

magnétique \vec{B} uniforme est orthogonal au plan des rails comme l'indique le schéma.

- Reproduire le schéma en indiquant :
 - le sens du courant I qui circule dans la tige ;
 - la direction et le sens de la force électromagnétique \vec{F} qui s'exerce sur la tige conductrice.
- Calculer la valeur de cette force lorsque $I = 8 \text{ A}$, $B = 80 \text{ mT}$; la distance entre les rails est égale à 5 cm .
- Que se passe-t-il lorsqu'on inverse les polarités du générateur ?

Exercices à caractère professionnel

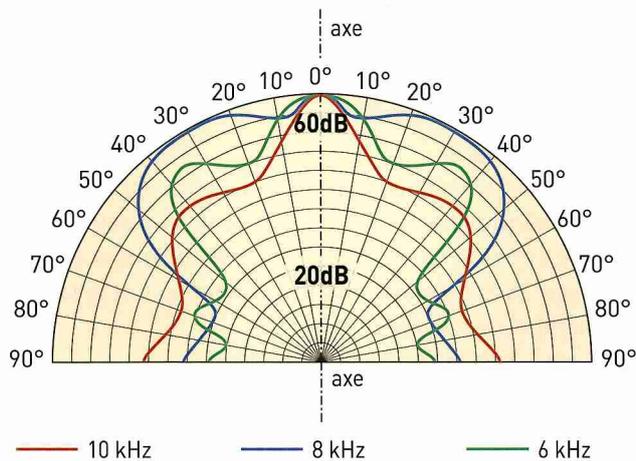
10. Que choisir ?

Julie a le choix entre deux types d'écouteurs pour équiper son baladeur :

Modèle PHONIX	Modèle SUB PHONIX
Bande passante de 1 000 à 18 000 Hz	Bande passante de 20 à 10 500 Hz

- Quel modèle choisir pour qu'elle dispose de la plus large gamme des fréquences possibles ?
- Si elle fait ce choix, pourra-t-elle écouter des sons graves dans de bonnes conditions ?

11. Directivité : réponse angulaire



Les fabricants fournissent des diagrammes polaires représentant le niveau d'intensité acoustique mesuré avec un sonomètre déplacé sur un cercle centré sur le haut-parleur. Ces mesures sont réalisées dans différentes directions à partir de l'axe du haut-parleur et cela, pour différentes fréquences.

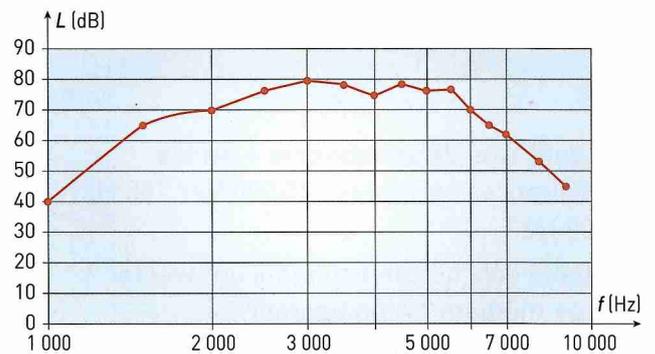
- Un son diffusé par un haut-parleur est-il plus intense dans l'axe du haut-parleur ou dans une direction faisant 90° avec l'axe ?
- Quel est le niveau d'intensité acoustique en dB mesuré

sur l'axe du haut-parleur pour une fréquence de 6 kHz ?

- Quel est le niveau d'intensité acoustique dans une direction faisant un angle de 60° avec l'axe, pour une fréquence de 8 kHz ?
- Pourquoi ce diagramme permet-il d'affirmer que le haut-parleur n'émet pas de la même façon dans toutes les directions ? Dans quel secteur le haut-parleur émet-il un niveau supérieur à 60 dB , pour une fréquence de 10 kHz ?

12. Bande passante

- En utilisant la courbe de réponses en fréquence ci-dessous d'un haut-parleur électrodynamique, déterminer la bande passante pour un niveau d'intensité sonore supérieur à 70 dB .



