

EXERCICE 2 commun à tous les candidats (6 points)

(physique-chimie)

Le son de la guitare électrique

Cet exercice a pour but d'étudier deux paramètres connus pour modifier le son produit par une guitare électrique : l'oxydation des cordes et l'influence du câble reliant la guitare à l'amplificateur.

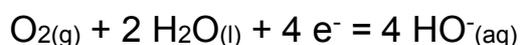
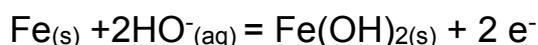


1. Les cordes de guitare

Les cordes de guitare sont un élément essentiel pour la production du son. C'est la vibration de celles-ci qui est transformée en signal électrique par les micros de la guitare. Ainsi les cordes sont le plus souvent en alliage de fer pour pouvoir interagir avec les aimants présents dans les micros.

A l'air libre les cordes s'oxydent progressivement car elles sont le siège de réactions d'oxydoréduction.

Dans l'air humide, du fait de la condensation, la transformation chimique peut être modélisée à l'aide des deux demi-équations électroniques suivantes :



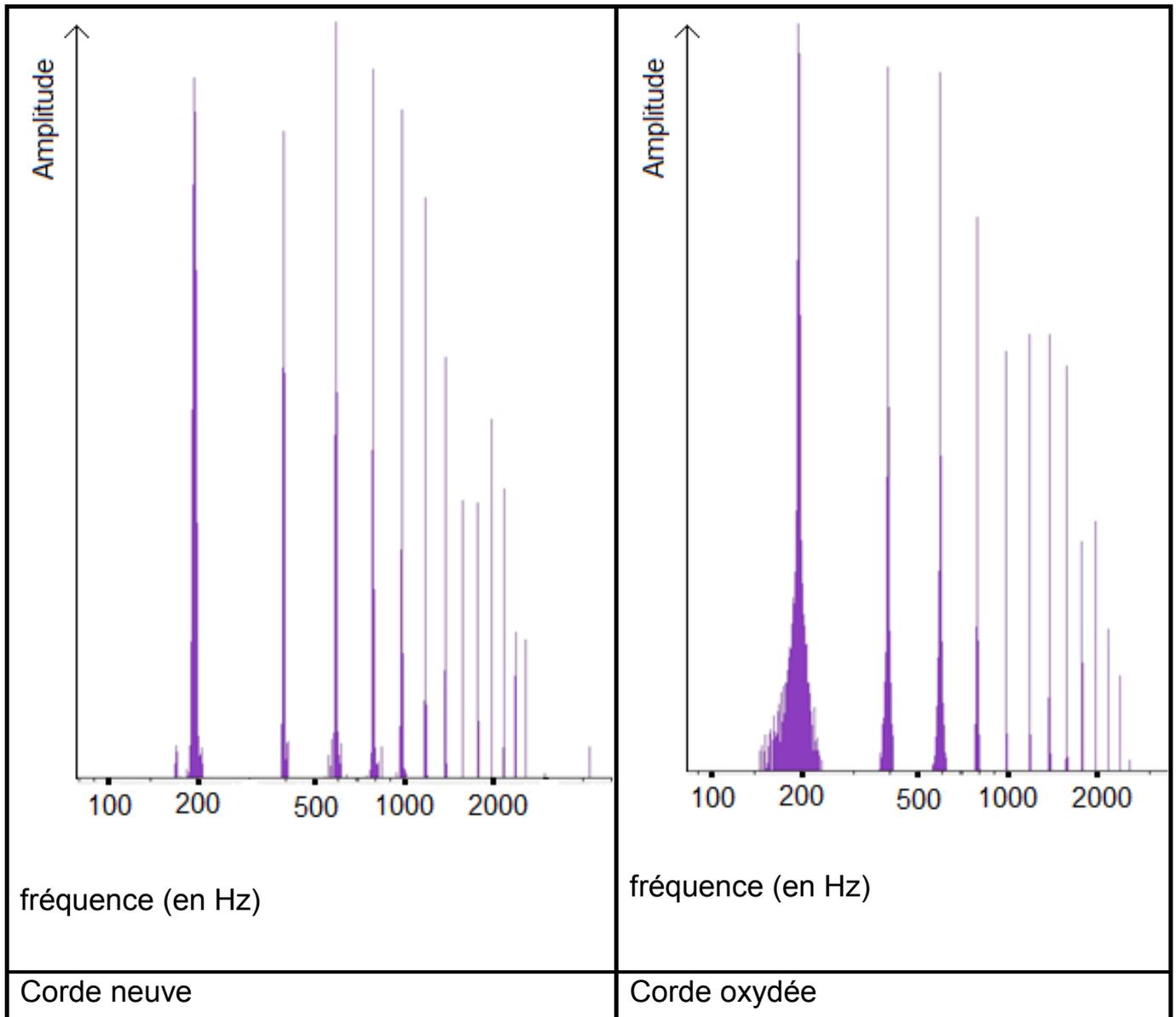
- 1.1. À partir des deux demi-équations proposées, écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction qui modélise la transformation chimique subie par le fer contenu dans les cordes.
- 1.2. Montrer qu'il est justifié de considérer que le fer subit une oxydation dans cette transformation chimique.

