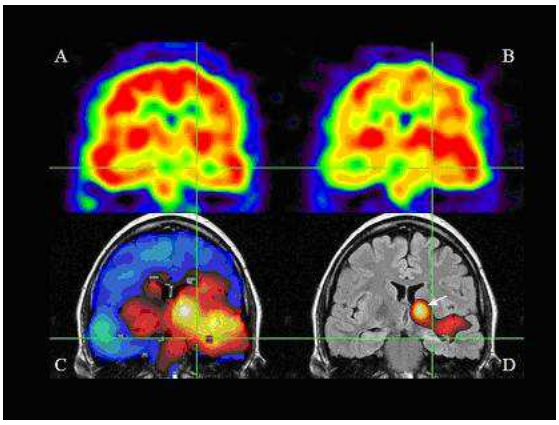
EXERCICE I. RMN ET IRM (6 points)

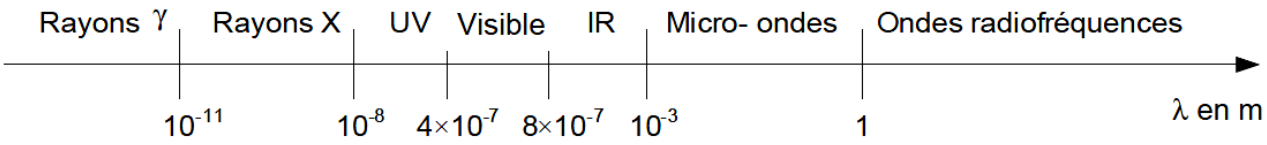
La spectroscopie par résonance magnétique nucléaire ou RMN consiste à soumettre une espèce chimique à une onde électromagnétique radiofréquence et à l'action d'un champ magnétique constant. À une fréquence particulière appelée fréquence de résonance, certains noyaux de l'espèce chimique vont être le siège d'une transition énergétique.
Les effets de cette transition sont détectés par une sonde.
La valeur de la fréquence de résonance dépend de la nature du noyau et de son environnement. La spectroscopie utilisée ici est uniquement celle du noyau d'hydrogène $^{1}_{1}H$, souvent appelée RMN du proton.
L'échantillon à analyser est dissous dans un solvant deutéré de formule brute $CDCl_3$ où le noyau d'hydrogène $^{1}_{1}H$ a été remplacé par le noyau de deutérium noté D.

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est une application de la RMN du proton dans le domaine du diagnostic médical. Dans le corps humain, l'hydrogène est essentiellement présent dans l'eau. L'intensité du signal reçu dépend donc de la teneur en eau dans les tissus. Toute anomalie de la teneur en eau est alors facilement détectée. L'organe à visualiser, voire le corps entier du patient, est placé dans un puissant électroaimant qui crée un champ magnétique. Un traitement numérique permet de produire des images de coupes de l'organe à partir de l'intensité des signaux enregistrés.



Données :

- symbole du noyau de deutérium : $^{2}_{1}H$ (noté D) ;
- célérité de la lumière dans le vide : $c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m.s^{-1} ;
- constante de Planck : $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J.s ;
- 1 eV = $1{,}60 \times 10^{-19}$J;
- domaine des ondes électromagnétiques :



- Éléments présents dans les organes, tissus mous et os

Principaux éléments constitutifs des organes et tissus mous		
Carbone	Hydrogène	Oxygène

Principaux éléments présents dans les os	
Calcium	Phosphore

1. RMN du proton dans une molécule organique

1.1 Le solvant deutéré

1.1.1. Donner la composition du noyau de deutérium. Comment qualifie-t-on deux noyaux tels que l'hydrogène $^{1}_{1}H$ et le deutérium $^{2}_{1}H$?

