

# Réponse à une question dans le cadre de l'audience publique sur le projet éolien Des Neiges – Secteur Sud dans la MRC de Côte-de-Beaupré

## Séance du 6 février 2024, 13 h 30

*Quels indicateurs de l'exposition pourraient être utilisés pour l'évaluation de plaintes liées aux infrasons ou aux bruits de basse fréquence émis par les éoliennes?*

RÉPONSE RAPIDE

FÉVRIER 2024

### AVANT-PROPOS

L'Institut national de santé publique du Québec a comme mission de soutenir le ministre de la Santé et des Services sociaux dans sa mission de santé publique. [L'Institut] a également comme mission, dans la mesure déterminée par le mandat que lui confie le ministre, de soutenir Santé Québec, la Régie régionale de la santé et des services sociaux du Nunavik, le Conseil cri de la santé et des services sociaux de la Baie-James et les établissements, dans l'exercice de leur mission de santé publique.

Le présent document de réponse rapide a été élaboré à la demande du président la commission d'enquête lors des audiences publiques conduites par le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement tenues le 6 février 2024.

### MISE EN CONTEXTE

Le ministre de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), monsieur Benoît Charrette, a confié au Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) le mandat de tenir une audience publique portant sur le projet éolien Des Neiges – Secteur Sud.

Lors de la séance du 6 février 2024, le président a adressé une question sur la méthode d'évaluation de l'exposition aux infrasons ou aux bruits de basse fréquence émis par les éoliennes à monsieur Mathieu Gauthier de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), la personne-ressource désignée par le porte-parole du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), monsieur Jean-François Duchesne, pour répondre aux questions portant sur le bruit environnemental.

## QUESTION

Quels indicateurs de l'exposition au bruit environnemental pourraient être utilisés pour l'évaluation de plaintes liées aux infrasons ou aux bruits de basse fréquence émis par les éoliennes? Notamment, est-ce que la norme ANSI S12-2-1995 aurait pu être utilisée?

## MÉTHODOLOGIE

Cette réponse à la question sur le thème des indicateurs de l'exposition aux infrasons ou aux bruits de basse fréquence émis par les éoliennes s'appuie sur un travail de synthèse de connaissances sur les effets sur la santé des éoliennes en documentant la relation entre les activités de cette industrie et la santé des communautés avoisinant ces activités, ainsi que la santé des travailleuses et travailleurs impliqués. Le corpus d'études retenues dans le cadre de cette recension de type systématique comprend des publications scientifiques et, pour certains chapitres, des études issues de la littérature grise. La recherche documentaire a été effectuée entre le 7 et le 21 décembre 2022 et comprend des documents publiés de 2011 à 2022. Elle repose sur trois concepts, soit les éoliennes, les types d'enjeux recherchés (acceptabilité sociale, paysage, eau potable, bruit, champs magnétiques, ombres mouvantes, accidents et sécurité), de même que la notion de santé et de bien-être. Au final, 129 publications ont été retenues, dont 26 publications scientifiques originales sur le bruit. L'ensemble de celles-ci portent sur la phase d'exploitation de parcs éoliens terrestres. De ce nombre, 13 publications se sont intéressées au dérangement.

Les caractéristiques particulières du bruit des éoliennes (infrasons, basses fréquences, modulation de l'amplitude) et les vibrations n'ont pas fait l'objet d'une recherche distincte portant explicitement sur ces éléments, la recension se limitant aux données disponibles dans les publications recensées. Au total, 13 publications se sont intéressées à certaines caractéristiques particulières du bruit des éoliennes. De plus, seule la revue de la littérature de van Kamp et van den Berg (2021) a été identifiée et analysée en raison du temps disponible pour réaliser la recension. Cette revue présente l'avantage de tenir compte à la fois des études rapportant des effets directs du bruit des éoliennes sur la santé, mais également des études de laboratoire et des études exploratoires.

En raison de la nature de la question, l'avis et le rapport relatifs à l'expertise *Évaluation des effets sanitaires des basses fréquences sonores et infrasons dus aux parcs éoliens* de l'Anses (2017), de même que le document *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact : BRUIT* de Santé Canada (2023) ont été consultés. Lorsque pertinent, un survol rapide de certaines des références citées dans ces documents a aussi été effectué.

