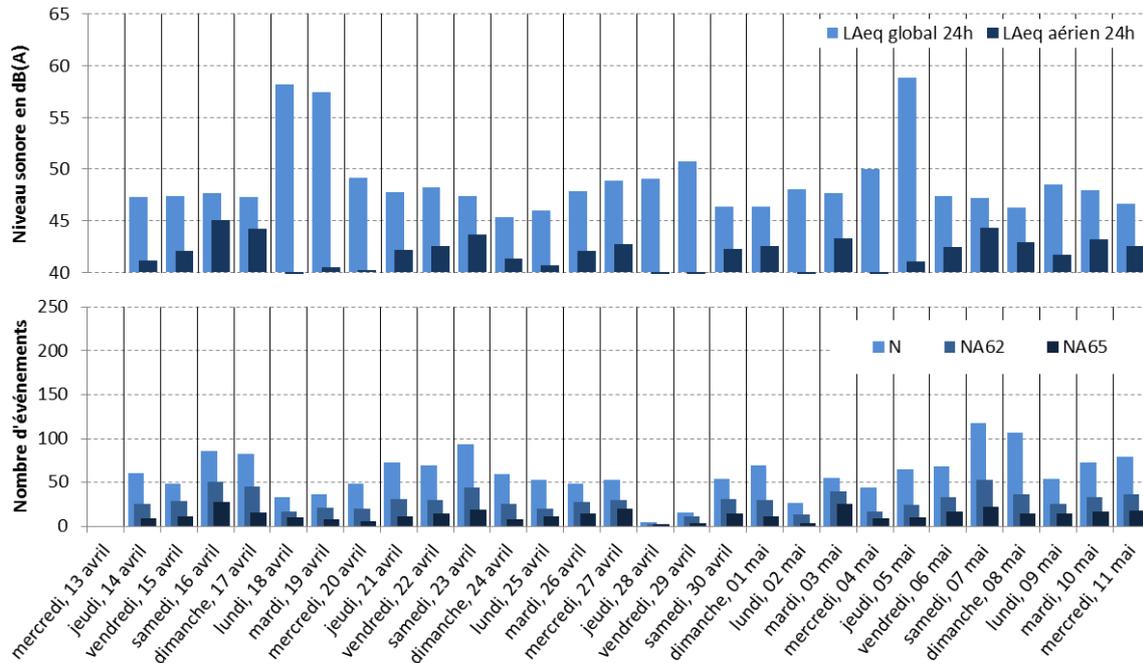


Figure 9 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période 22h – 22h.

7.2 Période Nuit : 22h-6h

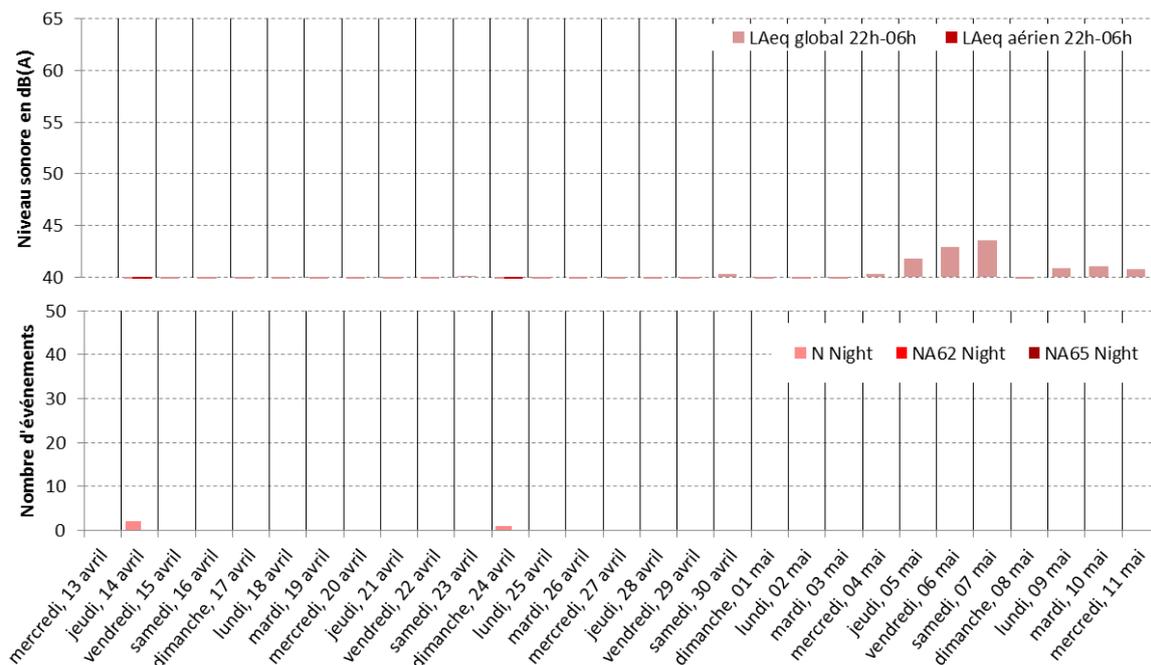


Figure 10 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période nuit.

7.3 Période Jour : 6h-18h

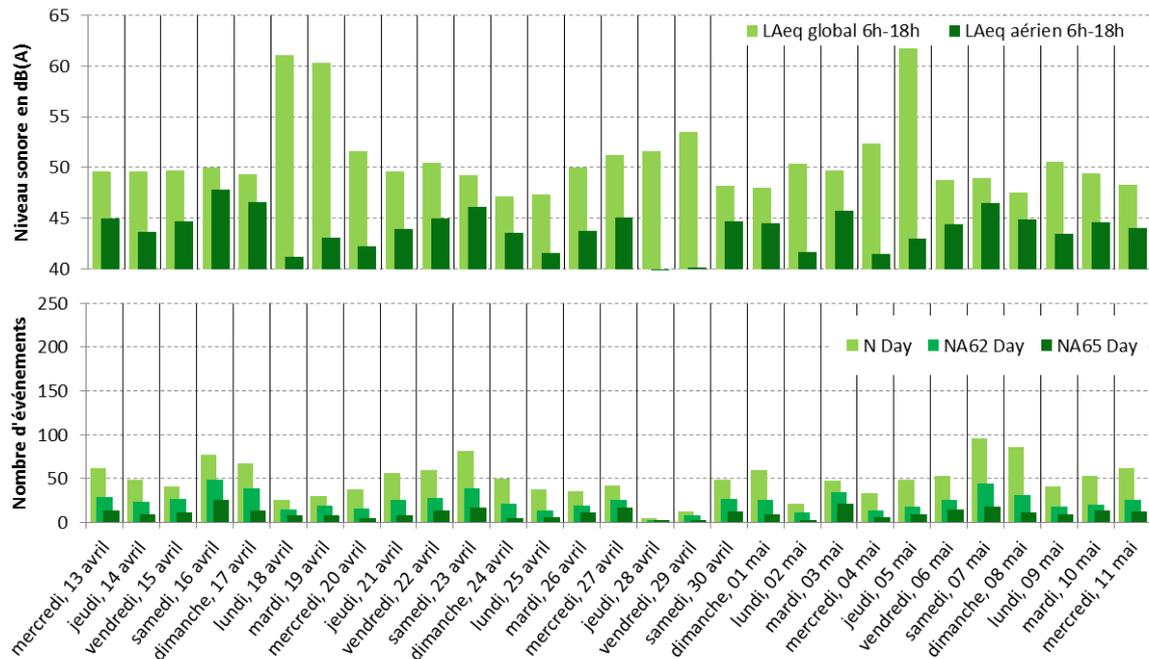


Figure 11 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période jour.

7.4 Période Soir : 18h-22h

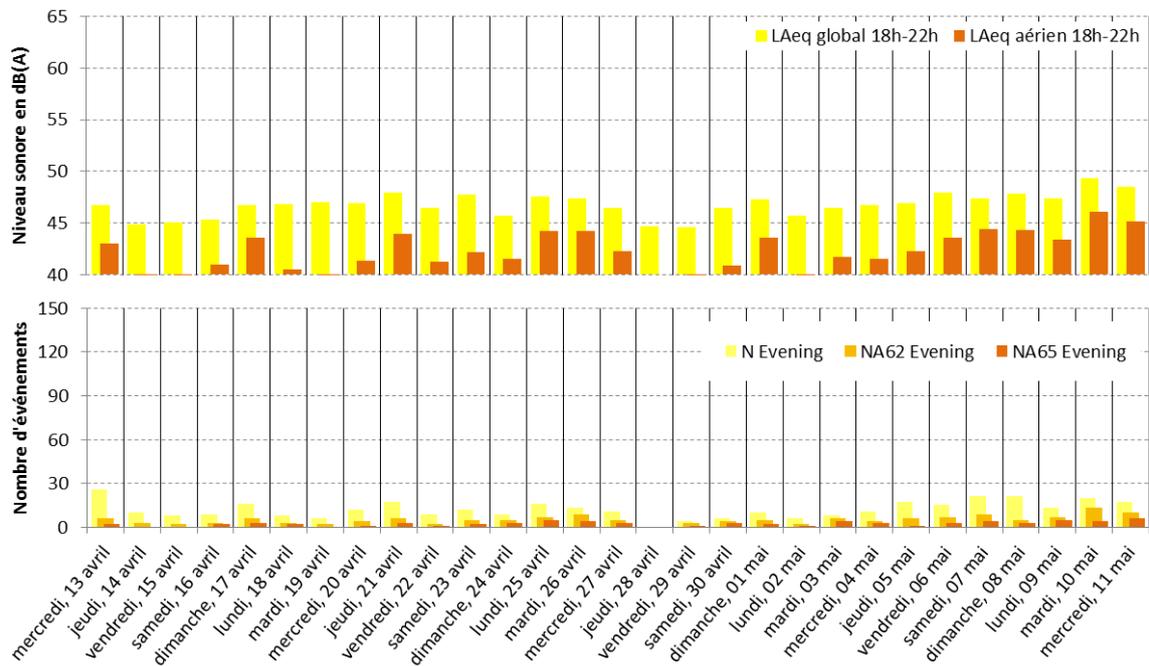


Figure 12 : évolution des indicateurs acoustiques liés au bruit du trafic aérien pour la période soir.

STATISTIQUES

Les figures 13 à 15 présentent les résultats des distributions statistiques des niveaux de pointe $L_{Amax,1s}$, des niveaux SEL et des émergences événementielles associés aux aéronefs.

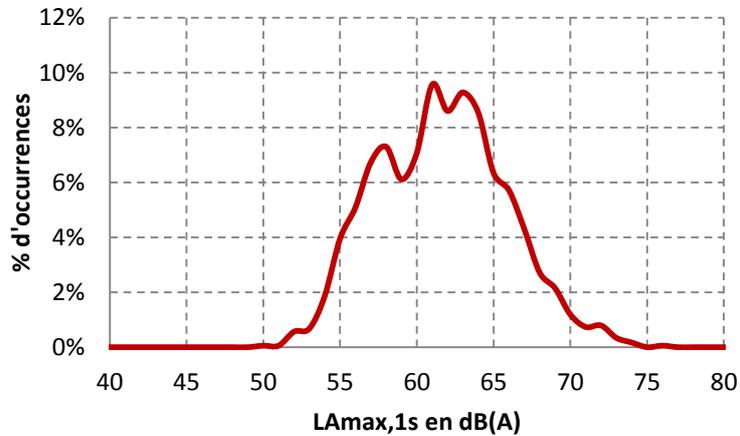


Figure 13 : Distribution statistique des valeurs $L_{Amax,1s}$.

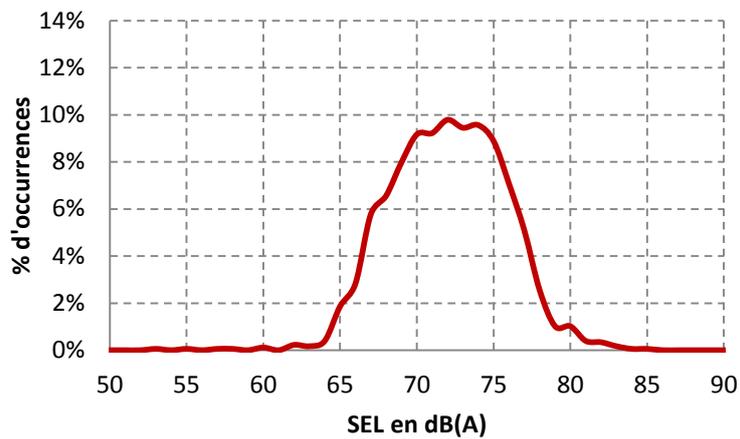


Figure 14 : Distribution statistique des valeurs SEL.

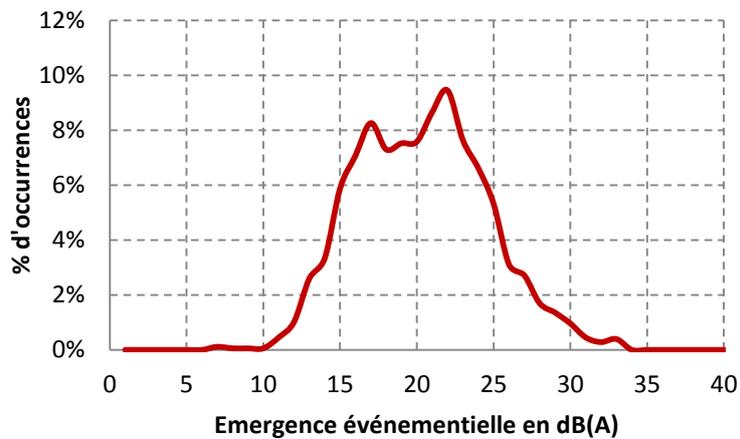


Figure 15 : Distribution statistique des valeurs d'émergence événementielle.

Annexe B : Stations expertes NA37

VALISE MOBILE DE MESURE DU BRUIT DES AERONEFS **Fiche technique**

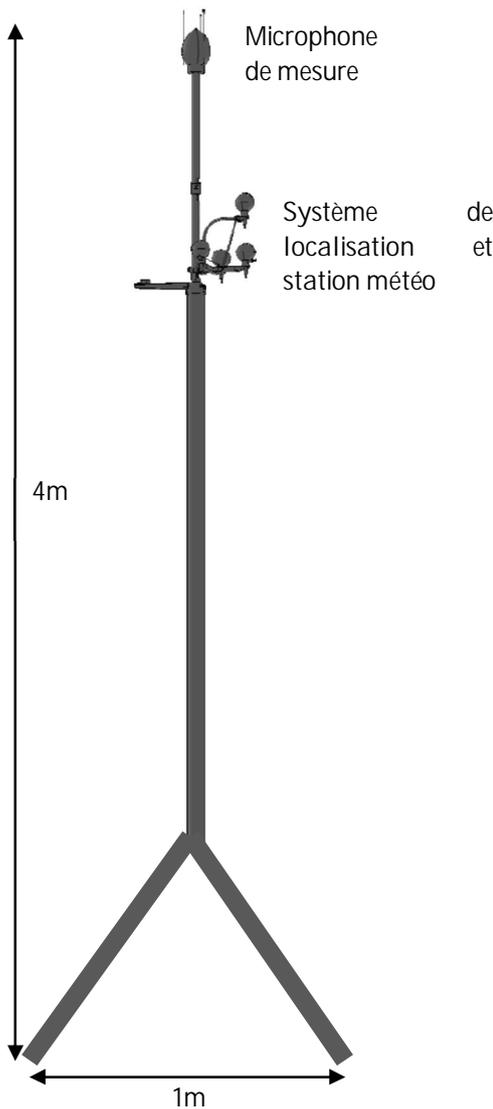
Description du système

Dans le but de documenter le bruit des aéronefs dans des zones d'habitation, Bruitparif a conçu une valise de mesure permettant la réalisation de mesures de bruit de moyenne durée (de quelques jours à plusieurs semaines). La mise en place du système est relativement aisée et ne demande qu'une trentaine de minutes environ. Sa mise en place ne laisse aucune dégradation.

