



# Étude sur le bruit des éoliennes et la santé : résumé des résultats

---

## Contexte et raisonnement

Le gouvernement du Canada s'emploie à protéger la santé et le bien-être des Canadiens. Au Canada, la réglementation en matière de bruit est une responsabilité que se partagent divers ordres de gouvernement. Le mandat de Santé Canada concernant les éoliennes comprend la provision de conseils scientifiques, sur demande, aux ministères fédéraux, aux provinces et territoires ainsi qu'aux autres intervenants sur les effets potentiels du bruit des éoliennes sur la santé et le bien-être des collectivités. Au moyen des lois qu'ils adoptent, les provinces et territoires prennent des décisions dans des domaines tels que l'installation et l'emplacement des éoliennes, ainsi que les niveaux sonores et les mesures d'atténuation du bruit qu'elles produisent.

Partout dans le monde, l'énergie éolienne est utilisée comme une nouvelle source d'énergie renouvelable. Au Canada, la puissance éolienne est passée d'environ 137 mégawatts (MW) en 2000 à un peu plus de 8,5 gigawatts (GW) en 2014 (CANWEA, 2014). Parallèlement, des Canadiens vivant près d'installations éoliennes se sont dits préoccupés par les effets négatifs sur leur santé et leur bien-être causés par l'exposition au bruit des éoliennes.

Il existe peu de données scientifiques sur le lien entre l'exposition au bruit des éoliennes et la santé. Par exemple, il y a de l'incertitude en ce qui concerne la contribution des bruits de basse fréquence (BBF) et des infrasons produits par les éoliennes aux réactions observées dans les collectivités et aux effets potentiels sur la santé. Les études existantes diffèrent les unes des autres sur plusieurs aspects importants, dont notamment le modèle méthodologique, les effets évalués sur la santé et la rigueur des conclusions formulées.

En juillet 2012, Santé Canada a annoncé son intention de réaliser une étude épidémiologique à grande échelle en collaboration avec Statistique Canada (titre officiel de Statistique Canada : *Étude sur le bruit ambiant et la santé*). L'étude a été entreprise afin d'enrichir la base de données probantes sur laquelle se fondera le gouvernement fédéral dans le but de fournir des conseils et donner suite aux préoccupations touchant la santé exprimées par les collectivités en lien avec les éoliennes.

## Objectifs de recherche et méthodologie

Les objectifs de l'étude étaient les suivants :

- Étudier la prévalence des effets sur la santé ou des indicateurs de la santé auprès d'un échantillon de Canadiens exposés au bruit des éoliennes à partir de mesures directes de l'état de santé et de mesures autodéclarées
- Se servir de la modélisation statistique afin d'établir le rapport entre l'exposition aux niveaux sonores produits par des éoliennes et des mesures directes de l'état de santé et autodéclarées
- Étudier l'apport des BBF et des infrasons produits par les éoliennes en tant que facteurs pouvant contribuer aux réactions défavorables de la collectivité.

L'étude a été menée dans deux provinces canadiennes, soit l'Ontario et l'Île-du-Prince-Édouard (Î.-P.-E.), où il y avait un nombre suffisant de résidences se trouvant près d'installations éoliennes. L'étude comportait trois volets : un questionnaire réalisé en personne par des représentants de Statistique Canada auprès de participants sélectionnés au hasard vivant à des distances différentes d'installations éoliennes; une collecte de mesures directes de l'état de santé permettant d'évaluer les concentrations de cortisol dans les cheveux, la tension artérielle et la qualité du sommeil des participants; ainsi que plus de 4000 heures de prise de données du bruit provenant des éoliennes réalisée par Santé Canada et permettant de calculer les niveaux sonores des éoliennes aux lieux des résidences étudiées. Afin de consolider l'évaluation et la communication des données et de permettre leur comparaison avec celles d'autres études, les résidences ont été regroupées en catégories. Celles-ci ont été établies selon le niveau de bruit pondéré en gamme A mesuré à l'extérieur de

chaque résidence et sont regroupées de la manière suivante : moins de 25 décibels (dB); de 25 à <30 dB; de 30 à <35 dB; de 35 à <40 dB; 40 dB et plus <sup>1</sup>

