

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

Pierre-André LABOLLE

Lycée International des Pontonniers

Novembre 2015

# I. Qu'est-ce que la RMN ?

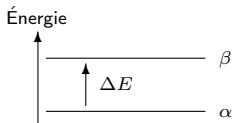
## 1. Quels sont les noyaux concernés ?

- 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 :  $^1_1\text{H}$ ,  $^{13}_6\text{C}$ ,  $^{15}_7\text{N}$ ,  $^{19}_9\text{F}$ ,  $^{11}_5\text{B}$ ,  $^{17}_8\text{O}$ , ...
- 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 :  $^2_1\text{H}$ ,  $^{14}_7\text{N}$ , ...
- Pour le proton  $^1_1\text{H}$ , 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  $^1_1\text{H}$  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  $^1_1\text{H}$  peut occuper deux niveaux d'énergie différents, notés  $\alpha$  et  $\beta$  :



- Si l'on envoie sur cet échantillon un photon (rayonnement électromagnétique) de fréquence  $\nu$  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  $\alpha$  en émettant de l'énergie (sous forme d'un photon) et c'est cette énergie que l'on mesure.
- Comme les niveaux d'énergie  $\alpha$  et  $\beta$  dépendent de l'environnement chimique du noyau, tous les protons  $^1_1\text{H}$  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  $\nu$  à laquelle il va résonner sera grande.

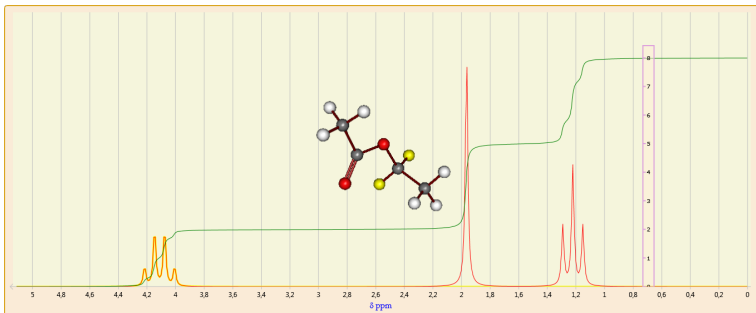
## II. Spectres de RMN

### 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  $\delta$  en ppm tel que  $\delta = \frac{\nu - \nu_{réf}}{\nu_{spectro}}$
- $\nu$  : 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 :  $1 \text{ ppm} = 10^{-6}$