

Étude acoustique, maîtrise des impacts

Qu'est-ce que le son ?

Une onde sonore est une vibration mécanique produite par un objet matériel (comme les cordes vocales) et transmise de proche en proche par les molécules d'un milieu liquide, solide ou gazeux.

Dans l'air, on parle d'une onde de pression dont les légères variations peuvent alors être captées par l'oreille humaine et interprétées par le cerveau comme du son. Cette onde est caractérisée par deux paramètres :

- Son amplitude, qui correspond au niveau sonore, au volume ; elle s'exprime en décibels (dB). Les sons s'additionnent d'une manière spécifique comme décrit ci-dessous.


$$60\text{dB} + 60\text{dB} = 63\text{dB}$$

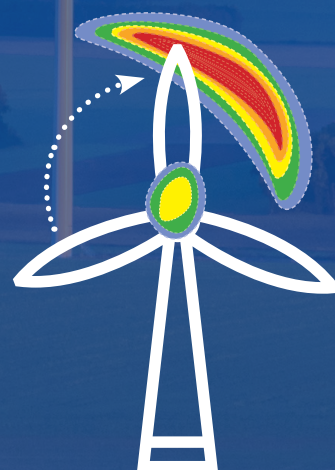
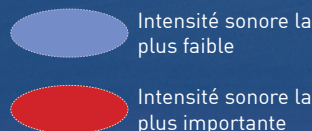

$$60\text{dB} + 70\text{dB} = 70\text{dB}$$

- Sa fréquence, en Hertz (Hz), qui qualifie la hauteur du son (un son aigu a une fréquence haute et un son grave une fréquence basse), physiquement c'est le nombre de vibrations par seconde des molécules autour de leur position d'équilibre

D'où vient le bruit généré par les éoliennes ?

Le bruit des éoliennes a deux provenances :

- Le bruit mécanique qui est dû aux différents composants présents dans la nacelle.
- Le bruit aérodynamique qui est principalement dû à la rotation des pales fendant l'air, comme illustré ci-contre :



Définitions

Pour permettre une meilleure compréhension, les termes utilisés pour l'étude acoustique sont définis ci-dessous.

Bruit particulier : Bruit généré par les éoliennes seules



Bruit résiduel : Bruit de fond, en l'absence du bruit du parc éolien considéré.

Le bruit résiduel peut être assimilé au bruit de l'environnement : le vent dans la végétation et/ou autour des bâtiments, les activités humaines (travaux agricoles, ventilation, transport), la faune (les oiseaux, l'élevage), etc.



Bruit ambiant : Bruit total composé du bruit de fond et du bruit des éoliennes



+



+



Emergence : Différence arithmétique entre le niveau de bruit ambiant et le niveau de bruit résiduel.

C'est la modification du bruit de fond par les éoliennes, ce qu'elles viennent apporter au bruit initial.

Réglementation

Depuis l'**arrêté du 26 août 2011** (modifié par l'arrêté du 10 décembre 2021), les parcs éoliens sont considérés comme des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). A ce titre, ils sont soumis à l'une des réglementations les plus strictes en matière acoustique qui repose sur le concept d'émergence.

Elle définit notamment les seuils acoustiques à respecter :

Niveau de bruit ambiant (incluant le bruit de l'installation)

Emergence admissible pour la période allant de 7h à 22h

Emergence admissible pour la période allant de 22h à 7h

Supérieur à 35 dB(A)¹

5 dB(A)

3 dB(A)

Inférieur à 35 dB(A)