- Peut-on brancher ce haut-parleur à la sortie d'un amplificateur de bande passante $[30 \text{ Hz} ; 18\,000 \text{ Hz}]$ pour diffuser des sons très aigus ou très graves ?

13. Installation d'un autoradio (Démarche d'investigation)

L'impédance est une valeur caractéristique d'un haut-parleur. Elle s'exprime en ohm (Ω).

Pour qu'un haut-parleur fonctionne correctement, il est recommandé de l'associer à un amplificateur ou un générateur dont l'impédance est proche de celle du haut-parleur. Pour respecter cette condition, on est donc amené à choisir leur mode de branchement.

L'impédance équivalente de plusieurs haut-parleurs montés en série est la somme des impédances,

$$[Z_{eq} = Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n];$$

en dérivation, l'inverse de l'impédance équivalente est égal à la somme des inverses des impédances

$$\left(\frac{1}{Z_{eq}} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \dots + \frac{1}{Z_n} \right).$$

Pour écouter son autoradio, Raphaël dispose de quatre haut-parleurs ayant chacun une impédance de 16Ω . Proposer un montage associant ces quatre haut-parleurs afin qu'il puisse les connecter à son autoradio ayant une impédance de sortie de 16Ω .

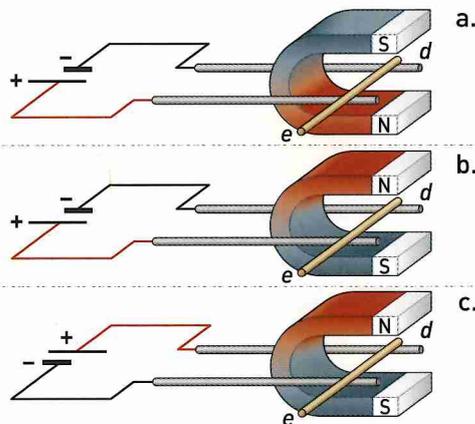
I (A)	0,5	1	2	3	4	5
B (mT)	0,4	0,7	1,4	2	2,7	3,4

- À l'aide d'un grapheur, représenter les variations du champ magnétique B en fonction de l'intensité du courant circulant dans la bobine.
- Écrire une relation entre B et I .
Peut-on en déduire que la valeur B est proportionnelle à I ?

Vérifier le sens de déplacement d'un conducteur placé dans un champ magnétique donné et parcouru par un courant (capacité C3)

3 Déplacement d'une tige conductrice

Dans chacune des expériences dessinées, la tige [de] se déplace.

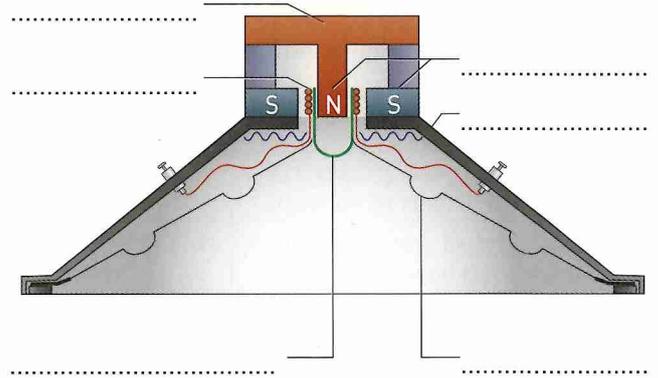


- Reproduire les dessins ; représenter le sens du courant I parcourant la tige et le vecteur \vec{B} au centre de celle-ci.
- Représenter la force \vec{F} agissant sur la tige, puis en déduire le sens de déplacement de la tige.

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 (capacité C4)

4 Principe du haut-parleur

- Recopier le schéma du haut-parleur et compléter la légende avec les mots : bâti, aimant permanent, bobine, membrane souple, dôme, culasse.

