

# LES RÉPULSIFS *électroniques*

**Les répulsifs électroniques sont des appareils permettant d'éloigner les animaux grâce à l'émission de sons de hautes fréquences et/ou de forte intensité. L'efficacité d'un tel dispositif est donc liée à la capacité pour l'animal de percevoir le son émis.**

**I**ls sont souvent présentés comme non dérangeants pour les humains puisqu'ils émettent des fréquences inaudibles pour l'Homme. Mais un son inaudible pour l'Homme est-il vraiment audible pour l'animal. Comme nous le verrons, le problème n'est malheureusement pas aussi simple puisque l'audition des animaux n'est pas aussi performante qu'on pourrait le penser.

## Quelques notions d'acoustique

Le bruit est caractérisé par une variation de pression de l'air. Cette variation se propage de manière ondulatoire d'une source vers un récepteur à une vitesse de 340 m/s. L'amplitude d'un bruit est donc mesurée en Pascal mais afin de représenter la sensibilité de l'oreille à l'amplitude, on utilise une unité logarithmique : le décibel. On parle alors de niveau de pression acoustique, noté  $L_p$ . Pour passer de la pression acoustique, exprimée en Pascal, au niveau de pression acoustique, exprimé en décibels, on utilise la formule suivante.

$$L_p = 10 \cdot \log \left( \frac{P^2}{P_{ref}^2} \right)$$

Cette formule logarithmique aux allures un peu barbares est beaucoup plus simple qu'il n'y paraît. On y retrouve la pression de référence :  $P_{ref}$ . Cette pression vaut 20 millionnièmes de Pascal (soit 1/500 000 000 de la pression atmosphérique) et correspond au seuil d'audition chez un individu "sain". Lorsque la pression est égale à la pression de référence, le niveau sonore est de 0 dB.

0 dB correspond donc au seuil d'audition de l'Homme. Un niveau de pression acoustique de 50 dB équivaut à une intensité correspondant à 100 000 fois le seuil d'audition. Le "5" de "50" correspond donc au nombre de zéros à ajouter pour déterminer le rapport entre l'intensité mesurée et le seuil d'audition. Un son de 40 dB correspond donc à 10 000 fois le seuil d'audition. On utilise le décibel pour une raison toute simple. Un son de 40 dB n'est pas perçu comme étant 10 fois plus faible qu'un son à 50 dB.

Un son est également caractérisé par son contenu fréquentiel. Un son grave contient principalement des basses fré-

Téléchargez gratuitement  
cet article sur  
[www.pestcontrolmedia.com](http://www.pestcontrolmedia.com)

quences tandis qu'un son aigu contient surtout des hautes fréquences. La perception mais aussi les mécanismes de propagation d'un son sont influencés par le contenu fréquentiel. La fréquence est exprimée en Hz. Une fréquence de 100 Hz correspond par exemple à 100 oscillations de l'air par seconde.

La sensibilité de l'oreille humaine n'est pas la même dans toutes les fréquences. L'ouïe est particulièrement sensible entre 500 et 4 000 Hz, qui correspondent aux fréquences de la parole. L'oreille est donc optimisée pour la communication. En-dessous de cette fréquence, les sons sont d'autant moins bien entendus que leur fréquence est basse. La situation est similaire au-dessus de 4 000 Hz. Pour tenir compte de la sensibilité de l'oreille humaine à la fréquence, on utilise une pondération fréquentielle. Il s'agit d'un filtre qui va réduire les basses et les hautes fréquences de manière à ce que le niveau de pression acoustique indiqué corresponde à la perception de l'Homme. La pondération la plus fréquemment utilisée est la pondération A. On exprime alors le niveau sonore en dB(A). Une telle pondération n'est évidemment pas adaptée pour les animaux et ne sera pas utilisée dans la suite de cet article.

Si on veut caractériser le bruit que peut émettre une machine ou un dispositif, il est utile d'utiliser une grandeur qui soit indépendante du milieu dans lequel se trouve cette source. Cette grandeur est appelée la puissance acoustique et est exprimée en Watts. La puissance est la quantité d'énergie qu'un dispositif émet à chaque seconde. De même que pour la pression acoustique, on a l'habitude d'exprimer cette puissance en décibels. On note le niveau de puissance acoustique  $L_w$ . Le fait que les deux grandeurs soient exprimées en dB crée souvent une confusion et il est important de savoir de quelle grandeur on parle lorsqu'on lit, par exemple, une notice technique. Le fait qu'un équipement ait une puissance acoustique de 100 dB(A) ne signifie pas que le niveau sonore perçu soit de 100 dB(A). Ce niveau va dépendre de la distance à laquelle on se trouve par rapport à la source et des conditions de propagation du son de la source vers le récepteur.