Afin de limiter cette oxydation, une des méthodes actuelles consiste à recouvrir la corde avec un enduit transparent très fin qui sert de revêtement à la corde.

- 1.3. Indiquer la propriété que doit posséder l'enduit pour éviter efficacement le phénomène d'oxydation.

Conséquences de l'oxydation des cordes sur le son d'une guitare.

En utilisant la même échelle verticale, on réalise le spectre d'amplitude d'une note jouée par une guitare électrique équipée de cordes neuves puis de cordes oxydées.



Note	La1	Do2	Sol2	La2	Ré3	Fa3	Sol3	Ré4
Fréquence (Hz)	110	130	196	220	294	349	392	587

- 1.4. À partir du spectre obtenu pour la corde neuve, déterminer, en justifiant la fréquence fondamentale de la note jouée.
- 1.5. Indiquer la note jouée par la guitare.
- 1.6. Indiquer, en justifiant, si le son produit par la corde neuve a la même hauteur que celui produit par la corde oxydée.
- 1.7. Préciser, en justifiant, quelle caractéristique du son produit par la guitare est modifiée selon que l'on utilise des cordes neuves ou oxydées.

2. Le câble reliant la guitare à l'amplificateur

Les musiciens évoquent souvent l'influence du câble reliant la guitare à l'amplificateur sur le son obtenu. Selon eux, le câble provoquerait une diminution d'amplitude des harmoniques de hautes fréquences, produisant un son plus terne, moins riche en composantes aigues.

Nous réalisons deux études afin de vérifier la pertinence de cette observation.

Une première étude est réalisée sur un câble de guitare d'une longueur de 10 m, non relié à la guitare. Il s'agit de déterminer une éventuelle atténuation du signal électrique transporté par le câble.

