

**I. L'effet Doppler (7 points)**

- Un véhicule A se rapproche à vitesse constante notée  $V$  d'un observateur B. Le régime du moteur étant constant, la fréquence émise par ce dernier est de  $f = 680$  Hz.
- La célérité des ondes sonores est égale à  $c = 340$  m.s<sup>-1</sup>.

1) Les ondes sonores sont-elles transversales ou longitudinales. Justifier votre réponse en rappelant la définition.

2) Définir l'effet Doppler.

3) Exprimer la distance  $d$  parcourue par le véhicule pendant une période  $T = \frac{1}{f}$ .

4) La longueur d'onde  $\lambda'$  perçue par l'observateur B s'écrit :  $\lambda' = \lambda - V \times T$  **expression ①**

Montrer alors que la relation qui lie la fréquence  $f'$  perçue par B à la fréquence réelle  $f$  du moteur peut s'écrire :

$$f' = f \times \frac{c}{(c - V)} \quad \text{expression ②}$$

5) Comparer la fréquence  $f$  à la fréquence  $f'$  perçue par le conducteur de A à l'aide de l'expression ②. Conclure.

6) Le son perçu par B est-il plus grave ou plus aigu que le son réel du moteur ? Justifier avec l'expression ②.

7) Sachant que la fréquence  $f'$  mesurée par l'observateur B est de 715 Hz, déterminer la vitesse  $V$  du véhicule A.

8) Parmi les expressions suivantes, choisir celle qui correspond à la fréquence  $f''$  que devrait percevoir l'observateur B si le véhicule s'éloignait de lui à vitesse constante. Expliquer clairement ce choix en justifiant l'élimination de chacune des expressions écartées. Hypothèse pour cette question : la vitesse du véhicule est  $V = 90$  km.h<sup>-1</sup>

$$\text{a) } f'' = f \times \frac{(c + V)}{c}; \quad \text{b) } f'' = f \times \frac{c}{(c + V)}; \quad \text{c) } f'' = f \times (c - V)$$

9) Quelle est l'intensité sonore  $I$  perçue par l'observateur B sachant qu'il mesure un niveau sonore de 67 dB ?

Donnée : Seuil d'audibilité :  $I_0 = 1,0 \times 10^{-12}$  W/m<sup>2</sup>.

## II. Recherche d'une molécule (6,5 points)

- Un composé organique oxygéné noté **B** a pour formule brute  $C_4H_{10}O$ .

### 1. Spectre infrarouge de la molécule

- On dispose, ci-dessous, du spectre infrarouge de cette molécule.

