

375

DA1

Projet éolien Des Neiges – Secteur sud
dans la MRC de La Côte-de-Beaupré
6211-24-088

AtkinsRéalis



Rapport final

Société de projet BVH1, s.e.n.c.
(Boralex inc.)

Le 2 février 2024

N/Réf. : 698860-4E-L01-00

REVUE DOCUMENTAIRE : EFFET SUR LA SANTÉ DES INFRASONS PROVENANT DE PARCS ÉOLIENS

Avis

Le présent rapport a été préparé, et les travaux qui y sont mentionnés ont été réalisés par AtkinsRéalis Canada inc. (AtkinsRéalis), exclusivement à l'intention de la [Société de projet BVH1, s.e.n.c. \(Boralex inc.\)](#) (le Client), qui fut partie prenante à l'élaboration de l'énoncé des travaux et en comprend les limites. La méthodologie, les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport sont fondés uniquement sur l'énoncé des travaux et assujettis aux exigences en matière de temps et de budget, telles que décrites dans l'offre de services et/ou dans le contrat en vertu duquel le présent rapport a été émis. L'utilisation de ce rapport, le recours à ce dernier ou toute décision fondée sur son contenu par un tiers est la responsabilité exclusive de ce dernier. AtkinsRéalis n'est aucunement responsable de tout dommage subi par un tiers du fait de l'utilisation de ce rapport ou de toute décision fondée sur son contenu.

Les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport (i) ont été élaborés conformément au niveau de compétence normalement démontré par des professionnels exerçant des activités dans des conditions similaires de ce secteur, et (ii) sont déterminés selon le meilleur jugement d'AtkinsRéalis en tenant compte de l'information disponible au moment de la préparation du présent rapport. Les services professionnels fournis au Client et les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport ne font l'objet d'aucune autre garantie, explicite ou implicite. Les conclusions et les résultats cités au présent rapport sont valides uniquement à la date du rapport et peuvent être fondés, en partie, sur de l'information fournie par des tiers. En cas d'information inexacte, de la découverte de nouveaux renseignements ou de changements aux paramètres du projet, des modifications au présent rapport pourraient s'avérer nécessaires.

Le présent rapport doit être considéré dans son ensemble, et ses sections ou ses parties ne doivent pas être vues ou comprises hors contexte. Si des différences venaient à se glisser entre la version préliminaire (ébauche) et la version définitive de ce rapport, cette dernière prévaudrait. Rien dans ce rapport n'est mentionné avec l'intention de fournir ou de constituer un avis juridique.



Signatures

Préparé par :



Vincent Chavand, ing. (OIQ no 6043559)
Chargé de projet, Acoustique et vibrations

Environnement
Services d'ingénierie

Révisé par :



