

## POLY D'EXERCICES (RMN UE3 LSP)

### Exercice 1

On donne  $\gamma_H = 2.67519 \cdot 10^8 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}$  et  $\gamma_C = 6.726 \cdot 10^7 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}$ .

Un spectromètre est réglé pour observer le proton à la fréquence de 250MHz.

- (1) Calculer la valeur de l'induction  $B_0$  correspondante.
- (2) Déterminer la fréquence  $\nu_C$  de l'émetteur-récepteur ('sonde') utilisé pour observer la résonance du carbone-13 dans cette même induction  $B_0$ .
- (3) Le noyau aluminium-27 résonne à 65.13MHz pour l'induction  $B_0$  précédente. Calculer la nouvelle valeur à laquelle il faut régler l'induction  $B_0$  pour pouvoir observer ce noyau en utilisant la sonde à fréquence constante  $\nu_C$ .

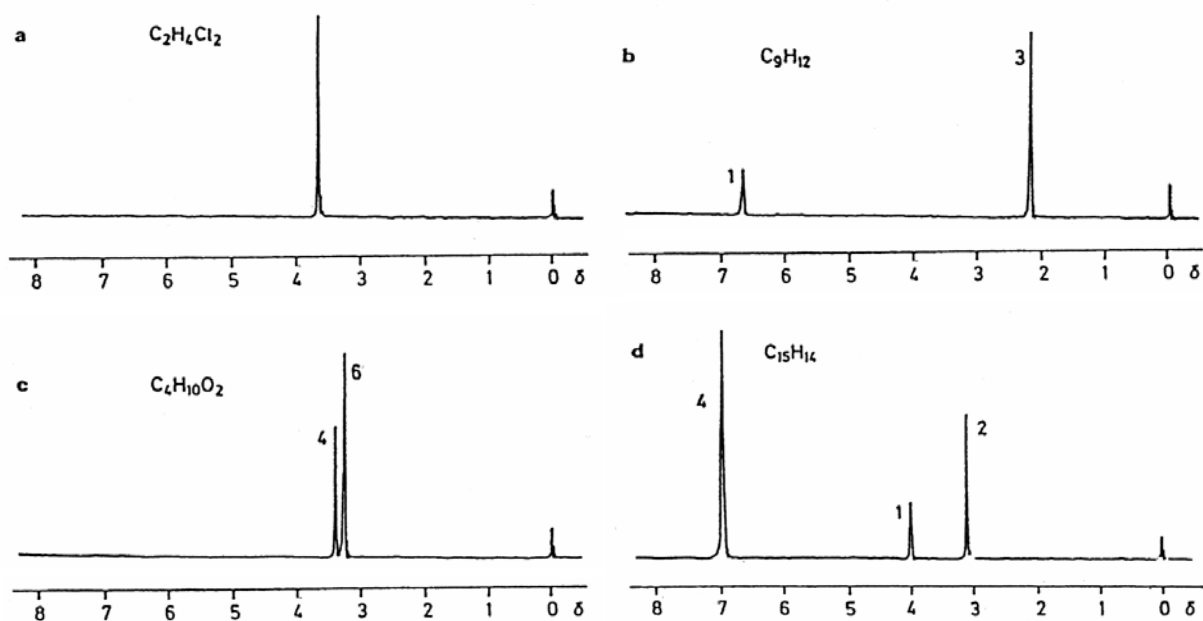
### Exercice 2

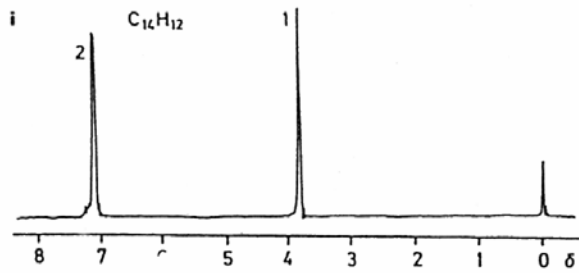
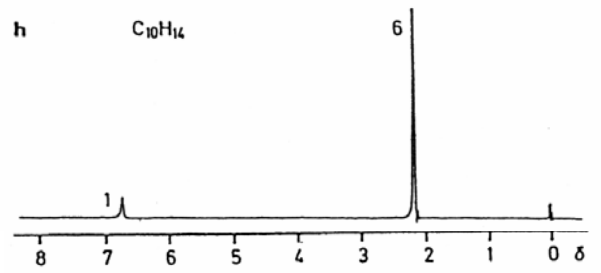
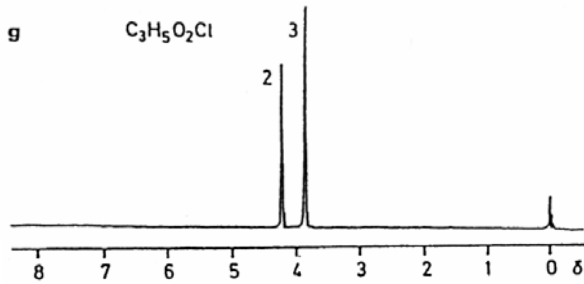
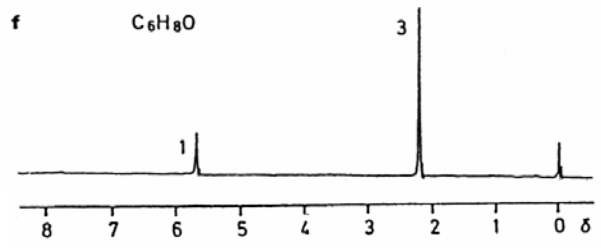
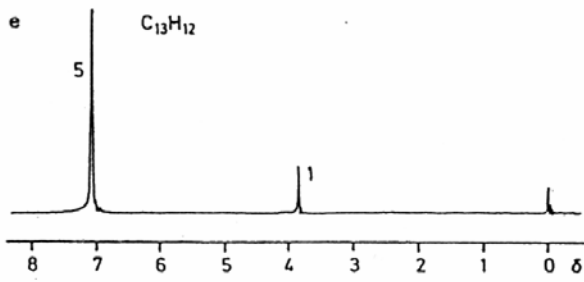
L'hydrogène a trois isotopes : H, D, T, de masses atomiques 1, 2 et 3  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  et de rapports gyromagnétiques ( $26.7519, 4.1064$  et  $28.5336$ )  $\cdot 10^7 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}$ .