1.1.2. Dessiner la représentation de Cram de $CDCl_3$. Le carbone de cette molécule est-il asymétrique ? Justifier.

1.1.3. Quel est l'intérêt d'utiliser un solvant ne comportant pas de noyau d'hydrogène $^{1}_{1}H$?

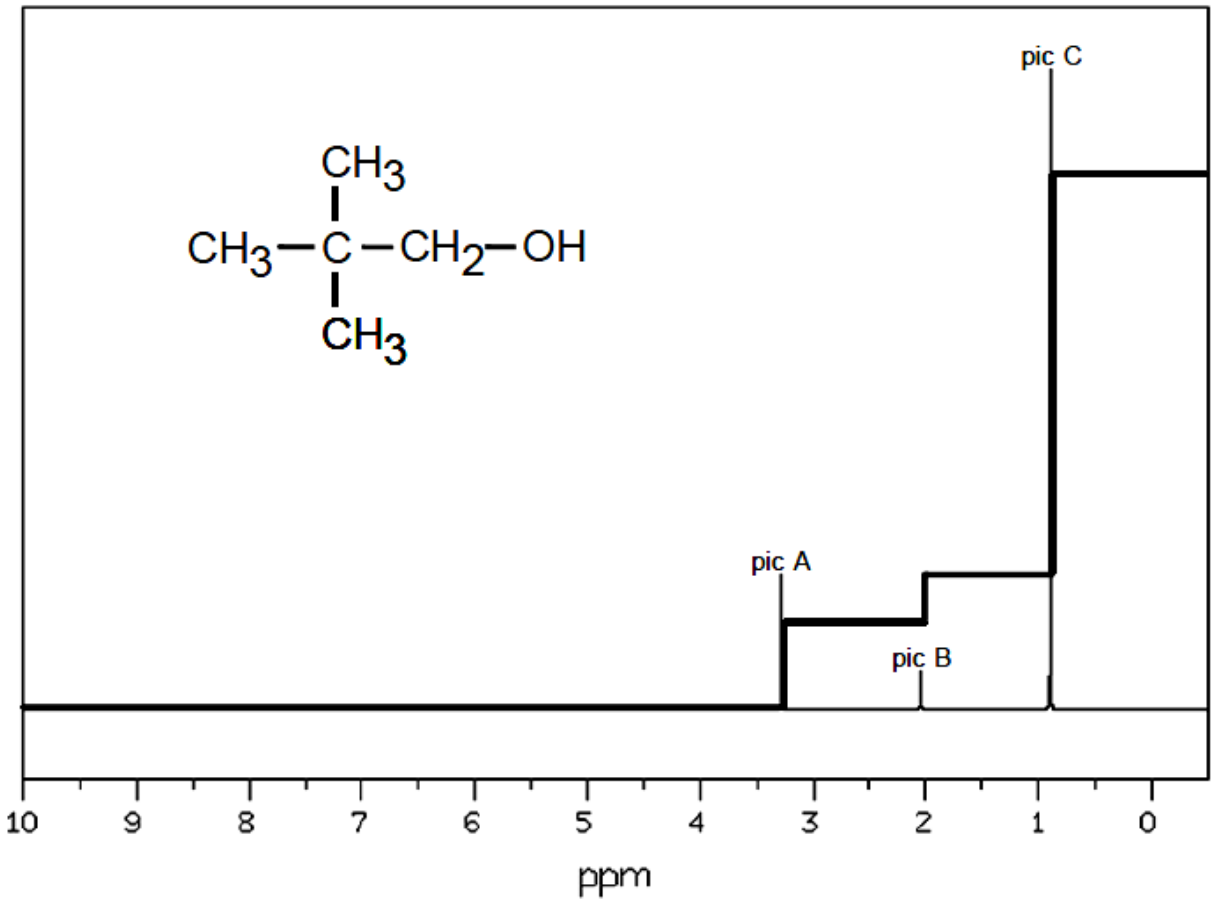
1.2. Rayonnement utilisé

1.2.1. La transition observée lors de la résonance se fait entre deux niveaux d'énergie séparés de ΔE = 1,20 µeV. Calculer la fréquence ν du photon associé puis sa longueur d'onde λ.

1.2.2. Vérifier que le domaine des ondes utilisées est bien celui indiqué dans le texte introductif.

1.3. Exploitation du spectre RMN d'une molécule organique

Le spectre RMN à 300 MHz d'une molécule organique et son intégration sont représentés ci-dessous :



1.3.1. Donner le nom systématique (nomenclature officielle) de la molécule organique.

1.3.2. Exploiter le spectre RMN et sa courbe d'intégration pour attribuer à chaque pic son groupe de protons équivalents.

2. L'imagerie par résonance magnétique (IRM)

2.1. Pourquoi l'IRM permet-elle de visualiser les organes et tissus mous, mais pas les os ?

2.2. Image numérique

L'image numérique de l'IRM correspond à un ensemble de 512 pixels x 512 pixels où chaque pixel est codé par un octet.

La taille de l'image de cet IRM correspond à un carré de 50 cm de côté.

2.2.1. Calculer les dimensions d'un pixel.

2.2.2. Calculer la taille du fichier en octet de cette image IRM.

2.2.3. Combien de niveaux de gris sont utilisés pour visualiser cette image IRM ?

2.2.4. Une image IRM est réalisée toutes les deux secondes. Calculer le débit binaire D permettant de transmettre les données au dispositif de traitement et de stockage.

2.3. Mesure du champ magnétique

Un teslamètre est utilisé pour mesurer le champ magnétique créé par l'électroaimant.

On a relevé la mesure suivante : B_m = 1492 mT.

La notice du teslamètre indique :
- Calibres : 200 mT ou 2000 mT
- Précision : ± (2 % de la mesure + 5 unités de résolution)
- Résolution : 0,1 mT pour le calibre 200 mT ou 1 mT pour le calibre 2000 mT

Pour un intervalle de confiance de 95 %, l'incertitude U élargie est donnée par l'expression $\frac{2\times\text{précision}}{\sqrt{3}}$

Exprimer le résultat de la mesure du champ magnétique sous une forme appropriée et expliciter dans ce cas la notion d'intervalle de confiance.