Jacques Savard, M. Sc.
Chef d'équipe, Acoustique et vibrations

Environnement
Services d'ingénierie

Glossaire

Basses fréquences	Les sons de basses fréquences sont compris entre 20 et 200 Hz. Lorsque leur intensité est suffisamment élevée, la distance de propagation peut être très importante. À titre d'illustration, les basses fréquences sont souvent associées au bruit urbain causé par la circulation routière ou le transport aérien ainsi que le bruit provenant de chantiers de construction, de postes de transformation électrique, d'appareils de ventilation, de climatisation, de compresseurs ou d'éoliennes. On mesure le niveau sonore de sources de bruit qui comporte une part importante de basses fréquences au moyen des dBC (INSPQ).
Bruit ambiant	Niveau sonore incluant l'ensemble des bruits environnants. Il est composé de bruits émis par plusieurs sources sonores, proches ou éloignées (industries, transport, vent, faune, etc.). Lors de l'analyse d'une source particulière de bruit, le bruit ambiant inclut donc le bruit émis par cette source en fonction; il est la somme du bruit résiduel et du bruit particulier émis par la source.
Bruit particulier	Bruit qui est spécifiquement reconnu et associé à une source distinctive.
Bruit résiduel	Le bruit résiduel est le niveau de bruit ambiant en l'absence d'un ou de bruits particuliers, mesuré dans une situation donnée, à un instant donné (la ou les sources analysées ne sont pas en opération).
dB (décibels)	Unité de mesure du bruit exprimée par la notation dB, sans pondération. Bien qu'elle soit utilisée pour quantifier la puissance acoustique, l'intensité acoustique et la pression acoustique, elle est le plus couramment utilisée dans le domaine du bruit pour mesurer le niveau de pression sonore égale au dixième du bel. L'échelle des décibels utilisée exprime, sous forme logarithmique, le rapport existant entre une quantité mesurée et une valeur de référence et dont l'application du bruit est établie conformément à l'article 3 de la publication numéro 179 (deuxième édition) du Bureau central de la Commission électrotechnique internationale. L'échelle logarithmique des décibels est conçue de sorte que, lorsque l'énergie d'une source sonore est multipliée par 2, le niveau sonore est augmenté de 3 dB.
dB(A)	Unité de mesure du bruit exprimant le niveau sonore mesuré à l'aide du filtre A. Ce filtre correspond à la courbe de pondération fréquentielle A qui représente approximativement la sensibilité du système auditif selon la fréquence du son. En effet, la sensibilité de l'oreille est différente selon la fréquence. Par exemple, l'oreille est moins sensible aux basses fréquences, comprises entre 20 et 400 Hz, qu'aux moyennes et hautes fréquences.
dB(G)	Le dB(G) correspond à une mesure pondérée du niveau sonore (pondération de certaines fréquences) qui est utilisée spécifiquement pour les infrasons. Cette pondération est appliquée en tenant compte de la norme ISO 7196 (Pondération fréquentielle pour la mesure des infrasons).
Fréquences	Nombre de mouvements (cycles) complets de l'onde sonore en une seconde. Elle s'exprime en hertz (Hz) ou en cycle par seconde (c/s).



- Pression acoustique** La pression sonore (L_p), en Pascal, est une caractéristique à un point de réception. Ainsi, l'amplitude dépendra de différents facteurs qui affectent la propagation entre la source et le récepteur.
- Propagation** Mouvement d'une onde sonore entre le point d'émission (source) et le point de réception.
- Puissance acoustique** La puissance sonore (L_w), en Watt, est une caractéristique de la source. C'est donc une caractéristique indépendante du milieu et de la distance.
- Son** Le son est un phénomène vibratoire présentant trois caractéristiques : un spectre fréquentiel, une amplitude et une durée (durée de l'émission), (ANSES).
- Sonomètre** Appareil de mesure du niveau sonore. Mesure les niveaux de pression acoustique en fonction des fréquences audibles, avec une possibilité de pondération selon la fréquence.



Table des matières

1	Introduction	1
2	Mise en contexte	2
3	Méthodologie	3
4	Discussion	4
4.1	Audibilité des infrasons.....	4
4.2	Inadéquation de la pondération A.....	4
4.3	Effet sur le sommeil	5
4.4	Réponse physiologique aux infrasons.....	5
4.5	Effet Nocebo	5
4.6	Études épidémiologiques	6
5	Conclusion	7



1 Introduction

La Société de projet BVH1, s.e.n.c. (Boralex inc.) a mandaté le département acoustique d'AtkinsRéalis Canada inc. (AtkinsRéalis) dans le but de réaliser une revue documentaire à propos des infrasons émis par les éoliennes et de leurs effets potentiels sur la santé.

Le développement des parcs éoliens en tant que source d'électricité renouvelable peut parfois susciter des préoccupations quant aux possibles effets sur la santé humaine, et ceci inclut le sujet des infrasons et des sons de basses fréquences. Cette revue documentaire a pour but de faire un tour d'horizon succinct de l'état des connaissances sur cette problématique. Elle ne se veut pas exhaustive ni définitive, et est à vocation informative uniquement.