Il nécessite l'accès à une prise électrique. La valise comprend une station experte pour la mesure du bruit des aéronefs ainsi qu'un routeur 3G permettant la transmission automatique des données au serveur informatique de Bruitparif.



Vue du système en situation



Caractéristiques du matériel

Le système se compose principalement d'un trépied en acier permettant de placer les capteurs microphoniques à 4 mètres de hauteur par rapport au sol.

En haut de ce mât se trouve le microphone de mesure du niveau sonore ainsi qu'une antenne acoustique de localisation de l'origine des nuisances.

Le mât est haubané à trois disques en fonte de 15 kg chacun. Le pied de mât est également muni d'une dizaine de kilos de lest.

La mise en place des haubans nécessite une surface plane d'environ 20 m² au sol.

La valise utilisée est une valise étanche de type Pelicase de dimensions 60x50x35 cm. Elle contient une station de mesure du bruit experte ainsi qu'un routeur 3G



La valise peut être alimentée en 220V ou en 12V ce qui permet d'alimenter le système avec des longueurs de câbles importantes sans aucun risque pour les usagers. L'utilisation de câbles plats spéciaux permet de passer sous les portes et fermer ces dernières.

Le système a une puissance d'environ 50W. Le coût de sa consommation électrique est évalué à moins de 5 euros par mois.

La valise peut être verrouillée au moyen de deux cadenas.

Caractéristiques des mesures qui seront réalisées sur le site envisagé

Les mesures de niveaux sonores seront réalisées au moyen d'un sonomètre **de classe 1** conforme aux normes en vigueur.

La mesure des niveaux sonores, et notamment des émergences dues aux passages d'aéronefs, sera couplée à un dispositif d'antennerie acoustique permettant de qualifier automatiquement si l'origine d'un pic de bruit est liée au trafic aérien ou non.

Les mesures sont envoyées automatiquement au fil de l'eau sur les serveurs de Bruitparif pour être rendus disponibles sur le site internet de l'association.

Contraintes d'implantation

Quelques contraintes d'implantation doivent être respectées :

- ◆ Implanter le mât sur un sol plat et préférer un sol meuble (pelouse par exemple) à un sol dur pour minimiser les phénomènes de réflexion du bruit sur le sol qui peuvent gêner la localisation de la source sonore.
- ◆ Disposer d'un site relativement dégagé permettant de bien appréhender les survols et d'éviter d'éventuelles réflexions parasites sur les bâtiments environnants.
- ◆ Le site doit être fermé au public ou gardienné s'il est accessible du public.

Assurance

Le matériel est assuré contre les dommages accidentels et vol caractérisé (police n°114237720 souscrit auprès de COVEA Risks MMA). Par ailleurs, Bruitparif a souscrit auprès de la société AXA un contrat d'assurance (police n° 4213486704) couvrant sa responsabilité civile ainsi que tous les risques inhérents à la présence des équipements de mesure ou de leur utilisation, de façon à dégager totalement la responsabilité des propriétaires, des gestionnaires et des usagers des lieux accueillant nos systèmes de mesure.

Certificats d'étalonnage



Le progrès, une passion à partager

LABORATOIRES DE TRAPPES
29, rue Roger Hennequin - 78197 Trappes Cedex
Tél. : 01 30 69 10 00 - Fax : 01 30 69 12 34

Commande : **BC 2010-04-16 n°1 du 16 avril 2010**
Purchase Order

CERTIFICAT D'ETALONNAGE CALIBRATION CERTIFICATE

N° L040616/6

DELIVRE A : **Bruitparif**
ISSUED FOR : **9, impasse Milord**
75018 Paris

INSTRUMENT ETALONNE *CALIBRATED INSTRUMENT*

Désignation : **SONOMETRE**
Designation :

Constructeur : **RION**
Manufacturer :

Type : **NA-83 / MS-11**
Type :

N° de série : **200236 / 247**

Serial number :

N° d'identification : **NA37-05**

Identification number

Ce certificat comprend **5 pages**
This certificate includes

Date d'émission : **6 mai 2010**
Date of issue :

LE RESPONSABLE DU
LABORATOIRE D'ETALONNAGE
The Head of the calibration Laboratory

Jean Noël DUROCHER



Accréditation
N° 2-28

Pontée disponible
Sur www.cofrac.fr

La reproduction de ce certificat n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral
This certificate may not be reproduced other than in full by photographic process

334 SO 0501-04a rev. A

Laboratoire national de métrologie et d'essais

Établissement public à caractère industriel et commercial • Siège social : 1, rue Gaston Boissier - 75724 Paris Cedex 15 • Tél. : 01 40 43 37 00
Fax : 01 40 43 37 37 • E-mail : info@lne.fr • Internet : www.lne.fr • Siret : 313 320 244 00012 • NAF : 7120B • TVA : FR 92 313 320 244
CRCA PARIS C.AFF.RENNES - IBAN : FR76 1820 6002 8058 3819 5600 104 - BIC : AGRIFRPP882



Le progrès, une passion à partager

LABORATOIRES DE TRAPPES
29, rue Roger Hennequin - 78197 Trappes Cedex
Tél. : 01 30 69 10 00 - Fax : 01 30 69 12 34

Commande : **BC 2010-04-16 n°1 du 16 avril 2010**
Purchase Order

CERTIFICAT D'ETALONNAGE CALIBRATION CERTIFICATE

N° L040616/7

DELIVRE A : **Bruitparif**
ISSUED FOR : **9, impasse Milord**
75018 Paris

INSTRUMENT ETALONNE
CALIBRATED INSTRUMENT

Désignation : **SONOMETRE**
Designation :

Constructeur : **RION**
Manufacturer :

Type : **NA-83 / MS-11**
Type :

N° de série : **200237 / 248**

Serial number :

N° d'identification : **NA37-06**

Identification number

Ce certificat comprend **5 pages**
This certificate includes

Date d'émission : **6 mai 2010**

Date of issue :

LE RESPONSABLE DU
LABORATOIRE D'ETALONNAGE
The Head of the calibration Laboratory

Jean Noël DUROCHER



Accréditation
N° 2-26

Portée disponible
Sur www.cofrac.fr

La reproduction de ce certificat n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral
This certificate may not be reproduced other than in full by photographic process

334 SO 0501-04a rev. A

Laboratoire national de métrologie et d'essais

Établissement public à caractère industriel et commercial • Siège social : 1, rue Gaston Boissier - 75724 Paris Cedex 15 • Tél. : 01 40 43 37 00
Fax : 01 40 43 37 37 • E-mail : info@lne.fr • Internet : www.lne.fr • Siret : 313 320 244 00012 • NAF : 7120B • TVA : FR 92 313 320 244
CRCA PARIS C.AFFRENNES - IBAN : FR76 1820 6002 8058 3819 5600 104 - BIC : AGRIFRPP882



LABORATOIRES DE TRAPPES
29, rue Roger Hennequin - 78197 Trappes Cedex
Tél. : 01 30 69 10 00 - Fax : 01 30 69 12 34

Commande : **BC 2010-04-16 n°1 du 16 avril 2010**
Purchase Order

CERTIFICAT D'ETALONNAGE CALIBRATION CERTIFICATE

N° L040616/9

DELIVRE A : **Bruitparif**
ISSUED FOR : **9, impasse Milord**
75018 Paris

INSTRUMENT ETALONNE *CALIBRATED INSTRUMENT*

Désignation : **SONOMETRE**
Designation :

Constructeur : **RION**
Manufacturer :

Type : **NA-83 / MS-11**
Type :

N° de série : **200239 / 250**

Serial number :

N° d'identification : **NA37-08**

Identification number

Ce certificat comprend **5 pages**
This certificate includes

Date d'émission : **6 mai 2010**
Date of issue :

LE RESPONSABLE DU
LABORATOIRE D'ETALONNAGE
The Head of the calibration Laboratory

Jean Noël DUROCHER



Accréditation
N° 2-28

Portée disponible
Sur www.cofrac.fr

La reproduction de ce certificat n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral
This certificate may not be reproduced other than in full by photographic process

334 SO 0501-04a rev. A

Laboratoire national de métrologie et d'essais

Établissement public à caractère industriel et commercial • Siège social : 1, rue Gaston Boissier - 75724 Paris Cedex 15 • Tél. : 01 40 43 37 00
Fax : 01 40 43 37 37 • E-mail : info@lne.fr • Internet : www.lne.fr • Siret : 313 320 244 00012 • NAF : 7120B • TVA : FR 92 313 320 244
CRCA PARIS C.A.F.F. RENNES - IBAN : FR76 1820 6002 8058 3819 5600 104 - BIC : AGRIFRPP82



LABORATOIRES DE TRAPPES
29, rue Roger Hennequin - 78197 Trappes Cedex
Tél. : 01 30 69 10 00 - Fax : 01 30 69 12 34

Commande : **BC 2010-04-16 n°1 du 16 avril 2010**
Purchase Order

CERTIFICAT D'ETALONNAGE CALIBRATION CERTIFICATE

N° L040616/10

DELIVRE A : **Bruitparif**
ISSUED FOR : **9, impasse Milord**
75018 Paris

INSTRUMENT ETALONNE
CALIBRATED INSTRUMENT

Désignation : **SONOMETRE**
Designation :

Constructeur : **RION**
Manufacturer :

Type : **NA-83 / MS-11**
Type :

N° de série : **200240 / 254**
Serial number :
N° d'identification : **NA37-09**
Identification number

Ce certificat comprend **5 pages**
This certificate includes

Date d'émission : **6 mai 2010**
Date of issue :

LE RESPONSABLE DU
LABORATOIRE D'ETALONNAGE
The Head of the calibration Laboratory

Jean Noël DUROCHER



Accréditation
N° 2-20

Portée disponible
Sur www.cofrac.fr

La reproduction de ce certificat n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral
This certificate may not be reproduced other than in full by photographic process

334 SO 0501-04a rev. A

Laboratoire national de métrologie et d'essais

Établissement public à caractère industriel et commercial • Siège social : 1, rue Gaston Boissier - 75724 Paris Cedex 15 • Tél. : 01 40 43 37 00
Fax : 01 40 43 37 37 • E-mail : info@lne.fr • Internet : www.lne.fr • Siret : 313 320 244 00012 • NAF : 7120B • TVA : FR 92 313 320 244
CRCA PARIS C.AFERENNES - IBAN : FR76 1820 6002 8058 3819 5600 104 - BIC : AGRIFRPP882

Annexe C : Impact des conditions météorologiques

Cette annexe est consacrée à l'exploitation des données météorologiques observées au niveau de la station de mesure de Météo France implantée au sein de l'aérodrome de Toussus-le-Noble, en particulier en ce qui concerne la validation des données en relation avec les conditions météorologiques.

C1. Evolution temporelle des conditions météorologiques

Les figures 1.1 à 1.3 présentent les évolutions temporelles horaires quotidiennes des conditions météorologiques pour les 3 variables d'intérêt (hauteur de précipitations horaire, vitesse du vent à 10 m au pas horaire, direction du vent à 10 m au pas horaire). Précisons que la période de 24 heures correspond ici à la période 22h – 22h.

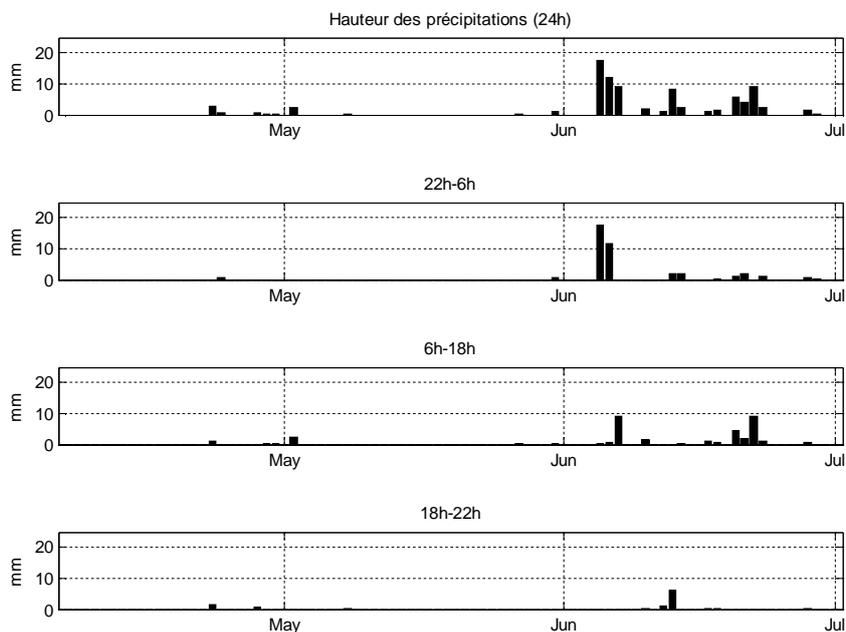


Figure 1.1 : évolution temporelle quotidienne de hauteur de précipitations.

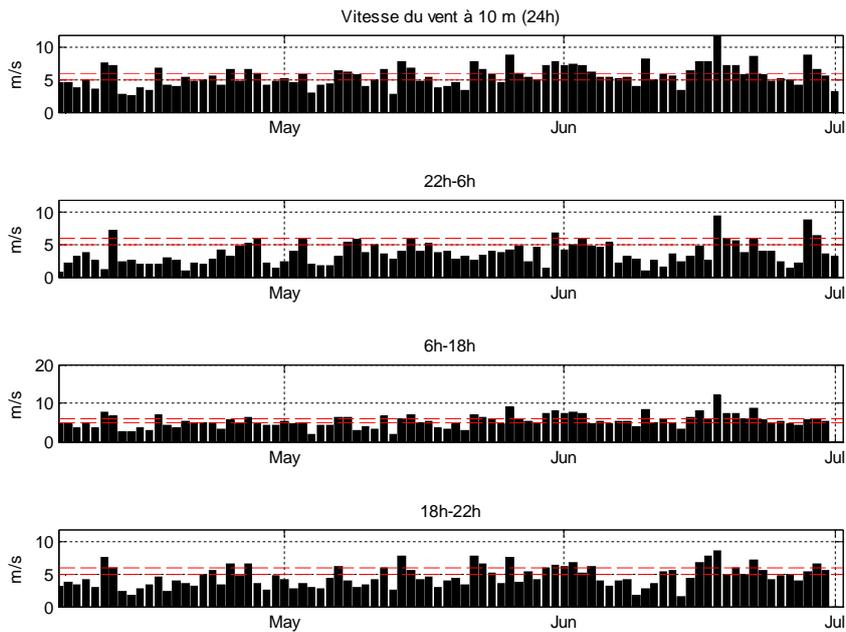


Figure 1.2 : évolution temporelle quotidienne de la vitesse du vent à 10 m.

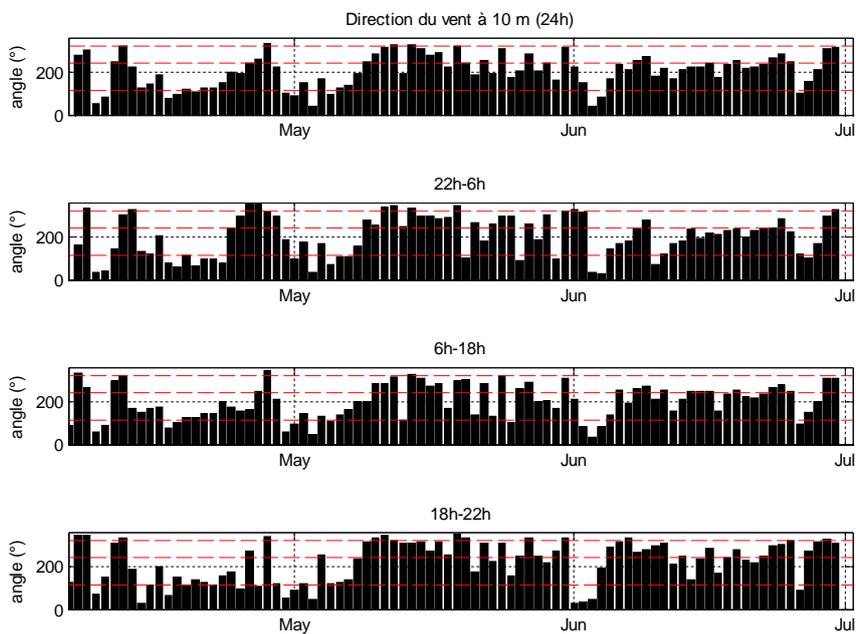


Figure 1.3 : évolution temporelle quotidienne de la direction du vent à 10 m.