Installation conforme



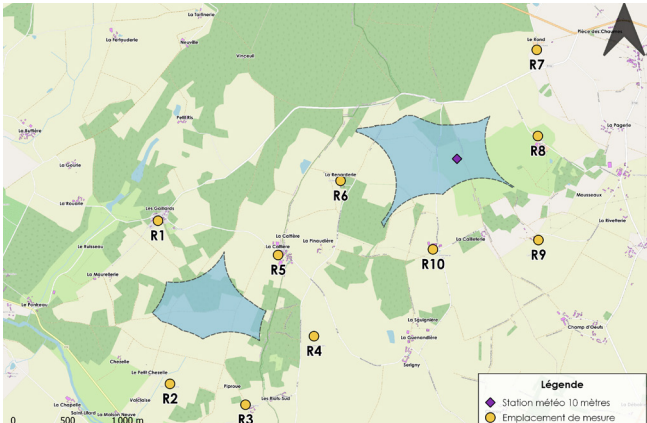
La réglementation impose que l'émergence d'un parc éolien doit être inférieure à 3dB(A) de nuit et 5 dB(A) de jour. Cette émergence est prise en compte uniquement lorsque le bruit ambiant dépasse les 35 dB(A). Si le critère d'émergence n'est pas respecté alors des plans de bridage devront être mis en place. C'est-à-dire que les éoliennes seront bridées afin de limiter la vitesse de rotation des pales et ainsi diminuer le bruit.

¹ dB(A) signifie «décibel pondéré A». La pondération A permet de prendre en compte la sensibilité de l'oreille humaine (en accordant plus de poids aux fréquences les mieux perçues par l'Homme).

Principes de l'étude acoustique

L'étude acoustique, confiée à un bureau d'études indépendant, se décompose en trois parties.

1 Mesures : bruit résiduel



Cette étape consiste à réaliser une campagne de mesures afin de dresser l'état initial du paysage sonore **avant** la future implantation d'éoliennes. Pour cela, l'acousticien va placer des micros sur tous les hameaux/villages/villes entourant le projet.

Ensuite, les emplacements précis des points de mesures sont choisis parmi les habitations les plus représentatives vis-à-vis du reste du village (conditionné par l'acceptation des riverains).

L'acousticien est attentif à différents facteurs pouvant influencer sur les mesures : la végétation, la topographie, les directions de vent dominantes, les infrastructures humaines alentours (transport, usines, bâtiments agricoles...).

Des normes précises doivent être respectées quant à la qualité des micros et leur position pour cette mesure spécifique, ainsi que lors de l'analyse des mesures. La réglementation portant sur les niveaux de bruits à l'extérieur des habitations, tous les micros sont placés en dehors des maisons (jardins, terrasses...).



2 Calculs de propagation acoustique : le bruit particulier

L'objectif est ici de déterminer le bruit généré par la somme de toutes les futures éoliennes du projet, et seulement des éoliennes (sans le bruit de fond) : **le bruit particulier**.

En se basant sur les spécificités techniques (puissance acoustique, spectre sonore, dimensions) de ces dernières ainsi que les caractéristiques du site étudié (relief, bâtis, végétation...) l'acousticien va réaliser un calcul de propagation à grande distance.

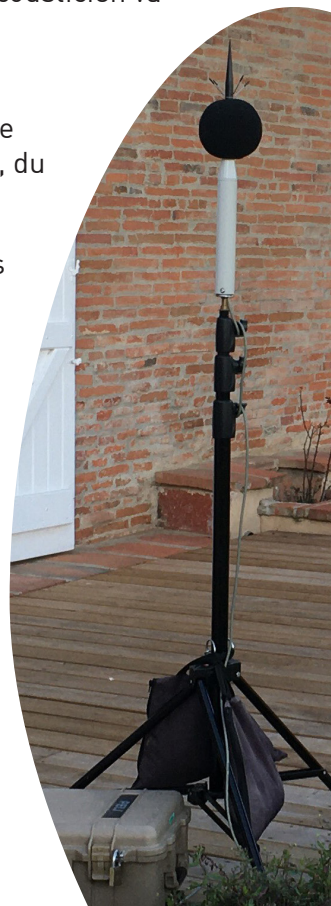
Il utilise pour cela un logiciel acoustique spécialisé, paramétré et calibré selon ses connaissances et retours d'expérience. Le calcul répond également aux exigences d'une norme encadrant ce travail et les différents facteurs à prendre en compte (effet du vent, du relief, du sol, de l'absorption de l'air, etc).

Le bruit résiduel a été mesuré, le bruit particulier simulé, l'acousticien calcule alors les **émergences** au niveau de chacune des habitations.