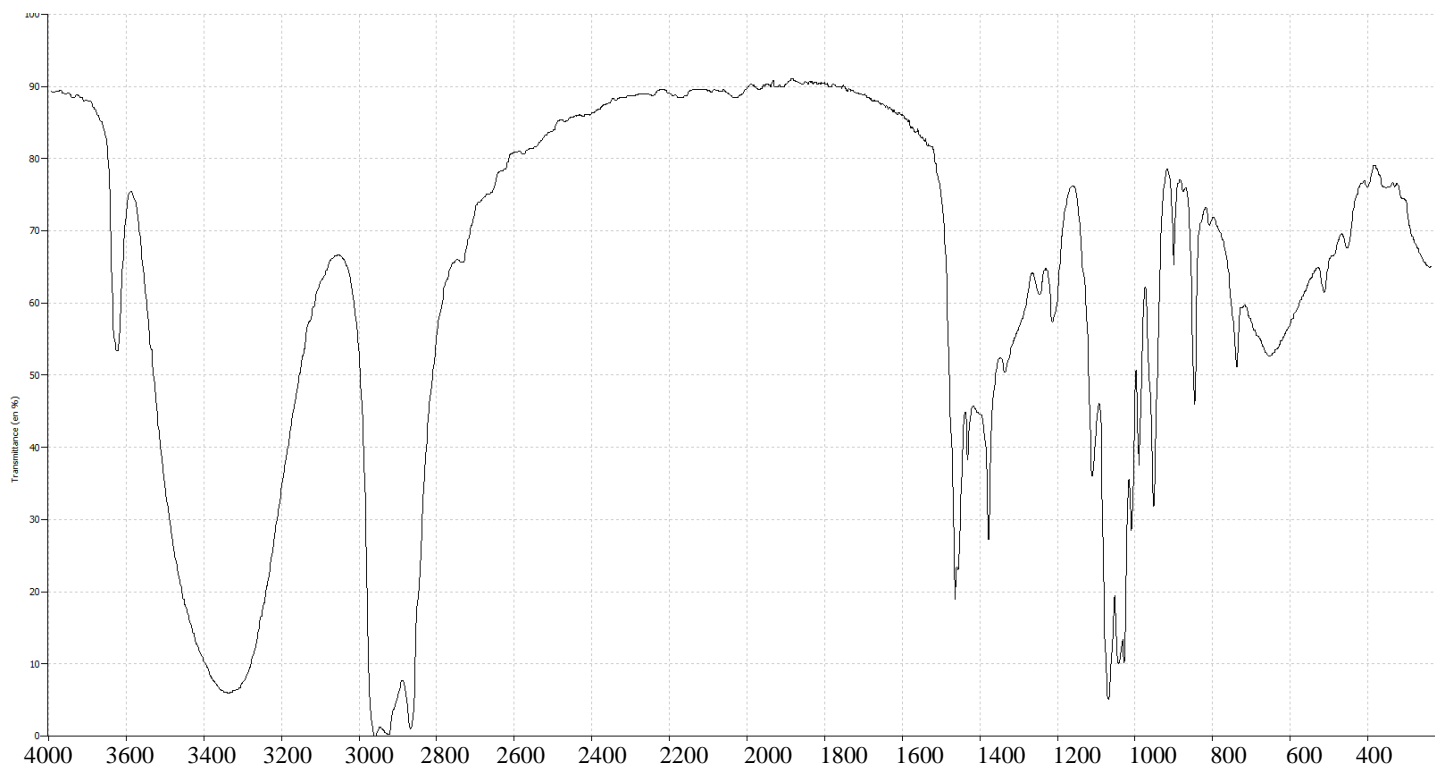


Tableau des liaisons correspondantes et des valeurs de  $\sigma$  en  $cm^{-1}$

-O - H libre	-O - H lié	- N - H	= C <sub>tri</sub> - H	- C <sub>tétr</sub> - H	- C = O	- C = C -	- C <sub>tétr</sub> - H
3550 à 3650	3200 à 3400	3300 à 3500	3000 à 3200	2800 à 3100	1650 à 1750	1525 à 1685	1415 à 1470
Fine	Large	Fine	Fine	Fine	Fine	Fine	Fine

- L'échelle en abscisse est graduée en  $cm^{-1}$ . Nommer la grandeur en abscisse notée  $\sigma$ .
- Quel est la relation entre  $\sigma$  et la longueur d'onde  $\lambda$  ? Donner un encadrement de la longueur d'onde  $\lambda$  à partir des valeurs minimale et maximale de  $\sigma$  sur le spectre. Montrer qu'il est alors justifié de parler de spectroscopie infrarouge.
- A l'aide de la formule brute, montrer que ce composé **B** ne peut pas être un acide carboxylique ou un ester.
- A l'aide du spectre, montrer que **B** ne peut pas contenir un groupement carbonyle.
- En déduire le type de molécules oxygénées que la molécule **B** ne peut pas être.
- Sachant que **B** est une molécule linéaire, déterminer la formule topologique des deux isomères possibles pour la molécule **B**.

