

Activité expérimentale 03 : exploitation d'un diagramme de directivité d'un émetteur US

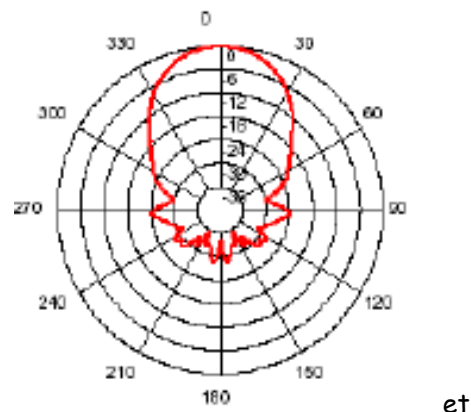
En mission chez *expUSif.fr*, site internet de vente de systèmes pour éloigner les rongeurs par ultrasons, vous êtes chargé(e) de produire une partie de la notice d'un nouvel émetteur répulsif de rongeurs. Le directeur du site, M. Fobidérah, qui vous a embauché(e) pour vos capacités d'adaptation, précise : « Il s'agit pour vous de réaliser un document utile pour l'installation et permettant de déterminer dans quelle zone ce nouveau système sera le plus efficace pour nos clients. Et vous savez combien j'espère qu'ils seront nombreux cette année, les clients pas les rats ! Je sais pouvoir compter sur vous. Voici trois documents pour vous aider mais si vous pensez mettre trop de temps, n'hésitez pas à me demander de l'aide. »

Document 1 : tracer un diagramme de directivité

La directivité d'un émetteur est son aptitude à émettre des ultrasons suivant une ou plusieurs directions. Un émetteur omnidirectionnel émet dans toutes les directions avec la même puissance ; un émetteur directif émet dans une direction privilégiée.

L'axe de l'émetteur est l'axe défini par l'angle $\theta = 0^\circ$, la cellule émettrice pointant vers la graduation 0° (les valeurs ne sont données qu'à titre d'exemple dans la figure ci-contre). On déplace un récepteur d'ultrasons le long d'un cercle centré sur l'émetteur. Chaque position du récepteur est repéré par un angle θ .

Le diagramme de directivité est représenté par une ou plusieurs courbes reliant l'ensemble des positions de même niveau d'émission exprimée en dB dont la valeur est lue sur l'axe gradué.



Document 2 : calculer un niveau d'émission

On compare la réponse du récepteur pour une position, à un niveau de référence. Avec le matériel du laboratoire du lycée, ce niveau de référence est par convention mesuré à 20 cm en face de l'émetteur. Cela permet de calculer un niveau d'émission, noté L exprimé en dB, par la relation :

$$L = 20 \cdot \log \left(\frac{U}{U_0} \right)$$

où U est la tension mesurée aux bornes du récepteur et U_0 la tension mesurée de référence.

Document 3 : comment orienter votre expUSif (extrait de la notice)

Des mesures effectuées sur des rats de laboratoire ont montré que le caractère répulsif de notre dispositif expUSif se manifeste dès lors que le niveau est compris en 0 et -3dB. Pensez à bien orienter votre expUSif !

Matériel mis à disposition :

- 1 x émetteur d'ultrasons ;
- 1 x récepteur d'ultrasons ;
- 1 x générateur électrique adapté à l'alimentation de l'émetteur ;
- 1 x disque gradué ou feuille avec cercle gradué imprimé
- 1 x dispositif d'échantillonnage (carte SYSAM® associé au logiciel de paramétrage et traitement de données LATISPRO® ;
- 1 x ordinateur allumé avec latispro ;

Lire attentivement les documents.

1. Rédiger la problématique et en déduire de manière argumentée et avec le matériel proposé, le protocole.
2. Effectuer les mesures, les reporter sur le diagramme joint.
3. Conclure par une analyse critique de vos résultats.

La carte interface SYSAM associée au logiciel LATISPRO permet :

- d'acquérir , de numériser et de traiter une série de mesures ;

- peut générer une tension électrique.



listes des courbes à traiter



paramétrage de l'acquisition : nombre de mesures, durée totale de l'acquisition, signal de déclenchement, calibrage, ...



paramétrage de l'émission choix de la forme de la tension, des caractéristiques principales : fréquence

- Paramétrage de l'émission d'une tension continue en sortie 1 de la carte analogique, d'amplitude 10,0 V.

- Mesurer la tension aux bornes d'un récepteur US sur l'entrée EA0.

