

ANNEXE M1

NOTIONS COMPLÉMENTAIRES SUR LE BRUIT ET ÉTUDES SUR LES EFFETS DES ÉOLIENNES SUR LA SANTÉ



éoliennes & impact sonore

• Quel bruit ?

• L'origine du bruit

• L'évaluation et la prévention du risque des nuisances sonores



Photo O. SEBART



Des bruits qui courent

Des éoliennes qui font un bruit de marteau piqueur ou de moissonneuse batteuse ?

D'autres personnes diront qu'à quelques centaines de mètres, dans certaines conditions climatiques, il est possible d'entendre un souffle.

On peut constater que la perception du bruit varie selon les individus.

La mesure du niveau sonore n'a de sens que si elle est associée à une distance.

Certaines informations, lues ou entendues, présentent le bruit généré par les éoliennes comme une nuisance majeure.

Les éoliennes modernes présentent en fait des niveaux sonores difficilement perceptibles à quelques centaines de mètres.

QUEL BRUIT ?

Deux éléments permettent de caractériser une émission sonore :

1 - La fréquence

Elle s'exprime en Hertz (Hz) et correspond au caractère aigu ou grave d'un son. Une émission sonore est composée de nombreuses fréquences qui constituent son spectre. Le spectre audible s'étend environ de 20 Hz à 20 000 Hz et se décompose comme suit :

- de 20 à 400 Hz : graves
- de 400 à 1 600 Hz : médiums
- de 1 600 à 20 000 Hz : aigus

2 - L'intensité

Elle s'exprime en décibels (dB) ou en décibels pondérés "A" notés dB(A).

L'oreille procède naturellement à une pondération qui varie en fonction des fréquences. Cette pondération est d'autant plus importante que les fréquences sont basses. Par contre, les hautes fréquences sont perçues telles qu'elles sont émises : c'est pourquoi nous y sommes plus sensibles.

Le dB(A) correspond donc au niveau que nous percevons (spectre corrigé de la pondération de l'oreille), alors que le dB correspond à ce qui est physiquement émis.

La mesure de pression sonore exprimée en dB ou en dB(A) à l'aide d'un sonomètre permet de quantifier le niveau sonore perçu à une distance donnée.



Photo C. SEBART

La puissance acoustique d'une source exprimée en watts est la capacité d'une source à émettre un son plus ou moins fort. C'est une grandeur qui se calcule à partir de mesures de pression sonore.

Une augmentation de 3 dB(A) équivaut à un doublement de la pression ou énergie acoustique et induit donc un changement de niveau sonore perceptible.

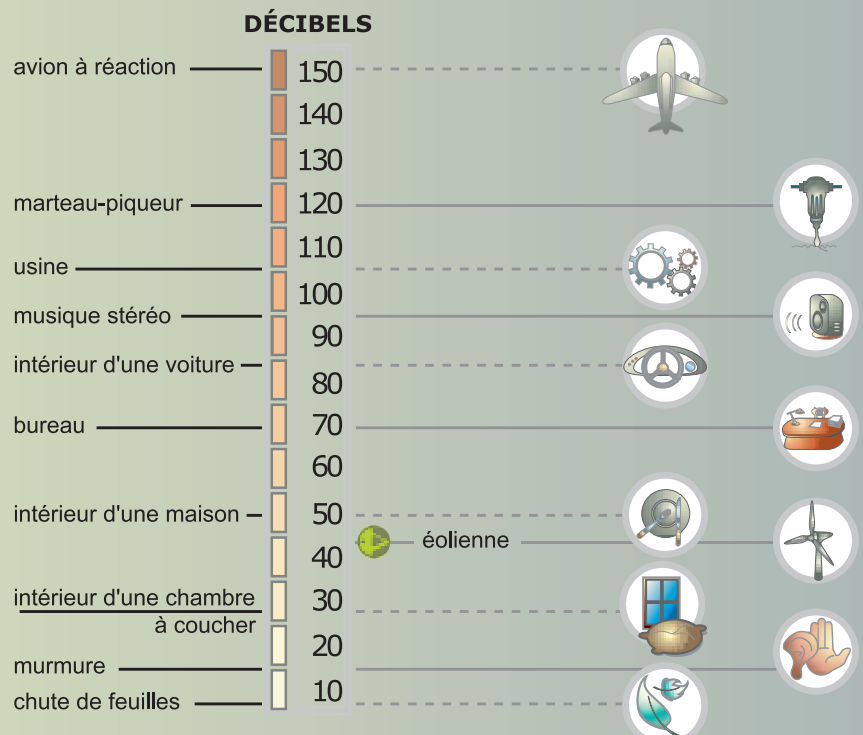


Figure 1 - source : EWEA

L'échelle des décibels permet de positionner un certain nombre d'émissions sonores connues par rapport au bruit moyen émis par une éolienne située à une distance de 250 mètres.