La présente revue est composée des sections suivantes :

- Méthodologie pour effectuer la revue documentaire;
- Synthèse de la documentation étudiée;
- Conclusion.

2 Mise en contexte

À l'heure actuelle, la production d'énergie éolienne suit une phase de développement importante au Québec. Ce développement s'inscrit dans une stratégie énergétique qui mise sur des énergies propres et renouvelables. Malgré tout, le développement des parcs éoliens n'est pas sans questionnements quant à leurs impacts sanitaires, qui inclut le sujet des infrasons et des bruits de basses fréquences.

Ce document présente une revue documentaire dont l'objectif est de brièvement présenter l'état des connaissances sur le sujet et de fournir au lecteur une liste de références pour approfondir sa compréhension, si souhaité.

Un projet éolien ne peut pas voir le jour au Québec sans respecter plusieurs règles et étapes pour bâtir le projet. Les promoteurs de parcs éoliens doivent obtenir une autorisation ministérielle par l'entremise d'une étude d'impact sur l'environnement et les collectivités selon la directive émise par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). L'étude d'impact a pour but d'anticiper et de gérer les potentiels impacts prévus sur l'environnement. À l'heure actuelle, les lignes directrices en vigueur au Québec et applicables au bruit des éoliennes se concentrent sur la plage de fréquences « audibles » à l'oreille humaine et n'adressent pas spécifiquement le sujet des infrasons.

Un glossaire est fourni au début de ce rapport pour assister le lecteur dans sa compréhension des termes évoqués.

3 Méthodologie

Cette revue documentaire est exclusivement basée sur des documents publiquement disponibles sur internet. Comme mentionné dans l'introduction de ce rapport, elle ne se veut pas exhaustive et est à vocation informative. L'intention de cette revue est de présenter un état de la littérature sur le sujet en question.

Les documents examinés sont pour la plupart des rapports de synthèse émis par des institutions de santé publique ou académies de médecine. Ces rapports de synthèse sont réalisés par des panels de spécialistes indépendants qui passent en revue de nombreux rapports d'étude et articles de recherche sur le sujet des effets sanitaires des infrasons et des bruits de basses fréquences, et en jugent la recevabilité.

La liste des articles étudiés est présentée ci-dessous :

1. Académie Nationale de Médecine (2017). Nuisances sanitaires des éoliennes terrestres, [en ligne], <https://www.academie-medecine.fr/wp-content/uploads/2017/05/Rapport-sur-les-%C3%A9oliennes-M-Tran-ba-huy-version-3-mai-2017.pdf>
2. ANSES (2017). Évaluation des effets sanitaires des basses fréquences sonores et infrasons dus aux parcs éoliens, [en ligne], <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2013SA0115Ra.pdf>
3. Gouvernement du Canada (2014). Étude sur les bruits des éoliennes et la santé : résumé des résultats, [en ligne], <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/securite-et-risque-pour-sante/radiation/sources-rayonnements-quotidien/bruit-eoliennes/introduction-bruit.html>, (consulté en janvier 2024)
4. INSPQ (2013). Éoliennes et santé publique – Synthèse des connaissances – Mise à jour, [en ligne], <https://www.inspq.qc.ca/es/node/3841>
5. INSPQ (2022). Effets sur la santé liés au bruit des éoliennes : dérangement et perturbations du sommeil, [en ligne], <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/3296-effets-sante-bruit-eoliennes-derangement-perturbations-sommeil.pdf>
6. Jacques Chatillon (2011). Perception des infrasons, [en ligne], https://www.bruit.fr/revues/78_13173.PDF
7. WHO (2018). Environmental noise guidelines for the European regions, [en ligne], <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563>
8. RIBEoIH. Recherche des Impacts du Bruit des Éoliennes sur la Santé Humaine, [en ligne], <https://ribeolh.univ-gustave-eiffel.fr/>

