

Licence Sciences et Techniques – L2

Techniques spectroscopiques (Chim4B)

CC – durée : 1h – Samedi 3 avril 2021

La calculatrice est autorisée. L'utilisation du téléphone portable est interdite.

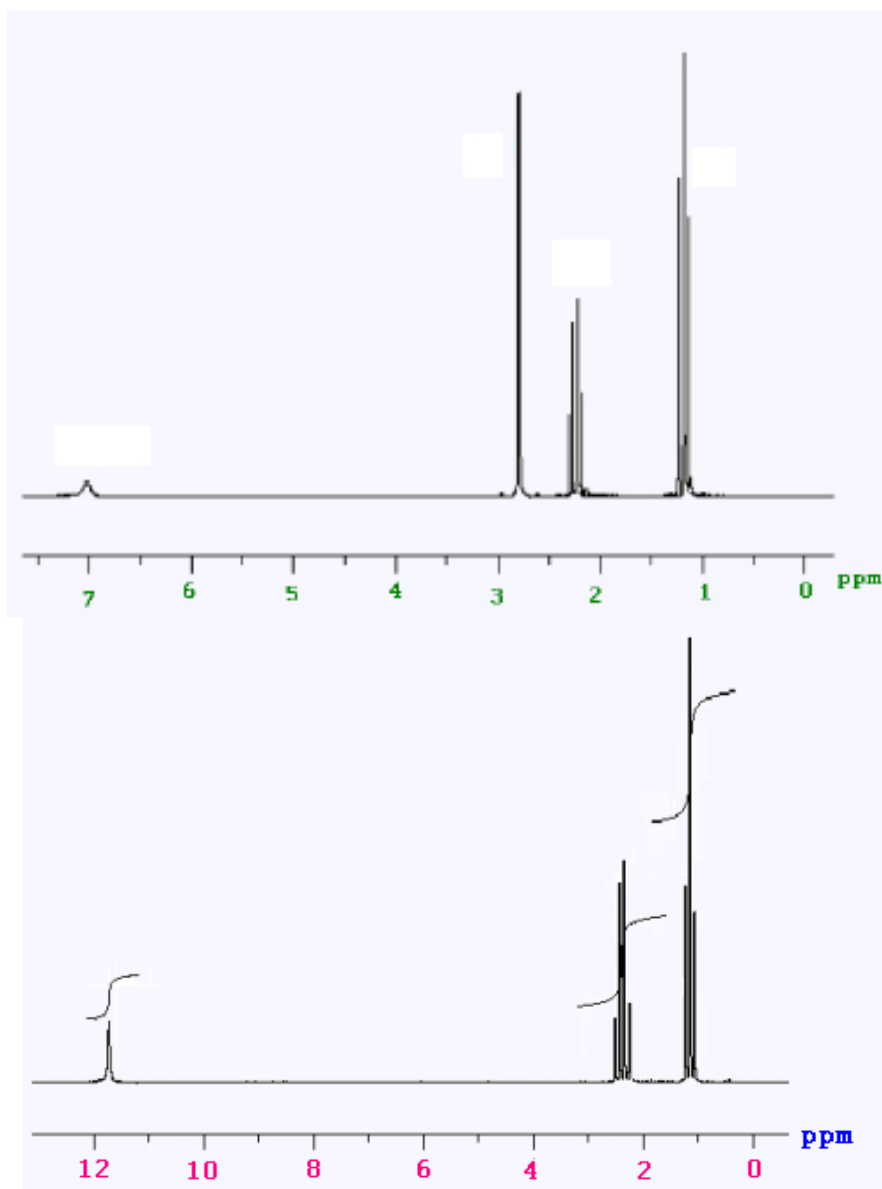
Document fourni : les tables de spectroscopie infrarouge et RMN ^1H – Répondre sur le sujet

Nom :

Prénom :

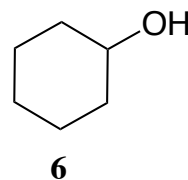
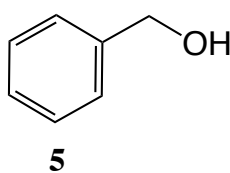
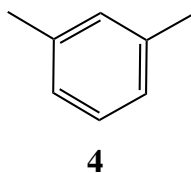
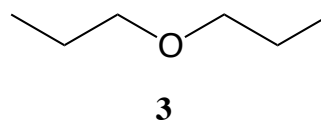
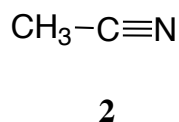
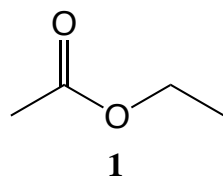
Exercice 1 / RMN ^1H

1) Attribuer aux composés $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONHCH}_3$ **A** et $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$ **B** son spectre RMN ^1H . Justifier votre réponse (attribution, intensité et multiplicité de tous les signaux).



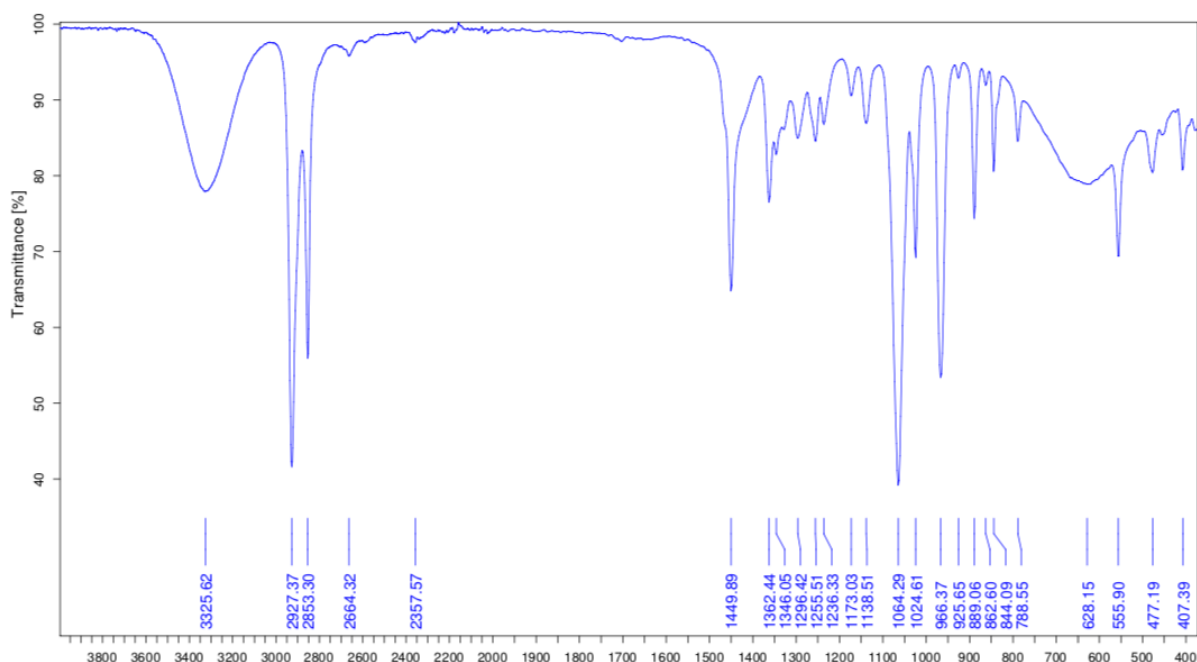
2) Le singulet observé à 12 ppm disparaît quand on ajoute D_2O . Réaction ?