- (1) Les nombres de spin de ces trois noyaux sont, soit  $\frac{1}{2}$ , soit 1. Préciser la valeur à attribuer à chacun d'entre eux.
- (2) Dans une induction  $B_0$ , le proton a une fréquence de résonance de 90MHz. Trouver celles du deutéron et du triton.
- (3) Deux raies protoniques, l'une d'un composé échantillon E, l'autre d'une substance de référence R, sont distantes de 470Hz à la fréquence de travail de 90MHz. Quelle est la valeur du déplacement chimique  $\delta$  en ppm de l'échantillon E par rapport à la référence R ?
- (4) Les substances E et R sont deutériées et observées en RMN du deutérium avec toujours la même induction  $B_0$ . Peut-on prédire le déplacement chimique observé (en ppm et en Hz) ?
- (5) Même question avec des substances E et R tritiées.

### Exercice 3

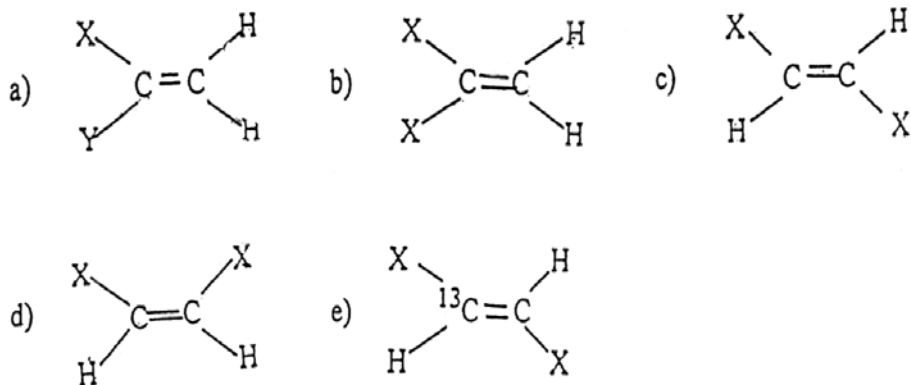
Déterminer les formules développées des molécules dont les spectres RMN sont présentés ci-dessous. Commenter les déplacements chimiques observés.





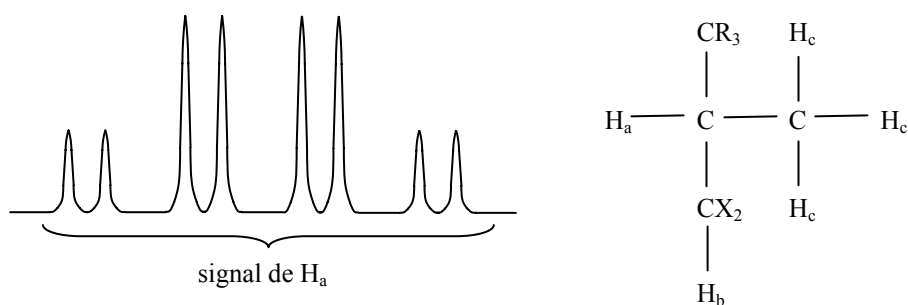
#### Exercice 4

Quelle est l'allure des spectres protoniques des composés ci-dessous (X et Y dépourvus de spin) ? Sauf indication contraire C indique un carbone 12.



Quelle est en réalité l'allure du spectre protonique d'un échantillon de molécule b) si l'on tient compte de l'abondance naturelle en  $^{13}C$  ?

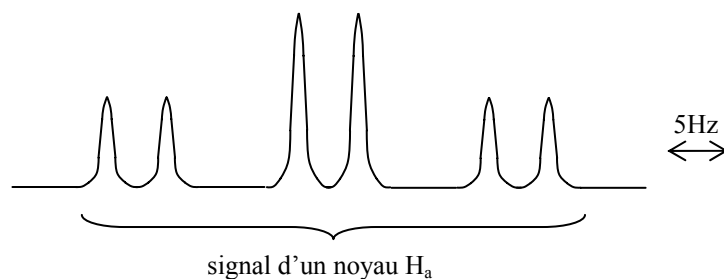
### Exercice 5



Quelle est la conclusion correcte ? (expliquer)

- $J_{ab} > J_{ac}$
- $J_{ab} = J_{ac}$
- $J_{ab} < J_{ac}$

### Exercice 6

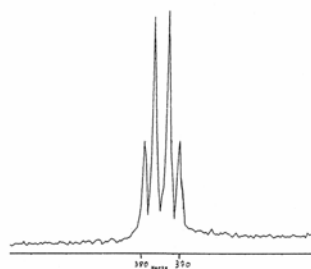
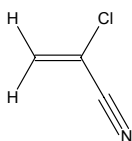


Le noyau H<sub>a</sub> est en interaction avec des noyaux de spin 1/2 :

- Combien y a-t-il de noyaux en interaction avec H<sub>a</sub> ?
- Quelle(s) est(sont) la(les) constante(s) de couplage correspondante(s) ?

