# Production d'une onde sonore

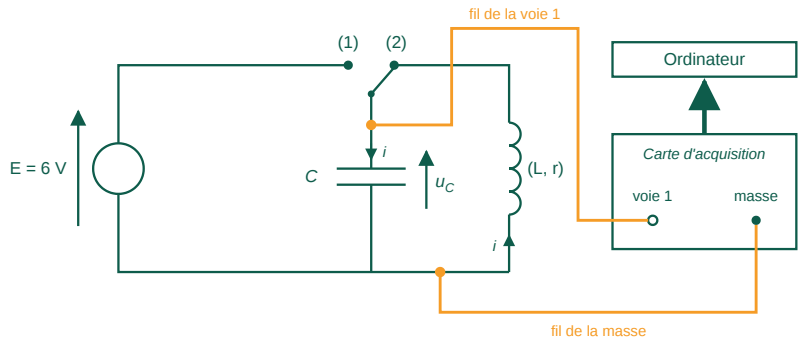
Bac S 2008 Antilles-Guyane (ancien programme) · Exercice 4 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

**1.1** Représenter sur la figure 5 de l'annexe les connexions de la voie 1 et de la masse de la carte d'acquisition pour visualiser la tension $u_C$.

La flèche de $u_C$ pointe vers l'armature du haut : $u_C$ est le potentiel de cette armature moins celui de l'armature du bas.

Voie 1 reliée à l'armature du haut (pointe de la flèche $u_C$), masse reliée à l'armature du bas (fil inférieur du circuit).

**PIÈGE**
Inverser les deux fils : la carte enregistrerait alors $-u_C$. Le fil de la voie 1 passe au-dessus du circuit sans y être connecté ; seul le point orange marque un branchement.




**1.1** · Figure 5 de l'annexe complétée : voie 1 sur l'armature du haut, masse sur l'armature du bas

**1.2** Pourquoi qualifie-t-on le régime de la tension $u_C$ de pseudo-périodique ?

La tension $u_C$ oscille : elle repasse par un maximum à intervalles de temps réguliers. Mais l'amplitude de ces oscillations décroît au fil du temps, donc $u_C$ ne reprend jamais exactement la même valeur : elle n'est pas périodique.

Oscillations de durée constante mais d'amplitude décroissante : régime pseudo-périodique.

**1.3** Déterminer graphiquement la pseudo-période $T$ des oscillations de la figure 6, puis en déduire la fréquence $f$ de ces oscillations.

Sur la figure 6, le premier maximum est en $t = 0$ et le huitième vers $t = 31$ ms : il y a 7 pseudo-périodes entre les deux.

$$T = \frac{31}{7} = 4{,}4 \text{ ms} = 4{,}4 \times 10^{-3} \text{ s}$$

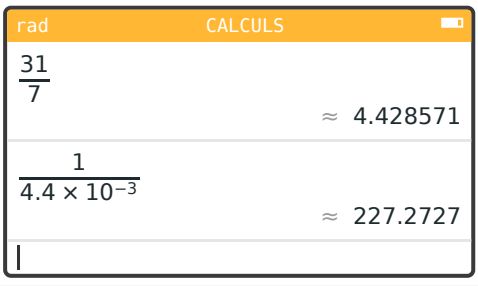
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4{,}4 \times 10^{-3}} = 2{,}3 \times 10^{2} \text{ Hz}$$

$T = 4{,}4$ ms et $f = 2{,}3 \times 10^{2}$ Hz

**COMPRENDRE**
Une lecture graphique ne donne pas mieux que deux chiffres significatifs : on écrit $2{,}3 \times 10^{2}$ Hz et non 227 Hz.

**MÉTHODE**
Mesurer la durée de plusieurs pseudo-périodes, la plus longue possible, puis diviser : l'erreur de lecture est divisée d'autant.

**À LA CALCULATRICE**



**1.4.1** Rappeler l'expression de la période propre $T_0$ du dipôle LC et calculer sa valeur.

**Données utiles** $L = 0{,}50$ H ; $C = 1{,}0$ µF $= 1{,}0 \times 10^{-6}$ F

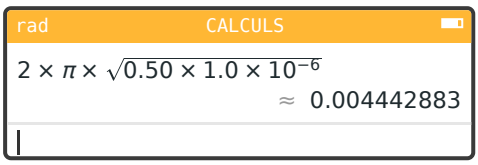
$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

$T_0 = 2\pi\sqrt{0{,}50 \times 1{,}0 \times 10^{-6}} = 4{,}4 \times 10^{-3}$ s

$T_0 = 4{,}4 \times 10^{-3}$ s $= 4{,}4$ ms

**PIÈGE**
Laisser $C$ en microfarads : on trouverait 4,4 s, mille fois trop.

**À LA CALCULATRICE**




**1.4.2** Comparer $T_0$ à $T$.

**Données utiles** $T = 4{,}4$ ms (1.3) ; $T_0 = 4{,}4$ ms (1.4.1)

Avec deux chiffres significatifs, la valeur mesurée et la valeur calculée coïncident.

$T = T_0 = 4{,}4$ ms : la pseudo-période est bien égale à la période propre, à la précision de la lecture.

**COMPRENDRE**
La résistance $r$ de la bobine est faible : elle amortit les oscillations sans modifier sensiblement leur durée.

