



Avis de santé publique sur les risques sanitaires associés au bruit des mouvements aériens à l'Aéroport international Pierre- Elliott-Trudeau



Avis de santé publique sur les risques sanitaires associés au bruit des mouvements aériens à l'Aéroport international Pierre- Elliott-Trudeau

Audrey Smargiassi, Céline Plante, Stéphane Perron, Louis-François
Tétreault, Sophie Goudreau et Norman King, sous la direction de
Louis Drouin

2014

Avis de santé publique sur les risques sanitaires associés au bruit des mouvements aériens à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau est une production de la Direction de santé publique de l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal.

1301, rue Sherbrooke Est
Montréal (Québec) H2L 1M3
514 528-2400
dsp.santemontreal.qc.ca

Révision scientifique

Murray Hodgson, PhD CEng FASA
Professor of Acoustics
Director, Acoustics & Noise Research Group
University of British Columbia

Alain Muzet, M.D.
Membre de la Commission d'experts spécialisés « facteurs physiques » de l'ANSES, France

Tony Leroux, Ph.D.
Professeur agrégé, Audiologiste
École d'orthophonie et d'audiologie
Faculté de médecine,
Université de Montréal

Richard Martin
Agent de recherche
Direction des risques biologiques et de la santé au travail
Institut national de santé publique du Québec

Révision linguistique

Francine Hubert

© Agence de la santé et des services sociaux de Montréal, 2014

ISBN 978-2-89673-432-0 (Imprimé)

ISBN 978-2-89673-433-7 (En ligne)

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2014

MOT DU DIRECTEUR

Le législateur a confié au directeur de santé publique de chaque région du Québec le mandat d'informer la population sur l'état et les déterminants de sa santé, ainsi que d'identifier des pistes d'action pouvant contribuer à la résolution des problèmes exposés. Le présent avis s'inscrit dans la réalisation de ce mandat.

Le bruit constitue une préoccupation de la Direction de santé publique (DSP) de l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal en raison de ses effets potentiels sur la santé. C'est pour cette raison que la DSP a étudié, en collaboration avec l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), les impacts sanitaires du bruit engendré par le trafic aérien à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau de Montréal. La contribution du milieu a été sollicitée par la mise sur pied d'un comité qui a été consulté et informé tout au long de la démarche scientifique.

Cet avis présente la situation à Montréal selon divers critères de gestion de la gêne et de la perturbation du sommeil, associées au bruit engendré par le trafic aérien à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau. Les recommandations émises s'inspirent des mesures mises en place dans divers pays pour réduire les effets nocifs du bruit des avions sur la santé de la population affectée.

Le directeur de santé publique,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Richard Massé', written in a cursive style.

Richard Massé, M.D.

RÉSUMÉ

En 2008, à la demande de certains élus et groupes de citoyens, la Direction de santé publique (DSP) de l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal a accepté d'évaluer, en collaboration avec l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), les impacts du bruit engendré par le trafic aérien sur la santé de la population résidant près de l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau. Ainsi, la DSP a mis en place un comité consultatif sur le bruit relié au trafic aérien regroupant des représentants d'Aéroports de Montréal, de citoyens, de Transports Canada, de la Ville de Montréal ainsi que d'arrondissements, de villes liées et de Centres de santé et des services sociaux (CSSS) touchés par le problème.

Cet avis de santé publique présente les résultats de l'évaluation effectuée par la DSP ainsi que ses recommandations élaborées selon divers critères de gestion du bruit. La première section de l'avis résume les risques à la santé associés au bruit aéroportuaire, entre autres, la gêne, la perturbation du sommeil et l'hypertension.

La deuxième section présente des modes canadien, européens et américain de gestion du bruit associé aux mouvements aériens, et particulièrement des critères pour définir des zones compatibles avec un zonage résidentiel ou des zones où les résidents peuvent profiter de mesures d'aide à l'insonorisation de leur unité d'habitation. Le Canada utilise les NEF (« Noise Exposure Forecast », ou prévisions d'ambiance sonore), pour définir des zones de gêne que ressent une communauté (NEF 25 et NEF 30). La gêne qui affecte les résidents qui habitent à proximité de l'aéroport de Leipzig/Halle, en Allemagne, est gérée à partir d'un critère basé sur le nombre moyen de réveils additionnels engendrés par le trafic aérien nocturne qui s'ajoutent aux réveils spontanés par nuit. La France utilise les Lden (« Day-Evening-Night Levels »), et les États-Unis, le Ldn (« Day-Night Levels »), estimés tous deux à partir des mouvements aériens, pour gérer la gêne chez les résidents des maisons situées à proximité des aéroports. Finalement, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) propose l'utilisation de valeurs « moyennes » de bruit extérieur de jour (Ljour,16h), et de nuit (toutes sources confondues).

La troisième section présente des estimés des niveaux de bruit engendrés par le trafic aérien en 2009 à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau, analysés selon les divers critères de gestion du bruit ci-haut mentionnés. Des niveaux de bruit « moyens » au pourtour de l'aéroport ont également été mesurés pour évaluer si le bruit dépassait les niveaux suggérés par l'OMS, soit de 55 dB(A).

La situation à proximité de l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau varie selon le critère utilisé. Par exemple :

- en utilisant le critère de Leipzig/Halle : les résidents de 258 unités d'habitation situées à Dorval auraient, en moyenne, un réveil additionnel par nuit;
- en utilisant la courbe NEF 30 : 480 unités d'habitation de la Cité de Dorval, situées au sud de l'aéroport, se trouvent dans cette zone. Transports Canada recommande l'interdiction de construire de nouvelles résidences dans les zones NEF 30;

- en utilisant le critère de l'OMS de 55 dB(A) et en l'appliquant aux données recueillies par l'échantillonnage du bruit provenant de multiples sources sur l'île de Montréal effectué à l'été 2010 : des huit sites d'échantillonnage situés près de l'aéroport, tous dépassaient le niveau recommandé le jour et sept le niveau recommandé la nuit. En réduisant de 5 dB(A) les mesures aux huit sites pour considérer l'effet de surface potentiel maximal, toutes les mesures dépassaient 55 dB(A) de jour et la moitié dépassaient cette valeur la nuit. De plus, sur l'île de Montréal, selon une modélisation préliminaire, les niveaux de bruit sont élevés surtout près de l'Aéroport et le long des axes routiers importants, et une étude récente effectuée à Montréal conclut aussi que les voies ferroviaires et les axes routiers sont des contributeurs importants au bruit environnemental près de l'aéroport.

Les sources de bruit relié au transport sont diverses (aéroport, axes routiers importants, voies ferroviaires) et les mesures de gestion du bruit relèvent de plusieurs juridictions. Au Québec, les municipalités n'ont pas le pouvoir de réglementer les mouvements des aéronefs survolant leur territoire. Par contre, la Loi sur les cités et villes et le Code municipal du Québec leur donnent le pouvoir de fixer et de faire appliquer des normes sonores sur leurs territoires respectifs. Ainsi, elles peuvent déterminer les règles de zonage afin de limiter l'exposition des citoyens à des niveaux de bruit élevés, en utilisant, par exemple, les courbes NEF (tel que suggéré par Transports Canada) pour le bruit aéroportuaire.

Par conséquent, la Direction de santé publique de l'Agence de la santé et des services sociaux recommande entre autres que la Ville de Montréal et les villes liées se dotent d'une politique régionale de lutte au bruit provenant de sources mobiles visant notamment à harmoniser les critères de gestion de bruit relié au transport à l'échelle de l'île de Montréal.

En ce qui concerne plus particulièrement le bruit relié au trafic aérien, la DSP retient le critère de Transports Canada pour recommander d'éviter de construire de nouvelles résidences dans la zone définie par la courbe NEF 30 et de définir à partir d'une politique globale sur le bruit quelles seraient les mesures à appliquer pour les résidences déjà construites dans cette zone.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|------------|
| MOT DU DIRECTEUR | I |
| RÉSUMÉ..... | III |
| LEXIQUE..... | VII |
| 1. INTRODUCTION..... | 1 |
| 2. RÉSUMÉ DES EFFETS DU BRUIT ENVIRONNEMENTAL ET AÉROPORTUAIRE SUR LA SANTÉ..... | 3 |
| 3. MODES DE GESTION DU BRUIT PROVENANT DES MOUVEMENTS AÉRIENS | 5 |
| 3.1 CRITÈRES POUR LA GESTION DES TERRAINS RÉSIDENTIELS SITUÉS PRÈS DES AÉROPORTS EN LIEN AVEC LE BRUIT ENVIRONNEMENTAL | 8 |
| 3.1.1 Réveils additionnels / Leipzig/Halle | 8 |
| 3.1.2 NEF / Canada | 8 |
| 3.1.3 Lden/ France | 9 |
| 3.1.4 Ldn / États-Unis..... | 9 |
| 3.1.5 55 dB(A) / OMS | 9 |
| 4. ÉVALUATION DE LA SITUATION MONTRÉLAISE SELON DIVERS CRITÈRES | 11 |
| 4.1 RÉVEILS ADDITIONNELS | 11 |
| 4.2 NEF..... | 11 |
| 4.3 LDEN ET LDN | 12 |
| 4.4 OMS | 12 |
| 5. DISCUSSION | 17 |
| 6. CONCLUSION..... | 21 |
| RECOMMANDATIONS | 23 |
| RÉFÉRENCES..... | 25 |
| ANNEXE 1 | 29 |
| ANNEXE 2 | 33 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|---|
| Tableau 1. Techniques de gestion des niveaux sonores générés par les aéronefs ^{1, 2} | 6 |
|---|---|

Tableau des annexes

| | |
|--|----|
| Tableau 1. Composition de la flotte d'aéronefs à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau en 2009 | 29 |
|--|----|

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1. Nombre moyen de réveils additionnels aux réveils spontanés par nuit en lien avec le bruit engendré par les mouvements aériens à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau entre 23 h et 7 h en 2009 (selon la méthode de Basner et coll., 2006)* | 13 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| Figure 2. Lden (« <i>Day-Evening-Night Levels</i> ») associés aux mouvements aériens de 2009 à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau* | 14 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| Figure 3. Ldn (« <i>Day-Night Levels</i> ») associés aux mouvements aériens de 2009 à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau* | 15 |
|--|----|

Figures des annexes

| | |
|---|----|
| Figure 1. Distribution des mouvements au cours des heures des nuits de 2009 à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau. | 30 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| Figure 2. L_{ASmax} nocturnes moyens autour de l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau en 2009. | 31 |
|--|----|

LEXIQUE

| | |
|-------------------|--|
| ADM: | Aéroports de Montréal |
| ACNUSA: | Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires |
| CDA: | <i>Continuous Descent Approach</i> (Approche de descente continue) |
| Chapitre 2, 3, 4: | Normes de certification acoustique des aéronefs. Les normes relevant du chapitre 2 sont les moins sévères, celles du chapitre 4 sont les plus sévères. |
| dB: | Décibel |
| dB(A): | Décibel pondéré pour l'oreille humaine |
| Lden: | <i>Day-Evening-Night Level</i> . Indicateur de bruit jour-soir-nuit. Niveau sonore pondéré pour le jour (+0 dB(A)), le soir (+5 dB(A)) et la nuit (+10 dB(A)) |
| Ldn: | <i>Day-Night Level</i> . Indicateur de bruit jour - nuit. Niveau sonore pondéré pour le jour (+0 dB(A)) et la nuit (+10 dB(A)) |
| DSP: | Direction de santé publique de l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal |
| Effet de surface: | Réflexion des ondes sonores par les surfaces proches du microphone de mesure des niveaux de bruit (ex. surface où est installé l'appareil) |
| FAA: | <i>Federal Aviation Administration</i> (Agence de l'aviation américaine) |
| Gêne: | Sentiment de mécontentement, de contrariété, qui cause ou qui est soupçonné, par l'individu ou un groupe, de causer un effet adverse (OMS., 1999) |
| IFR: | <i>Instrument Flight Rules</i> (Règles de vol aux instruments) |
| INM: | <i>Integrated Noise Model</i> (modèle d'estimation des niveaux de bruit associés aux mouvements aériens) |
| INSPQ: | Institut national de santé publique du Québec |
| L_{ASmax} : | Niveau maximal de bruit d'un événement sonore dans un intervalle donné (0,125 ou 1 seconde) |
| L_{nuit} : | Niveau équivalent de bruit continu pendant la nuit (e.g. entre 23 h et 7 h) |
| $L_{jour, 16h}$: | Niveau équivalent de bruit continu pendant le jour de (e.g. de 7 h à 23 h) |
| NEF: | <i>Noise Exposure Forecast</i> (Prévision de l'ambiance sonore, projection de bruit perçu) |
| $N_{réveil}$: | Nombre de réveils additionnels moyen par nuit liés au bruit pour l'année |
| OACI: | Organisation de l'aviation civile internationale |
| OMS: | Organisation mondiale de la Santé |
| $P_{réveil}$: | Probabilité de réveils associée à un vol |
| RAC: | Règlement de l'aviation canadien |
| SEL: | <i>Sound Exposure Level</i> . Niveau équivalent d'un événement sonore ramené à une durée d'une seconde. Il permet de comparer l'énergie sonore d'événements de durées variables. |
| SNCL: | SNC-Lavalin |
| UE: | Union européenne |
| VFR: | <i>Visual Flight Rules</i> / Vol à vue) |

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de son mandat légal visant à identifier les situations susceptibles de mettre en danger la santé de la population et de voir à la mise en place des mesures nécessaires à sa protection, la Direction de santé publique (DSP) de l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal a procédé à l'évaluation des impacts sanitaires du bruit engendré par le trafic aérien à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau en collaboration avec l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). Cette évaluation fait suite à une demande reçue en 2008 de certains élus et groupes de citoyens.