## DÉFINITIONS

### Infrason

« Son dont la fréquence est inférieure à 20 Hz. » (Santé Canada, 2023)

### Bruit de basse fréquence

« [...] bruit dont la fréquence se situe entre 20 et 200 Hz. Un bruit de basse fréquence peut causer des vibrations et des secouements perceptibles dans certaines structures (p. ex., la marche au ralenti d'une locomotive située à proximité) lorsqu'il produit un niveau de pression acoustique de plus de 65, 65 ou 70 dBZ respectivement dans la bande d'octave de 16, 31,5 ou 63 Hz. » (Santé Canada, 2023)

### Pondération fréquentielle

« Valeur relative appliquée au spectre d'un son dans chaque intervalle de fréquence définie.

Pondération A (dBA) : pondération des fréquences audibles qui se rapproche de la réaction de l'oreille humaine aux fréquences de sons moyennement forts (niveaux de pression acoustique entre 45 et 65 dBA).

Pondération C (dBC) : pondération des fréquences audibles qui se rapproche de la réaction de l'oreille humaine aux fréquences de sons très forts. Elle accentue plus les sons de basse fréquence que la pondération A.

Pondération G (dBG) : pondération fréquentielle utilisée pour la mesure des infrasons. La norme ISO 7196 la définit comme étant de 0 dB à 10 Hz. Entre 1 et 20 Hz (la fréquence pondérée la plus élevée), la pondération se rapproche d'une ligne droite avec une pente de 12 dB/octave.

Pondération Z (dBZ) : pondération fréquentielle définie par la norme 61672-1:2002 de la Commission électrotechnique internationale comme étant une pondération nulle entre 10 Hz et 20 kHz, selon les tolérances définies.

(voir ISO [1995] and CEI [2013] pour plus d'information) » (Santé Canada, 2023)

### Niveau sonore continu équivalent $L_{Aeq,t}$

« Niveau sonore correspondant à la moyenne énergétique du bruit analysé sur un intervalle de temps donné (t). Ce niveau est obtenu au moyen d'un sonomètre intégrateur-moyen, qui détermine la moyenne du carré de la pression acoustique sur un intervalle de temps donné (t) et exprime le résultat en décibels. » (Santé Canada, 2023)

### **L<sub>den</sub>**

« Niveau sonore continu équivalent pour une période de 24 heures (une journée). Le niveau de bruit, fourni par cet indicateur, est une exposition cumulée qui couvre une journée entière [jour = d (6 h-18 h), soir = e (18 h-22 h) et nuit = n (22 h-6 h)]. L'indicateur est corrigé pour deux des trois périodes, soit en soirée et durant la nuit. Les niveaux de bruit de ces périodes sont augmentés respectivement de 5 et de 10 dBA pour considérer le degré plus important de nuisance ressentie. » (Martin *et al.*, 2015)

### **L<sub>dn</sub>**

« Niveau de bruit équivalent continu (L<sub>Aeq</sub>) sur 24 heures, mais corrigé de +10 dBA entre 22 h et 7 h pour considérer la nuisance accrue ressentie pendant la nuit et l'effet sur le sommeil. » (Martin *et al.*, 2015)

### **L<sub>x</sub>**

« Niveau sonore atteint ou dépassé pendant x % du temps (L<sub>x</sub>), au cours d'une période. » (Martin *et al.*, 2015)

### **Puissance acoustique**

« Puissance en watts (W) du flux d'énergie acoustique totale généré par une source de bruit. À la différence de la pression acoustique, elle ne varie pas selon la distance du récepteur ou la présence d'obstacles (non sensible à son environnement). Utile pour caractériser des sources sonores et au calcul de la pression acoustique. Représentée par le symbole L<sub>w</sub>, elle est aussi rapportée en dBA, selon le spectre (bande d'octave ou de tiers d'octave). » (Martin *et al.*, 2015)

## **PRINCIPAUX CONSTATS ISSUS DE LA RECHERCHE DOCUMENTAIRE**

Notons que les publications retenues apportent peu de nouvelles données quant aux caractéristiques sonores particulières au bruit des éoliennes qui pourraient avoir une association avec certains effets sur la santé, dont le dérangement (Bouchard-Bastien *et al.*, à paraître). Cependant, la prise en compte d'une littérature plus vaste (études de terrain, études de laboratoire et exploratoires) permet à van Kamp et van den Berg (2021) de conclure que la modulation de l'amplitude augmente le dérangement associé au bruit des éoliennes, alors que les basses fréquences des éoliennes et les infrasons ne sont pas associés au dérangement rapporté par les personnes exposées au bruit des éoliennes (van Kamp et van den Berg, 2021).