Le niveau de pression sonore diminue avec la distance. Plus on s'éloigne de la source et plus le bruit perçu diminue. Cela est valable pour les éoliennes comme pour n'importe quelle source sonore.

La courbe suivante (figure 2) illustre la décroissance du niveau sonore en fonction de la distance.

> Décroissance du niveau sonore (en dBA) en fonction de la distance

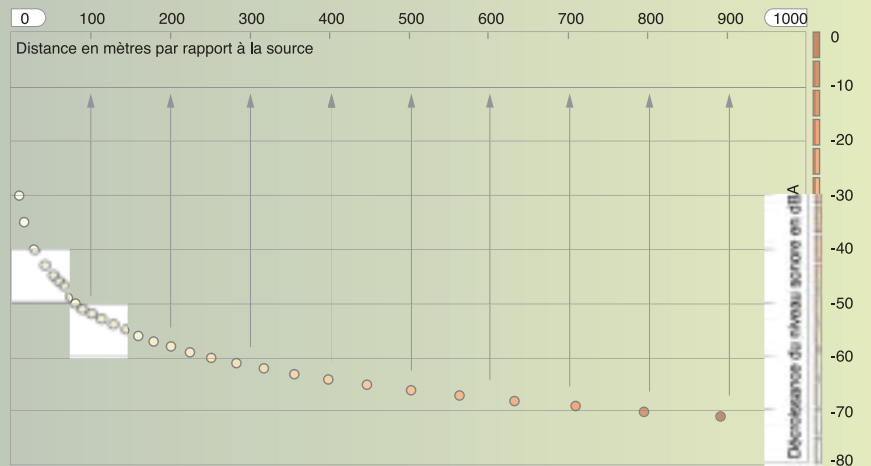


Figure 2

Eoliennes & impact sonore

Le bruit a pu constituer un problème avec les éoliennes de première génération. Elles faisaient appel à des technologies aujourd'hui obsolètes.

Le bruit généré par une éolienne a deux origines : le bruit mécanique et le bruit aérodynamique.

1 - Le bruit mécanique

Le bruit mécanique est créé par les différents organes en mouvement (engrenages à l'intérieur du multiplicateur). Les éoliennes dites à axe horizontal sont majoritairement présentes sur le marché.

Comment fonctionnent-elles (figure 3) ?

Entraîné par les pales (1), un premier arbre dit lent (2) attaque un multiplicateur (3) (une sorte de boîte de vitesse). Ce dernier ajuste, à sa sortie, la vitesse d'un nouvel arbre (4), qualifié cette fois de rapide, aux caractéristiques de la génératrice (5) qui produit l'électricité.

Les éoliennes du début des années 80 laissaient percevoir ce type de bruit jusqu'à des distances relativement importantes. Ces dix dernières années, les émissions sonores des éoliennes

L'ORIGINE DU BRUIT

ont été réduites grâce à un certain nombre d'innovations technologiques :

- Les multiplicateurs actuels sont spécialement conçus pour les éoliennes contrairement à leurs aînés qui utilisaient des systèmes industriels standards. Par ailleurs, des éoliennes sans multiplicateur de vitesse sont aujourd'hui disponibles sur le marché ce qui réduit encore le bruit.
- L'analyse de la dynamique des structures permet de bien maîtriser les phénomènes vibratoires qui contribuent à amplifier le son émis par différents composants (c'est le cas également dans une voiture ou dans un train). Les ingénieurs ont en effet constaté que les pales, qui se comportaient comme des membranes, pouvaient retransmettre les vibrations sonores en provenance de la nacelle et de la tour. L'utilisation de modèles numériques permet de maîtriser ce phénomène. C'est la manière la plus efficace de réduire le niveau sonore de la machine.
- Le capitonnage de la nacelle permet de réduire les bruits centrés dans les moyennes et hautes fréquences.