C2. Périodes de mesure potentiellement perturbées par des conditions météorologiques non propices

C2.1. Périodes impactées par la pluie

Le tableau 2.1 synthétise les périodes de précipitations observées pendant la période de mesure.

Date	22h-6h	6h-18h	18h-22h	Total 24h
dimanche 5 juin 2011	17,5 mm	0,2 mm	0,0 mm	17,7 mm
lundi 6 juin 2011	11,6 mm	0,6 mm	0,0 mm	12,2 mm
mardi 7 juin 2011	0,0 mm	9,2 mm	0,0 mm	9,2 mm
mercredi 22 juin 2011	0,0 mm	8,9 mm	0,0 mm	8,9 mm
lundi 13 juin 2011	1,8 mm	0,0 mm	6,3 mm	8,1 mm
lundi 20 juin 2011	1,0 mm	4,6 mm	0,0 mm	5,6 mm
mardi 21 juin 2011	2,0 mm	2,0 mm	0,0 mm	4,0 mm
samedi 23 avril 2011	0,0 mm	1,0 mm	1,6 mm	2,6 mm
lundi 2 mai 2011	0,0 mm	2,4 mm	0,0 mm	2,4 mm
mardi 14 juin 2011	2,0 mm	0,2 mm	0,0 mm	2,2 mm
jeudi 23 juin 2011	1,0 mm	1,2 mm	0,0 mm	2,2 mm
vendredi 10 juin 2011	0,0 mm	1,6 mm	0,4 mm	2,0 mm
samedi 18 juin 2011	0,4 mm	0,8 mm	0,4 mm	1,6 mm
mardi 28 juin 2011	0,8 mm	0,6 mm	0,2 mm	1,6 mm
vendredi 17 juin 2011	0,0 mm	1,0 mm	0,2 mm	1,2 mm
mardi 31 mai 2011	0,8 mm	0,2 mm	0,0 mm	1,0 mm
dimanche 12 juin 2011	0,0mm	0,0 mm	1,0 mm	1,0 mm
dimanche 24 avril 2011	0,8 mm	0,0 mm	0,0 mm	0,8 mm
jeudi 28 avril 2011	0,0 mm	0,0 mm	0,6 mm	0,6 mm
dimanche 8 mai 2011	0,0 mm	0,0 mm	0,4 mm	0,4 mm
mercredi 29 juin 2011	0,4 mm	0,0 mm	0,0 mm	0,4 mm
vendredi 29 avril 2011	0,0 mm	0,2 mm	0,0 mm	0,2 mm
samedi 30 avril 2011	0,0 mm	0,2 mm	0,0 mm	0,2 mm
vendredi 27 mai 2011	0,0 mm	0,2 mm	0,0 mm	0,2 mm

Tableau 2.1 : hauteurs cumulées de précipitations ; station Météo France de Toussus-le-Noble ; période du 6 avril 2011 au 30 juin 2011.

C2.2. Périodes impactées par une vitesse de vent supérieure à 5 m/s

Les tableaux 2.2 et 2.3 présentent les journées impactées respectivement par un vent de vitesse comprise entre 5 et 6 m/s et par un vent de vitesse supérieure à 6 m/s.

Date	22h-6h	6h-18h	18h-22h	max 24h
lundi 9 mai 2011	5,8 m/s	2,9 m/s	3,0 m/s	5,8 m/s
mardi 24 mai 2011	3,9 m/s	5,8 m/s	5,2 m/s	5,8 m/s
dimanche 12 juin 2011	1,5 m/s	5,8 m/s	5,4 m/s	5,8 m/s
mardi 21 juin 2011	3,8 m/s	5,8 m/s	5,0 m/s	5,8 m/s
mardi 3 mai 2011	5,7 m/s	4,9 m/s	3,5 m/s	5,7 m/s
jeudi 23 juin 2011	4,0 m/s	5,7 m/s	5,6 m/s	5,7 m/s
samedi 23 avril 2011	2,8 m/s	4,9 m/s	5,5 m/s	5,5 m/s
lundi 13 juin 2011	3,6 m/s	5,0 m/s	5,5 m/s	5,5 m/s
jeudi 30 juin 2011	3,5 m/s	5,1 m/s	5,5 m/s	5,5 m/s
mardi 17 mai 2011	5,2 m/s	5,4 m/s	4,5 m/s	5,4 m/s
dimanche 5 juin 2011	4,6 m/s	5,4 m/s	3,9 m/s	5,4 m/s
mercredi 8 juin 2011	3,1 m/s	5,4 m/s	4,1 m/s	5,4 m/s
mercredi 20 avril 2011	1,0 m/s	5,3 m/s	3,5 m/s	5,3 m/s
samedi 28 mai 2011	2,4 m/s	5,1 m/s	5,3 m/s	5,3 m/s
lundi 6 juin 2011	5,3 m/s	4,6 m/s	3,2 m/s	5,3 m/s
dimanche 1 mai 2011	2,4 m/s	5,2 m/s	4,2 m/s	5,2 m/s
mardi 7 juin 2011	2,2 m/s	5,2 m/s	4,0 m/s	5,2 m/s
samedi 25 juin 2011	2,3 m/s	5,2 m/s	4,8 m/s	5,2 m/s

Tableau 2.2 : vitesse de vent horaire maximale comprise entre 5 et 6 m/s ; station Météo France de Toussus-le-Noble ; période du 6 avril 2011 au 30 juin 2011.

Date	22h-6h	6h-18h	18h-22h	max 24h
samedi 18 juin 2011	9,5 m/s	11,9 m/s	8,7 m/s	11,9 m/s
jeudi 26 mai 2011	4,1 m/s	8,9 m/s	7,7 m/s	8,9 m/s
mardi 28 juin 2011	8,9 m/s	5,7 m/s	5,4 m/s	8,9 m/s
mercredi 22 juin 2011	5,8 m/s	8,7 m/s	7,3 m/s	8,7 m/s
vendredi 10 juin 2011	1,0 m/s	8,2 m/s	2,7 m/s	8,2 m/s
dimanche 22 mai 2011	2,6 m/s	6,9 m/s	7,9 m/s	7,9 m/s
mardi 31 mai 2011	6,9 m/s	7,9 m/s	6,5 m/s	7,9 m/s
vendredi 17 juin 2011	2,5 m/s	5,7 m/s	7,9 m/s	7,9 m/s
samedi 14 mai 2011	4,0 m/s	6,1 m/s	7,8 m/s	7,8 m/s
jeudi 16 juin 2011	4,7 m/s	7,8 m/s	6,8 m/s	7,8 m/s
lundi 11 avril 2011	1,2 m/s	7,5 m/s	7,6 m/s	7,6 m/s
jeudi 2 juin 2011	4,9 m/s	7,5 m/s	6,9 m/s	7,5 m/s
lundi 30 mai 2011	1,3 m/s	7,3 m/s	6,0 m/s	7,3 m/s
vendredi 3 juin 2011	5,9 m/s	7,3 m/s	5,1 m/s	7,3 m/s
mardi 12 avril 2011	7,2 m/s	6,7 m/s	6,0 m/s	7,2 m/s
mercredi 1 juin 2011	4,1 m/s	7,2 m/s	6,2 m/s	7,2 m/s
dimanche 19 juin 2011	5,9 m/s	7,2 m/s	5,0 m/s	7,2 m/s
lundi 20 juin 2011	5,6 m/s	7,2 m/s	6,1 m/s	7,2 m/s
dimanche 17 avril 2011	1,9 m/s	6,9 m/s	4,5 m/s	6,9 m/s
dimanche 15 mai 2011	6,1 m/s	6,8 m/s	5,6 m/s	6,8 m/s
lundi 25 avril 2011	3,2 m/s	5,7 m/s	6,7 m/s	6,7 m/s
mercredi 27 avril 2011	5,1 m/s	6,4 m/s	6,7 m/s	6,7 m/s
jeudi 12 mai 2011	3,5 m/s	6,7 m/s	5,9 m/s	6,7 m/s
lundi 23 mai 2011	3,3 m/s	6,2 m/s	6,7 m/s	6,7 m/s
mercredi 29 juin 2011	6,5 m/s	6,1 m/s	6,7 m/s	6,7 m/s
samedi 7 mai 2011	3,1 m/s	6,4 m/s	6,3 m/s	6,4 m/s
mercredi 15 juin 2011	3,1 m/s	6,4 m/s	4,4 m/s	6,4 m/s
dimanche 8 mai 2011	5,3 m/s	6,3 m/s	4,0 m/s	6,3 m/s
samedi 4 juin 2011	4,8 m/s	4,7 m/s	6,2 m/s	6,2 m/s
jeudi 28 avril 2011	6,1 m/s	4,6 m/s	3,5 m/s	6,1 m/s
vendredi 27 mai 2011	4,7 m/s	6,0 m/s	3,7 m/s	6,0 m/s

Tableau 2.3 : vitesse de vent horaire maximale supérieure à 6 m/s ; station Météo France de Toussus-le-Noble ; période du 6 avril 2011 au 30 juin 2011.

C2.3. Taux de données propices en termes de conditions météorologiques

Les normes NFS 31-010, NFS 31-190 et ISO 20906 recommandent de réaliser les mesures de bruit en absence de précipitations et lorsque la vitesse de vent ne dépasse pas un certain seuil :

- 5 m/s pour les normes NF S 31-010 et NF S 31-110,
- 6 m/s pour la norme NF S 31-190,
- 10 m/s pour la norme ISO 20906.

Basé sur ces recommandations normatives, le tableau 2.4 présente les taux de données propices et non propices à la réalisation de mesures acoustiques sur l'ensemble de la période d'analyse en termes de conditions météorologiques. Nous considérons dans notre cas, les vitesses de vent supérieures à 6 m/s et les hauteurs de précipitations non nulles comme potentiellement non propices à la réalisation de mesures acoustiques.

	Commune	Adresse	% de données non propices		% données propices
			vent > 6 m/s	pluie > 1 mm	
1	Toussus-le-Noble	9, rue Lucien Rougerie	3%	0%	97%
2	Villiers-le-Bâcle	1, rue de la Rigole	2%	0%	98%
3		Ferme de Voisins-le-Thuit	8%	1%	91%
3 bis	Châteaufort	8, Chemin du Lavoir			
4		61, rue de la Perruche	10%	2%	88%
5	Les Loges-en-Josas	26, Hameau des Champs	4%	0%	96%
6	Magny-les-Hameaux	31, av. C. Nicolas Ledoux	8%	2%	90%
7		11, allée du Bois de Grais	11%	3%	86%
8	Gif-sur-Yvette	12, rue Fernand Léger	4%	0%	96%

Tableau 2.4 : Taux de données non propices à la réalisation de mesures acoustiques (vitesse de vent supérieure à 6 m/s et hauteur de précipitations non nulle) sur l'ensemble de la période d'analyse.

C3. Analyse qualitative de l'impact potentiel des conditions météorologiques sur les résultats de mesure

C3.1. Impact potentiel des conditions de vent sur les résultats de mesure

Afin d'étudier l'impact des conditions de vent sur la capacité potentielle de détection des événements acoustiques « aériens » par les stations de mesure expertes, nous avons croisé les données acoustiques de la totalité des événements « aériens » pour les 8 sites équipés de stations RION NA37 avec les conditions de vitesse de vent. Les niveaux de bruit de fond précédant chaque événement (LA90,10min), ainsi que les valeurs LAm_{ax} associées sont comparés aux niveaux de bruit induit¹ par la présence de vent sur l'ensemble microphone et boule anti-vent WS-13. La figure 3.1 présente l'ensemble de ces données en fonction de la vitesse du vent. Ainsi, on observe qu'un événement aérien de niveau LAm_{ax} égal à 50 dB(A) équivaut à un niveau de bruit induit par un vent de 8,8 m/s.

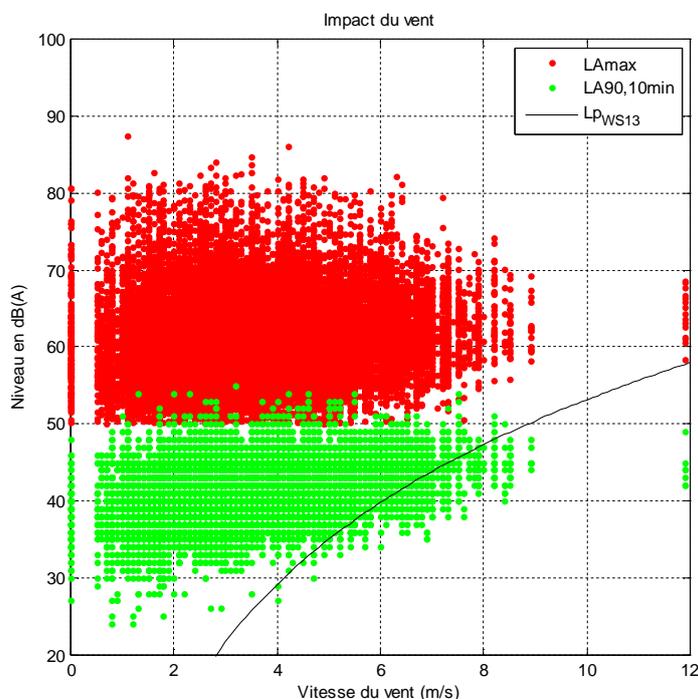


Figure 3.1 : Valeurs LAm_{ax}, LA90,10min mesurées et niveau de bruit induit par le vent sur la chaîne microphonique (Lp_{WS13}) en fonction de la vitesse du vent.

¹ Niveaux de bruit les plus faibles mesurables par la chaîne de mesure NA37 en fonction la vitesse du vent.

Cette limite de vitesse de vent 8,8 m/s ne suffit pas à conclure. En effet, il convient d'avoir une émergence événementielle suffisante pour que l'événement sonore soit détecté par la station experte (au moins 4 dB(A)). Pour répondre à cette interrogation, la figure 3.2 présente l'intégralité des émergences événementielles des événements sonores d'origine aérienne détectés par la station experte et notés e , ainsi que l'émergence par rapport au bruit induit par le vent, notée e' .

$$e = L_{Amax} - LA_{90,10min} \quad \text{et} \quad e' = L_{Amax} - L_{p_{WS13}}$$

Les courbes e' des cas particuliers correspondant à des événements de niveau $L_{Amax} = \{50, 62, 65\}$ sont également présentées sur la figure 3.2.

$$\begin{cases} e'_{50} = 50 - L_{p_{WS13}} & \text{avec } L_{Amax} = 50 \text{ dB(A)} \\ e'_{62} = 62 - L_{p_{WS13}} & \text{avec } L_{Amax} = 62 \text{ dB(A)} \\ e'_{65} = 65 - L_{p_{WS13}} & \text{avec } L_{Amax} = 65 \text{ dB(A)} \end{cases}$$

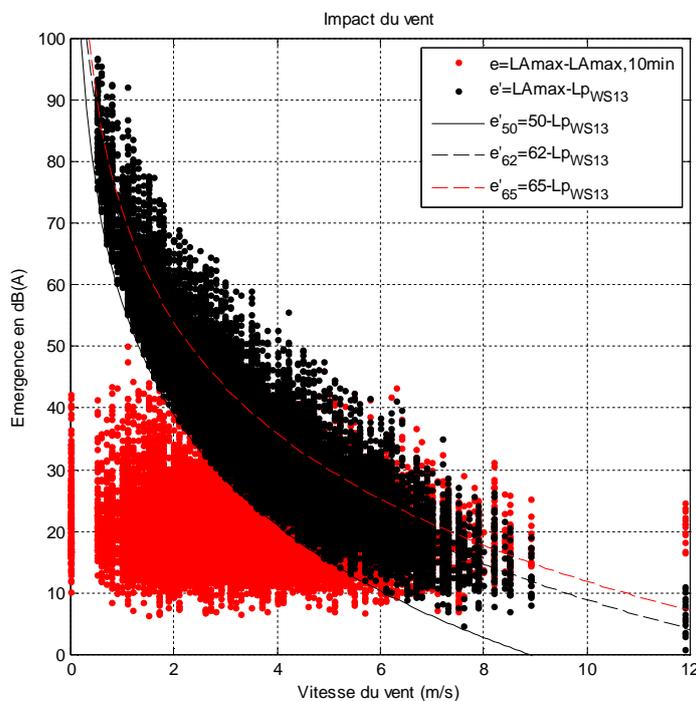


Figure 3.2 : Emergence événementielle mesurée (e) et potentielle (e') en fonction de la vitesse du vent.