Afin de permettre à toutes les parties interpellées par ce problème de suivre l'évolution des travaux de la DSP et d'apporter leurs commentaires, un comité consultatif sur le bruit relié au trafic aérien a été mis sur pied en octobre 2008. Ce comité regroupait à l'origine les représentants d'Aéroports de Montréal, des représentants des citoyens, des intervenants de Transports Canada et de la Ville de Montréal ainsi que de représentants des arrondissements, des villes liées et des Centres de santé et des services sociaux (CSSS) touchés par le problème.

Dans le présent avis, les risques à la santé engendrés par le bruit aéroportuaire sont brièvement présentés, de même que les modes de gestion du bruit provenant des mouvements aériens, comme les critères utilisés dans différents pays pour la gestion des terrains résidentiels situés près des aéroports. Une analyse de la situation autour de l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau est ensuite réalisée en faisant référence à divers critères, soit le critère canadien (NEF), le critère de réveils additionnels utilisé à l'Aéroport de Leipzig-Halle en Allemagne, les critères suggérés par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) ainsi que les critères utilisés aux États-Unis (Ldn) et en France (Lden). Ces critères visent à minimiser la gêne en tout temps et la perturbation du sommeil la nuit. Finalement, des recommandations visant à diminuer les impacts du bruit aéroportuaire sur la santé des résidents demeurant à proximité de l'aéroport sont présentées.

2. RÉSUMÉ DES EFFETS DU BRUIT ENVIRONNEMENTAL ET AÉROPORTUAIRE SUR LA SANTÉ

Plusieurs associations ont été démontrées entre le bruit environnemental provenant de toutes sources autant fixes (ex. industries) que mobiles (transports aérien, ferroviaire et routier) et la santé. Le bruit environnemental a été associé à la gêne (OMS, 2011), à une perturbation du sommeil la nuit (OMS, 2009, 2011; Perron et coll., 2012), à une augmentation de la fréquence des maladies ischémiques du cœur et à l'hypertension (OMS, 2009, 2011; Babisch et van Kamp, 2009; Van Kempen et Babisch, 2012).

De plus, des recherches récentes suggèrent que le bruit provenant du trafic routier serait aussi associé à des accidents vasculaires cérébraux (Sorensen et coll., 2011).

Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), l'exposition prolongée au bruit environnemental pourrait perturber le développement cognitif chez les enfants (OMS 2011).

L'OMS considère également que le fait d'être hautement gêné par le bruit constitue un problème de santé publique, car cette gêne affecte le bien-être et la qualité de vie des populations, ce qui est nocif pour la santé (OMS, 2011a). Les personnes qui sont le plus gênées par le bruit seraient aussi celles qui seraient le plus à risque de souffrir d'hypertension (Ndrepepa et Twardella, 2011). Il existe également une association entre les individus qui sont gênés par le bruit et la présence de divers symptômes psychologiques tels la colère, l'insatisfaction, un sentiment d'impuissance, du retrait, de la dépression, de l'anxiété, de l'agitation et de l'épuisement (Fields et coll., 1997; Fields et coll., 2001). Fatigue et stress ont également été associés avec la gêne due au bruit (Öhrström, 2004; Öhrström et coll., 2006)

Pour l'OMS, la perturbation du sommeil est un problème de santé en soi. Elle peut aussi être associée à d'autres problèmes de santé (OMS, 2009). Plusieurs études suggèrent que des perturbations du sommeil, mesurées par une diminution de la durée totale de sommeil, sont associées à l'obésité (Cappuccio et coll., 2008; Patel et coll., 2008), à l'hypertension (Gangwisch et coll., 2006) et au diabète (Tasali et coll., 2008).

Dans un rapport publié en 2011, l'OMS précise qu'une gêne importante causée par le bruit aéroportuaire commence à apparaître lorsque le L_{den} , ou « *Day-Evening-Night Levels* » atteint 45 dB(A) et que l'augmentation de la prévalence des maladies cardiovasculaires commence à être détectée à partir de 55 dB(A).

Un autre rapport de l'OMS (OMS 2009) portant sur le bruit provenant de toutes sources confondues, indique qu'une portion importante des populations exposées est gênée par le bruit, que les réveils dus à celui-ci sont plus fréquents et que des effets cardiovasculaires sont observés lorsque les niveaux de bruits extérieurs équivalents continus pendant la nuit (« L_{nuit} ») atteignent 55 dB(A) ou plus. De plus, selon l'OMS, la perturbation du sommeil, l'insomnie et une utilisation accrue de somnifères et de sédatifs seraient observables à partir de 40 dB(A) (L_{nuit}).

3. MODES DE GESTION DU BRUIT PROVENANT DES MOUVEMENTS AÉRIENS

Les méthodes de gestion du bruit associé aux mouvements aériens sont multiples et dépendent des réalités économiques, géographiques, sociales et politiques. L'Union européenne (UE, 2002) a proposé d'utiliser une approche équilibrée qui préconise de la part des autorités gouvernementales d'examiner l'ensemble des solutions envisageables et, si possible, de travailler à la fois à la réduction du bruit à la source, à l'implantation de procédures de mitigation du bruit, à la restriction des opérations et à la planification ainsi qu'à la gestion de l'utilisation des terrains se trouvant à proximité des aéroports. Le principe d'approche équilibrée a été adopté par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) en 2001 et est mis de l'avant depuis ce temps, de manière à diminuer le bruit au moindre coût (OACI, 2013). L'ensemble de ces techniques, appliquées en Europe et ailleurs dans le monde, est détaillé dans le Tableau 1.

Au Canada, en vertu du Règlement de l'aviation canadien (RAC), Transports Canada peut imposer des sanctions aux compagnies aériennes ou aux pilotes pour le non-respect des procédures de vol (Transports Canada, 2010) et faire des recommandations de zonage selon les niveaux de bruit (voir section 3.1.2). Ces recommandations sont basées sur des modèles de projection de bruit perçu (aussi appelé prévision de l'ambiance sonore ou *Noise Exposure Forecast* (NEF) qui estiment la gêne que ressent une communauté à un niveau de bruit donné. Des mesures sont déjà en place à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau pour diminuer l'exposition de la population au bruit, telle la restriction des mouvements de certains types d'avions la nuit. En vertu du bail qui le lie à Transports Canada, Aéroports de Montréal (ADM), comme tout aéroport canadien, doit se charger de la gestion du climat sonore, mettre en place un comité consultatif et gérer les plaintes des citoyens (ADM, 2011).

Tableau 1. Techniques de gestion des niveaux sonores générés par les aéronefs^{1,2}

| Classe des mesures de mitigation / gestion au Canada | Mesures de mitigation | Description des mesures | Implantation à l'Aéroport international Pierre-Élliott-Trudeau |
|--|--|--|--|
| Réduction du bruit à la source / Règlement de l'aviation canadien RAC | Interdiction de certains types d'avions | Interdiction des avions classés dans le chapitre 2 de l'annexe 16 de l'OACI, 2005. Étant donné la limite de ces avions, des « Hush Kits » (atténuateur de bruit) sont utilisés par les compagnies aériennes pour leur permettre de voler au Canada. De plus, les avions subsoniques (dont la vitesse n'atteint pas celle du son) à turboréacteurs dont la masse est supérieure à 34 000 kg ne peuvent décoller d'une piste à moins de posséder un certificat assurant la conformité de l'aéronef aux normes acoustiques. | Oui |
| Procédures de mitigation relevant des gestionnaires de l'aéroport et de NAV CANADA | Usage de pistes préférentielles | Utilisation des pistes (décollage/atterrissage) où la population est la moins exposée au niveau sonore engendré par les aéronefs. | Oui |
| | Routes aériennes | Modification des routes aériennes qu'emploient les aéronefs suite au décollage et précédant l'atterrissage. | Oui |
| | Modification des procédures d'atterrissage | Plusieurs procédures d'atterrissage ont pour but de réduire l'émission de bruit. Ces procédures, souvent spécifiques à chaque aéroport, peuvent faire varier les trajectoires, altitudes et angles de descente lors de l'approche des avions des pistes d'atterrissage. L'approche de descente continue (CDA), l'une de ces procédures, consiste en une descente vers la piste d'atterrissage sans faire un plateau. Cette technique ne modifie pas les niveaux sonores auxquels sont soumis les résidents à proximité de l'aéroport, mais peut avoir un grand impact pour les individus résidant à une plus grande distance. | Oui |
| | Modification des procédures de décollage | Des procédures de décollage ont été créées dans le but de diminuer l'exposition au bruit. | Oui |
| Procédures de restriction relevant des gestionnaires de l'aéroport (à moins d'indications contraires) | Restriction de l'inversion de poussée | L'inversion de poussée est une technique bruyante visant à ralentir les aéronefs en orientant la poussée des moteurs vers l'avant. | Oui |
| | Couvre-feu | Le couvre-feu implique l'arrêt total de circulation aérienne durant une période de temps. | Non |
| | Restriction des mouvements | Restriction du nombre de mouvements pouvant être exécutés durant une période de la journée. À l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau, les mouvements aériens des jets de plus de 45 000 kg sont restreints la nuit (restriction des décollages de 0 h à 7 h et des atterrissages de 1 h à 7 h). Des exemptions peuvent être accordées pour divers motifs. À titre de comparaison, un Boeing 747 rempli, pèse 396 890 kg, ce qui est près de 10 fois supérieur à 45 000 kg. | Oui |

| Classe des mesures de mitigation / gestion au Canada | Mesures de mitigation | Description des mesures | Implantation à l'Aéroport international Pierre-Élliott-Trudeau |
|--|--|---|--|
| Procédures de restriction relevant des gestionnaires de l'aéroport (à moins d'indications contraires) | Restriction de l'utilisation des groupes auxiliaires de puissance | Réduction de l'utilisation des groupes auxiliaires de puissance (génératrices) lorsque l'avion se trouve au sol et que c'est possible. | Oui |
| | Restriction des tests et vérifications des moteurs « engine run-up » | Restriction d'essai des moteurs à régime élevé pour des vérifications ou de l'entretien lors de certaines périodes de la journée. | Oui |
| | Frais de redevance | Les aéroports soumettent aux détenteurs d'avions des frais d'atterrissage pour l'utilisation de leur infrastructure. Il est possible de modifier ces frais de façon à ce que les frais soient plus élevés durant la nuit et la soirée. Des frais de redevance pour le bruit sont appliqués à divers endroits; il existe des taxes pour les décollages. Ces frais sont utilisés pour des programmes de correction du bruit. | Non |
| | Pénalité / Règlement de l'aviation canadien RAC ¹ | Les pénalités consistent à sanctionner par des amendes, les infractions aux mesures d'atténuation (procédures de mitigation, de restriction et de réduction du bruit à la source décrites dans le tableau) du climat sonore. Le montant de ces amendes varie en fonction du nombre d'infractions, du type d'infraction, du nombre de récidives et du responsable (personne morale ou physique). | Oui |
| Planification et gestion des terrains relevant des municipalités ou du gouvernement provincial ou fédéral | Zonage | Le zonage permet de s'assurer qu'aucun bâtiment tels résidence, école, hôpital ne soit construit dans un secteur où le niveau de bruit est trop élevé. Au Canada les courbes NEF sont produites pour informer le public dans le voisinage des aéroports. ³ | Non |
| | Insonorisation | Il est possible d'améliorer l'insonorisation d'un bâtiment se trouvant dans une zone surexposée au bruit. Ce type d'insonorisation commence souvent par l'installation de climatiseurs ou de systèmes de ventilation permettant aux résidents de garder les fenêtres fermées. Des méthodes plus efficaces, mais plus coûteuses, consistent à changer l'isolant des murs et du toit ainsi que le type de fenêtre. | Non |
| | Déclaration obligatoire lors de transactions immobilières | Le principe derrière la déclaration obligatoire lors de transactions immobilières est de dissuader les constructeurs d'ériger de nouveaux édifices dans les zones où les niveaux de bruits sont trop élevés. | Non |

¹ Plusieurs procédures de réduction du bruit à la source, de mitigation et de restriction sont édictées dans le Règlement de l'aviation canadien, RAC (Transports Canada, 2010).