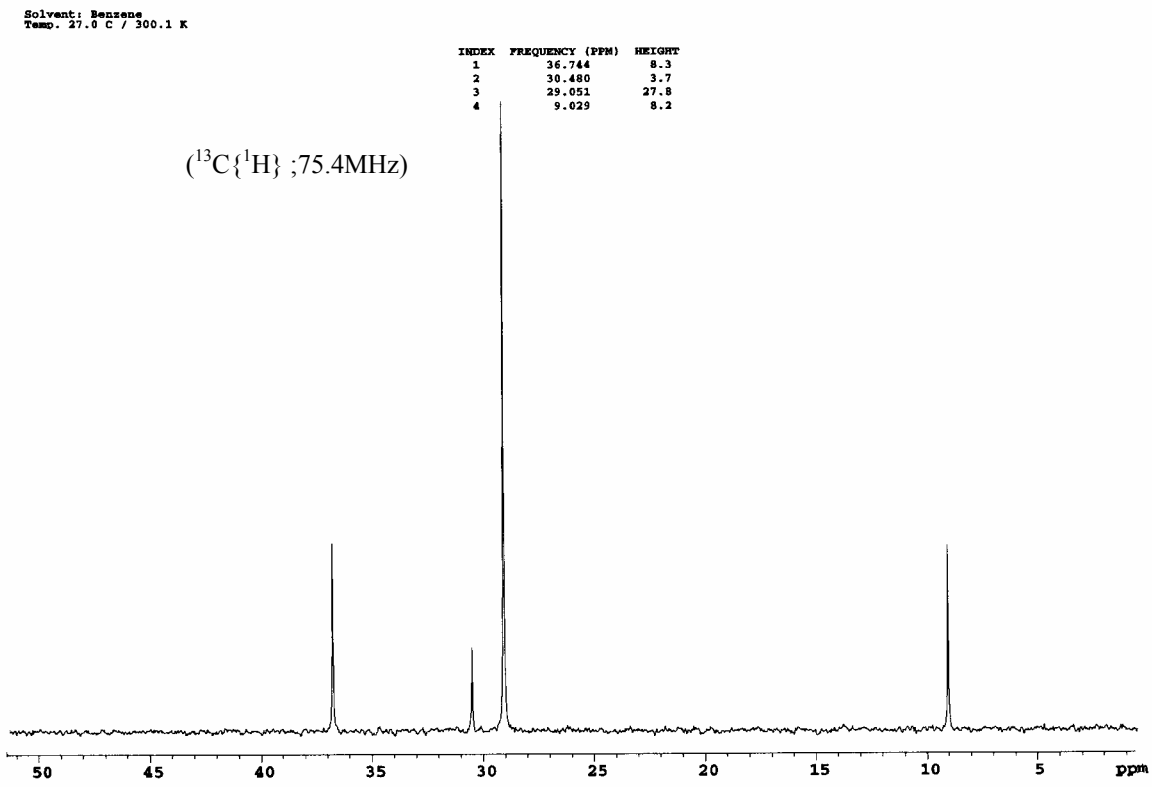
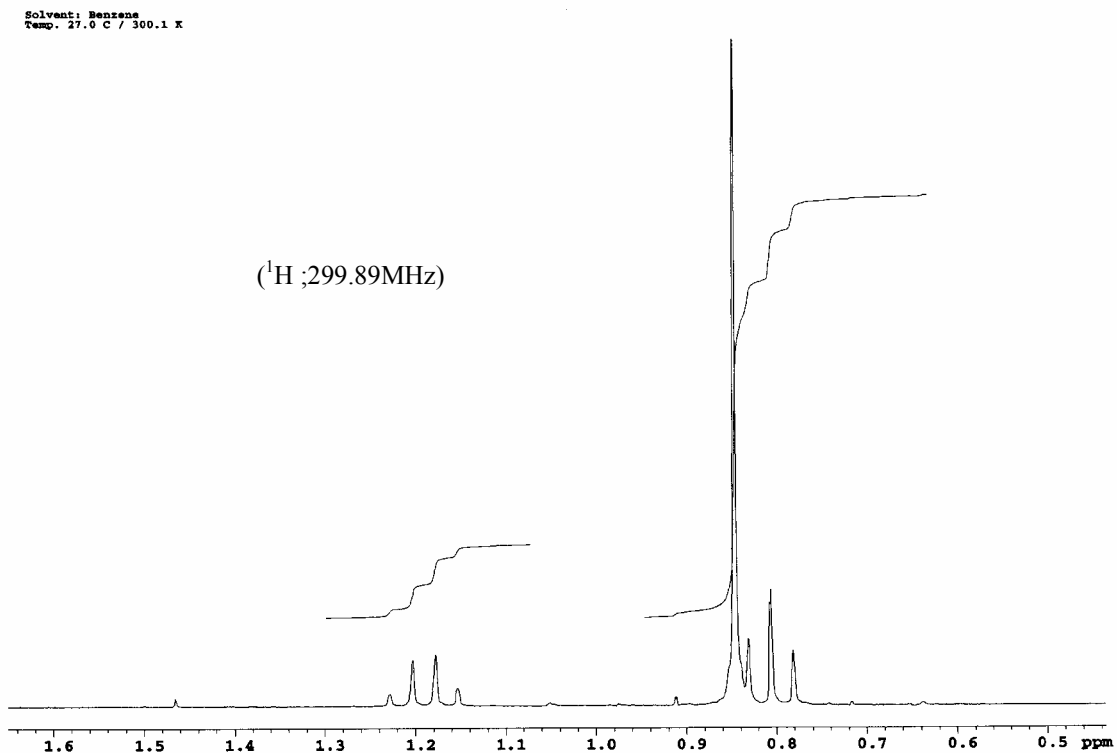
### Exercice 7

Interpréter le spectre <sup>1</sup>H du 2-chloroacrylonitrile obtenu à 60MHz. Donner les fréquences et les constantes de couplage. Les fréquences des pics sont respectivement de 369.7Hz, 372.4Hz, 376.8Hz et 379.5Hz.