> Intérieur de la nacelle

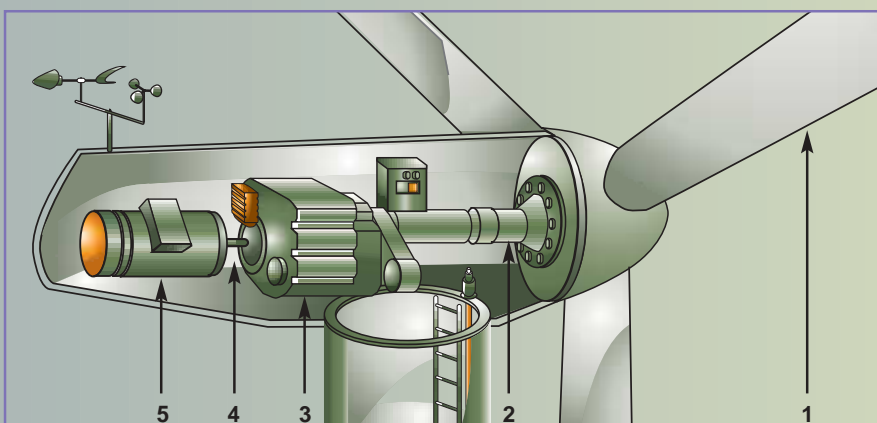


Figure 3

2 - Le bruit aérodynamique

Le freinage du vent et son écoulement autour des pales engendrent un son caractéristique, comme un souffle. Ce type de bruit est assimilé au mélange irrégulier de hautes fréquences générées par le passage du vent dans les arbres, les buissons ou encore sur les étendues d'eau. La plus grande partie du bruit a pour origine l'extrémité de la pale et dans une moindre mesure son bord de fuite. L'utilisation de profils et de géométries de pales spécifiques à l'éolien a permis de



Photo V. PETITJEAN

réduire cette source sonore. Les recherches se poursuivent, principalement pour des raisons de performance. Le passage des pales devant la tour crée un bruit qui se situe dans les basses fréquences. Dans le cas des

éoliennes, elles n'ont aucune influence sur la santé humaine (Voir fiche éolien & santé-sécurité). Le bruit peut aujourd'hui être considéré comme un problème secondaire si des précautions élémentaires sont prises.

3 - Bruits de fond et effet de masque

De manière générale, le silence n'existe pas dans l'environnement : les oiseaux, le bruit du vent dans les arbres, les activités humaines génèrent des sons. Un espace est rarement absolument calme, peut-être parfois à la campagne, la nuit, en l'absence de

vent. Dans ce cas, les éoliennes restent elles aussi silencieuses.

Le vent, en fonction de sa vitesse, participe à l'effet de masque. Une étude réalisée au Pays de Galles décrit la relation entre le niveau sonore ambiant d'un milieu agricole relativement ouvert, avec parcelles

boisées et la vitesse du vent (figure 4).

Le niveau sonore d'une éolienne se stabilise lorsque le vent atteint une certaine vitesse. Au-delà de cette vitesse, le niveau sonore du vent continue à augmenter alors que celui de l'éolienne reste stable. Le bruit du vent vient alors couvrir celui de l'éolienne.

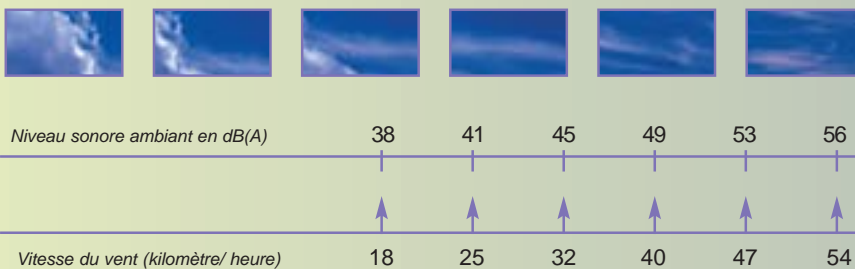


Figure 4 - Source : Bill Holey, Kenetech Windpower



Photo V. PETITJEAN



Photo V. PETITJEAN



Photo V. PETITJEAN

L'ÉVALUATION ET LA PRÉVENTION DU RISQUE DE NUISANCE SONORE

Il est possible de prévoir la propagation du son autour d'une éolienne ou de plusieurs éoliennes et de limiter ainsi tout risque de nuisances sonores.

L'anticipation de l'impact sonore est réalisée en comparant le bruit de la source calculé à proximité des habitations riveraines (niveau sonore différent selon la distance) et le niveau sonore ambiant enregistré au même endroit grâce à un sonomètre, appareil de mesures acoustiques très sensible (photo ci-contre).

L'émergence, valeur qui caractérise la nuisance sonore, correspond à l'éventuelle augmentation, imputable aux

éoliennes, du niveau sonore ambiant. D'un point de vue réglementaire, l'émergence maximale tolérée est de 3 dB(A) la nuit et de 5 dB(A) le jour à l'extérieur d'une maison d'habitation.

