

## **Annexe 8 : Notions de base d'acoustique**

# 1. Notions de base d'acoustique relatifs à un projet éolien

## 1.1. Définition

Une onde sonore est caractérisée par l'amplitude de la variation de pression du milieu de propagation et par sa fréquence.

### 1.1.1. Amplitude

L'amplitude du son représente la variation maximale de la vibration de l'air. Plus un son est puissant, plus l'amplitude de la variation de la vibration de l'air sera grande.

L'oreille ne peut percevoir des sons trop faibles et, à l'inverse, un son trop puissant peut lui causer des lésions irréversibles. Si l'on s'attarde sur ces seuils d'audition, on remarque que l'amplitude maximale est 1 million de fois plus grande que l'amplitude minimale audible par l'oreille.

On voit que ces rapports de grandeur pour mesurer les phénomènes de bruit ne sont pas pratiques. Pour faciliter la manipulation des valeurs caractérisant l'amplitude du bruit, cette large plage de variation a été transposée en utilisant une fonction logarithmique qui a pour effet de « dilater » les valeurs les plus faibles et de « comprimer » les valeurs les plus élevées. C'est d'ailleurs de cette manière que fonctionne l'oreille humaine. Un son dont l'amplitude est 10 000 fois plus forte qu'un autre ne sera pas ressenti par les personnes comme étant 10 000 fois plus fort.

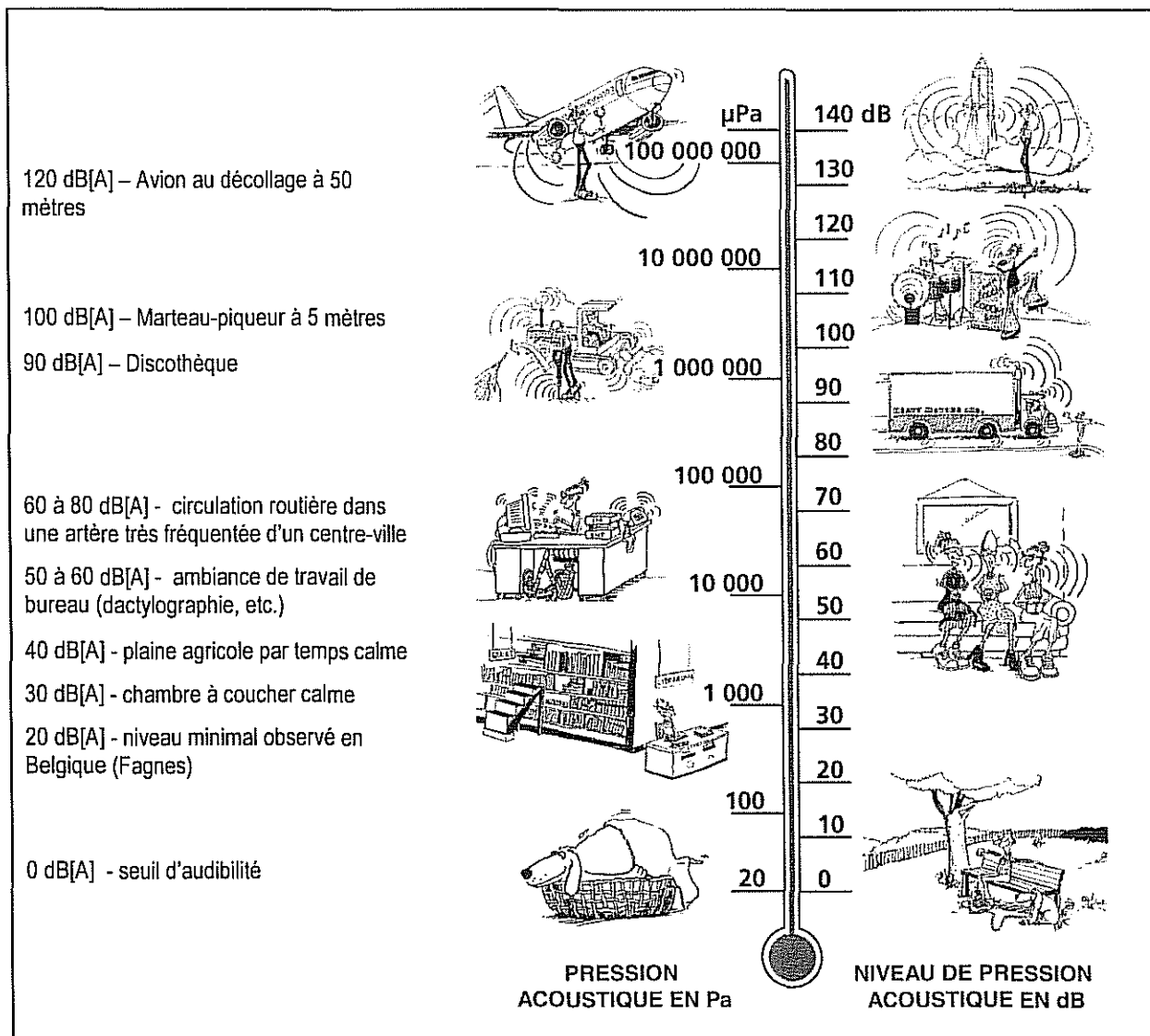
On parle alors de niveau acoustique, que l'on note  $L_p$  et dont l'unité est le décibel noté dB.

