

## Spectres RMN du proton

### Déplacement chimique

#### Page 114

**4 1. a.** La densité électronique autour des protons du TMS est très élevée car le silicium est moins électronégatif que le carbone.

**b.** La fréquence mettant en résonance les protons du TMS est donc plus faible que pour les autres molécules étudiées.

**2. a.** On a  $\delta_i = 10^6((\nu_i - \nu_{\text{réf}})/\nu_0)$  avec  $\delta_i$  le déplacement chimique du proton considéré,  $\nu_i$  la fréquence mettant en résonance ce proton,  $\nu_{\text{réf}}$  la fréquence mettant en résonance les protons de la référence et  $\nu_0$  la fréquence du rayonnement envoyé sur l'échantillon.

**b.** Le déplacement chimique des protons du TMS vaut 0.

**3.** Le spectre présente deux pics : un à 0 ppm et l'autre à 3,5 ppm.

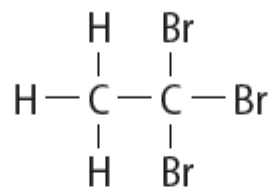
**5** Le chlore est un élément très électronégatif. Plus il y en a à proximité d'un proton, plus celui-ci est déblindé, plus son déplacement chimique est important. Le spectre **a** est donc celui de la molécule  $\text{CHCl}_3$ , le **b** est celui de la molécule  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , et le **c** celui de la molécule  $\text{CH}_3\text{Cl}$ .

#### C1

#### Page 116

**15 1. a.** Cette molécule possède un groupe de protons équivalents. Autrement dit, tous les protons de la molécule sont équivalents.

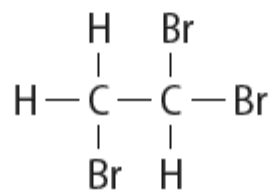
**b.** Cette molécule a donc pour formule développée :



**2. a.** Cette molécule possède deux groupes de protons équivalents car sa courbe d'intégration a deux paliers.

**b.** Les proportions des protons dans les groupes sont 2 : 1, avec un total de 3 protons dans la molécule, il y a donc un groupe de 2 protons équivalents et un groupe de 1 proton.

**c.** La formule développée de la molécule est donc :

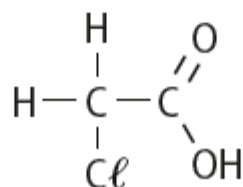


**16 1.** Le déplacement chimique à 3,6 ppm indique la présence d'une fonction halogénée, ici, chloro ; le déplacement chimique à 10,5 ppm indique la présence d'une fonction acide carboxylique.

**2.** Il y a deux groupes de protons équivalents car deux signaux et deux paliers dans la courbe d'intégration, avec un proton dans le groupe qui résonne à 10,5 ppm et deux protons dans le groupe qui résonne à 3,6 ppm.

**3.** Les signaux sont des singulets, tous les groupes de protons équivalents n'ont aucun proton voisin.

**4.** Cette molécule a pour formule :



**18** 1. Le spectre révèle 4 groupes de protons équivalents.

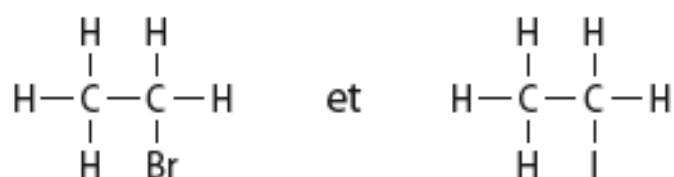
2. La molécule **a** comporte 2 groupes de protons équivalents : un de 6 protons qui a 2 protons voisins, et un de 4 protons qui a 3 protons voisins. La molécule **b** comporte 3 groupes de protons équivalents : un de 3 protons qui n'a pas de proton voisin, un de 1 proton qui a 6 protons voisins, et un de 6 protons qui a un proton voisin. La molécule **c** comporte 4 groupes de protons équivalents : un de 3 protons qui n'a pas de proton voisin, un de 2 protons qui a 2 protons voisins, un autre de deux protons qui a 5 protons voisins, et un de 3 protons qui a 2 protons voisins.

3. Le spectre est donc celui de la molécule **c**.

4. Le singulet de hauteur 3 correspond au groupe de 3 protons porté par l'atome de carbone n° 1 (lié au carbone fonctionnel), il n'a aucun proton voisin. Le sextuplet de hauteur 2 correspond au groupe de 2 protons portés par l'atome de carbone n° 4 qui a 5 protons voisins. Le triplet de hauteur 2 correspond au groupe de 2 protons porté par l'atome de carbone n° 3 qui a 2 protons voisins, et le triplet de hauteur 3 correspond au groupe de 3 protons porté par l'atome de carbone n° 5 qui a 2 protons voisins.

**20** 1. a. Dans chaque molécule, il y a deux groupes de protons équivalents car deux groupes de pics.

b. Les formules développées de ces molécules sont :



c. Dans ces deux molécules, un groupe comporte 3 protons équivalents et possède 2 protons voisins, il est donc représenté par le triplet. Un autre groupe comporte 2 protons équivalents et possède 3 protons voisins, il est représenté par le quadruplet.

2. a. Les éléments brome et iode sont très électronégatifs, la densité électronique des protons se trouvant à proximité de ces atomes est donc faible, leur déplacement chimique sera donc plus élevé que celui des autres protons.

b. Le brome est au-dessus de l'iode dans la classification périodique des éléments, il est plus électronégatif que ce dernier, il attire donc davantage les électrons. Les protons à proximité du brome seront donc plus déblindés que ceux qui se trouvent à proximité de l'iode, ils auront donc un déplacement chimique plus élevé. Le spectre **b** est donc celui du  $C_2H_5Br$ . Le spectre **a** est celui du  $C_2H_5I$ .

## C2 page 115

**8** 1. Les trois protons portés par l'atome de carbone sont équivalents. Les deux protons portés par l'atome d'azote sont équivalents, et non équivalents aux premiers.

2. Cette molécule possède deux groupes de protons équivalents, elle a donc deux signaux sur son spectre RMN.

3. Le groupe des trois protons portés par l'atome de carbone possèdent deux protons voisins, il génère donc un triplet. Le groupe des deux protons portés par l'atome d'azote possède trois protons voisins, il génère donc un quadruplet.

**10 1.** Le spectre présente trois multiplets, la molécule a donc trois groupes de protons équivalents.

**2.** Sa formule développée est donc :

$$\begin{array}{ccccccc} & & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \\ & & | & | & | & & \\ \text{H} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{Br} \\ & & | & | & | & & \\ & & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \end{array}$$

**3.** Les deux protons portés par l'atome de carbone qui porte l'atome de brome ont deux protons voisins (et le plus fort déplacement chimique car le brome est très électro-négatif), ils sont donc représentés par un triplet. Les deux protons portés par l'atome de carbone central ont 5 protons voisins, ils sont donc représentés par un sextuplet, et les trois protons portés par l'atome de carbone extrême ont deux protons voisins, ils sont donc représentés par un triplet.

**11 1.** Cette molécule contient deux groupes de protons équivalents.

**2.** Le groupe de protons qui donne le triplet possède deux protons voisins, et celui qui génère le quadruplet possède trois protons voisins.

**3.** La molécule possède 10 protons, elle a donc une symétrie, sa formule développée est :