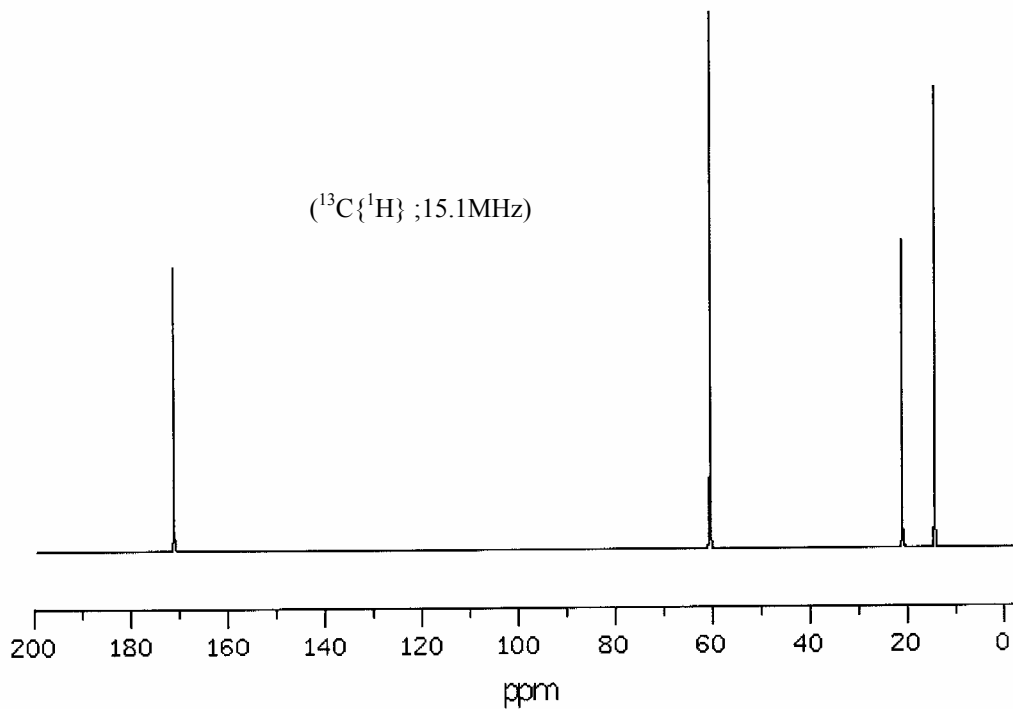
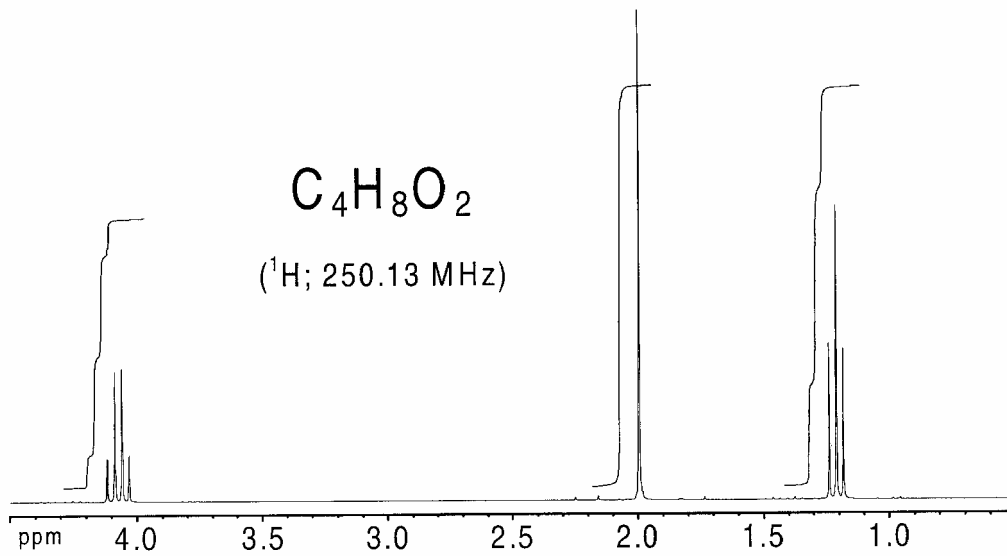
### Exercice 8

Déterminer la structure du produit de formule brute  $C_6H_{14}$ , dont les spectres  $^1H$  et  $^{13}C$  découplé du proton sont présentés ci-dessous.



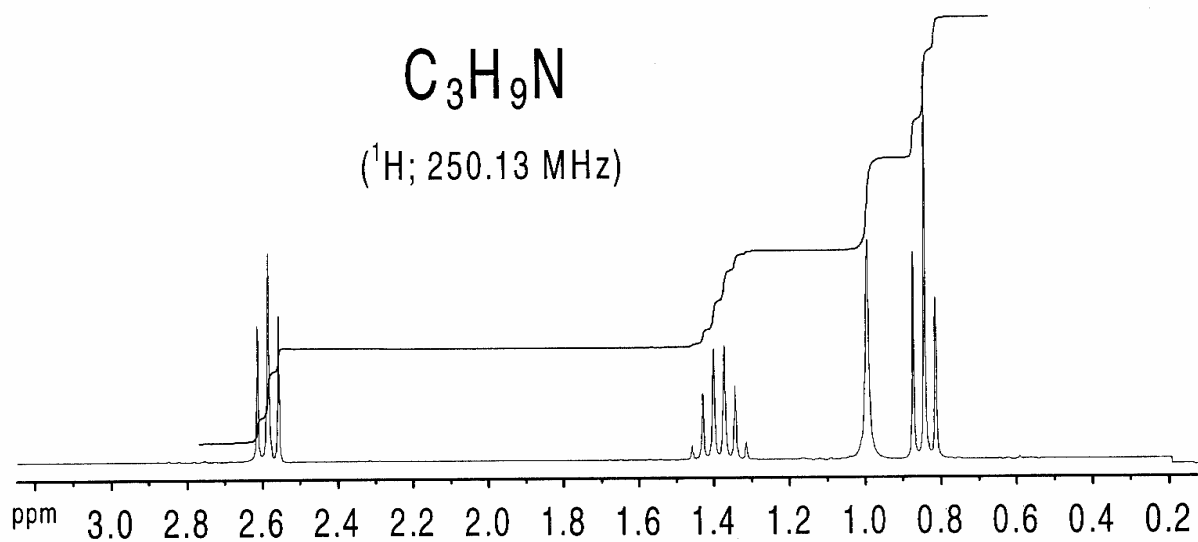
Exercice 9

Déterminer la structure du produit de formule brute  $C_4H_8O_2$ , dont les spectres  $^1H$  et  $^{13}C$  découplé du proton sont présentés ci-dessous.