Exercice 2 / Spectroscopie infrarouge

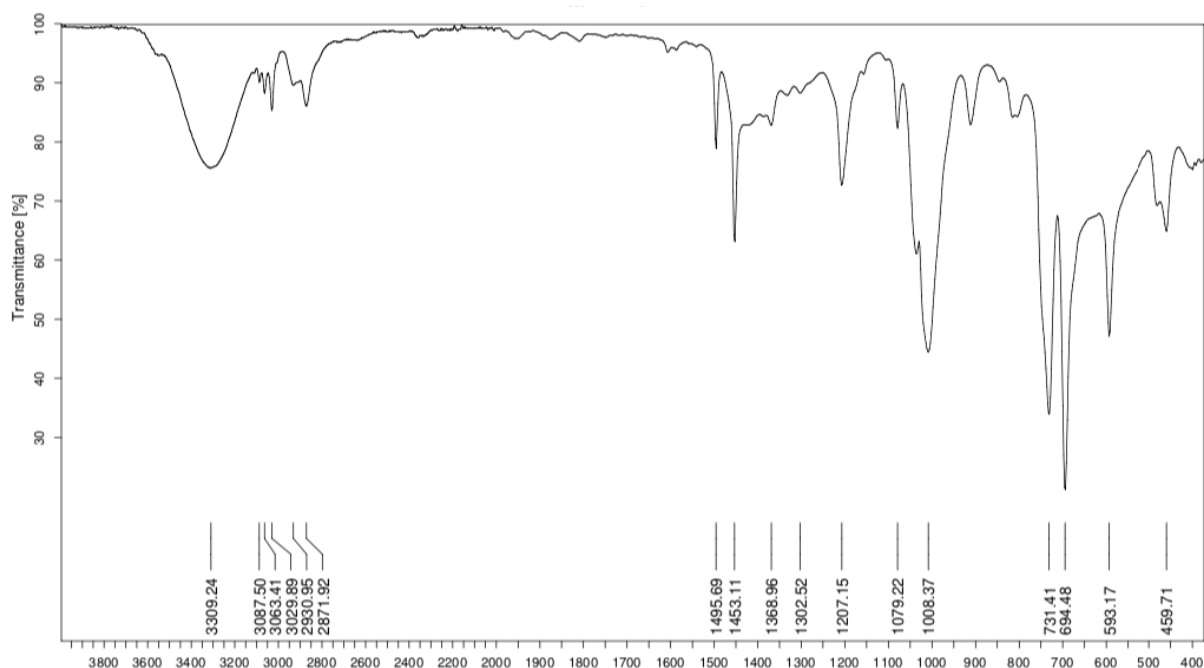


- 1) **Entourer** pour chacun des six composés **1** à **6** les liaisons dont les vibrations sont caractéristiques.
- 2) Attribuer les cinq spectres suivants **en indiquant sur les spectres** les bandes caractéristiques données dans la question a. **Préciser** s'il s'agit d'une vibration d'élongation ou de déformation.
- 3) Quel est le composé dont le spectre infrarouge est absent ? ☐ **1** ☐ **2** ☐ **3** ☐ **4** ☐ **5** ☐ **6**

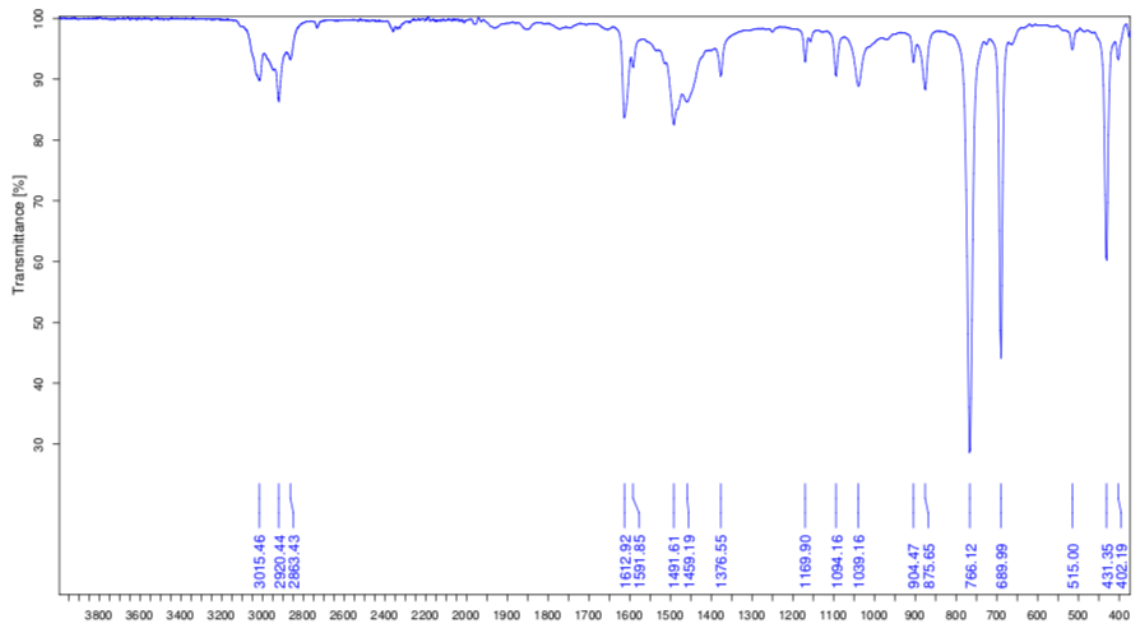
- ☐ **1**
☐ **2**
☐ **3**
☐ **4**
☐ **5**
☐ **6**



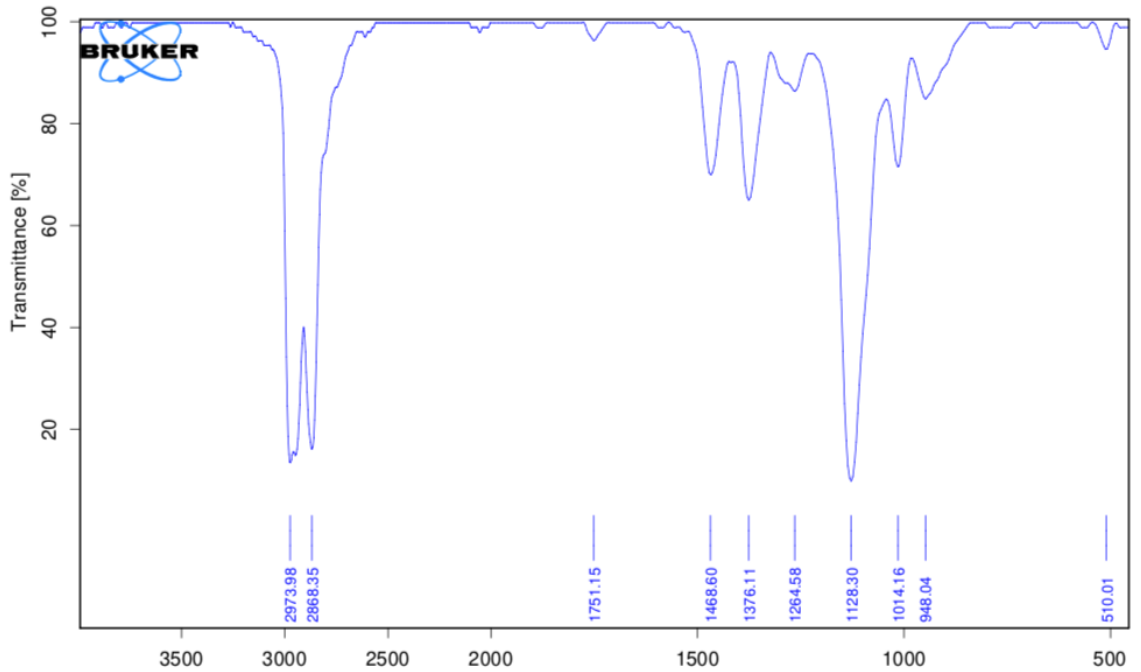
- ☐ **1**
☐ **2**
☐ **3**
☐ **4**
☐ **5**
☐ **6**



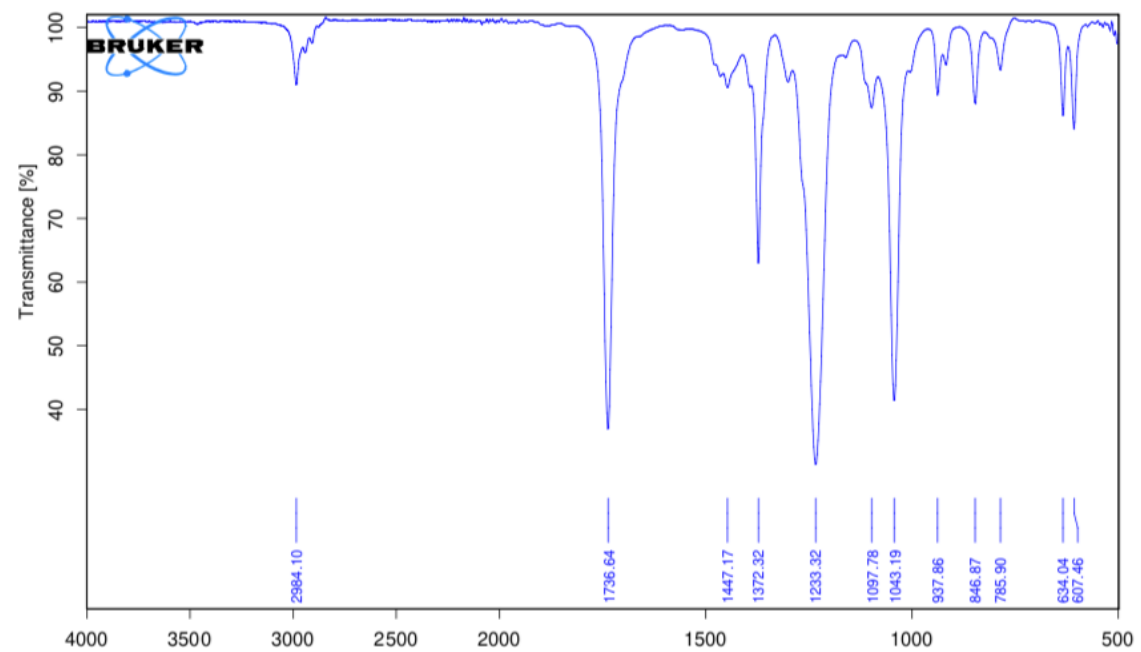
- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6



- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6



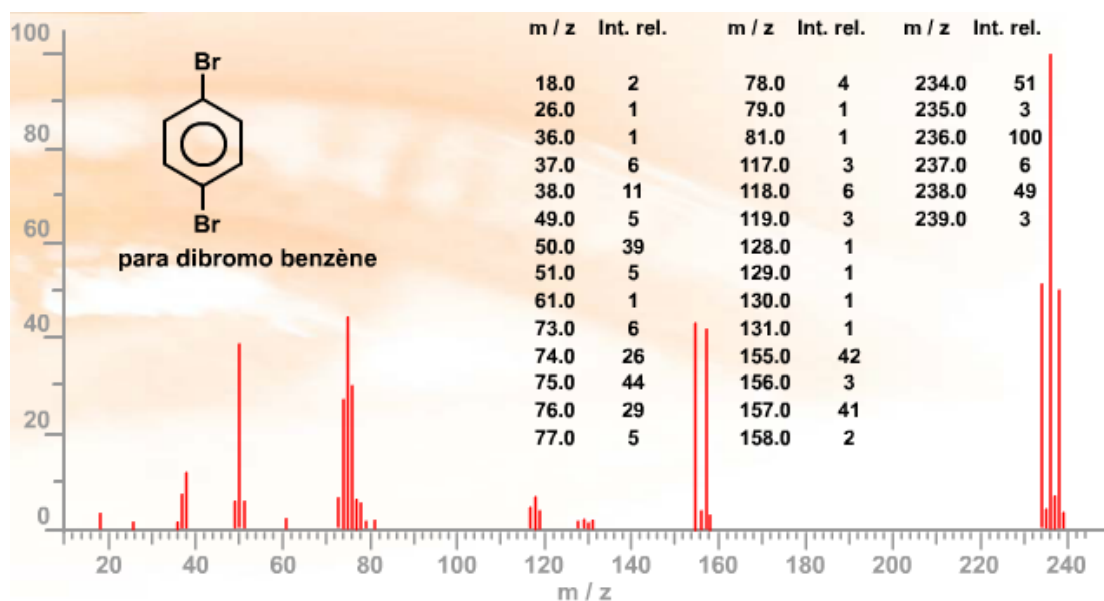
- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6



Exercice 3 / Spectrométrie de masse

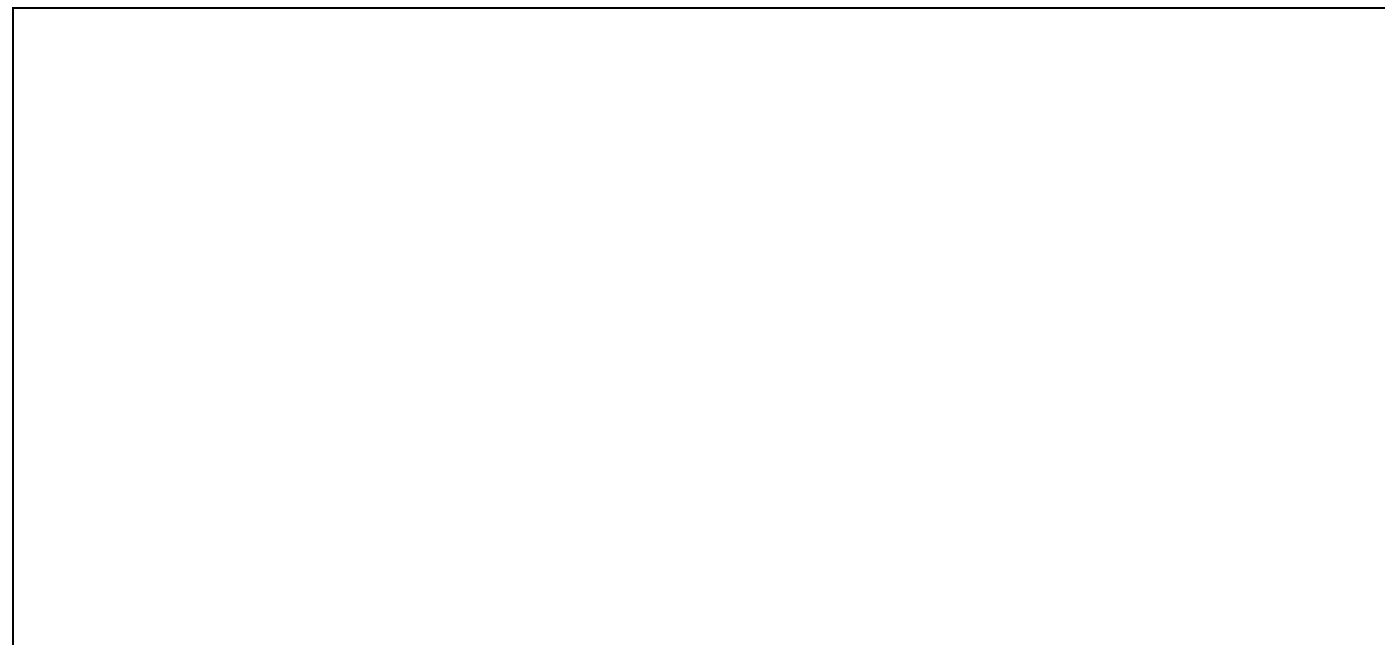
Soit le spectre de masse du *para*-dibromobenzène (C).

Masse molaire en g.mol^{-1} : Br : 79,90 (2 isotopes 100/98)



1) Donner l'équation générale de la réaction d'ionisation de C.

2) Quelle est l'allure de l'amas isotopique de l'ion moléculaire (nombre de pics, rapports m/z , intensité relative, espèces chimiques) ?



3) Donner l'équation qui explique la formation de l'ion monobromé.

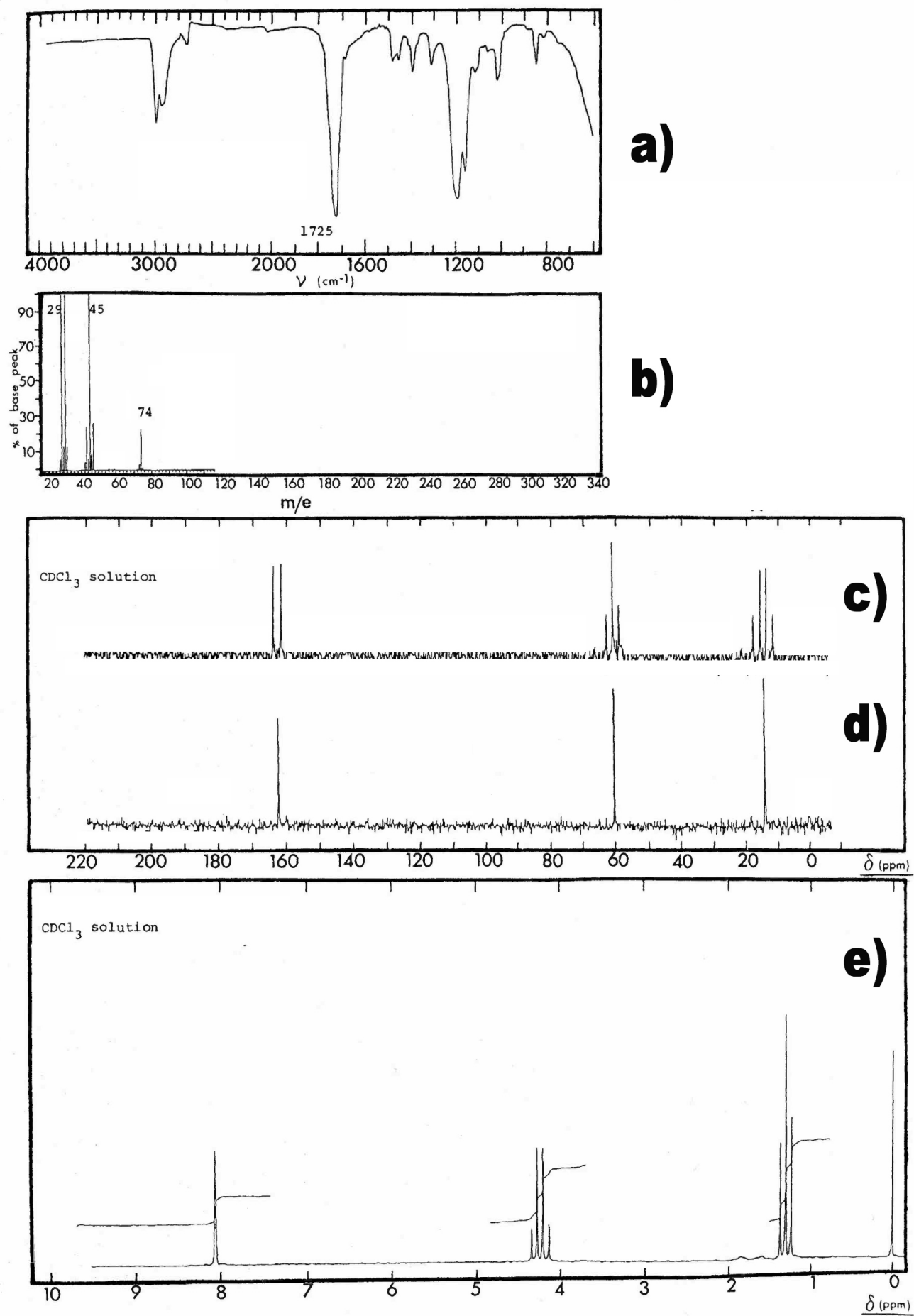
4) Quelle est l'allure de l'amas isotopique de l'ion monobromé (nombre de pics, rapports m/z , intensité relative, espèces chimiques) ?