La vitesse de vent horaire maximale observée pendant la période de la campagne de mesure du bruit autour de l'aérodrome de Toussus-le-Noble est de 11,9 m/s. Au-delà d'une vitesse de vent de 8,8 m/s, la détection des événements aériens d'un niveau L_{Amax} de 50 dB(A) n'est potentiellement plus garantie (émergence nulle par rapport au bruit de fond).

On constate que jusqu'à 6 m/s, les événements aériens sont potentiellement tous identifiables (émergence événementielle supérieure à 10 dB(A)), et l'estimation du SEL est également assurée (bornes du SEL déterminées par la valeur L_{max-10} dB(A)). Au-delà de 6 m/s, certains événements ont pu ne pas être détectés. Un rapprochement avec les données de trafic mises à disposition par la DGAC est dans ce cas indispensable à l'analyse.

Les événements aériens de niveau L_{Amax} supérieurs à 62 dB(A) ou 65 dB(A) sont exploités respectivement pour le calcul des indicateurs NA62 et NA65. Pour les vitesses inférieures à 12 m/s, la totalité des événements aériens de niveau L_{Amax} supérieur à 62 dB(A) est potentiellement identifiable. Par conséquent, pour l'ensemble de la période de mesure, les conditions de vent ne perturbent pas l'estimation des indicateurs événementiels NA62 et NA65.

En ce qui concerne les indicateurs énergétiques, les conditions de vitesse de vent supérieure à 6m/s peuvent sensiblement impacter les résultats.

C3.2. Impact potentiel de l'intensité de la pluie sur les résultats de mesure

En ce qui concerne les périodes impactées par la présence d'une pluie, nous avons procédé de la même façon en croisant les hauteurs de précipitations avec l'intégralité des valeurs L_{Amax} , $LA_{90,10min}$ et les émergences événementielles. Les figures 3.3 et 3.4 présentent les résultats de cette analyse.

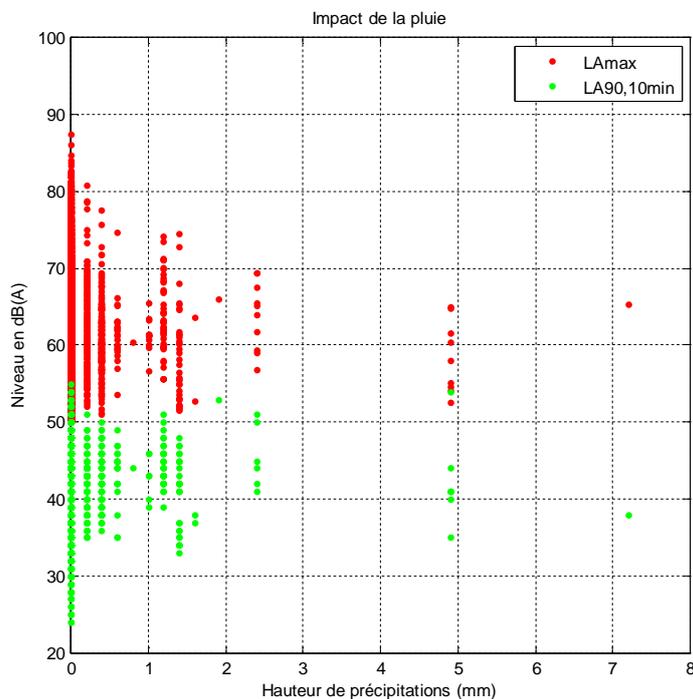


Figure 3.3 : Valeurs L_{Amax} , $LA_{90,10min}$ mesurées en fonction de la hauteur de précipitations horaire.

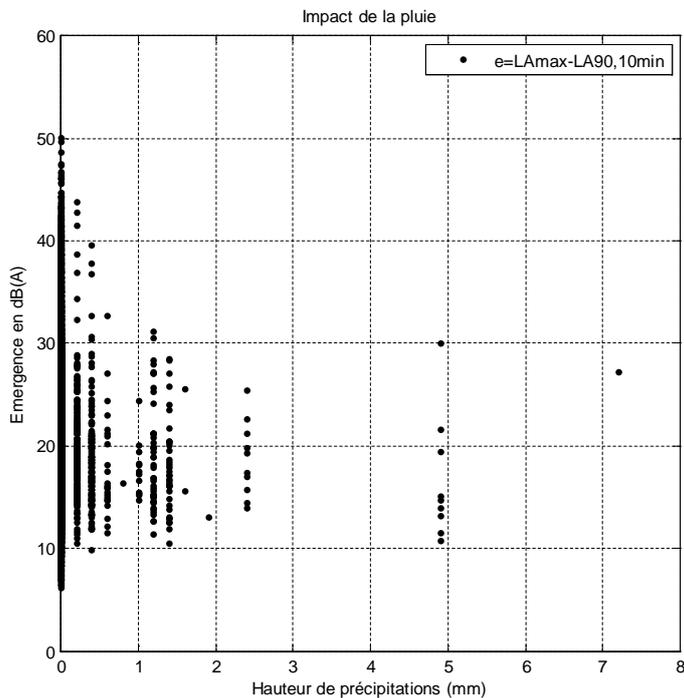


Figure 3.4 : Emergence événementielle mesurée (e) en fonction de la hauteur de précipitations.

On constate que, y compris avec des niveaux de précipitations élevés (supérieurs à 7 mm en 1 heure), des événements acoustiques dus au trafic aérien sont détectables par la station de mesure avec une émergence importante. On ne peut néanmoins pas conclure et fixer une valeur limite de niveau de précipitations horaire garantissant des conditions de mesurage adéquates, compte-tenu du faible nombre de données correspondant à des périodes de pluie.

Le faible nombre d'événements détectés pour des niveaux de précipitations importants est-il dû à une non-détection potentielle des événements par la station de mesure experte ou à un trafic très réduit sur ces périodes ?

Le croisement avec les données de trafic aérien va nous permettre de conclure (cf. §C3.3).

C3.3. Croisement des conditions météorologiques avec les données de trafic aérien

Pour chaque site de mesure, le croisement des données de trafic aérien journalier avec le nombre d'événements détectés quotidiennement pendant la période de mesure a été effectué. Afin de ne pas considérer les aéronefs passant à une distance trop importante de la station comme pouvant impacter acoustiquement le site de mesure, seuls les survols passant à moins de 1000 mètres de la station de mesure ont été considérés dans cette analyse.

Le trafic aérien et le nombre d'événements détectés sont liés. Lorsque le trafic augmente, le nombre d'événements acoustiques aériens impactant le site augmente également. Pour les journées affectées par une météorologie non propice à la réalisation des mesures acoustique, le nombre d'événements aériens détectés est-il significativement dégradé? Si oui, on peut conclure que des événements acoustiques aériens ont potentiellement pu être masqués par les conditions météorologiques non propices. Dans le cas contraire, les conditions météorologiques n'ont pas affecté le taux de détection des événements aériens.

En marquant les journées impactées par des épisodes pluvieux ou venteux, il est possible de vérifier si ces situations ont pu dégrader de façon systématique et significative la correspondance entre le trafic aérien journalier et le nombre de survols détectés par la station de mesure experte. Pour les conditions de vent, la vitesse moyenne au cours des périodes de 6h-22h a été considérée. Pour la pluie, la hauteur de précipitations cumulée sur cette période a été considérée. Cette analyse est effectuée de façon indépendante pour chaque site de mesure. Les figures 3.5 à 3.12 présentent les résultats pour l'ensemble des sites de mesure².

Les journées de faible correspondance entre le trafic et le nombre de survols identifiés correspondent aux points s'écartant de façon significative de la droite de régression linéaire (matérialisée en rouge sur les graphiques). On constate aisément que les journées correspondant à des conditions météorologiques dégradées (vitesse de vent et/ou hauteur de précipitations importantes) ne correspondent pas systématiquement aux situations de faible correspondance entre le trafic et le nombre de survols identifiés. Cette approche qualitative permet de conclure que les conditions météorologiques ont très peu impacté les valeurs moyennes des indicateurs acoustiques considérés dans ce rapport.

Pour appuyer cette analyse, on remarque même que le faible nombre d'événements aériens détectés par la station de mesure experte lors de la période très pluvieuse du mardi 7 juin 2011 du 6h-22h (9,2 mm) correspond à un faible trafic aérien et non à un impact des conditions météorologiques sur les performances de détection des événements acoustiques aériens (cf. figures 3.7, 3.8, 3.10 et 3.11).

² Les pentes des droites de régression (droites rouges sur les figures 3.5 à 3.12) sont représentatives du taux de survols à une distance par rapport à la station de mesure inférieure à 1000 mètres ayant un impact acoustique significatif sur le site de mesure étudié. Les spécificités des sites de mesures, environnement sonore, situation par rapport aux trajectoires, distance de survols, bruit de fond, expliquent les différences de taux observés (matérialisés par la pente de la droite de régression) entre les 9 sites étudiés.

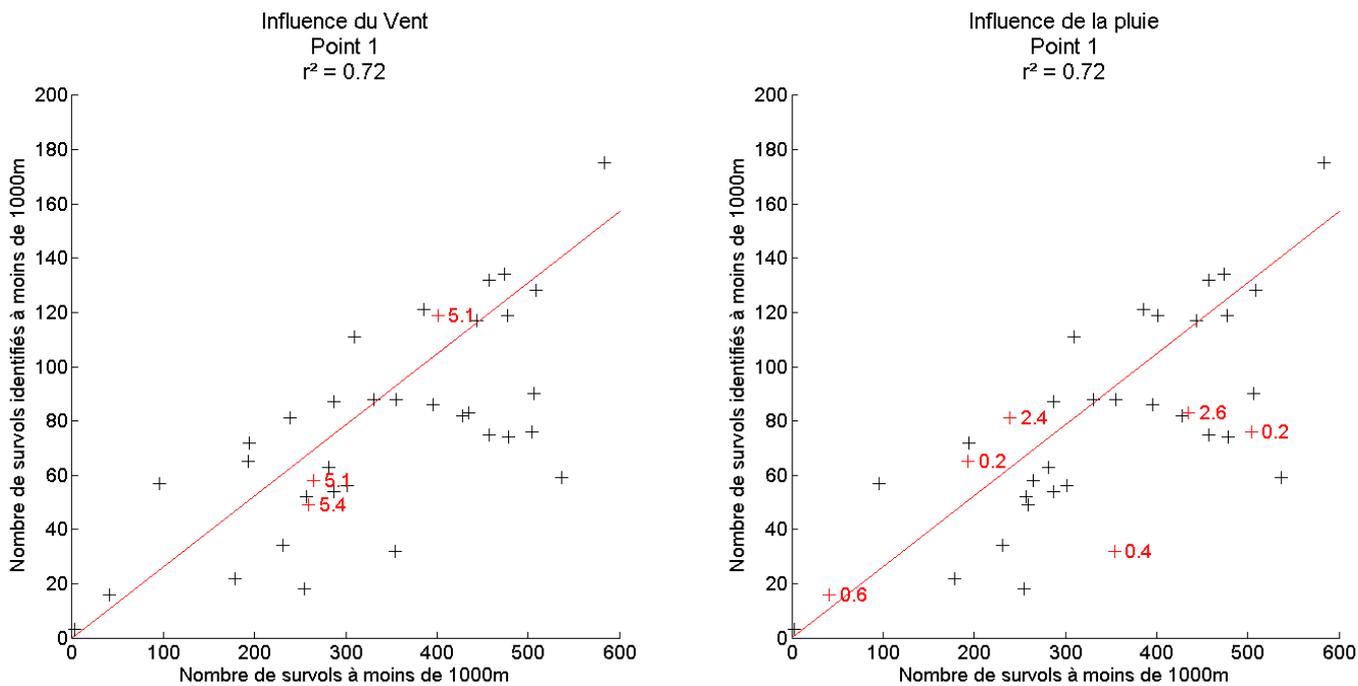


Figure 3.5 : croisement des données de trafic avec le nombre d'événement aéronefs détectés ; graphique de gauche « + » vitesse de vent moyenne en m/s ; graphique de droite « + » hauteur de précipitations cumulée en mm ; distance par rapport à la station de mesure inférieure à 1000 m ; périodes 6h-22h ; site n°1 - rue Lucien Rougerie à Toussus-le-Noble.

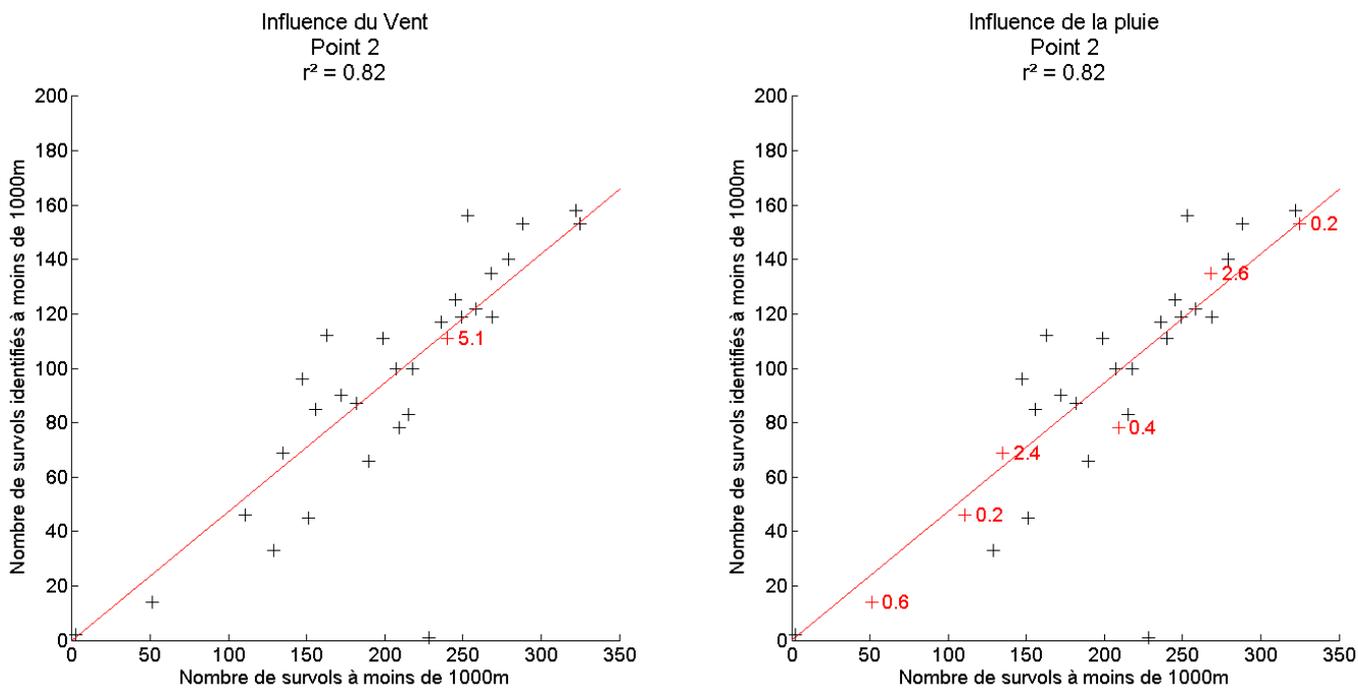


Figure 3.6 : croisement des données de trafic avec le nombre d'événement aéronefs détectés ; graphique de gauche « + » vitesse de vent moyenne en m/s ; graphique de droite « + » hauteur de précipitations cumulée en mm ; distance par rapport à la station de mesure inférieure à 1000 m ; périodes 6h-22h ; site n°2 – rue de la Rigole à Villers-le-Bâcle.

