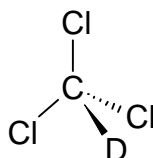


1. RMN du proton dans une molécule organique

1.1. Le solvant deutéré

1.1.1. (0,25 pt) Le noyau de deutérium est composé de 2 nucléons (nombre de masse A égal à 2) dont 1 proton (numéro atomique Z égal à 1) et 2 - 1 = 1 neutron.

(0,25 pt) L'hydrogène ${}^1_1\text{H}$ et le deutérium ${}^2_1\text{H}$ sont des noyaux isotopes car ils ont le même numéro atomique, mais un nombre de neutrons différent.1.1.2. (0,25 pt) Représentation de Cram de CDCl_3 :

(0,25 pt) L'atome de carbone étant relié à trois atomes de chlore identiques, il ne peut pas être asymétrique.

1.1.3. (0,25 pt) L'intérêt d'utiliser un solvant ne comportant pas de noyau d'hydrogène ${}^1\text{H}$ est que ce solvant ne sera pas détecté par la spectroscopie RMN (celle-ci ne détecte que les protons).

1.2. Rayonnement utilisé

1.2.1. (0,5 pt) Relation entre l'énergie d'un photon et sa fréquence : $\Delta E = h \cdot \nu$ donc $\nu = \frac{\Delta E}{h}$ avec ΔE exprimé en joules.

$$\Delta E = 1,20 \mu\text{eV} = 1,20 \times 10^{-6} \text{ eV} = 1,20 \times 10^{-6} \times 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{Et donc } \nu = \frac{1,20 \times 10^{-6} \times 1,60 \times 10^{-19}}{6,63 \times 10^{-34}} = 2,90 \times 10^8 \text{ Hz} = \mathbf{290 \text{ MHz}}$$

(0,25 pt) Calcul de la longueur d'onde :

$$\Delta E = h \cdot \frac{c}{\lambda} \text{ donc } \lambda = h \cdot \frac{c}{\Delta E}$$

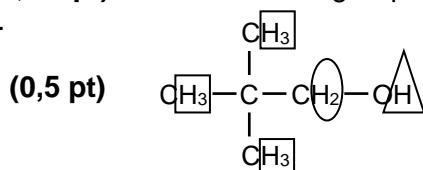
$$\lambda = 6,63 \times 10^{-34} \times \frac{3,00 \times 10^8}{1,20 \times 10^{-6} \times 1,60 \times 10^{-19}} = \mathbf{1,04 \text{ m}}$$

1.2.2. (0,25 pt) D'après le document montrant les domaines électromagnétiques, λ est supérieur à 1 m. Il s'agit d'une onde radiofréquence. C'est cohérent avec le texte introductif : « consiste à soumettre une espèce chimique à une onde électromagnétique radiofréquence ».

1.3. Exploitation du spectre RMN d'une molécule organique

1.3.1. (0,25 pt) Le nom systématique de cette molécule est le 2,2-diméthylpropanol.

1.3.2. (0,25 pt) On observe 3 groupes de protons équivalents donc le spectre de RMN contient 3 signaux.



On mesure les hauteurs des courbes d'intégration pour chaque pic et on rassemble les mesures dans un tableau :

pic	hauteur	Nombre de H
Pic A	1,1 cm	2 H
Pic B	0,6 cm	1 H
Pic C	5,3 cm	9 H
Total	7,0 cm	12 H

Chaque noyau d'hydrogène correspond à une hauteur de $\frac{7,0}{12} = 0,58$ cm.

On peut alors attribuer le nombre de noyaux d'hydrogène équivalents pour chaque pic.

(0,5 pt) Attribution :

- Les 3 groupes méthyle CH_3 , comportent au total 9 atomes d'hydrogène équivalents (avec le même environnement). Ces 3 groupes correspondent au **pic C** (singulet, pas de couplage avec des noyaux d'hydrogène voisins).
- L'atome d'hydrogène du groupe hydroxyle OH n'est pas couplé. Il s'agit d'un singulet avec un seul H qui correspond au **pic B**.
- Les deux atomes d'hydrogène voisin du groupe hydroxyle sont équivalents, mais ne sont pas couplés à l'hydrogène du groupe -OH. Il s'agit d'un singulet : le **pic A**.

2. L'imagerie par résonance magnétique (IRM)

2.1. (0,25 pt) Les organes et tissus mous contiennent de l'élément hydrogène : ils sont visibles en IRM. Les os, quant à eux, sont constitués essentiellement à partir d'éléments calcium et phosphore : ils ne sont donc pas visibles en IRM.

2.2. Image numérique

2.2.1. (0,25 pt) Les 512 pixels permettent d'échantillonner un carré de 50 cm de côté.

Un pixel est donc un carré de : $\frac{50}{512} = 9,8 \times 10^{-2}$ cm = 0,98 mm de côté.

2.2.2. (0,25 pt) Nombre de pixels de l'image : $512 \times 512 = 262\,144$ pixels

Chaque pixel étant codé par 1 octet, cette image aura une taille de 262 144 octets.

2.2.3. (0,25 pt) Chaque octet est constitué de 8 bits et permet de coder $2^8 = 256$ niveaux de gris différents (y compris le noir et le blanc).

2.2.4. (0,25 pt)

Toutes les $\Delta t = 2$ s, l'appareil doit transmettre $N = 262\,144$ octets = $262\,144 \times 8 = 2\,097\,152$ bits.

Le débit binaire est égal à $D = \frac{N}{\Delta t}$, soit $D = \frac{2\,097\,152}{2} = 1 \times 10^6$ bit.s⁻¹ = **1 Mbit.s⁻¹**

2.3. Mesure du champ magnétique

Le teslamètre mesure un champ $B = 1492$ mT, il est donc réglé sur le calibre 2000 mT, avec une résolution de 1 mT.

Déterminons la précision de la mesure : $\pm (2\% \text{ de la mesure} + 5 \text{ unités de résolution})$

$$\text{Précision} = 1492 \times \frac{2}{100} + 5 \times 1 = 34,84 \text{ mT}$$

Déterminons l'incertitude élargie :

$$U = \frac{2 \times \text{précision}}{\sqrt{3}}$$

(0,5 pt) $U = \frac{2 \times 34,84}{\sqrt{3}} = 40,23 \text{ mT}$

Incertitude U arrondie avec un seul chiffre significatif :

Par excès, $U = 5 \times 10^1 \text{ mT} = 0,05 \text{ T}$

(0,5 pt) La valeur du champ magnétique est égale à **$B = (1,49 \pm 0,05) \text{ T}$**

Incertitude U arrondie avec deux chiffres significatifs :

On arrondit l'incertitude par excès soit $U = 41 \text{ mT}$

La valeur du champ magnétique est égale à **$B = (1492 \pm 41) \text{ mT}$**

Il y a 95 % de chance que la vraie valeur du champ magnétique soit comprise dans cet intervalle.

Pour les profs : http://eduscol.education.fr/rnchimie/recom/mesures_incertainitudes.pdf

http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Mathematiques/12/7/LyceesGT_ressources_MathPC_Mesure_et_incertainitudes_218127.pdf

http://www.bipm.org/utis/common/documents/jcgm/JCGM_100_2008_F.pdf