

23

Comment fonctionne un haut-parleur ?



À l'issue de ce chapitre, vous serez capable de :

- C1 - vérifier le sens du champ magnétique créé par un courant dans une bobine ;
- C2 - vérifier que l'intensité du champ magnétique est proportionnelle à l'intensité du courant ;
- C3 - vérifier le sens de déplacement d'un conducteur placé dans un champ magnétique donné et parcouru par un courant ;
- C4 - décrire par un schéma le principe de fonctionnement d'un haut-parleur à partir des phénomènes physiques mis en jeu entre la grandeur d'entrée et la grandeur de sortie ;
- C5 - classer des haut-parleurs (tweeter, médium, boomer) en comparant expérimentalement leurs courbes de réponses.

Investigation
Les haut-parleurs émettent des sons par l'intermédiaire d'une membrane solide d'une bobine mobile : ils convertissent ainsi de l'énergie électrique en énergie mécanique.
Comment peut-on faire vibrer une bobine traversée par un courant ?



Activité 2. Quelle est l'action d'un champ magnétique sur un conducteur parcouru par un courant ?

• Réaliser et observer

Un cadre rectangulaire en aluminium est mobile autour d'un axe horizontal. Un courant électrique continu circule dans le cadre. Un rhéostat permet de faire varier l'intensité I du courant. Le côté horizontal inférieur du cadre est immergé dans le champ d'un aimant en U.

Expérience 1 • Mise en évidence de la force électromagnétique

- Réaliser le montage [doc 4].

- Fermer l'interrupteur et augmenter

l'intensité I . Noter, pour quelques valeurs

de I , la déviation θ du cadre par rapport à la

verticale.

- Inverser les connexions aux bornes du

générateur et observer.

- Retourner l'aimant en U et observer.

- Exécuter les deux actions précédentes

simultanément.

Expérience 2 • Bobine mobile parcourue par un courant alternatif et placée dans un champ magnétique

- Réaliser le montage [doc 5] en réglant la

fréquence de la tension du GBF sur 2 Hz.

- Mesurer la durée de 10 oscillations de la

bobine et calculer leur fréquence.

- Faire varier la fréquence du GBF.

• Répondre aux questions

Expérience 1

1. Que prouve la mise en mouvement du

cadre ?

2. Citer deux conditions nécessaires à cette

mise en mouvement.

3. Comment évolue la déviation lorsque

l'intensité du courant augmente ? Lorsque le

sens du courant est inversé ?

Expérience 2

4. Dans quelle direction s'effectue le

déplacement de la bobine ?

5. Pourquoi la bobine se déplace-t-elle ?

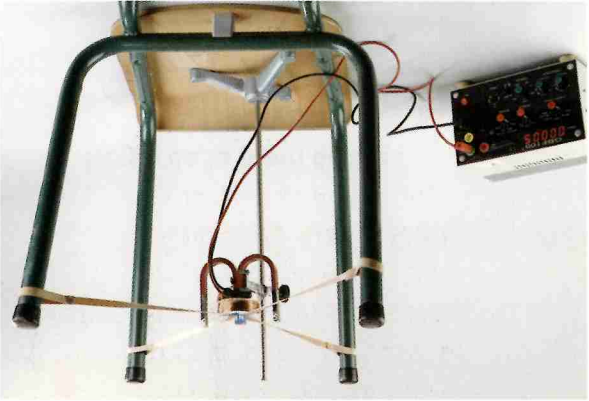
6. Comment peut-on régler la fréquence des

oscillations de la bobine ?

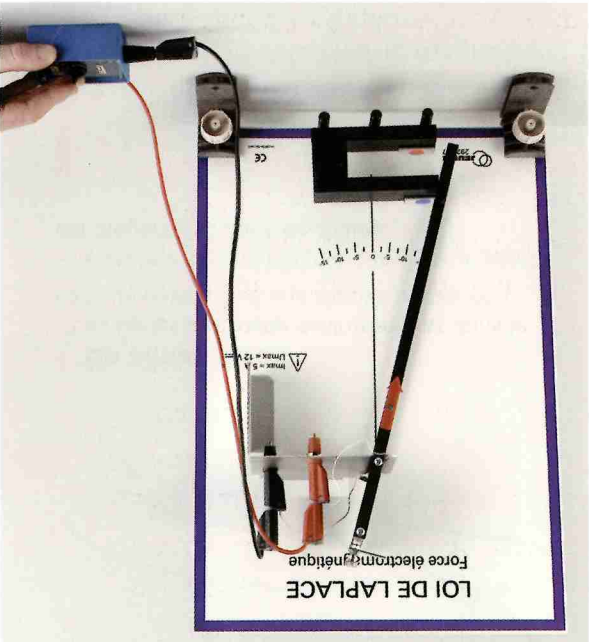
7. Répondre à la question d'investigation de la

page d'ouverture : Comment peut-on faire

Doc 5. Quatre élastiques maintiennent une bobine enrobée sur les pôles nord accolés de deux aimants en U.