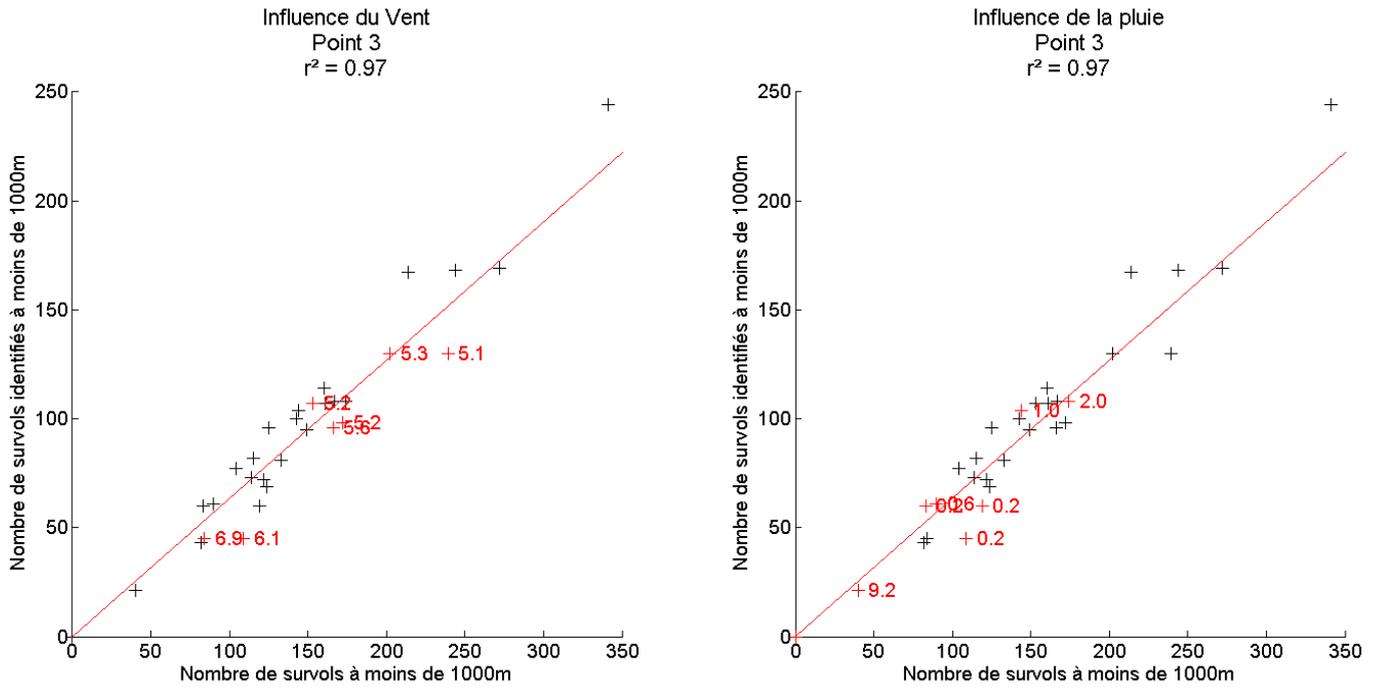


Figure 3.7 : croisement des données de trafic avec le nombre d'événement aéronefs détectés ; graphique de gauche « + » vitesse de vent moyenne en m/s ; graphique de droite « + » hauteur de précipitations cumulée en mm ; distance par rapport à la station de mesure inférieure à 1000 m ; périodes 6h-22h ; site n°3 - Ferme de Voisins-le-Thuit à Villers-le-Bâcle.

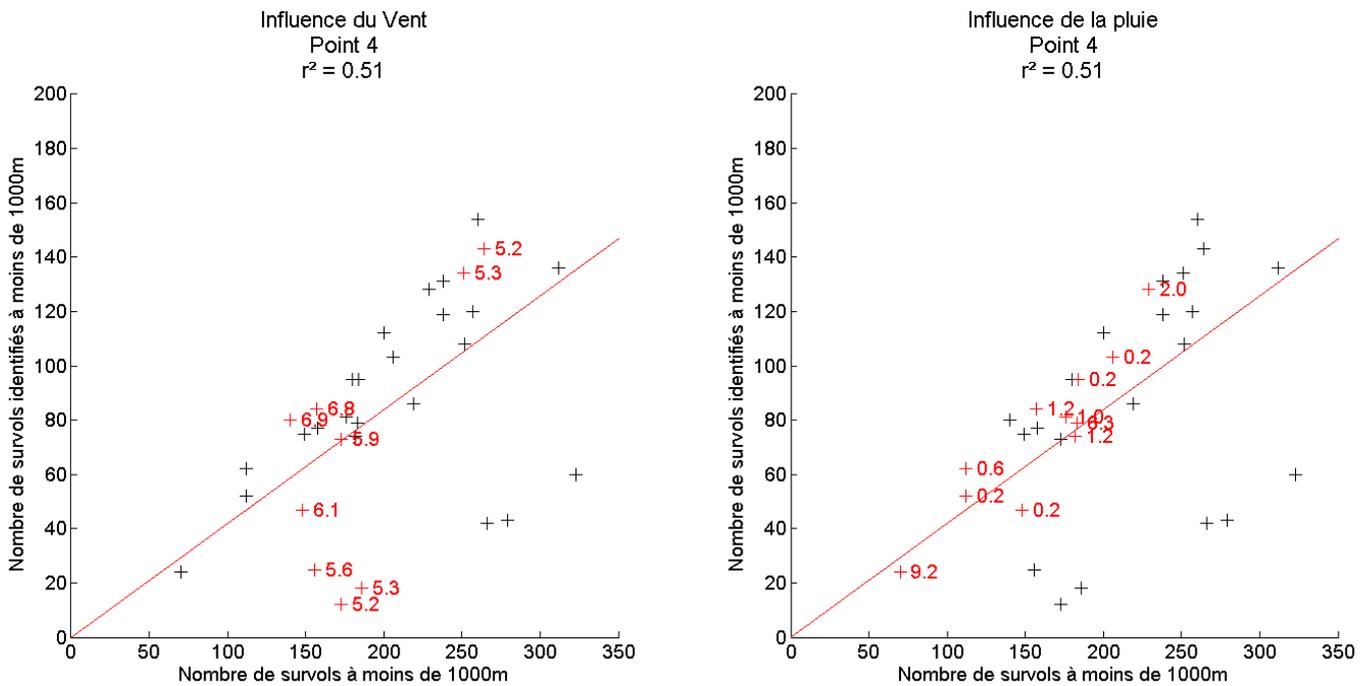


Figure 3.8 : croisement des données de trafic avec le nombre d'événement aéronefs détectés ; graphique de gauche « + » vitesse de vent moyenne en m/s ; graphique de droite « + » hauteur de précipitations cumulée en mm ; distance par rapport à la station de mesure inférieure à 1000 m ; périodes 6h-22h ; site n°4 – rue de la Perruche à Châteaufort.

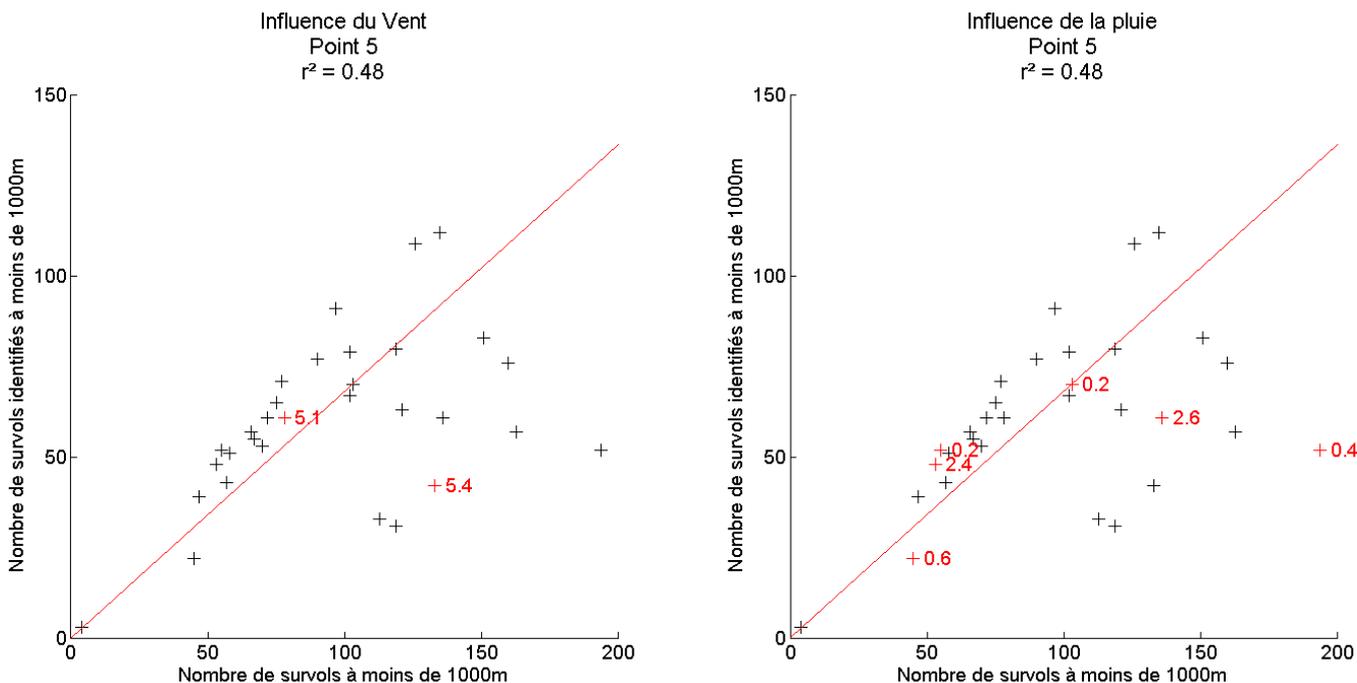


Figure 3.9 : croisement des données de trafic avec le nombre d'événement aéronefs détectés ; graphique de gauche « + » vitesse de vent moyenne en m/s ; graphique de droite « + » hauteur de précipitations cumulée en mm ; distance par rapport à la station de mesure inférieure à 1000 m ; périodes 6h-22h ; site n°5 – hameaux de Champs aux Loges-en-Josas.

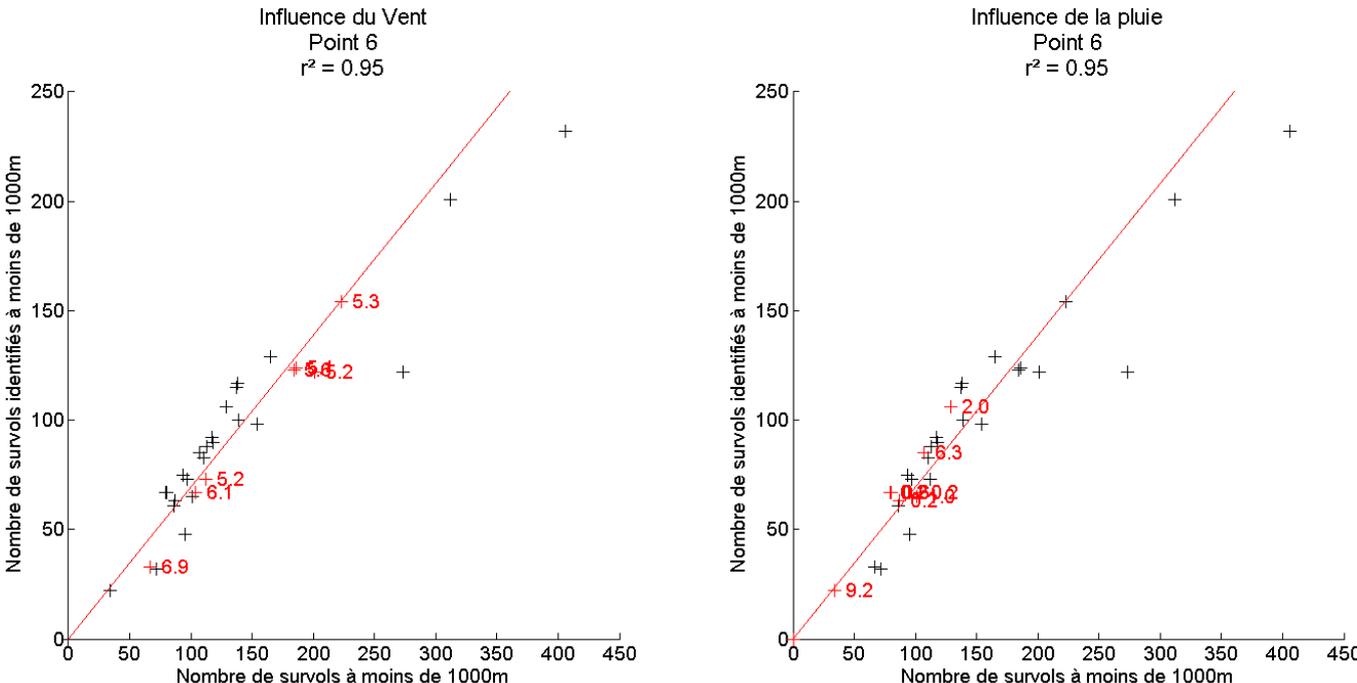


Figure 3.10 : croisement des données de trafic avec le nombre d'événement aéronefs détectés ; graphique de gauche « + » vitesse de vent moyenne en m/s ; graphique de droite « + » hauteur de précipitations cumulée en mm ; distance par rapport à la station de mesure inférieure à 1000 m ; périodes 6h-22h ; site n°6 – avenue Claude Nicolas Ledoux à Magny-les-Hameaux.

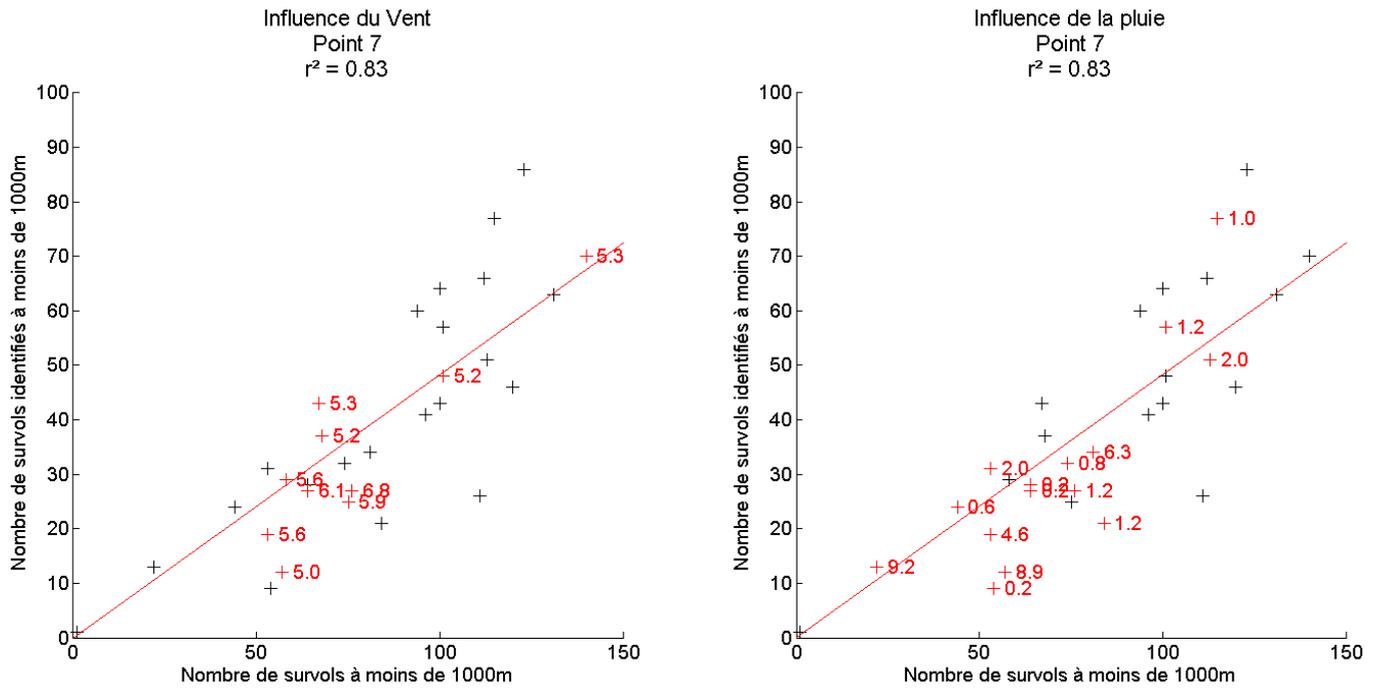


Figure 3.11 : croisement des données de trafic avec le nombre d'événement aéronefs détectés ; graphique de gauche « + » vitesse de vent moyenne en m/s ; graphique de droite « + » hauteur de précipitations cumulée en mm ; distance par rapport à la station de mesure inférieure à 1000 m ; périodes 6h-22h ; site n°7 – allée du Bois de Grais à Magny-les-Hameaux.