On montre théoriquement que chaque fois que l'on double la distance entre un récepteur et une source de puissance >

**La sensibilité de l'oreille humaine n'est pas la même dans toute les fréquences**

## L'intensité du son est-elle suffisante pour être perçue par l'animal ?

> donnée, le niveau de pression acoustique va diminuer de 6 dB. L'énergie émise par la source va se répartir sur une sphère dont la surface augmente à mesure que l'on s'éloigne. La quantité d'énergie qui va atteindre le récepteur diminue donc au fur et à mesure que l'on s'éloigne et que la surface de la sphère grandit. On parle de divergence géométrique.

La divergence géométrique n'est pas le seul élément qui va atténuer le son lorsqu'il se propage dans l'air. Le frottement des molécules d'air crée aussi une forme d'absorption. Ce phénomène que l'on appelle "absorption atmosphérique" dépend fortement de la fréquence, de l'humidité de l'air et de la température. Une fréquence du son élevée (sons aigus) et une faible humidité relative augmentent l'absorption atmosphérique.

D'autres paramètres peuvent évidemment influencer la propagation comme la présence d'obstacles, le vent, ...

### Les ultrasons

Les ultrasons sont des ondes acoustiques dont la fréquence est trop élevée pour éveiller une sensation auditive chez l'Homme. La limite fréquentielle d'audibilité dépend d'un individu à l'autre mais est généralement située autour de 16 000 Hz.

On définit différentes catégories d'ultrasons en fonction de leur fréquence :

- les ultrasons basses fréquences (entre 16 000 et 100 000 Hz environ) utilisés notamment dans les systèmes répulsifs.
- les ultrasons hautes fréquences (au-dessus de 1 MHz) sont utilisés pour le diagnostic médical (échographies, ...) et le contrôle non destructif.
- les ultrasons moyennes fréquences sont plus rares.

Les répulsifs à ultrasons génèrent des bruits qui ne sont pas ou peu audibles par l'Homme mais audibles par les animaux (voir figure 1). Ils sont à classer dans la catégorie des ultrasons basses fréquences.

Les mécanismes de propagation des ultrasons est identique à celle d'un son normal puisqu'il s'agit d'une onde

acoustique. Par contre, cette propagation est nettement moins efficace que celle des sons de basses et moyennes fréquences. Les ultrasons sont très facilement arrêtés par un obstacle. Une fine plaque de plexiglas permet par exemple d'atteindre une atténuation de plusieurs dizaines de décibels alors que cette même plaque est pratiquement inefficace en basses fréquences.

L'absorption atmosphérique est également beaucoup plus importante. A une distance de 100 m, un son émis à 8 000 Hz (donc pas encore un ultrason) subira une atténuation de 13 dB à 15°C et 50% d'humidité relative. Si on combine cela à la divergence géométrique, cela représente plus de 53 dB d'atténuation par rapport au niveau perçu à un mètre de la source. Le niveau diminuera encore très nettement si la fréquence augmente.

### L'audition chez les animaux

La différence fondamentale entre l'audition chez l'Homme et l'audition d'un animal réside dans deux paramètres :

- la gamme de fréquence que l'animal peut entendre
- le seuil d'audition de l'animal (qui dépend lui-même de la fréquence)

On se contente souvent de décrire l'audition des animaux par la gamme de fréquences (fig. 1). On oublie donc de se poser une question fondamentale : est-ce que l'intensité du son est suffisante pour être perçue par l'animal ?

La souris peut, par exemple, entendre des sons dont la fréquence est comprise entre 1000 et 80000 Hz. On peut donc considérer que des sons compris entre 16 000 et 80 000 Hz sont audibles par la souris mais pas par l'Homme. La figure 2 présente le seuil d'audition de la souris en fonction de la fréquence. On constate que la souris peut percevoir des sons d'une amplitude de l'ordre de 20 à 30 dB entre 16000 Hz et 64000 Hz. Au-dessus de ces fréquences, il faudra sérieusement monter le volume pour que la souris puisse vous entendre.