Des logiciels permettent de tracer les courbes isophoniques (d'égal niveau sonore) autour des éoliennes. Ces courbes matérialisent la propagation du son. Le modèle de calcul tient également compte de la topographie, de l'occupation du sol, de l'absorption acoustique du sol, de l'atténuation atmosphérique et des données météorologiques (rose des vents) enregistrées sur le site. La propagation du son est bien sûr plus



Photo Avel Pen Ar Bed

importante dans le sens des vents dominants (figure 5).

Dans certains cas, la modification du schéma d'implantation des éoliennes peut être rendue nécessaire après analyse des différentes simulations d'implantation.

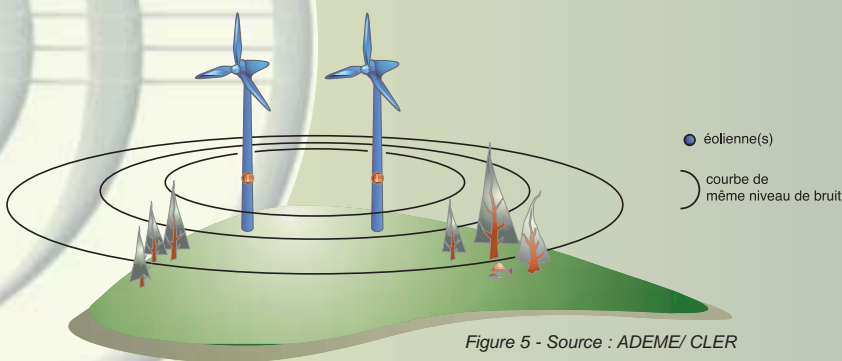


Figure 5 - Source : ADEME/ CLER



1 - Courbes isophoniques théoriques
2 - Influence du vent sur la propagation du son

Que se passe-t-il quand il y a plusieurs éoliennes ?

L'augmentation du niveau sonore n'est en aucun cas proportionnelle mais logarithmique. Cela signifie que la présence de deux sources sonores identiques n'entraîne pas un doublement de la perception de l'intensité sonore. Ainsi, une personne placée à égale distance de deux sources sonores identiques percevra une augmentation du niveau auditif

de 3 dB(A). Quatre sources identiques augmenteront le niveau de 6 dB(A). Il faudra dix sources sonores identiques placées à égale distance de l'auditeur pour que le niveau sonore augmente

de 10 dB(A), ce qui est très rarement le cas avec un parc éolien. Les simulations prennent en compte la présence sonore cumulée des éoliennes en fonctionnement.



Photo V. PETTJEAN



Photo V. PETTJEAN

Quelle distance conserver entre les éoliennes et les habitations ?

Au Danemark ou en Suède, les éoliennes ne sont généralement pas implantées à moins de 300 mètres des maisons d'habitation. En revanche, il n'est pas rare dans ces pays de voir des éoliennes installées à 150 mètres des exploitations agricoles.

Ce sont avant tout les analyses qui permettent d'affiner les distances à respecter. Les caractéristiques anémométriques propres à un site ou encore la présence d'un écran végétal peuvent permettre de réduire la distance entre l'habitat et les éoliennes, tout en respectant la réglementation en vigueur.



Photo V. PETITJEAN

CONCLUSION



Les éoliennes sont de plus en plus silencieuses et les nuisances sonores au niveau des habitations peuvent être évitées. Une étude scientifique danoise indique que les gens qui n'apprécient pas la vue des éoliennes les perçoivent alors comme des engins bruyants, sans même considérer le véritable niveau sonore perçu.



Photo O. SEBART

La visite d'un parc éolien constitue certainement le meilleur moyen de se forger une opinion sur le bruit des éoliennes en fonctionnement, en se plaçant à différentes distances des machines. Dans le cadre d'une démarche d'information du public, cela permet aux acteurs concernés, dans leur diversité, de vivre l'expérience collective de la perception sonore.

CONTACTS & RÉFÉRENCES

• ADEME
Centre de Sophia-Antipolis
500, route des Lucioles
06560 Valbonne
Tél : 04 93 95 79 00
Web : www.ademe.fr

RÉFÉRENCE :
• Manuel préliminaire de l'étude d'impact des parcs éoliens
ADEME Editions, 2001
• Décret n°95-408 du 18 avril 1995 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique

• CLER
2 B, rue Jules Ferry
93100 Montreuil
Tél : 01 55 86 80 00
Mail : infos@cler.org
Web : www.cler.org