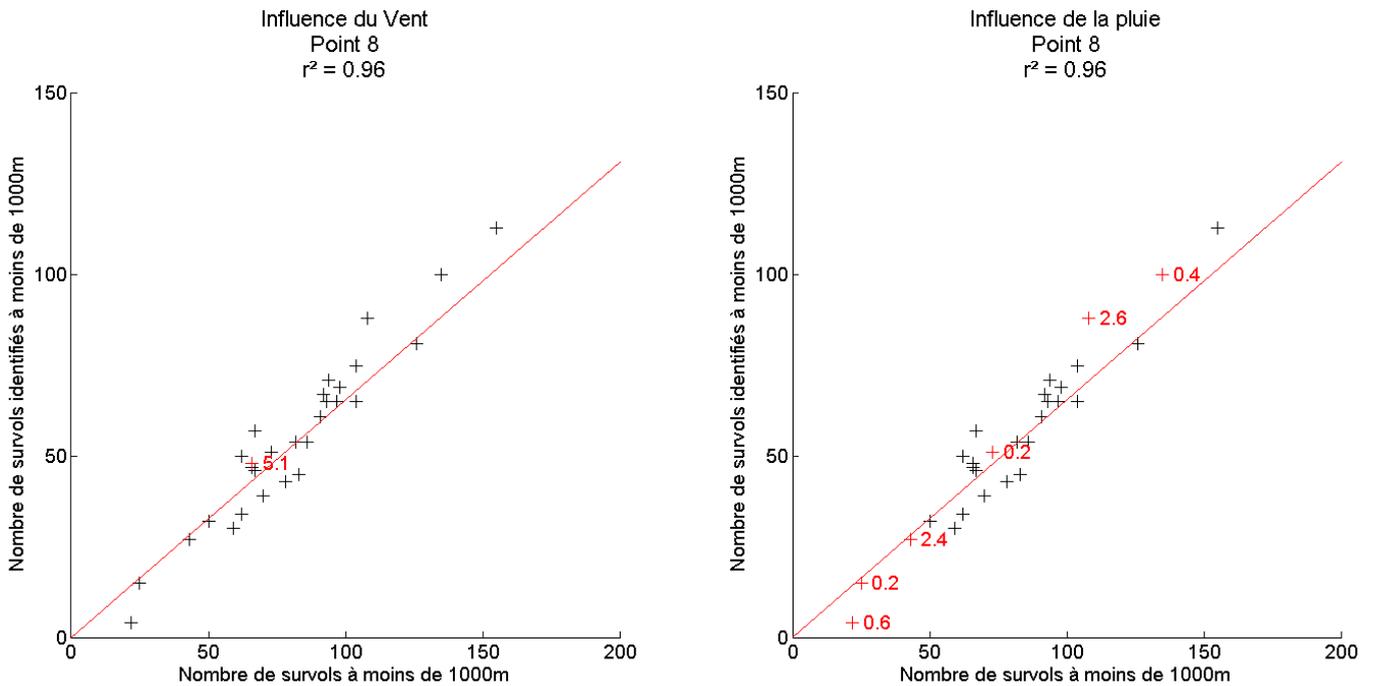


Figure 3.12 : croisement des données de trafic avec le nombre d'événement aéronefs détectés ; graphique de gauche « + » vitesse de vent moyenne en m/s ; graphique de droite « + » hauteur de précipitations cumulée en mm ; distance par rapport à la station de mesure inférieure à 1000 m ; périodes 6h-22h ; site n°8 – rue Fernand Léger à Gif-sur-Yvette.

C4. Analyse quantitative de l'impact potentiel des conditions météorologiques sur les résultats de mesure

Afin de quantifier l'incertitude associée aux conditions météorologiques sur les résultats de cette étude, les indicateurs énergétiques et événementiels étudiés sont comparés pour :

- toutes les conditions météorologiques confondues,
- et pour exclusivement les périodes horaires dont la vitesse maximale du vent est inférieure à 6 m/s et la hauteur de précipitations est inférieure à 1 mm.

C4.1. Comparaison des cycles horaires moyens journaliers

A titre illustratif, la figure 4.1 présente des résultats de l'analyse comparative appliquée au cycle horaire moyen journalier pour l'indicateur LAeq,1h toutes sources confondues - tous jours confondus - pour le site n°3 - ferme de Voisins-le-Thuit à Villers-le-Bâcle.

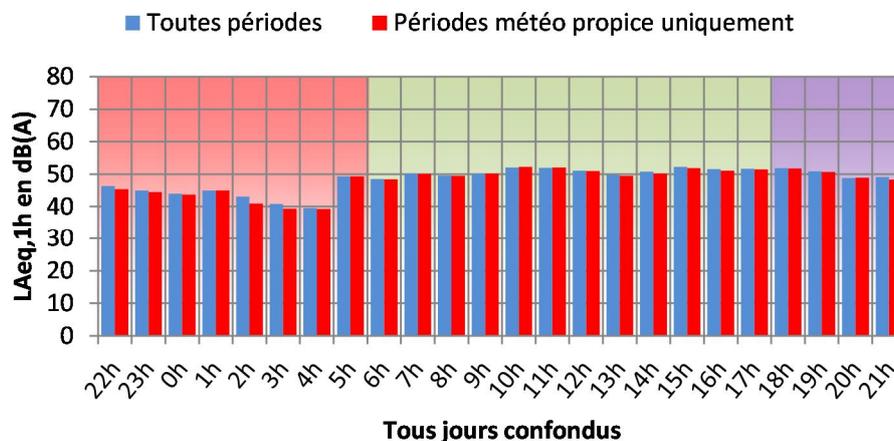


Figure 4.1 : Comparaison des cycles horaires moyens journaliers ; indicateur LAeq,1h toutes sources confondues ; tous jours confondus ; site n°3 - ferme de Voisins-le-Thuit à Villers-le-Bâcle.

Ce comparatif a été effectué pour chacun des sites étudiés pour les indicateurs :

- LAeq global 1h (toutes sources confondues),
- LAeq partiel aérien 1h,
- N (nombre moyen d'événement acoustiques dû aux aéronefs détectés),
- NA62 et NA65,

en distinguant :

- tous jours confondus,
- jours ouvrables,
- samedis,
- et dimanches.

Compte tenu de l'exhaustivité des résultats, nous nous limiterons dans cette annexe à présenter l'analyse statistique des écarts résultant de la comparaison des cycles horaires moyens journaliers (cf. §C4.2). Toutefois, l'intégralité des résultats peut être obtenue sur demande à Bruitparif.

C4.2. Analyse des résidus entre les cycles horaires moyens journaliers avec et sans prise en compte des conditions météorologiques

Les figures 4.2 à 4.17 présentent les distributions statistiques des résidus ou écarts (notés Δ) entre les indicateurs moyens LAeq aérien,1h, N³, NA62 et NA65 exploités dans les cycles horaires moyens journaliers, lorsque que l'on prend en compte les conditions météorologiques ou non. Ces distributions sont établies sur la base d'une série de 24 valeurs numériques (cf. tableau 4.1).

$\Delta LAeq_{aérien(0h-1h)} = \overline{LAeq}_{aérien(0h-1h)} - \overline{LAeq}^*_{aérien(0h-1h)}$ $\Delta LAeq_{aérien(1h-2h)} = \overline{LAeq}_{aérien(1h-2h)} - \overline{LAeq}^*_{aérien(1h-2h)}$ <p style="text-align: center;">...</p> $\Delta LAeq_{aérien(23h-24h)} = \overline{LAeq}_{aérien(23h-24h)} - \overline{LAeq}^*_{aérien(23h-24h)}$	$\Delta N_{(0h-1h)} = \overline{N}_{(0h-1h)} - \overline{N}^*_{(0h-1h)}$ $\Delta N_{(23h-24h)} = \overline{N}_{(23h-24h)} - \overline{N}^*_{(23h-24h)}$ <p style="text-align: center;">...</p> $\Delta N_{(1h-2h)} = \overline{N}_{(1h-2h)} - \overline{N}^*_{(1h-2h)}$
$\Delta NA62_{(0h-1h)} = \overline{NA62}_{(0h-1h)} - \overline{NA62}^*_{(0h-1h)}$ $\Delta NA62_{(1h-2h)} = \overline{NA62}_{(1h-2h)} - \overline{NA62}^*_{(1h-2h)}$ <p style="text-align: center;">...</p> $\Delta NA62_{(23h-24h)} = \overline{NA62}_{(23h-24h)} - \overline{NA62}^*_{(23h-24h)}$	$\Delta NA65_{(0h-1h)} = \overline{NA65}_{(0h-1h)} - \overline{NA65}^*_{(0h-1h)}$ <p style="text-align: center;">...</p> $\Delta NA65_{(1h-2h)} = \overline{NA65}_{(1h-2h)} - \overline{NA65}^*_{(1h-2h)}$ $\Delta NA65_{(23h-24h)} = \overline{NA65}_{(23h-24h)} - \overline{NA65}^*_{(23h-24h)}$

Tableaux 4.1 : calcul des écarts moyens horaires journaliers dû à la prise en compte ou non des conditions météorologiques, () calcul réalisé en excluant les périodes de conditions météorologiques non propices ($v_{horaire} > 6 \text{ m/s}$ et $h_{horaire} > 1 \text{ mm}$).*

L'analyse statistique sur les indicateurs LAeq,1h aérien, N, NA62 et NA65 met en évidence des écarts extrêmement réduits entre les résultats prenant en compte ou non les conditions météorologiques. Par exemple, pour tous les jours confondus :

- écart moyen en valeur absolue sur les valeurs LAeq aérien,1h $\leq 0,1 \text{ dB(A)}$,
- écart moyen en valeur absolue sur les valeurs N $\leq 0,4$,
- écart moyen en valeur absolue sur les valeurs NA62 $< 0,1$,
- écart moyen en valeur absolue sur les valeurs NA65 $< 0,1$.

La dispersion autour de ces valeurs moyennes est en outre également extrêmement réduite (cf. longueur des boîtes à moustache de Tukey - figures 4.2 à 4.17).

³ N : correspond ici au nombre d'événement aériens identifiés et expertisés par jour.

C4.2.1. Ecart sur les moyennes des niveaux LAeq,1h aérien

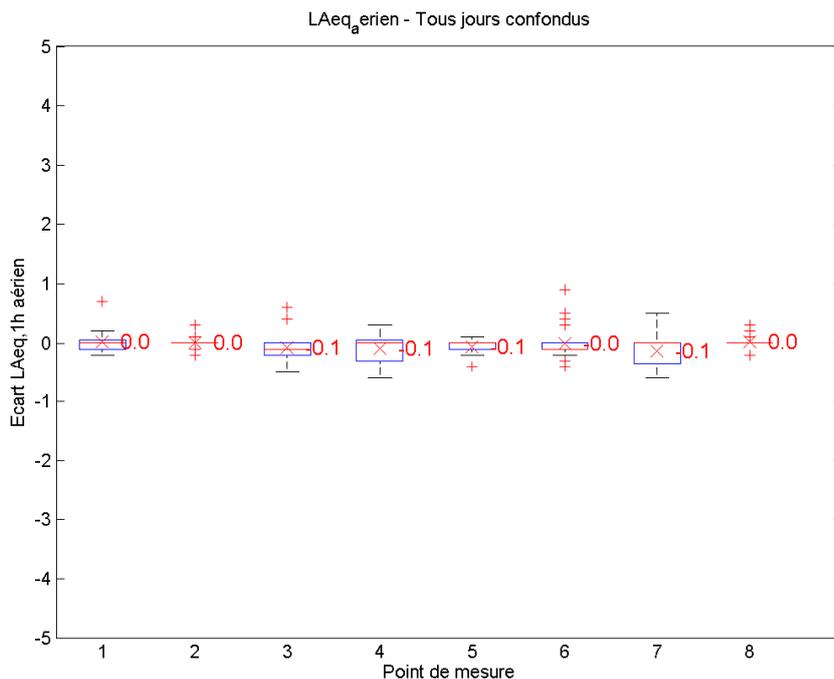


Figure 4.2 : Ecart entre les valeurs moyennes LAeq,1h aérien (toutes conditions météorologiques confondues) et les valeurs moyennes LAeq,1h aérien (périodes horaires où $v < 6$ m/s et $h < 1$ mm) ; tous jours confondus.

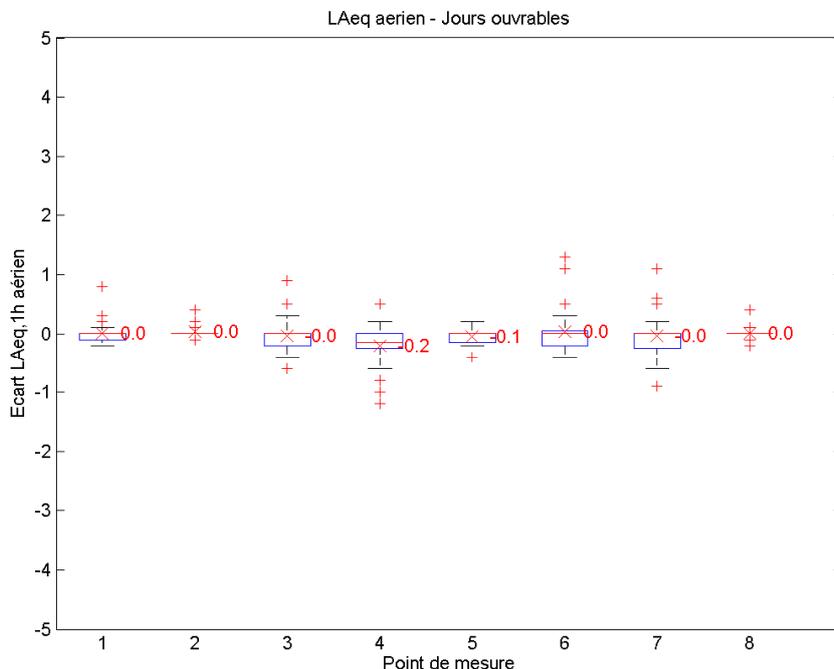


Figure 4.3 : Ecart entre les valeurs moyennes LAeq,1h aérien (toutes conditions météorologiques confondues) et les valeurs moyennes LAeq,1h aérien (périodes horaires où $v < 6$ m/s et $h < 1$ mm) ; jours ouvrables.