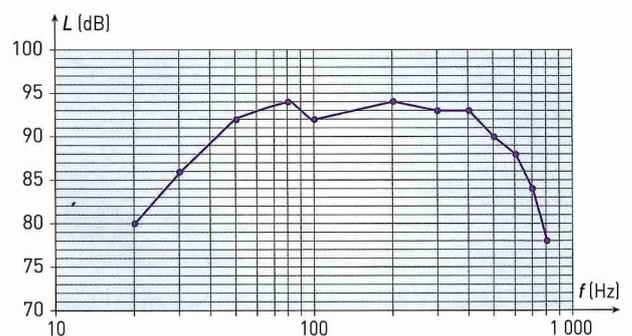


- Repérer les propositions inexactes, les recopier en apportant les corrections nécessaires :
 - La membrane vibre à une fréquence inférieure à celle de la tension d'entrée de la bobine.
 - Plus la fréquence de la tension excitatrice est élevée, plus le son est aigu.
 - La force de Laplace s'exerçant sur une spire change de sens avec le sens du courant.
 - La force électromagnétique de l'aimant attire le bâti et fait donc vibrer la membrane.
 - La bobine oscille à cause du courant continu qui la traverse.
 - La force électromagnétique qui fait vibrer la membrane est proportionnelle à l'intensité du courant qui traverse la bobine.

Classer des haut-parleurs (tweeter, médium, boomer) en comparant expérimentalement leurs courbes de réponses (capacité C5)

5 Différencier les haut-parleurs

On a obtenu les courbes de réponses de trois haut-parleurs placés dans une enceinte.

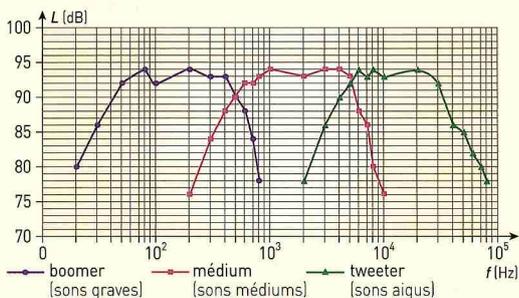


Les haut-parleurs électrodynamiques

Souvent regroupés dans une enceinte acoustique, ils constituent les parties déterminantes de transmission du son dans différents appareils (téléviseur, autoradio, mp3, enceinte...).

Les courbes de réponses en fréquence

Elles permettent de déterminer les bandes passantes.



Les puissances

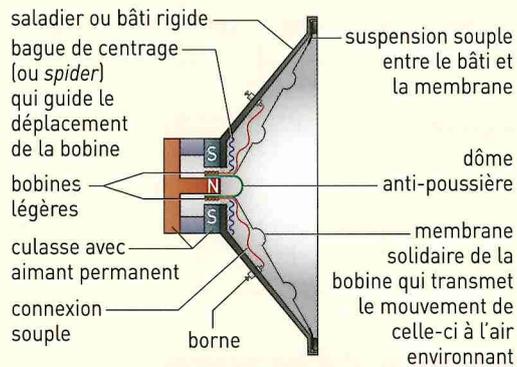
- La puissance nominale : c'est la puissance maximale électrique P_e (W) qu'un haut-parleur peut recevoir d'un amplificateur.
- La puissance acoustique : c'est la puissance P_a (W) que la membrane communique à l'air environnant en vibrant.
- Le rendement η du haut-parleur est

$$\eta = \frac{P_a}{P_e} \text{ (il est faible).}$$

L'impédance

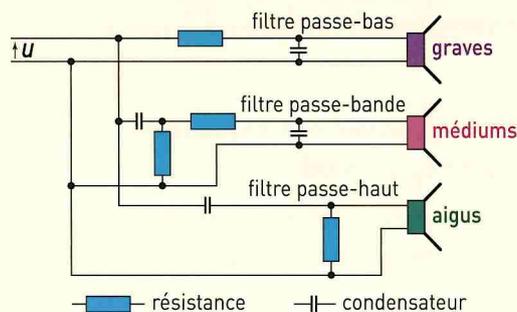
On associe des haut-parleurs en série ou dérivation de telle manière que l'impédance équivalente soit voisine de celle de l'amplificateur qui leur est associé. Les valeurs qui conviennent sont prises dans la série : 2 Ω , 4 Ω , 8 Ω , 16 Ω .

Les différentes parties



Les filtres

La tension est répartie entre les différents haut-parleurs par l'intermédiaire de filtres :



La notice

Elle précise les caractéristiques.