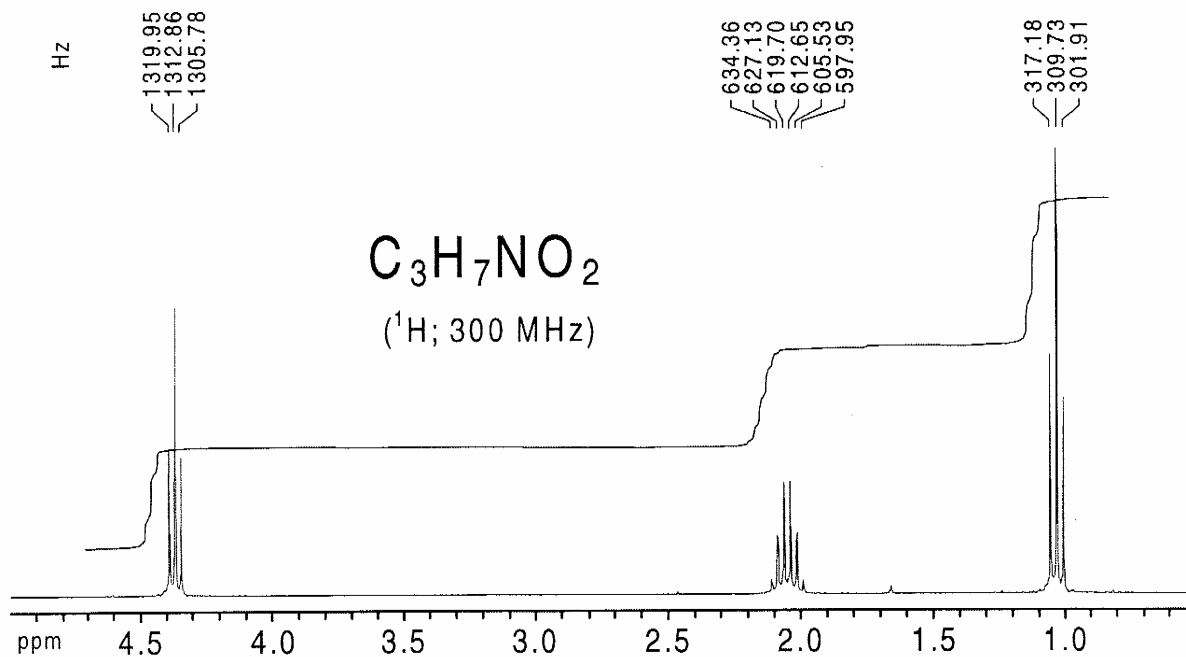
Exercice 10

Déterminer la structure. Expliquer l'allure des multiplets.



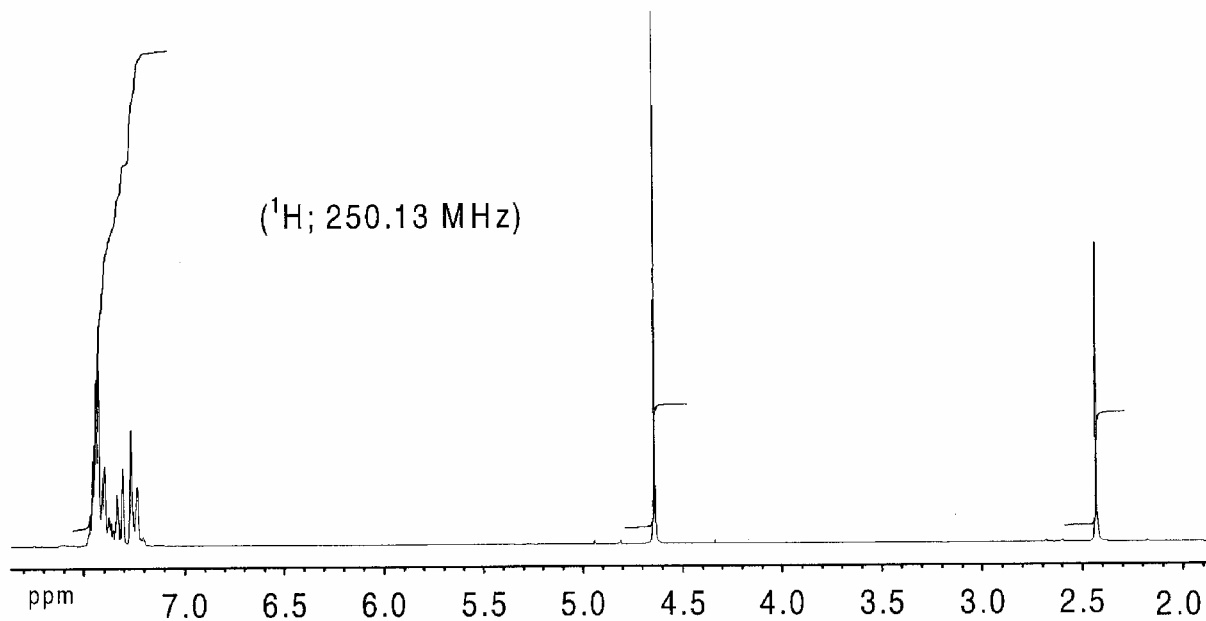
Exercice 11

Déterminer la structure. Expliquer l'allure des multiplets, et mesurer les constantes de couplage.



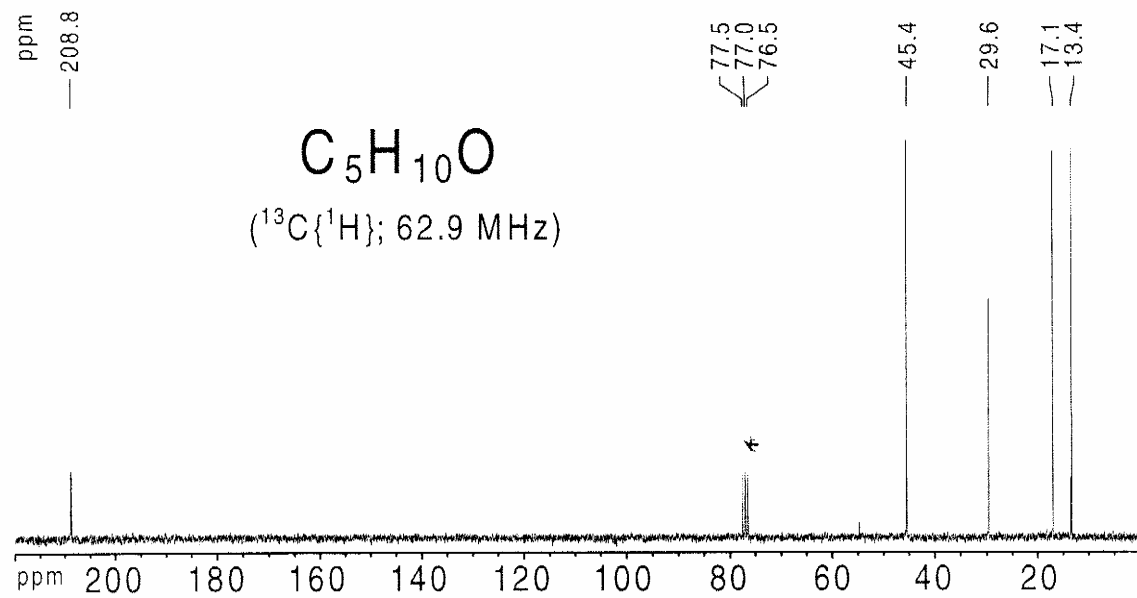
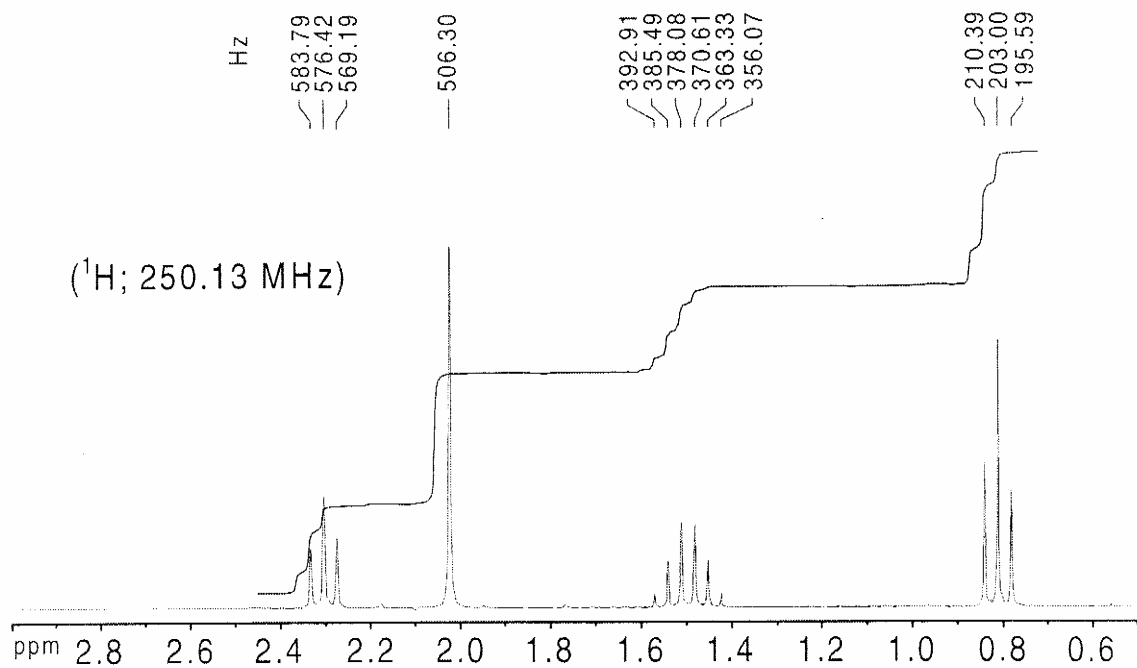
Exercice 12

