

Direction régionale de santé publique (DRSP)
Équipe Santé et environnement

LE BRUIT

Les impacts potentiels à la santé

Gwendaline Kervran, conseillère en santé environnementale, DRSP
Marie-Josée Godi, M.D., résidente, DRSP
en collaboration avec Richard Martin, agent de recherche, INSPQ

Complément d'information

■ CONTEXTE

Les premières séances de la première partie des audiences publiques portant sur le Projet de parc éolien de la Rivière-du-Moulin dans la MRC de Charlevoix et du Fjord-du-Saguenay ont eu lieu du mardi, 6 mars au mercredi, 7 mars 2012 à l'Hôtel La Saguenéenne à Chicoutimi.

Lors de ces premières séances, des questions spécifiques sur les impacts et la perception du bruit ont été posées aux représentants du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS).

L'impact sonore généré par la construction du parc éolien (bruit émergent) sur les baux de villégiature situés au lac Georges est estimé à ± 25 décibels (dB), passant d'un bruit ambiant de 19 dBA à approximativement 44 dBA. Néanmoins, soulignons que la mesure de bruit ambiant ainsi que la modélisation du bruit résiduel ont été faits dans des conditions différentes (vitesse du vent). Or, il est connu que le bruit ambiant et le bruit causé par les éoliennes augmentent en fonction de la

vitesse du vent mais pas dans les mêmes proportions. Par conséquent, les calculs présentés dans le présent document ont été faits à partir des chiffres fournis dans l'étude d'impact et proposent au BAPE un ordre de grandeur de ce que peut représenter une augmentation du niveau sonore perçu par les personnes, sans toutefois prédire avec précision l'effet du parc éolien sur ce même niveau sonore.

Les questions du président du BAPE étaient les suivantes :

1. Quel est l'intensité et la perception du bruit généré par les éoliennes?
2. Quel sont les impacts possibles sur la santé d'une telle augmentation?
3. Est-ce que les sons de basse fréquence (infrasons) générés par les éoliennes peuvent avoir des impacts sur la santé?
4. Est-ce que la distance peut atténuer les infrasons?

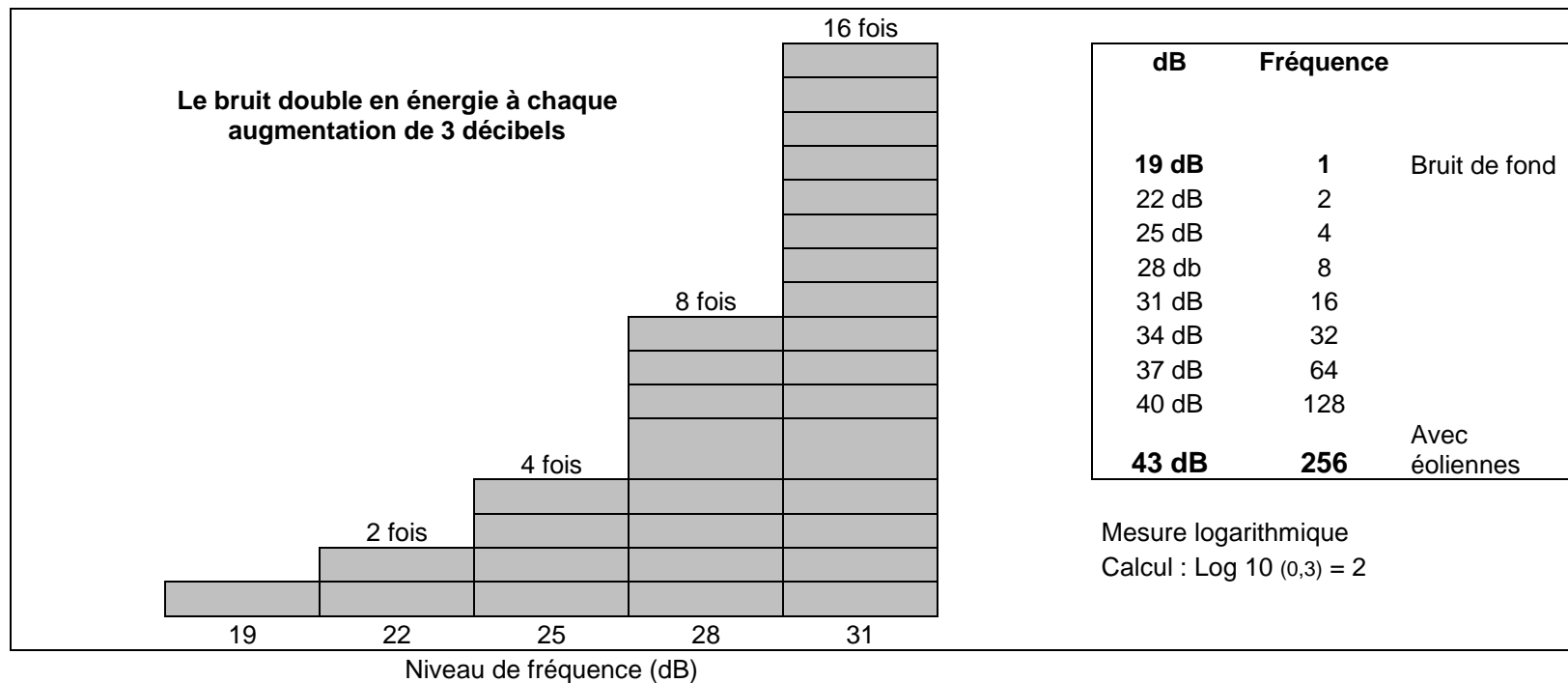
■ QUESTION 1 : L'INTENSITÉ ET LA PERCEPTION DU BRUIT