3 Calculs et conformité : l'émergence et le bridage

Les émergences sont donc estimées pour les habitations les plus proches, pour chaque vitesse et direction de vent, pour le jour et la nuit. En cas de dépassement des seuils réglementaires, l'acousticien propose une solution de fonctionnement du parc pour baisser le bruit des éoliennes : bridages et/ou arrêt (voir dernière partie). Le but de toute l'étude d'impact acoustique est notamment de dimensionner ce « plan de bridage ».

Selon les préconisations de l'acousticien, une modification de l'implantation peut être décidée par le développeur (décalage ou suppression d'une ou plusieurs éoliennes).



Mesures acoustiques post implantation

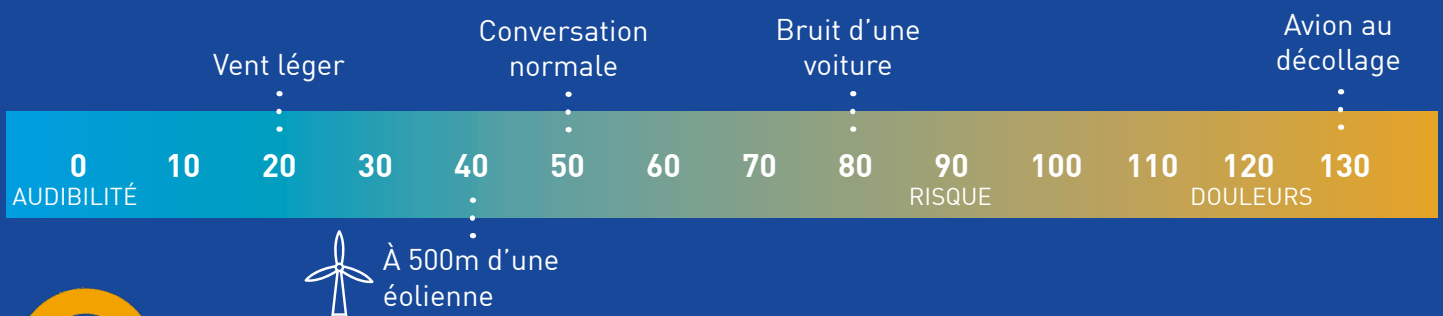
Une nouvelle campagne de mesure est réalisée après l'implantation des éoliennes. Celle-ci est réalisée dans les quelques mois suivant la mise en service (selon les instructions du préfet ou après un an maximum). C'est une étape clé dans la vie du parc.

Le but est de contrôler la conformité des émergences sonores au niveau des habitations, vis-à-vis des seuils réglementaires. En cas de non-respect, un nouveau plan de fonctionnement, calculé par l'acousticien et permettant d'abaisser le bruit émis jusqu'aux seuils réglementaires, doit être mis en place.

Le saviez-vous ?

Quel niveau de bruit ?

- Le bruit d'une éolienne à 500 m peut atteindre 40 dBA par vent fort. Ce bruit est souvent bien inférieur avec un vent plus faible, une éolienne performante ou grâce à un bridage acoustique (très fréquent de nuit).



Les moyens de réduire le bruit éolien

Les constructeurs travaillent continuellement à diminuer les puissances sonores des éoliennes.

De nombreux progrès technologiques de la filière éolienne ont déjà été faits :

- **Système de serrations** : peignes à l'extrémité des pales (inspirées des ailes de chouettes ou hiboux), présentes systématiquement sur les nouvelles générations d'éoliennes. Elles permettent de réduire le bruit aérodynamique des pales fendant l'air.
- **Perfectionnements techniques** : engrenages de précision silencieux, montage des arbres de transmission sur amortisseurs, isolation sonore de la nacelle...
- **Mise en place de bridages acoustiques** : il s'agit de modes de fonctionnement à puissance réduite. En pratique, l'orientation de chacune des pales (c'est-à-dire leur prise au vent) est modifiée de manière à freiner le mouvement général. L'éolienne tourne alors moins vite et le bruit émis est diminué. Ces bridages sont automatiquement activés en fonction des vitesses et directions de vent mesurées sur chaque éolienne. Ils sont très fréquents la nuit.

