

TP : LA RESONANCE MAGNETIQUE NUCLEAIRE

La spectroscopie par **Résonance Magnétique Nucléaire** est basée sur l'énergie que possède certains noyaux d'une molécule lorsqu'ils sont placés dans un champ magnétique intense et soumis à un rayonnement électromagnétique de fréquence élevée.

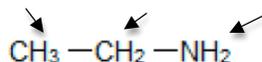
Dans le programme de TS, l'étude de la RMN s'applique au noyau d'hydrogène présent dans les molécules appelée: **RMN du proton (hydrogène)**.

Cette énergie dépend de l'environnement de chaque proton dans une molécule ce qui donne l'obtention d'un spectre sous forme de groupe de pics. La position de ces pics est repérée sur un axe orienté de droite à gauche, représentant le **déplacement chimique δ** , exprimé en **ppm** (partie par million).

PREMIERE PARTIE : REPERAGE DES HYDROGENES EQUIVALENTS

Suivant la molécule étudiée il y a dans celle-ci des atomes d'hydrogène équivalents c'est-à-dire qu'ils sont liés au même atome et ont le même environnement dans la molécule. Sur le spectre RMN, il y aura autant de groupes de pics que de protons H équivalents.

Exemple: l'éthanolamine contient 3 groupes d'hydrogènes équivalents.



1) L'acide éthanóïque

- Ecrire la formule semi développée de l'acide éthanóïque (appelé aussi acide acétique). Préciser à quelle classe fonctionnelle il appartient.
- Combien de groupes d'hydrogènes équivalents contient la molécule ? En déduire le nombre de groupes de pics que l'on doit observer sur le spectre RMN de l'acide acétique.

Dans le logiciel SPECAMP, ouvrez le spectre RMN de l'acide acétique. Décocher « COURBE D'INTEGRATION », « HAUTEUR DES SAUTS », « LIMITES D'INTEGRATION ». Nous nous y intéresserons plus loin.

- Vérifiez le nombre de groupes de pics prévu à la question b) puis déterminez le déplacement chimique de chaque groupe de pics. A l'aide de la table des *déplacements chimiques* fournis en annexe, attribuez à chacun un groupe d'hydrogènes équivalents.

2) D'autres molécules

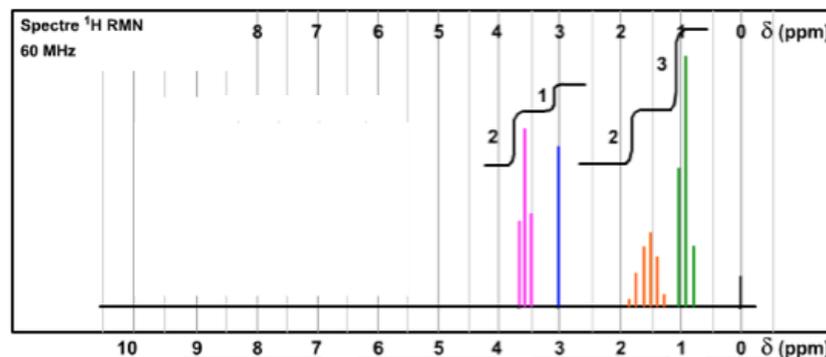
Reprendre les mêmes questions avec : le propanol, l'éthanoate de méthyle et le cyclohexane.

DEUXIEME PARTIE : LA COURBE D'INTEGRATION

Un second graphique peut-être superposé au spectre RMN : il s'agit d'une courbe d'intégration en forme de palier qui rend compte du nombre de H équivalents : La hauteur de chaque palier est proportionnelle au nombre de proton équivalent.

Dans Specamp, pensez à cocher maintenant « COURBE D'INTEGRATION », « HAUTEUR DES SAUTS », « LIMITES D'INTEGRATION ». La hauteur des paliers de la courbe d'intégration s'affiche sur les spectres.

- Afficher à nouveau les spectres des exemples précédents et vérifiez que la hauteur des paliers est bien proportionnelle au nombre d'atomes d'hydrogène équivalents.
- Le spectre ci-dessous est celui d'un alcool non ramifié (sa chaîne est linéaire). On obtient quatre groupes de pics. De quel alcool s'agit-il ?