Le bruit double en intensité acoustique à chaque augmentation de 3 dB. De la sorte, **l'intensité du bruit généré par le démarrage des éoliennes à proximité des baux de villégiature du lac Georges sera approximativement 256 fois plus élevée par rapport au bruit de fond.** (Tableau 1)

Rappelons que l'Organisation mondiale de la santé (OMS) préconise la notion de bruit émergent (ou d'émergence) et selon cette notion, un nouveau projet ne devrait pas entraîner une augmentation de plus de 5 dB sur les niveaux de bruit ambiant le jour et 3 dBA, la nuit. « L'émergence est un indicateur qui quantifie l'augmentation du niveau de bruit par rapport au bruit initial (niveau sonore). Il s'agit de la différence arithmétique entre le niveau de bruit ambiant [...] du bruit ambiant qui perdure à un moment donné, dans une situation donnée quand les bruits particuliers sont supprimés (ISO-1996-1 :2003F). Cette référence aux notions de bruit ambiant et résiduel n'est pas nouvelle, étant déjà contenue

dans la norme ISO 1996-1 : 2003 (F) ainsi que dans le document guide d'analyse des problèmes de bruit, soit la note d'instruction 98-01 du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP, 2006). Certains pays fondent les limites du bruit sur les seuils émergents pour une nouvelle activité ou source : augmentation du niveau de bruit ambiant pendant le jour d'au plus de 5 dBA ou 3 dBA, la nuit (OMS-Berglund et Maschke, 2000). À titre d'exemple, la France a établi des critères d'interprétation dans sa réglementation pour cet indicateur (République française, 2006). Cet indicateur permet, à la fois, de gérer les problèmes de bruit ainsi qu'à baliser l'introduction de nouvelles sources sonores dans un milieu, notamment pour des milieux à faible bruit. » (Tiré d'un document en préparation par l'Institut national de santé publique du Québec dans le cadre des travaux d'un Avis sur la pertinence d'une politique publique de lutte contre le bruit environnemental et le bruit au travail au Québec.)

Tableau 1 : Intensité du bruit généré par les éoliennes au camp de chasse du lac Georges



La question de la perception du bruit par les utilisateurs du territoire relève du domaine de la psycho-acoustique plutôt que celui de la santé publique. Y répondre de façon exhaustive nécessiterait une recherche documentaire supplémentaire et une validation auprès de collègues spécialisés. Toutefois, selon la compréhension que nous en avons et en fonction des documents consultés, voici notre interprétation.