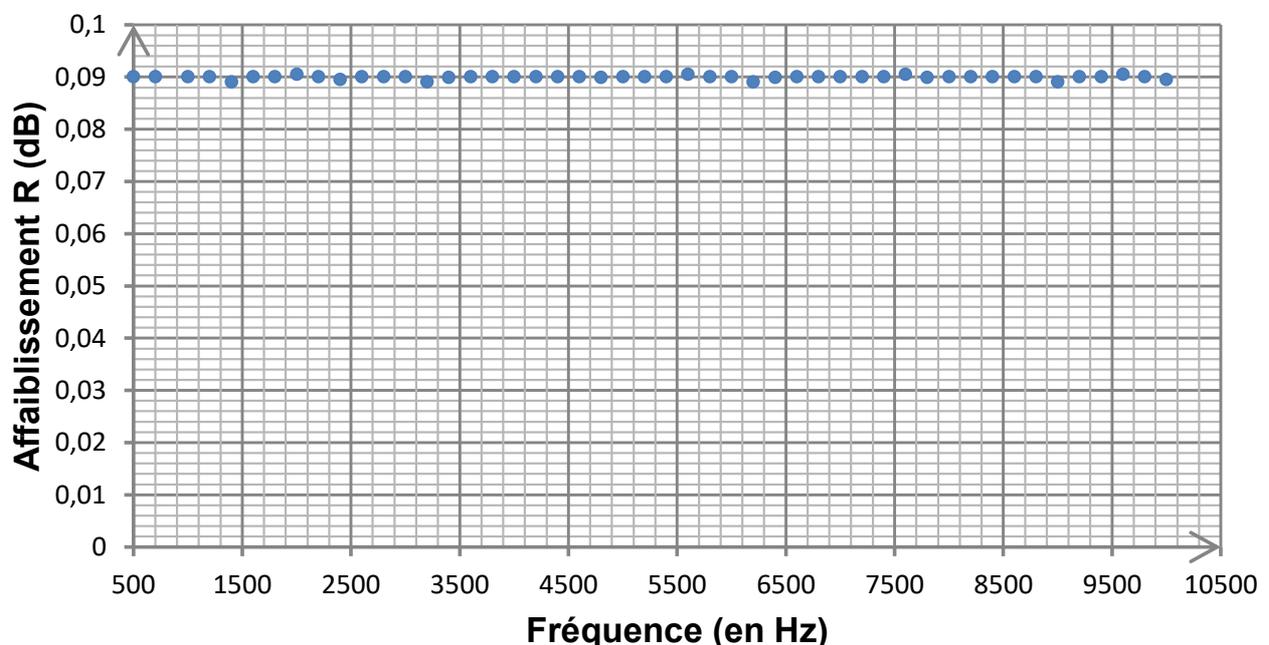
Une tension sinusoïdale de fréquence connue est délivrée par un générateur basses fréquences. À l'aide d'un oscilloscope, l'amplitude U_e de la tension en entrée du câble est comparée à l'amplitude U_s de la tension en sortie du câble.

On peut calculer alors l'affaiblissement R (en dB) subi par le signal lors de son transport par le câble grâce à la relation suivante :

$$\frac{U_e}{U_s} = 10^{\frac{R}{20}}$$

Les mesures de l'affaiblissement généré par le câble pour des signaux sinusoïdaux de fréquence comprise entre 500 Hz et 10 kHz permettent d'établir le graphe suivant.