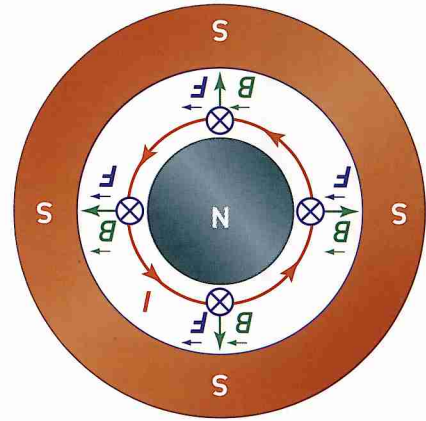
Doc 4. Dispositif pour l'étude de la loi de Laplace.



3. Le haut-parleur

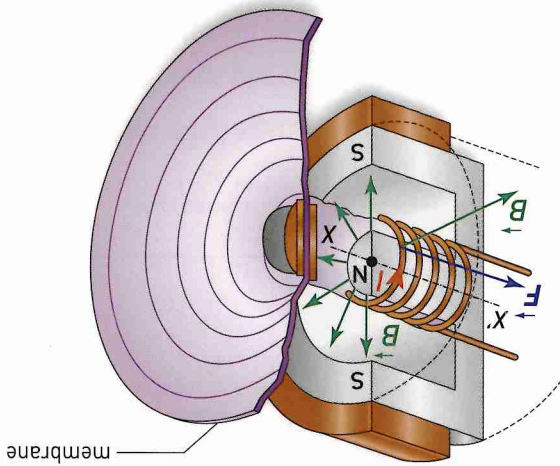
• Schémas de principe d'un haut-parleur

Coupe transversale au niveau de l'aimant et de la bobine



La bobine se déplace vers l'avant ou vers l'arrière selon le sens du courant (ici, vers l'arrière).

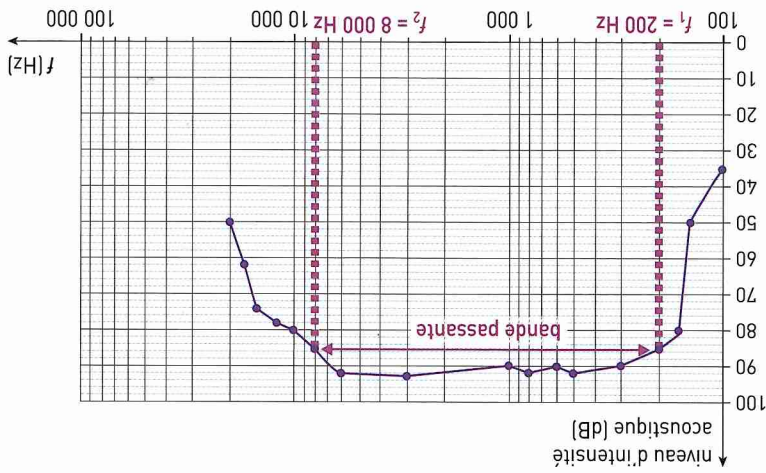
Coupe longitudinale d'un haut-parleur



Le champ est dirigé selon le rayon de la spire : il est radial.

- Placées dans le champ magnétique radial de l'aimant fixe, les spires de la bobine sont soumises à des forces de Laplace qui **dépendent du sens du courant** et dont la valeur est proportionnelle à l'intensité du courant. Sous l'effet de ces forces, la bobine oscille à la même fréquence que le courant électrique et entraîne les vibrations des couches d'air.

• Courbe de réponse d'un haut-parleur



- La **courbe de réponse** représente le niveau d'intensité acoustique L (dB) en fonction de la fréquence f (Hz) de la tension excitatrice.
- La **bande passante** est la plage de fréquences pour laquelle le niveau d'intensité acoustique est suffisant.

Conseil 5 → Comment effectuer les mesures ?
 Pour chaque fréquence, régler la tension à 1 V.

Compléter les tableaux :

f (Hz)	50	100	200	400	500	600	800	1 000	L (dB)
f (kHz)	2	4	5	6	8	10	20	L (dB)	

3. Mesure des niveaux sonores correspondant à une tension de 1 V
 Mesurer le niveau d'intensité acoustique L (dB) → conseil 5].
 Compléter les tableaux :

Appel au professeur pour vérifier les mesures.

