

CHAPITRE 8 :
SPECTROSCOPIE DE RÉSONANCE
MAGNÉTIQUE NUCLÉAIRE DU PROTON
R.M.N.

Pierre-André LABOLLE

Lycée International des Pontonniers

Novembre 2014

I. Qu'est-ce que la RMN ?

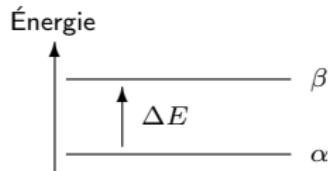
1. Quels sont les noyaux concernés ?

- La RMN est basée sur les propriétés magnétiques de certains noyaux.
- Tous les noyaux possèdent une charge électrique en rotation sur elle-même, ce qui confère à CERTAINS d'entre eux des propriétés magnétiques exploitables.
- Noyaux se prêtant bien à la RMN : ^1_1H , $^{13}_6\text{C}$, $^{15}_7\text{N}$, $^{19}_9\text{F}$, $^{11}_5\text{B}$, $^{17}_8\text{O}$, ...
- Noyaux ne se prêtant pas à la RMN : $^{12}_6\text{C}$, $^{16}_8\text{O}$, $^{32}_{16}\text{S}$, ...
- Noyaux se prêtant à la RMN mais dont l'étude est rendue difficile en raison de phénomènes complexes : ^2_1H , $^{14}_7\text{N}$, ...
- Pour le proton ^1_1H , les spectres obtenus fournissent le maximum de renseignements pratiques donc notre étude se limitera à ce seul noyau, même si la RMN de $^{13}_6\text{C}$ est également très utilisée.

I. Qu'est-ce que la RMN ?

2. Que fait-on expérimentalement ?

- On soumet les noyaux ^1H à un champ magnétique uniforme et intense en plaçant un échantillon de la matière à analyser dans un instrument pour le moins encombrant !
- Dans ce champ magnétique, le noyau ^1H peut occuper deux niveaux d'énergie différents, notés α et β :



- Si l'on envoie sur cet échantillon un photon (rayonnement électromagnétique) de fréquence ν telle que $E_{\text{photon}} = h \cdot \nu = E_\beta - E_\alpha$, alors le noyau peut absorber l'énergie véhiculée par l'onde électromagnétique et résonner à cette fréquence (d'où le nom de RMN).

I. Qu'est-ce que la RMN ?

2. Que fait-on expérimentalement ?

- Les noyaux reviennent ensuite à l'état fondamental α en émettant de l'énergie (sous forme d'un photon) et c'est cette énergie que l'on mesure.
- Comme les niveaux d'énergie α et β dépendent de l'environnement chimique du noyau, tous les protons ^1H ne seront pas sensibles aux mêmes photons.
- Selon l'environnement chimique des protons, la fréquence à laquelle ils entreront en résonance sera différente et il est donc possible de déduire des spectres RMN des informations sur la constitution de la molécule.
- D'une manière générale, plus un proton est proche d'un atome électronégatif, plus la fréquence ν à laquelle il va résonner sera grande.

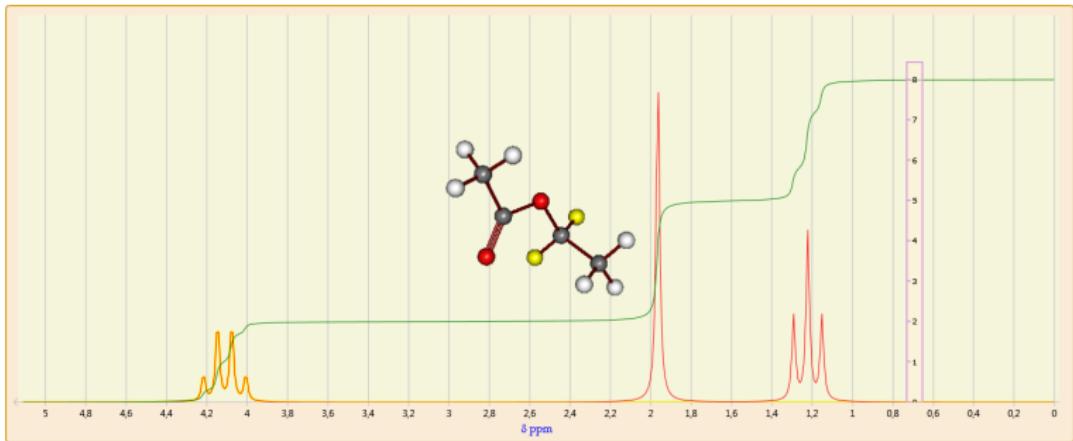
II. Spectres de RMN

1. Obtention

- Voir le schéma de l'appareil ci-joint.
- L'échantillon à analyser est dilué dans un solvant ne produisant pas de signal dans le domaine spectral étudié.
- Les ondes électromagnétiques utilisées appartiennent aux ondes radio (généralement 60, 80 ou 100 MHz).

II. Spectres de RMN

1. Obtention



II. Spectres de RMN

2. Lecture

- En ordonnée : intensité du signal radio capté.
- En abscisse : déplacement chimique δ en ppm tel que $\delta = \frac{\nu - \nu_{réf}}{\nu_{spectro}}$
 - ν : fréquence à laquelle une résonance a été mesurée
 - $\nu_{réf}$: fréquence de résonance d'un noyau de référence (origine de l'échelle)
 - $\nu_{spectro}$: fréquence de travail du spectromètre RMN
- Le déplacement chimique est indépendant de l'appareil utilisé (il ne dépend que de l'environnement chimique du proton) ; ses valeurs typiques sont telles que $0,5 \text{ ppm} < \delta < 13 \text{ ppm}$.
- L'aire d'un pic ou d'un signal sur le spectre est proportionnelle au nombre de protons responsables de ce signal ; elle est donnée par la courbe d'intégration.
- Remarque : $1 \text{ ppm} = 10^{-6}$