TROISIEME PARTIE : LA REGLE DE MULTIPLICITE (U-PLETS)

Dans un spectre RMN, un proton ayant n protons équivalents voisins (jusqu'à 3 liaisons simples maximum) est **couplé** avec ceux-ci et donne un groupe de pics constitué de **(n+1) pics**.

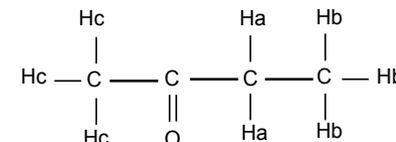
Vocabulaire : 1 seul pic : singulet, 2 pics : doublet, 3 pics : triplet, 4 pics : quadruplet, 5 pics : quintuplet...

Remarques : Des *protons équivalents ne se couplent pas entre eux*. Les protons des groupes -OH, -CO₂H, -NH₂, -NH- ne se couplent pas avec d'autres voisins, ils donnent un singulet.

1) Etude d'une molécule

Le spectre RMN de la molécule est donné en annexe.

- Quel est le nom de la molécule dont la formule développée est donnée ci-contre ?
- Combien de groupes de pics peut-on prévoir ? Justifier.
- Attribuez à chaque groupe de pic (hydrogènes a, b et c) les hydrogènes équivalents de la molécule (sur le spectre).
- Justifiez la présence d'un singulet, d'un triplet et d'un quadruplet sur le spectre.



2) Analyse complète d'un spectre

- Ecrire la formule semi développée de la molécule de 2-méthylbutan-2-ol.
- Ouvrez son spectre RMN dans SPECAMP et donnez une interprétation complète (nombre de groupes équivalents, courbe d'intégration et multiplicité).

ANNEXE

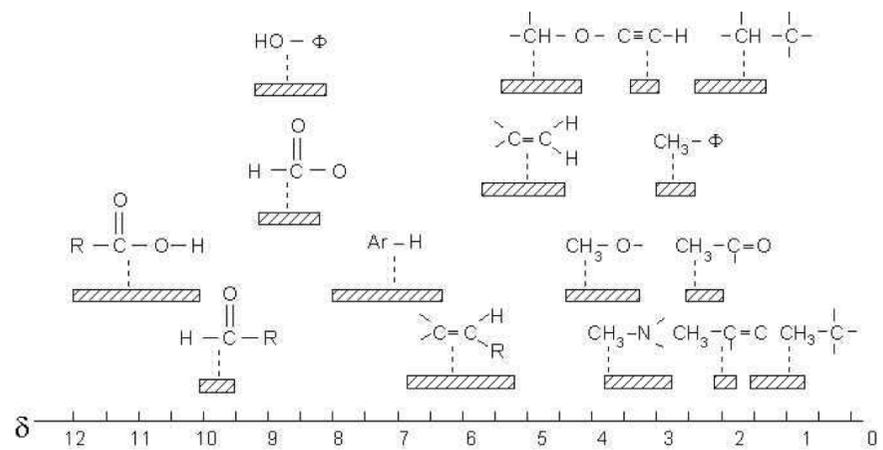
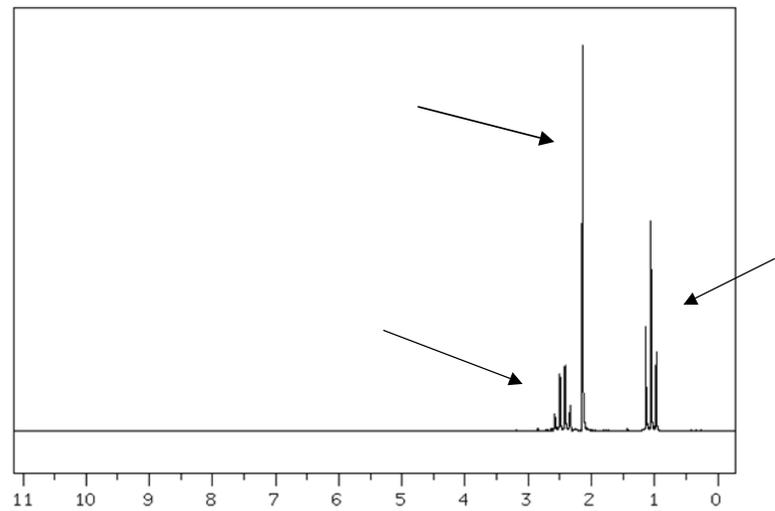


TABLE DES DEPLACEMENTS CHIMIQUES