4. Représentation et interprétation de la courbe de réponse

- Tracer la courbe représentant L en fonction de f sur du papier semi-logarithmique [→ conseil 6].

- Noter L_{max} .

- Tracer la droite horizontale représentant la fonction constante $L_{max} - 6$ dB.

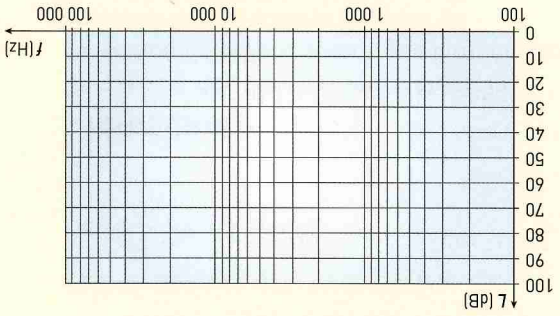
- Tracer les traits de construction permettant de lire f_1 et f_2 correspondant au niveau acoustique $L = L_{max} - 6$ dB.

- L'intervalle $[f_1; f_2]$ représente la bande passante du haut-parleur. Déterminer la bande passante de ce haut-parleur.

Appel au professeur pour vérifier le résultat.

- Questions**
1. Ce haut-parleur est-il du type boomer, médium ou tweeter ? (Voir le document sur les haut-parleurs électrodynamiques, page suivante.)
 2. Peut-il rendre correctement les sons très aigus d'un piccolo par exemple ?

Appel au professeur après remise du poste en état.



Comment utiliser du papier semi-logarithmique ?

Conseil 6 →

- L'axe des ordonnées est gradué en utilisant la proportionnalité.
- Sur l'axe des abscisses, l'échelle est logarithmique : on y dispose de modules d'intervalle $[10^n; 10^{n+1}]$.

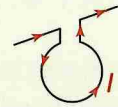
Tester ses connaissances

Q.C.M. Pour chaque ligne, indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s).

A	une aiguille aimantée de la limaille de fer	la règle du bonhomme d'Ampère	se coupe en différents points	sa face nord	la règle des trois doigts de la main droite	7. Le(s) schéma(s) correct(s) est (sont)...	8. La force de Laplace est proportionnelle à...	9. Dans un haut-parleur, la bobine mobile...
B	la règle du bonhomme d'Ampère	rentrent au pôle sud	un nombre	sa face sud	la règle des trois doigts de la main gauche	la longueur totale du conducteur	est soumise à une force dont la valeur est proportionnelle à celle de l'intensité du courant	est soumise aux forces de Laplace exercées sur ses spires
C	la règle du bonhomme d'Ampère	rentrent au pôle sud	une ligne	la face d'où sortent les lignes de champ	la règle du tire-bouchon	fait vibrer la membrane en émettant un son de même fréquence que le courant qui la traverse	est soumise à une force dont la valeur est proportionnelle à celle de l'intensité du courant	est soumise aux forces de Laplace exercées sur ses spires

Tester ses capacités

1. On peut déterminer le sens d'un champ magnétique en utilisant...



2. Pour un aimant droit ou un solénoïde, les lignes de champ...

3. Le champ magnétique est représenté par...

4. La valeur du champ magnétique... se mesure avec un ampèremètre

5. Cette spire présente... sa face nord

6. Pour connaître le sens de la force de Laplace, on utilise...

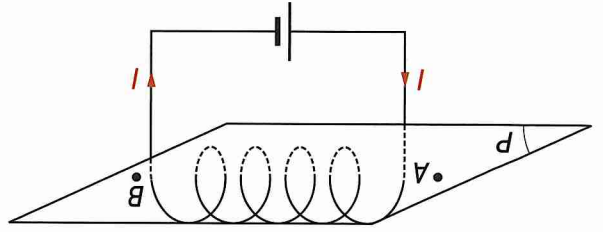
7. Le(s) schéma(s) correct(s) est (sont)...

8. La force de Laplace est proportionnelle à...

9. Dans un haut-parleur, la bobine mobile...

1. Champ magnétique dans une bobine

Une bobine est parcourue par un courant continu / dont le sens est indiqué sur le schéma.



a. Dans le plan P, représenter en les orientant quelques lignes de champ.