Choisir le calibre le mieux adapté

- Paramétrage de l'acquisition :

➤ 1000 points

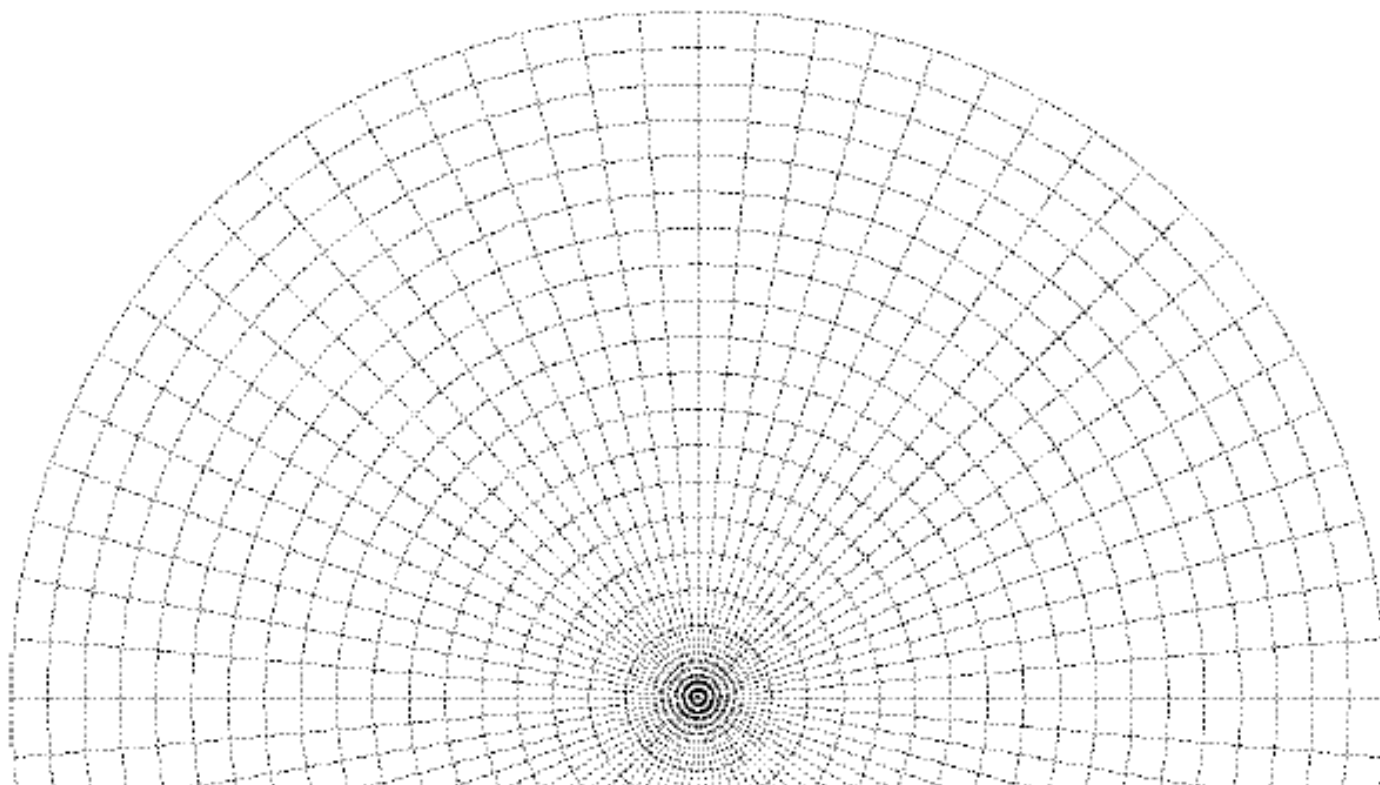
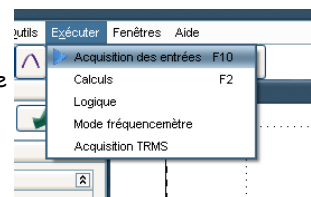
➤ une durée totale dont l'ordre de grandeur peut être évaluée préalablement ;

➤ Acquisition en mode

« répété »

➤ Démarrer l'acquisition par le

menu :