Le site Web de Santé Canada fournit des renseignements détaillés sur la méthodologie utilisée lors de *l'Étude sur le bruit des éoliennes et la santé*, ce qui comprend de l'information sur la consultation publique de 60 jours ainsi que le processus d'examen par des pairs. La méthodologie est également présentée en détail dans la publication scientifique suivante : Michaud et coll., *Noise News International*, vol. 21, no 4 (2013), p. 14-23.

## Résultats de recherche préliminaires

Santé Canada a complété l'analyse préliminaire des données recueillies. Les résultats de la recherche sont présentés ci-dessous selon le volet de l'étude dans lequel ils ont été obtenus, soit le questionnaire réalisé en personne et qu'il fallait remplir soi-même, soit les mesures directes des réponses individuelles, ainsi que les mesures et calculs des niveaux de bruit. Tout comme pour d'autres études de nature similaire, les résultats de cette étude présentent certaines limitations ainsi que des aspects qui doivent être pris en considération relativement à ceux-ci :

- les résultats ne peuvent pas être généralisés aux régions ne faisant pas partie de l'échantillon, car les lieux étudiés n'ont pas été choisis au hasard parmi les différents lieux possibles au Canada;
- ils ne permettent pas d'établir de conclusion concernant la causalité; et
- ils doivent être envisagés dans le contexte de l'ensemble des publications scientifiques évaluées par des pairs sur le sujet.

### **A. Population à l'étude et participation**

Lors de la réalisation de l'étude, les chercheurs ont sélectionné des régions de l'Ontario et de l'Î.-P.-E. où un nombre suffisant de résidences se trouvaient près d'installations éoliennes. Douze parcs éoliens en Ontario et six à l'Î.-P.-E., comptant respectivement 315 et 84 éoliennes, ont été sélectionnés pour former l'échantillon. Les chercheurs ont inclus toutes les résidences se trouvant à environ 600 mètres d'une éolienne et en ont sélectionné certaines également, au hasard, parmi celles situées entre 600 mètres et 10 kilomètres d'une éolienne. Un résident de chacun de ces foyers (âgé de 18 à 79 ans) a ensuite été choisi au hasard pour participer à l'étude.

L'échantillon final comptait 2004 foyers potentiels. De ce nombre, 1570 ont été considérés comme valables <sup>3</sup>, et au total, 1238 foyers présentant des caractéristiques sociodémographiques similaires <sup>4</sup> ont participé à l'étude, ce qui représente un taux de participation global de 78,9 %. Le taux de participation n'a pas été influencé par la distance qui séparait la résidence de l'éolienne. Ce taux élevé de participation a été observé dans chacune des deux provinces. Les taux de réponse élevés ont aidé à réduire, mais pas à éliminer, le biais de non-réponse. <sup>5</sup>.

## ***B. Résultats issus du questionnaire remplis par les participants***

Les résultats sont présentés selon les niveaux de bruit des éoliennes. Les résultats relatifs au désagrément causé par le bruit des éoliennes sont aussi fournis selon la distance des résidences afin de permettre la comparaison avec d'autres études. Le niveau de bruit des éoliennes constitue une mesure plus sensible au niveau d'exposition et permet de tenir compte de la topographie, des caractéristiques des éoliennes et du nombre d'éoliennes se trouvant à une distance donnée. Par exemple, deux maisons semblables pourraient se trouver dans des environnements similaires et être situées à la même distance de l'éolienne la plus rapprochée, laquelle pourrait être une petite éolienne pour la première maison, tandis que la deuxième pourrait faire partie d'un parc de 75 grandes éoliennes. Ces deux maisons seraient étudiées de la même manière si les chercheurs ne tiendraient compte uniquement que de la distance les séparant de l'éolienne la plus rapprochée. Cependant, les niveaux d'exposition au bruit relevés à chacune de ces résidences seraient complètement différents.