La perception du bruit est une évaluation et une description subjective de l'intensité sonore telle que perçue par une personne. L'échelle de la perception du bruit semble dériver du concept de «loudness», en français

«sones», soit la grandeur de la sensation du bruit relié à la perception de son intensité (enHealth Council, 2004).

Le sone est une unité de mesure de la perception de l'intensité d'un bruit, telle que perçue par une personne. Par convention, 1 sone = l'intensité perçue d'un son de 40 dB à 1 000 Hz en champ libre. Ainsi, l'intensité perçue double à chaque augmentation de 10 dB, au-delà d'un niveau ambiant de 30 dB (Traube, 2008) (INSPQ, 2009). Toutefois, nous comprenons qu'en dessous de 30 dB, l'intensité perçue (subjective) sera plus importante pour une plus petite augmentation du bruit (< 10 dB).

L'unité de la sonie : le sone

Le sone est une unité psychoacoustique utilisée pour la mesure de la perception de l'intensité. Il a été défini par Stevens.

Convention :

1 sone = intensité perçue d'un son de 40 dB SPL à 1000 Hz

Selon Stevens, l'intensité perçue double à chaque fois qu'on augmente de 10 dB (qu'on multiplie par 10), pour des valeurs au-delà de 30 dB, ce qui donne pour des sons purs à 1 kHz :

1 sone	=	40 dB	=	40 phones
2 sones	=	50 dB	=	50 phones
4 sones	=	60 dB	=	60 phones
8 sones	=	70 dB	=	70 phones
16 sones	=	80 dB	=	80 phones , ... etc.

En-deçà de 30 dB, le nombre de dB nécessaires pour obtenir une intensité perçue doublée diminue, jusqu'à 2 dB à 10 phones.

Relation mathématique entre le sone et le phone

$$\boxed{S = 2^{(P - 40) / 10}} \quad \text{ou} \quad \boxed{P = 40 + 10 (\log S / \log 2)}$$

où **P** est la sonie en phones et **S** est la sonie en sones

Source : Traube, 2008

Également, les mesures objectives du bruit ne peuvent pas être corrélées avec l'expérience subjective du bruit (sauf si évaluées différemment, soit dans un contexte d'études socio-acoustique avec une échelle de nuisance normalisée selon ISO/TS 15666-2003F). À l'échelle de la perception du bruit, une augmentation de 3 dB correspond à des niveaux sonores perceptibles par

l'oreille (Tableau 2). Par ailleurs, il faut une augmentation du bruit de 10 dB pour que l'oreille perçoive ce bruit comme flagrant, soit 2 fois plus fort que le bruit initial. (Traduction libre de Driscoll et autres, 2003), (Brüel et Kjaer, 2010). Conséquemment, **le bruit perçu au lac Georges serait environ 25 fois plus fort que le bruit perçu dans l'environnement naturel initial** (Tableau 3).

Tableau 2 : Échelle de Perception du bruit (selon Bruel et Kjaer, 2000)