La figure 2 montre également la courbe d'audition du pigeon. On remarque que le seuil d'audition du pigeon est optimal entre 500 et 4000 Hz. Ce seuil est de l'ordre de 40 dB. Au-dessus de 8000 Hz, le pigeon n'est pas capable d'entendre. On comprend donc que le pigeon n'a pas une ouïe très efficace et on conçoit assez difficilement qu'un pigeon puisse entendre un son que l'Homme n'entendrait pas.

### Les appareils répulsifs

Les appareils répulsifs sont constitués d'un haut-parleur piloté par un système électronique. Ils émettent des sons supposés éloigner les animaux. Chaque catégorie d'animal ayant une ouïe différente, le type de son émis variera. Nous avons, par le passé, réalisé différentes mesures d'intensité de répulsifs. Il faut pour cela utiliser un microphone spécial adapté à la mesure des ultrasons. Les microphones sont un peu comme l'oreille, au-dessus d'une certaine fréquence, ils perdent leur sensibilité. Un microphone

classique ne peut mesurer des sons que jusque 20 000 Hz. Les sonomètres bon marché sont souvent limités à 10 000 Hz. Un microphone dédié à la mesure des ultrasons est de taille plus réduite (3 mm de diamètre) et permet de mesurer des sons jusque 100 000 Hz.

Des essais sur un répulsif destiné aux rongeurs donnent, par exemple, un niveau sonore de 82 dB à 40 000 Hz à 1 mètre de l'appareil. En l'absence d'obstacle, on estime que l'appareil sera audible à quelques dizaines de mètres. Un test similaire a été réalisé sur un répulsif destiné aux pigeons. A 10 cm de l'appareil, le niveau sonore était inférieur à 50 dB, pour une fréquence située autour de 2500 Hz. Etant donné que le seuil d'audition de cet animal est de l'ordre de 40 dB à cette fréquence, l'appareil ne sera pas audible pour l'animal au-delà d'un mètre. Un tel appareil est donc effectivement bien destiné aux pigeons mais peut-être pas ceux de l'espèce animale. Pour que cet appareil soit efficace, il devrait être beaucoup plus puissant.

Comme nous l'avons dit plus haut, une source de bruit peut être décrite par sa puissance acoustique notée Lw. Une alternative, peut-être plus intuitive pour un acheteur potentiel, consiste à indiquer le niveau sonore et le contenu fréquentiel mesurés à une certaine distance de l'appareil. Nous conseillons donc de systématiquement vérifier si de telles informations sont disponibles auprès du fournisseur.

Les informations techniques disponibles se limitent souvent à la puissance électrique de l'appareil. Cette puissance électrique ne permet pas de déterminer le niveau sonore émis (cela dépend de la qualité du haut-parleur utilisé) et cette information nous semble assez lacunaire.

### Les effets des répulsifs sur l'Homme

Un paramètre important est la présence ou l'absence d'une composante audible dans les ultrasons. On verra ci-dessous que les ultrasons accompagnés de sons hautes fréquences audibles sont plus dangereux que les ultrasons purs.

L'exposition à des ultrasons très intenses peut provoquer un échauffement des tissus et donc des brûlures (au-dessus de 145 dB(Lin)). Un niveau supérieur à 180 dB(Lin) est supposé entraîner la mort. Des pertes d'audition peuvent intervenir pour une exposition à des intensités de l'ordre de 100 dB(Lin). On parle ici d'une exposition à des ultrasons sans composante audible. Des pertes d'audition peuvent apparaître pour des niveaux nettement inférieurs lorsque les ultrasons ont une composante audible.