Les aspects suivants n'ont pas été associés à l'exposition au bruit des éoliennes :

- qualité du sommeil autodéclarée par les répondants (p. ex. perturbation générale, utilisation de somnifères, troubles du sommeil diagnostiqués);
- problèmes de santé autodéclarés par les répondants (p. ex. vertiges, acouphènes, migraines et maux de tête fréquents) et maladies chroniques autodéclarées par les répondants (cardiopathie, hypertension et diabète);

- niveau de stress et qualité de vie perçus déclarés par les répondants

*Bien que des personnes aient déclaré certains des troubles de santé susmentionnés, les chercheurs n'ont pu établir de relation entre la prévalence de ces troubles et les niveaux de bruit des éoliennes.*

### *1. Qualité du sommeil déclarée par les répondants*

Les troubles du sommeil de longue durée peuvent avoir des effets néfastes sur la santé, et la perturbation du sommeil est l'un des troubles les plus souvent recensés dont il est fait état dans la littérature scientifique concernant le bruit ambiant. Certaines études, mais pas toutes, ont démontré un lien entre les troubles du sommeil autodéclarés par des répondants et l'exposition au bruit des éoliennes.

L'indice de qualité du sommeil de Pittsburgh (PSQI) est un questionnaire fréquemment utilisé pour obtenir une mesure validée des troubles du sommeil autodéclarés. Il fournit une cote se situant entre 0 et 21 et une cote globale de plus de 5 indique un sommeil de mauvaise qualité. Le PSQI a été utilisé dans le cadre du questionnaire général et a été complété par des questions sur l'utilisation de somnifères, la présence de troubles du sommeil diagnostiqués par un professionnel de la santé et l'état de santé général au cours de la dernière année des personnes ayant des troubles du sommeil.

Les résultats découlant des mesures de la qualité du sommeil autodéclarées par les répondants, qui concernent notamment la perturbation générale, l'utilisation de somnifères, les troubles du sommeil diagnostiqués et la cote obtenue au PSQI, ne permettent pas d'établir un lien entre la qualité du sommeil et les niveaux de bruit des éoliennes.

### *2. Troubles et maladies chroniques autodéclarés par les répondants*

Bon nombre de problèmes de santé diagnostiqués et autodéclarés par les répondants n'ont pu être associés aux niveaux de bruit des éoliennes auxquels ils sont exposés. Ces problèmes de santé comprennent entre autres la douleur chronique, l'hypertension, le diabète, la cardiopathie, les vertiges, les migraines, ainsi que le tintement, le bourdonnement ou le sifflement auditif (acouphène).

### *3. Stress autodéclaré par les répondants*

L'exposition à des agents stressants et la façon d'y faire face sont considérés depuis longtemps comme des facteurs de risques potentiels pour la santé, notamment pour la santé cardiovasculaire et le bien-être mental d'un individu. L'échelle de perception du stress (Perceived Stress Scale) est un questionnaire validé qui permet d'évaluer la mesure dans laquelle des situations qui surviennent dans la vie d'une personne sont jugées stressantes.

Les chercheurs n'ont pas établi de lien entre le stress autodéclaré par les répondants, selon la cote obtenue à l'échelle de perception du stress, ainsi que les niveaux de bruit des éoliennes auxquels ils sont exposés.

#### *4. Qualité de vie*

Les effets sur la qualité de vie ont été évalués au moyen de la version abrégée de l'échelle de mesure de la qualité de vie de l'Organisation mondiale de la Santé. Ce questionnaire validé a été largement utilisé dans des études sociales afin d'évaluer la qualité de vie relativement aux aspects physiques, environnementaux, sociaux et psychologiques.