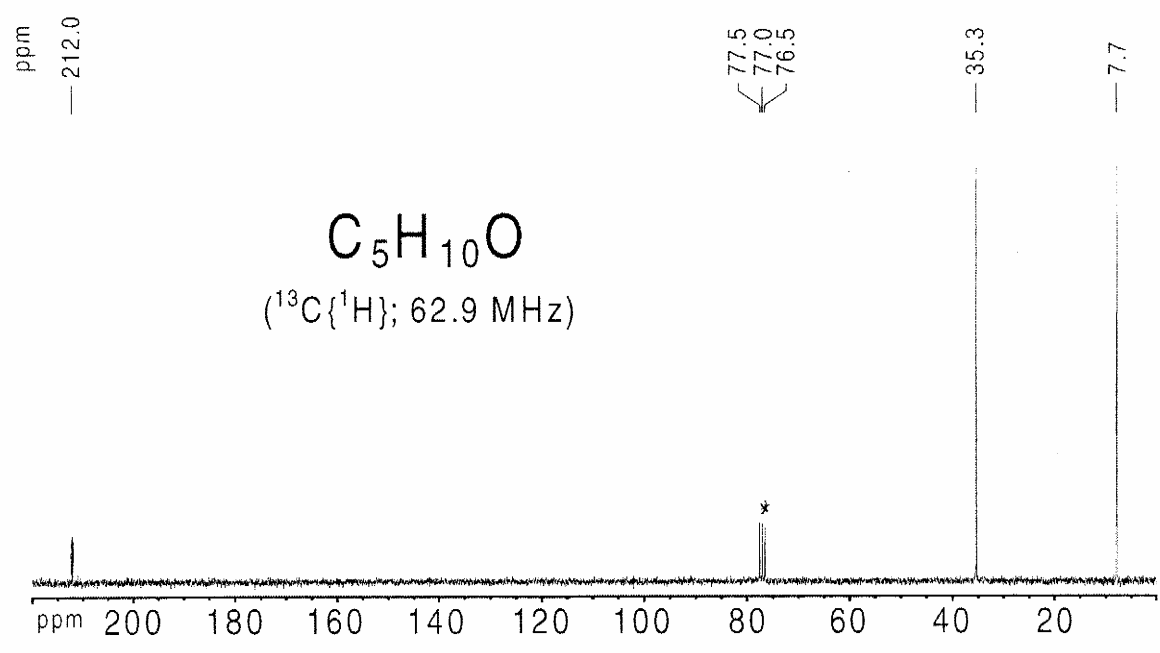
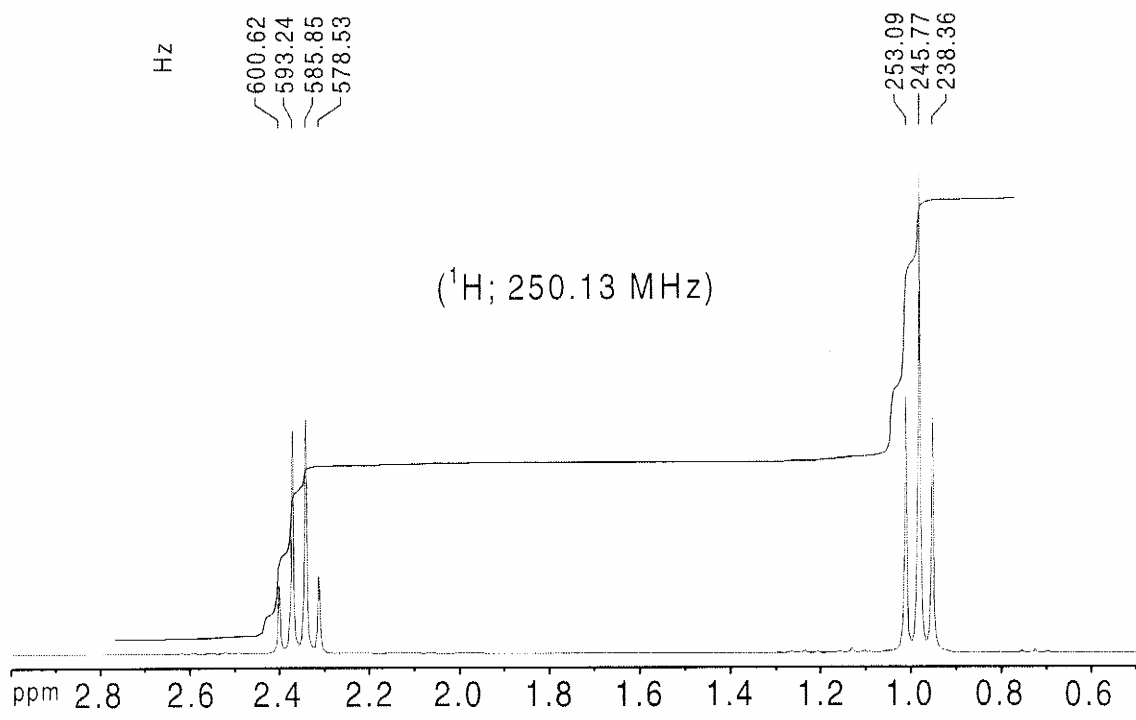
Après photo-chlorination du toluène, on obtient un mélange de produits. À l'aide du spectre RMN  $^1\text{H}$ , déterminer quels sont ces deux composants, et dans quelles proportions ils sont présents.