**2.1** Donner l'expression de l'énergie $E_C$ en fonction de $u_C$.

$E_C = \frac{1}{2} C u_C^2$ ($E_C$ en joules, $C$ en farads, $u_C$ en volts)

**2.2** Donner l'expression de l'énergie $E_L$ en fonction de l'intensité $i$ du courant.

$E_L = \frac{1}{2} L i^2$ ($E_L$ en joules, $L$ en henrys, $i$ en ampères)

**2.3** À l'aide des conditions initiales, identifier sur la figure 7 les courbes de $E_C$ et de $E_L$, en justifiant.

**Données utiles** $E = 6$ V ; $C = 1{,}0 \times 10^{-6}$ F

À $t = 0$, le condensateur est chargé : $u_C = E = 6$ V, sa valeur maximale, donc $E_C$ est maximale : $E_C(0) = \frac{1}{2} \times 1{,}0 \times 10^{-6} \times 6^2 = 1{,}8 \times 10^{-5}$ J $= 18$ µJ.

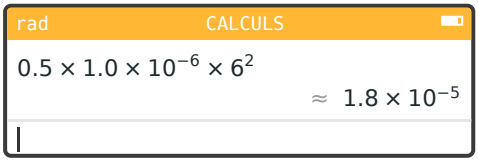
À $t = 0$, aucun courant ne circule encore : $i = 0$, donc $E_L(0) = 0$.

La courbe 1 part de son maximum (environ 18 µJ), la courbe 2 part de zéro.

Courbe 1 : $E_C$ ; courbe 2 : $E_L$.

**COMPRENDRE**
La bobine s'oppose aux variations brusques du courant : $i$, nulle juste avant la commutation, l'est encore juste après. La tangente horizontale de $u_C$ en $t = 0$ (figure 6) le confirme, car $i = C\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$ au signe près.

**À LA CALCULATRICE**



**2.4** Comment l'énergie totale $E = E_C + E_L$ évolue-t-elle au cours du temps ? Quelle est la cause de cette perte d'énergie ?

Sur la figure 7, les maximums des deux courbes sont de plus en plus bas : la somme $E_C + E_L$ décroît au cours du temps.

La bobine possède une résistance $r = 12\ \Omega$ : à chaque passage du courant, une partie de l'énergie électrique y est convertie en énergie thermique (effet Joule) et quitte le circuit.

L'énergie totale diminue, à cause de l'effet Joule dans la résistance $r$ de la bobine.

**PIÈGE**
Répondre seulement « elle s'échange entre condensateur et bobine » : cet échange existe, mais il n'explique pas la diminution de la somme.

**2.5.1** Expliquer, d'un point de vue énergétique, le rôle du dipôle D dans le circuit de la figure 4.

Le dipôle D fournit en permanence de l'énergie au circuit, exactement autant que la résistance $r$ en dissipe par effet Joule.

D compense les pertes par effet Joule : l'énergie totale du circuit reste constante.

**2.5.2** Comment évolue alors la tension $u_C$ aux bornes du condensateur ?

Les pertes étant compensées, les oscillations ne s'amortissent plus.

$u_C$ est sinusoïdale, d'amplitude constante et de période $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ : le régime est périodique.

**1** Quelle est la nature de l'onde sonore émise par le haut-parleur ?

Le son a besoin d'un milieu matériel (ici l'air) pour se propager, et le signal émis se répète identique à lui-même.

C'est une onde mécanique progressive périodique (ici sinusoïdale).

**COMPRENDRE**
Mécanique : elle ne se propage pas dans le vide. Progressive : elle transporte de l'énergie de proche en proche, sans transport de matière.

**2** L'onde sonore est dite longitudinale. Expliquer cette appellation.

Les tranches d'air vibrent, en se comprimant et en se dilatant, le long de l'axe du haut-parleur, qui est aussi la direction dans laquelle le son avance.

Onde longitudinale : la perturbation a la même direction que la propagation.

**PIÈGE**
Confondre avec une onde transversale (corde, surface de l'eau), où la perturbation est perpendiculaire à la direction de propagation.

**3.1** Définir la longueur d'onde d'une onde périodique.

La longueur d'onde $\lambda$ est la distance dont l'onde progresse pendant une période $T$ : $\lambda = v\,T$, en mètres.

**COMPRENDRE**
Définition équivalente : c'est la plus petite distance séparant deux points du milieu qui vibrent en phase. C'est elle qui sert à la question suivante.

**3.2** Que représente la distance $d$ dans cette expérience ?

Au départ les deux signaux sont en phase. En éloignant $M_2$, ils se décalent, puis se retrouvent en phase pour la première fois : $M_1$ et $M_2$ sont alors deux points vibrant en phase les plus proches possible.

$d$ est la longueur d'onde du son : $\lambda = d = 1{,}50$ m.

**PIÈGE**
Si l'on dépassait la première coïncidence sans la voir, on mesurerait $2\lambda$ : d'où le déplacement lent du microphone.

**3.3** Calculer la vitesse de propagation du son dans l'air.

**Données utiles** $f = 225$ Hz ; $\lambda = 1{,}50$ m (3.2)

$\lambda = v\,T = \dfrac{v}{f}$, donc $v = \lambda\, f$

$v = 1{,}50 \times 225 = 338 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$v = 338 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

**COMPRENDRE**
Trois chiffres significatifs, comme $d$ et $f$. L'ordre de grandeur est le bon : environ 340 m·s$^{-1}$ dans l'air à température ambiante. La fréquence 225 Hz est celle du circuit oscillant : $1/T_0$.

**À LA CALCULATRICE**