² Ce tableau a été compilé en consultant les sources suivantes : ADM, 2011 ; Boeing 2011 ; UE, 2002a; Van Essen et coll., 2005.

³ Transports Canada, 2005; Transports Canada demande aux aéroports de produire les courbes NEF en vertu des ententes liées à leurs baux.

3.1 Critères pour la gestion des terrains résidentiels situés près des aéroports en lien avec le bruit environnemental

À travers le monde, différents critères sont utilisés pour gérer la gêne causée par le bruit, la perturbation du sommeil et les problèmes de santé associés au bruit, sur les territoires géographiques où vivent des résidents à proximité d'aéroports. Dans le contexte de cet avis, ces critères sont définis comme des « critères de gestion des terrains résidentiels ». La majorité de ces critères sont des estimations de niveaux de bruit à ne pas dépasser. Les critères de gestion des terrains résidentiels utilisés en Allemagne, au Canada, en France, aux États-Unis et suggérés par l'OMS sont décrits ci-après.

3.1.1 Réveils additionnels / Leipzig/Halle

La gêne qui affecte les résidents demeurant à proximité de l'Aéroport de Leipzig/Halle, en Allemagne, est gérée à partir d'un critère basé sur le nombre moyen de réveils engendrés par le trafic aérien qui s'ajoutent aux réveils spontanés par nuit.

Ce critère d'un réveil par nuit additionnel aux réveils spontanés est utilisé par l'Aéroport de Leipzig/Halle dans son programme de protection contre la pollution sonore et des mesures pour réduire l'exposition des résidents ont été mises en place (Leipzig/Halle Airport, 2011). Il se calcule à partir des niveaux maximaux (ou pics) de bruit (L_{ASmax}) modélisés à l'aide des mouvements aériens et d'une fonction de risque reliant les L_{ASmax} aux réveils, Ce critère d'un réveil additionnel par nuit - résultant des travaux de Basner et coll. (2006) - est peu connu et diffère de la majorité des critères qui sont plutôt des niveaux de bruit à ne pas dépasser afin de limiter la nuisance sonore. De plus, ce critère se base uniquement sur les niveaux de bruit la nuit, contrairement aux critères pour limiter la gêne (NEF, Ldn et Lden) qui sont basés sur des mesures prises sur 24 heures.

3.1.2 NEF / Canada

Les courbes NEF (*Noise Exposure Forecast* ou Préviation de l'ambiance sonore) sont des indicateurs de gêne ou de désagrément perçu par la population (Transports Canada, 2006). Les courbes NEF sont calculées à partir d'une équation qui intègre le nombre de vols de nuit et de jour et la perception du bruit. L'importance de la gêne augmente selon la valeur numérique de la prévision NEF. Transports Canada recommande d'instaurer des mesures spécifiques pour mitiger les impacts du bruit aéroportuaire dans les zones situées à l'intérieur de la courbe NEF 25, car des plaintes sporadiques peuvent être formulées et le bruit peut parfois nuire à certaines activités des résidents dans cette zone. Transports Canada suggère qu'aucun projet de construction résidentielle ne soit entrepris dans cette zone sans que des mesures d'isolation acoustique aient été incluses, au besoin, dans la construction des bâtiments, et que les autorités gouvernementales aient autorisé la construction (Transports Canada, 2006). Transports Canada recommande d'interdire la construction de nouvelles résidences dans les zones NEF 30 (Transports Canada, 2006). Les courbes NEF ne sont toutefois que des recommandations et n'ont force de loi que si les autorités municipales ou provinciales qui sont responsables du zonage résidentiel les appliquent dans le cadre de leur réglementation.

3.1.3 Lden/ France

Dans le contexte de ses Plans de gêne sonore, la France utilise les Lden (« *Day-Evening-Night Levels* ») rendus obligatoires par une directive européenne (2002/49/CE), tout en laissant le champ ouvert à d'autres indices pour gérer la gêne sur les terrains résidentiels à proximité des aéroports. Les Plans de gêne sonore incluent l'insonorisation des unités d'habitation, mesure financée par la taxe sur la gêne sonore appliquée à chaque appareil qui décolle et qui tient compte de la période de la journée, de la masse maximale au décollage et de la classification acoustique de l'appareil.

Dans ce cadre, le Lden est un indicateur de niveau de bruit extérieur modélisé à partir des mouvements aériens quotidiens pour une période d'une année. Dans le calcul de cet indicateur, une pondération donne plus d'importance aux bruits survenant le soir (+5 dB(A)) et la nuit (+ 10 dB(A)). Les plans de gêne sonore délimitent les zones dans lesquelles les riverains des 11 plus importants aéroports de France peuvent bénéficier d'une aide à l'insonorisation de leur unité d'habitation. Trois échelles de gêne sont définies à partir des Lden, soit les zones de très forte gêne (zone 1) égales ou supérieures à un Lden de 70 dB(A), de forte gêne (zone 2) avec un Lden entre 65 et 70 dB(A) ou entre 62 et 70 dB(A), selon l'aéroport et de gêne modérée (zone 3) avec un Lden entre 55 et 62 ou 65 dB(A) (ACNUSA, 2012).

3.1.4 Ldn / États-Unis

Les États-Unis utilisent les Ldn (« *Day-Night Levels* ») pour gérer la gêne sur les terrains résidentiels situés à proximité des aéroports. Les Ldn sont, tout comme les Lden, des niveaux de bruit extérieurs modélisés à partir des mouvements aériens. Le calcul des Ldn inclut une pondération accrue pour les événements sonores survenant la nuit, mais pas le soir. Il existe aussi des critères particuliers dans certains états américains (US Government Printing Office, 2012).

La valeur guide de 65 dB(A) est utilisée, car elle constituerait la limite supérieure compatible avec une utilisation résidentielle du territoire, selon la partie 150 du Règlement fédéral sur l'aviation (US Government Printing Office, 2012). Le *Federal Aviation Administration* (FAA, 2002) recommande aussi des actions comme celles décrites au Tableau 1 dans les zones où le bruit aérien est inférieur à 65 dB(A) (Ldn). Par ailleurs, environ 300 millions de dollars seraient dépensés annuellement pour insonoriser les unités d'habitation et acheter des terrains situés près des aéroports dans les zones où les niveaux de bruit des avions ne dépassent pas 65 dB(A) (Ldn) (Waitz et coll., 2007). Un sondage réalisé auprès des gestionnaires de 41 aéroports américains rapporte que 15% ont des programmes dans des zones de 60 dB(A) (Ldn) (Eagan et Gardner, 2009).

3.1.5 55 dB(A) / OMS

L'OMS a publié deux rapports sur le bruit : le premier, en 1999, présente les lignes directrices sur le bruit environnemental (pas spécifique aux aéroports). Dans ce rapport, l'OMS propose que les niveaux de bruit environnemental moyen ne dépassent pas 55 dB(A) ($L_{\text{jour},16\text{h}}$) le jour et le soir dans les secteurs résidentiels. Cette valeur de 55 dB(A) est considérée comme intérimaire puisqu'elle correspond tout de même à une gêne importante, une gêne modérée étant observée à partir de niveaux journaliers de 50 dB(A). En 2009, l'OMS a publié des lignes directrices pour le bruit environnemental de nuit. L'OMS propose comme critère intérimaire l'utilisation d'une valeur de L_{nuit} , soit des niveaux de bruit nocturnes extérieurs inférieurs à 55 dB(A). Ce critère intérimaire n'est pas basé sur des effets sur la santé mais

plutôt sur la faisabilité. L'OMS propose 40 dB(A) comme cible idéale à atteindre puisque des effets néfastes pour la santé se manifestent à des niveaux L_{nuit} aussi bas que 40 dB(A).

4. ÉVALUATION DE LA SITUATION MONTRÉLAISE SELON DIVERS CRITÈRES

Dans cette section, des zones situées autour de l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau de Montréal susceptibles d'être affectées par le bruit ont été délimitées en utilisant les différents critères présentés précédemment. Les méthodes utilisées pour localiser ces zones sont détaillées en annexe.

4.1 Réveils additionnels

Le calcul du nombre moyen de réveils additionnels aux réveils spontanés s'effectue en deux étapes. Premièrement, l'exposition de la population aux niveaux maximaux (ou pics) de bruit (L_{ASmax}) associés aux mouvements aériens, - une mesure de bruit étroitement associée aux réveils nocturnes - a été modélisée à partir de données sur les mouvements aériens de 2009. Ensuite, le nombre moyen de réveils additionnels aux réveils spontanés par nuit associé au bruit engendré par le trafic aérien nocturne a été estimé à l'aide d'une équation (fonction de risque). Cette équation établit la relation entre le niveau de bruit maximal (L_{ASmax}) du passage d'un aéronef et la probabilité de réveils additionnels aux réveils spontanés (voir en Annexe la méthodologie utilisée).

La **Figure 1** présente une carte du nombre moyen de réveils additionnels aux réveils spontanés par nuit estimé pour l'année 2009, dans une zone centrée sur l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau. La carte illustre les divisions géographiques des arrondissements, de même que l'emplacement des bâtiments résidentiels basés sur le Rôle d'évaluation foncière de la Ville de Montréal de 2011. Selon ce critère, les résidents de 258 unités d'habitation situées au sud de l'aéroport dans la Cité de Dorval seraient exposés à des niveaux de bruit occasionnant, en moyenne, un réveil additionnel par nuit ou plus (environ 3 % de la population de Dorval). La **Figure 1** présente aussi, en plus de la zone d'un réveil additionnel aux réveils spontanés par nuit, le gradient du nombre de réveils additionnels, qui diminue en s'éloignant des pistes, pour donner une idée de la dispersion du risque à travers le territoire montréalais.

4.2 NEF

La **Figure 1** présente également les courbes « préliminaires » NEF 25 et NEF 30 de l'année 2009 tirées du site internet de Boeing (Boeing, 2012). En l'absence des données nécessaires pour le calcul de ces courbes, elles ont été reproduites à l'aide du système d'information géographique ArcGIS 9.3 par superposition d'images.

En utilisant le fichier géographique du rôle foncier de Montréal pour l'année 2011, il est estimé qu'environ 480 unités d'habitation de la Cité de Dorval, situées au sud de l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau, seraient dans la zone NEF 30. Ces 480 unités d'habitation incluent la grande majorité des 258 unités d'habitation (soit 223 unités d'habitation) où les résidents auraient en moyenne, un réveil additionnel par nuit, selon le critère de Leipzig-Halle. En utilisant toujours la superposition d'images, 4 660 unités d'habitation se trouvent dans la zone NEF 25. Les recommandations émises à la fin de ce

rapport concernant le bruit aéroportuaire sont basées sur les courbes NEF, qui sont les critères en vigueur au Canada.