L'exposition au bruit des éoliennes n'a pas été associée à des changements importants de la qualité de vie autodéclarée par les répondants dans aucun des quatre aspects susmentionnés, ni en ce qui concerne la qualité de vie en général ou la satisfaction sur le plan de la santé.

Les aspects suivants ont été statistiquement associés à des niveaux accrus de bruit provenant des éoliennes :

- sources de désagrément liées à des caractéristiques des éoliennes (p.ex. bruit, effet stroboscopique, lumières clignotantes, vibrations et impacts visuels).

#### *5. Le désagrément*

##### *5.1 Le désagrément de la collectivité comme mesure du bien-être*

Dans le cadre du questionnaire réalisé par Statistique Canada, des thèmes ont été abordés en vue de recueillir les perceptions des participants concernant les éoliennes, ainsi que les effets déclarés par ces répondants sur leur santé et leur bien-être suite à l'exposition d'éoliennes. À cet égard, l'une des réactions au bruit ambiant la plus communément observée est le

désagrément de la collectivité. Depuis plus de 50 ans, des travaux de recherche sociale ou socio-acoustique ont été réalisés sur le désagrément qu'entraîne le bruit pour les collectivités. Les études ont invariablement démontré qu'une augmentation du niveau de bruit dans une collectivité est associée à une augmentation de la proportion de ses membres indiquant qu'ils sont « fortement incommodés » dans les enquêtes sociales. Si l'on compare le désagrément lié au bruit causé par le transport, comme le transport ferroviaire ou le transport routier, en se fondant sur les articles scientifiques publiés sur le sujet, le désagrément pour la collectivité lié au bruit des éoliennes commence à un niveau plus bas et augmente plus rapidement avec l'augmentation du bruit des éoliennes. Le désagrément se définit comme une réaction de longue durée (12 mois et plus) consistant à être très ou fortement incommodé et qui a été déterminée au moyen d'une enquête. La précision de la durée d'un an ou plus vise à distinguer une réaction de longue durée du désagrément passager qu'une personne pourrait ressentir durant une journée quelconque. Le lien entre le bruit provenant des éoliennes et le désagrément pour la collectivité est une mesure plus forte qu'aucun autre élément autodéclaré par un participant, y compris les plaintes et les troubles du sommeil autodéclarés.

## *5.2 Résultats relatifs au désagrément pour la collectivité*

Des liens statistiquement significatifs entre l'exposition et la réponse des participants ont été établis entre les niveaux de bruit des éoliennes et la déclaration d'un degré élevé de désagrément. Ces liens ont pu être établis relativement au désagrément causé par le bruit, les vibrations, le clignotement des lumières, l'effet stroboscopique et les impacts visuels causés par les éoliennes. Dans tous les cas, le désagrément a augmenté parallèlement aux niveaux d'exposition au bruit des éoliennes.

Voici les autres résultats obtenus concernant le désagrément associé au bruit des éoliennes:

- Lorsque les niveaux de bruit dus aux éoliennes étaient les plus élevés ( $\geq 40$  dBA dans les deux provinces), les pourcentages de répondants déclarant être fortement incommodés sont les suivants : Ontario, 16.5 %; Î.-P.-É., 6.3 %. Bien que dans l'ensemble, un niveau de réponses similaires a été observé dans les deux provinces, le niveau de désagrément lié au bruit des éoliennes était 3.29 fois plus élevé en Ontario qu'à l'Î.-P.-É. (intervalle de confiance de 95 %, 1.47 - 8.68).

