

## Analyse de la matière par spectroscopie RMN

La spectroscopie infrarouge renseigne sur la **nature des liaisons covalentes** et sur les **groupes caractéristiques de la molécule**. Pour avoir plus d'informations sur la structure de la chaîne carbonée, les chimistes utilisent couramment, la spectroscopie de **Résonance Magnétique Nucléaire (RMN)**.

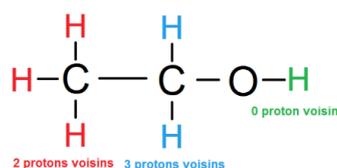


Lors d'une « spectroscopie par RMN », la matière, placée dans un champ magnétique de très forte intensité, est soumise à une onde radio. Les noyaux des atomes d'hydrogène sont alors capables d'absorber l'énergie apportée par l'onde radio électromagnétique. Une fois que cesse l'action de l'onde radio, les noyaux d'hydrogène restituent l'énergie emmagasinée. Lors de cette restitution, ils émettent des signaux qui dépendent de l'**environnement précis (magnétique et chimique)** des noyaux dans la molécule.

Ces signaux permettent ainsi de connaître la position des noyaux dans l'édifice polyatomique. Cette technique, utilisée aussi bien en laboratoire qu'en industrie, permet la détermination des structures moléculaires.

### (1) Les protons de la molécule organique

- ▶ ▶ Des protons sont dits « équivalents » s'ils ont le même environnement chimique
- ▶ ▶ Deux protons sont dits « voisins » s'ils sont portés par des atomes de carbone voisins



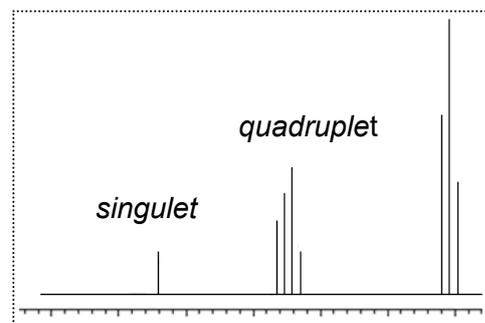
#### EXEMPLE :

- Les 3 H rouges sont équivalents ; ils ont 2 voisins (les H bleus)
- Les 2 H bleus sont équivalents ; ils ont 3 voisins (les H rouges)
- Le H vert est seul sans voisin !! ☹☹

### (2) Le spectre RMN

La grandeur en abscisse d'un spectre de RMN est le déplacement chimique  $\delta$  dont l'unité est le ppm (partie par million).

Le spectre RMN est constitué de signaux, amas d'un ou plusieurs pics fins de différentes hauteurs



1 pic	2 pics	3 pics	4 pics	5 pics	6 pics
singlet	doublet	triplet	quadruplet	quintuplet	sextuplet

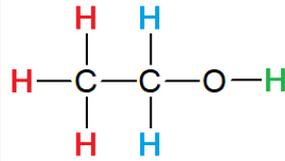
▶ ▶ Dans la lecture d'un spectre RMN :

- ↪ Des protons équivalents réagissent de la même façon, et donnent un unique signal
- ↪ Un proton (ou groupe de protons) possédant n voisins forme un signal de n+1 pics

▶ ▶ Sur certains spectres apparait une courbe en « escalier » : la courbe d'intégration ; elle permet de connaître le nombre de protons qui émettent le même signal

↪ Cette courbe augmente d'une hauteur proportionnelle au nombre de protons associés au signal correspondant

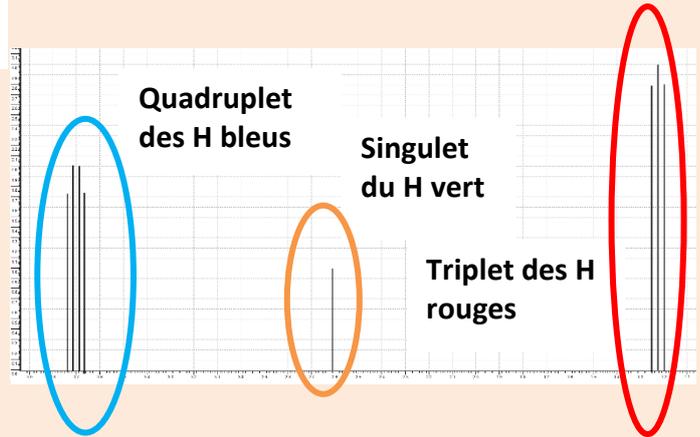
Etudions le spectre RMN de l'éthanol



### ↳ Nombre de signaux dans le spectre

Il y a 3 signaux car il y a 3 groupes de protons équivalents :

- 1 groupe avec les 3 protons rouge,
- 1 groupe avec les 2 protons bleus
- 1 groupe avec le proton vert



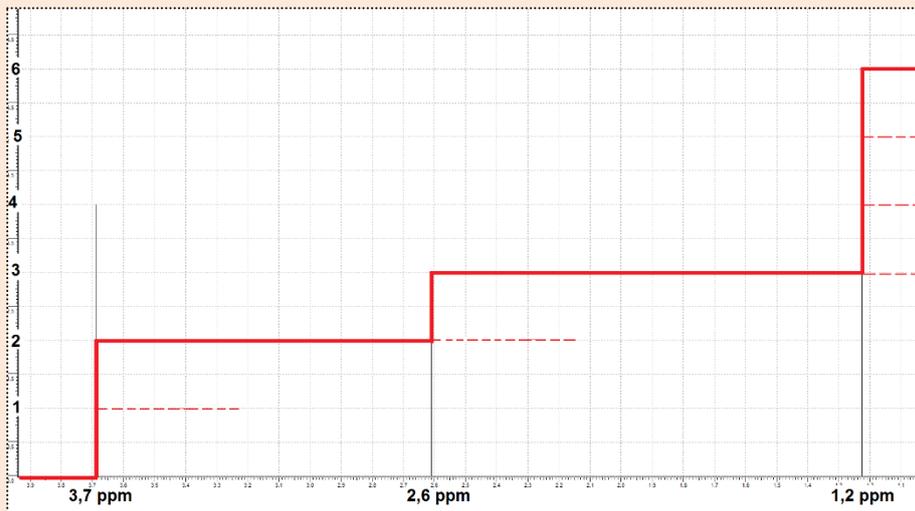
### ↳ Les protons voisins

- les protons équivalents rouges possèdent 2 voisins, les H bleus
- les protons équivalents bleus possèdent 3 voisins, les H rouges
- le proton vert ne possède pas de voisin

### ↳ Nombre de pics dans chaque signal

- les protons équivalents rouges, possédant 2 voisins, forment un signal qui sera composé de **3 pics** : **c'est le triplet**
- les protons équivalents bleus, possédant 3 voisins, forment un signal qui sera composé de **4 pics** : **c'est le quadruplet**
- le proton vert, ne possédant pas de voisin, forme **le singulet**

### ↳ Etude de la courbe d'intégration



- A 3,7 pm, la courbe d'intégration augmente d'une hauteur de 2 : le signal en 3,7 pm est émis par 2 protons : les 2 H bleus
- A 2,6 pm, la courbe d'intégration augmente d'une hauteur de 1 : le signal en 2,6 pm est émis par 1 proton : le H vert
- A 1,2 pm, la courbe d'intégration augmente d'une hauteur de 3 : le signal en 1,2 pm est émis par 3 protons : les 3 H rouges