4.3 Lden et Ldn

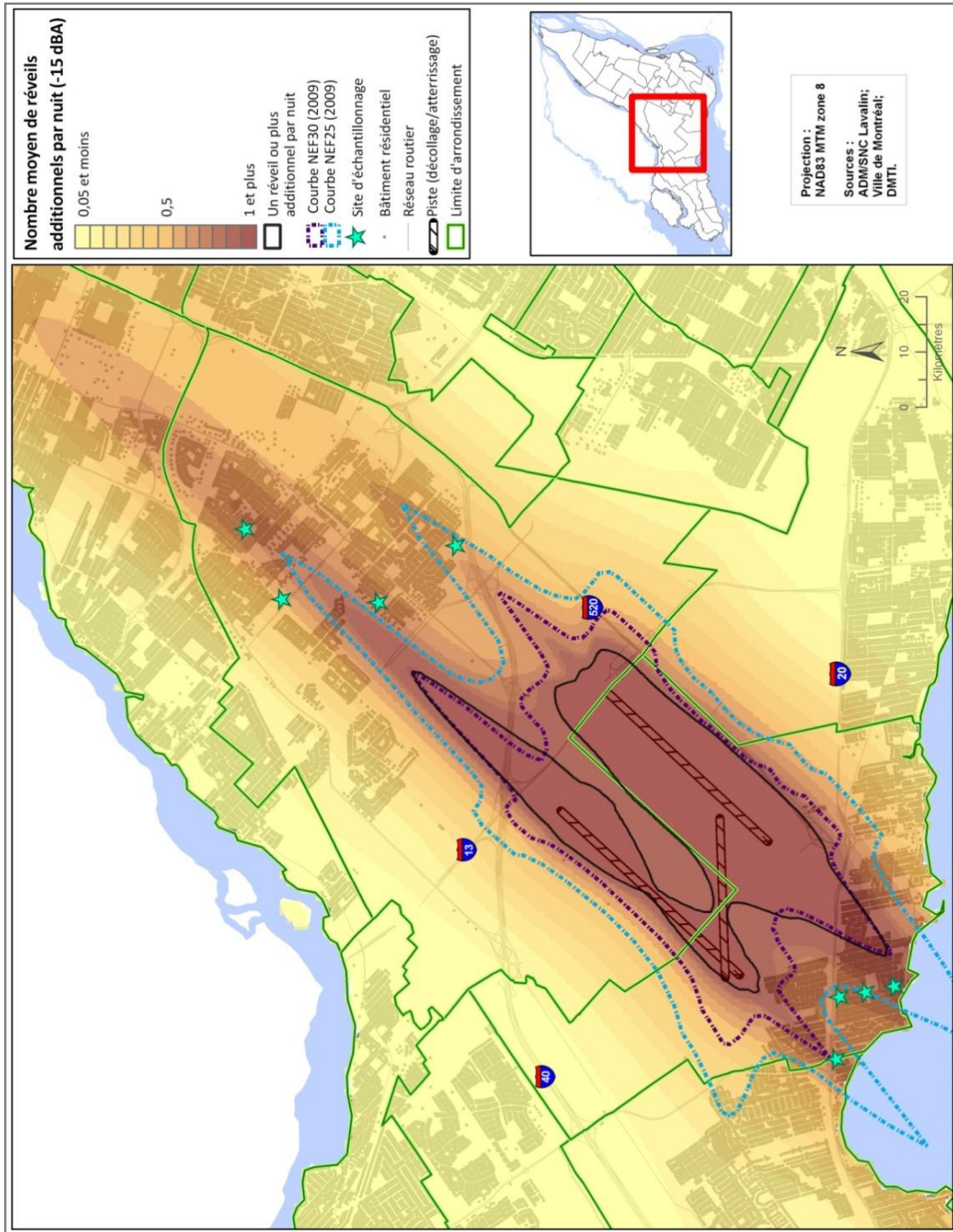
Le calcul des Lden et des Ldn a été réalisé à partir des L_{ASmax} . Normalement, les Ldn et les Lden sont calculés à partir de SEL (« Sound Exposure Levels »). Pour les fins de cet avis, des approximations de SEL ont été réalisées à partir des L_{ASmax} estimés à partir des données sur les mouvements aériens de l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau de Montréal de 2009 (voir Annexe). Les Lden et les Ldn sont donc calculés uniquement avec le bruit du trafic aérien.

Les **Figures 2 et 3** présentent les contours établis selon les critères français Lden et américain Ldn. En utilisant le critère américain Ldn, aucune unité d'habitation n'est située dans la zone de 65 dB(A) ou plus. Par contre, en utilisant les critères français Lden, environ 25 029 unités d'habitation situées dans l'ouest de l'île de Montréal, dont 16 862 dans l'arrondissement Saint-Laurent, se situeraient dans la zone 3, définie comme une zone de gêne modérée avec des variations de Lden de 55 à 65 dB(A). Par ailleurs, aucune résidence ne serait située dans la zone 1 à très forte gêne où le Lden est supérieur à 70 dB(A), ni dans la zone 2, à forte gêne, où le Lden varie entre 65 et 70 dB(A).

4.4 OMS

Il n'a pas été possible d'obtenir des mesures de bruit pour chaque unité d'habitation située autour de l'aéroport. Par contre, dans le cadre d'une autre étude, les niveaux de bruit (dB(A)) provenant de plusieurs sources (ex. trafic aérien, routier) ont été recueillis à intervalle de deux minutes sur 87 sites d'échantillonnage dispersés sur l'ensemble de l'île de Montréal entre le 11 et le 24 août 2010. Parmi ces sites, huit étaient situés près de l'aéroport. La localisation des sites est présentée à la **Figure 1**. Sur ces sites, les niveaux $L_{jour,16h}$ et les L_{nuit} des bruits provenant de plusieurs sources dépassaient 55 dB(A) et atteignaient même près de 65 dB(A) - à l'exception d'un site, où les niveaux L_{nuit} mesurés étaient de 54 dB(A) pendant la nuit. Les niveaux de bruit pendant la journée ($L_{jour,16h}$) variaient de 61 à 71 dB(A). Il faut préciser que l'effet de surface – réflexion des ondes sonores par les surfaces proches du microphone de mesure de niveaux de bruit - n'a pas été considéré et que des tests en laboratoire, de même que la norme ISO-1996-2 qui porte entre autres sur la mesure du bruit, suggèrent que les mesures devraient être réduites de 3 à 6 dB(A) pour tenir compte de l'effet de surface. En réduisant de 5 dB(A) pour tenir compte de cet effet, les mesures aux huit sites près de l'aéroport dépassaient 55 dB(A) le jour et la moitié dépassaient cette valeur la nuit. De plus, les mesures effectuées aux huit sites avec les 79 autres, ont été utilisées pour développer un modèle de régression (avec les sources de bruit comme le trafic routier et le trafic aérien) sur l'île de Montréal. Le modèle développé avec les mesures aux 87 sites a ensuite été appliqué pour estimer les niveaux de bruit sur l'ensemble de l'île de Montréal. Cette modélisation préliminaire suggère que les niveaux de bruit sur l'île de Montréal sont surtout élevés près de l'aéroport et le long des axes routiers importants (voir cartes présentant les $L_{jour,16h}$ et les L_{nuit} aux 87 sites de mesure servant au développement du modèle à l'annexe 2). Mentionnons aussi qu'une récente étude effectuée à Montréal conclut que les voies ferroviaires et les axes routiers sont des contributeurs importants aux niveaux de bruit environnemental près de l'aéroport (Dale et collègues, 2014).

Figure 1. Nombre moyen de réveils additionnels aux réveils spontanés par nuit en lien avec le bruit engendré par les mouvements aériens à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau entre 23 h et 7 h en 2009 (selon la méthode de Basner et coll., 2006)*



* Les zones NEF 25 et NEF 30, de même que les huit sites d'échantillonnage (étoiles) sont aussi indiqués sur cette carte. Le contour noir près des pistes illustre la zone où la population serait susceptible de subir un réveil ou plus par nuit.

Figure 2. Lden (« Day-Evening-Night Levels ») associés aux mouvements aériens de 2009 à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau*

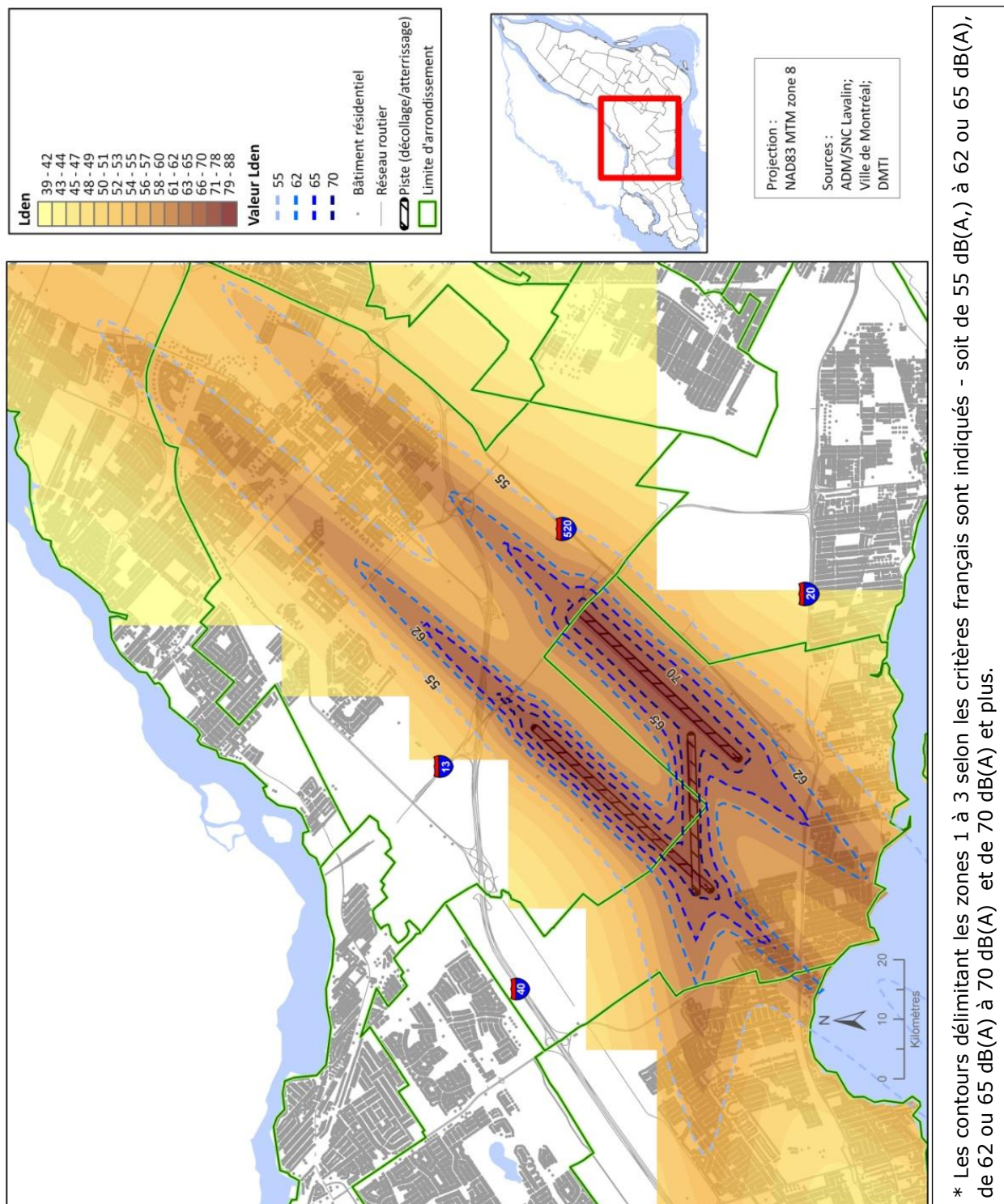
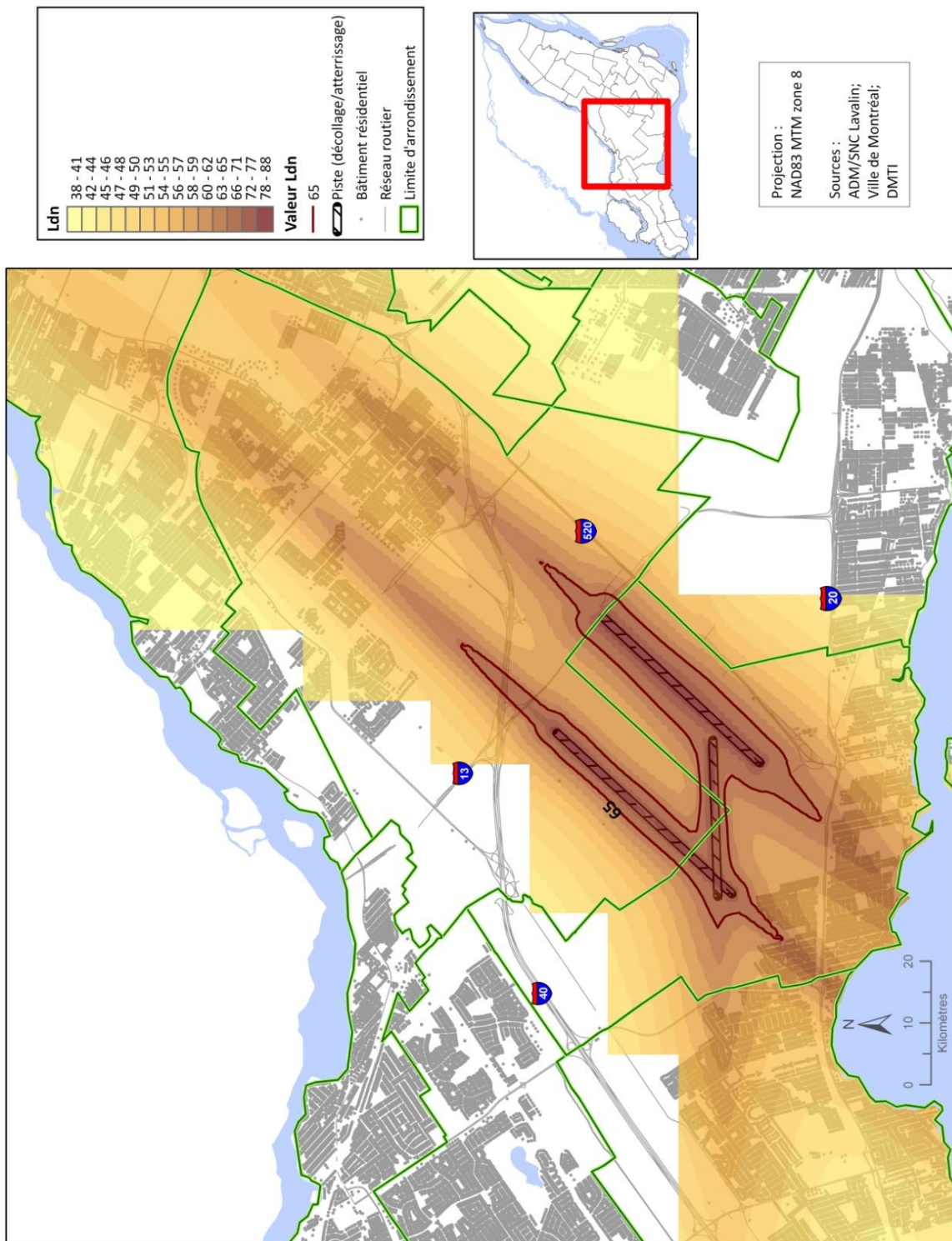


