

## 1. RMN du proton dans une molécule organique

**1.1.a.** 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.

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.b.** L'intérêt d'utiliser un solvant ne comportant pas de noyau d'hydrogène  ${}^1_1\text{H}$  est que ce solvant ne sera pas détecté par la spectroscopie RMN (celle-ci ne détecte que les protons).

**1.2.a.** Relation entre l'énergie d'un photon et sa fréquence :  $\Delta E = h \cdot \nu$  donc  $\nu = \frac{\Delta E}{h}$

avec  $\Delta E$  exprimé en joules.

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

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

Calcul de la longueur d'onde :

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

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

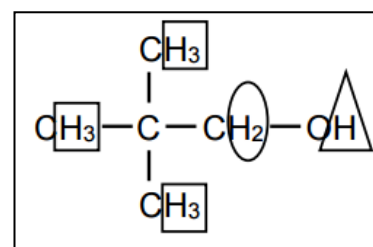
**1.2.b.** D'après le document montrant les domaines électromagnétiques,  $\lambda$  est supérieur à 1 m. Il s'agit d'une onde radiofréquence. C'est cohérent avec le texte introductif : « *consiste à soumettre une espèce chimique à une onde électromagnétique radiofréquence* ».

**1.3.a.** Le nom systématique de cette molécule est le 2,2-diméthylpropanol.

**1.3.b.** 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  $\frac{7,0}{12} = 0,58 \text{ cm}$ .

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

Attribution :

- Les 3 groupes méthyle CH<sub>3</sub>, 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**.

|   |
|---|
| <b>2. L'imagerie par résonance magnétique (IRM)</b> |
|---|

**2.1.** 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. Mesure du champ magnétique**

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

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 :

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

$$U = \frac{2 \times 34,84}{\sqrt{3}} = 40,23 \text{ mT}$$

|   |   |
|---|---|
| <p><b><u>Incertitude U arrondie avec un seul chiffre significatif :</u></b></p>                             | <p><b><u>Incertitude U arrondie avec deux chiffres significatifs :</u></b></p>                    |
| <p>Par excès, <math>U = 5 \times 10^1 \text{ mT} = 0,05 \text{ T}</math></p>                                | <p>On arrondit l'incertitude par excès soit <math>U = 41 \text{ mT}</math></p>                    |
| <p><b>(0,5 pt) La valeur du champ magnétique est égale à <math>B = (1,49 \pm 0,05) \text{ T}</math></b></p> | <p>La valeur du champ magnétique est égale à <b><math>B = (1492 \pm 41) \text{ mT}</math></b></p> |

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