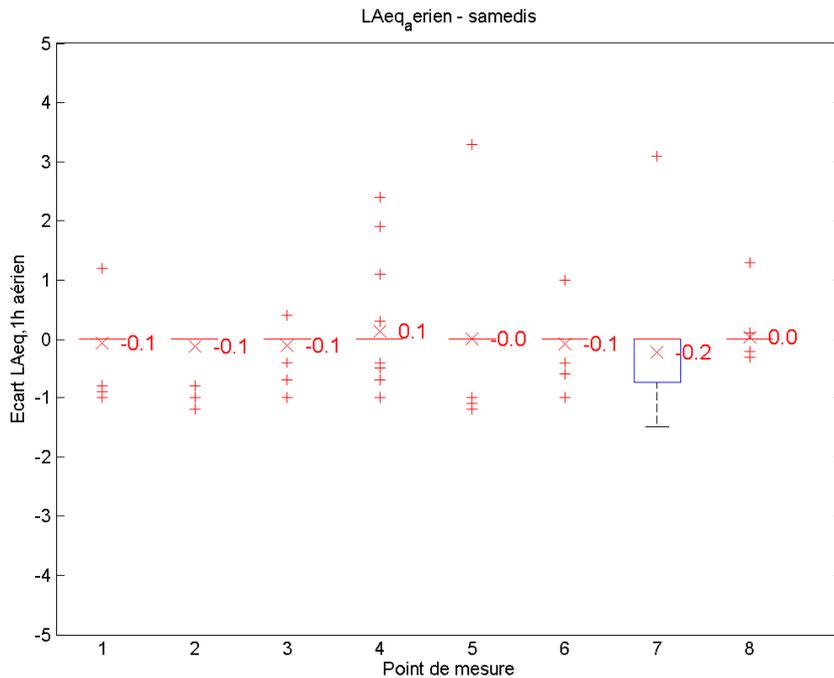


Figure 4.4 : Ecart entre les valeurs moyennes LAeq,1h aérien (toutes conditions météorologiques confondues) et les valeurs moyennes LAeq,1h aérien (périodes horaires où $v < 6$ m/s et $h < 1$ mm) ; samedis.

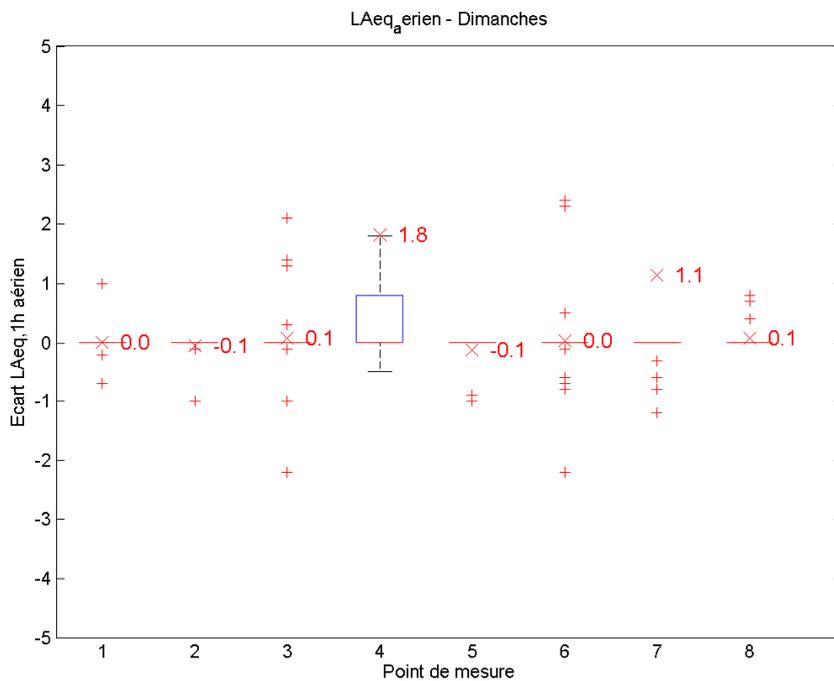


Figure 4.5 : Ecart entre les valeurs moyennes LAeq,1h aérien (toutes conditions météorologiques confondues) et les valeurs moyennes LAeq,1h aérien (périodes horaires où $v < 6$ m/s et $h < 1$ mm) ; dimanches.

C4.2.2. Ecart sur les moyennes des N

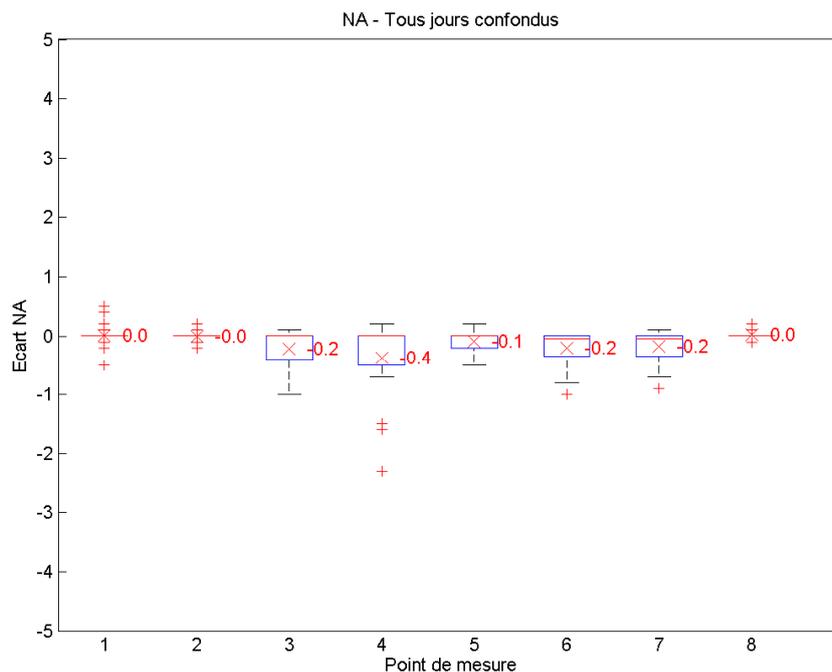


Figure 4.6 : Ecart entre les valeurs moyennes de N (toutes conditions météorologiques confondues) et les valeurs moyennes de N (périodes horaires où $v < 6$ m/s et $h < 1$ mm) ; tous jours confondus.

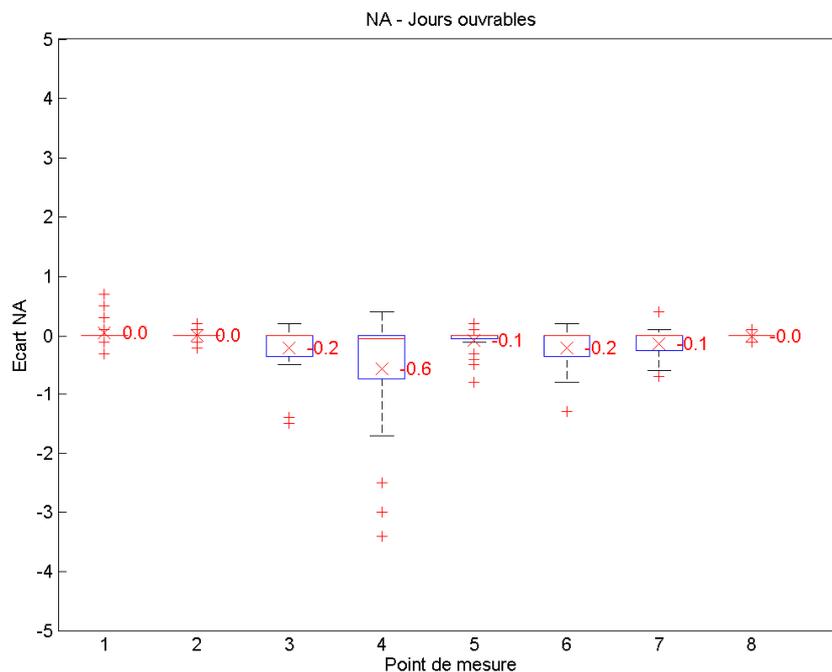


Figure 4.7 : Ecart entre les valeurs moyennes de N (toutes conditions météorologiques confondues) et les valeurs moyennes de N (périodes horaires où $v < 6$ m/s et $h < 1$ mm) ; jours ouvrables.

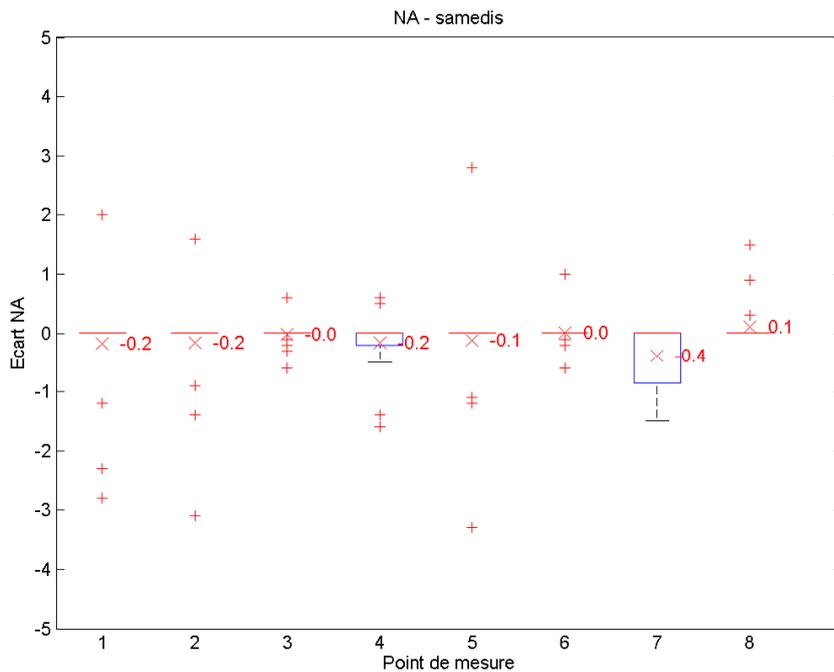


Figure 4.8 : Ecart entre les valeurs moyennes de N (toutes conditions météorologiques confondues) et les valeurs moyennes de N (périodes horaires où $v < 6$ m/s et $h < 1$ mm) ; samedis.

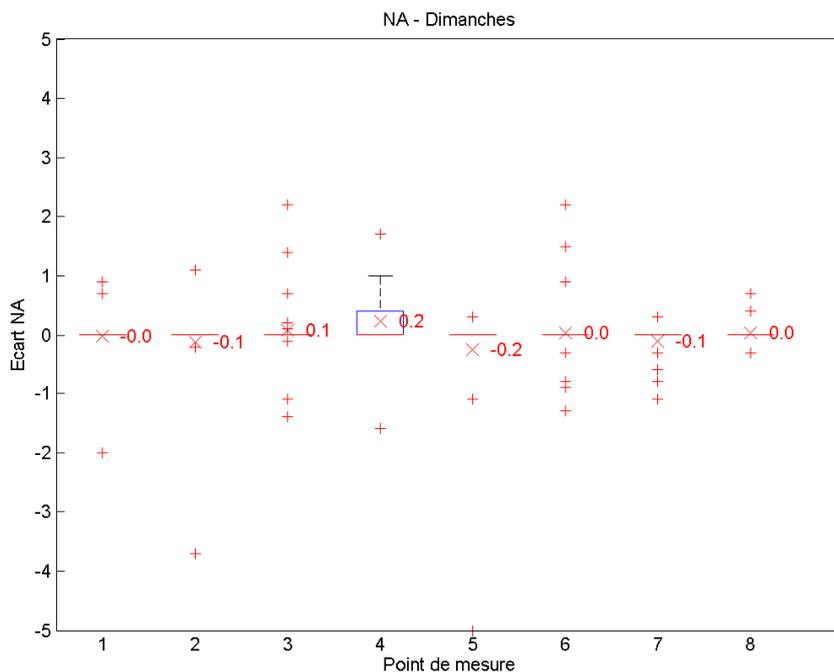


Figure 4.9 : Ecart entre les valeurs moyennes de N (toutes conditions météorologiques confondues) et les valeurs moyennes de N (périodes horaires où $v < 6$ m/s et $h < 1$ mm) ; dimanches.

C4.2.3. Ecart sur les moyennes des NA62

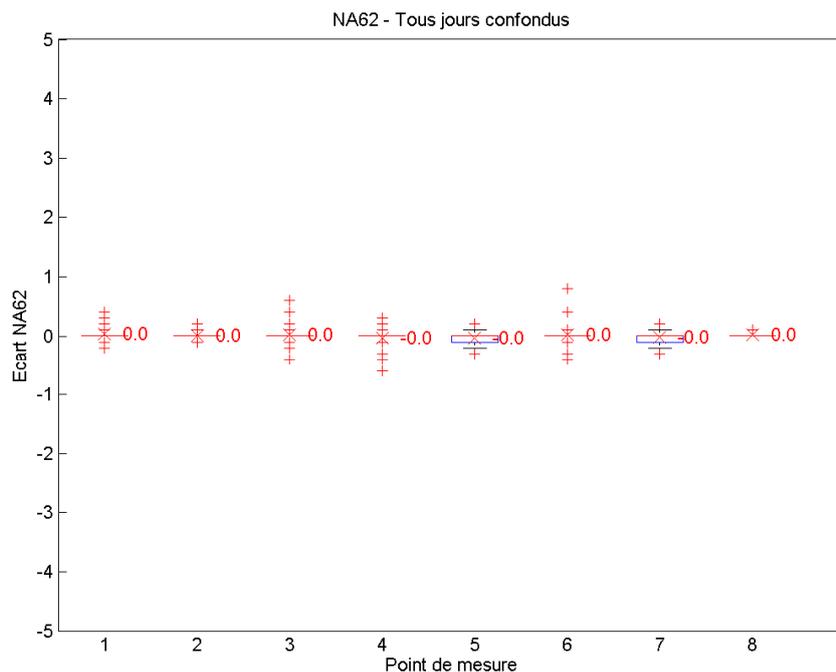


Figure 4.10 : Ecart entre les valeurs moyennes de NA62 (toutes conditions météorologiques confondues) et les valeurs moyennes de NA62 (périodes horaires où $v < 6$ m/s et $h < 1$ mm) ; tous jours confondus.

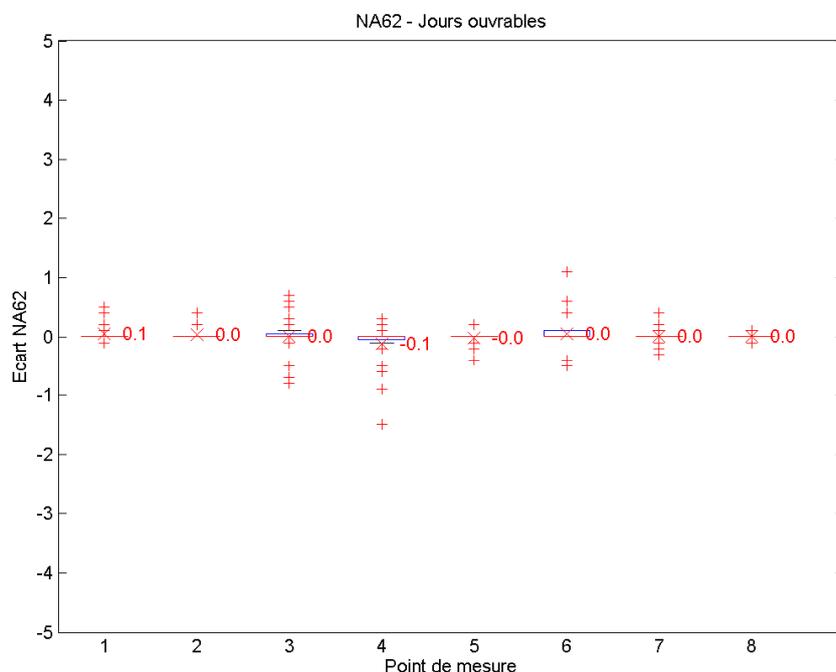


Figure 4.11 : Ecart entre les valeurs moyennes de NA62 (toutes conditions météorologiques confondues) et les valeurs moyennes de NA62 (périodes horaires où $v < 6$ m/s et $h < 1$ mm) ; jours ouvrables.