Figure 3. Ldn (« Day-Night Levels ») associés aux mouvements aériens de 2009 à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau*



* Le contour délimitant la zone compatible avec une utilisation résidentielle du territoire selon la réglementation américaine de 65 dB(A) et moins est présenté.

5. DISCUSSION

À la lumière des résultats présentés dans le présent avis, basés sur les données de 2009 des mouvements aériens, les résidents d'un secteur de Dorval situé au sud de l'aéroport subiraient tant de la gêne que des perturbations du sommeil en raison des niveaux de bruit engendré par le trafic aérien qui dépassent divers critères. De plus, la modélisation préliminaire effectuée par la DSP des niveaux de bruit provenant de plusieurs sources sur l'île de Montréal ainsi que les résultats d'autres études réalisées à Montréal (Dale et coll., 2014), suggèrent que les niveaux de bruit sont élevés surtout près de l'Aéroport et le long des axes routiers importants et des voies ferroviaires.

Selon les estimations basées uniquement sur les mouvements aériens, 480 unités d'habitation de la Cité de Dorval sont situées dans la zone NEF 30, zone où Transports Canada ne recommande pas de construction résidentielle. Ces 480 unités d'habitation incluent 223 des 258 unités d'habitation où les résidents auraient, en moyenne, un réveil additionnel par nuit, selon le critère utilisé à Leipzig-Halle. Malgré que l'utilisation du critère de Leipzig/Halle ne fasse pas l'unanimité au Canada, les secteurs problématiques définis selon ce critère concordent très bien avec ceux identifiés en utilisant le critère canadien NEF 30.

En se basant toujours sur les données des mouvements aériens de 2009, aucune unité d'habitation autour de l'Aéroport International Pierre-Elliott-Trudeau n'est située dans une zone où le critère américain Ldn de 65 dB(A) est dépassé. La situation est la même en utilisant les critères français de Lden de plus de 65 dB(A) pour les zones de très forte et de forte gêne. Toutefois, 25 029 unités d'habitation se trouvent dans la zone de gêne modérée où les Lden se situent entre 55 et 65 dB(A), telle que définie par les critères français. En France, les autorités offrent des mesures de soutien financier pour l'insonorisation des unités d'habitation aux résidents qui habitent cette zone.

La zone délimitée par la courbe NEF 25 (critère canadien de gestion de la gêne associée au bruit) engloberait 4 660 unités d'habitation, soit moins que les 25 029 unités identifiées en utilisant le critère français de gêne modérée, mais beaucoup plus qu'en utilisant le critère NEF 30 qui touche 480 unités d'habitation. Rappelons que Transports Canada recommande que tout projet de construction résidentielle entrepris à l'intérieur de la zone NEF 25 soit réalisé avec l'inclusion, au besoin, de mesures d'isolation acoustique dans la construction des bâtiments.

Nous avons comparé la situation autour de l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau à celle qui existe à l'aéroport de Leipzig-Halle. À cet endroit, il a été estimé que le tiers de la population habitant à proximité de l'aéroport subirait un réveil additionnel par nuit, et moins de 10 %, jusqu'à trois (Leipzig/Halle Airport, 2011). La différence importante observée entre la situation montréalaise (moins de 3 % de la population de Dorval serait touchée) et celle de Leipzig-Halle pourrait s'expliquer par le fait que plus de 40 % des vols de l'aéroport allemand surviendraient la nuit (Basner et coll., 2006) alors qu'à Montréal, environ 9 % des vols surviennent la nuit.

Afin d'estimer les risques associés au bruit provenant de plusieurs sources, incluant le bruit associé aux mouvements aériens, nous rapportons aussi des mesures de L_{nuit} et $L_{\text{jour,16 h}}$ à huit sites d'échantillonnage situés près de l'aéroport. Aucun de ces sites n'était dans la zone NEF 30, la majorité étant dans la zone

NEF 25 ou la joutant. Les niveaux $L_{\text{jour},16\text{ h}}$ à tous ces sites dépassaient les recommandations de l'OMS de 55 dB(A) et ce, même en soustrayant 5 dB(A) pour l'effet de surface. Dans ce contexte, il serait intéressant d'effectuer une modélisation du bruit provenant de toutes sources afin de mieux documenter leur contribution respective au niveau de bruit global autour de l'aéroport et ailleurs sur l'île de Montréal. Cette modélisation permettrait à la Ville de Montréal et aux autres municipalités de l'île de Montréal de se doter de cartes de bruit et d'élaborer des plans de gestion du bruit, comme en Europe.

Plusieurs limites sont associées à l'approche utilisée dans cet avis. Par exemple, les critères basés sur les Lden et les Ldn ont été développés en fonction de la gêne associée au bruit dans une communauté à partir de l'agrégation des résultats de plusieurs études. La relation qui existe entre les niveaux de bruit et la gêne - et qui est à la base de ces critères - s'applique à une communauté générique. Or les effets du bruit sur une communauté peuvent varier dans le temps et en fonction des caractéristiques de la communauté. Ainsi, la gêne associée au bruit pourrait être surestimée ou sous-estimée chez les gens vivant autour de l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau. Il est aussi important de souligner que certaines personnes sont plus sensibles au bruit, ces dernières pourraient être gênées ou se faire réveiller la nuit par le bruit engendré par le trafic aérien, même si elles demeurent dans des zones non considérées à risque.

Lors de l'analyse effectuée pour produire le présent avis, seul l'accès aux données des mouvements aériens était possible, et ce, pour l'année 2009. Les SEL (sound exposure levels) nécessaires au calcul des Ldn et Lden ont été estimés à partir des L_{ASmax} , ce qui augmente le niveau d'imprécision des estimations des critères. De plus, le nombre de mouvements aériens de 2009 était environ 5 % inférieur à celui de 2008 (ADM, 2010), ce qui augmente aussi le niveau d'incertitude pour l'évaluation des risques associés à la situation actuelle dans les quartiers résidentiels situés autour de l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau. À noter que les mouvements aériens ont augmenté au cours des dernières années (ADM, 2011).

Bien que la modélisation du bruit émis soit préconisée pour le calcul des critères utilisés (entre autres, Ldn et Lden), il serait souhaitable de pouvoir valider les L_{ASmax} qui ont été modélisés à l'aide de mesures réelles. Les mesures prises en continu par le système de mesure du bruit d'ADM pourraient être utiles pour valider les estimations obtenues.

Des mesures de gestion du bruit sont déjà en place à Montréal pour limiter la gêne et la perturbation du sommeil associées aux mouvements aériens. Certaines mesures, comme celles qui visent à moderniser la flotte d'aéronefs, seraient d'ailleurs d'une certaine efficacité. En effet, selon un rapport de la Commission des communautés européennes (CCE, 2008), la valeur de 55 dB(A) (Lden) délimitant la courbe d'exposition au bruit serait réduite de 4,5 à 6,5 % avec le remplacement des aéronefs relevant du chapitre 3 par des aéronefs relevant du chapitre 4 (donc moins bruyants, voir lexique). Toutefois certaines mesures comme des couvre-feux pour tout déplacement aérien, imposées par certains aéroports à travers le monde, ne sont pas implantées à Montréal.

Puisque les sources de bruit sont diverses, les mesures de gestion du bruit relèvent de plusieurs juridictions. Au Québec, les municipalités n'ont pas le pouvoir de réglementer les mouvements des aéronefs survolant leur territoire. Par contre, la Loi sur les cités et villes et le Code municipal du Québec leur donnent le pouvoir de fixer et de faire appliquer des normes sonores sur leurs territoires respectifs. Ainsi, elles peuvent déterminer les règles de zonage afin de limiter l'exposition des citoyens à des

niveaux de bruit élevés, en utilisant, par exemple, les courbes NEF (tel que suggéré par Transports Canada).

Le Règlement sur le bruit (B-3) de la Ville de Montréal propose un cadre normatif pour la gestion du bruit tout en laissant aux arrondissements la détermination des spécificités. Ce pouvoir entraîne de grandes disparités entre les différents arrondissements de la Ville. Ces derniers définissent, par ordonnance le niveau de bruit ne pouvant être dépassé ainsi que le protocole à suivre pour le mesurer (type d'instrument à utiliser, emplacement, conditions climatiques, etc.). Les arrondissements peuvent également établir la forme et la modalité des avis qui seront donnés ainsi que les circonstances pouvant être sujettes à exemption.

Le règlement numéro 1140 sur les nuisances de l'arrondissement Saint-Laurent, précise les niveaux sonores à respecter. Ce règlement prévoit que le niveau maximal de bruit à l'intérieur des bâtiments résidentiels et institutionnels soit déterminé en fonction de la période de la journée (jour ou nuit), de l'utilisation du logement et de la pièce : par exemple, le niveau de 40 dB(A) représente le niveau maximal permis entre 21h et 7h dans la chambre à coucher d'une résidence.

Par ailleurs, le règlement (RCA08-08-0003) du même arrondissement exige le respect de certaines normes de construction pour les bâtiments qui se trouvent à l'intérieur de secteurs qui correspondraient à la zone NEF 25. Ainsi, une demande de permis de construction ou de certificat d'autorisation qui vise une construction, un agrandissement ou une transformation d'un bâtiment ou d'une partie d'un bâtiment à vocation résidentielle dans ces secteurs oblige le requérant à fournir une expertise qui démontre que la conception du bâtiment répond aux normes prévues au Règlement sur le zonage.

Certaines villes liées de l'île de Montréal possèdent leur propre réglementation sur le bruit, comme la Cité de Dorval qui est adjacente à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau. Le règlement concernant les nuisances (RCM-20-2007) de la Cité de Dorval encadre la gêne occasionnée par le bruit. Ce règlement comporte une section concernant le bruit dans les lieux habités et une seconde sur les véhicules motorisés. Dans les lieux habités, il est interdit d'émettre du bruit pouvant incommoder le voisinage. Un bruit est qualifié de perturbateur si son niveau sonore excède de 5 dB(A) le niveau sonore ambiant. Les bruits émis par la circulation routière, ferroviaire ou aérienne ne sont pas considérés comme des bruits perturbateurs. Il est important ici de distinguer circulation routière et véhicule à moteur. En effet, un véhicule peut enfreindre la réglementation en émettant un niveau sonore trop élevé, mais le bruit généré par le cumul de véhicules (ex. : boulevard) n'est pas considéré comme un bruit perturbateur. La municipalité de Dorval n'a pas dans son règlement de zonage (1391-A) de disposition propre à la gestion des terrains situés à proximité de l'aéroport.