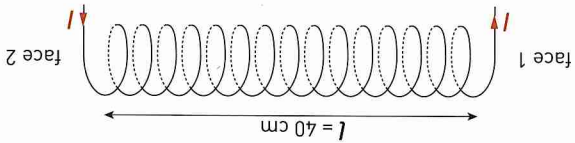
2. Influence de l'intensité du courant magnétique que l'intensité du champ

3. Vérifier que l'intensité du champ magnétique est proportionnelle à l'intensité du courant (capacité C2)

b. Déterminer les deux pôles de cette bobine. On désire vérifier expérimentalement ces résultats en plaçant aux points A et B deux aiguilles aimantées ; les dessiner en précisant leurs pôles nord et sud.

4. À l'aide du dispositif expérimental du Doc 3 page 252, on mesure à l'aide d'un teslamètre et d'une sonde Hall la valeur B du champ magnétique au centre d'un solénoïde ainsi que l'intensité du courant qui le traverse. On obtient les résultats suivants (pour un nombre de spires et une longueur de bobine constants) :

7 Solénoïde
 Une bobine de 800 spires est parcourue par un courant continu d'intensité 1,2 A comme l'indique le schéma suivant :

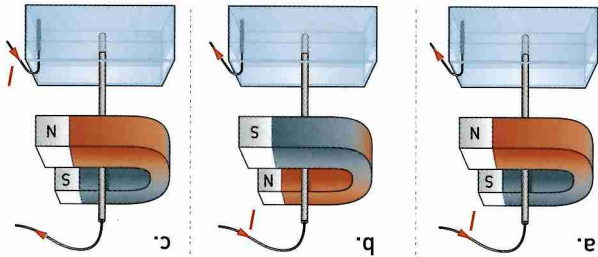


- Indiquer les faces sud et nord de cette bobine.
- Calculer le champ magnétique en son centre.
- Quelle est la valeur du champ si on triple l'intensité du courant ?
- Comment évoluent les pôles de la bobine si on remplace le courant continu par un courant alternatif de période 20 ms ?

8 Aimant en U

Dans chacune des expériences dessinées ci-dessous, la tige plongée dans une solution conductrice se déplace.

- Reproduire les dessins en représentant les vecteurs \vec{B} et \vec{F} .
- Dessiner la tige en pointillé après son déplacement.



9 Apprendre à résoudre
Force de Laplace
 Un conducteur rectiligne de longueur 4 cm est parcouru par un courant d'intensité 7 A. Il est entièrement immergé dans le champ magnétique d'un aimant en U de valeur 25 mT. L'angle, entre le conducteur et le champ magnétique, est de 45°.

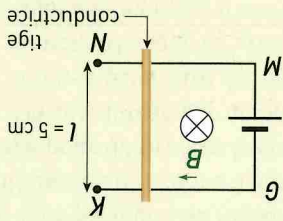
SOLUTION
 La valeur de la force est donnée par :

$$F = B \cdot l \cdot I \cdot \sin\alpha$$

$$F = 25 \times 10^{-3} \times 7 \times 4 \times 10^{-2} \times \sin 45^\circ = 4,9 \times 10^{-3} \text{ N}$$

À vous de résoudre

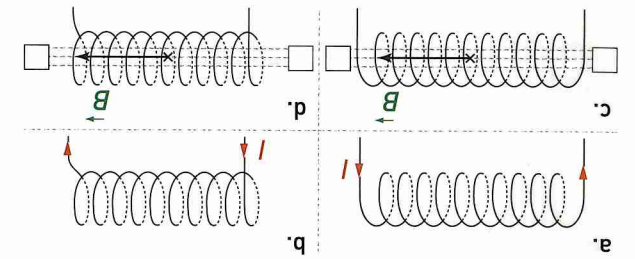
Rails de Laplace
 Deux rails conducteurs et horizontaux, GK et MN, permettent le déplacement d'une tige conductrice qui reste perpendiculaire aux rails. Un champ



Appliquer le cours

6 Bobines longues

- Reproduire les schémas (a) et (b), et dessiner en pointillé les lignes de champ.
- Reproduire les schémas (c) et (d), et préciser les pôles de la bobine et le sens du courant dans chaque cas.



- À quel type de son associe-t-on les fréquences suivantes : 15 000 Hz ; 700 Hz ; 100 Hz ?
- Quelle courbe correspond à un tweeter ? À un médium ? À un boomer ?
- Compléter les phrases :
 - Pour diffuser des sons appartenant à la zone moyenne des fréquences audibles d'un humain, j'utilise plutôt un...
 - Pour analyser les aigus d'un violon, j'utilise...
 - Pour explorer un solo de basse avec ma chaîne, j'utilise...