- Une augmentation statistiquement significative du désagrément a été observée lorsque le bruit des éoliennes dépassait 35 dBA.
- Le désagrément lié au bruit des éoliennes déclaré par les répondants était statistiquement plus élevé à l'été, à l'extérieur, le soir et la nuit.
- Il a été observé que le désagrément pour la collectivité diminue lorsque les éoliennes sont situées à une distance de la résidence d'un à deux kilomètres en Ontario, alors qu'à l'Î.-P.-É. presque tous les participants qui étaient fortement incommodés par le bruit des éoliennes vivaient à moins de 550 mètres d'une éolienne. L'examen des raisons expliquant ces différences entre les provinces ne faisait pas partie de la portée de l'étude.
- Le désagrément lié au bruit des éoliennes diminue de façon importante dans les régions où le bruit de fond durant la nuit excède le bruit des éoliennes de 10 dB ou plus.
- Le désagrément était nettement plus bas chez les 110 participants qui ont obtenu un bénéfice personnel, tel qu'un loyer, des paiements ou d'autres avantages indirects liés à l'installation d'éoliennes dans la région, comme par exemple des améliorations communautaires. Toutefois, d'autres facteurs qui étaient plus directement associés au désagrément ont été relevés, comme l'aspect visuel, les préoccupations liées à la sécurité physique en raison de la présence d'éoliennes et le fait d'être sensible au bruit en général.

### *5.3 Désagrément et santé*

Un lien statistique a été établi entre le désagrément associé au bruit des éoliennes et plusieurs effets sur la santé autodéclarés par les répondants, y compris l'hypertension, les migraines, les acouphènes, les vertiges, les résultats obtenus au PSQI et le stress perçu.

Un lien statistique a été établi entre le désagrément associé au bruit des éoliennes et les concentrations de cortisol dans les cheveux, ainsi que la tension artérielle systolique et diastolique.

Les liens mentionnés ci-dessus concernant des paramètres de santé mesurés et autodéclarés par des participants n'étaient pas associés à des niveaux de bruit précis ou à des distances précises des éoliennes, et ils ont également été observés chez plusieurs personnes incommodées par le bruit de la circulation routière.

Santé Canada ne peut pas établir si ces conditions étaient déjà présentes chez ces participants ou si elles pourraient avoir été exacerbées par l'exposition au bruit des éoliennes, mais les résultats semblent indiquer un lien possible entre un désagrément de longue date et des effets sur la santé.

Les résultats tendent à indiquer que les effets sur la santé et le bien-être pourraient être en partie liés aux activités causant un désagrément pour la collectivité, celles-ci ayant une influence beaucoup plus grande que l'exposition au bruit des éoliennes.

### ***C. Résultats mesurés objectivement***

Il a été constaté que les résultats sur la santé mesurés objectivement étaient statistiquement liés et correspondaient aux résultats autodéclarés par les répondants. L'application de nombreux modèles de régression <sup>6</sup> n'a pas permis d'établir de liens entre le bruit des éoliennes et les concentrations de cortisol dans les cheveux, la tension artérielle, la fréquence cardiaque au repos et des paramètres mesurés de la qualité du sommeil (p. ex. latence du sommeil, réveils, efficacité du sommeil).

#### *1. Mesures associées au stress*

En plus d'appliquer l'échelle de perception du stress, la concentration de cortisol dans les cheveux a été mesurée, ainsi que la tension artérielle et la fréquence cardiaque au repos, afin de mieux évaluer le lien possible entre l'exposition au bruit des éoliennes et les changements physiologiques étant reconnus pour être associés au stress.

Le cortisol est un biomarqueur du stress bien établi dont la concentration est habituellement mesurée dans le sang ou la salive. Toutefois, les concentrations sanguines ou salivaires font état de fluctuations récentes du cortisol et sont influencées par de nombreuses variables, dont le moment de la journée, les aliments consommés, la position du corps, les moments de stress de courte durée, etc., qui sont très difficiles à contrôler dans le cadre d'une étude épidémiologique. La mesure de la concentration de cortisol dans des échantillons de cheveux permet d'éliminer en grande partie ces difficultés, car le cortisol s'introduit dans les cheveux à mesure qu'ils poussent. Le taux moyen de pousse des cheveux étant de 1 cm par mois, la mesure du cortisol dans les cheveux permet d'examiner l'exposition à des agents stressants au cours des mois précédents. Cette

méthode est donc particulièrement utile pour évaluer les effets possibles d'une exposition de longue durée au bruit des éoliennes sur l'un des principaux biomarqueurs du stress.