Le niveau de pression instantanée d'une onde sonore générant une variation de pression de  $p$  Pascals est défini par la formule suivante :

$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} \text{ (décibels : dB)}$$

où  $p_0$  est la pression acoustique de référence égale à 20  $\mu$ Pa.

L'amplitude du son correspond donc, dans le langage courant, au « volume ». C'est ce volume que nous réglons sur les chaînes hi-fi pour « augmenter ou diminuer le son ». On fait communément appel à la notion de « niveau de bruit », exprimé en décibel (en abrégé dB) pour traduire ce « volume » sonore. Ainsi, il peut s'étaler de 0 dB (niveau où l'on commence à percevoir le bruit, appelé « seuil de l'audition ») à 120 dB (niveau pouvant entraîner des dommages conséquents et appelé « seuil de la douleur »). L'illustration suivante représente une échelle, en décibels, des bruits communément rencontrés dans notre vie courante et exprimés en fonction de leur gêne.



**Illustration 1 : Echelle indicative des niveaux sonores rencontrés dans l'environnement.**

### 1.1.2. Fréquence

La fréquence d'une onde sonore, exprimée en hertz (Hz), permet de distinguer les sons graves des sons aigus. L'oreille humaine perçoit des sons dont la fréquence varie entre 20 et 20 000 Hz :

- de 20 à 200 Hz, on parle de sons graves ;
- de 200 à 2 000 Hz, ce sont les fréquences médiums ;
- de 2 000 à 20 000 Hz, on parle de sons aigus.

Afin de tenir compte de la sensibilité de l'oreille variant avec les fréquences, une unité physiologique de mesure du bruit est considérée : il s'agit du décibel A ou dB[A].

## 1.2. Perception du son

L'oreille humaine entend donc des sons compris entre 0 dB (seuil d'audibilité) et 120 dB (seuil de la douleur). Toutefois, la perception d'une augmentation sensible du son sera due à une augmentation d'au moins 3 dB. Le plus faible changement audible se situe autour de 1 dB. Ci-dessous est représentée une échelle de perception en fonction des différences de niveau de bruit en dB.

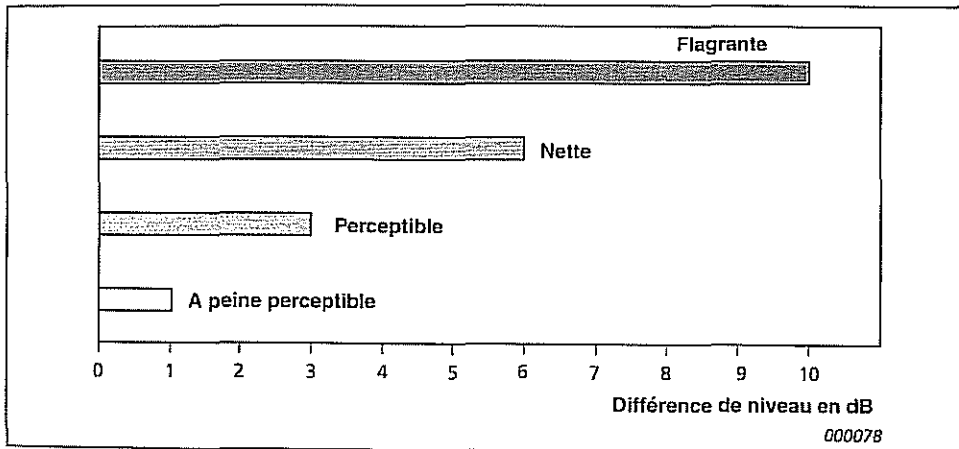


Illustration 2 : Echelle de perception du bruit (source : Brüel & Kjaer).