Dans la littérature scientifique consultée, l'analyse du dérangement (nuisance) associé au bruit des éoliennes, soit un des effets potentiels sur la santé qui a été le plus étudié, est généralement faite en fonction des niveaux sonores extérieurs (*sound pressure levels*) caractérisés par les indicateurs L<sub>Aeq</sub>, L<sub>den</sub> ou L<sub>dn</sub>.

Les sous-sections suivantes résument les lignes directrices de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) sur le bruit des éoliennes, de même que les principaux indicateurs ou les méthodes de caractérisation proposés ou utilisés pour l'évaluation des infrasons ou des bruits de basse fréquence.

## Lignes directrices de l'OMS

En 2018, l'OMS a émis une recommandation conditionnelle établissant une valeur guide de 45 dBA  $L_{den}$  pour le bruit des éoliennes (World Health Organization, 2018). L'OMS a jugé que le risque absolu d'être fortement dérangées à l'extérieur des résidences pour les populations exposées à un tel niveau de bruit serait de 10 %, même si la qualité de la preuve demeurerait faible. L'OMS constatait aussi que plusieurs autres facteurs non acoustiques influençaient le dérangement rapporté par les populations avoisinantes.

La recension de la littérature scientifique récente montre que cette proportion pourrait être atteinte à des niveaux un peu plus faibles que celui de 45 dBA  $L_{den}$  recommandé conditionnellement par l'OMS (Gauthier et Potvin, 2023; Bouchard-Bastien *et al.*, à paraître).

## Avis et rapport de l'Anses

En 2017, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), partenaire de l'Institut national de santé publique du Québec, a publié un avis et un rapport relatifs à l'expertise *Évaluation des effets sanitaires des basses fréquences sonores et infrasons dus aux parcs éoliens*. Ce document porte donc directement sur le bruit des éoliennes. L'Anses mentionne diverses méthodes de prise en compte des infrasons et des bruits de basse fréquence (par exemple, la norme DIN 45680:1997-03, en Allemagne). Cependant, les informations mentionnées ci-dessous portent sur les indicateurs et sur les méthodes de caractérisation utilisés dans le cadre de leur campagne de mesure des infrasons et des bruits de basse fréquence émis par les éoliennes.

La campagne de mesures décrite par l'Anses utilise « [...] les spectres des niveaux sonores [...] déterminés à partir des niveaux sonores  $L_{50}$  calculés sur des périodes de 10 minutes ». L'Anses (2017) compare les spectres des niveaux sonores mesurés à trois types de seuil :

- Le seuil d'audibilité fourni par la norme ISO 226 (ISO, 1961);
- Le seuil de Moorhouse *et al.* (2009);
- Le seuil de Salt et Hullar (2010).

L'Anses caractérise également le bruit de basse fréquence et les infrasons à l'aide d'indicateurs complémentaires, notamment les niveaux sonores pondérés G (DBG) (Anses, 2017).

L'Anses note aussi la « [...] difficulté à déterminer si le bruit des éoliennes contribue de façon significative aux bruits mesurés à grande distance ». Pour estimer l'importance de cette contribution, l'Anses a évalué la corrélation entre les niveaux sonores aux points de mesure et l'émission sonore (puissance acoustique,  $L_w$ ) de l'éolienne :

« Pour chaque tiers d'octave, le coefficient de corrélation linéaire est calculé entre le niveau sonore de ce tiers d'octave mesuré à une distance donnée, et le niveau de puissance

acoustique de l'éolienne, pour le même tiers d'octave. Un coefficient de corrélation élevé indique une contribution très probable de l'éolienne au bruit mesuré, tandis qu'un coefficient de corrélation faible tend à indiquer une absence de contribution de l'éolienne au bruit mesuré. » (Anses, 2017)

L'Anses relève cependant la « portée limitée » que peuvent avoir les calculs de corrélations ainsi réalisés et mentionne des analyses complémentaires qui pourraient être envisagées :

- L'analyse de l'impact sur les niveaux sonores suivants des cycles de marche/arrêt des éoliennes;
- L'analyse spectrale détaillée des très basses fréquences pour déceler la présence de signaux caractéristiques du bruit des éoliennes, telle que décrit par Zajamšek *et al.* (2016).