Des effets subjectifs tels que migraines, nausées, vertiges et parfois vomissements peuvent également apparaître. De nouveau, la présence d'une composante audible influence fortement l'apparition de tels effets. En l'absence de composante audible (pas de son sous les 16 000 Hz), ces effets n'apparaissent qu'à des niveaux LP supérieurs à 110 dB(Lin). Lorsque des sons audibles sont présents, des effets

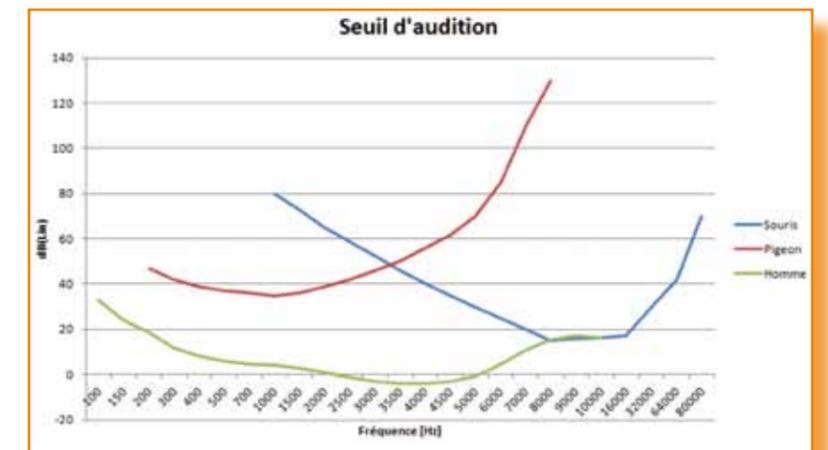


Fig. 2 :  
Seuil d'audition chez la souris, le pigeon et l'Homme

subjectifs peuvent apparaître dès 75 dB(Lin). Ces effets disparaissent lorsque l'exposition au bruit se termine. Ils ne laissent pas de séquelle.

Les répulsifs ne sont généralement pas suffisamment puissants pour émettre de telles intensités bien qu'à proximité immédiate de certains appareils, on pourrait observer chez l'Homme des effets subjectifs.

Pour les appareils audibles pour l'Homme (répulsifs pour les oiseaux), il faut par contre se méfier des possibles nuisances générées par le répulsif. Pour qu'ils soient audibles par les animaux, ces systèmes doivent émettre des niveaux sonores parfaitement perceptibles par l'Homme. Gare aux troubles de voisinages...

### Conclusions

Les répulsifs électroniques semblent offrir une solution simple et efficace, voire magique, pour éloigner les animaux. Ces appareils présentent en outre l'avantage d'être inoffensifs pour l'Homme, leur consommation électrique est faible et ils peuvent éviter le recours à des substances chimiques.

Ces appareils ne sont pas tous efficaces et il convient d'analyser leurs performances acoustiques avec attention. A ce titre, les constructeurs devraient systématiquement indiquer les intensités produites (niveaux sonores à 1m ou puissances acoustiques) et les fréquences émises.

Les mesures réalisées sur quelques séries d'appareils sont tout à fait éloquentes. Certains modèles présentaient des performances acoustiques tout à fait convaincantes alors que d'autres systèmes relevaient plutôt de la supercherie. Enfin, si vous souhaitez utiliser ce type de répulsifs pour éloigner des animaux, n'oubliez pas de vérifier si ils présentent une composante audible pour l'Homme (cela devrait généralement être le cas pour les oiseaux) et si ils sont susceptibles de générer des nuisances sonores dans le voisinage.

Ir. Philippe Brux & Dr. Ir. Georges Kouroussis

Service de Mécanique Rationnelle, Dynamique et Vibrations  
Université de Mons - Belgium

## Les appareils sont-ils tous efficaces ?

### Bibliographies

- A. Damongeat et G. André, « Limites d'exposition aux sons aigus et aux ultrasons de basse fréquence », Publication INRS ND 1537-120-85 France 1985
- J. Chatillon, « Limites d'exposition aux infrasons et aux ultrasons », Publication INRS ND 2250-203-06, France 2006
- S. Bly et D. Morison, « Principe d'utilisation des ultrasons », Code de sécurité 24 du Ministère canadien de la Santé, Canada 2004
- R. Doaling, Ph.D., "Avian Hearing and the Avoidance of Wind Turbines", University of Maryland College Park, Maryland, 2002
- R.S. Hejner, G. Kooy, H.E. Hejner, "Audiograms of five species of rodents: implications for the evolution of hearing and the perception of pitch", Department of Psychology, University of Toledo, Toledo, OH 43606 USA, April 2001

Fig. 1 :

### Zones d'audibilité chez les animaux

[source National Geographic]