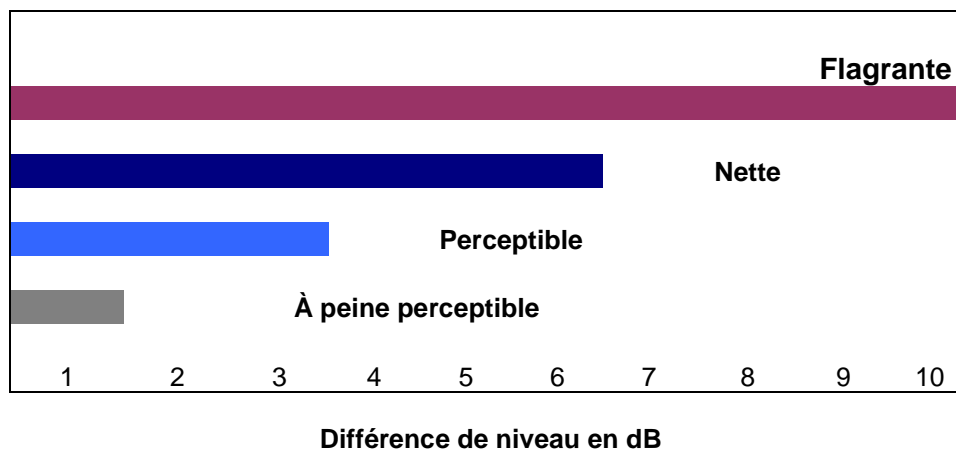
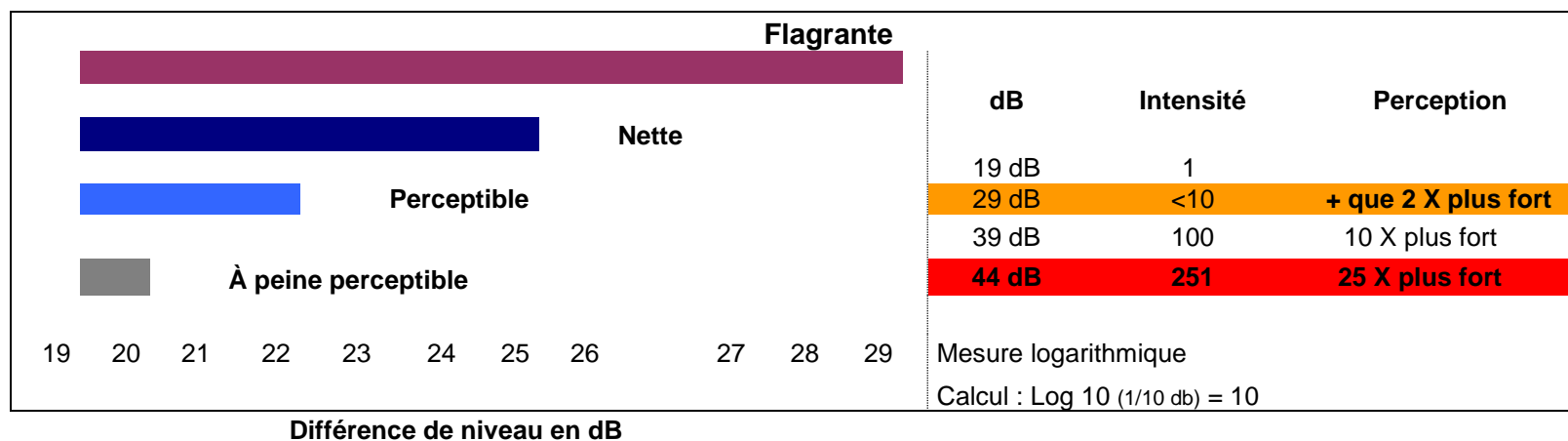


Tableau 3 : Perception du bruit produit généré par les éoliennes au camp de chasse du lac Georges



■ QUESTION 2 : LES IMPACTS À LA SANTÉ

L'OMS, de même que l'INSPQ et les organismes promoteurs de la santé convergent vers un même constat : le bruit agit sur le bien-être et peut avoir un effet sur la santé dès qu'il est perçu comme dérangeant, qu'il induit un stress ou qu'il gêne la conversation. On parle alors de la nuisance associée au bruit. À la lumière des derniers éléments de compréhension sur la perception du bruit, il est prévisible qu'une augmentation de ± 25 dB pourra être rapidement perçue comme dérangeante (une nuisance ou une pollution sonore) par les utilisateurs du territoire qui verraient alors leur bien-être et leur qualité de vie (ex. : repos vs tranquillité attendue) altérés.

À l'heure actuelle, aucune évidence scientifique ne suggère des impacts à la santé liés à l'exposition du bruit produit par des éoliennes autre que la nuisance (INSPQ, 2009). Toutefois, les niveaux de bruit anticipés, beaucoup plus élevés que le niveau de

bruit caractéristique d'un milieu boisé (sans tenir compte d'un possible effet de masquage dans certaines conditions), pourrait influencer la perception de la qualité de cet environnement par les utilisateurs. Cela pourrait également occasionner par exemple des impacts d'ordre économique.

Nuisance : Sentiment de déplaisir associé à un agent ou à une condition considérée comme affectant un individu ou un groupe (Lindvall, 1973).