Les résultats des multiples analyses effectuées par régression linéaire indiquent une concordance entre les concentrations de cortisol dans les cheveux et les cotes obtenues sur l'échelle de perception du stress (c.-à-d. que les cotes les plus élevées sur cette échelle étaient associées à des concentrations plus élevées de cortisol dans les cheveux), mais aucune de ces mesures n'a été influencée de manière importante par l'exposition au bruit des éoliennes. De la même façon, bien que l'hypertension artérielle autodéclarée par les participants ait été associée à une mesure élevée de la tension artérielle, aucun lien statistiquement significatif n'a été établi entre la tension artérielle mesurée, ou la fréquence cardiaque au repos, et l'exposition au bruit des éoliennes.

## *2. Qualité du sommeil*

La qualité du sommeil a été mesurée au moyen d'Actiwatch2MC, un moniteur de l'activité qui, tout comme une montre, est porté au poignet. Grâce à ses capteurs perfectionnés, cet appareil permet de mesurer de manière précise et objective l'activité et l'information liées au sommeil durant plusieurs jours. Ce moniteur est considéré comme une méthode fiable et valable pour évaluer le sommeil en milieu non clinique. Voici les effets mesurés sur le sommeil qui ont été pris en compte : latence du sommeil (temps écoulé avant de s'endormir); temps d'éveil après l'endormissement (durée totale des réveils); temps total de sommeil; taux des périodes d'éveil (calcul du nombre de réveils par rapport au temps passé au lit); efficacité du sommeil (temps total de sommeil divisé par le temps passé au lit).

L'efficacité du sommeil est particulièrement importante, car elle fournit une bonne indication de la qualité globale du sommeil. Les chercheurs ont constaté que l'efficacité du sommeil était très élevée, présentant un taux de 85 %, et qu'elle était statistiquement influencée par le sexe, l'indice de masse corporelle (IMC), le niveau de scolarité et la consommation de caféine.

Dans certains cas, un lien a été établi entre le taux des périodes d'éveil, le temps total de sommeil ou la latence du sommeil et les aspects suivants : l'âge, la situation de famille, le fait de fermer les fenêtres de la chambre,

l'IMC, la douleur physique, le fait qu'il y ait un climatiseur autonome dans la chambre, des déclarations de syndromes de jambes sans repos et le fait d'être fortement incommodé par les lumières clignotantes des éoliennes. Même s'il peut paraître que de nombreuses variables ont des effets sur la qualité du sommeil mesurée, les chercheurs n'ont pas établi de lien entre les niveaux de bruit des éoliennes mesurés à l'extérieur, près des résidences des participants, et l'efficacité du sommeil, le taux de réveils, la durée des réveils, le temps total de sommeil ou le temps nécessaire à l'endormissement.

#### **D. Résultats des mesures de bruit provenant des éoliennes**

*Remarque : Pour favoriser la compréhension des concepts présentés dans cette section, Santé Canada a préparé un court [introduction au bruit](#). Les chercheurs qui étudient la réaction des collectivités face au bruit mesurent habituellement différents niveaux de son en se servant de l'unité de mesure appelée décibel pondéré en gamme A (dBA). La pondération en gamme A indique comment les gens réagissent à l'intensité des sons courants; cela dit, elle accorde moins d'importance aux fréquences auxquelles l'oreille est moins sensible. Pour la plupart des sources de bruit ambiant, il s'agit d'une pratique acceptable. Toutefois, lorsqu'une source sonore comporte une quantité importante de basses fréquences, l'utilisation d'un filtre pondéré A ne permet pas de faire entièrement état de l'incidence ou de l'effet de perturbation du son (désagrément). Dans ce cas, l'utilisation d'un filtre pondéré C (dBC) peut être plus appropriée, vu qu'il tient compte davantage de la contribution des basses fréquences que le filtre pondéré A.*

**Date de modification :**

2014-10-28