### Exercice 13

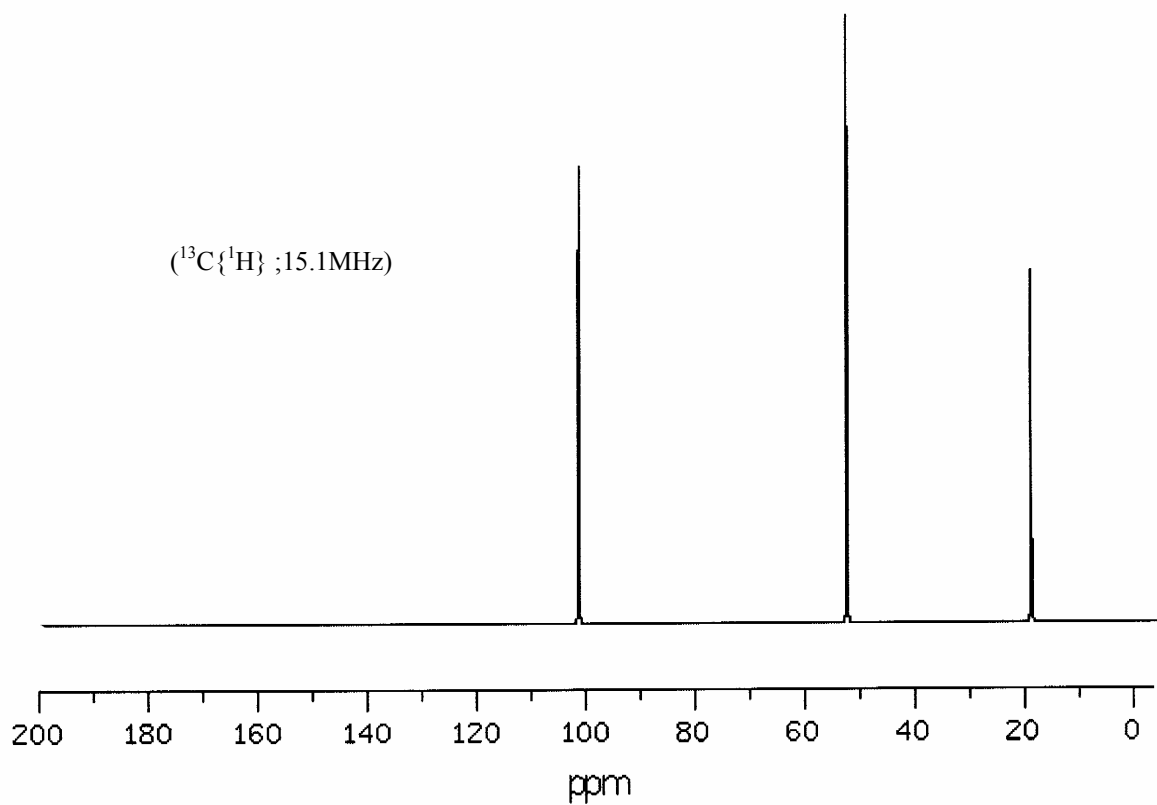
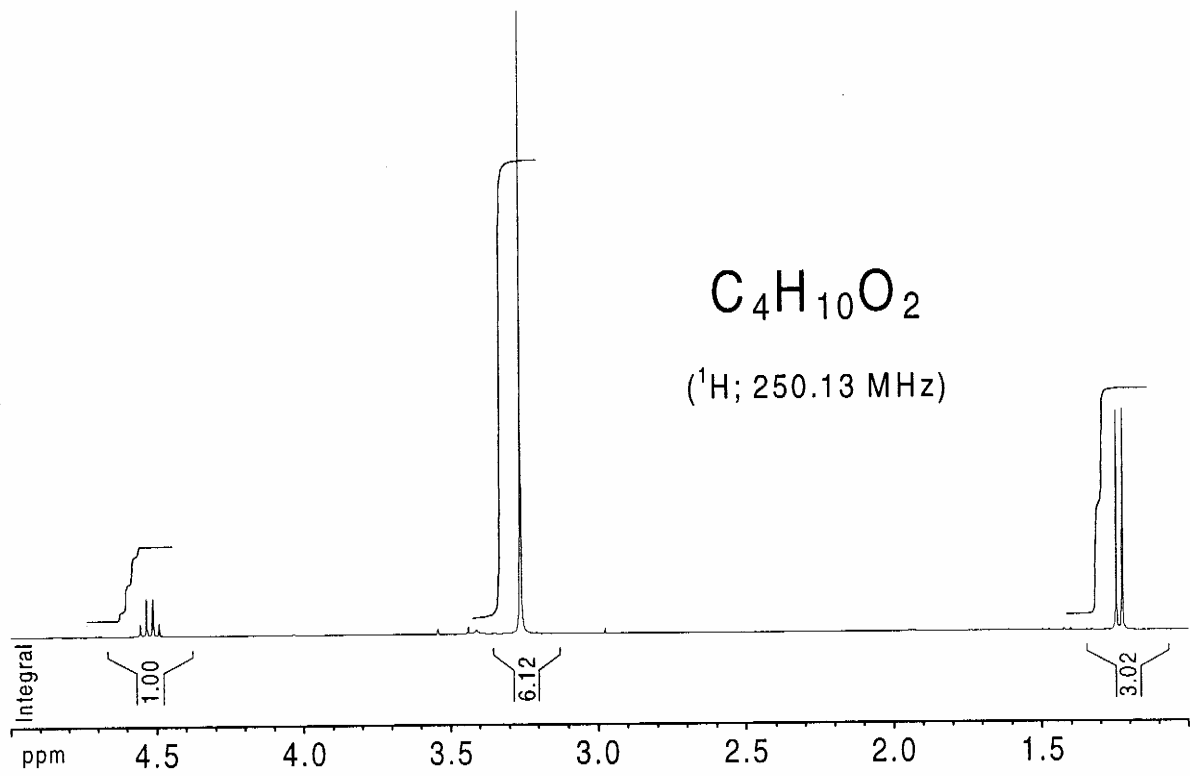
Déterminer la structure de ces deux isomères.