5) Les pics de l'ion moléculaire sont-ils présents sur le spectre de masse : ☐ OUI ☐ NON

Les pics de l'ion monobromé sont-ils présents sur le spectre de masse : ☐ OUI ☐ NON

Exercice 4

Un composé **D** de formule brute $C_3H_6O_2$ est caractérisé par les analyses suivantes :



- 1) Calculer le nombre d'insaturations (DBE) (détailler le calcul et donner l'application numérique) :
- 2) A partir des données infrarouge, déduire la(es) fonction(s) possible(s). Justifier votre réponse, notamment en indiquant sur le spectre infrarouge la(es) bande(s) caractéristique(s).
- 3) En spectrométrie de masse, on observe 2 pics respectivement à 74 et 45.
Donner les équations qui permettent d'expliquer ces 2 pics.
- 4) A quelles analyses correspondent les spectres **c**, **d** et **e** :
- Spectre **c** : ☐ RMN ^1H ☐ RMN ^{13}C ☐ RMN $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$
Spectre **d** : ☐ RMN ^1H ☐ RMN ^{13}C ☐ RMN $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$
Spectre **e** : ☐ RMN ^1H ☐ RMN ^{13}C ☐ RMN $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$
- 5) Expliquer la signification de la multiplicité des signaux observés en RMN ^{13}C non découplé du proton.
- 6) Interpréter les spectres **c**, **d** et **e** (attribution, intensité et multiplicité de tous les signaux).
Répondre à cette question directement sur les spectres.
- 7) A partir de l'ensemble des données, donner la formule semi-développée de **D**.

Licence Sciences et Techniques – L2
Techniques spectroscopiques (Chim4B)

CC – durée : 1h – Samedi 3 avril 2021

La calculatrice est autorisée. L'utilisation du téléphone portable est interdite.

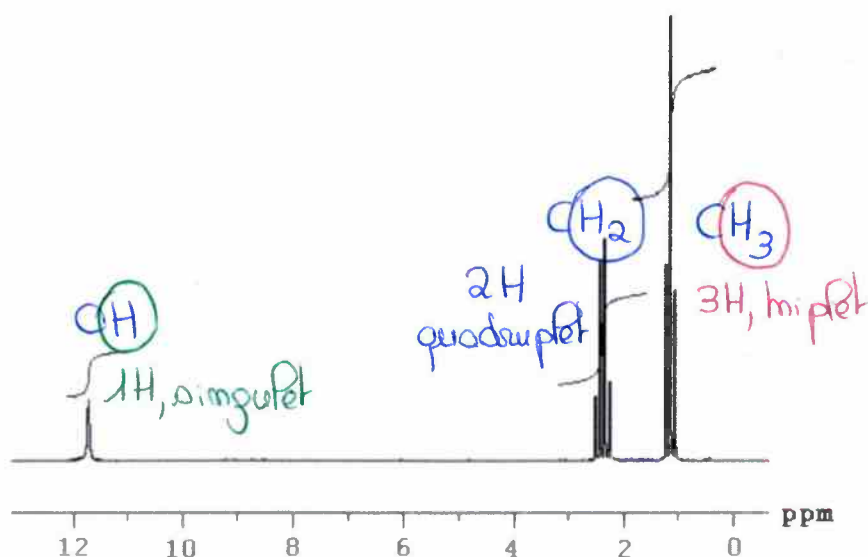
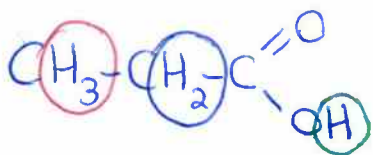
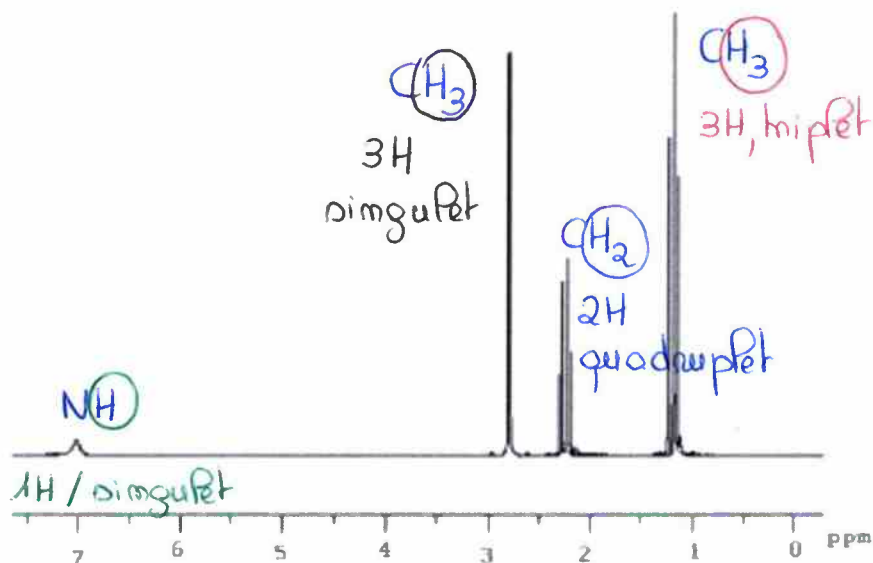
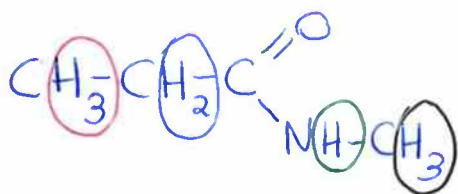
Document fourni : les tables de spectroscopie infrarouge et RMN ^1H – Répondre sur le sujet

Nom :

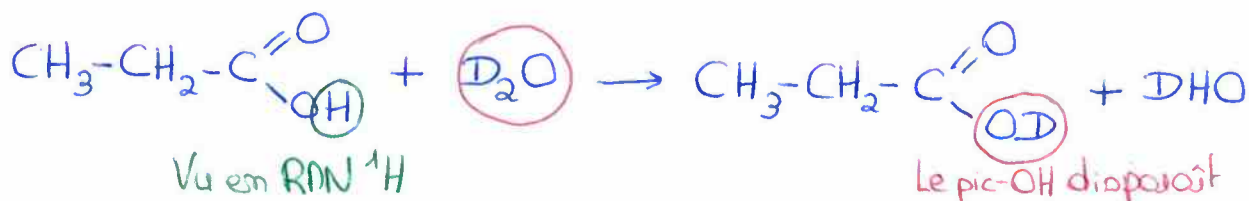
Prénom :

Exercice 1 / RMN ^1H

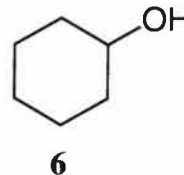
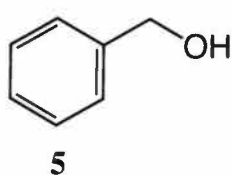
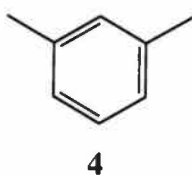
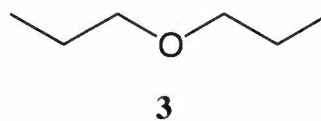
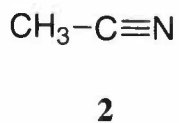
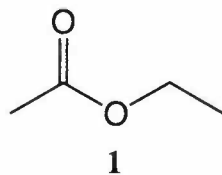
1) Attribuer aux composés $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONHCH}_3$ **A** et $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$ **B** son spectre RMN ^1H . Justifier votre réponse (attribution, intensité et multiplicité de tous les signaux).