Indice de gêne

Effets subjectifs des changements de bruit (enHealth 2004)

Quantité en dB(A) dont le niveau sonore d'évaluation L excède le bruit de fond	Réaction estimée des collectivités
	Catégorie
0	Aucune
5	Faible
10	Moyenne
15	Forte
20	Très forte

■ QUESTION 3 : LES IMPACTS À LA SANTÉ DES INFRASONS

Les sources d'infrasons qu'elles soient naturelles ou artificielles sont nombreuses (ex. : les mouvements violents de l'air, les moyens de transports tel que les automobiles, les camions, les hélicoptères, les avions, les bateaux, les trains). Les passagers d'une automobile ou d'un train peuvent être soumis à des niveaux de 120 dB entre les fréquences de 1 Hz à 20 Hz et les niveaux peuvent atteindre 150 dB. Les infrasons (en dessous de 20 Hz) sont omniprésents. Les sons de très basse fréquence peuvent être produits dans les bâtiments par les longs conduits de conditionnement d'air (vibrations de ventilateurs) et par les secousses sismiques. Les données provenant des études réalisées sur les éoliennes montrent que les niveaux émis par ces dernières sont du même ordre que les infrasons produits par des sources naturelles (Chatillon, 2006).

La perception des infrasons varie en fonction de l'âge et du sexe (écart type de 3 à 8 dB). À faible niveau, autour du seuil d'audition, des réactions de fatigue, de dépression, de stress, d'irritation, d'asthénie, des maux de tête, des troubles visuels et des troubles de la vigilance ou de l'équilibre et des nausées («mal de mer») ont été décrits (Chatillon, 2006). Ces réactions peuvent être dues à la mise en vibration de certains organes digestifs, du système cardiovasculaire et respiratoire ou des globes oculaires (Chatillon, 2006).

■ QUESTION 4 : LA DISTANCE ET LES INFRASONS

Les sons de basse fréquence sont très peu atténués par les conditions atmosphériques contrairement aux sons de fréquences plus élevées. Un air froid et sec atténuera plus rapidement les sons que des conditions élevées de température et d'humidité (AFFSSET, 2007). Dans l'air, l'énergie d'une onde infrasonore d'une fréquence de 10 Hz diminue seulement de l'ordre de 0,1 dB par kilomètre, comparativement à une absorption de l'ordre de 10 dB par kilomètre pour un son de fréquence audible à 1 kHz (Chatillon, 2006). Les particularités du terrain jouent aussi un rôle dans la propagation du son (INSPQ, 2009). De manière similaire aux basses fréquences, seuls les matériaux massifs, comme

Il pourrait également s'agir de l'action des infrasons sur l'oreille interne et l'organe de l'équilibre. Ces résultats sont corroborés par les études de O'Neal *et al.*, toutefois ils ont été obtenus à des intensités supérieures (130, 145 et 165 dB) à celles émises par les éoliennes (O'Neal *et al.*, cité dans Knopper *et al.* 2011). L'étude de Kawano *et al.*, citée dans INSPQ, 2009, indique que les camionneurs vivent dans un environnement infrasonore de 115 dB quotidiennement et que celui-ci ne semble pas préjudiciable pour leur santé. La NASA de son côté signale l'absence d'effet significatif à des niveaux inférieurs à 125 dB(L) (Kryter *et al.*, 1984 cité dans INSPQ, 2009).

Le caractère ubiquitaire des infrasons (sources naturelles et artificielles) dans l'environnement suggère que la population a été exposée à des infrasons bien avant l'exploitation des parcs éoliens. Knopper *et al.* (2011) de même que Jakobsen (2005), affirment que les effets observés à la santé sont peu probables en raison des faibles intensités d'infrasons produites par les éoliennes. De même, des études dans d'autres secteurs (ex. : aéronautique) n'ont pas montré jusqu'à présent d'effets sur la santé liés aux infrasons. (Berglund *et al.*, Schust et Leventhall cité dans INSPQ, 2009).

des murs plombés ou de ciment, peuvent bloquer ou atténuer les infrasons. Dans une étude effectuée par O'Neal *et al.* 2011, sur la perception des infrasons émis par les éoliennes à proximité et à l'intérieur des résidences, les mesures effectuées se situaient en dessous des normes UK DEFRA (Department for Environment, Food, and Rural Affairs) et ANSI (American National Standards Institute). Les auteurs concluent qu'il ne devrait pas y avoir d'effet néfaste pour la santé des populations situées à des distances supérieures à 300 mètres et 460 mètres pour des intensités de vent de 3,2 et 4,1 m/s respectivement. Toutefois, ces intensités sont faibles et constituent une limite de l'étude.