S'approprier	Extraire de documents les informations relatives au thème de travail	
	Définir le problème et le reformuler	
	Identifier les mesures pertinentes à effectuer, les modèles physiques utiles et adaptés	
	Etablir une stratégie	
	Proposer un critère de validation	
Réaliser	Proposer et justifier des mesures utiles	
	Faire le calcul de la tension correspondant au critère d'utilisation du dispositif	
	Proposer un protocole complet	
	Proposer un montage associé à un paramétrage complet	
	Mettre en œuvre des mesures	
	Présenter ces mesures sur un graphe soigné et précis	
Valider	Donner une lecture du graphe répondant au problème posé	
	Proposer des améliorations, des développements possibles	
	Proposer une interprétation de la directivité observée.	
Communiquer	Présenter les étapes du travail de manière synthétique, organisé, cohérente et compréhensible	
	S'appuyer sur un langage correct et un vocabulaire scientifique adapté	
	S'appuyer sur des schémas	

		M	NM	A	B	C	D
S'approprier	Extraire de documents les informations relatives au thème de travail						
	Définir le problème et le reformuler						
	Identifier les mesures pertinentes à effectuer, les modèles physiques utiles et adaptés						
	Etablir une stratégie						
	Proposer un critère de validation						
Réaliser	Proposer et justifier des mesures utiles						
	Faire le calcul de la tension correspondant au critère d'utilisation du dispositif						
	Proposer un protocole complet						
	Proposer un montage associé à un paramétrage complet						
	Mettre en œuvre des mesures						
Valider	Présenter ces mesures sur un graphe soigné et précis						
	Donner une lecture du graphe répondant au problème posé						
Communiquer	Proposer des améliorations, des développements possibles						
	Présenter les étapes du travail de manière synthétique, organisé, cohérente et compréhensible						
	S'appuyer sur un langage correct et un vocabulaire scientifique adapté						
	S'appuyer sur des schémas						

		M	NM	A	B	C	D
S'approprier	Extraire de documents les informations relatives au thème de travail						
	Définir le problème et le reformuler						
	Identifier les mesures pertinentes à effectuer, les modèles physiques utiles et adaptés						
	Etablir une stratégie						
	Proposer un critère de validation						
Réaliser	Proposer et justifier des mesures utiles						
	Faire le calcul de la tension correspondant au critère d'utilisation du dispositif						
	Proposer un protocole complet						
	Proposer un montage associé à un paramétrage complet						
	Mettre en œuvre des mesures						
Valider	Présenter ces mesures sur un graphe soigné et précis						
	Donner une lecture du graphe répondant au problème posé						
Communiquer	Proposer des améliorations, des développements possibles						
	Présenter les étapes du travail de manière synthétique, organisé, cohérente et compréhensible						
	S'appuyer sur un langage correct et un vocabulaire scientifique adapté						
	S'appuyer sur des schémas						

		M	NM	A	B	C	D
S'approprier	Extraire de documents les informations relatives au thème de travail						
	Définir le problème et le reformuler						
	Identifier les mesures pertinentes à effectuer, les modèles physiques utiles et adaptés						
	Etablir une stratégie						
	Proposer un critère de validation						
Réaliser	Proposer et justifier des mesures utiles						
	Faire le calcul de la tension correspondant au critère d'utilisation du dispositif						
	Proposer un protocole complet						
	Proposer un montage associé à un paramétrage complet						
	Mettre en œuvre des mesures						
Valider	Présenter ces mesures sur un graphe soigné et précis						
	Donner une lecture du graphe répondant au problème posé						
Communiquer	Proposer des améliorations, des développements possibles						
	Présenter les étapes du travail de manière synthétique, organisé, cohérente et compréhensible						
	S'appuyer sur un langage correct et un vocabulaire scientifique adapté						
	S'appuyer sur des schémas						

- **Le but de la séance** est de localiser dans l'espace entourant un répulsif de rongeurs, la zone d'efficacité de ce dispositif.

Le niveau sonore minimal des ultra-sons émis, est évalué grâce à l'amplitude notée U de la tension aux bornes d'un récepteur, que nous mesurons avec un oscilloscope numérique. U_0 est l'amplitude de la tension de référence mesurée à 20 cm en face de l'émetteur.

On en déduit le calcul : $L(db) = 20 \cdot \log\left(\frac{U}{U_0}\right)$.

- **(Schéma du montage)**

- **Protocole :**

- On mesure U_0 , le récepteur en face de l'émetteur ;
- On calcule U pour obtenir - 3db ;
- On éloigne le récepteur de manière à mesurer à l'oscillogramme la valeur de U précédemment calculée on positionne ce point sur le diagramme ;
- On tourne le récepteur de 10° ;
- On rapproche le récepteur de manière à de nouveau mesurer U ; on positionne ce point sur le diagramme.
- On renouvelle l'opération jusqu'à obtenir une rotation de 90° .