Diamètre de la bobine	24 mm
Nature de la membrane	fibres de verre
Nature de la suspension	caoutchouc
Impédance nominale	8 Ω
Puissance nominale	50 W
Puissance acoustique	12 W
Bande passante	100 Hz - 5 kHz



Répondre aux questions

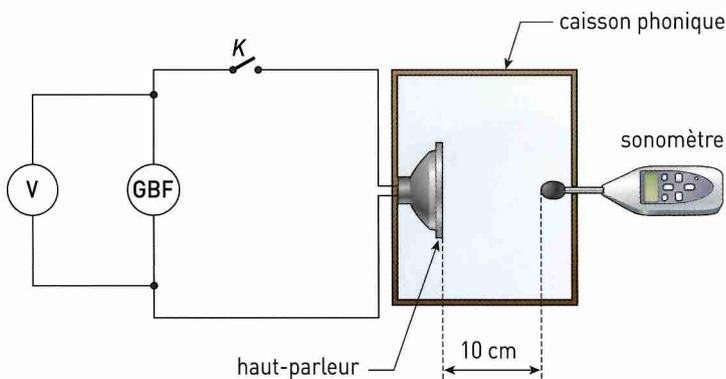
1. Quelles sont les parties essentielles d'un haut-parleur ?
2. Quelle est la bande passante du tweeter dont la courbe de réponse est donnée ci-dessus, pour un niveau sonore supérieur à 90 dB ?
3. Calculer le rendement du haut-parleur décrit dans la notice.
4. Ce haut-parleur permet-il de rendre audibles des sons aigus ?
5. Quelle est l'utilité d'un filtre ?

Bande passante d'un haut-parleur

Objectif : Tracer la courbe de réponse d'un haut-parleur pour déterminer une bande passante.

1. Réaliser le montage

Placer le sonomètre à environ 10 cm du haut-parleur [→ conseil 1].



2. Effectuer les réglages

- Pour le générateur basse fréquence (GBF) :
 - sélectionner la tension sinusoïdale,
 - régler la fréquence sur 100 Hz,
 - régler la tension sur 1 V [→ conseil 2].
- Pour le sonomètre : mesurer en dB [A] et avec le calibre le mieux adapté [→ conseil 3].
- Pour le voltmètre : positionner le sélecteur sur « alternatif » et sélectionner le calibre approprié [→ conseil 4].



Appel au professeur pour vérifier le montage et les réglages.

→ Conseil 1

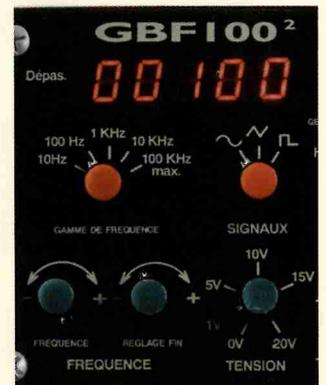
Quand faut-il mettre sous tension ?

Ne mettre sous tension le haut-parleur qu'en présence du professeur.

→ Conseil 2

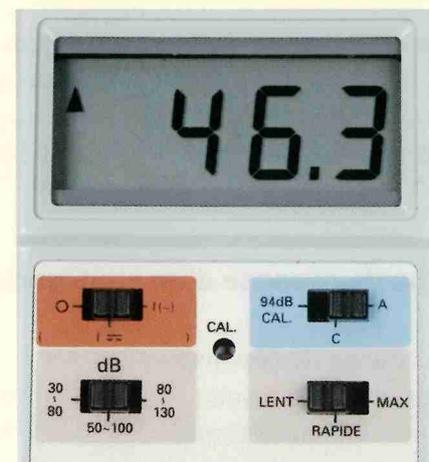
Comment régler le GBF ?

Utiliser le bouton « fréquence » pour régler l'affichage de la fréquence et le bouton « tension » pour régler la tension efficace à 1 V.



→ Conseil 3

Comment régler le sonomètre ?



Sélectionner la pondération « A » et positionner le curseur sur le mode « lent ».

