**EXERCICE III. VOYAGE D'UNE NOTE (4 points)** *Spécialité*
**Nouvelle Calédonie 11/2008**

*On appelle **grandes ondes** (GO) ou **ondes longues** (OL), la bande de radiofréquences qui s'étend de 30 kHz à 300 kHz. (…)*
*Elles sont utilisées par les stations de radio en modulation d'amplitude, pour les communications à grande distance. Cependant, depuis quelques années, leur utilisation tend à disparaître, au profit de la bande FM. Les récepteurs ne proposent désormais que rarement cette gamme.*
*Il est encore utile de conserver un récepteur « grandes ondes » qui soit opérationnel aujourd'hui. La station officielle pour obtenir des informations nationales est « France Inter » de fréquence 162 kHz (émetteur d'Allouis).*

*D'après un site Internet*

*Données complémentaires :*
*célérité des ondes électromagnétiques dans l'air : $c = 3{,}00 \times 10^8$ m.s$^{-1}$*
*célérité du son dans l'air : $v_{son} = 340$ m.s$^{-1}$ à la température de 20 °C.*
*intervalle de fréquences des signaux sonores audibles : 20 Hz ≤ f ≤ 20 kHz*

| note | $do_3$ | $ré_3$ | $mi_3$ | $fa_3$ | $sol_3$ | $la_3$ | $si_3$ | $do_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| f (Hz) | 262 | 294 | 330 | 349 | 392 | 440 | 494 | 523 |

*On s'intéresse dans cet exercice à la qualité de la transmission et de la réception d'une note émise par un violon lors d'un concert retransmis par France Inter.*

**1. Station émettrice**

1.1. Parmi les termes proposés, choisir ceux qui conviennent pour compléter les phrases suivantes.

1.1.1. « L'onde porteuse utilisée en radio est une onde …… »
*sonore, lumineuse, mécanique, électromagnétique*

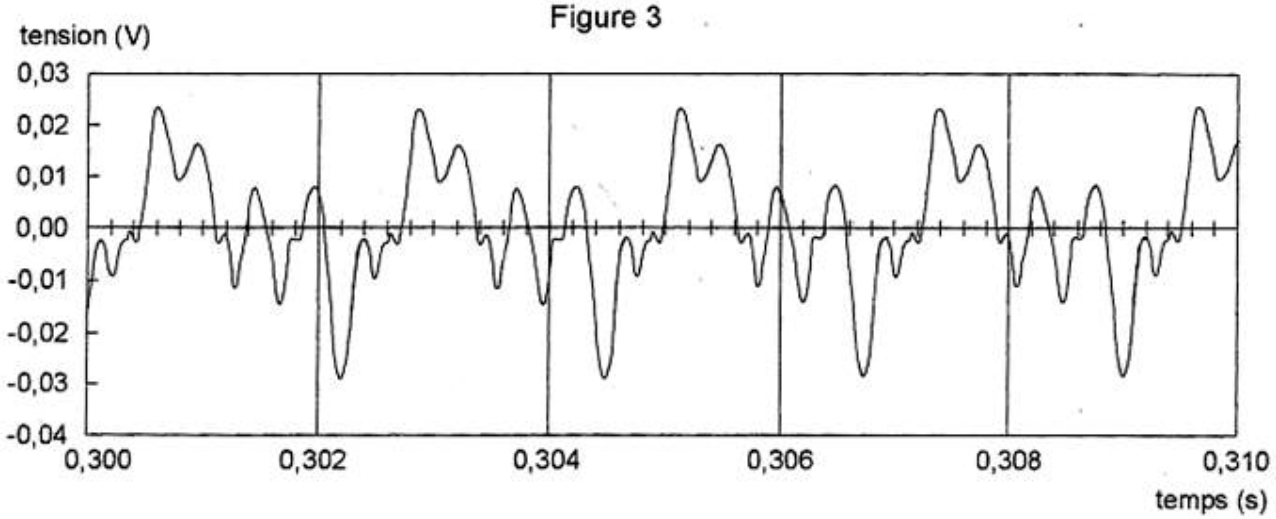
1.1.2. « En modulation d'amplitude, l'amplitude du signal modulé est une fonction …… de la tension modulante. »
*linéaire, exponentielle, constante, affine, sinusoïdale*

1.2. *On note $\lambda$ la longueur d'onde de la station émettrice.*
Calculer la valeur de $\lambda$.