4 Discussion

4.1 Audibilité des infrasons

Le terme infrason est généralement utilisé pour parler de la partie d'un spectre de bruit se situant en dessous de 20 Hz. L'une des définitions qu'il est possible de retrouver concernant les infrasons est la suivante : « vibration de même nature que le son, mais de fréquence trop faible pour que l'oreille puisse la percevoir » (Larousse). Cependant, cette définition n'est pas totalement exacte, car des études ont démontré une sensibilité de l'oreille humaine aux fréquences inférieures à 20 Hz, même si elle est très inférieure à celle connue aux fréquences moyennes du spectre qualifié d'audible. Il existe donc des seuils d'audibilité aux fréquences infrasonores et plusieurs études suggèrent que les niveaux de gêne sont proches des seuils d'audition pour ces fréquences [6].

Les sources infrasonores génèrent des variations lentes de la pression atmosphérique et peuvent avoir une multitude d'origines tant naturelles, comme les vents ou le tonnerre, qu'humaines comme dans le cas des moyens de transport, d'appareils domestiques ou encore des parcs éoliens. Les infrasons existent donc en tout temps parmi nous. Concernant les éoliennes, s'il est admis que les éoliennes comprennent bien une composante d'infrasons et bruits de basses fréquences, plusieurs études montrent que les seuils d'audibilité aux fréquences inférieures à 20 Hz ne sont généralement pas atteints au-delà d'une distance de 500 m d'une éolienne [2].

Ces observations pourraient amener à penser que si les infrasons provenant des éoliennes sont en dessous du seuil d'audibilité, alors il n'y a aucune conséquence. Cependant, cela ne concorde pas nécessairement avec le fait que des plaintes, bien que peu fréquentes, ont été émises relativement aux infrasons et aux bruits de basses fréquences au-delà de ce type de distance. Des recherches scientifiques sont donc en cours pour mieux comprendre ce qui pourrait les expliquer.

4.2 Inadéquation de la pondération A

L'utilisation de la pondération A est la plus répandue lorsqu'il s'agit de réaliser une étude environnementale concernant le bruit. La pondération A a pour but d'adapter les niveaux sonores de bruits audibles à la réponse de l'oreille humaine qui est moins sensible aux basses et hautes fréquences, mais qui possède une emphase aux bandes de fréquences situées entre 1 000 à 5 000 Hz. Ainsi, il a été montré par plusieurs que l'utilisation de la pondération A peut conduire à sous-estimer la nuisance provoquée par les basses fréquences. Ces interrogations ont amené à la définition d'une nouvelle pondération qui est spécifique pour la prise de mesure des infrasons, soit la pondération G. Cette pondération est définie dans la norme ISO 7196 – Acoustique – pondérations fréquentielles pour le mesurage des infrasons et cible particulièrement les fréquences comprises entre 1 et 100 Hz [6].

En appliquant la pondération G sur la courbe de sensibilité de l'audition humaine, il est possible de dire que la perception auditive d'un infrason se fera aux alentours de 100 dB(G), mais il est admis qu'il existe une variabilité dans la sensibilité des individus [2, 6].

D'un autre côté, en considérant le profil particulier des spectres d'émission sonores des éoliennes actuelles, certains articles s'accordent pour dire que le fait de limiter le niveau de bruit en pondération A, tel que le demande les directives, amène également à limiter le niveau sonore des infrasons et des basses fréquences en dessous des seuils d'audibilité [6].

4.3 Effet sur le sommeil

L'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) a récemment (2022) réalisé une revue de littérature complète dans le but d'obtenir des informations sur l'effet que peuvent avoir les éoliennes sur la perturbation du sommeil. Les infrasons dus aux éoliennes ne sont pas identifiés comme une source de trouble du sommeil [5].

4.4 Réponse physiologique aux infrasons

Une étude de recherche a avancé l'idée que les infrasons puissent être détectés ou ressentis par des sujets à des niveaux significativement inférieurs aux seuils d'audibilité reconnus [1, 2, 4].