## 1.3. L'effet de masque

Un bruit peut masquer un autre bruit. Nous vivons ce phénomène quotidiennement. Considérons deux bruits ne se distinguant pas l'un de l'autre du point de vue fréquentiel (l'un n'étant pas plus aigu que l'autre par exemple). Si l'amplitude du premier est supérieure de plus de 10 dB[A] au second, le premier bruit couvrira ou masquera entièrement le second. Ce dernier sera inaudible dans l'ambiance sonore créée par le premier bruit.

## 1.4. « Sommation » de deux bruits

En raison du caractère non linéaire de l'échelle de mesure du bruit, le niveau sonore résultant de la superposition de deux sons n'est pas égal à la somme de leurs niveaux respectifs.

Soit une source de bruit n°1 générant en un endroit un niveau de pression  $L_{p1}$  et une source de bruit n°2 générant un niveau  $L_{p2}$  en ce même point. Lorsque les deux sources fonctionnent en même temps, le niveau global résultant sera donné par :

$$L_{p_{total}} = 10 \log \frac{p_1^2 + p_2^2}{p_0^2}$$

$$\text{avec : } L_{p_1} = 10 \log \frac{p_1^2}{p_0^2} \quad \text{et} \quad L_{p_2} = 10 \log \frac{p_2^2}{p_0^2}$$

Par exemple, si  $L_{p1} = 50$  dB et  $L_{p2} = 50$  dB également, le niveau total  $L_{p\text{total}}$  sera égal à 53 dB ; si  $L_{p1} = 50$  dB et  $L_{p2} = 60$  dB,  $L_{p\text{total}}$  sera de 60,4 dB.

Il existe une loi simplifiée d'addition des niveaux sonores permettant d'estimer rapidement le bruit résultant de la contribution de deux sources sonores en un point. Cette loi consiste à ajouter au niveau sonore de la source la plus bruyante une valeur comprise entre 0 et 3 dB, soit D, qui dépend de la différence entre les deux niveaux acoustiques en jeu :

$L_{p2} - L_{p1}$ (en dB)	Différence D (en dB)
0 à 1	3
2 à 3	2
4 à 9	1
10 et plus	0

**Tableau 1 : Règle simple d'addition des niveaux sonores.**

On retrouve ici la quantification du phénomène de masque : pour une différence de niveau supérieure à 10 dB, la différence D à rajouter au niveau le plus élevé est nulle.

## 1.5. Mesure du niveau sonore équivalent $L_{Aeq,T}$

Les valeurs de niveau de pression instantanée sont des valeurs intégrées sur des temps brefs. Ces valeurs expriment donc une énergie instantanée. Pour établir des moyennes sur des durées plus longues, on utilise le niveau équivalent  $L_{eq,T}$  qui donne la valeur énergétique intégrée sur toute la durée T considérée.

Si la valeur est pondérée par la courbe A, le  $L_{Aeq,T}$  est dégagé et représente donc le niveau constant qui aurait créé la même énergie que les niveaux sonores fluctuants réellement observés au cours de la période de mesure. Ce niveau sonore est défini par la formule suivante :

$$L_{Aeq,T} = 10 * \log_{10} \left( \frac{1}{T} \int_0^T 10^{0,1L_i(t)} dt \right)$$

où  $L_i(t)$  est le niveau de pression sonore pondéré en dB[A] en fonction du temps et T la période d'observation en secondes.

## 1.6. Indices fractiles

Le « niveau sonore équivalent » renseigne sur le bruit « moyen » rencontré durant la période d'intérêt mais ne permet pas de connaître le bruit de fond qui règne en un endroit, ni d'avoir connaissance des éventuels bruits intenses et de courte durée ayant eu lieu au cours de la période considérée.

Des indices particuliers, appelés indices fractiles, et notés  $L_{AN}$ , sont utilisés et représentent, sur une période d'observation déterminée T, le bruit qui est dépassé pendant N pourcents du temps. Ainsi, le niveau de bruit dépassé pendant 10% du temps,  $L_{A10T}$ , nous renseignera sur les bruits de forte intensité. De la même manière, le bruit dépassé pendant 90% du temps de mesures,  $L_{A90T}$ , caractérise le bruit de fond.