**2. Analyse d'une note**

2.1. *Lors d'un concert, un microphone de bonne qualité, placé près d'un violon, est relié à un oscilloscope à mémoire. On capte une note. L'oscillogramme obtenu est reproduit sur la figure 3 ci-dessous.*

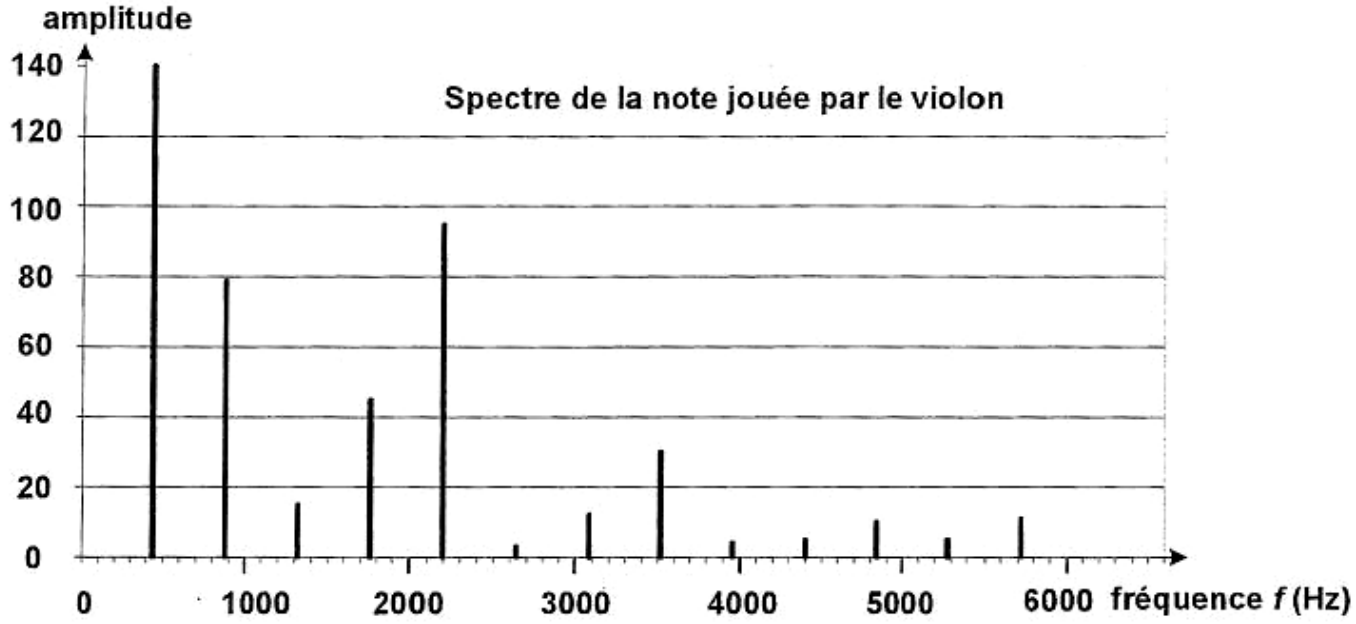
Figure 3




En déterminant la fréquence fondamentale $f_1$ de la note captée, montrer que celle-ci est le $la_3$.

2.2. *Le spectre en fréquence de la note captée est reproduit sur la figure 4 ci-dessous :*

Figure 4




Calculer les valeurs des fréquences des harmoniques de rang 2 et de rang 13 de cette note.

### 3. Transmission de la note

3.1. *Dans le cas d'un signal modulant sinusoïdal, de fréquence f, d'amplitude $U_m$ et d'expression $u(t) = U_m \cdot \cos(2\pi f \cdot t)$, le signal modulé en amplitude peut se mettre sous la forme :*

$$s_1(t) = A \cdot \cos(2\pi F \cdot t) + \frac{AU_m}{2U_0} \cdot \cos(2\pi (F - f) \cdot t) + \frac{AU_m}{2U_0} \cdot \cos(2\pi (F + f) \cdot t) \qquad \textit{en volts}$$

*où A et $U_0$ sont des constantes qui dépendent de l'émetteur radio et F est la fréquence de la porteuse.*
France Inter étant la station émettrice, calculer les trois fréquences intervenant dans l'expression du signal modulé $s_1(t)$ si le son transmis est celui d'un diapason qui émet un son pur correspondant à la note $la_3$.