Le Plan d'urbanisme adopté par la Ville de Montréal en 2004 suggère l'élaboration et la mise en œuvre d'une Politique d'atténuation du bruit provenant de sources mobiles en milieu urbain. Le Plan propose aussi la création d'un comité de concertation regroupant Transports Québec et les différentes sociétés et entreprises de transport de marchandises, notamment le Canadien Pacifique et le Canadien National, l'Administration portuaire de Montréal et Aéroports de Montréal, pour limiter la gêne associée au bruit dans les milieux de vie résidentiels.

Nous constatons actuellement l'absence d'harmonisation des différentes réglementations et critères de gestion du bruit environnemental à l'échelle de l'île de Montréal. Un effort d'harmonisation via une politique régionale de lutte au bruit serait souhaitable en prenant comme exemple l'Europe.

À cet effet, nous pourrions prendre comme exemple la Directive de l'Union Européenne (UE) de 2002 relative à l'évaluation et à la gestion de bruit dans l'environnement qui a défini de nouveaux outils et renforcé les outils existants pour lutter contre le bruit dans les villes européennes. Cette directive requiert aussi la réalisation de plans d'action qui définissent les zones de dépassement des limites réglementaires ainsi que la prévision des mesures de réduction de l'exposition des citoyens au bruit. Ces mesures comprennent la diminution du bruit provenant de sources fixes ou mobiles, la limitation de la propagation du bruit par des barrières acoustiques et la protection (l'isolation) acoustique des immeubles occupés et des espaces ouverts à usage privé ou collectif.

Depuis, plusieurs villes de l'UE, dont Paris, Bruxelles et Londres, ont réalisé ou mis à jour leurs plans d'action contre le bruit excessif en fonction de cette directive. Ces plans comprennent, entre autres, la réalisation de cartes stratégiques du bruit à partir des indicateurs L_{nuit} et L_{den} . De plus, on recommande aussi l'utilisation des L_{ASmax} pour la protection en période nocturne dans le cas de pics de bruit élevés. Les plans de ces villes touchent le bruit engendré par le transport routier, ferroviaire et aérien, le bruit relié aux chantiers de construction et aux installations municipales, le bruit relié aux sources fixes telles que les bars, les salles de spectacles, le voisinage et le bruit relié à la voie publique. Ces villes visent aussi à préserver des « zones calmes » à l'intérieur de leur enceinte et elles abordent la réduction du bruit par différents moyens (ex. : réglementaires, incitatifs et économiques) tout en impliquant les partenaires et en informant et en encourageant la participation du public au processus de décision.

6. CONCLUSION

Selon la littérature scientifique, le bruit environnemental généré notamment par les mouvements aériens et routiers est associé à la gêne et à la perturbation du sommeil. Plusieurs mesures de gestion du bruit lié aux mouvements aériens sont déjà en place à Montréal, mais les résultats présentés dans cet avis démontrent que d'autres mesures sont nécessaires. Certaines de ces mesures relèvent des autorités de l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau alors que d'autres, telles le zonage et l'exigence de mesures d'insonorisation pour de nouvelles constructions, relèvent des autorités gouvernementales. De plus, sur l'île de Montréal, selon une modélisation préliminaire ainsi que les résultats d'autres études, les niveaux de bruit sont élevés surtout près de l'Aéroport et le long des axes routiers importants et des voies ferroviaires. Des mesures devraient aussi être mises en place pour limiter l'exposition au bruit associé à la circulation routière.

Les recommandations présentées dans la section suivante visent deux objectifs :

- Diminuer les impacts sanitaires associés au bruit engendré par le trafic aérien à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau;
- Instaurer des mesures de prévention pour diminuer l'exposition des citoyens résidant sur l'île de Montréal au bruit provenant de sources mobiles (aéroportuaire, ferroviaire et routière).

RECOMMANDATIONS

- 1) Poursuivre les efforts visant à réduire le bruit engendré par le trafic aérien en continuant à développer et à mettre en place des moyens techniques (conception des avions, développement des moteurs, techniques d'atterrissage, etc.) pour réduire le bruit engendré par le trafic aérien à proximité de l'Aéroport.

Responsables : Transports Canada, ADM et compagnies aériennes

- 2) Réduire l'exposition des citoyens au bruit engendré par le trafic aérien en mettant en application les recommandations de Transports Canada basées sur les courbes NEF qui sont des indicateurs de gêne associée au bruit aéroportuaire :

- Pour les **nouvelles constructions situées à l'intérieur de la courbe NEF 25** : « *il est suggéré qu'aucun projet de construction résidentielle ne soit entrepris tant que les autorités responsables ne sont pas satisfaites que des caractéristiques d'isolation acoustiques ont été incluses, au besoins, dans la construction des bâtiments (sic)* » (Source : Transports Canada)

Responsables : Autorités municipales des arrondissements et villes liées

- Pour les **terrains situés à l'intérieur de la zone NEF 30** : « *de nouvelles constructions ou aménagements résidentiels ne devraient pas être entrepris* » (Source : Transports Canada)

Responsables : Autorités municipales des arrondissements et villes liées

- 3) Rendre publiques toutes les données sur les mouvements aériens ainsi que les données en temps réel des niveaux de bruit mesurés à l'aide de sonomètres placés par ADM autour de l'Aéroport.

Responsables: ADM, Transports Canada

- 4) Définir à l'échelle de l'agglomération montréalaise une politique régionale de lutte au bruit provenant de sources mobiles prévoyant notamment la réalisation de cartes de bruit, les critères de niveau de bruit souhaités et à ne pas dépasser, les mesures de réduction de l'exposition des citoyens au bruit dont notamment la limitation de la propagation du bruit par des barrières acoustiques, l'isolation acoustique des immeubles occupés, le zonage urbain et une réglementation type à être adaptée par les arrondissements et les villes liées. La DSP de l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal offre sa collaboration pour élaborer cette politique.

Responsable : Ville de Montréal en collaboration avec les villes liées de l'agglomération de Montréal

- 5) Mettre en application l'action 18.1 du Plan d'urbanisme de la Ville de Montréal (Novembre 2004) qui prévoit, entre autres, la mise en place d'un « *comité de concertation avec le ministère des Transports du Québec ainsi qu'avec les différentes sociétés et entreprises de transport de marchandises, notamment le Canadien Pacifique et le Canadien National, la Société du port de Montréal et Aéroports de Montréal, pour limiter les nuisances sonores dans les milieux de vie résidentiels* ».

Responsable : Ville de Montréal en collaboration avec les villes liées de l'agglomération de Montréal

- 6) Poursuivre les études initiées par la DSP de Montréal consistant à caractériser l'impact du bruit environnemental provenant de sources mobiles sur la santé des montréalais

Responsable : DSP de Montréal en collaboration avec les partenaires universitaires et l'Institut national de santé publique du Québec

RÉFÉRENCES

- ACNUSA, Autorité de contrôle des gênes aéroportuaires. *Aide à l'insonorisation*. Disponible à : www.acnusa.fr/index.php/fr/le-saviez-vous/aide-a-l-insonorisation/55 (Consulté le 4 novembre 2012).
- ADM, Aéroports de Montréal. *Climat sonore*. Disponible à : <http://www.admtl.com/APropos/Accueil.aspx> (Consulté le 10 janvier 2011).
- ADM, Aéroports de Montréal. Rapport annuel 2009, Montréal, 2010, 74p.
- ADM, Aéroports de Montréal. Rapport annuel 2011, Montréal, 2012, 50p.
- Babisch W., van Kamp I. "Exposure-response relationship of the association between aircraft noise and the risk of hypertension". *Noise Health* 2009;11:161-8.
- Basner M., Samel A., Isermann U. "Aircraft noise effects on sleep: Application of the results of a large polysomnographic field study". *J Acoust Soc Am* 2006;119: 2772–84.
- Boeing. *Airport noise and emissions regulation*. Disponible à : <http://www.boeing.com/commercial/noise/> (Consulté le 4 novembre 2012).
- Burrows J., Craig B. L'isolement acoustique dans les collectifs d'habitation à ossature de bois. Société canadienne d'hypothèque et de logement, 2005. Disponible à <http://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/prin/coco/toenha/peinar/upload/L-isolement-FR.pdf> (Consulté le 6 mars 2013)
- Cappuccio F.P., Taggart F.M., Kandala N.B., Currie A., Peile E., Stranges S., Miller M.A. Meta-analysis of short sleep duration and obesity in children and adults. *Sleep* 2008;31:619-26.
- Commission des communautés européennes (CCE).2008. Rapport de la commission au conseil et au parlement européen. Restriction d'exploitation pour raison de bruit dans les aéroports de l'UE. Rapport sur l'application de la directive 2002/30/CE. Bruxelles.
- Conférence de l'aviation civile. Rapport sur la méthode normalisée de calcul des courbes de niveau de bruit autour des aéroports civils. Volume 1L Guide des applications. ECAC.CEAC Doc 29, 2005.
- Gangwisch J.E., Heymsfield S.B., Boden-Albala B., Buijs R.M., Kreier F., Pickering T.G., Rundle AG, Zammit G.K., Malaspina D. Short sleep duration as a risk factor for hypertension: analyses of the first national health and nutrition examination survey. *Hypertension* 2006;47:833-9.
- Dale L.M, Debia M.,Mudaheranwa O.C., Plante C., Smargiassi A. An exploration of Transportation Source Contribution to Noise Levels Near an Airport. *Environment and Pollution* 2014, 3(1) 1-6.
- Eagan M.E., Gardner R. Compilation of noise programs in areas outside Ldn 65, 2009, Airport Cooperative Research Program Synthe-sis 16, Transportation Research Board, Washington,
- Europa, European Commission Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance. 2002.
http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/noise_expert_network.pdf
- Federal Aviation Administration. Land use compatibility and airports.http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/noise_emissions/planning_toolkit/media/III.B.pdfICAO, OACI, *Organisation de l'aviation civile internationale. Approche équilibrée de la gestion du bruit des aéronefs*. Disponible à : http://www.icao.int/environmental-protection/Pages/FR/noise_FR.aspx (consulté le 10 février 2013)

- Federal Aviation Administration (FAA). 2002. Evaluation of noise set aside portion of the airport improvement program. Disponible à : www.faa.gov/airports. Consulté le 5 mars 2013.
- Fields J.M., de Jong R., Brown A.L., Flindell I.H., Gjestland T., Job R.F.S., Kurrig S., Lercher P., Schuemer-Kohrsi A., Vallet M., Yanok T. Guidelines for reporting core information from community noise reaction surveys. *Journal of Sound and Vibration*, 1997, 206:685–695.
- Fields J.M., De Jong R.G., Gjestland T., et al. Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: research and recommendation. *Journal of Sound and Vibration*, 2001, 242:641–679.
- Leipzig/Halle Airport. Current noise pollution protection programme. Disponible à : http://www.leipzig-halle-airport.de/en/index/unternehmen_flughafen/umweltschutz/aktuelles_Schallschutzprogramm.html (Consulté le 10 janvier 2011).
- Ndrepepa A, Twardella D. “Relationship between noise annoyance from road traffic noise and cardiovascular diseases: a meta-analysis”. *Noise Health* 2011;13(52); 251-9.
- New York. 2010. Strategies to reduce sound levels related to airports. A report under New York city administrative code section 24-205. Disponible à : <http://www.nyc.gov/html/dep/html/noise/index.shtml> (Consulté le 6 mars 2013),
- Öhrström E., Skånberg A., Svensson H., Gidlöf-Gunnarsson A. Effects of road traffic noise and the benefit of access to quietness. *Journal of Sound and Vibration*, 2006, 295:40–59.
- Öhrström E. Longitudinal surveys on effects of changes in road traffic noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 2004, 122:719–729.
- OMS, Organisation mondiale de la Santé. Burden of disease from environmental noise-Quantification of healthy life years lost in Europe, Copenhagen, 2011, 106p
- OMS, Organisation mondiale de la Santé. Global burden of disease 2004 update : disability weights for disease and conditions. Disponible à : http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/daly_disability_weight/en/index.html (consulté le 10 janvier 2011a).
- OMS, Organisation mondiale de la Santé. Noise night guidelines for Europe, Copenhagen, 2009, 162p.
- OMS, Organisation mondiale de la Santé. Guidelines for community noise, Genève, 1999, 141 p.
- Patel S.R., Hu F.B. Short sleep duration and weight gain: a systematic review. *Obesity (Silver Spring)* 2008;16:643-53.
- Perron S., Tétreault L.F., King N., Plante C., Smargiassi A.. “[Review of the effect of aircraft noise on sleep disturbance in adults](#)”. *Noise Health* 2012;14(57):58-67.
- Sørensen M, Hvidberg M, Andersen ZJ, Nordsborg RB, Lillelund KG, Jakobsen J, Tjønneland A, Overvad K, Raaschou-Nielsen O. Road traffic noise and stroke: a prospective cohort study. *Eur Heart J* 2011;32(6);737-44.
- Tasali E., Leproult R., Ehrmann D.A., Van Cauter E. Slow-wave sleep and the risk of type 2 diabetes in humans. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2008;105:1044-9.
- Transports Canada. Règlement de l’aviation canadien, Gouvernement du Canada, Ottawa, 2010, 850p.
- Transports Canada. TP 1247 - Aviation - Utilisation des terrains au voisinage des aéroports, Gouvernement du Canada, Ottawa, 2006. Disponible à : <http://www.tc.gc.ca/fra/aviationcivile/publications/tp1247-menu-1418.htm> (Consulté le 4 novembre 2012)