Dans sa conclusion, le groupe de travail note aussi l'apport potentiel de l'indicateur  $L_{Aeq, T}$  (dBA) pour fournir des indications quant aux niveaux sonores des infrasons et des bruits de basse fréquence émis spécifiquement par les éoliennes :

« Le groupe de travail souligne que les mesures effectuées en dBA, qui sont celles préconisées par les normes, sont effectivement inadaptées à la mesure des IBF. Cependant, la forme particulière du spectre sonore éolien entraînant une proportionnalité entre le contenu spectral mesuré en dBA et le contenu spectral de la partie infrasons et basses fréquences sonores, des informations pertinentes concernant l'exposition aux IBF peuvent être obtenues à partir de données d'exposition mesurées en dBA. Cette constatation du groupe rejoint celles dressées par des études récentes.

Par conséquent, des données d'émission ou d'exposition correctement mesurées en dBA et disponibles dans la littérature peuvent être indicatives des niveaux sonores des IBF et pourraient être exploitées comme telles.

Ainsi, compte tenu des spectres d'émission des éoliennes actuelles, la limitation d'un niveau sonore en dBA entraîne également une limitation du niveau sonore dans la partie des IBF. De ce fait, en matière de gestion, un seuil bien choisi en dBA en limite de propriété garantirait également une limite d'exposition aux infrasons chez le riverain. » (Anses, 2017)

Étant donné les informations disponibles suggérant que la part des infrasons et des bruits de basse fréquence augmente avec la taille du rotor (Anses, 2017), cette conclusion devrait être validée pour des éoliennes dont la taille ou le spectre d'émission ne seraient pas comparables aux éoliennes actuelles.

## Conseils de Santé Canada

Santé Canada a récemment mis à jour ses *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact* : BRUIT (Santé Canada, 2023). Cette publication porte sur l'ensemble des sources de bruit environnemental et non spécifiquement sur le bruit des éoliennes.

Santé Canada indique que « comme les milieux sonores sont généralement caractérisés au moyen de dBA qui représentent les fréquences les mieux perçues par l'oreille humaine, les impacts du bruit de

basse fréquence peuvent devoir être évalués séparément à l'aide d'une autre pondération du bruit (p. ex., dBC ou dBZ) » (Santé Canada, 2023).

Santé Canada indique que ses conseils sur le bruit de basse fréquence sont tirés de la norme ANSI (2005) :

« [...] Pour éviter les secouements [(rattle); vibrations perceptibles dans les bâtiments] causés par le bruit de basse fréquence et la gêne s'y rapportant, l'ANSI indique que la somme (énergétique) des niveaux sonores dans les bandes d'octave de 16, 31,5 et 63 Hz doit être inférieure à 70 dBZ. Si ce critère est dépassé, Santé Canada peut suggérer de mettre en œuvre des mesures d'atténuation réalisables. L'ANSI (2005) indique qu'il a été démontré que les secouements causés par le bruit sont très gênants et que cette gêne n'est pas nécessairement liée au nombre ou à la durée des événements. » (Santé Canada, 2023)

Enfin, Santé Canada mentionne également les critères de Broner (2011), qui « [...] fournit des critères simplifiés pour le bruit à basse fréquence à l'extérieur (en dBC) en fonction du type de récepteur [...] et de l'heure de la journée » (Santé Canada, 2023).

La norme ANSI S12.2 (1995) est mentionnée par Santé Canada dans le glossaire, à titre informatif (Santé Canada, 2023).

### **Norme ANSI S12.2-1995 (R1999)**

La norme ANSI S12.2-1995 (R1999), mentionnée lors des audiences, n'a pas pu être consultée et analysée dans les délais accordés pour répondre à la question du BAPE. Il n'a donc pas été possible de valider si cette norme permet l'évaluation de plaintes liées aux infrasons ou aux bruits de basse fréquence émis par les éoliennes. La portée de cette norme peut être consultée dans un aperçu disponible publiquement (document PDF) : [https://webstore.ansi.org/preview-pages/ASA/preview\\_ANSI+S12.2-1995+\(R1999\).pdf](https://webstore.ansi.org/preview-pages/ASA/preview_ANSI+S12.2-1995+(R1999).pdf).