2) Le singulet observé à 12 ppm disparaît quand on ajoute D_2O . Réaction ?

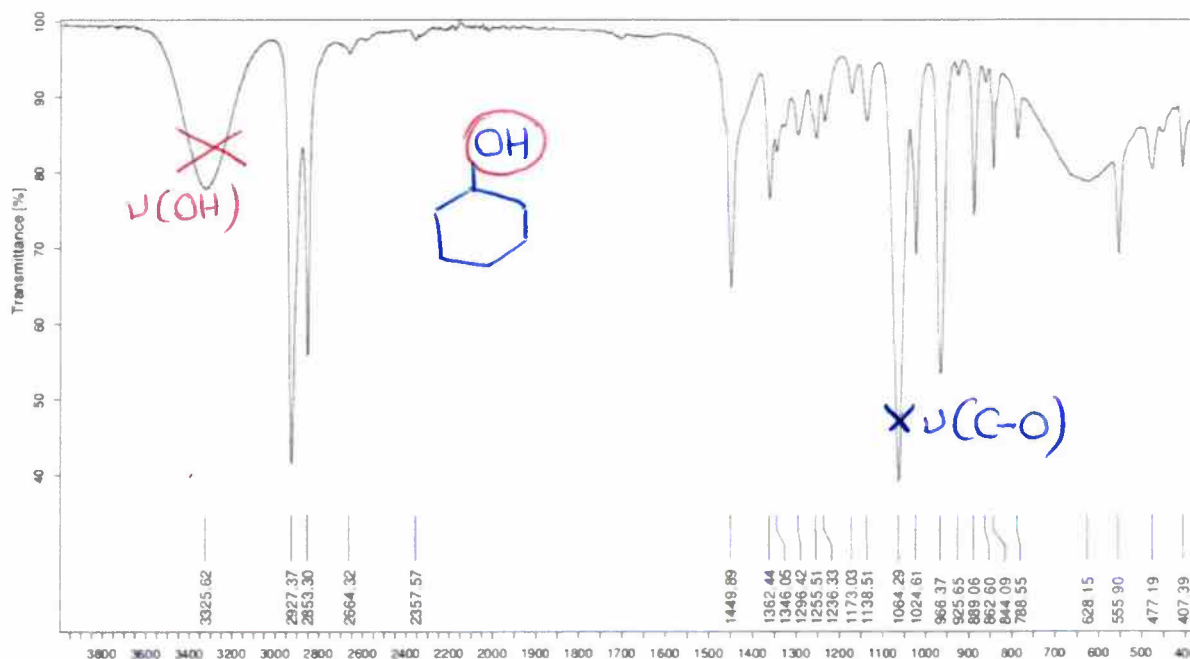


Exercice 2 / Spectroscopie infrarouge

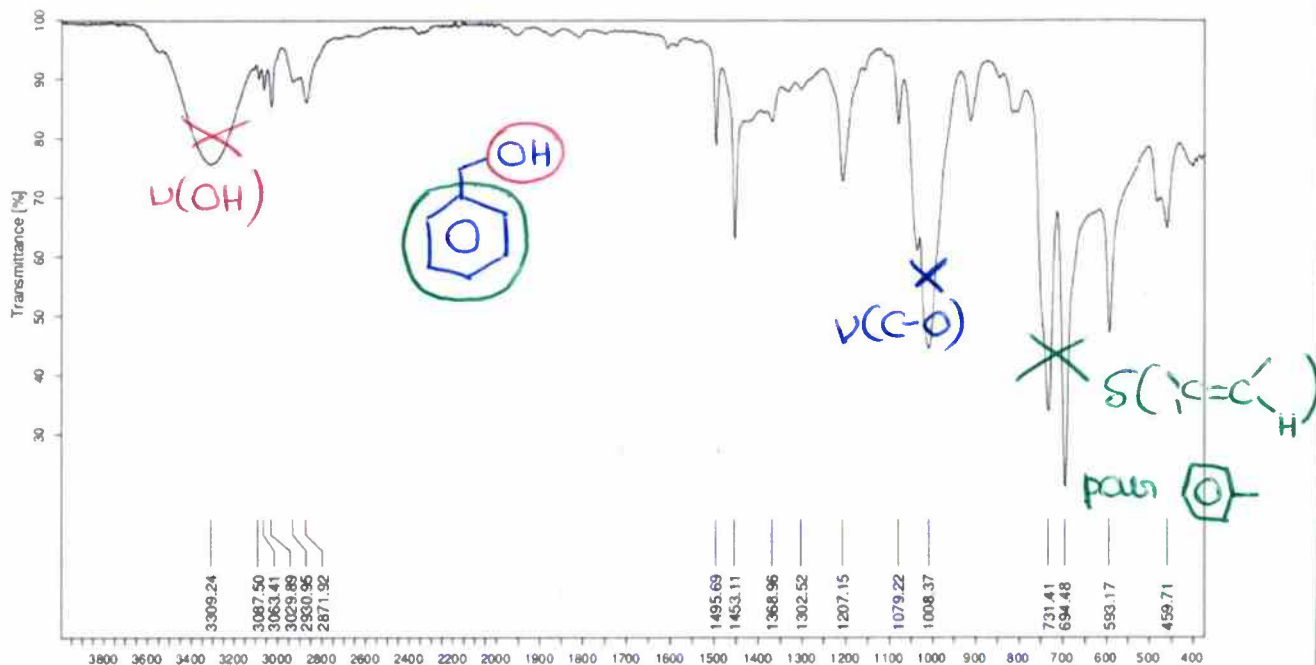


- 1) **Entourer** pour chacun des six composés 1 à 6 les liaisons dont les vibrations sont caractéristiques.
 2) Attribuer les cinq spectres suivants **en indiquant sur les spectres** les bandes caractéristiques données dans la question a. **Préciser** s'il s'agit d'une vibration d'élongation ou de déformation.
 3) Quel est le composé dont le spectre infrarouge est absent ? ☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6

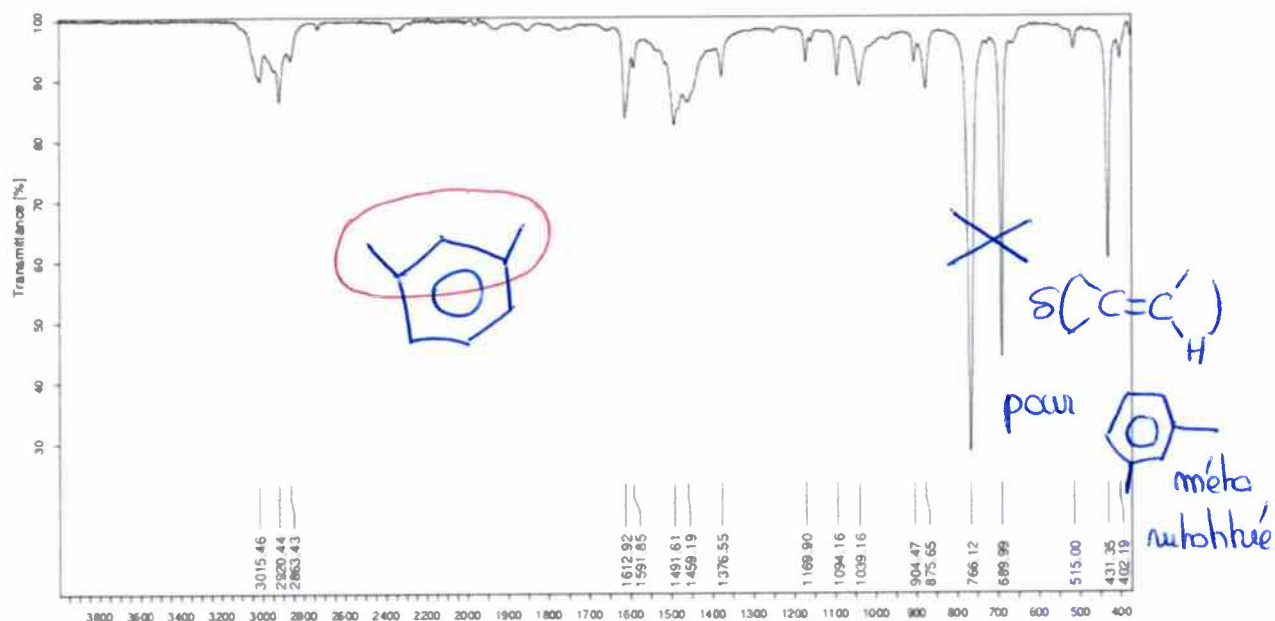
- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5
☒ 6