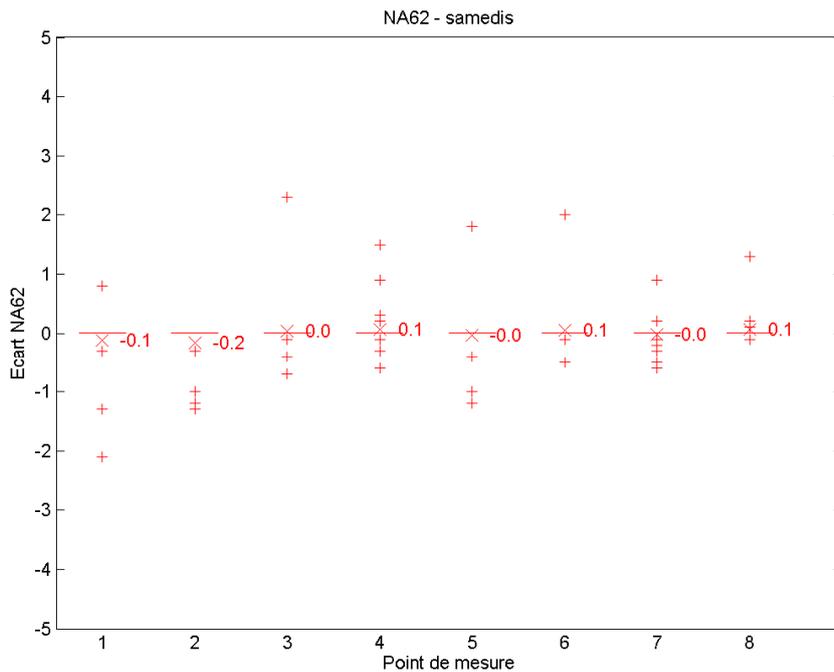


Figure 4.12 : Ecart entre les valeurs moyennes de NA62 (toutes conditions météorologiques confondues) et les valeurs moyennes de NA62 (périodes horaires où $v < 6$ m/s et $h < 1$ mm) ; samedis.

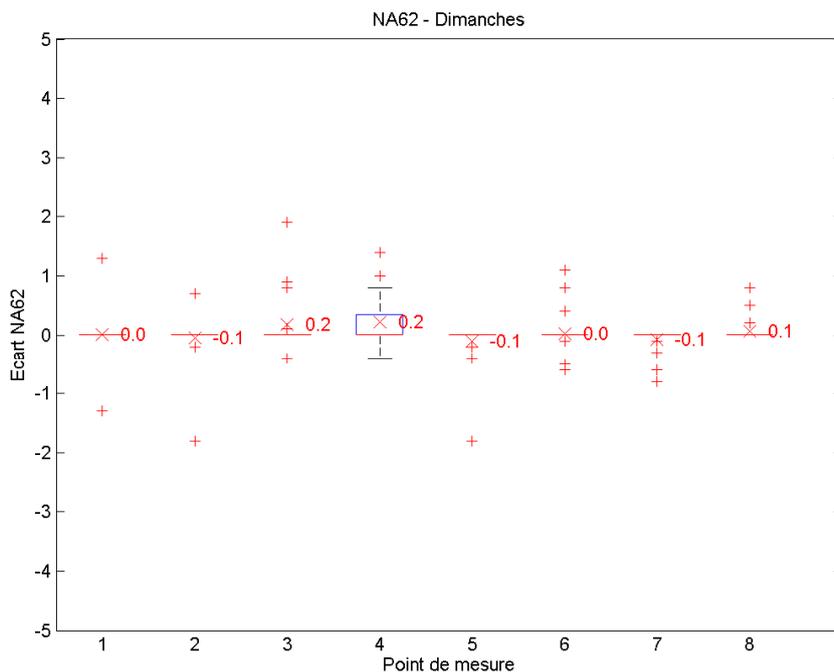


Figure 4.13 : Ecart entre les valeurs moyennes de NA62 (toutes conditions météorologiques confondues) et les valeurs moyennes de NA62 (périodes horaires où $v < 6$ m/s et $h < 1$ mm) ; dimanches.

C4.2.4. Ecart sur les moyennes des NA65

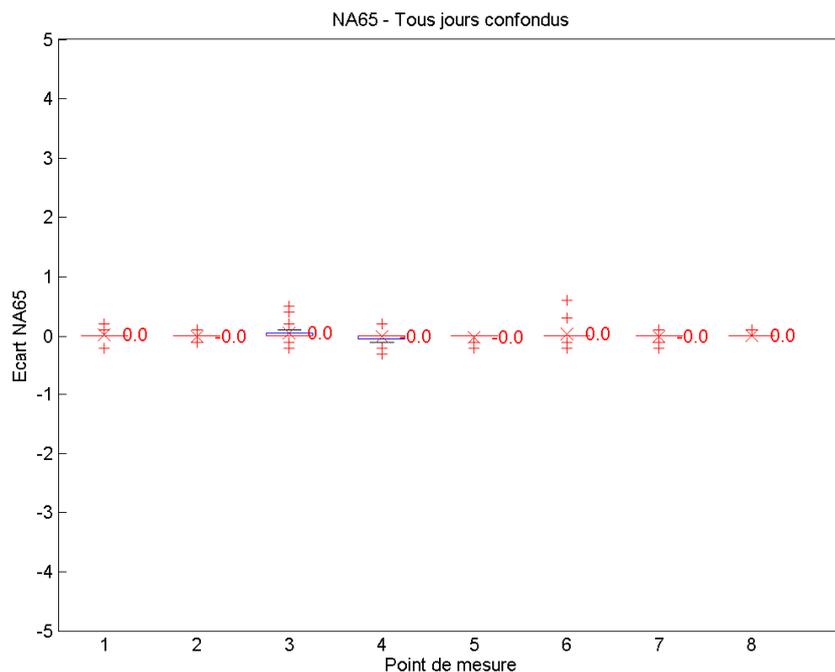


Figure 4.14 : Ecart entre les valeurs moyennes de NA65 (toutes conditions météorologiques confondues) et les valeurs moyennes de NA65 (périodes horaires où $v < 6$ m/s et $h < 1$ mm) ; tous jours confondus.

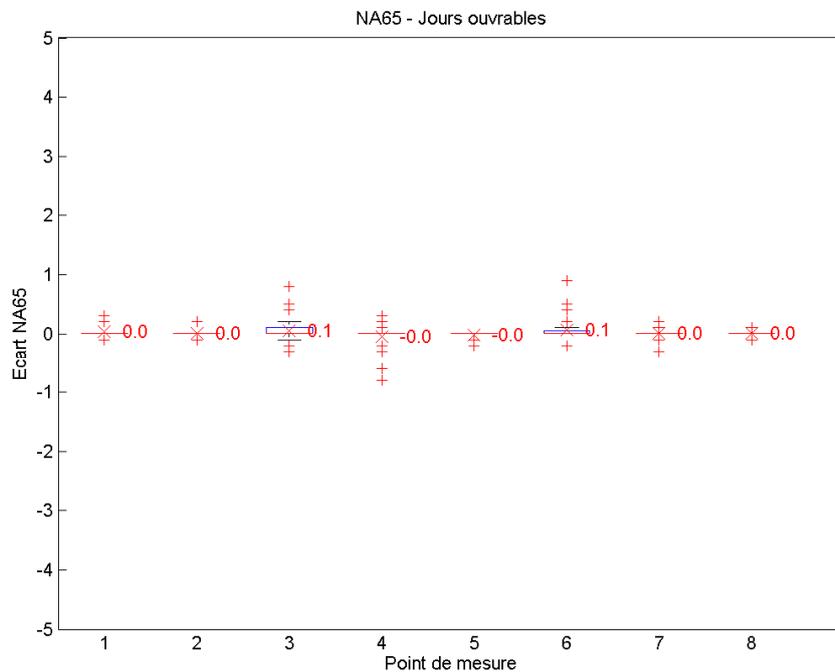


Figure 4.15 : Ecart entre les valeurs moyennes de NA65 (toutes conditions météorologiques confondues) et les valeurs moyennes de NA65 (périodes horaires où $v < 6$ m/s et $h < 1$ mm) ; jours ouvrables.

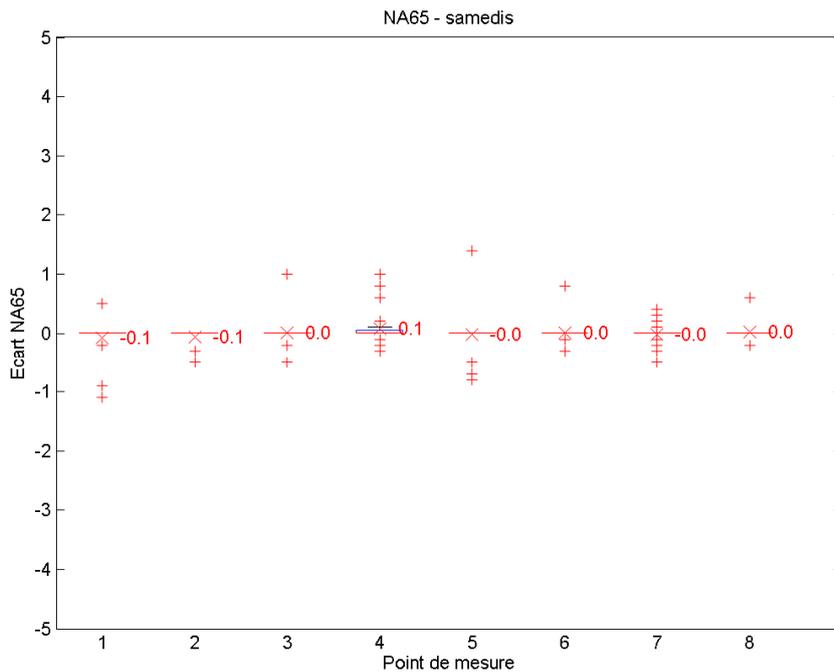


Figure 4.16 : Ecart entre les valeurs moyennes de NA65 (toutes conditions météorologiques confondues) et les valeurs moyennes de NA65 (périodes horaires où $v < 6$ m/s et $h < 1$ mm) ; samedis.

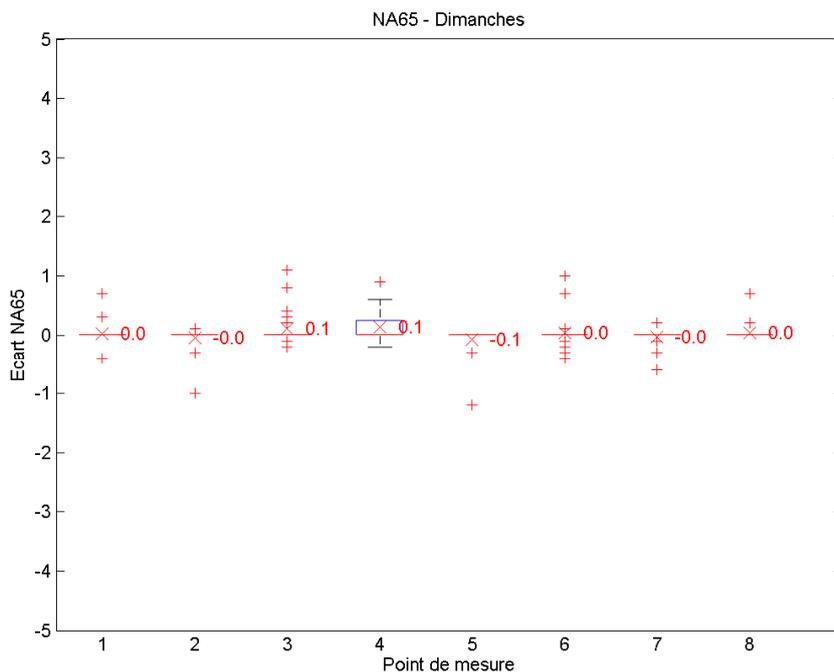


Figure 4.17 : Ecart entre les valeurs moyennes de NA65 (toutes conditions météorologiques confondues) et les valeurs moyennes de NA65 (périodes horaires où $v < 6$ m/s et $h < 1$ mm) ; dimanches.

C5. Synthèse

Les périodes où les conditions météorologiques ont pu potentiellement perturber les mesurages restent relativement minoritaires⁴, sur l'ensemble de la période d'analyse. Le travail de validation des données par rapport aux conditions météorologiques s'est appuyé sur une analyse qualitative et quantitative qui ont abouti aux conclusions présentées aux §C5.1 et C5.2.

C5.1. Synthèse de l'analyse qualitative

L'analyse qualitative basée notamment sur le croisement des données de trafic aérien et des données météorologiques a permis de conclure à un impact faible des conditions météorologiques sur l'estimation des indicateurs acoustiques énergétiques et/ou événementiels (cf. §C3). Ce rapprochement a permis de vérifier que le faible nombre d'événements détectés pour des niveaux de précipitations importants et/ou des vitesses de vent importantes (> 6m/s) n'est pas dû à une non-détection potentielle des événements par la station de mesure experte, mais uniquement à un trafic plus réduit sur ces périodes. L'analyse qualitative a mis en évidence les éléments suivants :

- pour les épisodes pluvieux, même avec des niveaux de précipitations élevés, les événements acoustiques dus au trafic aérien présentant une émergence importante sont détectables par la station de mesure ;
- pour l'ensemble de la période de mesure, les conditions de vent ne perturbent pas l'estimation des indicateurs événementiels NA62 et NA65 ;
- jusqu'à 6 m/s de vitesse de vent, les événements aériens sont potentiellement tous identifiables (émergence événementielle supérieure à 10 dB(A)), et l'estimation du SEL est également assurée (bornes du SEL déterminées par la valeur L_{max}-10 dB(A)) ;
- au-delà de 6 m/s, certains événements de niveau L_{Amax} inférieur à 62 dB(A) ont pu ne pas être détectés, ce qui a pu sensiblement impacter les résultats des indicateurs énergétiques.

⁴ Le taux le plus important de conditions météorologiques non propices n'excède pas 17% sur l'ensemble de la période d'analyse (vitesse de vent supérieure à 6 m/s et hauteur de précipitations non nulle). Il s'agit du point situé 11, allée du Bois de Graïs à Magny-les-Hameaux.

C5.1. Synthèse de l'analyse quantitative

L'analyse quantitative a permis de quantifier l'incertitude associée aux conditions météorologiques sur les résultats de l'étude. Les indicateurs énergétiques et événementiels étudiés ont été comparés pour :

- toutes les conditions météorologiques confondues,
- et pour exclusivement les périodes horaires dont la vitesse maximale du vent est inférieure à 6 m/s et la hauteur de précipitations est inférieure à 1 mm.

Pour chaque site étudié, l'analyse statistique sur les indicateurs LAeq,1h aérien, N⁵, NA62 et NA65 statistique met en évidence des écarts extrêmement réduits entre les résultats prenant en compte ou non les conditions météorologiques (cf. §C4.2) :

- écart moyen en valeur absolue sur les valeurs LAeq, 1h aérien $\leq 0,1$ dB(A),
- écart moyen en valeur absolue sur les valeurs N $\leq 0,4$,
- écart moyen en valeur absolue sur les valeurs NA62 $< 0,1$,
- écart moyen en valeur absolue sur les valeurs NA65 $< 0,1$.

Ceci se traduit par des écarts extrêmement réduits sur les valeurs moyennes de l'ensemble des indicateurs étudiés. Le tableau 5.1 synthétise les écarts obtenus sur l'indicateurs Lden.

	Site n°1	Site n°2	Site n°3	Site n°4	Site n°5	Site n°6	Site n°7	Site n°8
Ecarts en dB(A) sur les estimations de l'indicateur Lden	0,0	0,0	- 0,1	- 0,2	- 0,1	0,0	- 0,3	0,1

Tableau 5.1 : Ecarts en dB(A) sur les estimations de l'indicateur Lden⁶.

⁵ N : correspond ici au nombre d'événement aériens identifiés et expertisés par jour.

⁶ Les valeurs négatives correspondent à des valeurs Lden plus élevées pour le calcul excluant les périodes de conditions météorologiques où $v > 6$ m/s et $h > 1$ mm.