→ Conseil 4

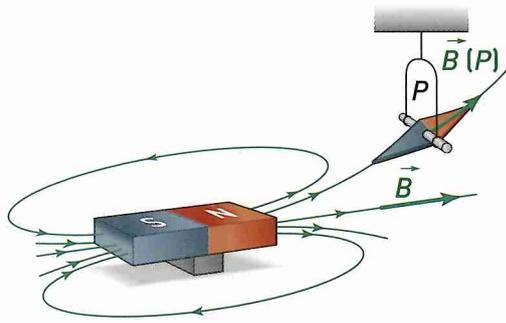
Comment choisir le calibre ?

Le calibre doit être immédiatement supérieur à la tension mesurée.

Mots clés

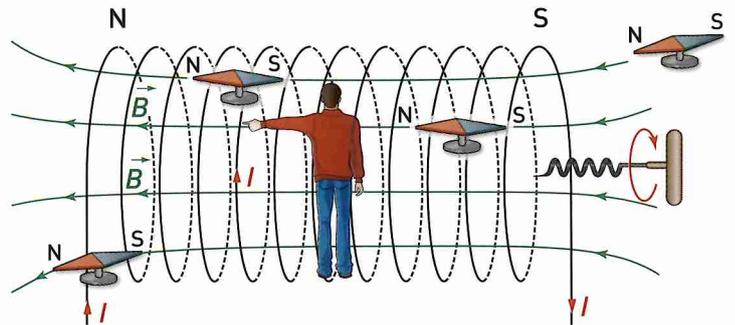
- Champ magnétique
- Solénoïde
- Force de Laplace
- Courbe de réponse
- Bande passante

1. Champ magnétique



• **Un aimant droit**

- Les lignes de champ sont orientées dans le sens du pôle nord d'une aiguille aimantée.
- Le vecteur champ magnétique \vec{B} en un point est tangent à la ligne de champ.



• **Règle du bonhomme d'Ampère**

Regardant l'intérieur de la bobine, le bonhomme d'Ampère, couché sur le fil, est traversé par le courant des pieds vers la tête. Il voit alors le champ magnétique dirigé vers sa gauche. (C'est le sens de progression d'un tire-bouchon tournant dans le sens du courant.)

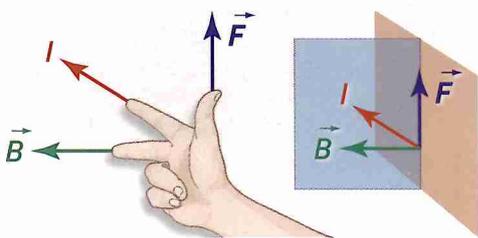
- La valeur du champ magnétique est exprimée en **tesla (T)** et se mesure avec un teslamètre.
- À l'intérieur d'un solénoïde de longueur L comprenant N spires parcourues par un courant d'intensité I , le **champ magnétique \vec{B}** est uniforme et a pour valeur :

$$\text{tesla (T)} \longleftarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N}{L} \cdot I \longrightarrow \text{ampère (A)}$$

↘ mètre (m)

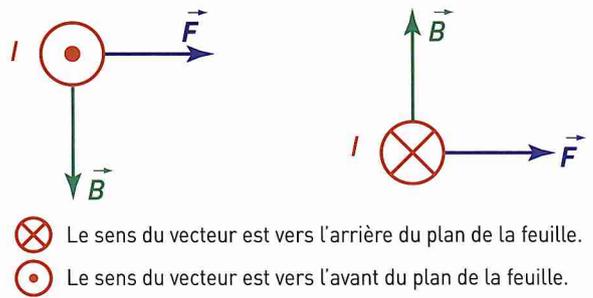
2. Action d'un champ magnétique sur un courant

• **Règle de la main droite :**



\vec{B} : Majeur pour Magnétisme,
 I : Index pour Intensité,
 \vec{F} : Pouce pour Poussée.