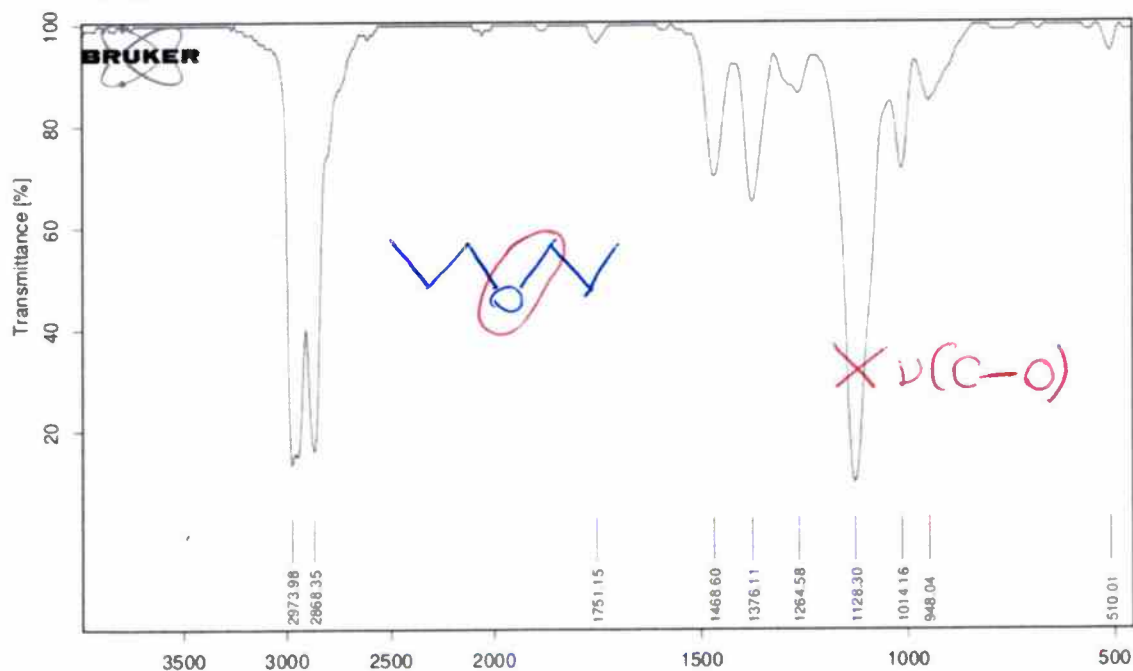
- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☒ 5
☐ 6



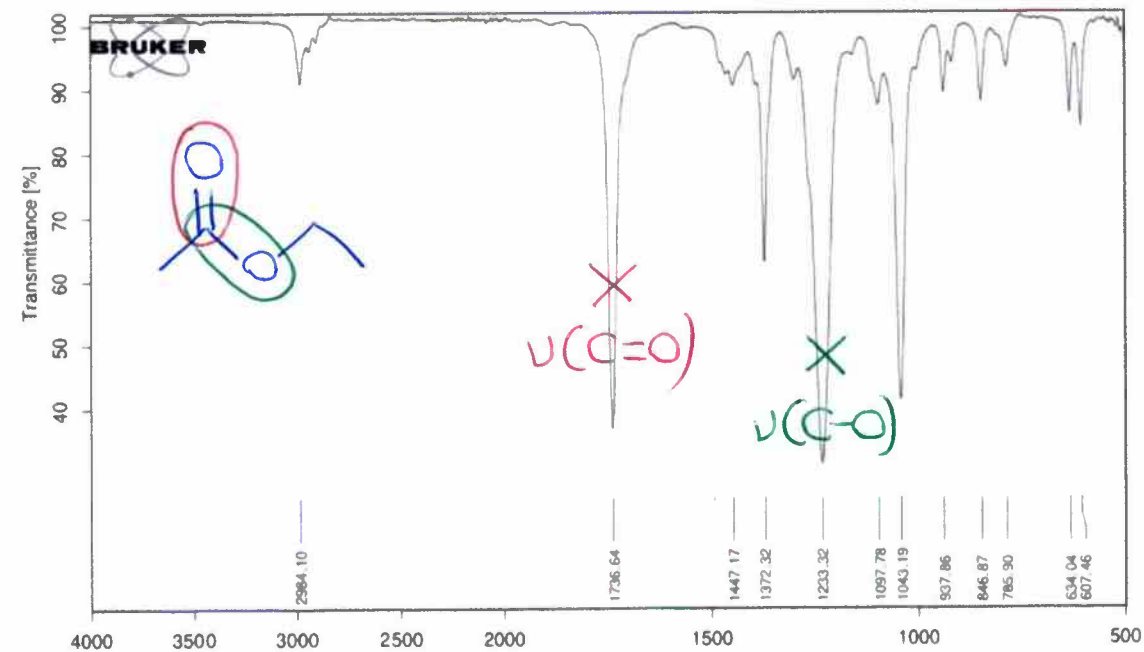
- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☒ 4
- ☐ 5
- ☐ 6



- ☐ 1
- ☐ 2
- ☒ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6



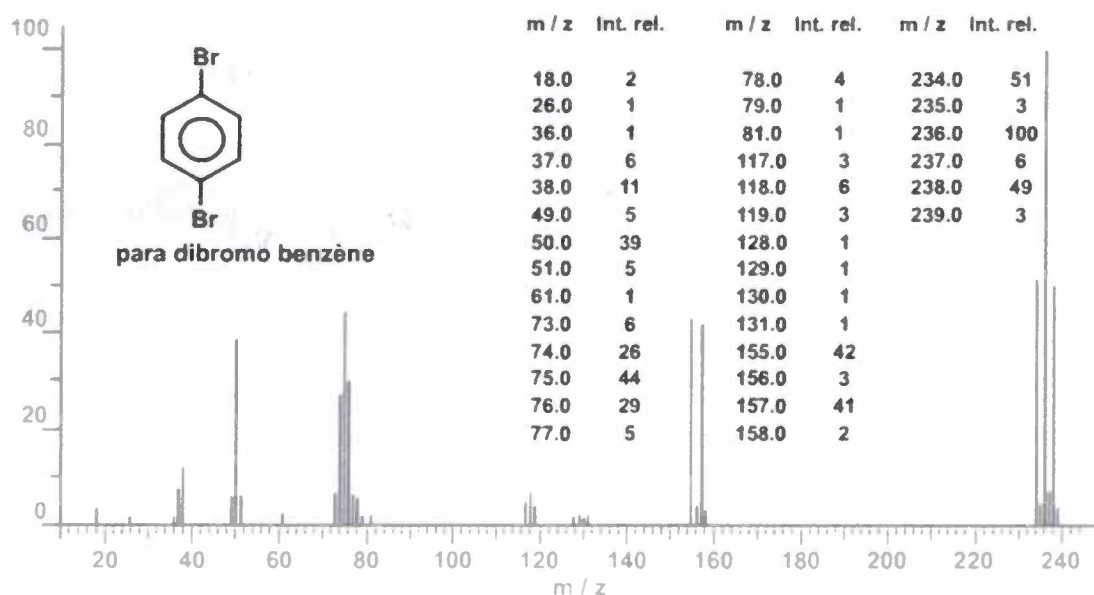
- ☒ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6



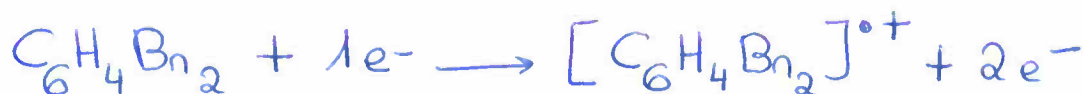
Exercice 3 / Spectrométrie de masse

Soit le spectre de masse du *para*-dibromobenzène (C).