- UE, Union européenne. *Directive 2002/30/CE*, Journal officiel des Communautés européennes 2002:L85;40-46.
- UE, Union européenne. *Environmental Noise Directives (END)*, Journal officiel des Communautés européennes 2002a:L189;12-25.
- US Government printing office. Electronic Code of Federal Regulations (e-CFR). Part 150 – Airport noise compatibility planning. <http://www.ecfr.gov> (Consulté le 4 novembre 2012).
- Van Essen H, Boon B, Mitchell S, Yates D, Greenwood D, Porter D. *Sound noise limits*, Commission Européenne, 2005, 101p.
- Waitz, I., R.J. Bernhard, and C.E. Hanson. 2007. Challenges and promises in mitigating transportation noise. *The Bridge* 37(3):25–32.

ANNEXE 1

Estimation de l'exposition aux niveaux sonores L_{ASmax} générés par les aéronefs

La DSP a demandé à SNC-Lavalin (SNCL) d'estimer les niveaux maxima de bruit (L_{ASmax}) associés à chacun des mouvements aériens de 2009 à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau¹, pour une grille de points couvrant plus de 10 km autour du périmètre de l'aéroport. En effet, la modélisation des L_{ASmax} a été effectuée pour une grille de points de 28 x 28 km, centrée sur le centre de l'aéroport, avec un pas de grille de 100 mètres. Les données des mouvements aériens pour l'année 2009 ont été achetées par la DSP à NavCanada.

Le **Tableau 1** suivant présente une synthèse de la flotte d'aéronefs de 2009 à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau et la **Figure 1** présente la distribution des mouvements au cours des heures de la nuit (23 h à 7 h). La méthode qui a été utilisée par SNCL est brièvement décrite ici.

Tableau 1. Composition de la flotte d'aéronefs à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau en 2009

| Aéronef | Arrivées | | | Départs | | | Total |
|--|---------------|--------------|----------------|---------------|--------------|----------------|----------------|
| | Jour | Nuit | Total | Jour | Nuit | Total | |
| Hélicoptère monomoteur | 1 032 | 9 | 1 041 | 975 | 14 | 989 | 2 030 |
| Hélicoptère bimoteur | 309 | 5 | 314 | 294 | 4 | 298 | 612 |
| Monomoteur jet chapitre 3 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 2 |
| Bimoteur jet non certifié | 18 | | 18 | 19 | | 19 | 37 |
| Bimoteur jet chapitre 2 et HK ⁽¹⁾ | 565 | 16 | 581 | 577 | 3 | 580 | 1 161 |
| Bimoteur jet chapitre 3 | 61 892 | 6 731 | 68 623 | 62 666 | 5 925 | 68 591 | 137 214 |
| Trimoteur jet chapitre 2 et HK ⁽¹⁾ | 183 | 1 | 184 | 182 | 2 | 184 | 368 |
| Trimoteur jet chapitre 3 | 733 | 53 | 786 | 756 | 27 | 783 | 1 569 |
| Quadrimoteur jet chapitre 2 et HK ⁽¹⁾ | 4 | | 4 | 4 | | 4 | 8 |
| Quadrimoteur jet chapitre 3 | 1 168 | 2 | 1 170 | 1 115 | 52 | 1 167 | 2 337 |
| Monomoteur pistons | 1 935 | 88 | 2 023 | 1 961 | 21 | 1 982 | 4 005 |
| Bimoteur pistons | 602 | 361 | 963 | 579 | 379 | 958 | 1 921 |
| Monomoteur turbopropulseurs | 556 | 44 | 600 | 523 | 75 | 598 | 1 198 |
| Bimoteur turbopropulseurs | 26 832 | 2 416 | 29 248 | 26 569 | 2 711 | 29 280 | 58 528 |
| Quadrimoteur turbopropulseurs | 5 | | 5 | 5 | | 5 | 10 |
| Total | 95 835 | 9 726 | 105 561 | 96 226 | 9 213 | 105 439 | 211 000 |

⁽¹⁾HK : atténuateurs de bruit (hushkits).

- Jour : 7 h - 23 h
- Nuit : 23 h - 7 h

Source : Tableau provenant du rapport final du contrat donné à SNCL.

¹ Les vols au-dessus de la zone d'étude, mais à destination ou en provenance d'autres aéroports ne sont pas inclus. Les vols à l'aéroport de Mirabel sont aussi exclus.

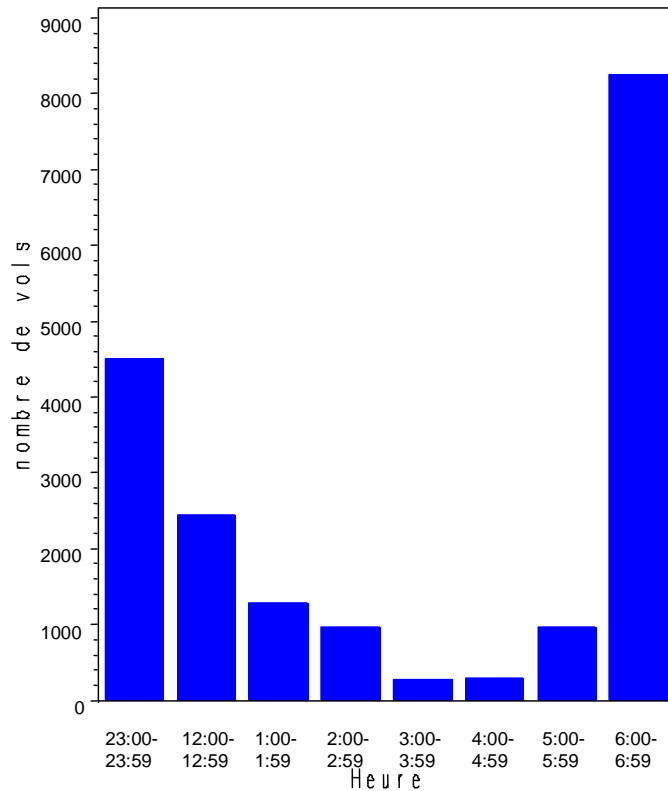


Figure 1. Distribution des mouvements au cours des heures des nuits de 2009 à l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau.

La **Figure 2** présente les L_{ASmax} de 2009 la nuit pour la zone pour laquelle la modélisation a été effectuée. Les niveaux sonores ont été calculés à l'aide du logiciel INM (« *Integrated Noise Model* »), version 7b, créé par la Federal Aviation Administration des États-Unis. Les L_{ASmax} de jour ne sont pas présentés mais ont été calculés.

Pour la modélisation effectuée par SNCL, les trajectoires de vol ont été définies en fonction de la piste utilisée, de la destination, de la période du jour, du type d'aéronef et du type de vol (VFR ou IFR, soit vols à vue ou avec instruments). Chacun des décollages a été modélisé cinq fois, selon cinq variantes de trajectoires de décollage, pour tenir compte des variations associées aux vents, aux habitudes des pilotes, à la gestion du contrôle aérien, etc. Une pondération a ensuite été appliquée aux cinq trajectoires. Une seule trajectoire a été utilisée pour les atterrissages.

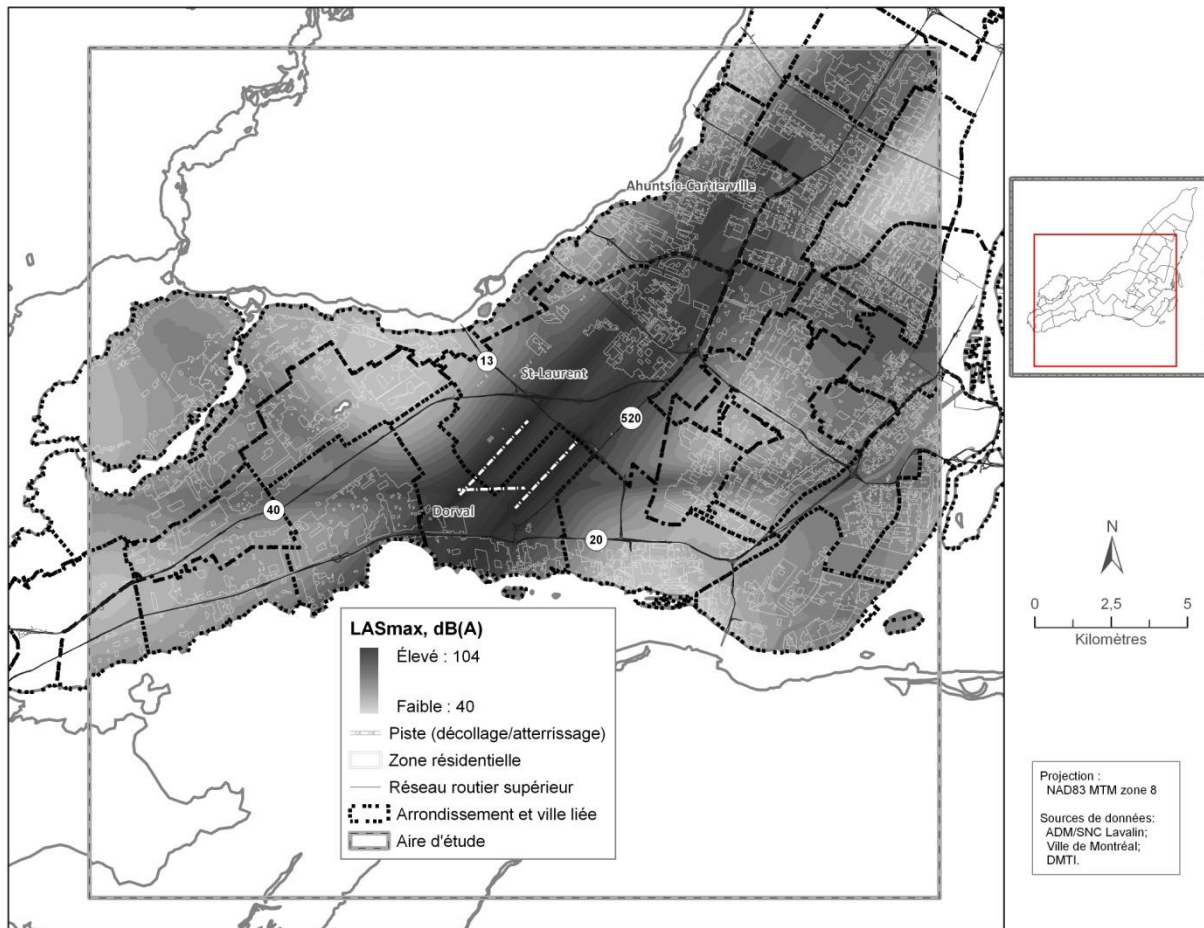


Figure 2. L_{ASmax} nocturnes moyens autour de l’Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau en 2009.