3.2. *Chaque station émettrice dispose d'une bande de fréquences (appelée « canal ») de 9 kHz de largeur, centrée sur la fréquence F de sa porteuse. C'est pourquoi la fréquence la plus aiguë qui peut être transmise en Grandes Ondes vaut 4,5 kHz.*

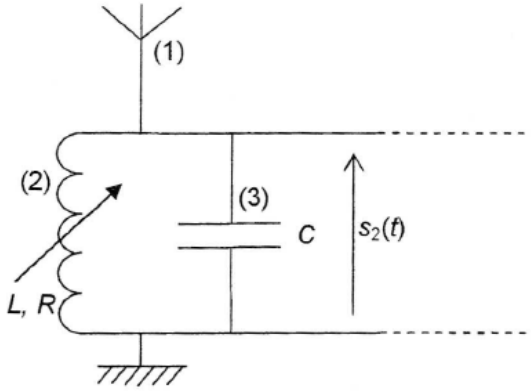
Quelle(s) fréquence(s) du spectre de la note jouée par le violon ne peuvent pas être transmises par France Inter ?

**4. Réception du signal**

*L'émission qui retransmet le concert est captée par un récepteur radio formé de plusieurs éléments connectés les uns à la suite des autres : circuit d'accord, démodulateur, amplificateur et haut-parleur.*

4.1. *Le premier module est le circuit d'accord dont le schéma est reproduit sur la figure 5 ci-dessous :*

Figure 5



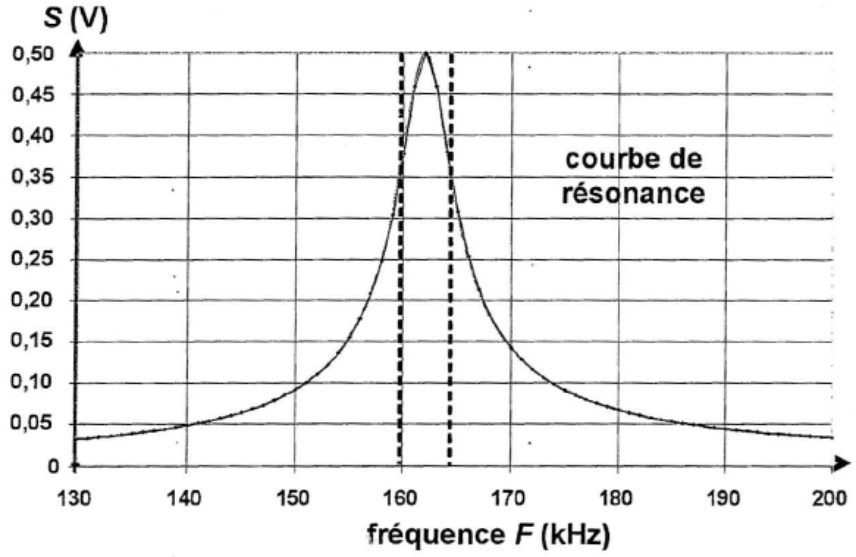

$s_2(t)$ est le signal de sortie de ce premier module.

4.1.1. Nommer les composants (1), (2) et (3).
4.1.2. Calculer la valeur de l'inductance $L$ qui permet de capter France Inter si $C = 0{,}47$ nF.

4.2. *La qualité de la réception dépend de la valeur de la résistance R du composant (2).*
*(Le récepteur est d'autant plus sélectif que la valeur de R est plus petite).*

*La courbe de résonance, donnée sur la figure 6 ci-dessous représente la variation de l'amplitude S du signal $s_2(t)$ en fonction de la fréquence du signal reçu, une fois le récepteur accordé sur France Inter.*

Figure 6




*Pour qu'un signal soit transmis dans de bonnes conditions par le circuit d'accord à l'élément suivant (démodulateur), son amplitude S doit être suffisante : cette condition se traduit par $S \geq 0{,}35$V. Ainsi l'intervalle de fréquences transmises au démodulateur est [160 kHz ; 164 kHz]*

4.2.1. En supposant que les modules démodulateur, amplificateur et haut-parleur sont parfaits, préciser les fréquences présentes dans le spectre de la note restituée par le haut-parleur. Justifier.
4.2.2. Comparer la hauteur et le timbre de la note restituée par le haut-parleur à la note originale émise par le violon. Justifier la réponse.