Masse molaire en g.mol^{-1} : Br : 79,90 (2 isotopes 100/98)

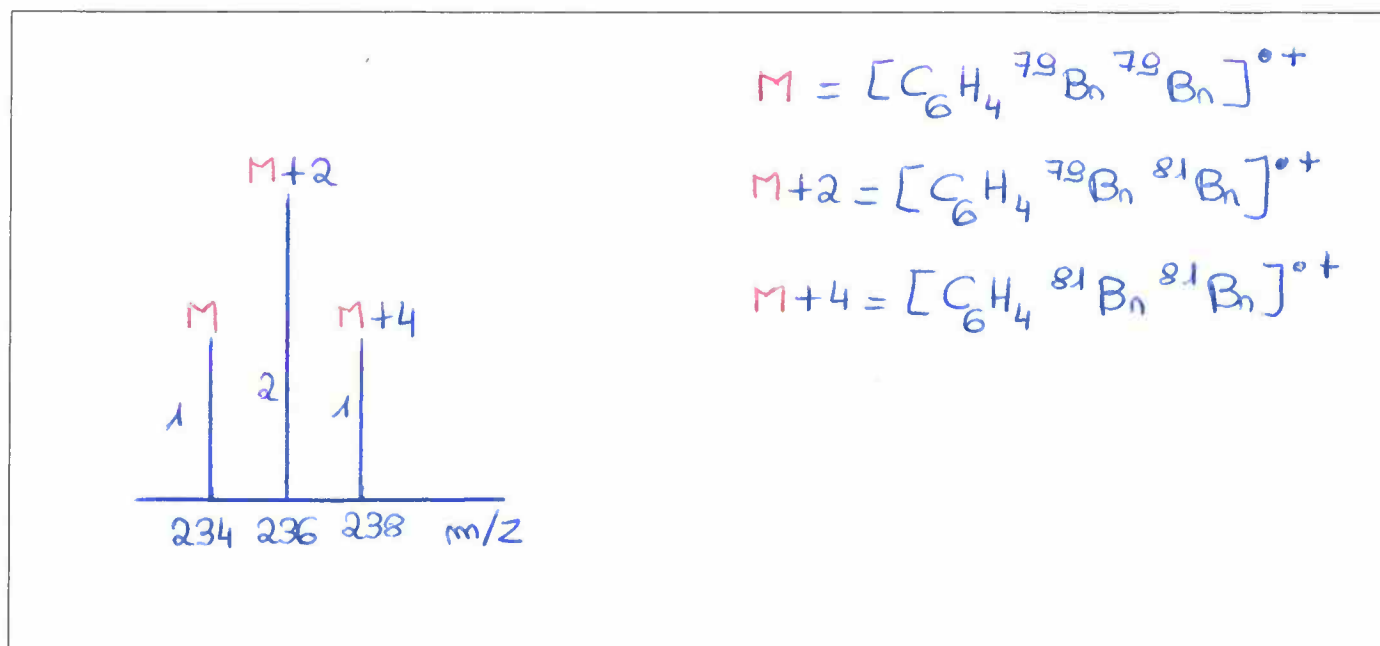


1) Donner l'équation générale de la réaction d'ionisation de C.

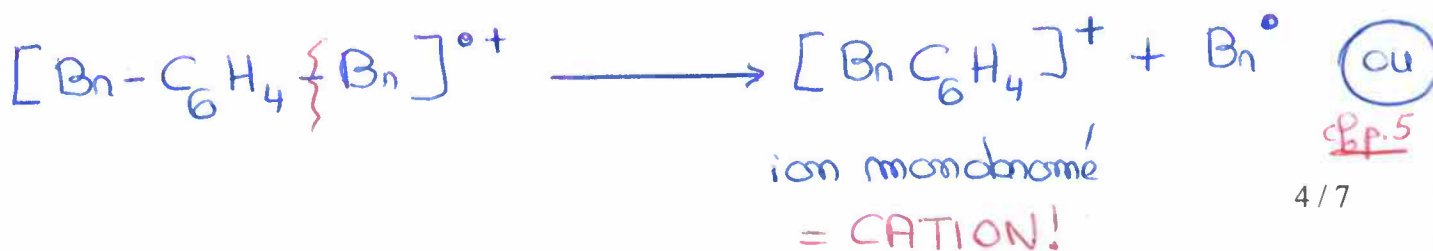


ion moléculaire = RADICAL CATION

2) Quelle est l'allure de l'amas isotopique de l'ion moléculaire (nombre de pics, rapports m/z, intensité relative, espèces chimiques) ?

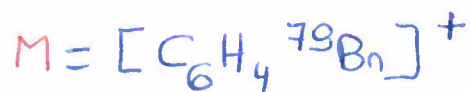
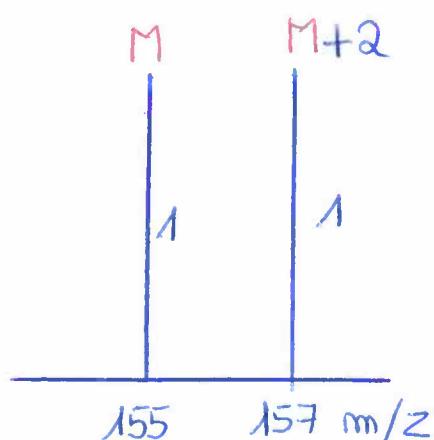


3) Donner l'équation qui explique la formation de l'ion monobromé.



4) Quelle est l'allure de l'amas isotopique de l'ion monobromé (nombre de pics, rapports m/z, intensité relative, espèces chimiques) ?

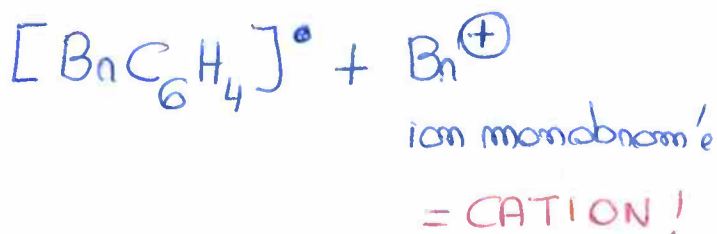
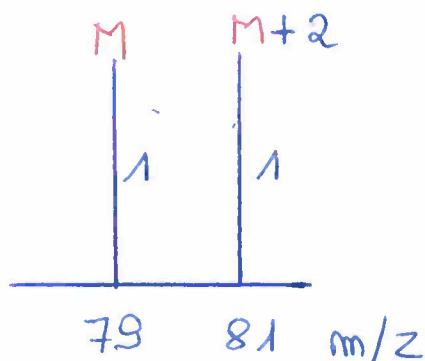
2 réponses possibles !



5) Les pics de l'ion moléculaire sont-ils présents sur le spectre de masse : ☒ OUI ☐ NON

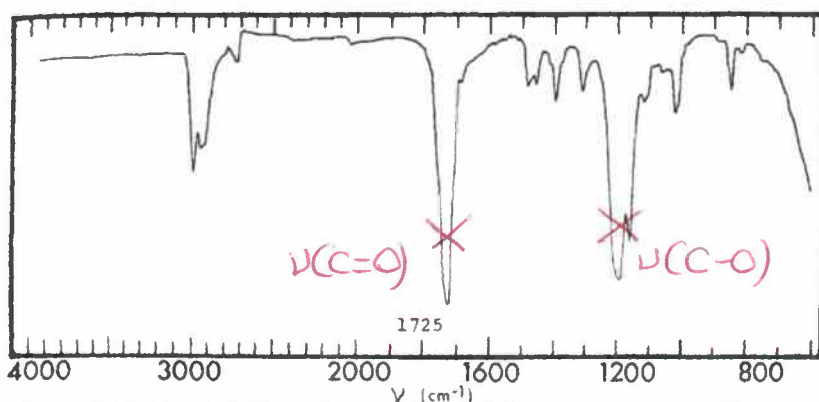
Les pics de l'ion monobromé sont-ils présents sur le spectre de masse : ☒ OUI ☐ NON