Calcul des réveils additionnels

Les L_{ASmax} de chacun des vols de chaque nuit (23 h à 7 h) de 2009, à chacun de ces points de grille (secteur géographique de 100m x 100m autour de l’aéroport), ont été utilisés pour estimer les probabilités de réveil la nuit, des résidents habitant dans une zone couvrant plus de 10 km autour du périmètre de l’Aéroport international de Montréal. Les L_{ASmax} modélisés ont été réduits de 15 dB(A), afin d’estimer les niveaux perçus à l’intérieur des résidences, tel que réalisé dans les travaux de Basner et coll. (2006).

Le nombre de réveils additionnels moyen par nuit pour l’année est calculé en utilisant les deux équations qui suivent. La première estime la probabilité de réveil (entre 0 et 1) additionnelle à la probabilité de réveil spontané (8.6 %) à partir du L_{ASmax} associé à un vol à un endroit donné (point de grille). Cette équation (eq1) provient de l’étude d’épidémiologie clinique de Basner et coll., 2006.

La probabilité de réveils (0 à 1) associée à un vol ($P_{réveil}$) est calculée comme suit :

$$P_{réveil} = 1.894 \times 10^{-3} (L_{ASmax} - 15)^2 + (4.008 \times 10^{-2} (L_{ASmax} - 15) - 3.3243) \quad (eq1)$$

Par la suite, le nombre de réveils additionnels moyen par nuit pour l'année ($N_{\text{réveil}} / \text{nuit}$) est calculé avec l'équation suivante:

$$N_{\text{réveil}} / \text{nuit} = \text{Somme (poids} \times P_{\text{réveil}}) / 365 \quad (\text{eq2})$$

Source : Basner et coll. 2006

La somme des probabilités de réveils de tous les vols est effectuée; un poids variable est appliqué pour chacune des cinq trajectoires (la somme des cinq poids égale un).

Ldn et Lden

Le calcul des Ldn et des Lden s'est fait à partir des mouvements aériens de l'Aéroport International Pierre-Elliott –Trudeau de Montréal, comme le font la France et les États-Unis (Conférence de l'aviation civile, 2005 et Federal Aviation Administration, 2012). Toutefois, les SEL (« Sound Exposure Levels ») nécessaires à ce calcul ont été estimés à partir des $L_{AS_{\text{max}}}$ modélisés (voir plus haut). Les équations suivantes ont été utilisées pour estimer les SEL et calculer les Ldn et Lden par point de grille par jour, pour les riverains de l'Aéroport de Montréal :

$$\text{SEL} = 0.81(L_{AS_{\text{max}}}) + 23.9 \text{ (Selon OMS 2009)}$$

$$\text{Lden} = 10 \log [1/ N (\text{sum}(10^{**}\text{SEL}_{\text{jour}}/10 + (\text{sum}(10^{**}\text{SEL}_{\text{soir}}+5/10)+ (\text{sum}(10^{**}\text{SEL}_{\text{nuit}}+10/10))$$

$$\text{Ldn} = 10 \log [1/ N (\text{sum}(10^{**}\text{SEL}_{\text{jour}}/10 + (\text{sum}(10^{**}\text{SEL}_{\text{nuit}}+10/10))$$

Les périodes utilisées pour le jour, la nuit et le soir sont les suivantes (Federal Aviation Administration, 2012; Europa, 2012) :

Lden

Jour: les 12 heures de 6 h à 18 h ; Soir: les 4 heures de 19 h à 22 h ; Nuit : les 8 heures de 23 h à 7 h ;

Ldn

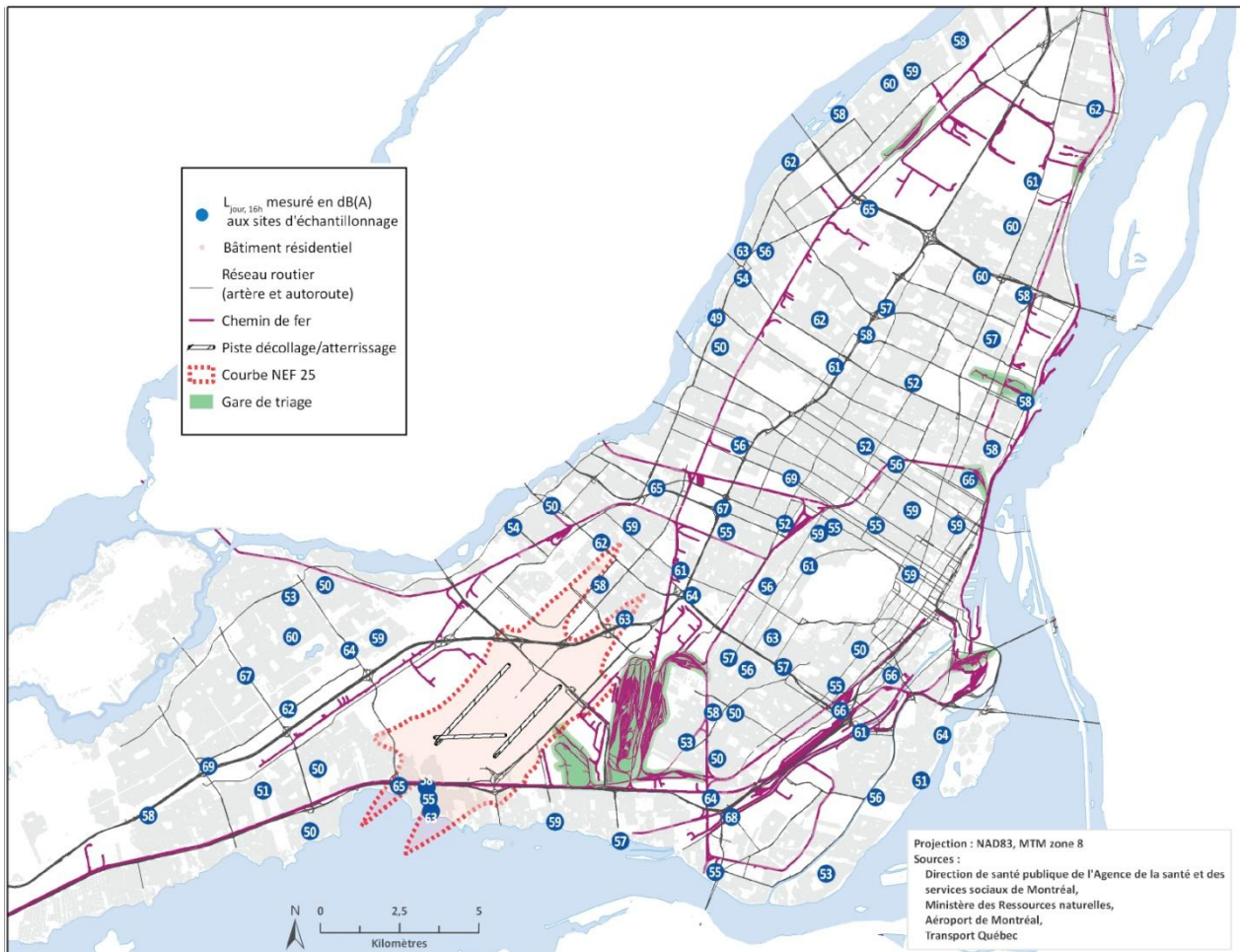
Jour: les 15 heures de 7 h à 22 h ; Nuit: les 9 heures de 22 h à 7 h ;

$L_{\text{jour,16 h}}$ et L_{nuit}

Les appareils qui ont été utilisés pour la mesure des niveaux de bruit sont des Noise Sentry (Convergence Instruments) et ils ont été installés à 2,5 m au-dessus du sol, accrochés à des lampadaires ou à des panneaux de signalisation (à 10 cm de ces derniers). Les L_{nuit} ont été obtenus en faisant la moyenne des mesures pondérées « A » (des valeurs « non log ») obtenues aux deux minutes entre 23 h et 7 h (L_{nuit}) et au deux minutes entre 7 h et 23 h ($L_{\text{jour,16 h}}$). Les bruits enregistrés comprenaient à la fois les bruits provenant des avions et les bruits provenant d'autres sources environnementales (telles que les voitures). Il faut préciser que l'effet de surface n'a pas été considéré et que des tests en laboratoire, de même que la norme ISO-1996-2 qui porte entre autres sur la mesure du bruit, suggèrent que les mesures devraient être réduites de 2 à 6 dB(A). Pour tenir compte de l'effet de surface, nous avons fait une analyse de sensibilité en réduisant les mesures de bruit de 6 dB(A) aux sites d'échantillonnage.

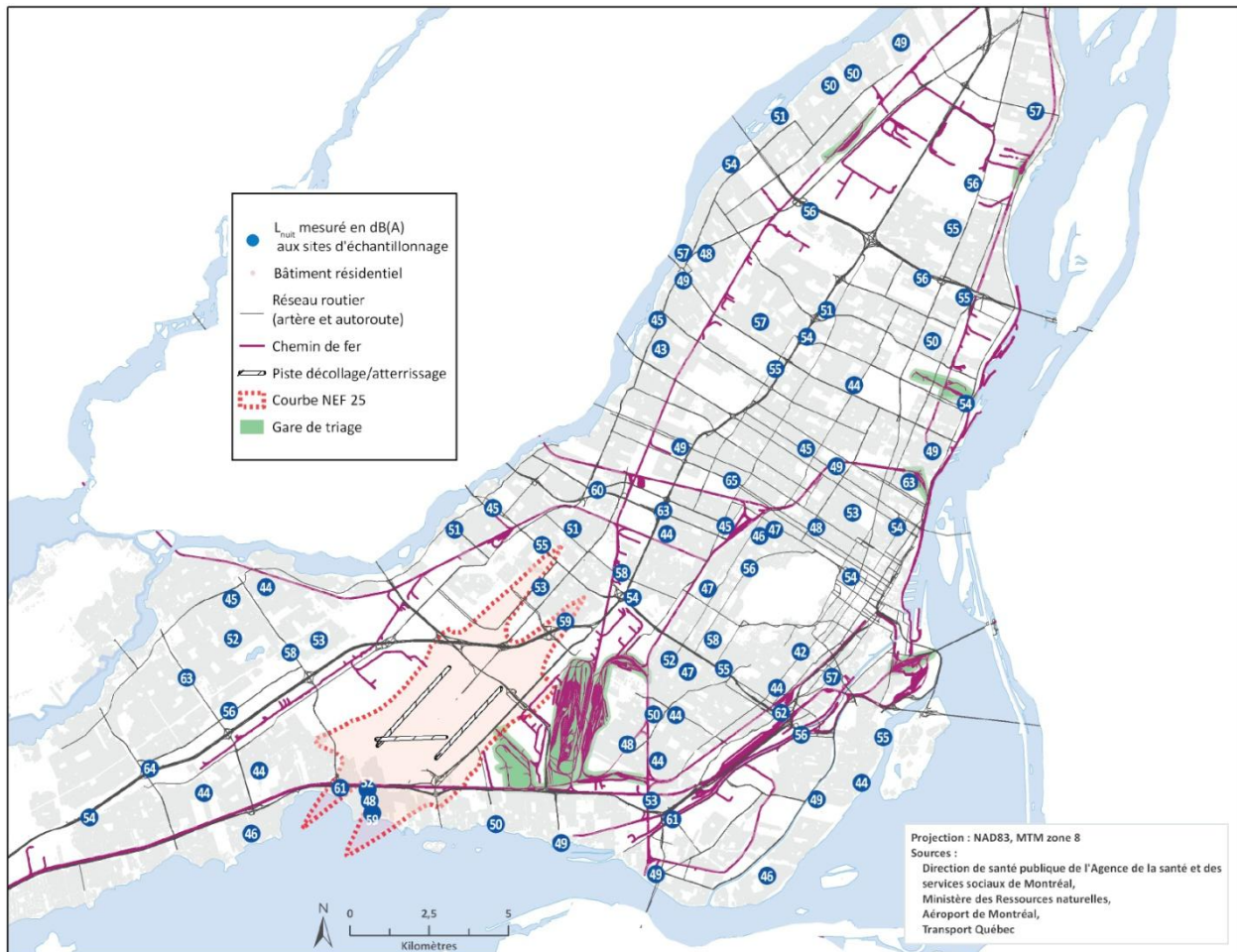
ANNEXE 2

Carte 1. Niveaux sonores mesurés le jour (Ljour, 16h) sur l'île de Montréal, été 2010



Source : Goudreau, Smargiassi et collègues, 2014

Carte 2. Niveaux sonores mesurés la nuit (Lnuit) sur l'île de Montréal, été 2010



Source : Goudreau, Smargiassi et collègues, 2014

*Agence de la santé
et des services sociaux
de Montréal*

Québec 