■ RÉFÉRENCES

- Berglund, B., Lindvall, T. et Schwela, D.H. (1999) Guidelines for Community Noise. Organisation mondiale de la Santé (OMS), Geneva, 159 p.
- Brüel et Kjaer (2000). Sound and Measurement A/S. Environmental Noise. 2000 [cited 2011 June 28]; Available from: <http://www.nonoise.org/library/envnoise/index.htm>.
- Chatillon, Jacques (2006). Limites d'exposition aux infrasons et aux ultrasons - Étude bibliographique. INRS-Hygiène et sécurité du travail- Cahiers documentaires-2^e trimestre. P 67-77.
- Driscoll, D., N. Stewart, and R. Anderson (2003). Community Noise, in The Noise Manual, e.a. EH Berger, Editor, American Industrial Hygiene Association: Fairfax, VA. p. 602-636.
- INSPQ (2009) Éoliennes et santé publique : Synthèse des connaissances, Québec, Institut national de santé publique du Québec, 67 pages + annexes.
- ISO-1996-1 : (2003) (F). Acoustique – Description, mesurage et évaluation du bruit de l'environnement. Partie 1: Grandeurs fondamentales et méthodes d'évaluation. Genève, International Standard Organization (ISO), 27 p.
- ISO/TS 15666 (2003)F. Acoustique -- Évaluation de la gêne causée par le bruit au moyen d'enquêtes sociales et d'enquêtes socio-acoustiques. Genève, International Standard Organization (ISO), 15 p.
- Jakobsen, J. (2005) Infrasound emission from wind turbines. Journal of low frequency noise, vibration and active control, vol. 24 no 3, p. 145-155.
- Knopper, Loren D; Ollson, Christopher A (2011). Health Effects and Wind Turbines : A Review of the Literature. Environmental Health :10 :78.
- Lindvall, T. et E. P. Radford (1973). Measurements of Annoyance due to Exposure to Environmental Factors, Environ. Res., vol. 6, no. 1, p. 1-36. (Traduction libre).
- Leventhall, G. (2005) How the « mythology » of infrasound and low frequency noise related to wind turbines might have developed, First International meeting on wind turbine noise : Perspectives of control, Berlin, octobre, 15 p.
- OMS - BERGLUND B. ET C. MASCHKE (2000). Bruit et santé. Bonn, Organisation mondiale de la santé (OMS), Bureau régional de l'Europe. Coll. Collectivités locales, environnement et santé, n° 36, 28 p.
- O'Neal RD, Hellweg Jr, Lampeter RM (2011). Low frequency noise and infrasound from wind turbines. Noise Control Eng J, 59:135-157.

MDDEP (2006). Note d'instructions 98-01 sur le bruit des sources fixes. Québec, Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 9 juin 2006, 23 p.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE (2006). Décret n° 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique (dispositions réglementaires) Journal officiel de la République française (JORF), n° 202, 1er septembre 2006, p.13042, texte °19.

http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=E1B6B0050D8DE9032CEE1B74A5EF0935.tpdjo02v_3?cidTexte=JORFTEXT000000459023&categorieLien=id (Page consultée le 22 janvier 2010)

The enHealth Council, (2004) The Health Effects of Environmental Noise – Other than Hearing Loss, Canberra, Commonwealth of Australia, May 2004, 71 p.

TRAUBE C. (2008). Psychoacoustique musicale (MUS 3321 - MUS 6321). Cours 4 : La sonie - les courbes d'isotonie. Montréal, Université de Montréal, Hiver 2008, pp. 55-66.

http://cours.musique.umontreal.ca/MUS3321/MUS3321_NOTES_DE_COURS/psychoacoustique-chapitre04.pdf.

U:\env\Pub_env\5121-00 (Interventions populationnelles)\300-2011-02 (Parc éolien Riv.du moulin)\Intensité et perception du bruit - BAPE_VF.doc