### 2. Spectre RMN

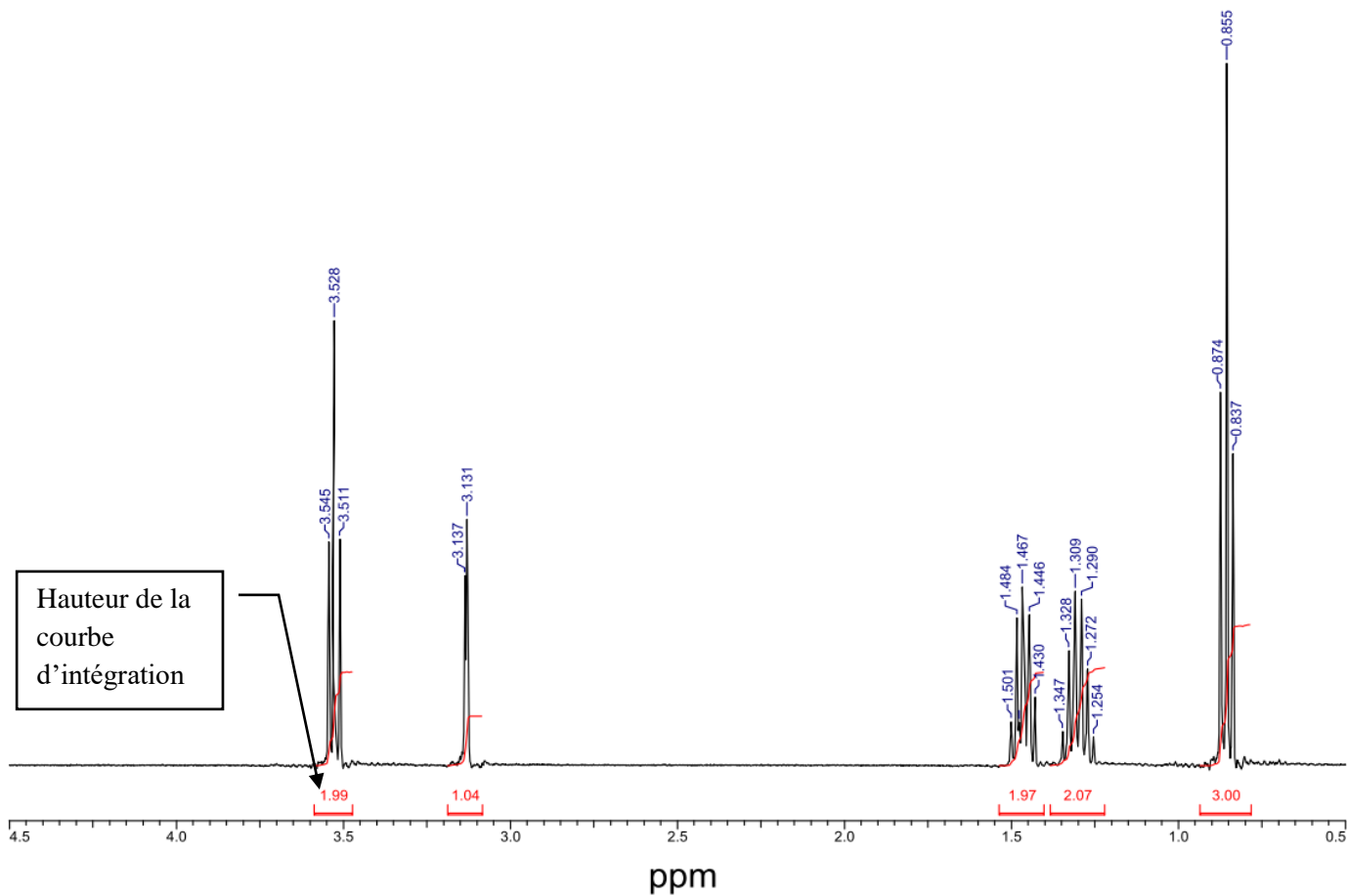
- Le spectre de la molécule **B** est joint en annexe page 4.
- En interprétant le spectre RMN, déterminer la formule semi-développée de la molécule **B**.  
Il sera tenu compte de la rigueur du raisonnement.

### III. Réaction entre l'ammoniac et le dichlore (6,5 points)

- On fait réagir 8,0 mmol d'ammoniac en solution aqueuse avec 9,0 mmol de dichlore en solution aqueuse.
- La réaction est la suivante :  $2 \text{NH}_3(\text{aq}) + 3 \text{Cl}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 6 \text{H}^+(\text{aq}) + 6 \text{Cl}^-(\text{aq})$
- On suppose que durant toute la réaction, le volume de la solution aqueuse reste constant et égal à  $V = 200 \text{ mL}$ .
- Le tableau d'avancement est donné en annexe page 4.

- 1) Quelle est la concentration initiale  $C$  d'ammoniac  $\text{NH}_3$  dans la solution aqueuse de départ ?
- 2) Quelle masse  $m$  de  $\text{Cl}_2$  est initialement présente dans le milieu réactionnel ? Donnée :  $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- 3) Compléter le tableau d'avancement sur la feuille annexe en page 4.
- 4) Déterminer la valeur de l'avancement maximal  $x_{\text{max}}$  en détaillant votre raisonnement.
- 5) Quelle est la molécule dont on suit l'évolution **sur le graphe page 4** ? Justifier votre réponse.
- 6) Définir le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ . Rechercher graphiquement sa valeur le plus précisément possible.
- 7) Tracer en vert, **sur le graphe page 4**, l'allure de la courbe  $n(\text{NH}_3) = f(t)$ . Justifier rapidement.
- 8) Tracer en bleu, **sur le graphe page 4**, l'allure de la courbe  $n = f(t)$  si la température de la réaction est plus élevée.

**Bonus (0,5 point)** : Quel est le nom du produit formé par la réaction et qui reste dissout dans l'eau ?



- Les valeurs dans le tableau d'avancement sont données **en mmol**.

Etat du système	Avancement	$2 \text{ NH}_3(\text{aq}) + 3 \text{ Cl}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 6 \text{ H}^+(\text{aq}) + 6 \text{ Cl}^-(\text{aq})$				
<i>initial</i>	$x = 0$	<b>8,0</b>	<b>9,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>intermédiaire</i>	$x$					
<i>final</i>	$x_{\text{max}}$					