L'étude en question s'appuie sur les connaissances de l'organe de Corti, qui est un organe de l'oreille interne. Notamment, cet organe contient deux types de cellules sensorielles appelées cellules ciliées internes (CCI) et cellules ciliées externes (CCE). Les auteurs mentionnent que ces deux types de cellules ont des propriétés différentes et donc, une courbe de sensibilité aux ondes sonores différente. Les CCI, pour lesquelles il est admis que l'audition passe au travers de celles-ci, possèdent une sensibilité inférieure à celles des CCE. C'est-à-dire, qu'un plus grand niveau de bruit est nécessaire pour atteindre la sensibilité des CCI aux basses fréquences et infrasons. Ainsi, bien qu'in audible, l'étude n'exclut pas que les infrasons puissent provoquer une stimulation des CCE qui pourrait être ressentie en dehors de la notion d'audibilité [1,2,4].

Cependant, il est à noter que les documents référencés s'accordent pour dire que cette hypothèse est envisageable, mais qu'elle est de nature théorique et non clinique ou expérimentale [1,2,4].

4.5 Effet Nocebo

L'effet Nocebo peut être défini comme « l'ensemble des symptômes ressentis et présentés par un sujet soumis à une intervention vécue comme négative qui peut être un médicament, une thérapeutique non médicamenteuse ou encore une exposition à des facteurs environnementaux » comme les infrasons. Il est l'inverse de l'effet Placebo qui est défini comme : « substance améliorant les symptômes présentés par un malade alors que son efficacité pharmacologique devrait être nulle ou négligeable ». L'effet nocebo, déclenché par une perception négative d'un événement, est à l'origine d'un mécanisme neurophysiologique augmentant le stress et les perturbations physiques qui en découlent [2].

S'il a été observé en lien avec l'activité éolienne, il n'a pas été démontré que les infrasons et les bruits de basses fréquences puissent seuls le déclencher [2].

4.6 Études épidémiologiques

Dans un guide de bruit environnemental pour les régions européennes publié en 2018 [7], l'Organisation mondiale de la santé (OMS) mentionne que peu d'études concernant les effets sur la santé d'un bruit émis par les éoliennes sont existantes, et ce, particulièrement lorsqu'il s'agit d'infrasons. Le rapport de l'ANSES supporte ce point pour dire qu'une étude épidémiologique permettrait de faire avancer les connaissances à ce sujet. Les difficultés rencontrées actuellement dans la recherche de conclusions se trouveraient notamment dans la variabilité des réponses des individus aux infrasons et basses fréquences, la faible proportion de la population manifestement gênée par les infrasons dus aux éoliennes et la disparité des approches scientifiques choisies pour étudier la problématique [2].

Dans le contexte décrit ci-dessus, il est à noter qu'un projet de recherche intitulé RIBEoIH est en cours de mise en place afin de réaliser une étude épidémiologique ayant pour but d'évaluer l'effet du bruit sur la santé, et ce, en se concentrant particulièrement sur les sons de basses fréquences et les infrasons émis par les éoliennes [8].

5 Conclusion

Le travail effectué lors de cette revue documentaire fournit un aperçu global des connaissances actuelles sur les effets des infrasons et des bruits de basses fréquences provenant de parcs éoliens sur la santé. À l'heure actuelle, plusieurs organismes de santé publique comme l'INSPQ, l'ANSES en France ou l'OMS s'accordent pour dire que les preuves actuelles ne permettent pas de démontrer que les sons de basses fréquences et les infrasons produits par les parcs éoliens ont un impact sanitaire pour les riverains de parcs éoliens. Toutefois, dans un contexte de développement de la production éolienne impliquant de nouveaux parcs et des éoliennes graduellement plus puissantes, ils convergent également pour dire que des études et des recherches supplémentaires doivent être entreprises, et ce, notamment, à grande échelle.

AtkinsRéalis



AtkinsRéalis
85, rue J.-A.-Bombardier
Boucherville (Québec) J4B 8P1

© AtkinsRéalis sauf indication contraire