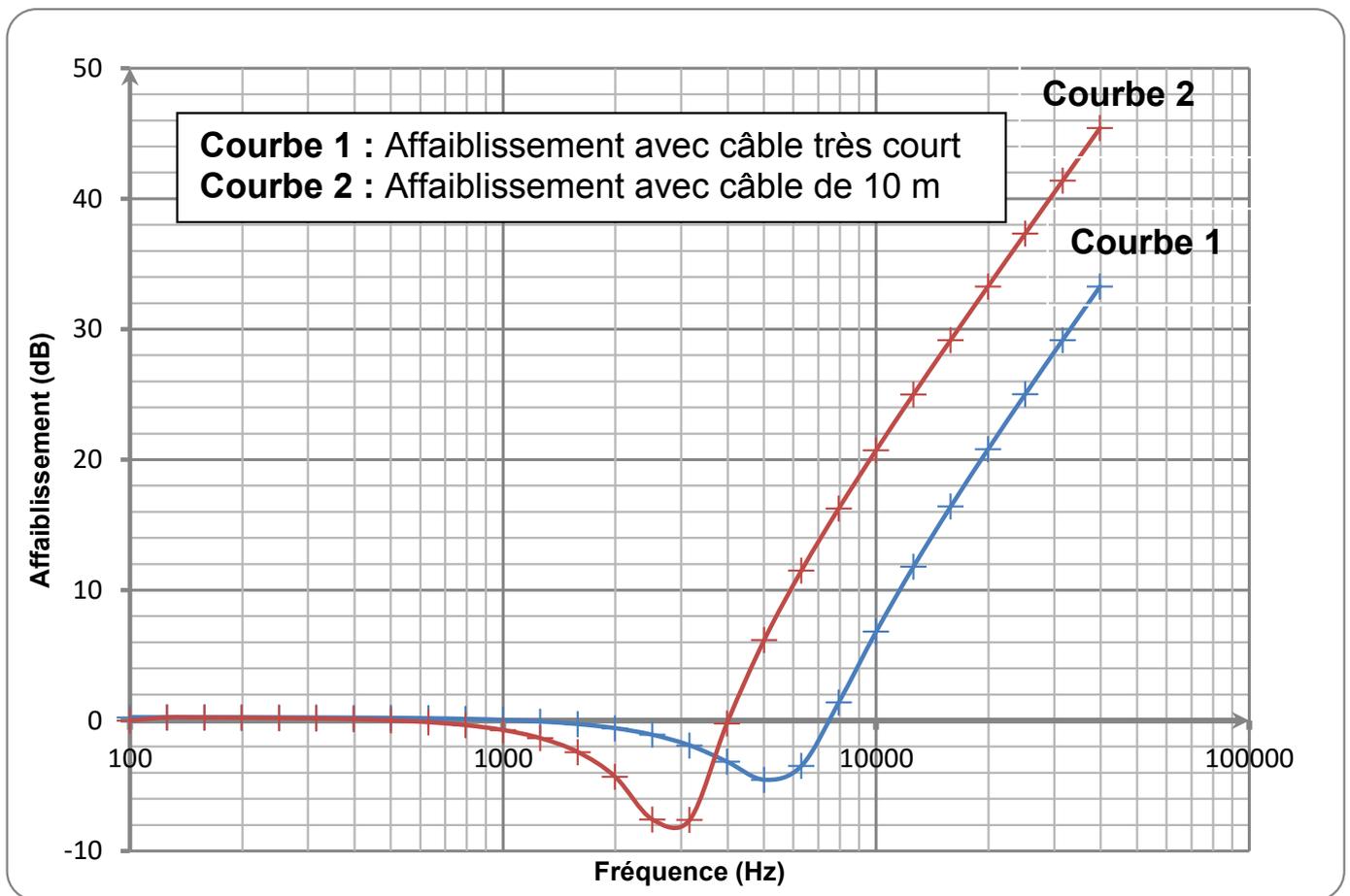
Affaiblissement R en fonction de la fréquence



- 2.1. Montrer qu'une valeur d'affaiblissement positif correspond à une atténuation du signal lors du passage dans le câble.
- 2.2. En considérant une tension d'entrée d'amplitude $U_e = 20,0$ mV, déterminer la tension de sortie dans les conditions de l'expérience, pour une valeur de l'affaiblissement $R = 0,09$. Commenter le résultat.

2.3. Exploiter la courbe ci-dessus pour déterminer si les propriétés électriques du câble seul peuvent expliquer une modification du timbre du son obtenu. Justifier la réponse.

Cette première expérience ne prenant pas en compte le branchement de la guitare sur le câble et sur l'amplificateur, on réalise une seconde étude en connectant le câble, en entrée et en sortie, à des dipôles ayant respectivement des propriétés électriques semblables à celles de la guitare et de l'entrée de l'amplificateur. Pour isoler l'influence du câble, on réalise des mesures d'affaiblissement avec un câble très court puis avec le câble de 10 m. On obtient les graphiques ci-dessous.



2.4. En ne considérant que les fréquences pour lesquelles l'affaiblissement R a une valeur positive, indiquer si l'allure de ces graphiques est compatible avec les problèmes évoqués par les musiciens lors de l'utilisation d'un long câble.