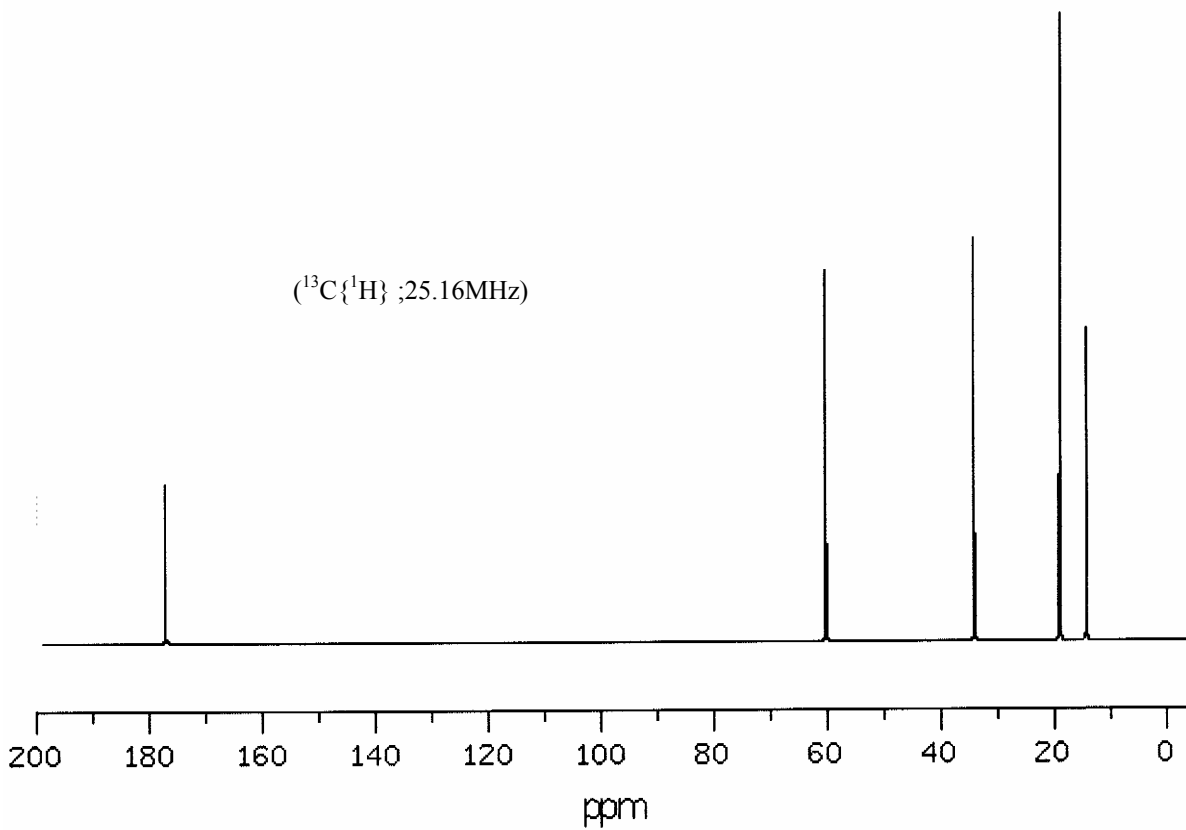
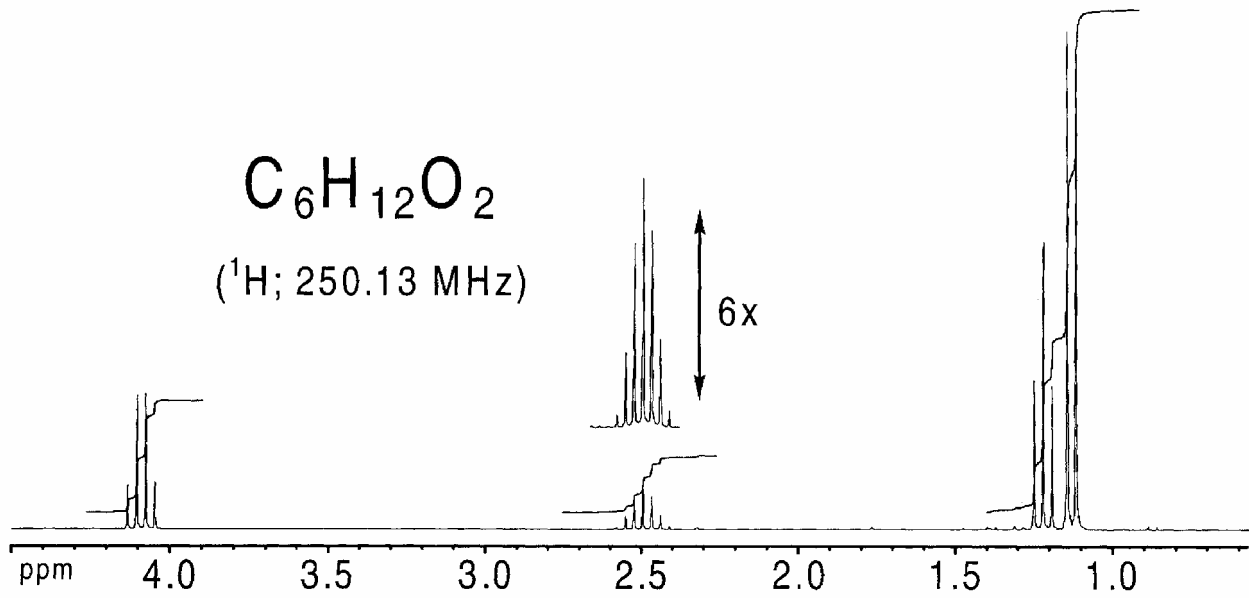
Exercice 14

Déterminer la structure. Expliquer l'allure des multiplets.



Exercice 15

Déterminer la structure. Expliquer l'allure des multiplets.



Exercice 16

Déterminer les trois isomères du benzène dichloré :