Autre possibilité pour la question 4

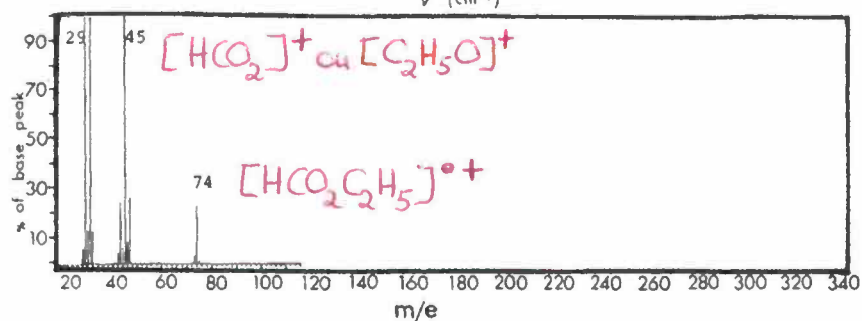


Exercice 4

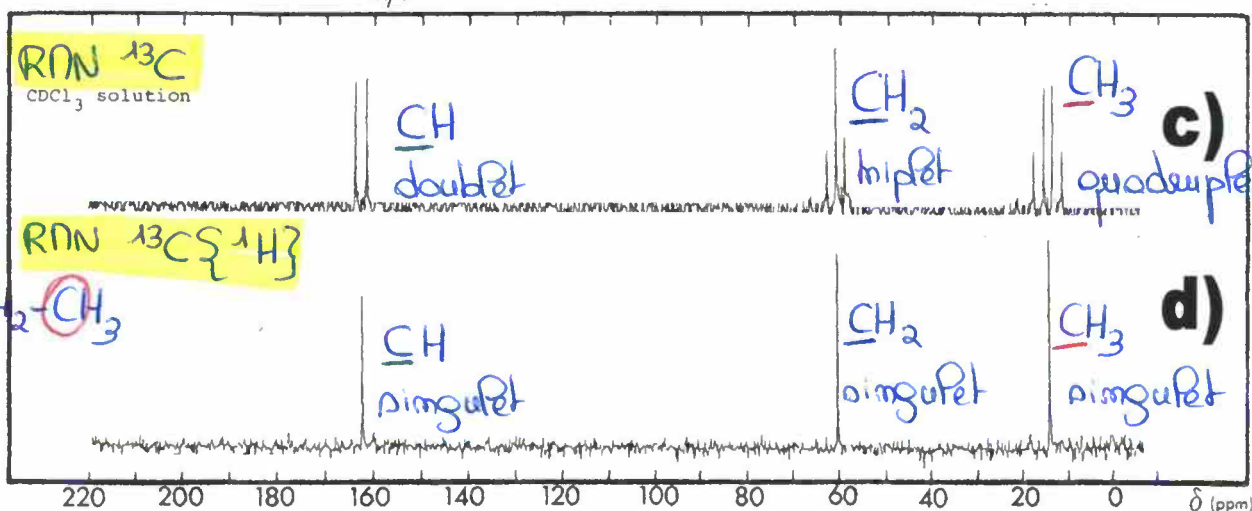
Un composé **D** de formule brute $C_3H_6O_2$ est caractérisé par les analyses suivantes :



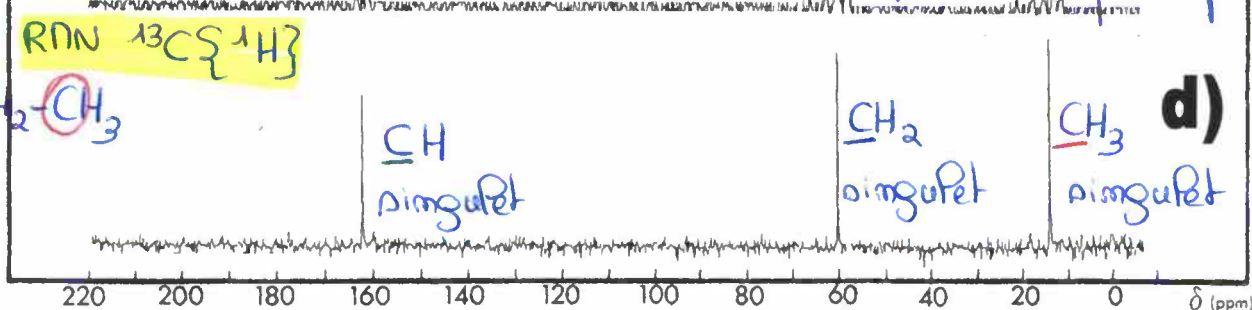
a)



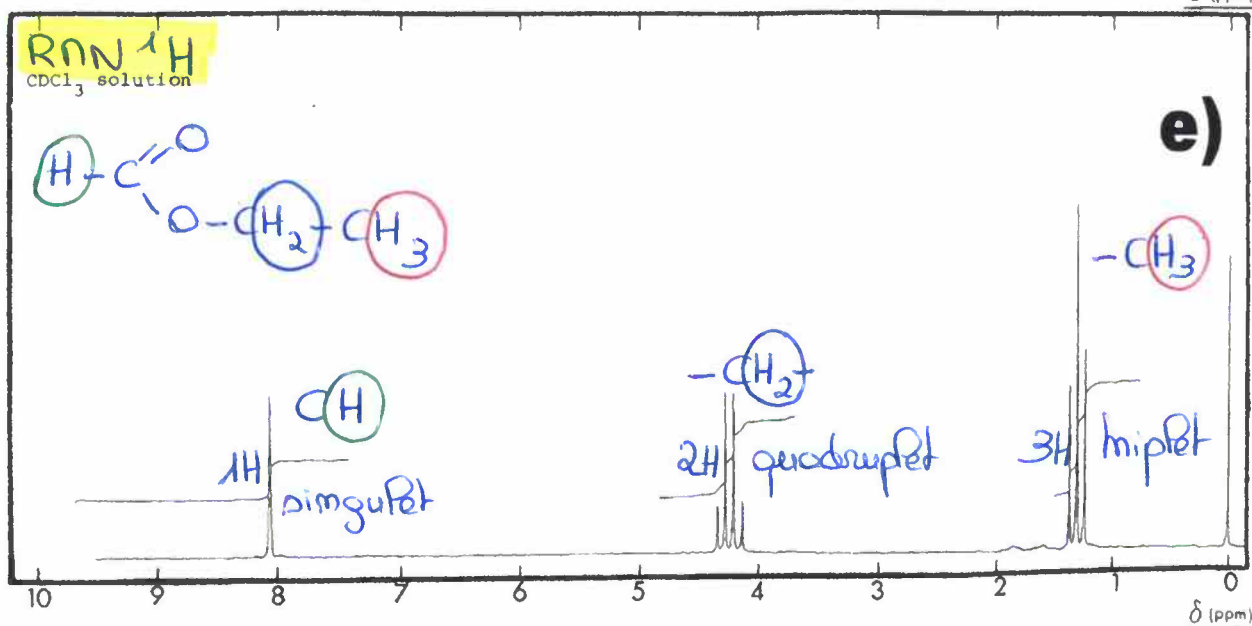
b)



c)



d)



e)

1) Calculer le nombre d'insaturations (DBE) (détailler le calcul et donner l'application numérique) :

$$DBE = \frac{2m_C - m_H + 2}{2} = \frac{2 \times 3 - 6 + 2}{2} = 1$$

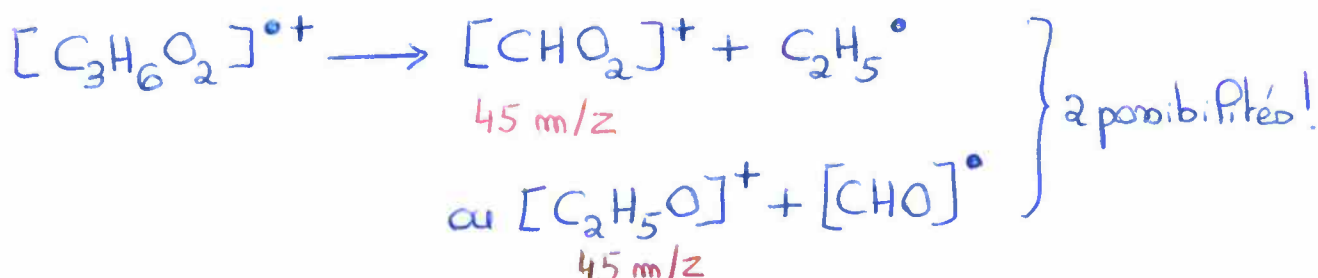
2) A partir des données infrarouge, déduire la(es) fonction(s) possible(s). Justifier votre réponse, notamment en indiquant sur le spectre infrarouge la(es) bande(s) caractéristique(s).

comme 2 oxygènes, $-C \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ \searrow O- \end{smallmatrix}$

$$\nu(C=O) \simeq 1725 \text{ cm}^{-1}$$

$$\nu(C-O) \simeq 1200 \text{ cm}^{-1}$$

3) En spectrométrie de masse, on observe 2 pics respectivement à 74 et 45. Donner les équations qui permettent d'expliquer ces 2 pics.



4) A quelles analyses correspondent les spectres **c**, **d** et **e** :

Spectre **c** : ☐ RMN 1H ☒ RMN ^{13}C ☐ RMN $^{13}C\{^1H\}$

Spectre **d** : ☐ RMN 1H ☐ RMN ^{13}C ☒ RMN $^{13}C\{^1H\}$

Spectre **e** : ☒ RMN 1H ☐ RMN ^{13}C ☐ RMN $^{13}C\{^1H\}$

5) Expliquer la signification de la multiplicité des signaux observés en RMN ^{13}C non découplé du proton.

CH_3 quadruplet

CH doublet

CH_2 triplet

C singulet

6) Interpréter les spectres **c**, **d** et **e** (attribution, intensité et multiplicité de tous les signaux). Répondre à cette question directement sur les spectres.

7) A partir de l'ensemble des données, donner la formule semi-développée de **D**.