- **Commentaires**

- Le répulsif ainsi constitué est efficace jusqu'à une distance environ 4/3 de la distance prise de référence (ici 20 cm) et dans un angle de $\pm 30^\circ$ environ. La démarche commerciale ne nécessite pas dans ce cas une plus grande précision.

- **Interprétations**

- Le son se propageant suivant des sphères de plus en plus grandes, l'intensité sonore diminue comme $1/r^2$.

Application numérique :

On note I_0 l'intensité au point de référence : $I_0 = I_{\text{source}} / r_0^2$.

On note I_1 l'intensité au point de niveau -3 db : $I_1 = I_{\text{source}} / r_1^2$.

$$L_0 - L_1 = 3\text{db} \Rightarrow 10 \cdot \log\left(\frac{I_0}{I_1}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{r_1^2 \times I_0}{r_0^2 \times I_0}\right) = -10 \cdot \log(r_0^2) = 3\text{db}. \text{ le calcul donne } r_0^2 \approx 1,4.$$

Cette valeur permet bien l'interprétation correspondante.

- L'ouverture de l'émetteur constitue un obstacle pour l'onde ultrasonore : on observe un phénomène de diffraction (voir document 4). Le faisceau émis s'élargit angulairement d'un angle de l'ordre de grandeur de longueur d'onde/largeur de l'ouverture.

Ici : $\lambda = \text{célérité} / \text{fréquence} \approx \frac{340}{40000}$ et $\theta \approx \frac{\lambda}{0,01} = 0,6\text{rad} = 30^\circ$. Les valeurs permettent bien cette interprétation.

- **Le but de la séance** est de localiser dans l'espace entourant un répulsif de rongeurs, la zone d'efficacité de ce dispositif.

Le niveau sonore minimal des ultra-sons émis, est évalué grâce à l'amplitude notée U de la tension aux bornes d'un récepteur, que nous mesurons avec un oscilloscope numérique. U_0 est l'amplitude de la tension de référence mesurée à 20 cm en face de l'émetteur.

On en déduit le calcul : $L(db) = 20 \cdot \log\left(\frac{U}{U_0}\right)$.

- **(Schéma du montage)**

- **Protocole :**

- On mesure U_0 , le récepteur en face de l'émetteur ;
- On calcule U pour obtenir - 3db ;
- On éloigne le récepteur de manière à mesurer à l'oscillogramme la valeur de U précédemment calculée on positionne ce point sur le diagramme ;
- On tourne le récepteur de 10° ;
- On rapproche le récepteur de manière à de nouveau mesurer U ; on positionne ce point sur le diagramme.
- On renouvelle l'opération jusqu'à obtenir une rotation de 90° .

- **Commentaires**

- Le répulsif ainsi constitué est efficace jusqu'à une distance environ $4/3$ de la distance prise de référence (ici 20 cm) et dans un angle de $\pm 30^\circ$ environ. La démarche commerciale ne nécessite pas dans ce cas une plus grande précision.

- **Interprétations**

- Le son se propageant suivant des sphères de plus en plus grandes, l'intensité sonore diminue comme $1/r^2$.

Application numérique :

On note I_0 l'intensité au point de référence : $I_0 = I_{\text{source}} / r_0^2$.

On note I_1 l'intensité au point de niveau -3 db : $I_1 = I_{\text{source}} / r_1^2$.

$$L_0 - L_1 = 3\text{db} \Rightarrow 10 \cdot \log\left(\frac{I_0}{I_1}\right) = 3\text{db} \Rightarrow 10 \cdot \log\left(\frac{r_1^2}{r_0^2}\right) = 3\text{db} \Rightarrow \log\left(\frac{r_1^2}{r_0^2}\right) = 0,3 \Rightarrow \frac{r_1^2}{r_0^2} = 10^{0,3} \approx 2 \Rightarrow r_1 \approx 1,4 r_0$$

le calcul donne $r_0^2 \approx 1,4$.

Cette valeur permet bien l'interprétation correspondante.

- L'ouverture de l'émetteur constitue un obstacle pour l'onde ultrasonore : on observe un phénomène de diffraction (voir document 4). Le faisceau émis s'élargit angulairement d'un angle de l'ordre de grandeur de longueur d'onde/largeur de l'ouverture.

Ici : $\lambda = \text{célérité} / \text{fréquence} \approx \frac{340}{40000}$ et $\theta \approx \frac{\lambda}{0,01} = 0,6 \text{ rad} = 30^\circ$. Les valeurs permettent bien cette interprétation.