• **Convention pour un vecteur orthogonal au plan de la feuille :**



- Un conducteur électrique de longueur l , soumis à un champ magnétique \vec{B} et traversé par un courant d'intensité I , se déplace sous l'action d'une **force électromagnétique \vec{F}** appelée **force de Laplace**.
- Cette force a **son point d'application** situé au milieu de la portion de conducteur soumis au champ magnétique ;
- **sa direction** est perpendiculaire au plan défini par le conducteur et le champ magnétique ;
- **son sens** est donné par la règle des trois doigts de la main droite ;

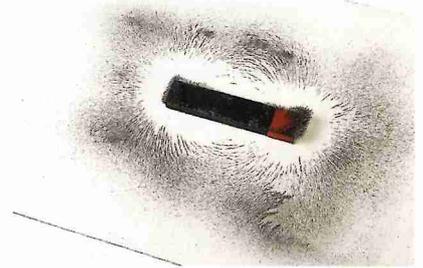
Activité 1. Quelles sont les caractéristiques du champ magnétique d'un aimant ou d'une bobine ?

• Réaliser et observer

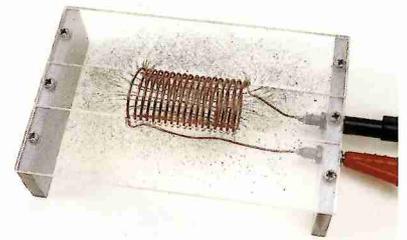
Expérience 1 • Réaliser le spectre magnétique d'un aimant droit et d'une bobine parcourue par un courant

Saupoudrer de la limaille de fer sur les plaques transparentes [docs 1 et 2].

- Tapoter les plaques pour faciliter l'orientation de la limaille.
- Les lignes formées par la limaille de fer représentent les lignes de champ et l'ensemble forme le spectre magnétique. Dessiner ces lignes de champ.
- Orienter les lignes de champ avec une aiguille aimantée : en tout point le sens est celui du pôle nord de l'aiguille.



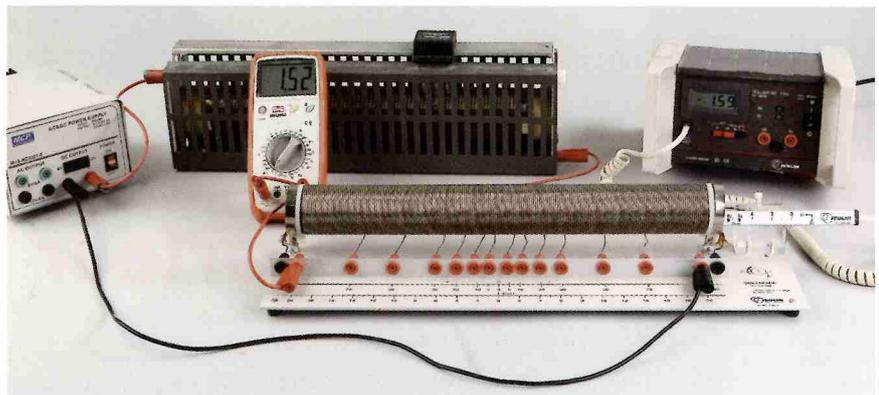
Doc 1. Spectre magnétique d'un aimant.



Doc 2. Spectre magnétique d'un solénoïde.

Expérience 2 • Explorer un champ magnétique

- Réaliser le montage [doc 3].
- À l'aide d'un teslamètre et d'une sonde, mesurer le champ magnétique B en différents points du plan médian d'un solénoïde (intérieur et extérieur).
- Refaire les mesures après avoir augmenté la valeur de l'intensité I du courant.



Doc 3. Exploration du champ magnétique d'un solénoïde.

• Répondre aux questions

Expérience 1

1. Les deux spectres magnétiques sont-ils semblables ?
2. Qu'exerce la bobine sur l'aiguille aimantée ? Ce phénomène est-il visible en tout point de l'espace ?
3. D'où sortent les lignes de champ ? Où entrent-elles ? Peut-on conclure que le solénoïde possède deux pôles ?

Expérience 2

4. La valeur du champ magnétique est-elle constante en tout point de l'espace ?
5. Comment évolue-t-elle à l'intérieur du solénoïde parcouru par le courant ?
6. Comment évolue la valeur de B lorsque I augmente ?