Notons qu'une version révisée de cette norme existe (ANSI/ASA S12.2, 2019). La portée de cette norme peut aussi être consultée dans un aperçu disponible publiquement (document PDF, en anglais) : [https://webstore.ansi.org/preview-pages/ASA/preview\\_ANSI+ASA+S12.2-2019.pdf](https://webstore.ansi.org/preview-pages/ASA/preview_ANSI+ASA+S12.2-2019.pdf)

## **CONCLUSION**

La recherche et l'analyse sommaire réalisées pour répondre à la question du BAPE ont permis de relever l'existence de plusieurs indicateurs et méthodes de caractérisation des infrasons ou des bruits de basse fréquence. Cette grande diversité d'outils et leurs limites potentielles laissent croire qu'il n'existerait pas d'indicateurs ou de méthode de caractérisation qui permet d'évaluer l'ensemble des situations de plaintes liées à l'exposition aux infrasons ou aux bruits de basse fréquence. Le choix d'indicateurs et de méthodes de caractérisation à retenir dans une situation donnée pourrait dépendre, notamment, de la nature des bruits, des niveaux d'exposition attendus, de la nature des plaintes formulées, des délais de réponse et des ressources disponibles (matérielles, financières et humaines).

## RÉFÉRENCES

- Gauthier, M. et Potvin, S. (2023). *Effets sur la santé liés au bruit des éoliennes : dérangement et perturbations du sommeil*. Institut national de santé publique du Québec.  
<https://www.inspq.qc.ca/publications/3296>
- van Kamp, I. et van den Berg, F. (2021). Health effects related to wind turbine sound : An update. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), 9133.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph18179133>
- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). (2017). *Avis et rapport relatifs à l'expertise « Évaluation des effets sanitaires des basses fréquences sonores et infrasons dus aux parcs éoliens »*.  
<https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2013SA0115Ra.pdf>
- Santé Canada. (2023). *Conseils pour l'évaluation des effets sur la santé humaine dans le cadre d'une évaluation d'impact : BRUIT*. Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa (Ontario).
- Martin, R., Deshaies, P., et Poulin, M. (2015). *Avis sur une politique québécoise de lutte au bruit environnemental : Pour des environnements sonores sains*. Institut national de santé publique du Québec.  
<https://www.inspq.qc.ca/publications/2048>
- World Health Organization. (2018). *Environmental Noise Guidelines for the European Region*  
<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/279952/9789289053563-eng.pdf?sequence=1>
- Emmanuelle Bouchard-Bastien, Olivia Roy-Malo, Katerine Girard, Géraldine Patey, Stéphanie Potvin, Mathieu Gauthier (à paraître). *Éoliennes et santé publique : mise à jour 2023*. Institut national de santé publique du Québec
- DIN 45680:1997 *Measurement and assessment of low-frequency noise immissions in the neighbourhood*.
- ISO 226:1961 Lignes isosoniques normales pour sons purs écoutés en champ libre et seuil d'audition binaurculaire en champ libre.
- Moorhouse, A T, Waddington, D C, et Adams, M D. 2009. *A procedure for the assessment of low frequency noise complaints*. The Journal of the Acoustical Society of America 126:1131-1141.
- Salt, A N, et Hullar, E T 2010. *Responses of the ear to low frequency sounds, infrasound and wind turbines*. Hearing Research 268 (1):12-21.
- American National Standards Institute (ANSI). (2005). *Quantities and Procedures for Description and Measurement of Environmental Sound Part 4: Noise Assessment and Prediction of Long-Term*
- Broner, N. (2011). *A Simple Outdoor Criterion for Assessment of Low Frequency Noise Emission*. Acoustics Australia; 39:1-7.  
[https://www.acoustics.asn.au/journal/2011/2011\\_39\\_1\\_Broner.pdf](https://www.acoustics.asn.au/journal/2011/2011_39_1_Broner.pdf)
- ANSI. (1995). *Criteria for Evaluating Room Noise (ANSI S12.2-1995 (R1999))*. Standards Secretariat Acoustical Society of America.
- Zajamšek B, Hansen K L, Doolan C J et Hansen C H. 2016. *Characterisation of wind farm infrasound and low-frequency noise*. Journal of Sound and Vibration 370:176-190.
- ANSI/ASA. (2019). *Criteria for Evaluating Room Noise (ANSI S12.2-2019 (R2023))*. Standards Secretariat Acoustical Society of America.

---

## Réponse à une question dans le cadre de l'audience publique sur le projet éolien Des Neiges – Secteur Sud dans la MRC de Côte-de-Beaupré

Séance du 6 février 2024, 13h30

---

### AUTEUR

Mathieu Gauthier, conseiller scientifique spécialisé  
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

### SOUS LA COORDINATION DE

Olivia Roy-Malo, conseillère scientifique en évaluation environnementale et examen des impacts sociaux et psychologique  
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

### RELECTURE ET MISE EN PAGE

Aurélie Franco, agente administrative  
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie