

NOM Prénom :

Jeudi 06 novembre 2003

Contrôle des Connaissances de Spectroscopie

Durée 1 h

Les problèmes I et II sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.

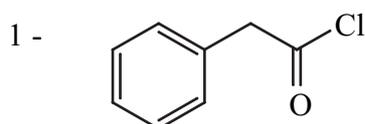
Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.

Les portables doivent être éteints et rangés.

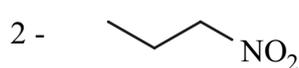
Problème I :

Attribuer les spectres IR et RMN ¹H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé.

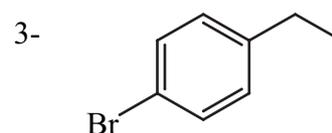
Remarque : En RMN ¹H, les signaux marqués d'une étoile s'échangent avec D₂O.



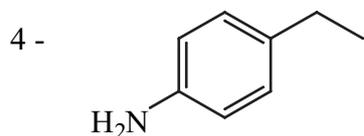
IR :
RMN ¹H :



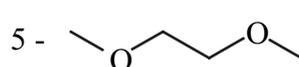
IR :
RMN ¹H :



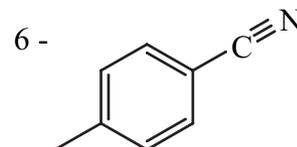
IR :
RMN ¹H :



IR :
RMN ¹H :



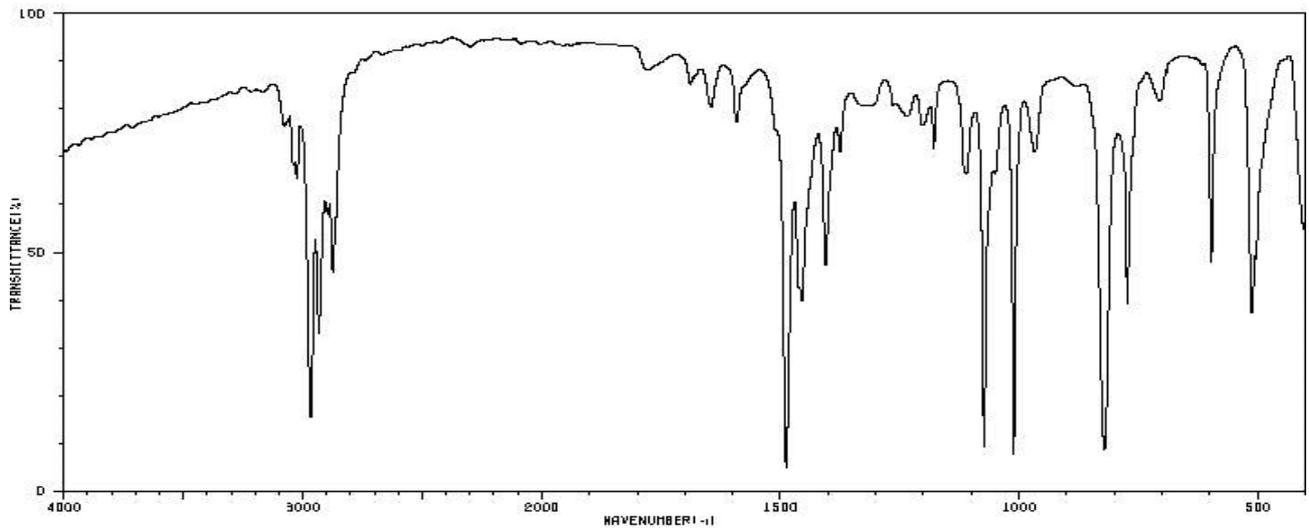
IR :
RMN ¹H :



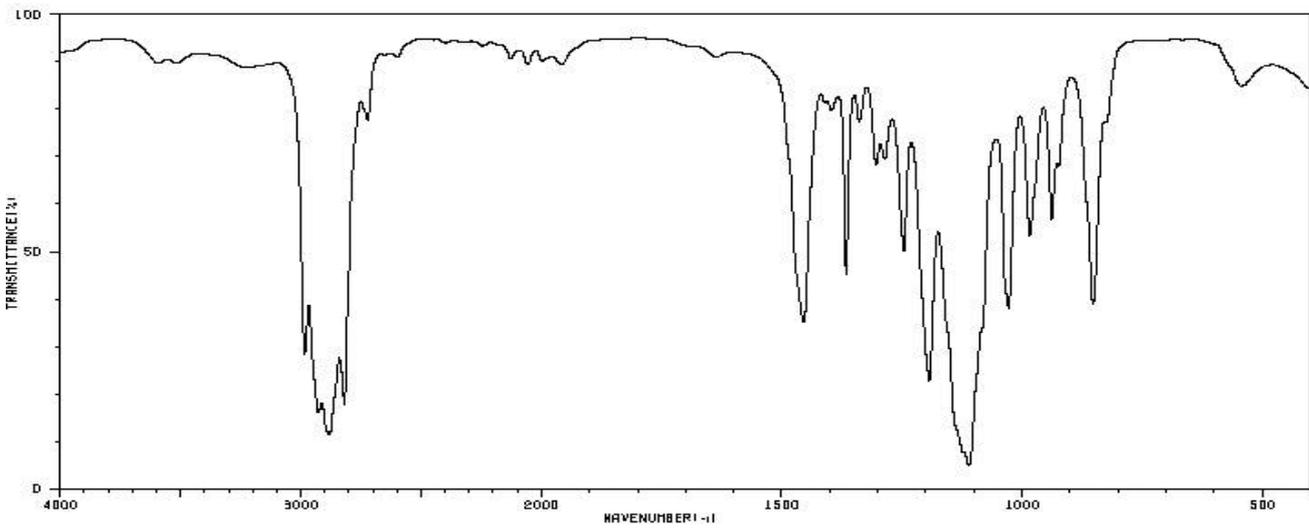
IR :
RMN ¹H :

Spectres IR :

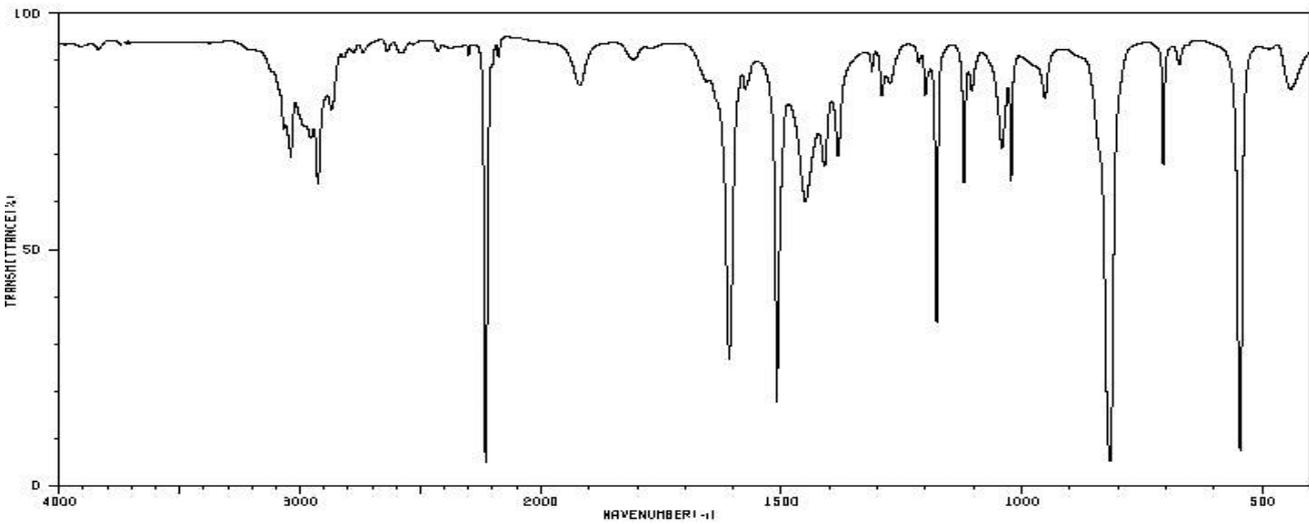
A -



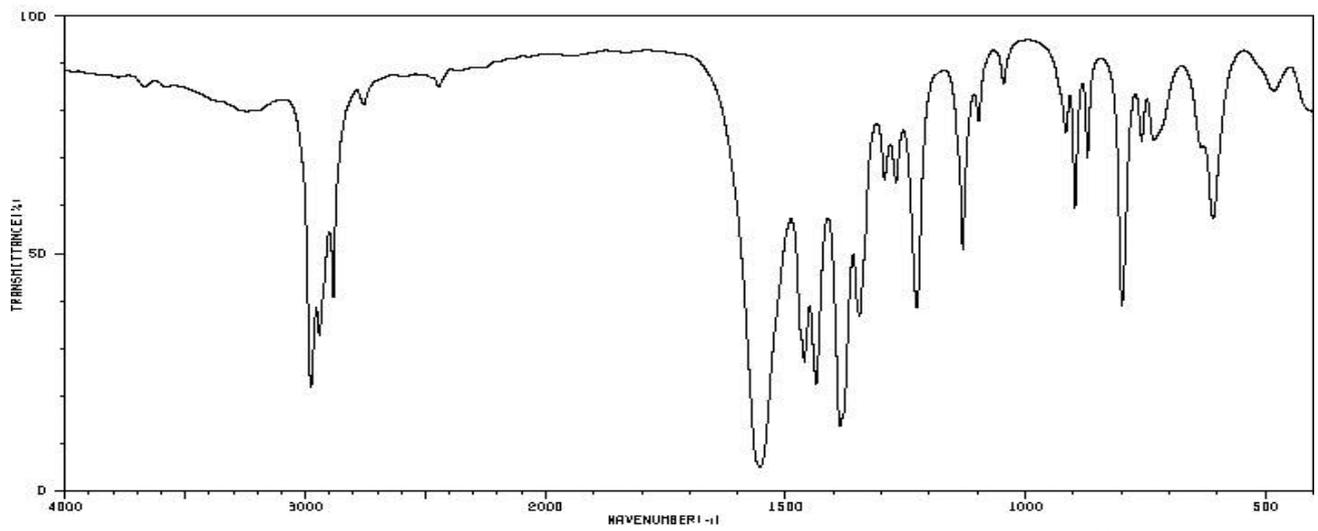
B -



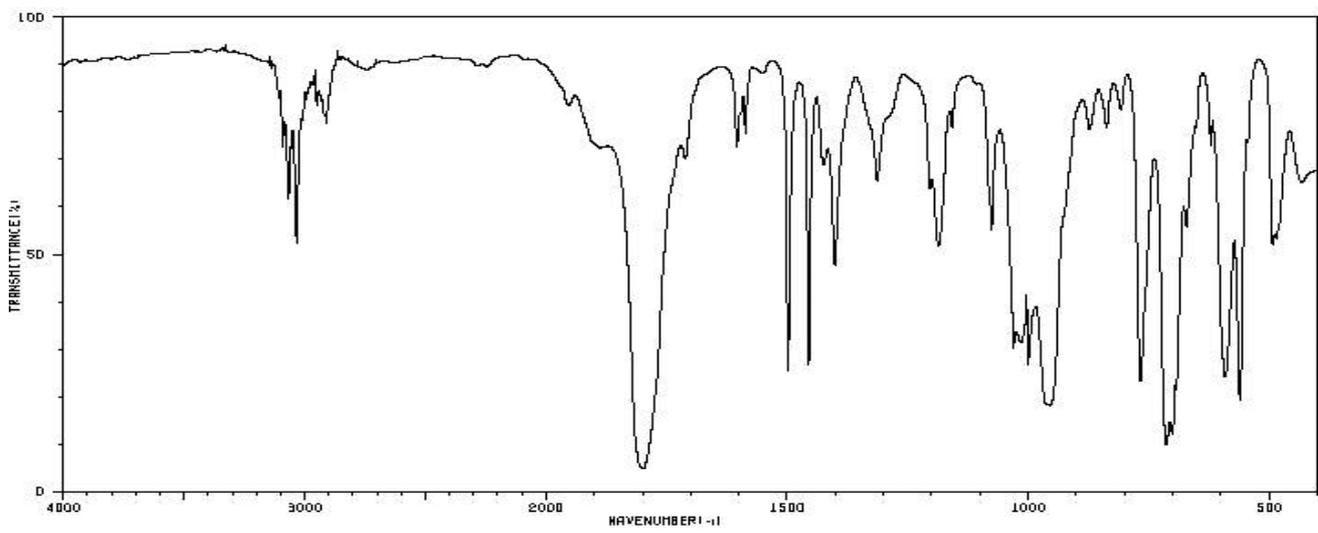
C -



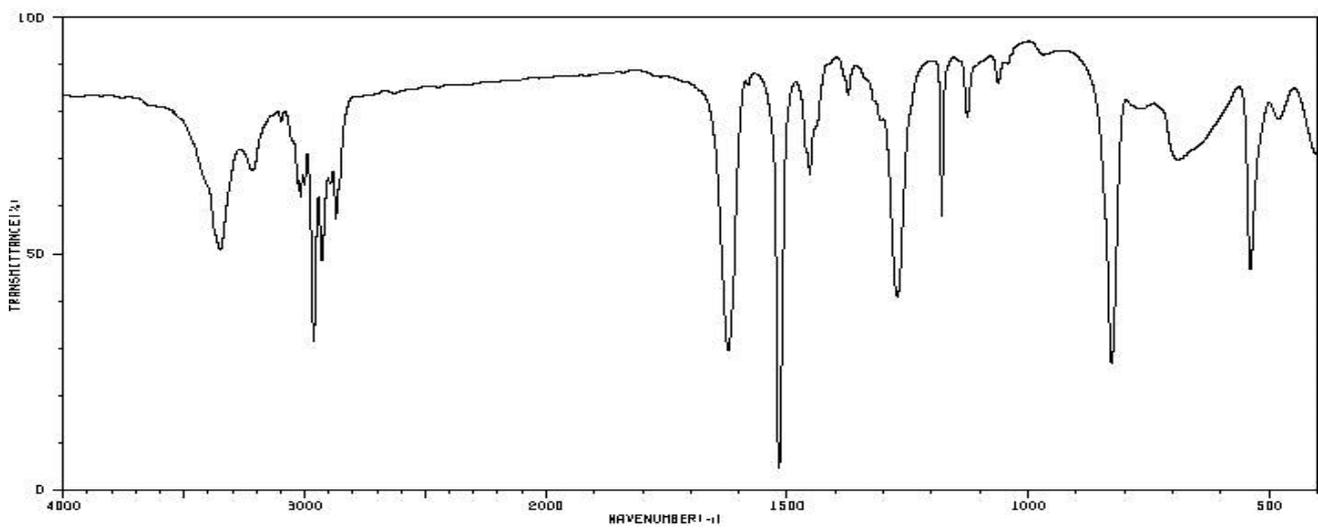
D -



E -

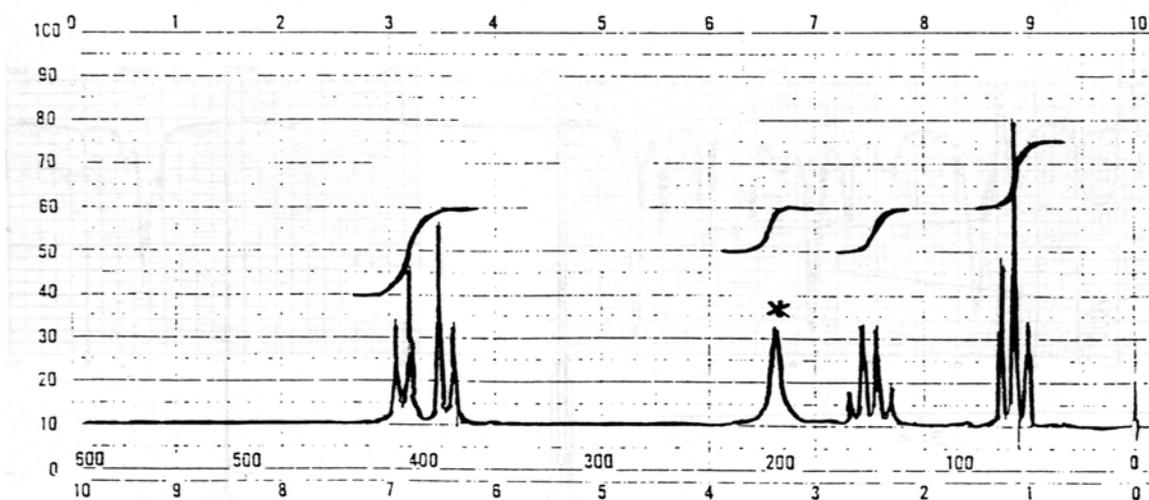


F -

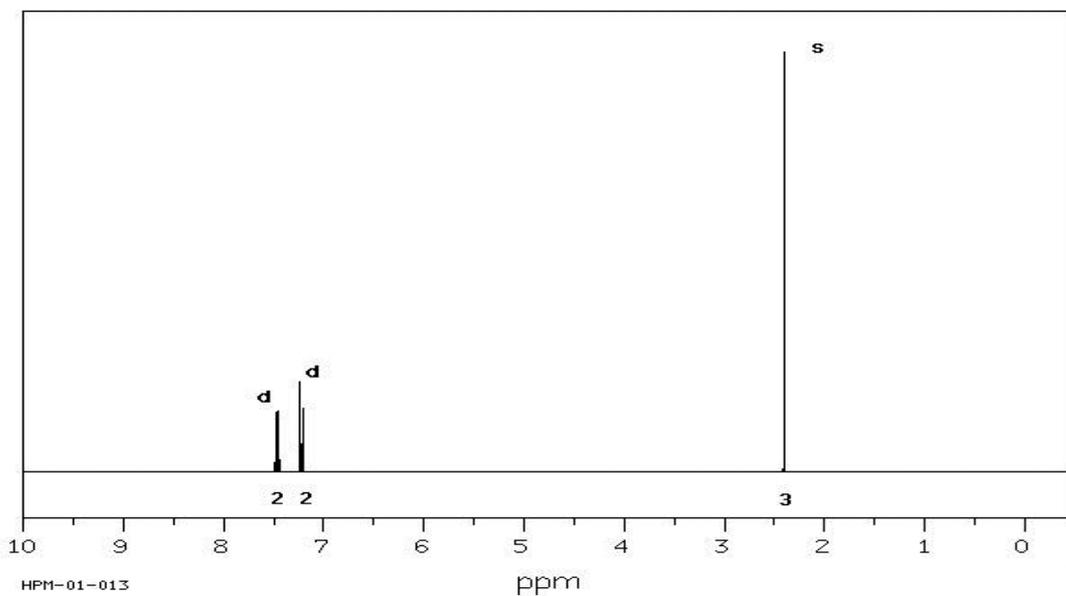


Spectres RMN ^1H :

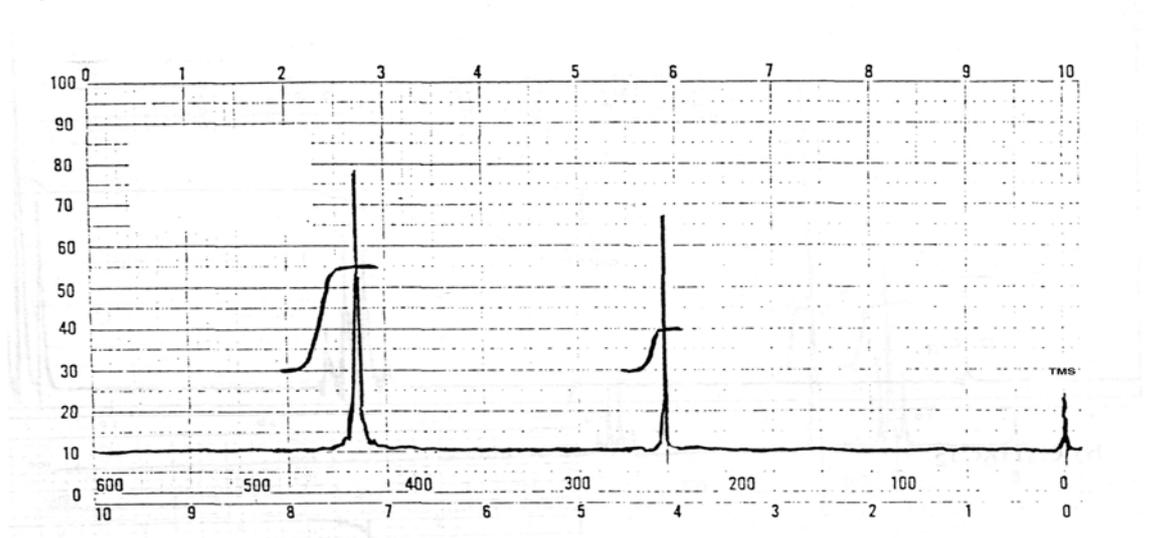
α -



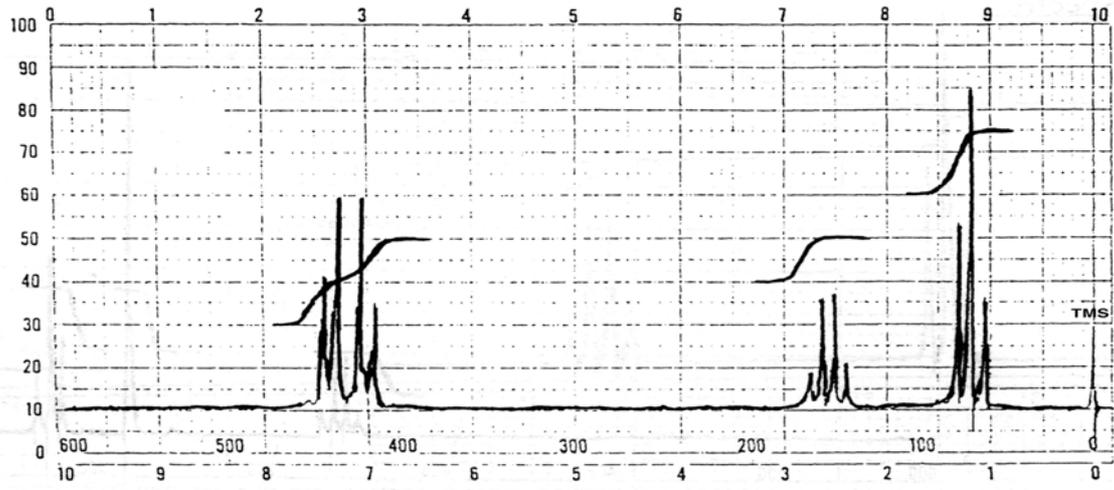
β -



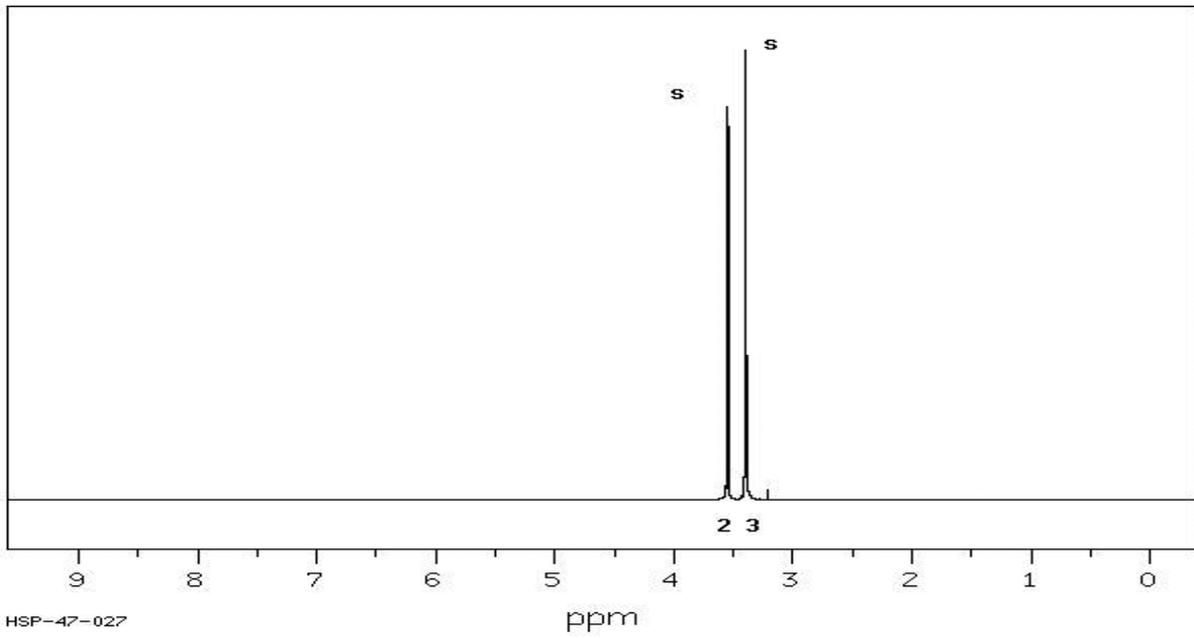
γ -



δ-

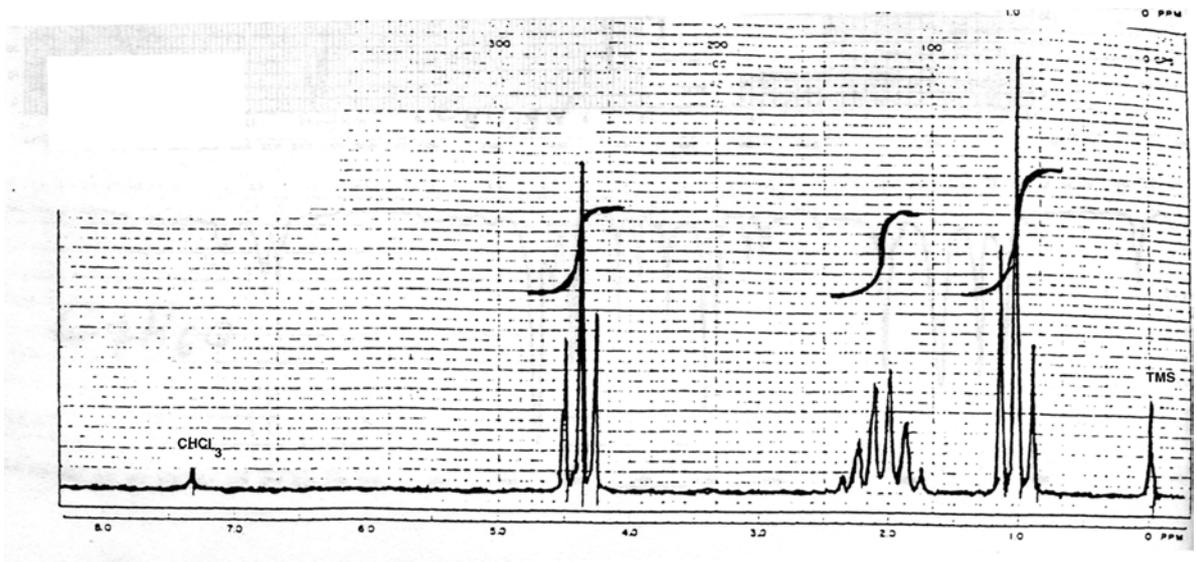


ε-



HSP-47-027

Ω-



Problème II :

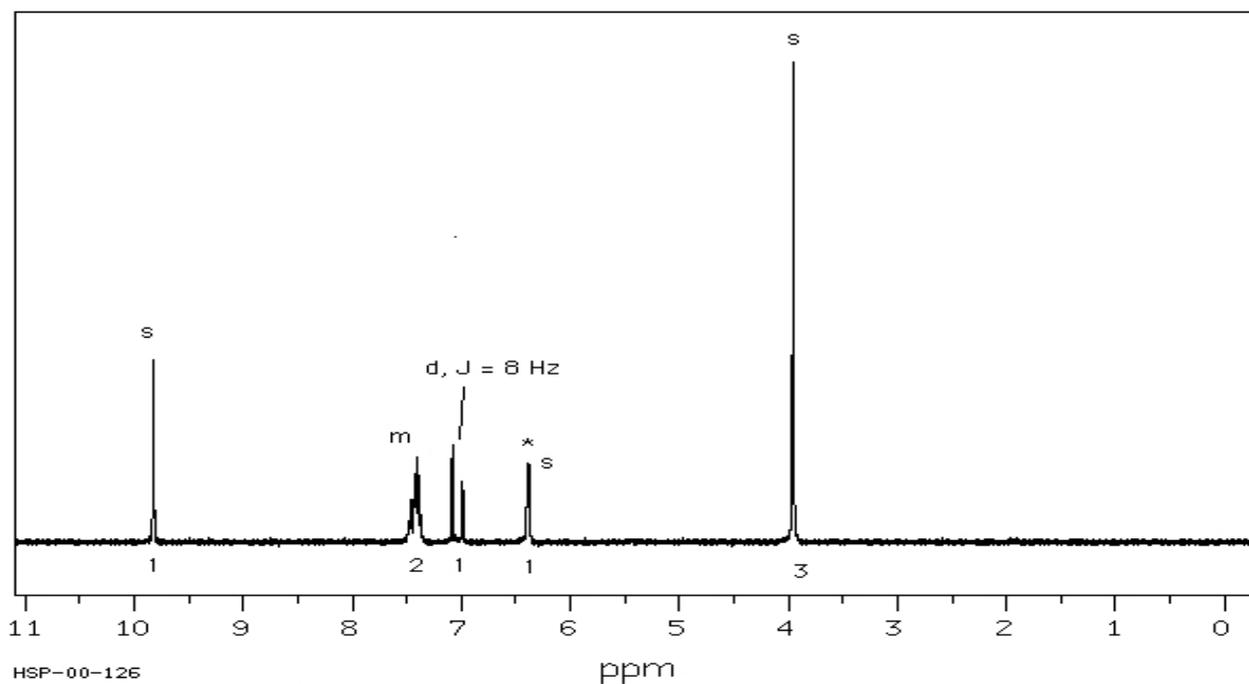
Pour le composé de formule moléculaire $C_8H_8O_3$, proposer au moins une structure qui soit en accord avec les spectres suivants.

Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques .

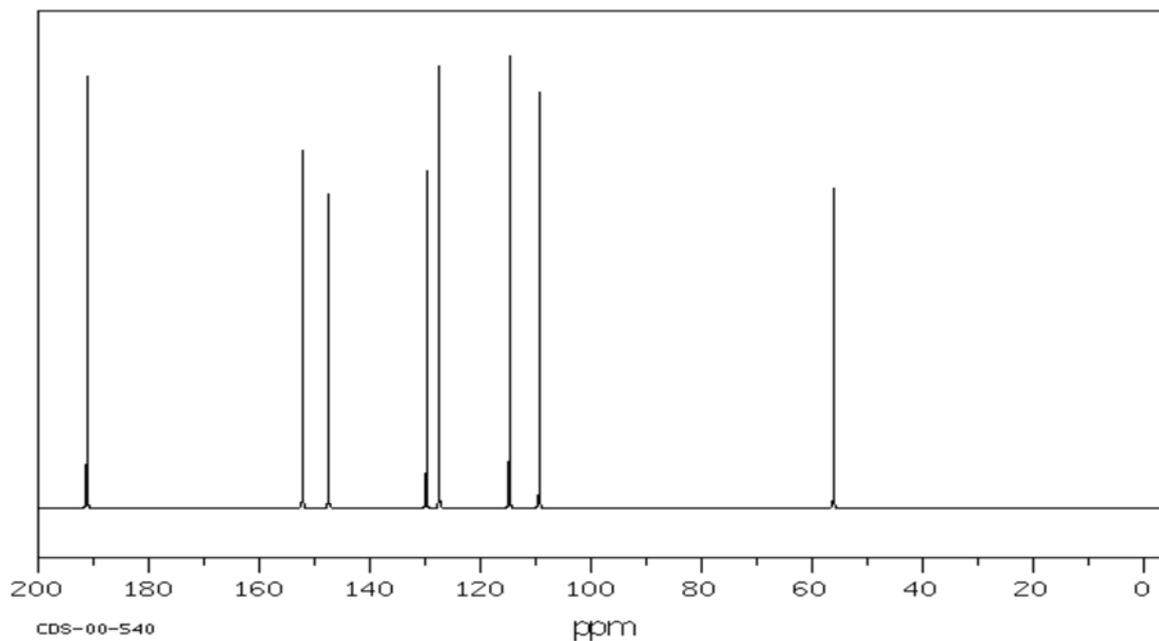
Remarques : Ce composé est trisubstitué en positions 1, 3 et 4.

En RMN 1H , le signal marqué d'une étoile s'échange avec D_2O .

RMN 1H :

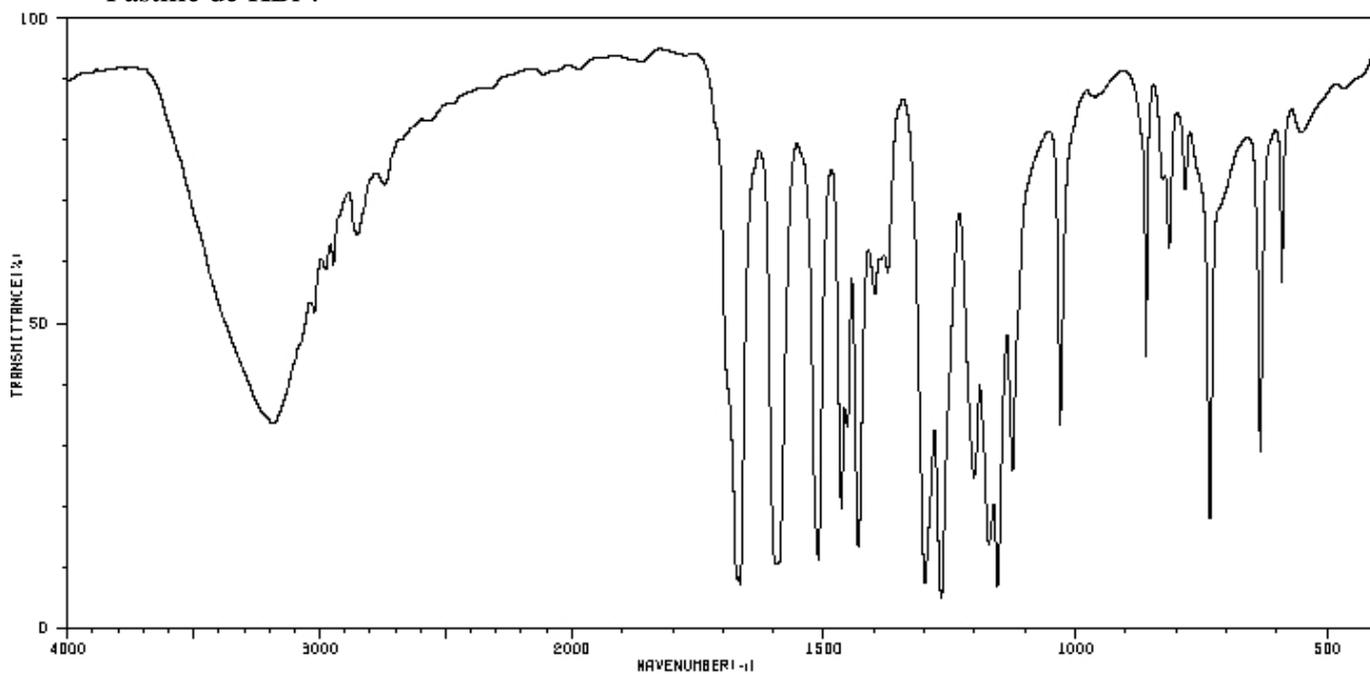


RMN ^{13}C :

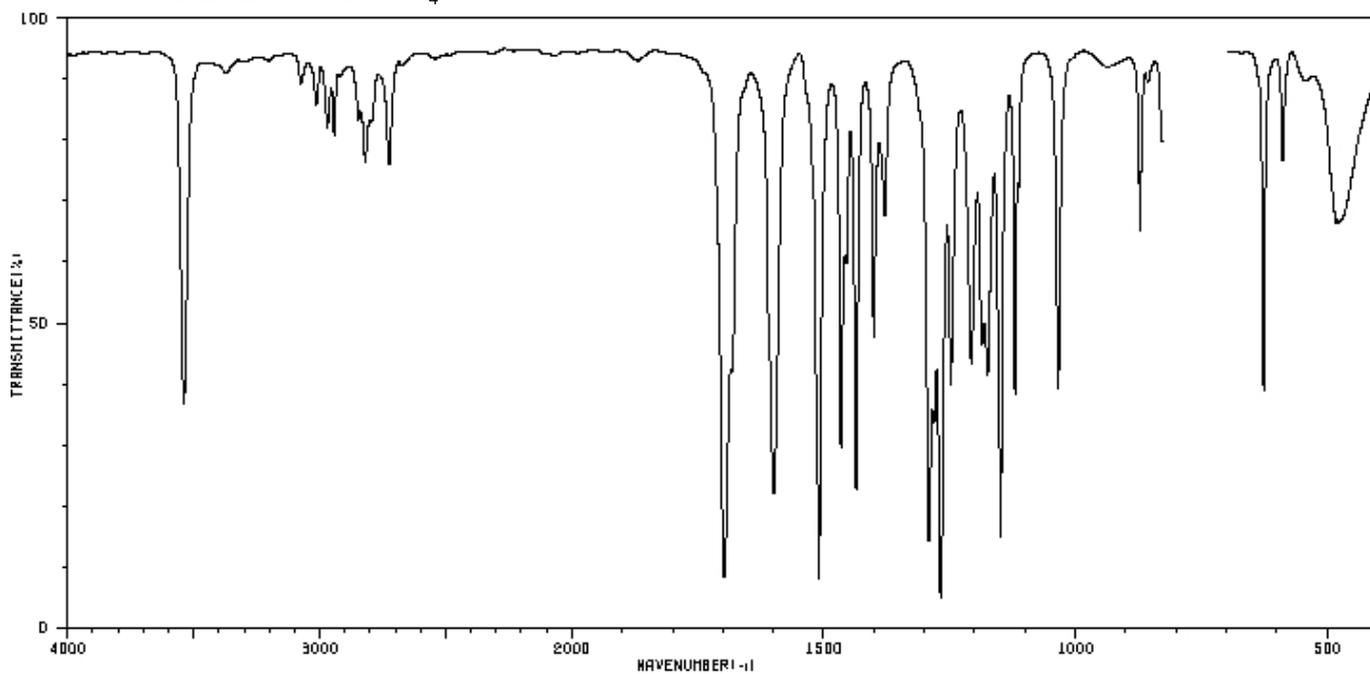


Spectres IR :

Pastille de KBr :



Solution diluée dans CCl₄ :



Structure proposée :



NOM Prénom : **PICQUET Michel**

Jeudi 06 novembre 2003

Contrôle des Connaissances de Spectroscopie - CORRECTIONS

Durée 1 h

Les problèmes I et II sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.

Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.

Les portables doivent être éteints et rangés.

Problème I (12 points) :

Attribuer les spectres IR et RMN ^1H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé.

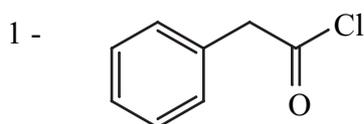
Remarque : En RMN ^1H , les signaux marqués d'une étoile s'échangent avec D_2O .

Barème :

0,5 pt par bonne attribution (x 12)

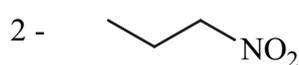
0,5 pt par justification spectre IR (x 6)

0,5 pt par justification spectre RMN (x 6)



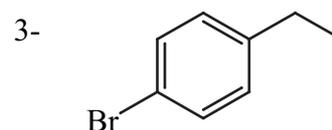
IR : **E**

RMN ^1H : **γ**



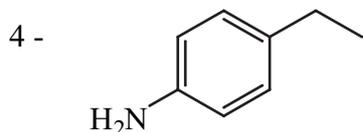
IR : **D**

RMN ^1H : **Ω**



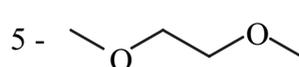
IR : **A**

RMN ^1H : **δ**



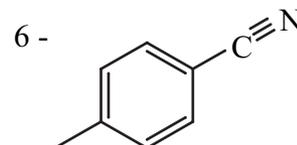
IR : **F**

RMN ^1H : **α**



IR : **B**

RMN ^1H : **ϵ**

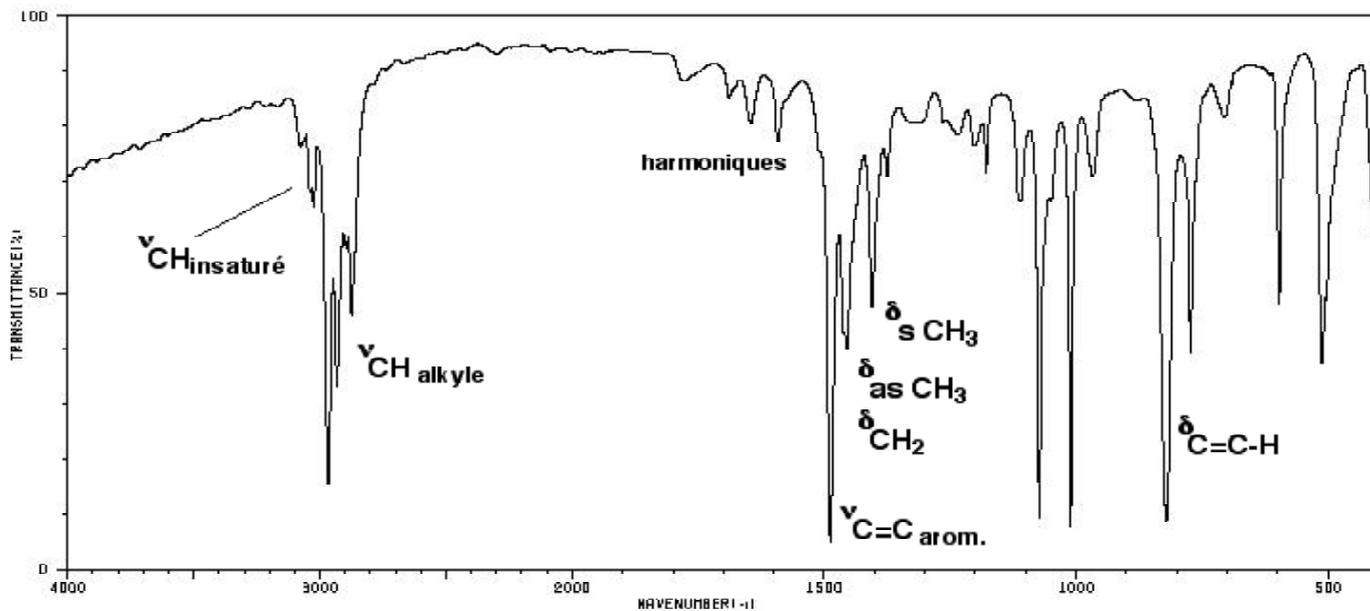


IR : **C**

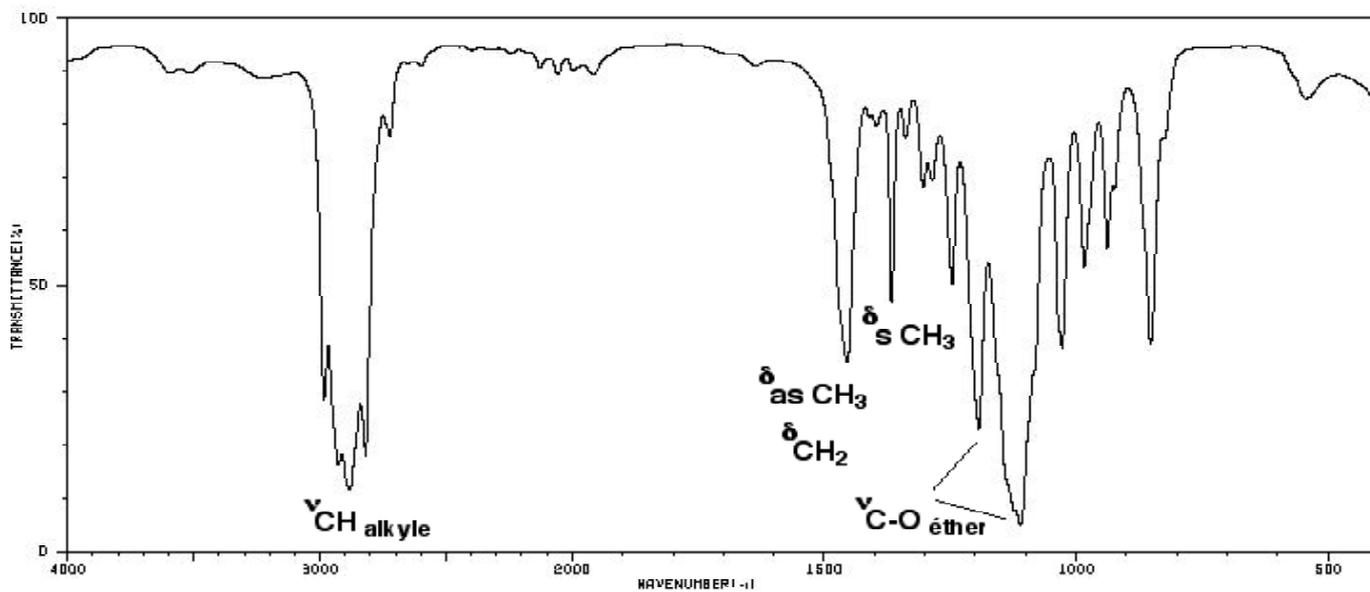
RMN ^1H : **β**

Spectres IR :

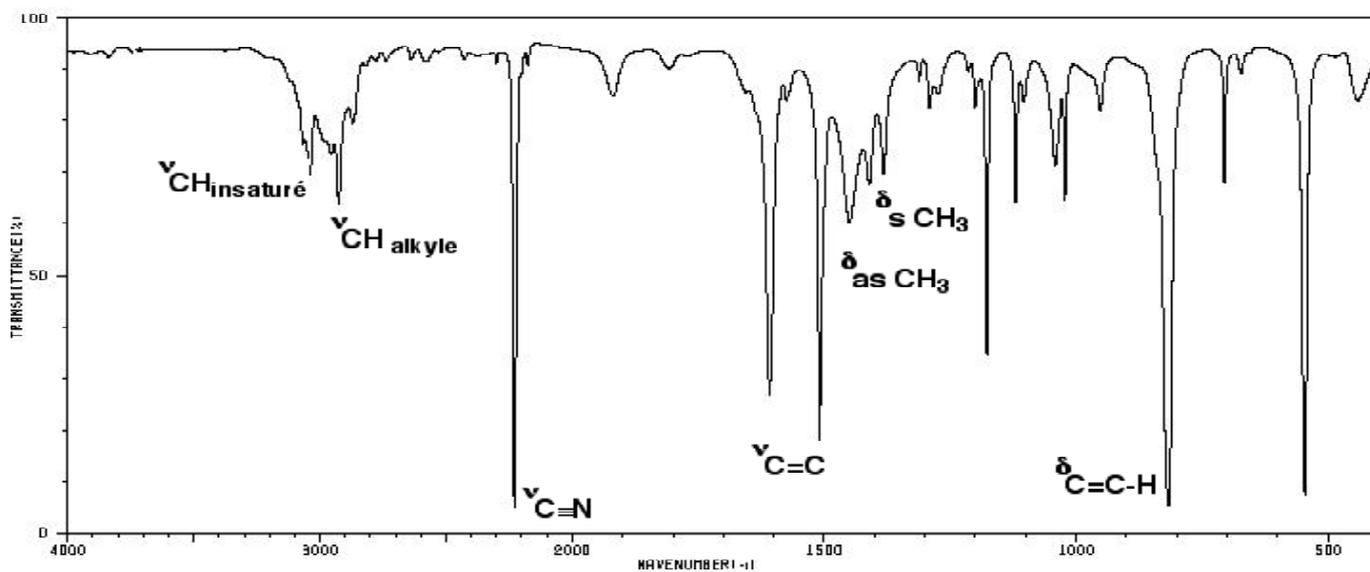
A -

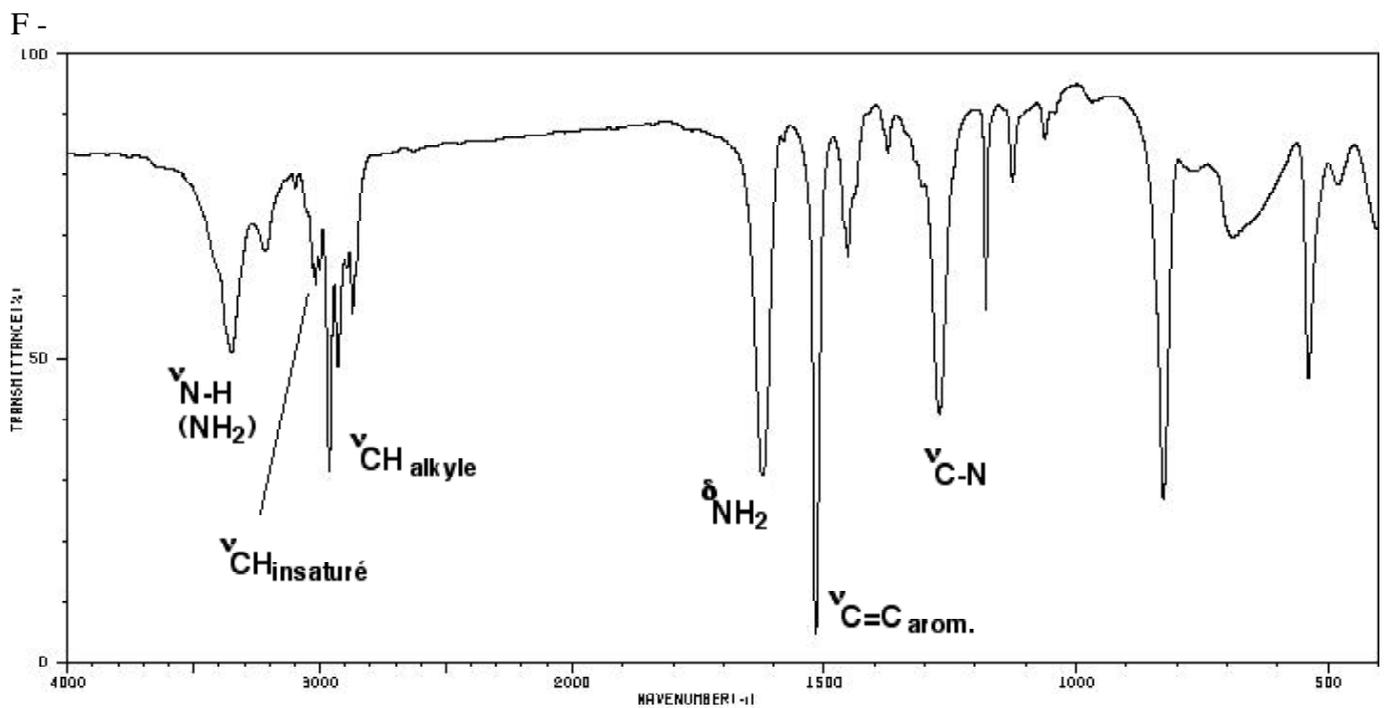
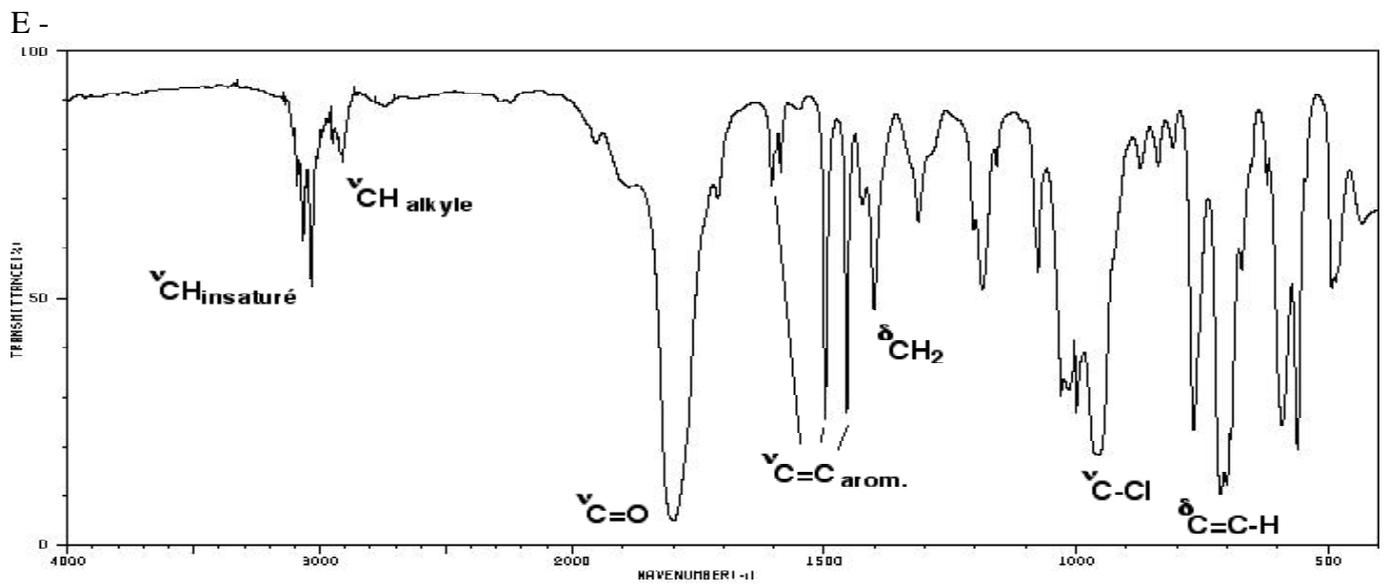
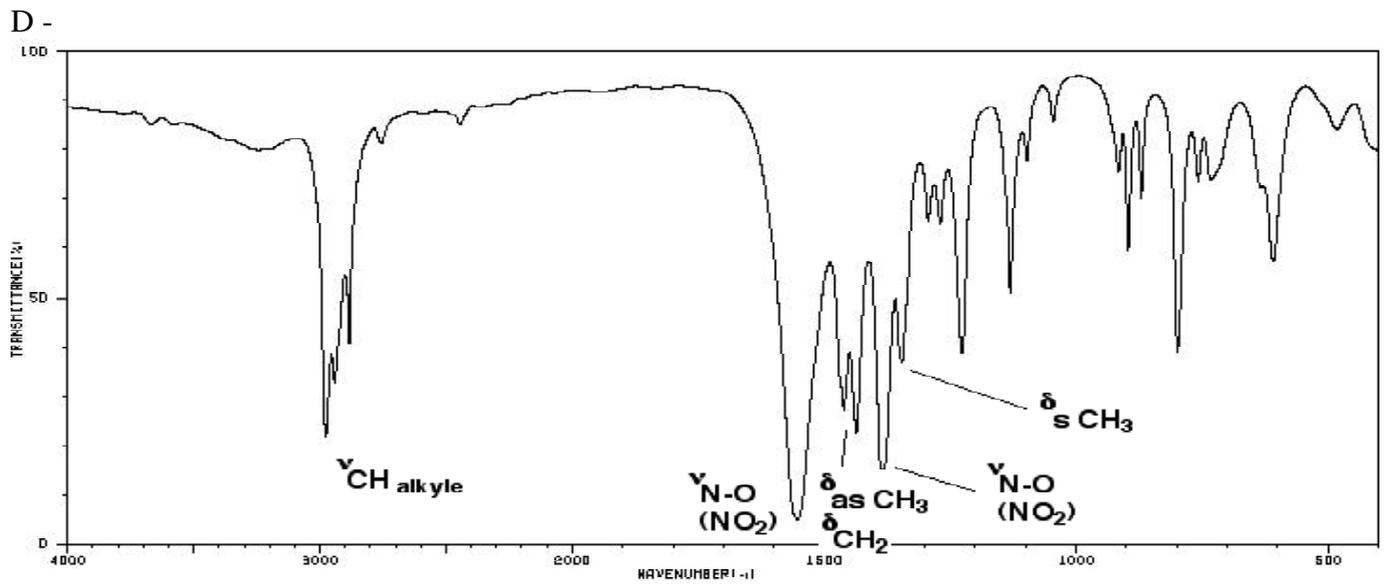


B -



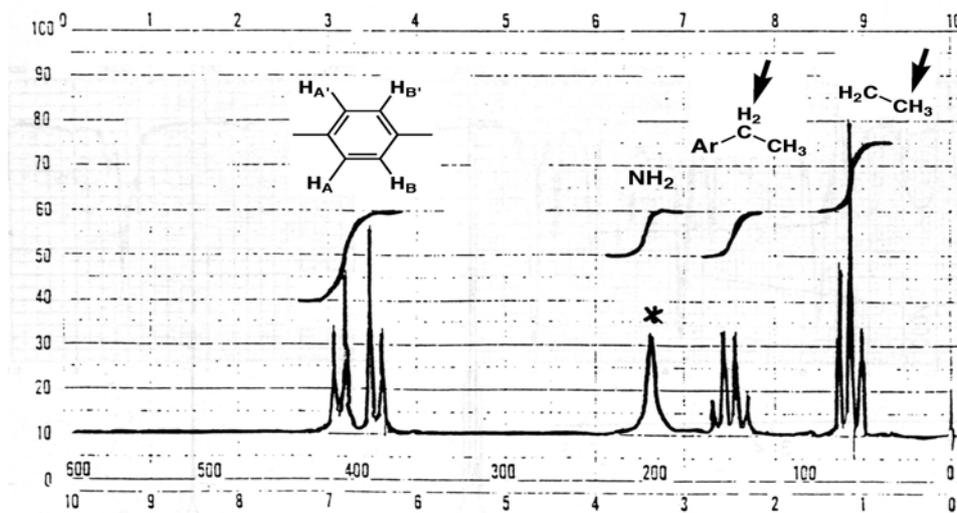
C -



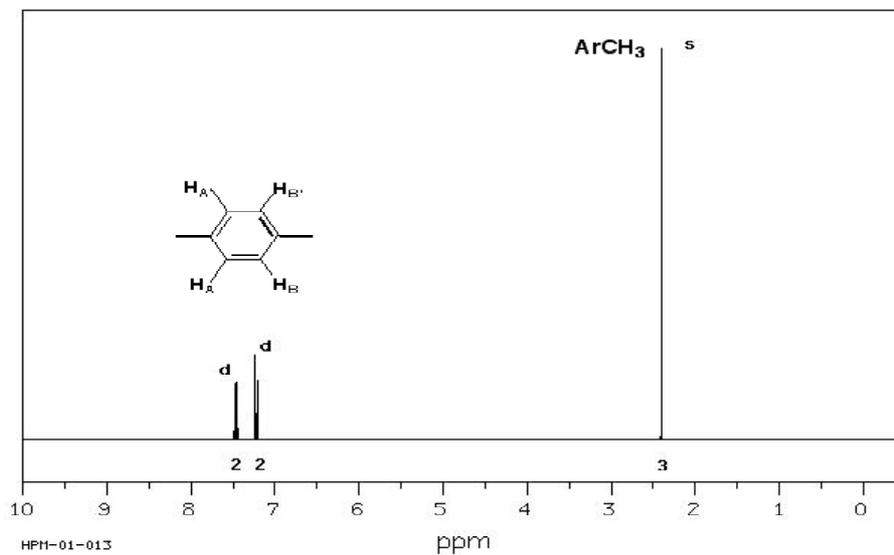


Spectres RMN ^1H :

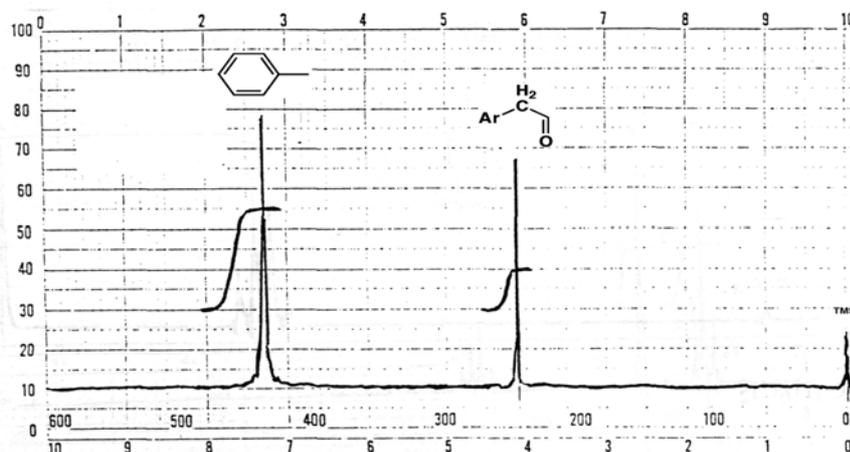
α -



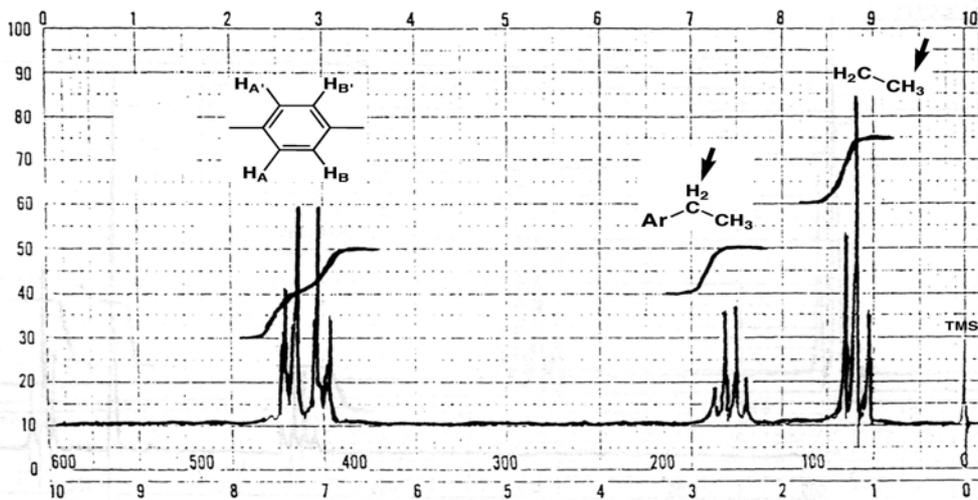
β -



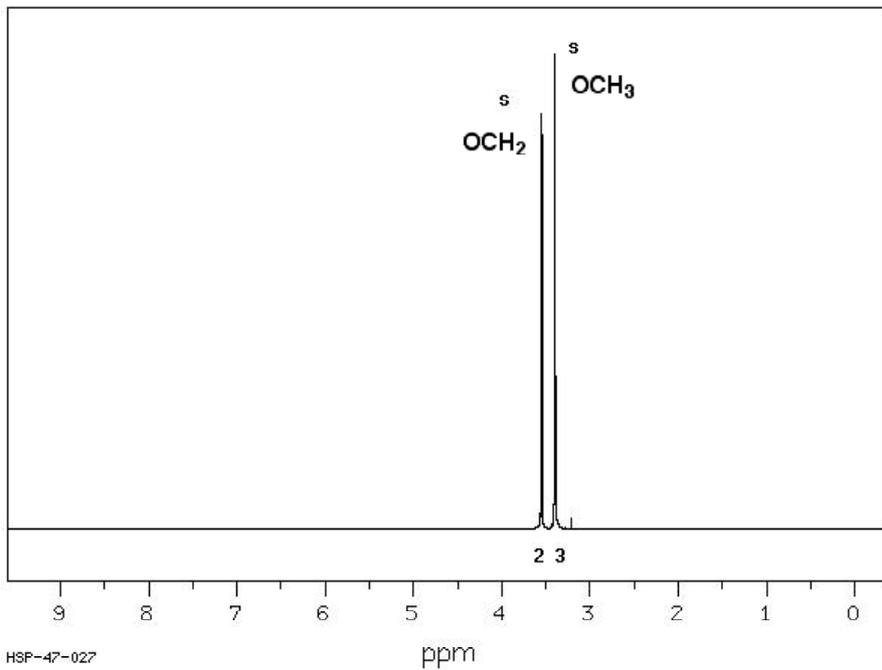
γ -



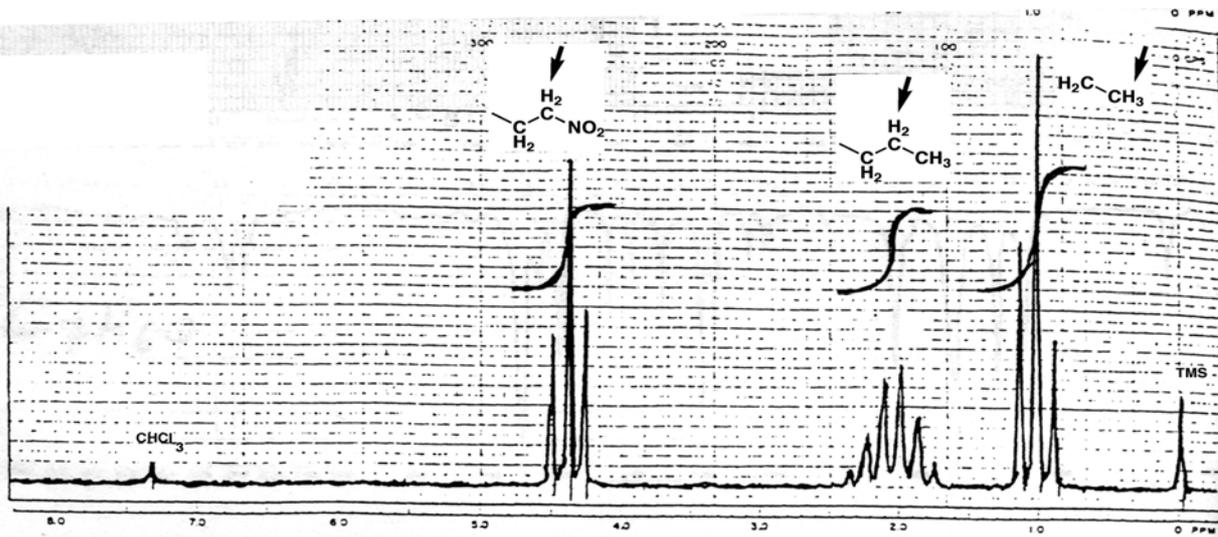
δ-



ε-



Ω-



Problème II :

Pour le composé de formule moléculaire $C_8H_8O_3$, proposer au moins une structure qui soit en accord avec les spectres suivants.

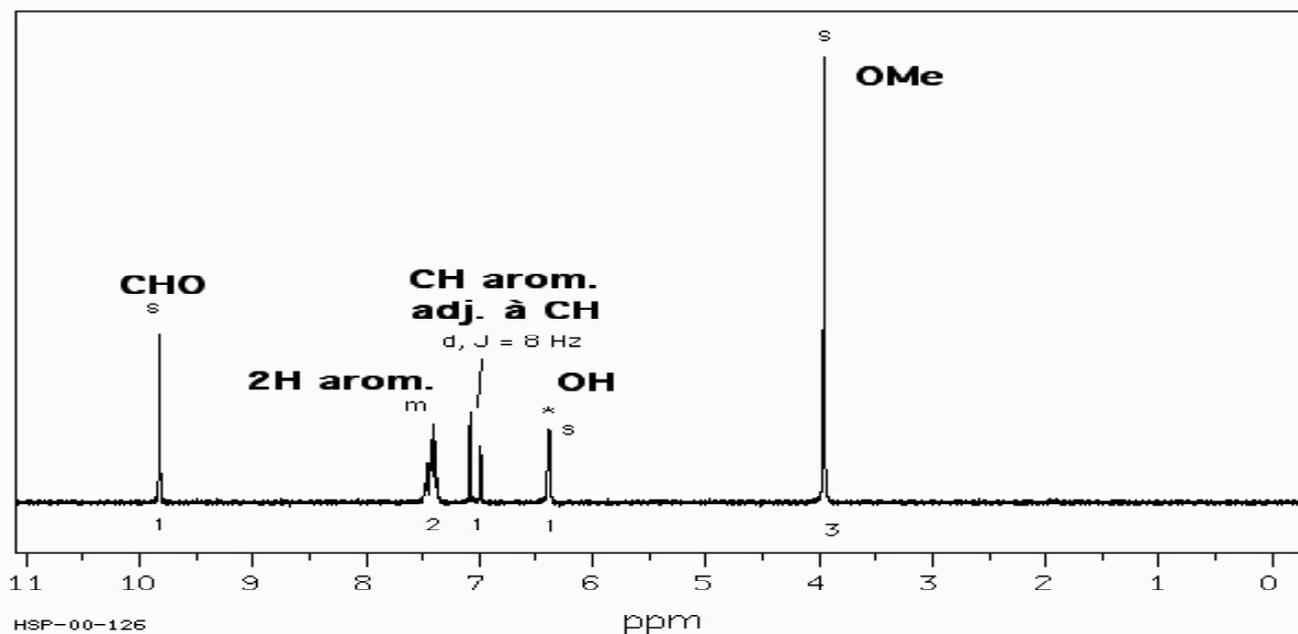
Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques .

Remarques : Ce composé est trisubstitué en positions 1, 3 et 4.

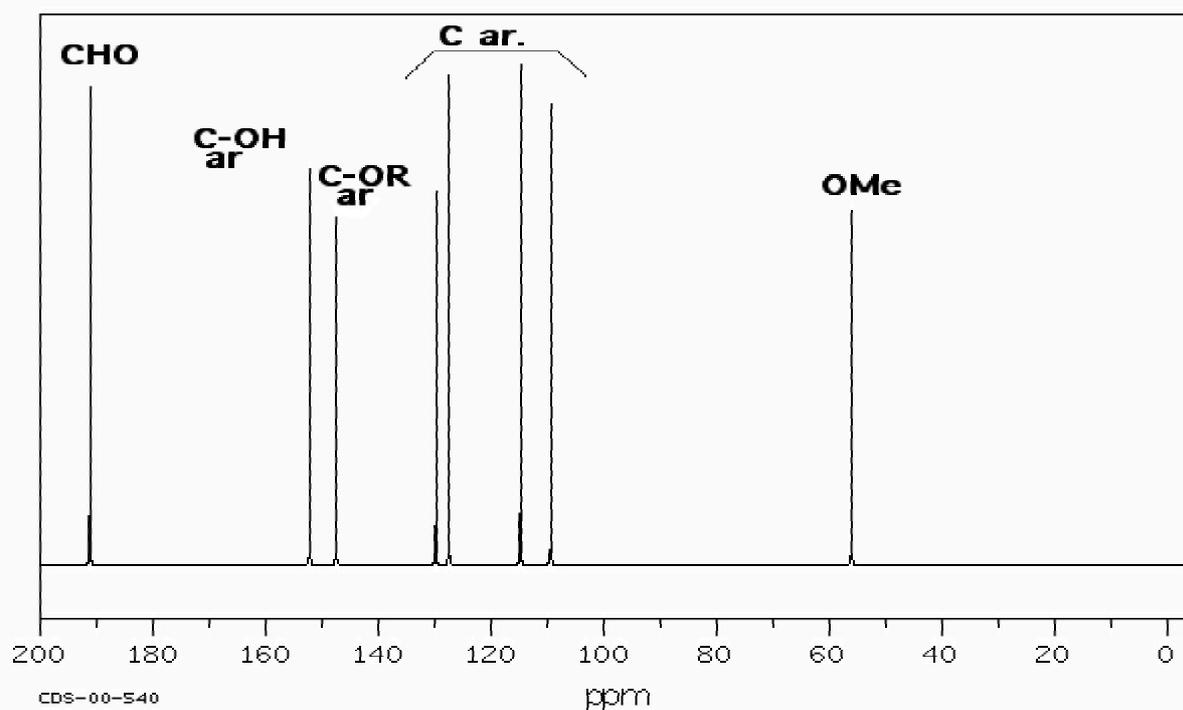
En RMN 1H , le signal marqué d'une étoile s'échange avec D_2O .

Barème : DBE 1 pt, RMN 1H 2 pts, RMN ^{13}C 1 pt, IR 2 pts, structure 2 pts.

RMN 1H : DBE = 5 \Rightarrow cycle arom. ; 8 H visibles en RMN \Rightarrow pas de symétrie.

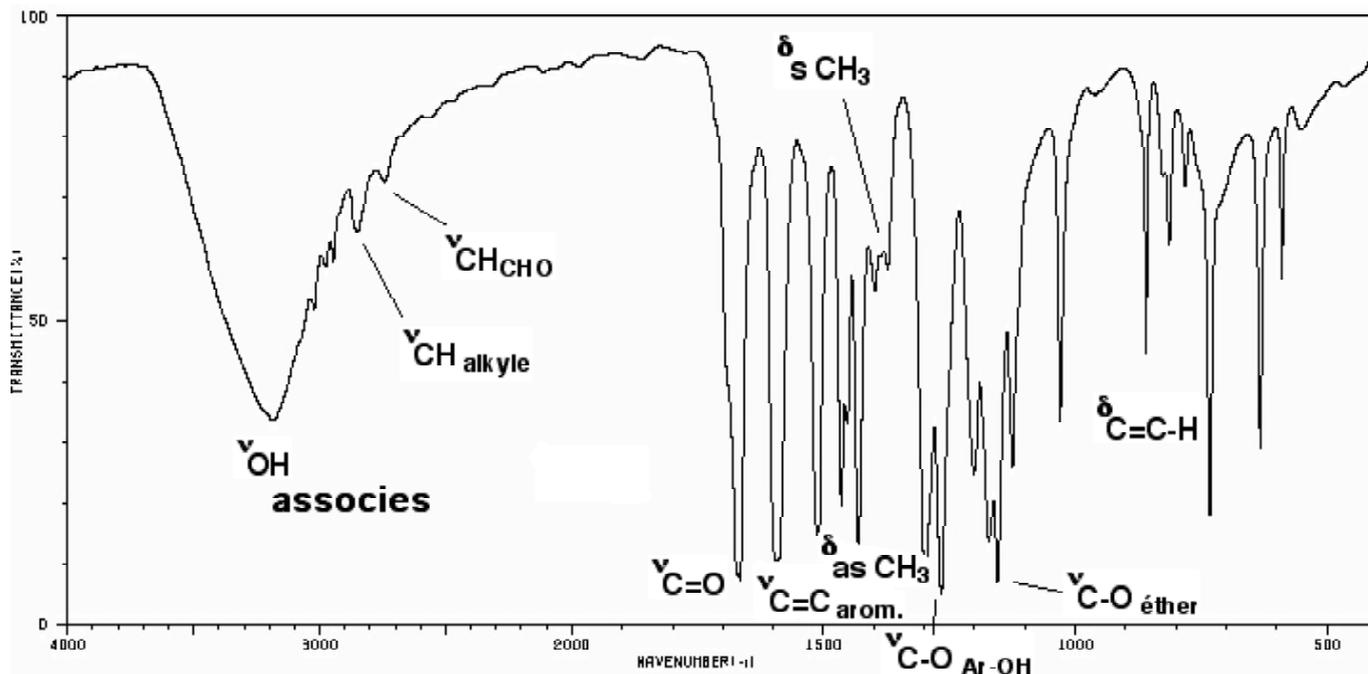


RMN ^{13}C : 8 C visibles en RMN \Rightarrow pas de symétrie.

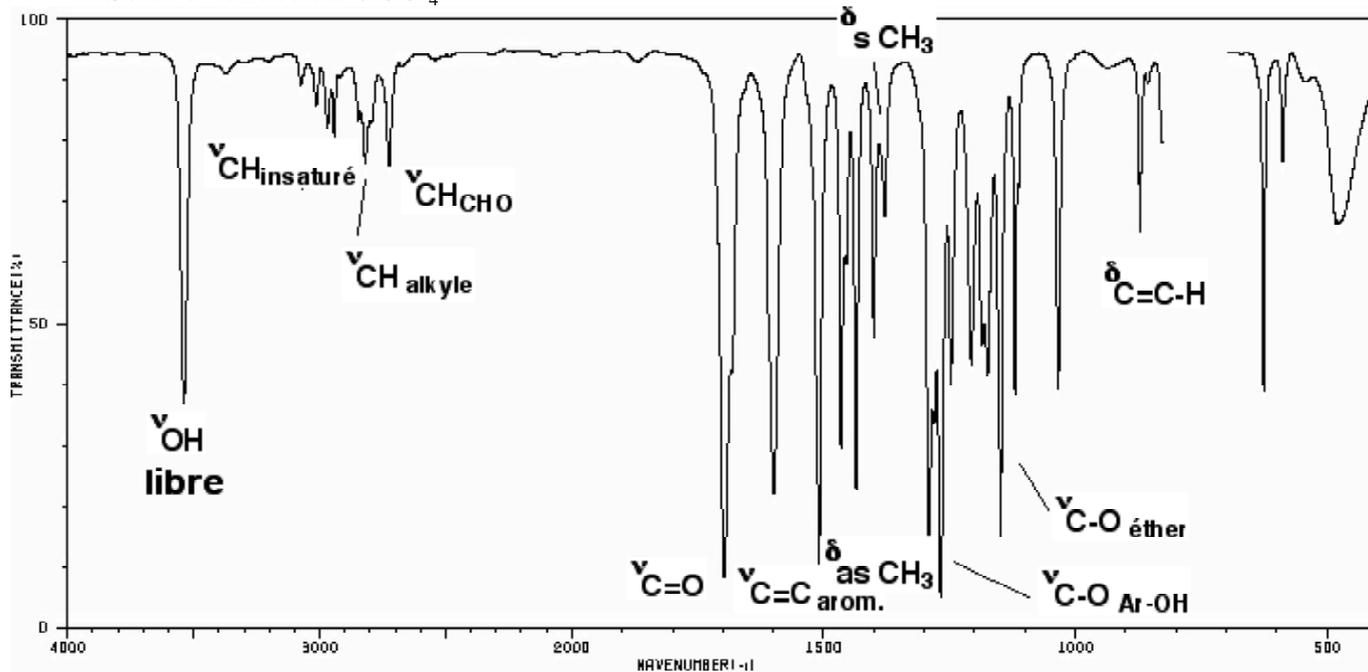


Spectres IR :

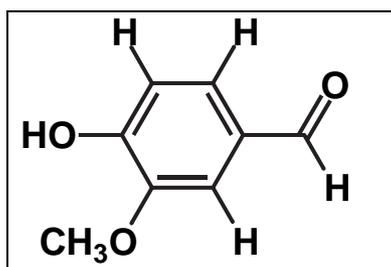
Pastille de KBr :



Solution diluée dans CCl₄ :



Structure proposée :



Vanilline

NOM Prénom :

Jeudi 04 novembre 2004

Contrôle des Connaissances de Spectroscopie

Durée 1 h

Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.

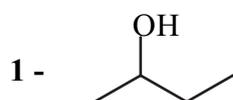
Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.

Les portables doivent être éteints et rangés.

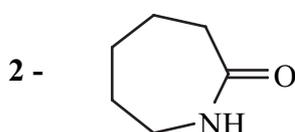
Problème I :

Attribuer les spectres IR et RMN ^1H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé.

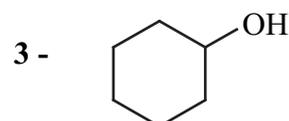
Remarque : En RMN ^1H , les signaux marqués d'une étoile s'échangent avec D_2O .



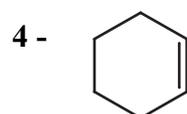
IR :
RMN ^1H :



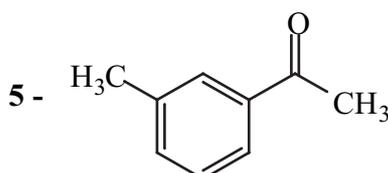
IR :
RMN ^1H :



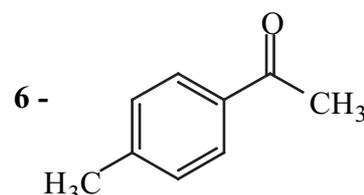
IR :
RMN ^1H :



IR :
RMN ^1H :

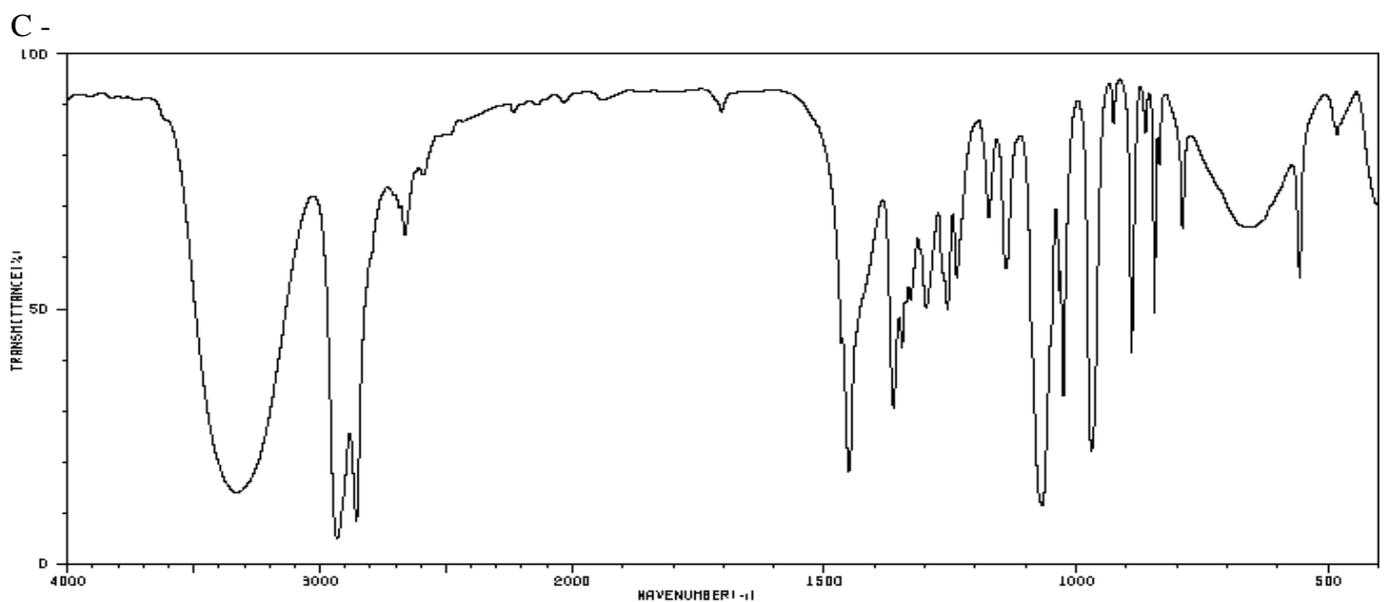
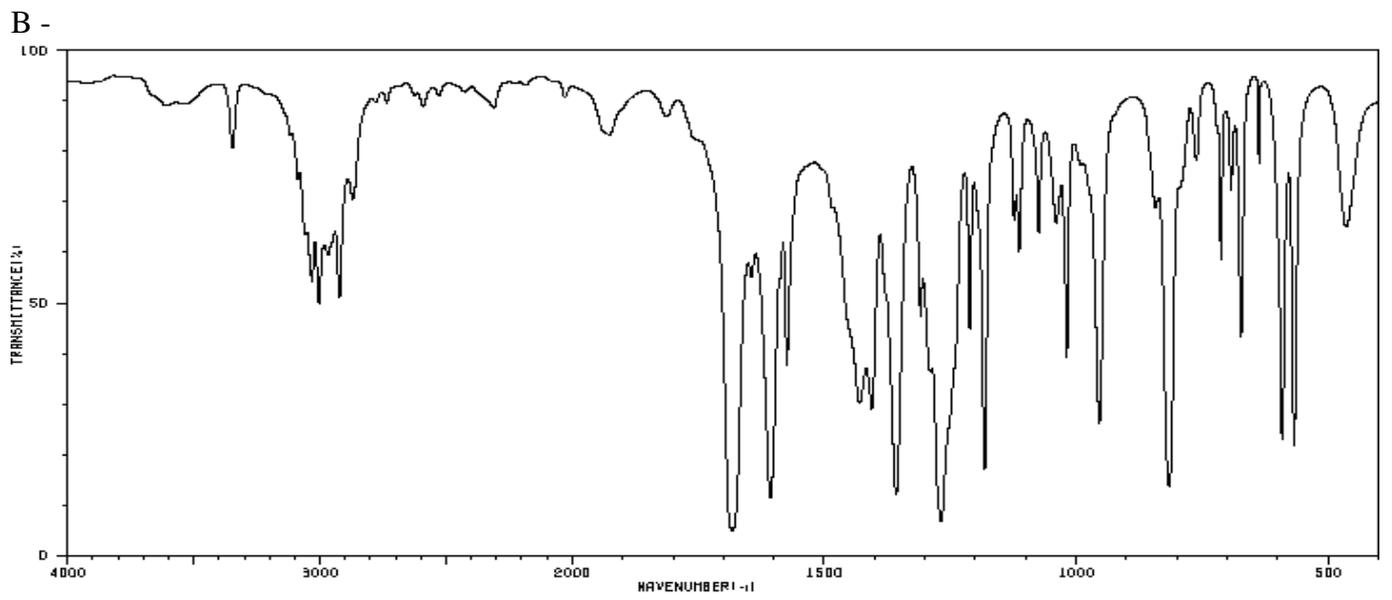
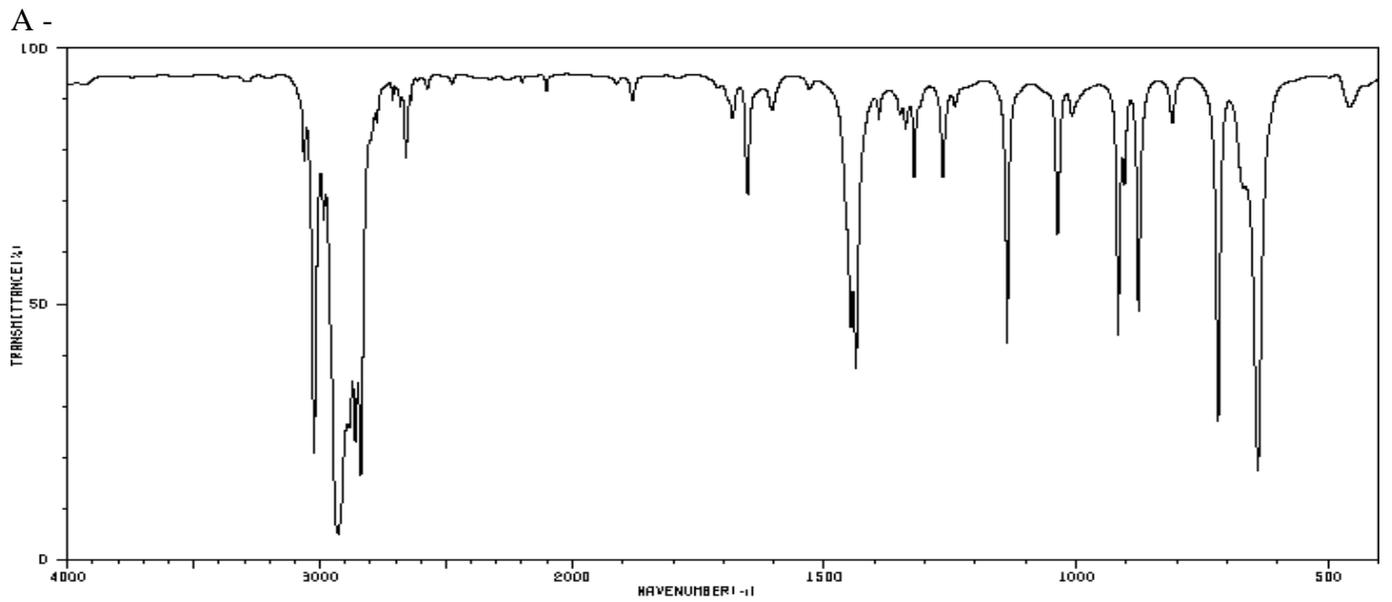


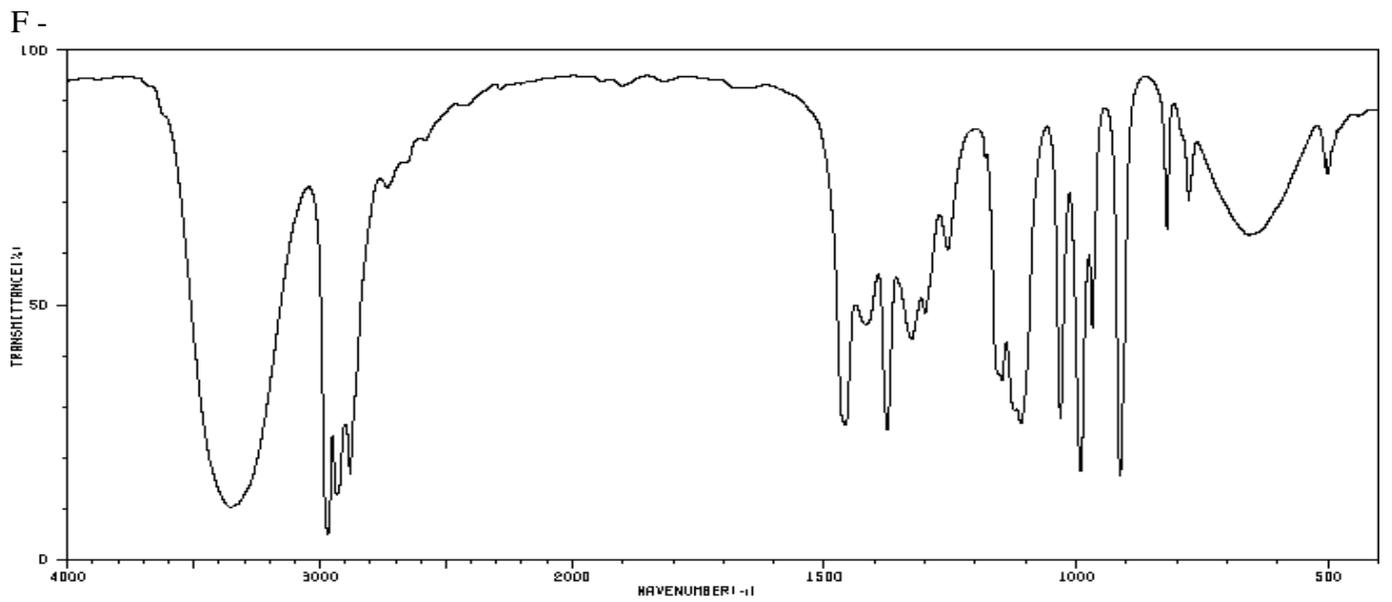
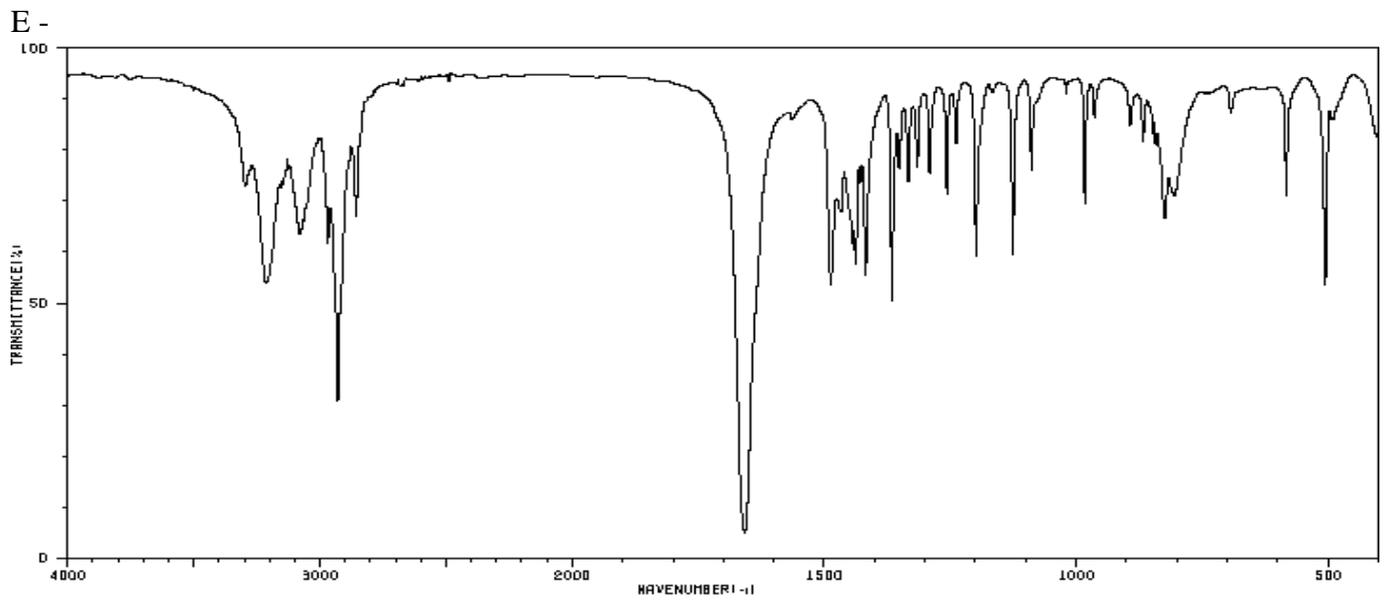
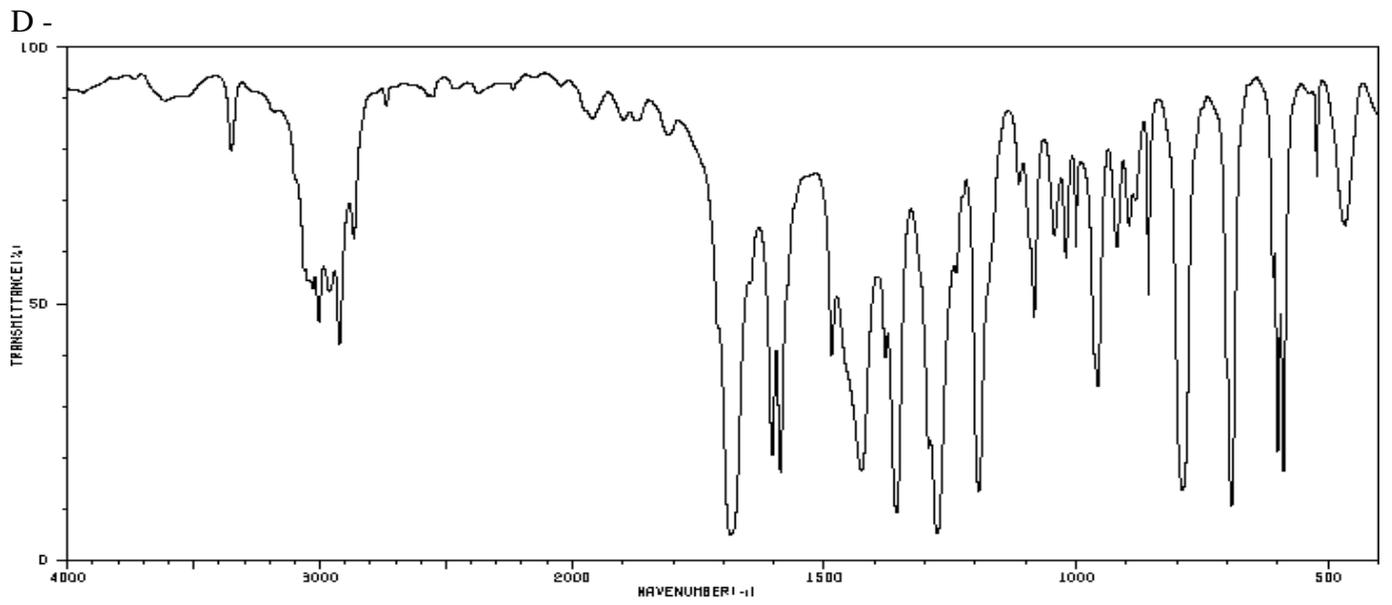
IR :
RMN ^1H :



IR :
RMN ^1H :

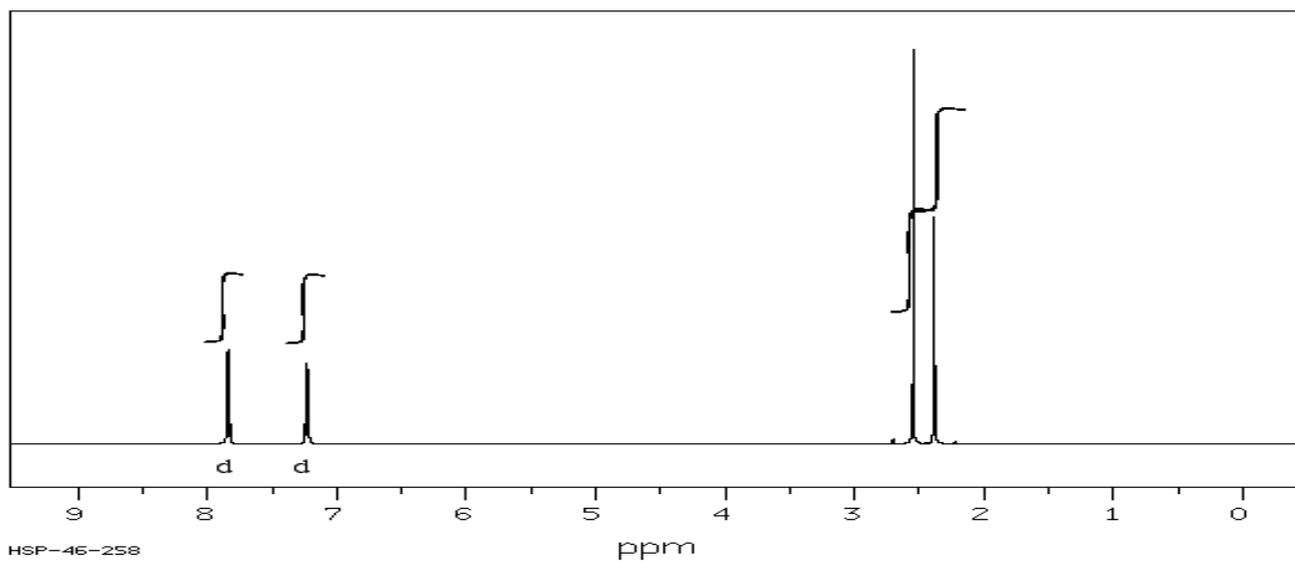
Spectres IR :



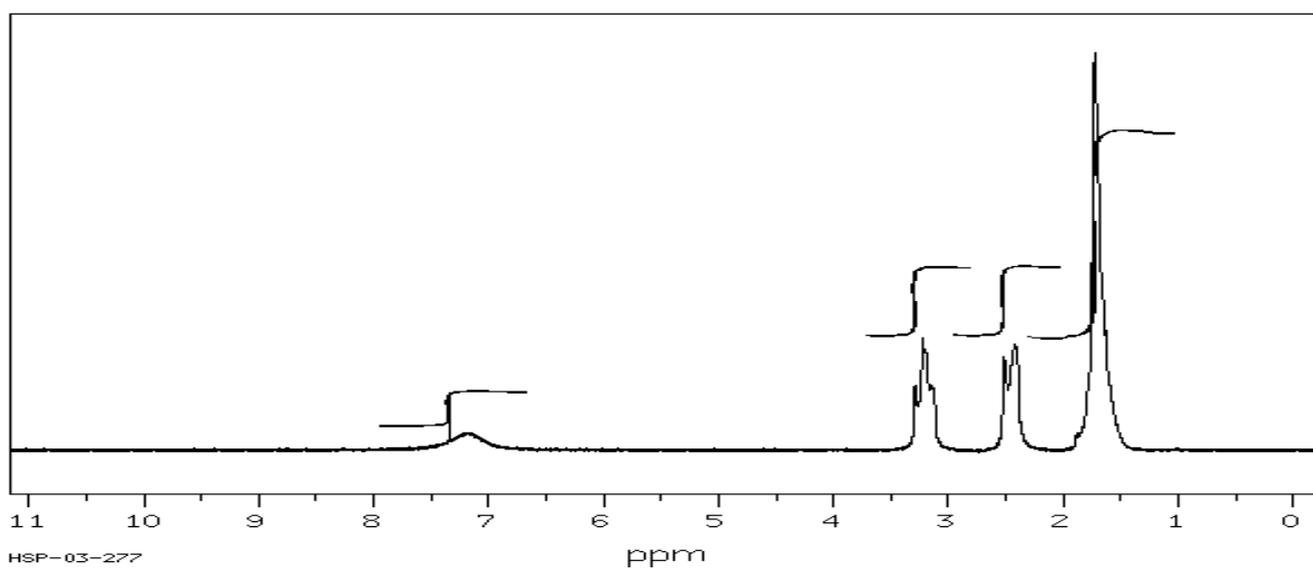


Spectres RMN ^1H :

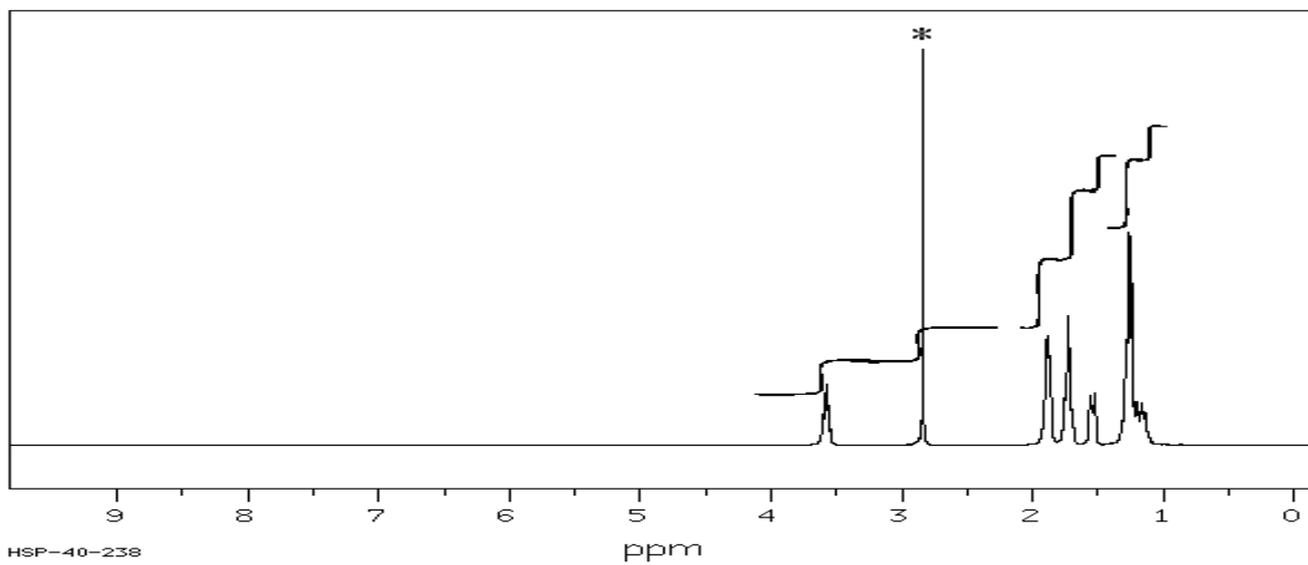
α -



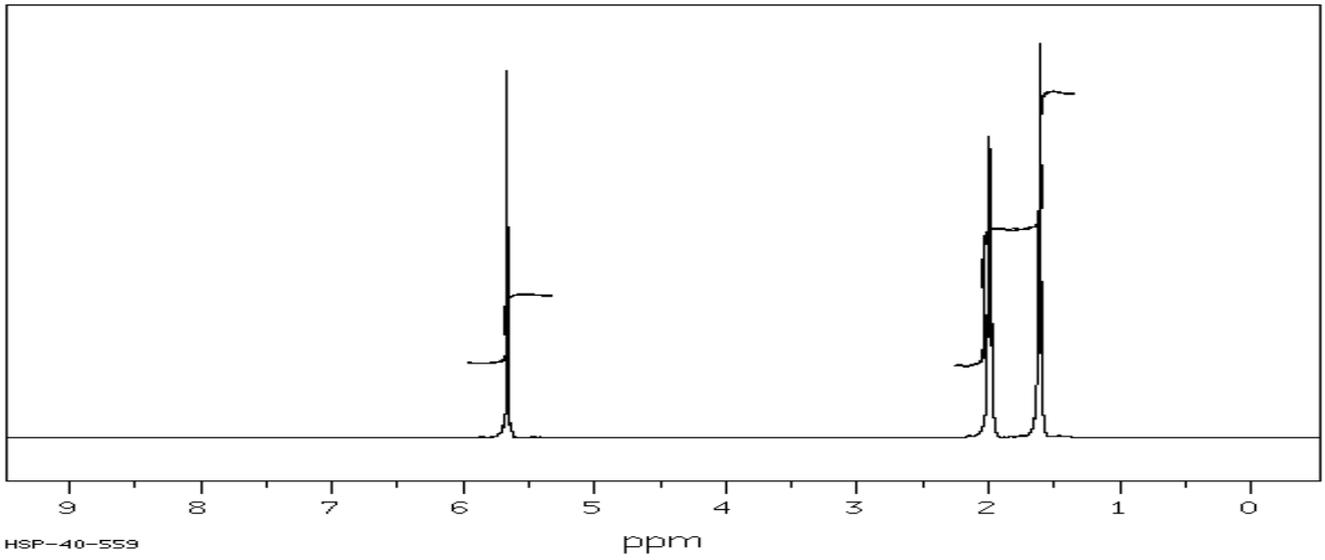
β -



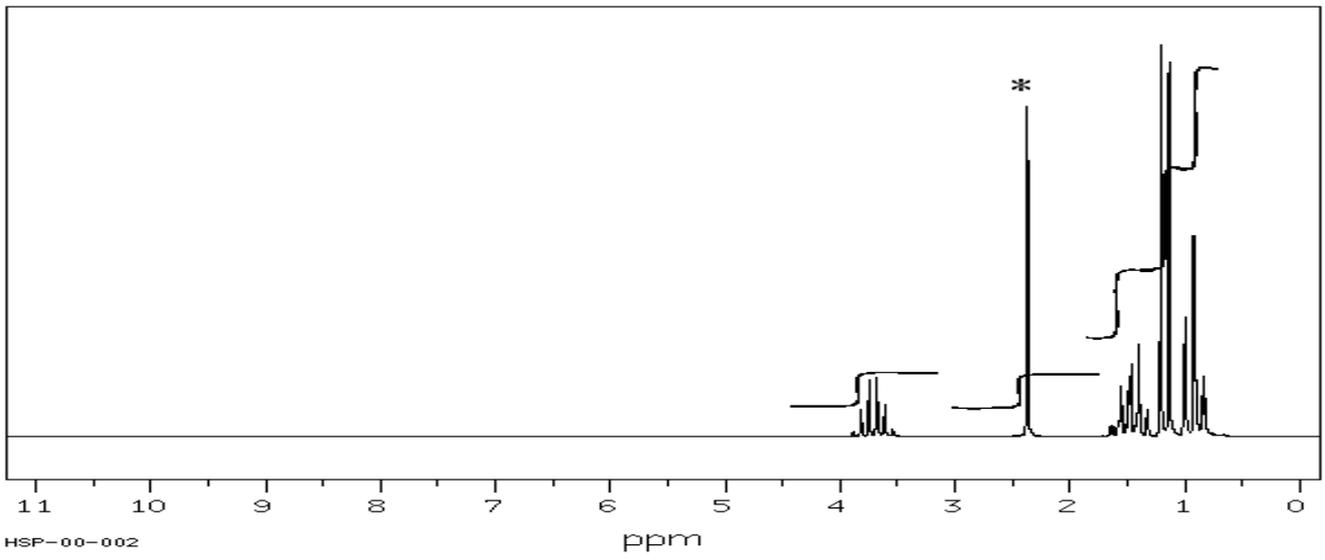
γ -



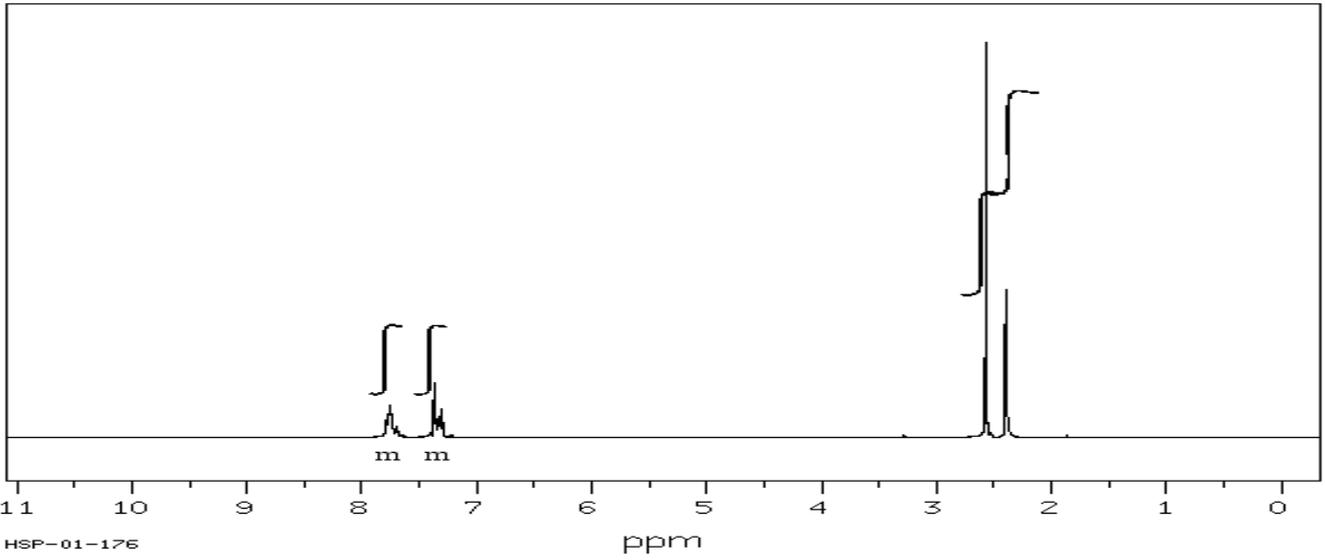
δ-



ε-



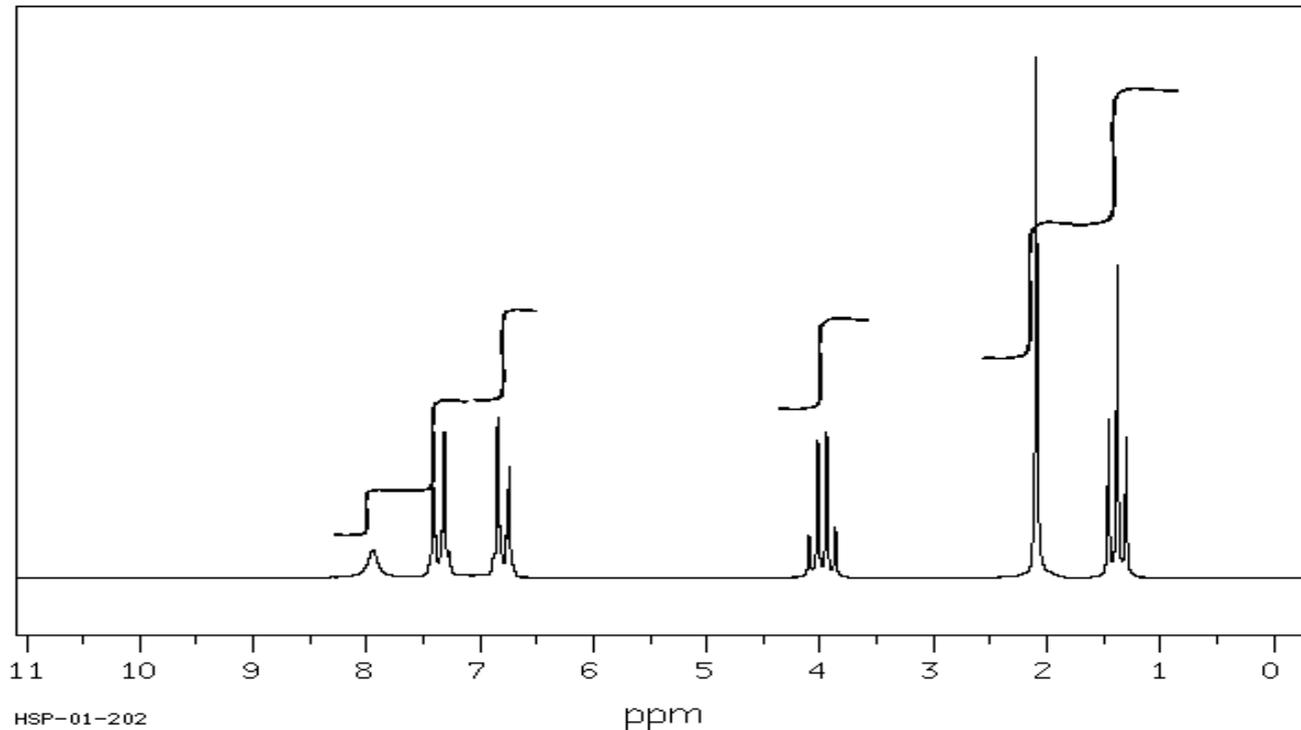
Ω-



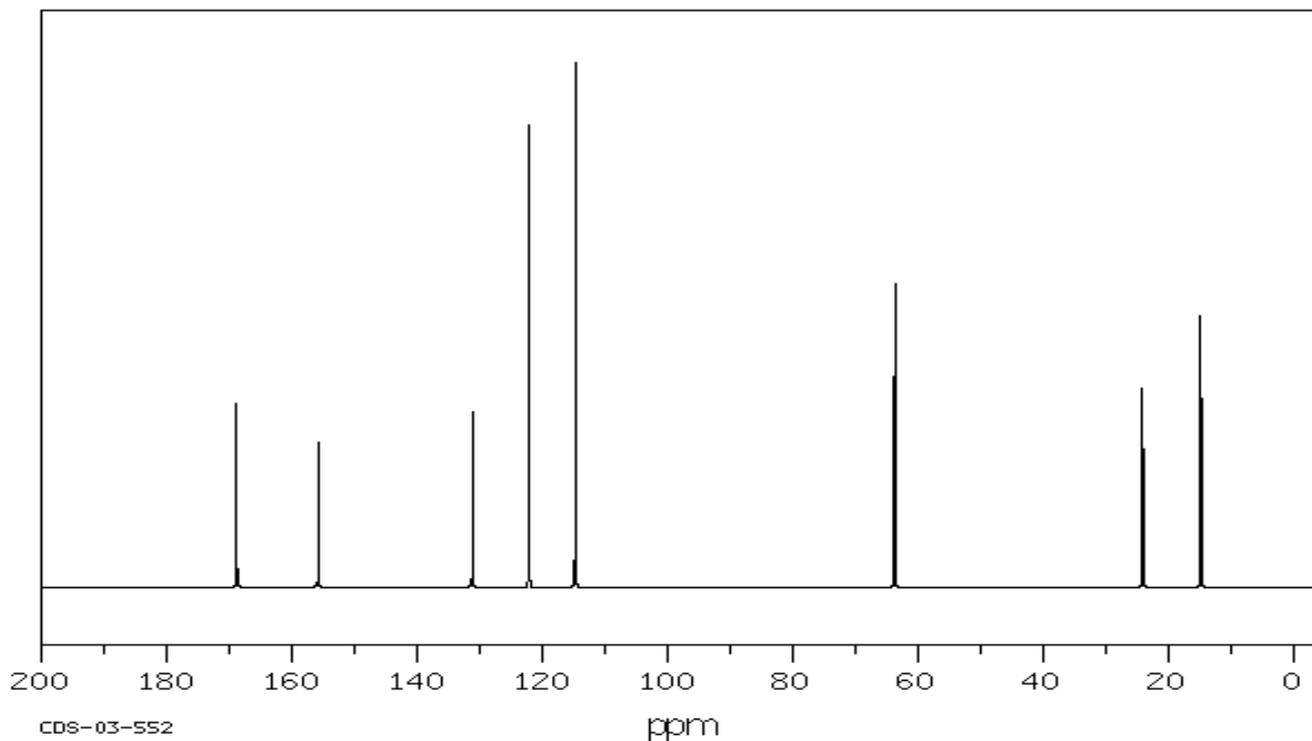
Problème II :

D'après les spectres suivants, donner la structure du composé de formule moléculaire $C_{10}H_{13}NO_2$. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques .

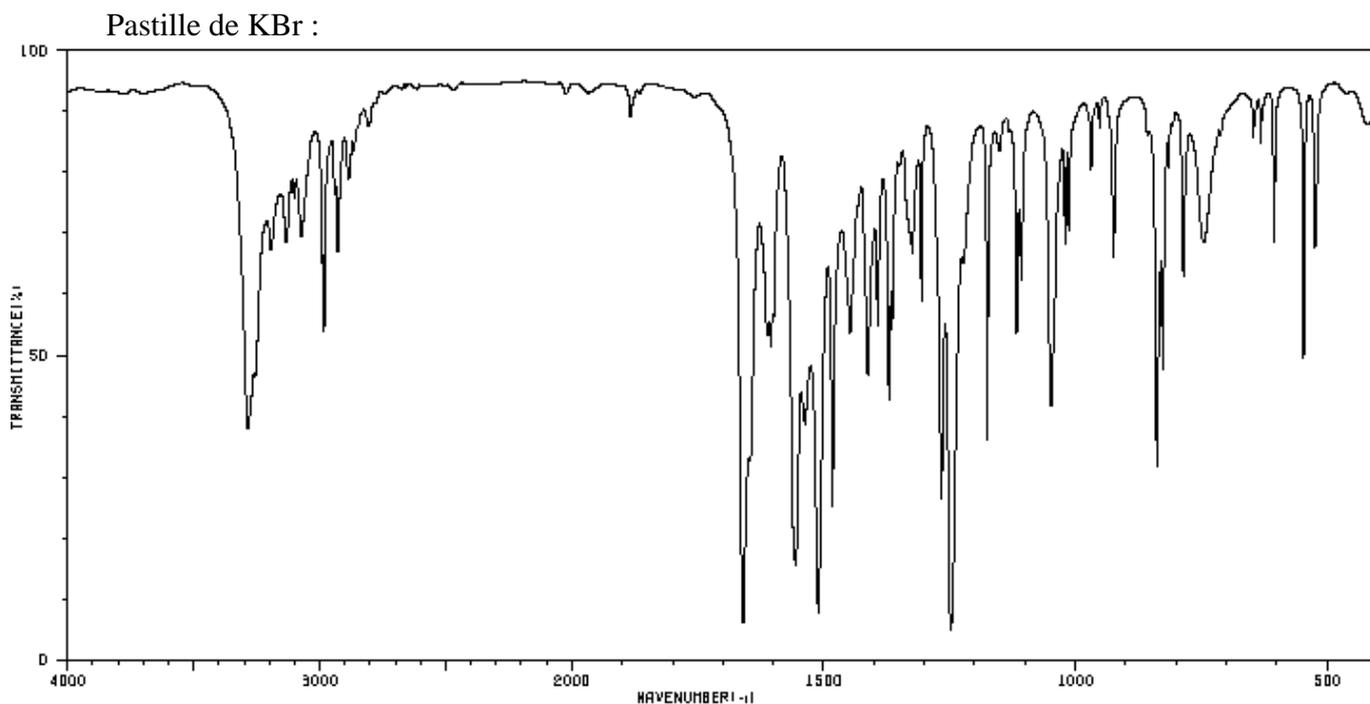
RMN 1H :



RMN $^{13}C\{^1H\}$:



Spectres IR :



Structure proposée :



Problème III :

La réduction du benzaldéhyde Ph-CHO (**I**) par l'hydrure LiAlH_4 conduit, après hydrolyse, à l'alcool benzylique Ph- CH_2 -OH (**II**). Si cette réaction est effectuée sans précautions particulières (purification des réactifs par exemple), il est également possible d'observer dans le mélange réactionnel de l'acide benzoïque Ph- CO_2H (**III**) issu de l'oxydation de benzaldéhyde par l'oxygène de l'air.

Précisez, en quelques lignes, comment la réalisation d'un spectre IR et d'un spectre RMN ^1H sur le brut réactionnel pourrait vous permettre de montrer la présence des trois composés organiques et de connaître quantitativement la composition du mélange.

NOM Prénom :

Jeudi 04 novembre 2004

Contrôle des Connaissances de Spectroscopie- **CORRECTIONS**

Durée 1 h

Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.

Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.

Les portables doivent être éteints et rangés.

Problème I :

Attribuer les spectres IR et RMN ¹H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé.

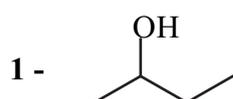
Remarque : En RMN ¹H, les signaux marqués d'une étoile s'échangent avec D₂O.

Barème :

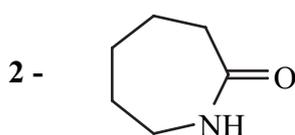
0,5 pt par bonne attribution (x 12)

0,5 pt par justification spectre IR (x 6)

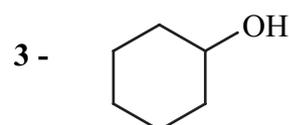
0,5 pt par justification spectre RMN (x 6)



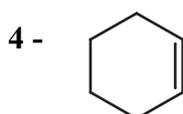
IR : F (ou C)
RMN ¹H : E



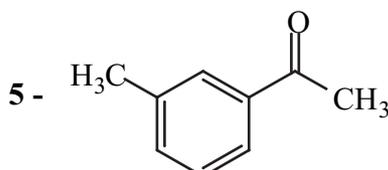
IR : E
RMN ¹H : β



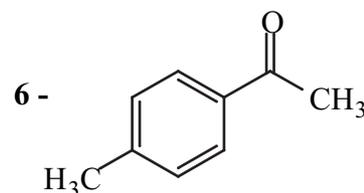
IR : C (ou F)
RMN ¹H : γ



IR : A
RMN ¹H : δ

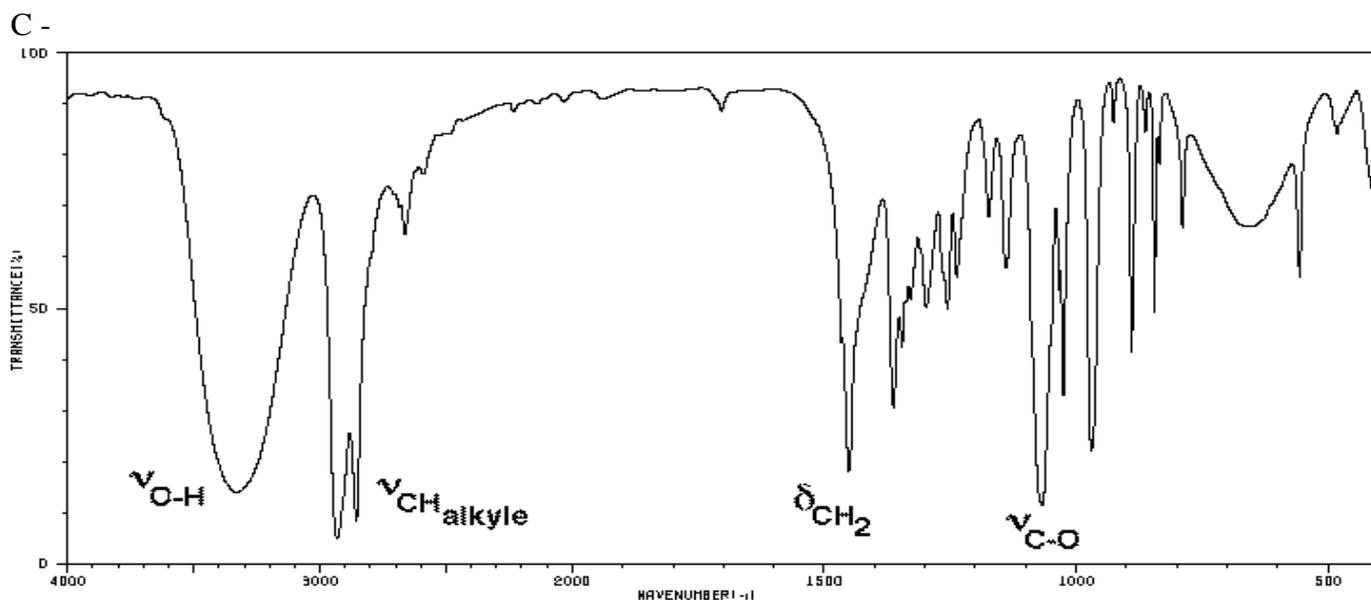
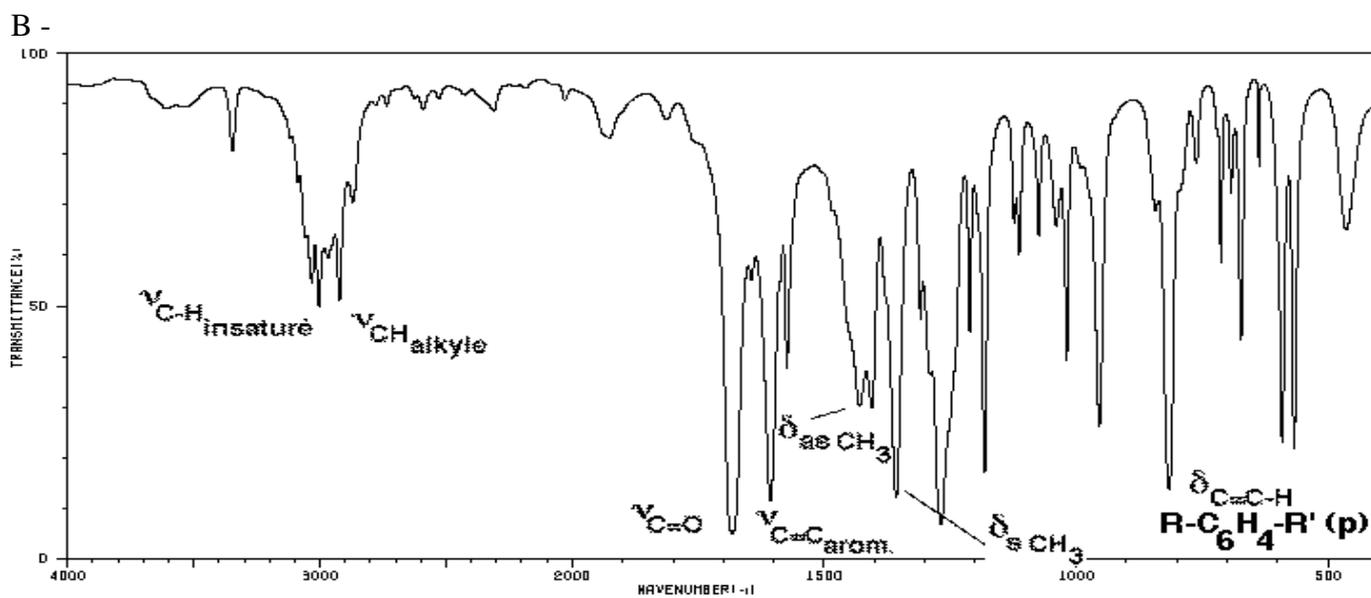
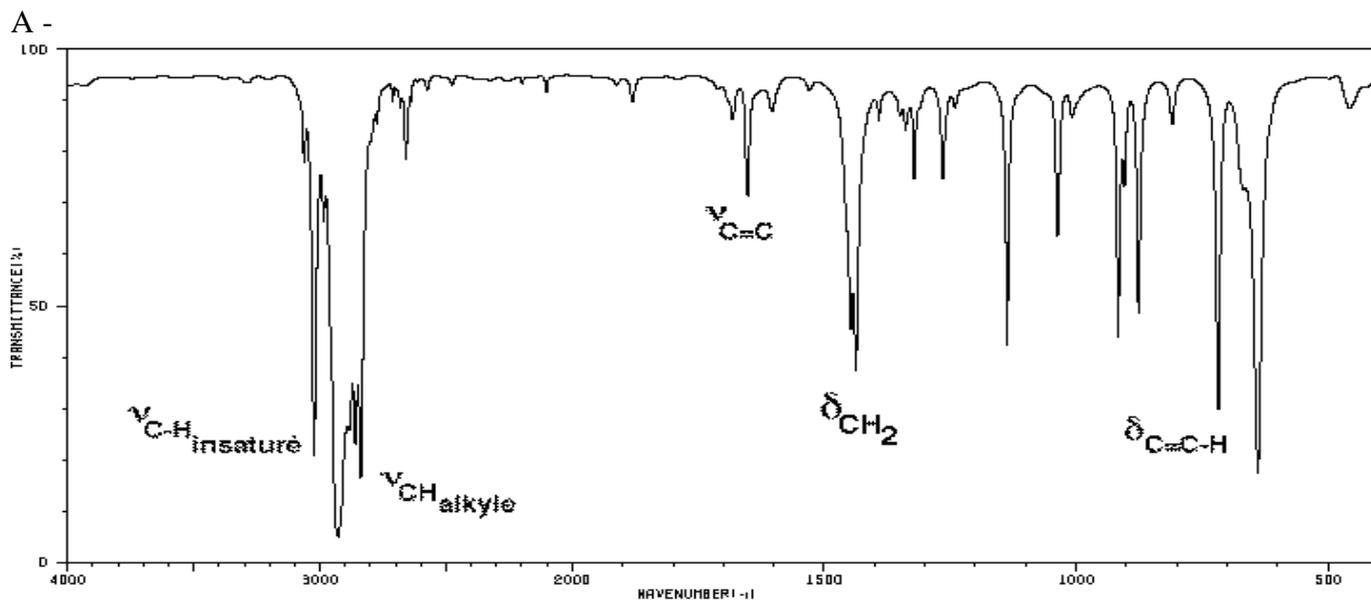


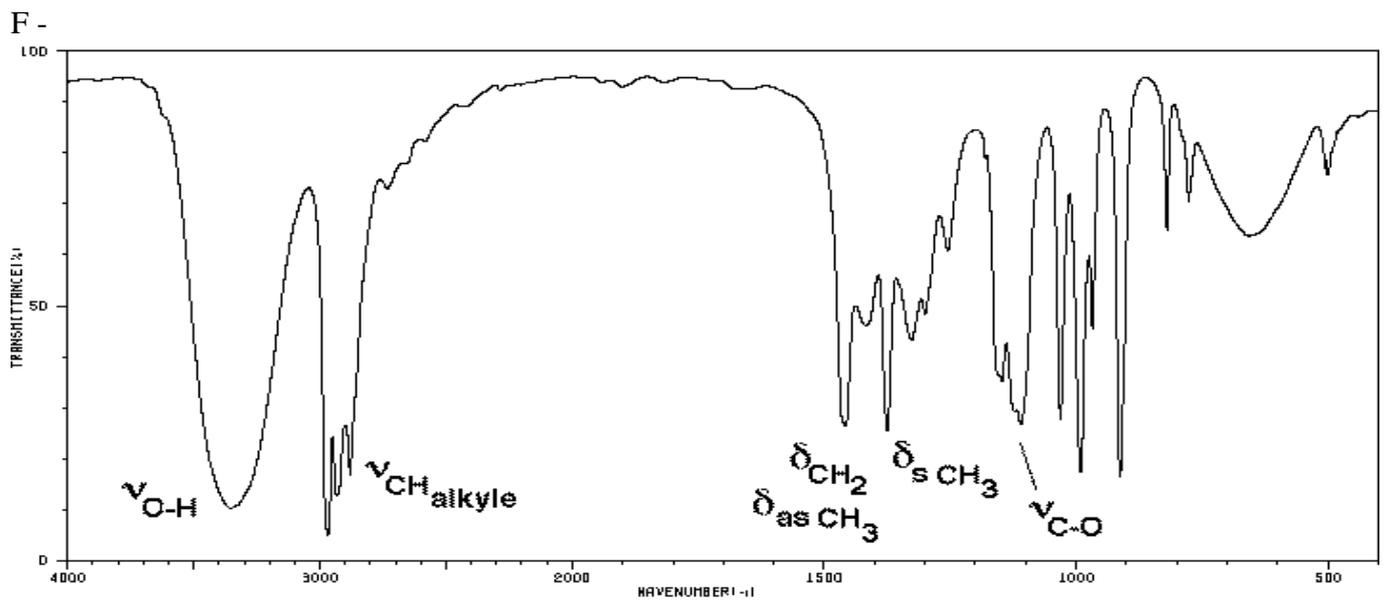
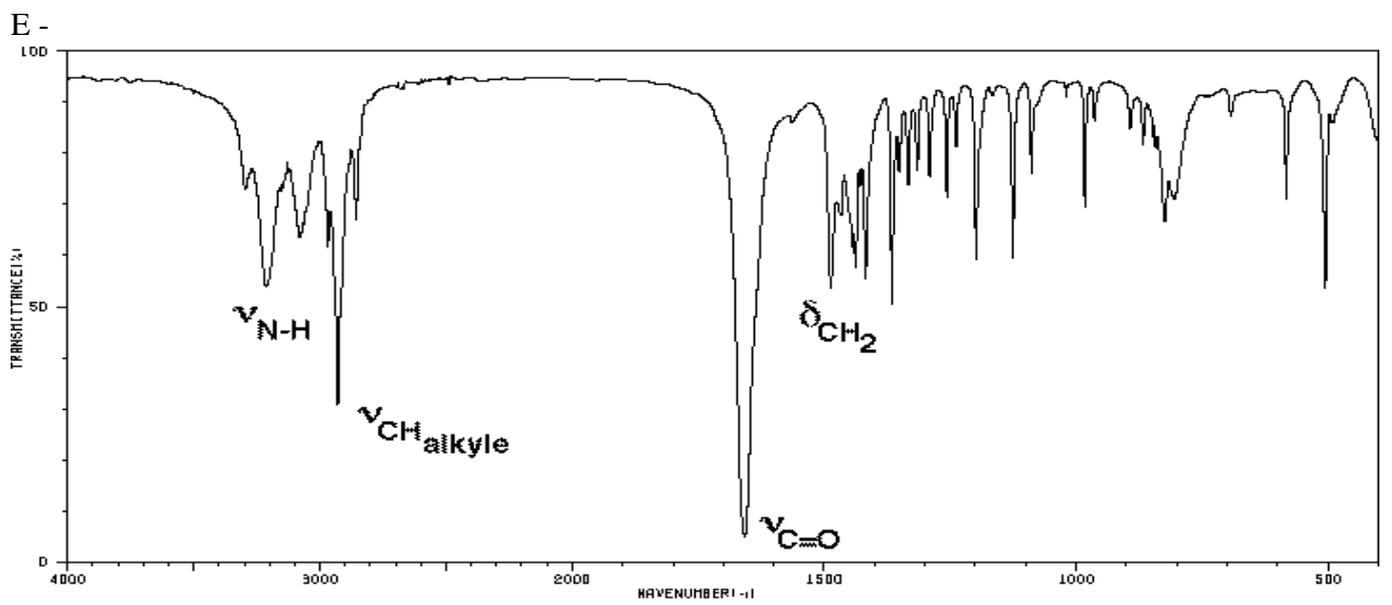
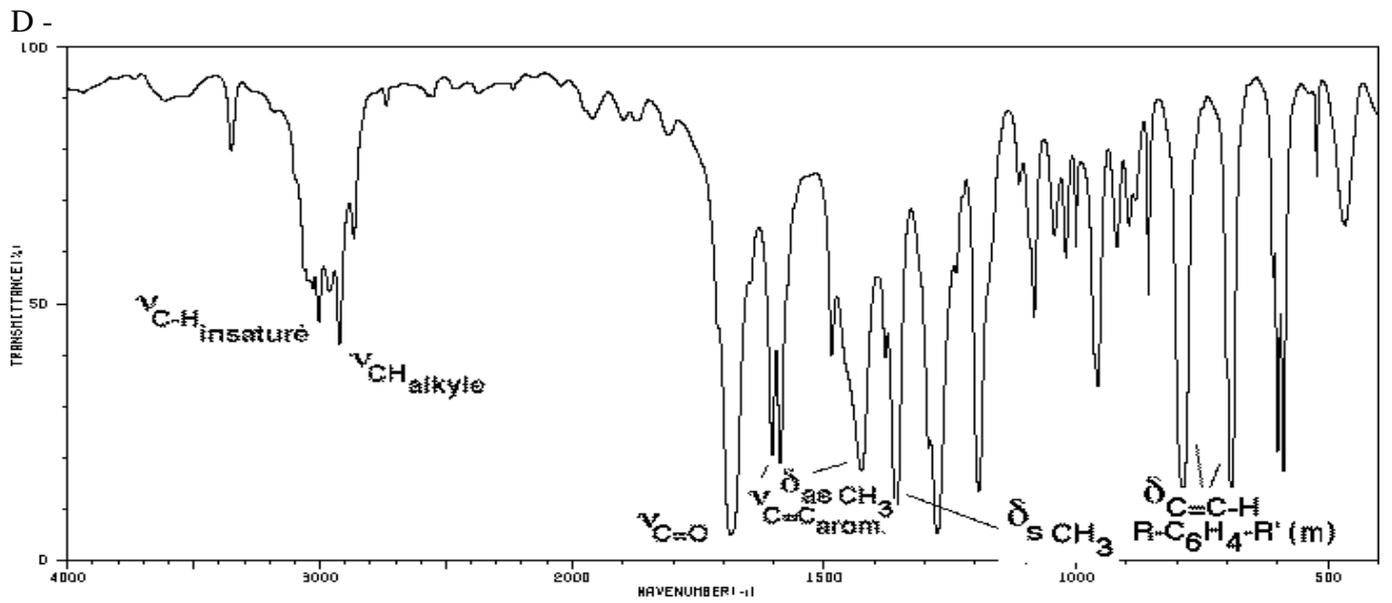
IR : D
RMN ¹H : Ω



IR : B
RMN ¹H : α

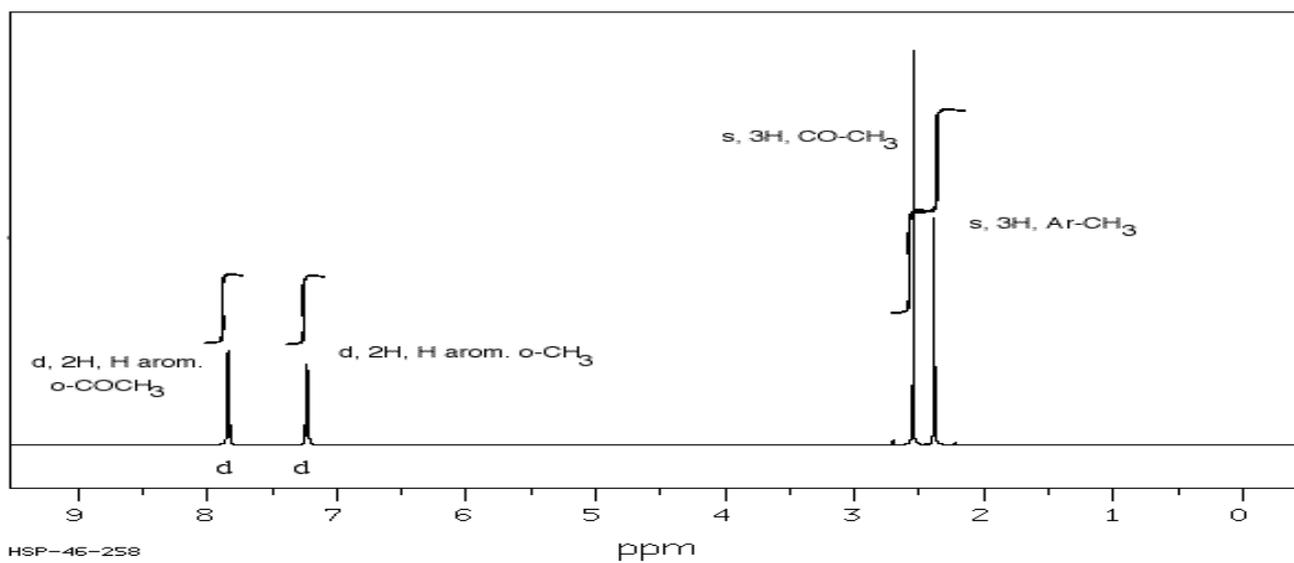
Spectres IR :



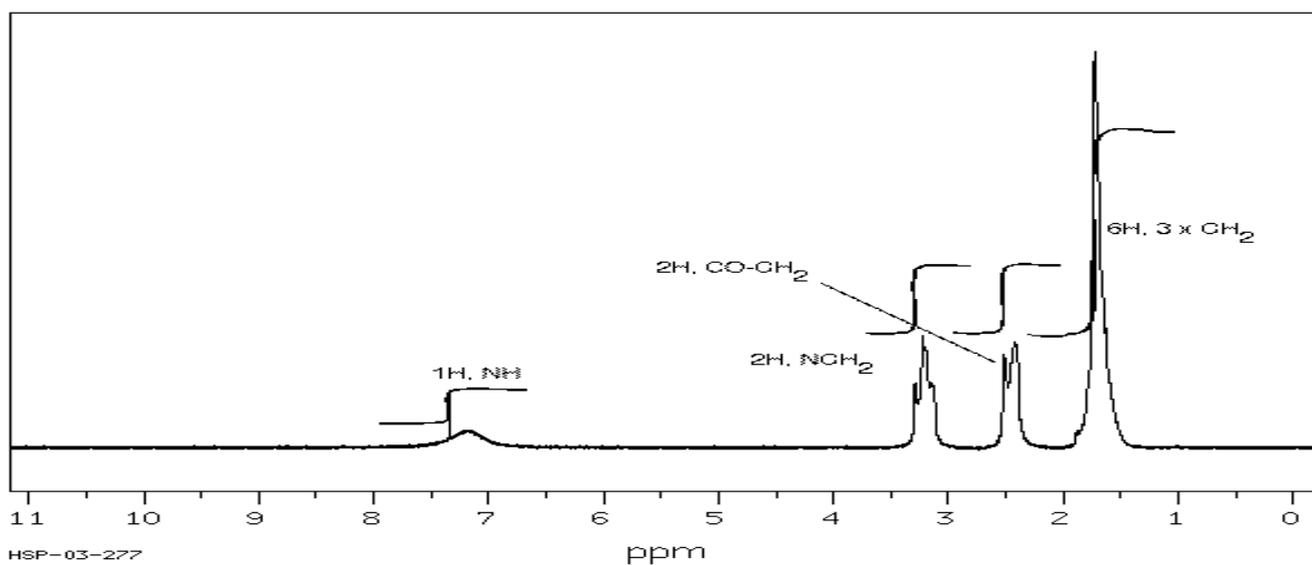


Spectres RMN ^1H :

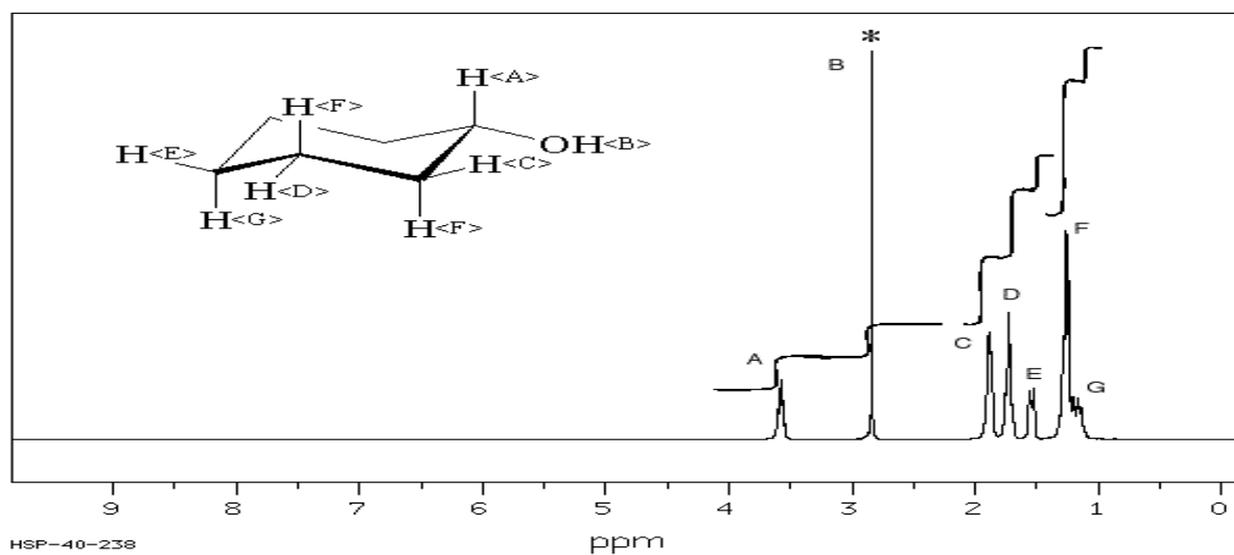
α -



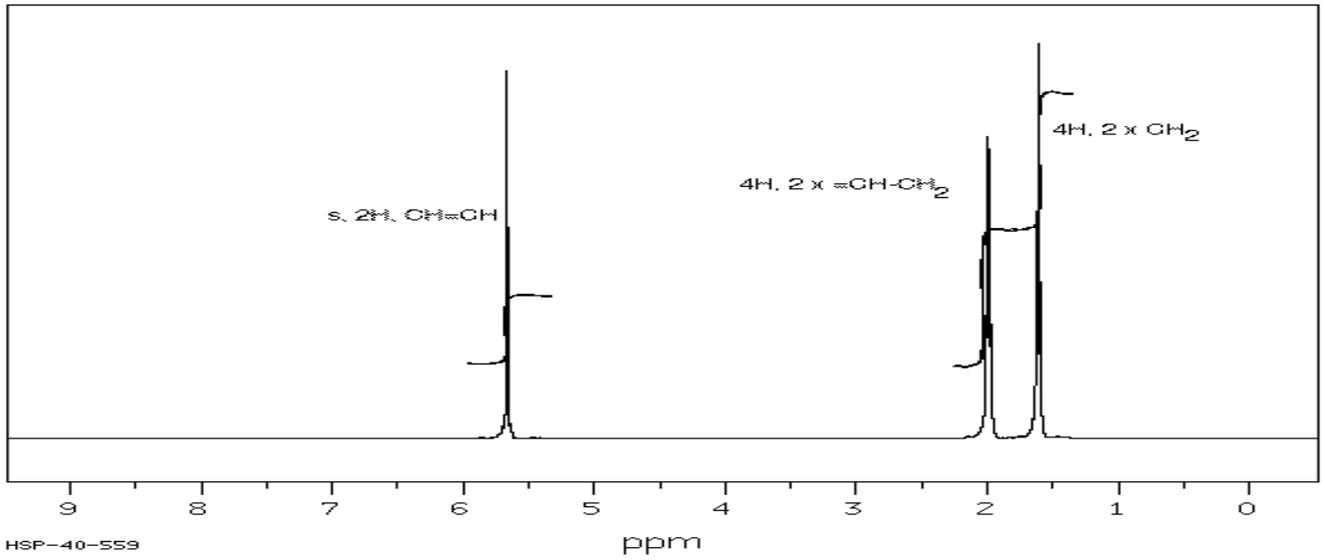
β -



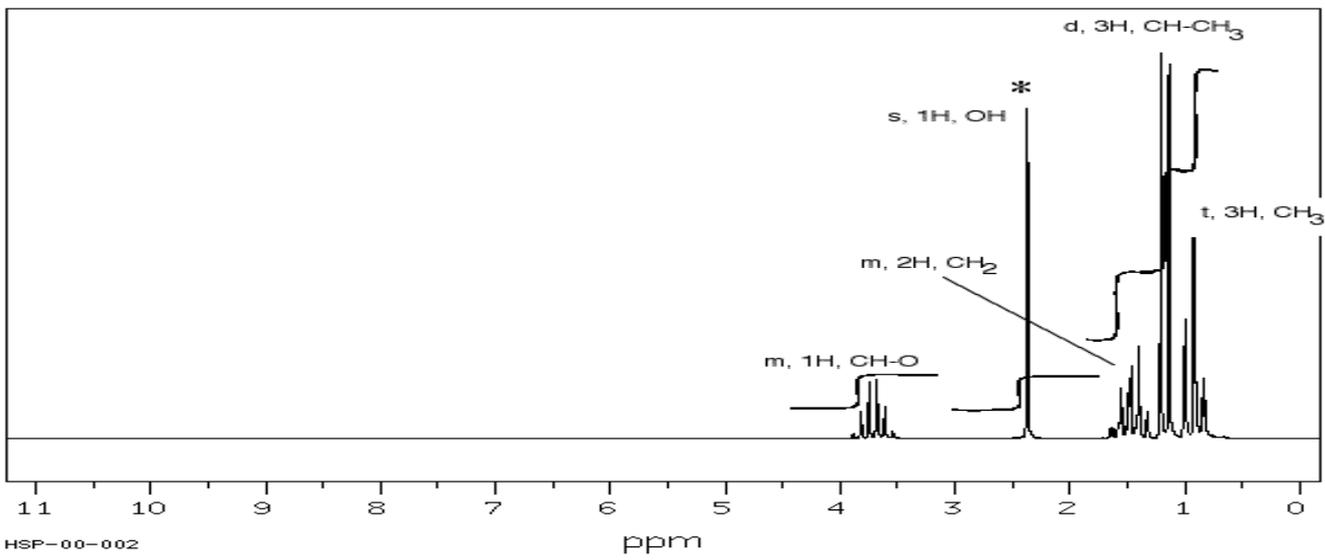
γ -



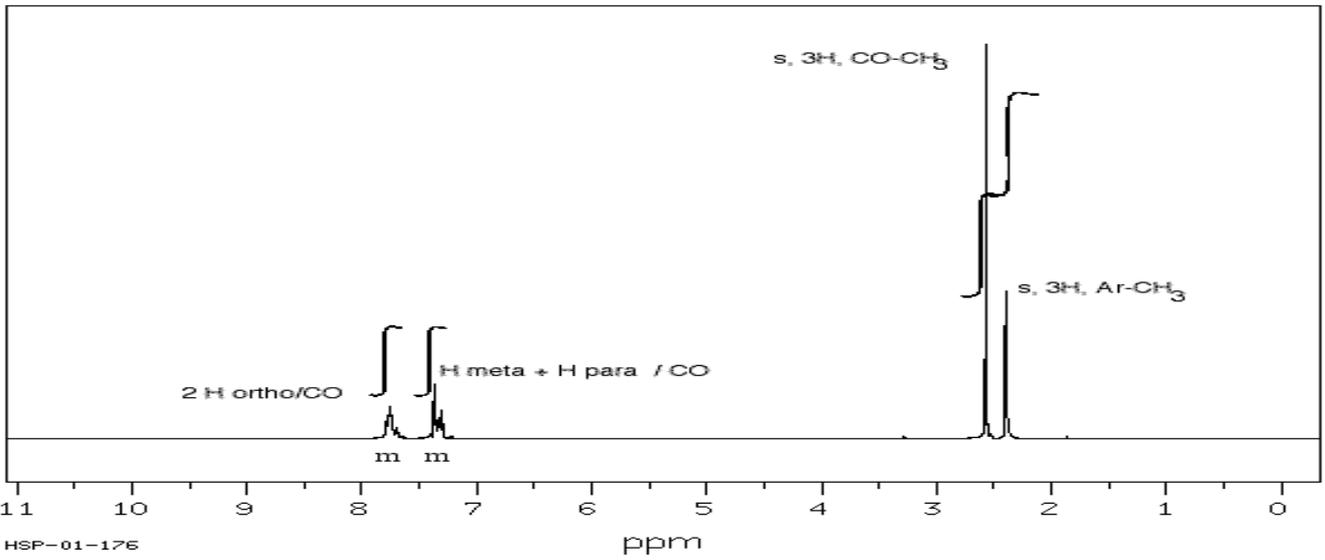
δ-



ε-



Ω-

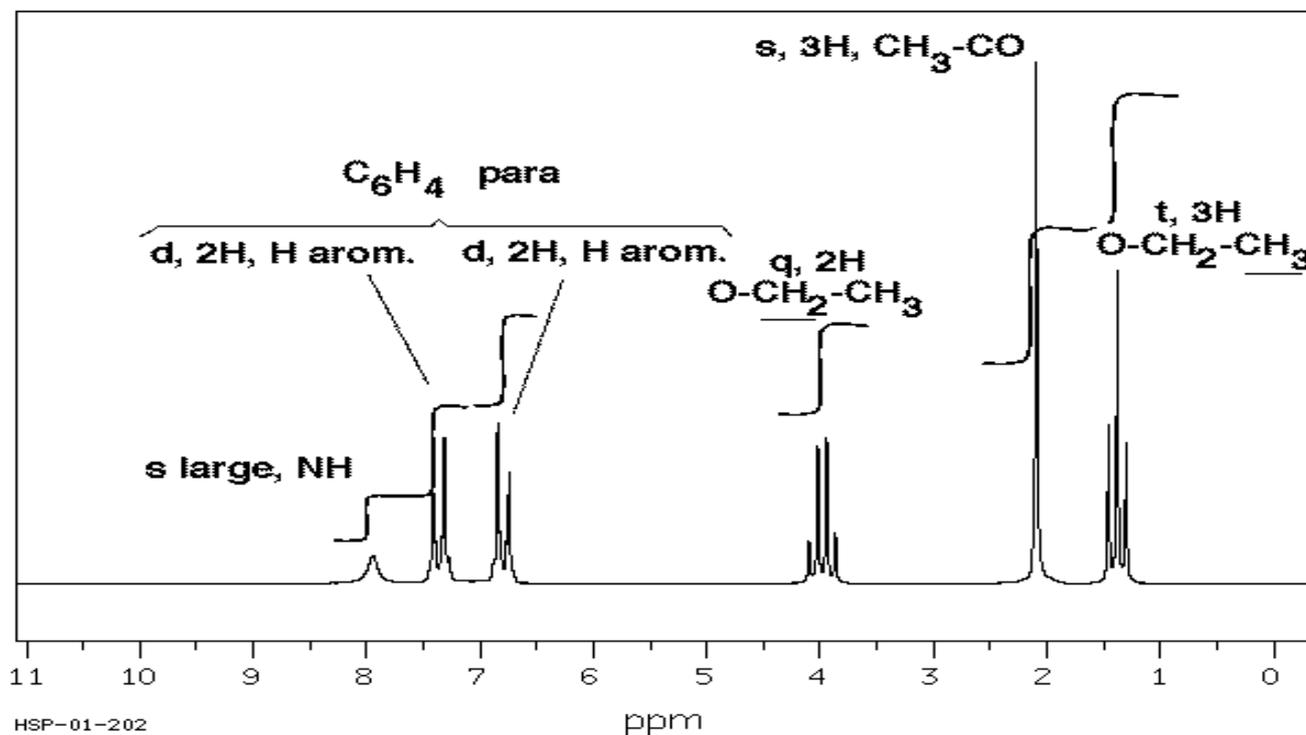


Problème II :

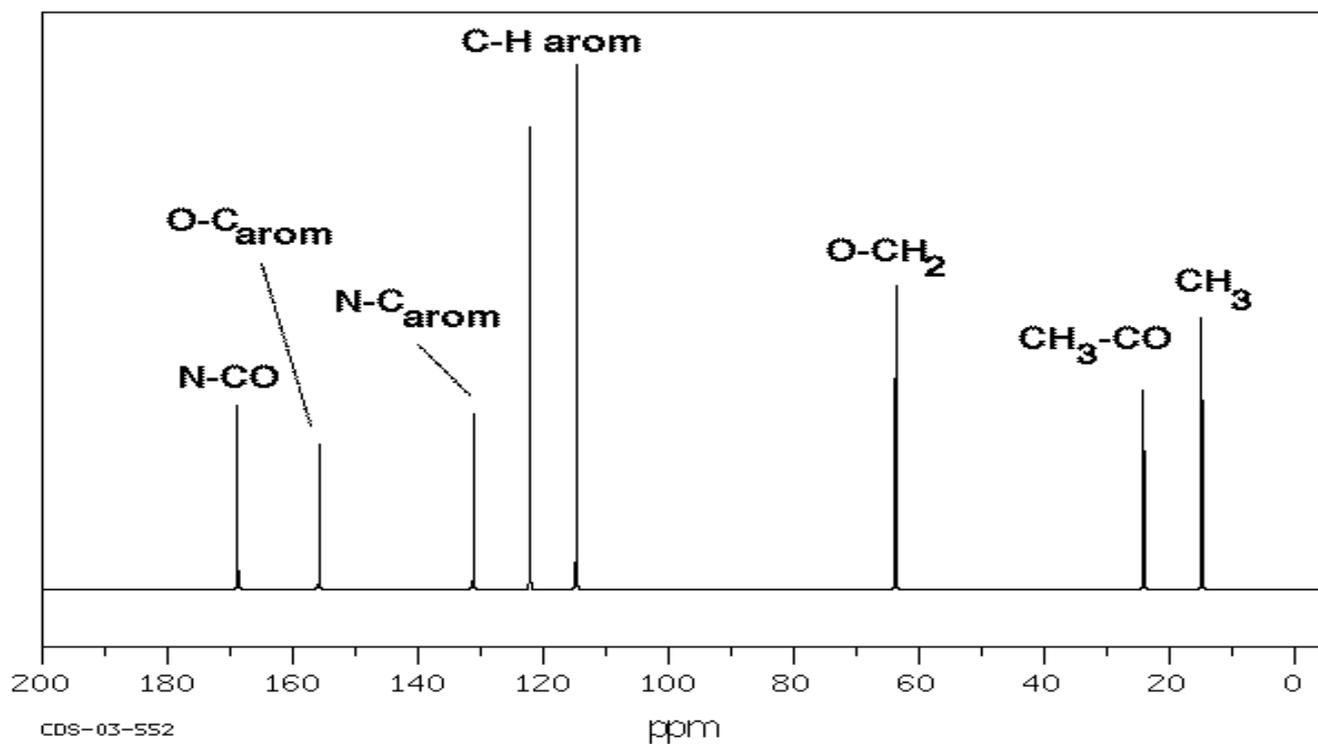
D'après les spectres suivants, donner la structure du composé de formule moléculaire $C_{10}H_{13}NO_2$. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques .

Barème : RMN 1H 2 pts, RMN ^{13}C 1 pt, IR 2 pts, structure 1 pt.

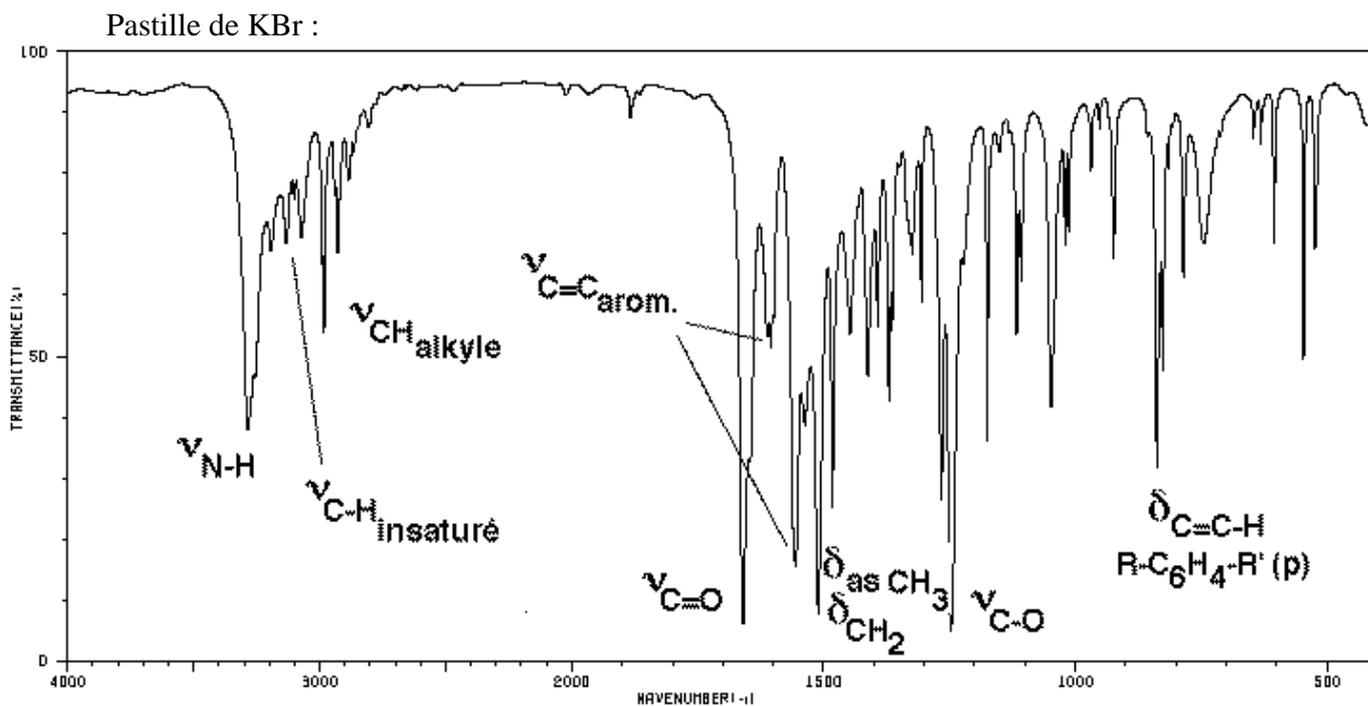
RMN 1H : si besoin : DBE = 5



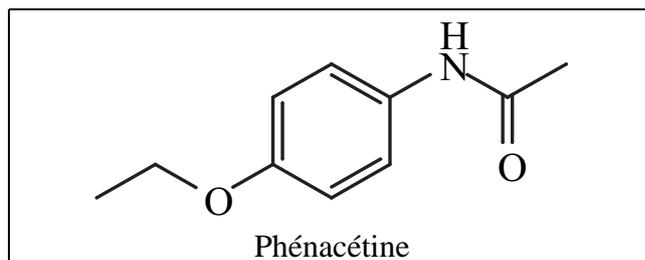
RMN $^{13}C\{^1H\}$:



Spectres IR :



Structure proposée :



Problème III : (Barème : 2 pts).

La réduction du benzaldéhyde Ph-CHO (**I**) par l'hydrure LiAlH_4 conduit, après hydrolyse, à l'alcool benzylique Ph-CH₂-OH (**II**). Si cette réaction est effectuée sans précautions particulières (purification des réactifs par exemple), il est également possible d'observer dans le mélange réactionnel de l'acide benzoïque Ph-CO₂H (**III**) issu de l'oxydation de benzaldéhyde par l'oxygène de l'air.

Précisez, en quelques lignes, comment la réalisation d'un spectre IR et d'un spectre RMN ¹H sur le brut réactionnel pourrait vous permettre de montrer la présence des trois composés organiques et de connaître quantitativement la composition du mélange.

Le spectre IR montrera la présence de l'alcool **II** et de l'acide **III**, principalement *via* la vibration d'élongation de leurs groupes O-H (respectivement à 3500-3200 cm⁻¹ et 3200-2600 cm⁻¹). Les carbonyles de l'aldéhyde **I** et de l'acide **III** seront probablement difficiles à différencier, mais la présence de l'aldéhyde **I** pourra être mise en évidence par la présence de la bande de vibration d'élongation C-H du groupement CHO vers 2800-2700 cm⁻¹.

En RMN ¹H, il sera facile de détecter le CH₂ de l'alcool **II** vers 4,8 ppm et le proton aldéhydique du composé **I** vers 10 ppm. Par rapport aux intégrations respectives de ces deux signaux, "l'excès" de protons aromatiques montrera alors la présence de l'acide benzoïque **III**. De même, l'intégration relative du CHO de **I**, du CH₂ de **II** et des protons aromatiques (correspondant au trois composés **I** + **II** + **III**) permettra d'accéder, par soustraction, à la teneur en chacun des composés **I**, **II** et **III**.

NOM Prénom :

Jeudi 27 octobre 2005

Contrôle des Connaissances de Spectroscopie

Durée 1 h

Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.

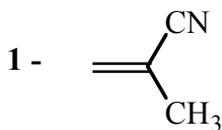
Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.

Les portables doivent être éteints et rangés.

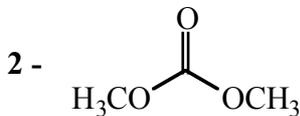
Problème I :

Attribuer les spectres IR et RMN ^1H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé.

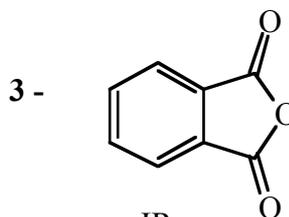
Remarque : En RMN ^1H , les signaux marqués d'une étoile s'échangent avec D_2O .



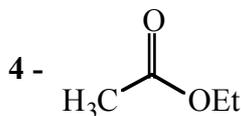
IR :
RMN ^1H :



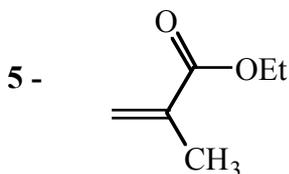
IR :
RMN ^1H :



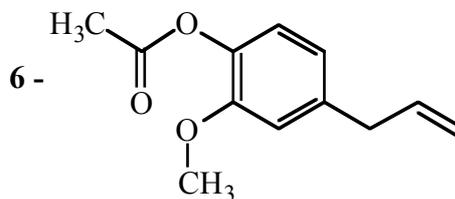
IR :
RMN ^1H :



IR :
RMN ^1H :



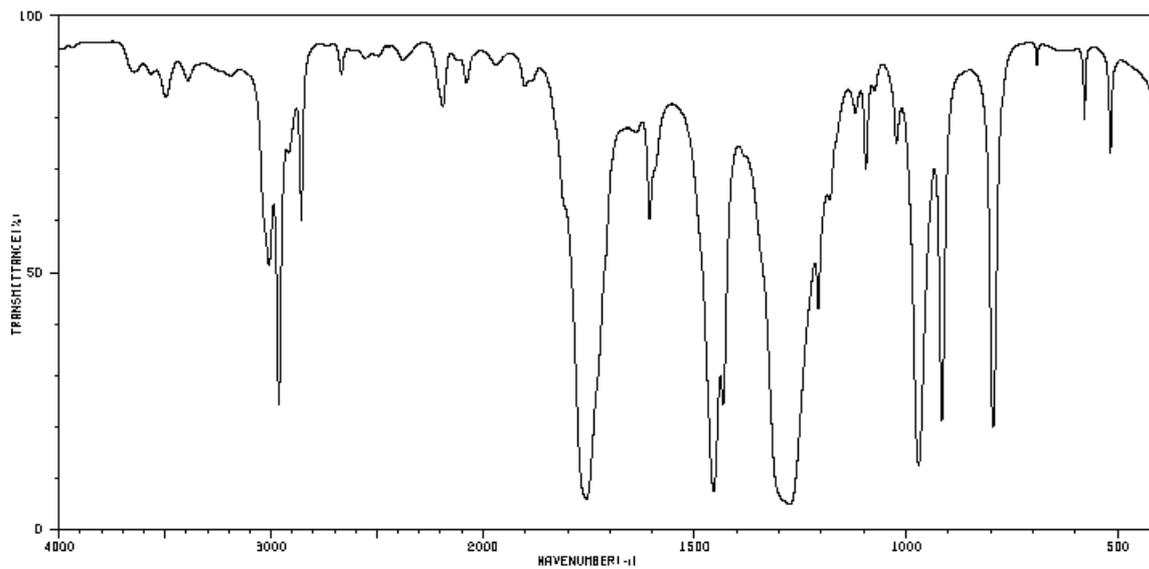
IR :
RMN ^1H :



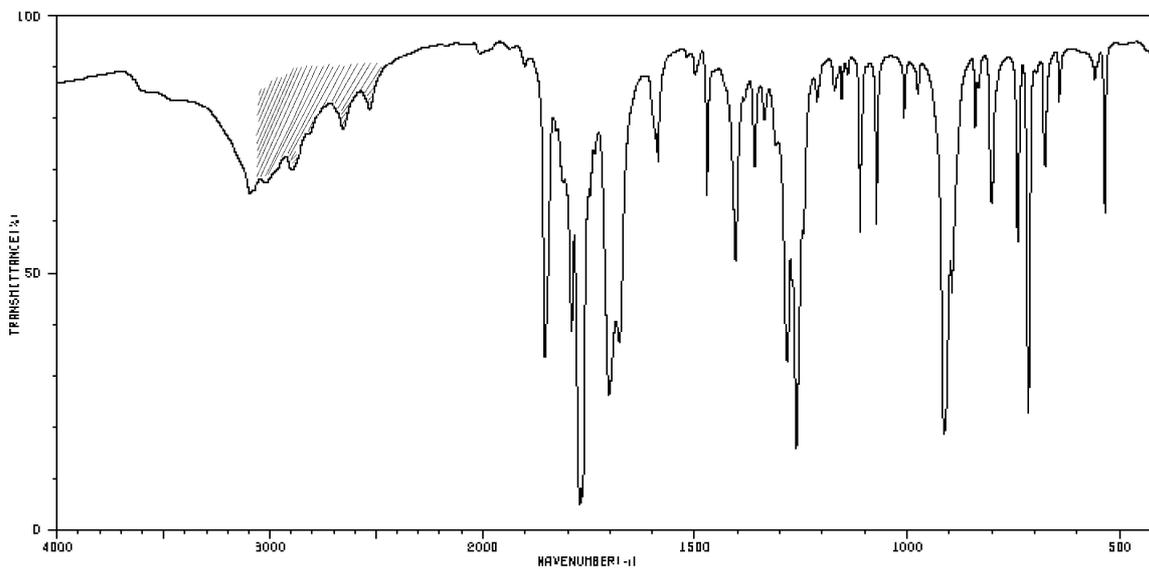
IR :
RMN ^1H :

Spectres IR :

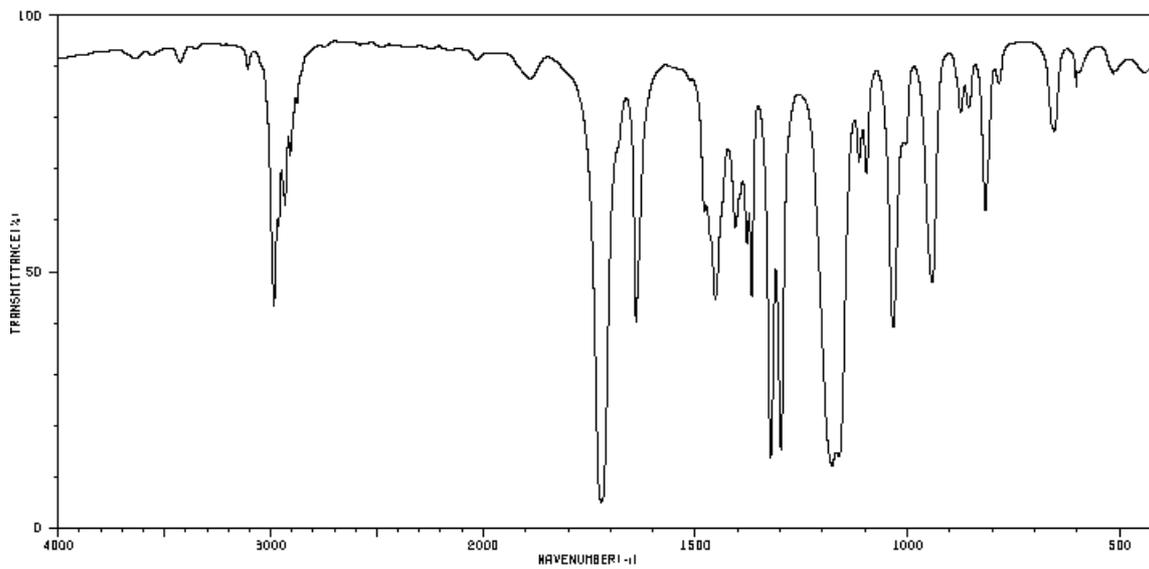
A -



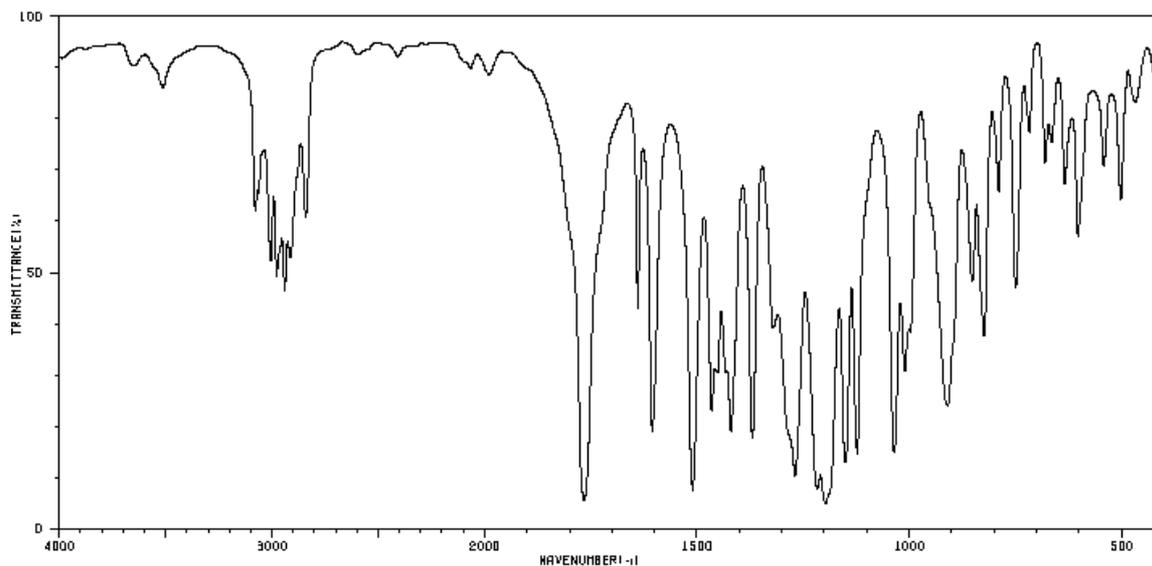
B -



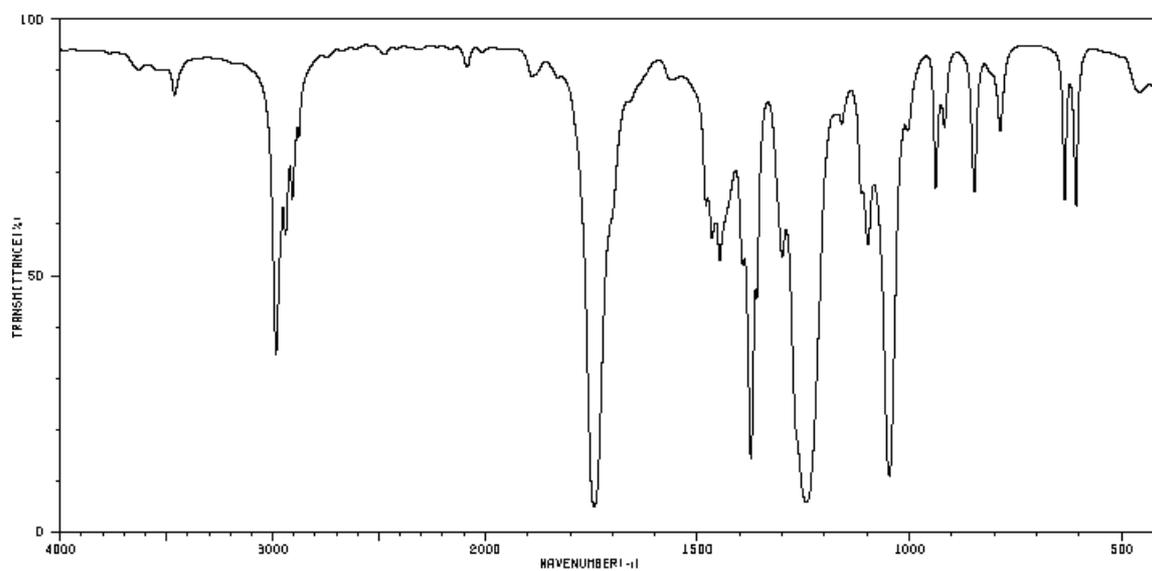
C -



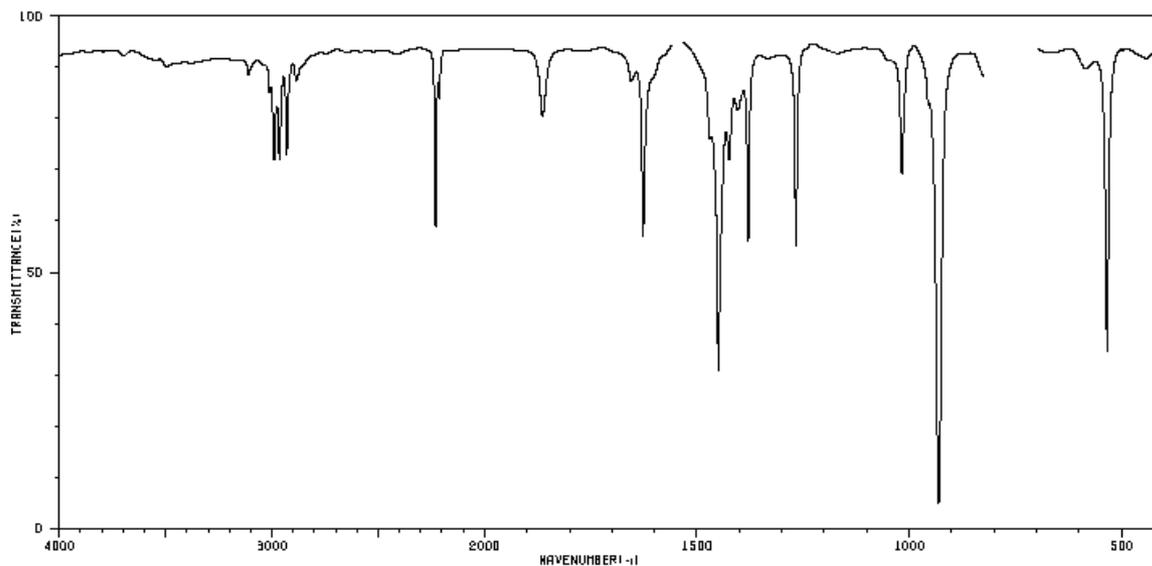
D -



E -

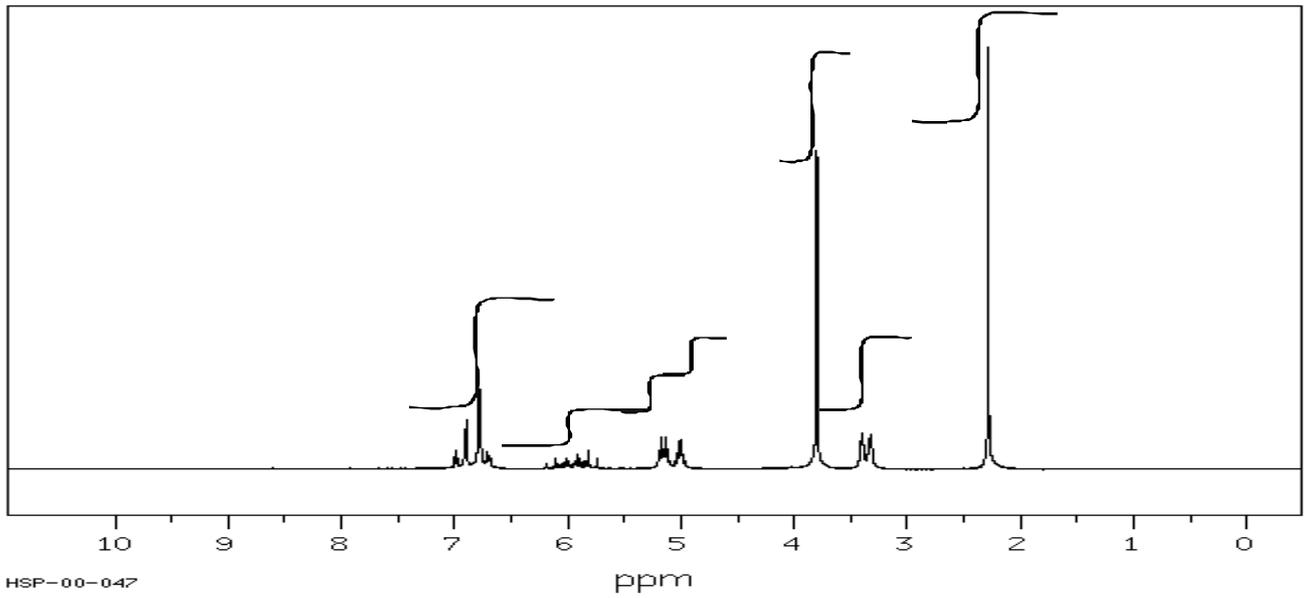


F -

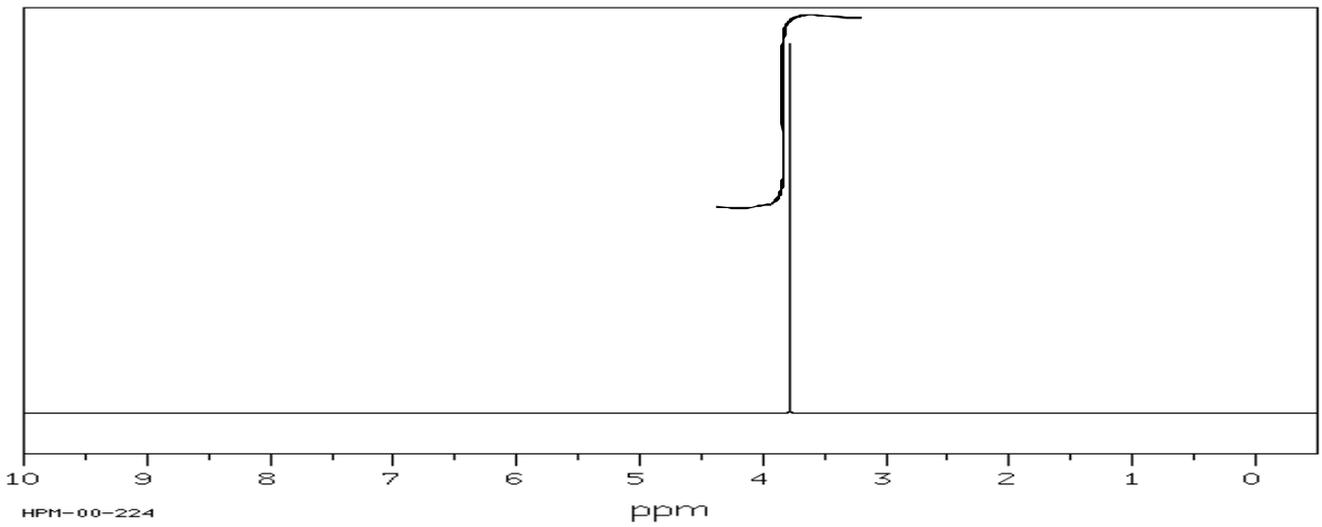


Spectres RMN ^1H :

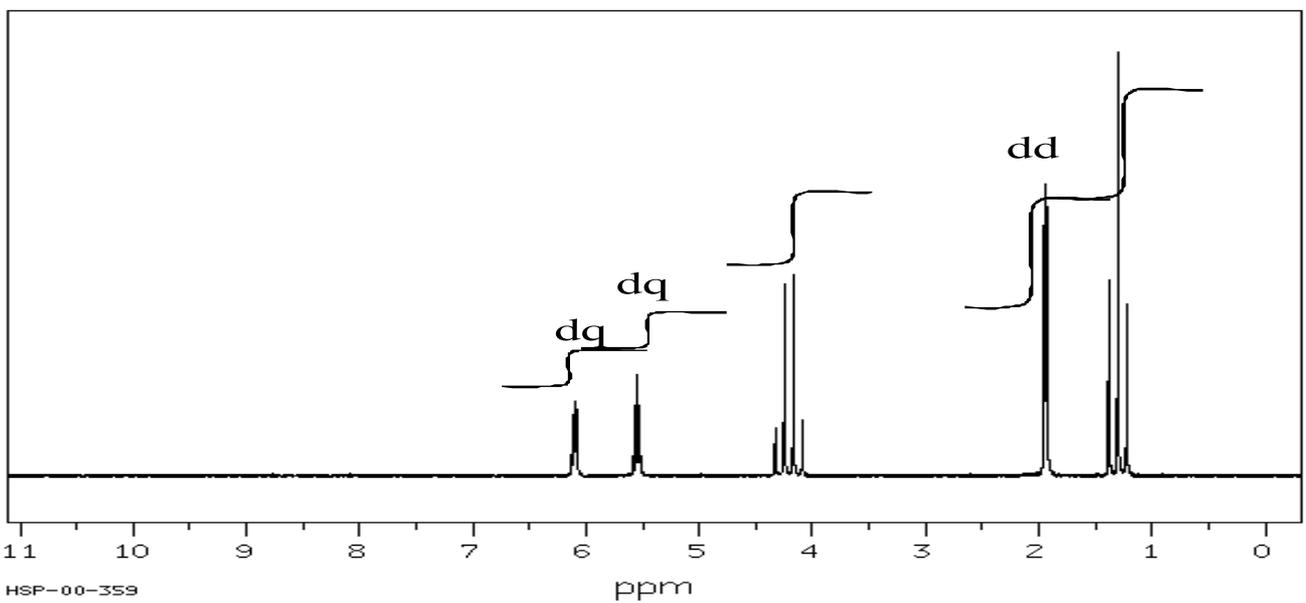
α -



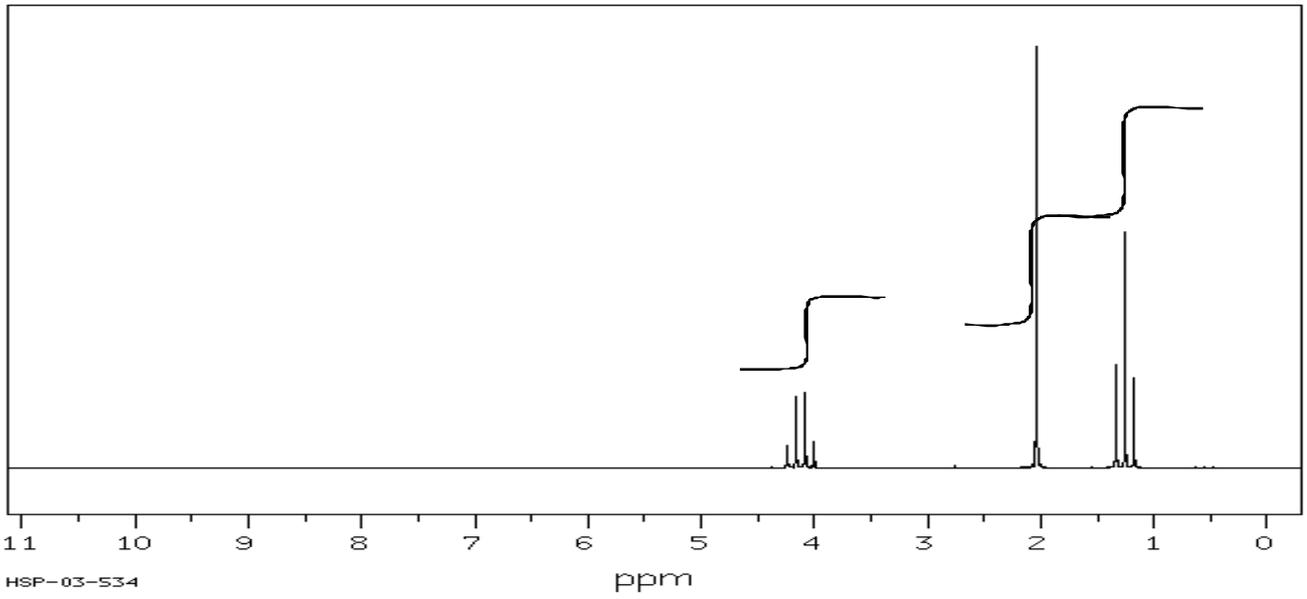
β -



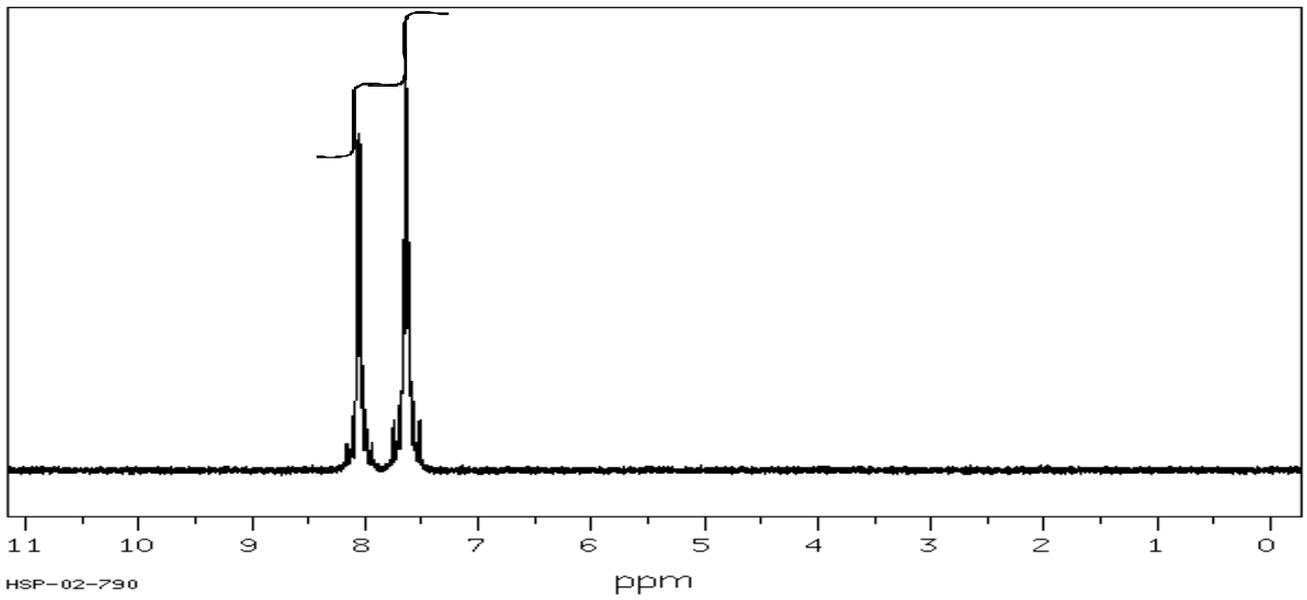
γ -



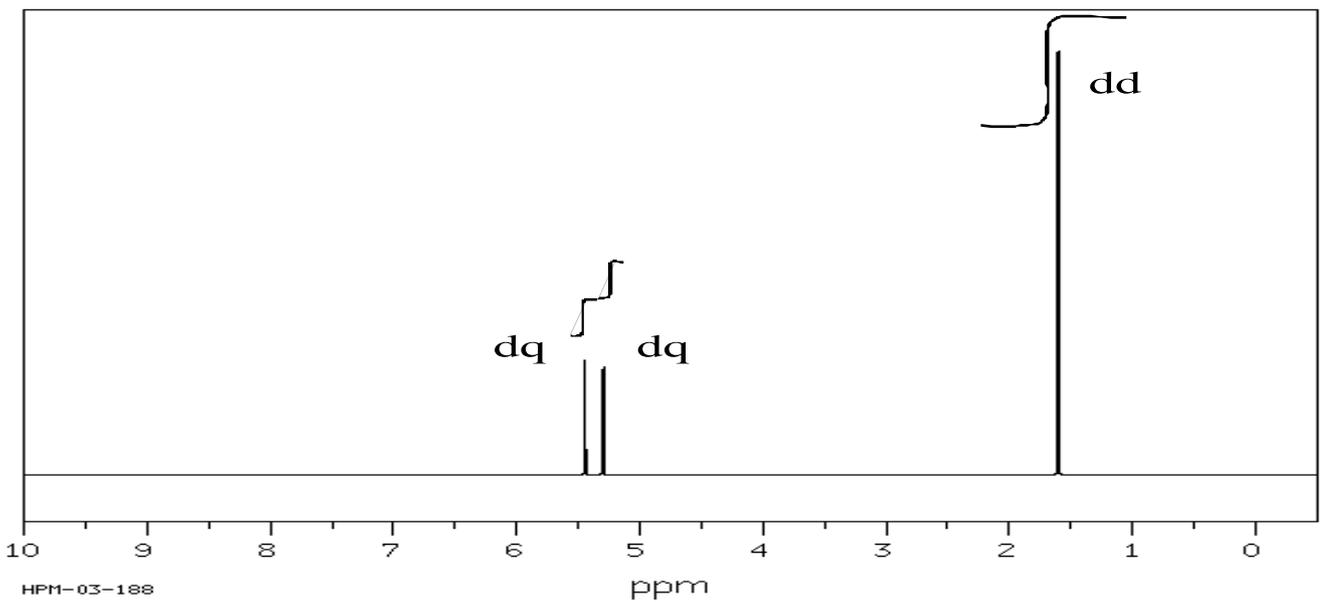
δ -



ε -



Ω -

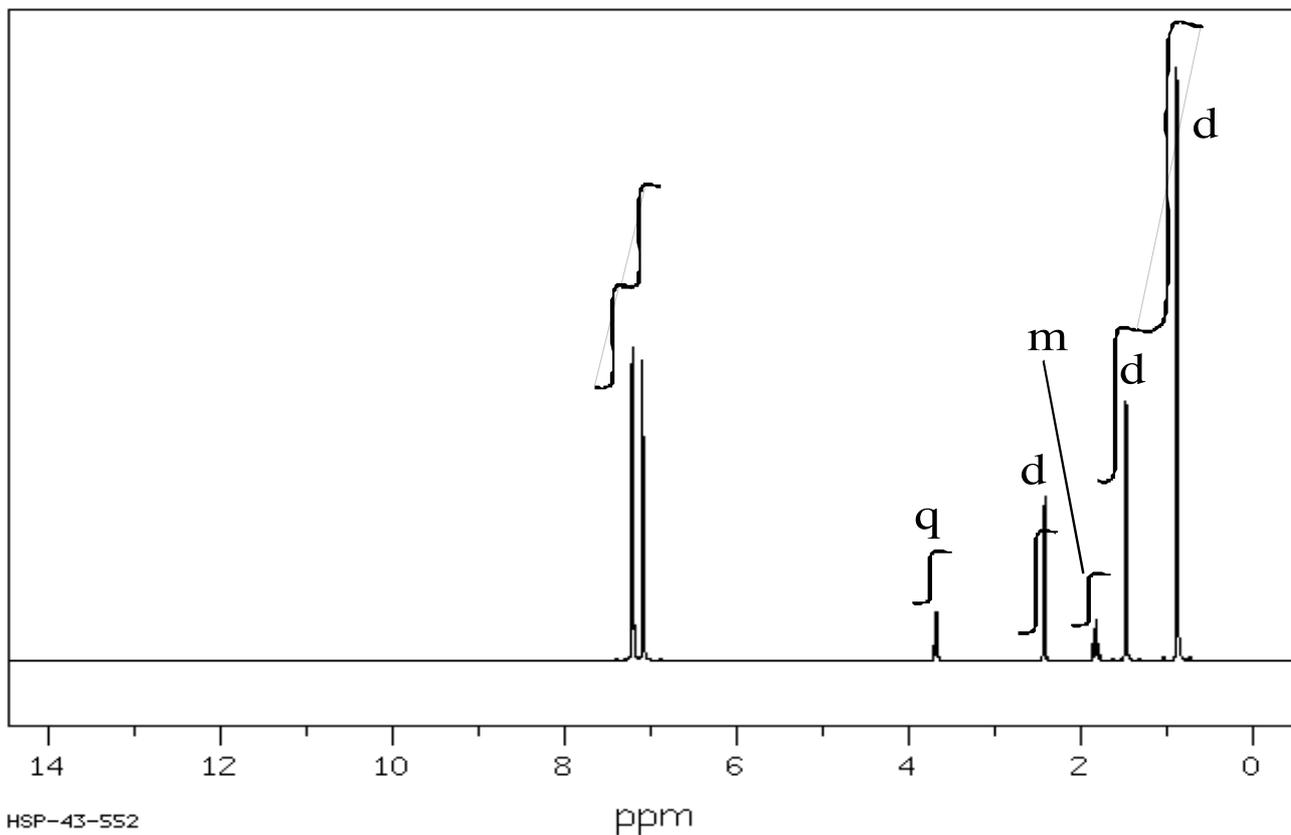


Problème II :

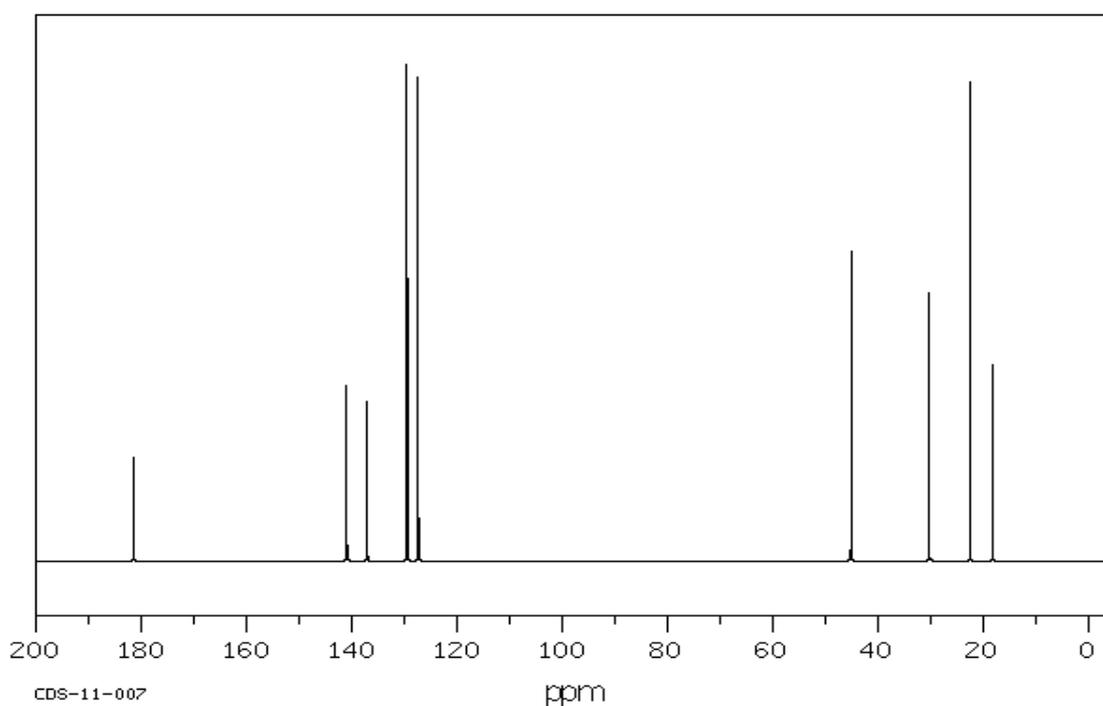
D'après les spectres suivants, donner la structure de l'acide carboxylique de formule moléculaire $C_{13}H_{18}O_2$.

Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques . NB : L'hydrogène de la fonction acide carboxylique n'est pas observé en RMN 1H .

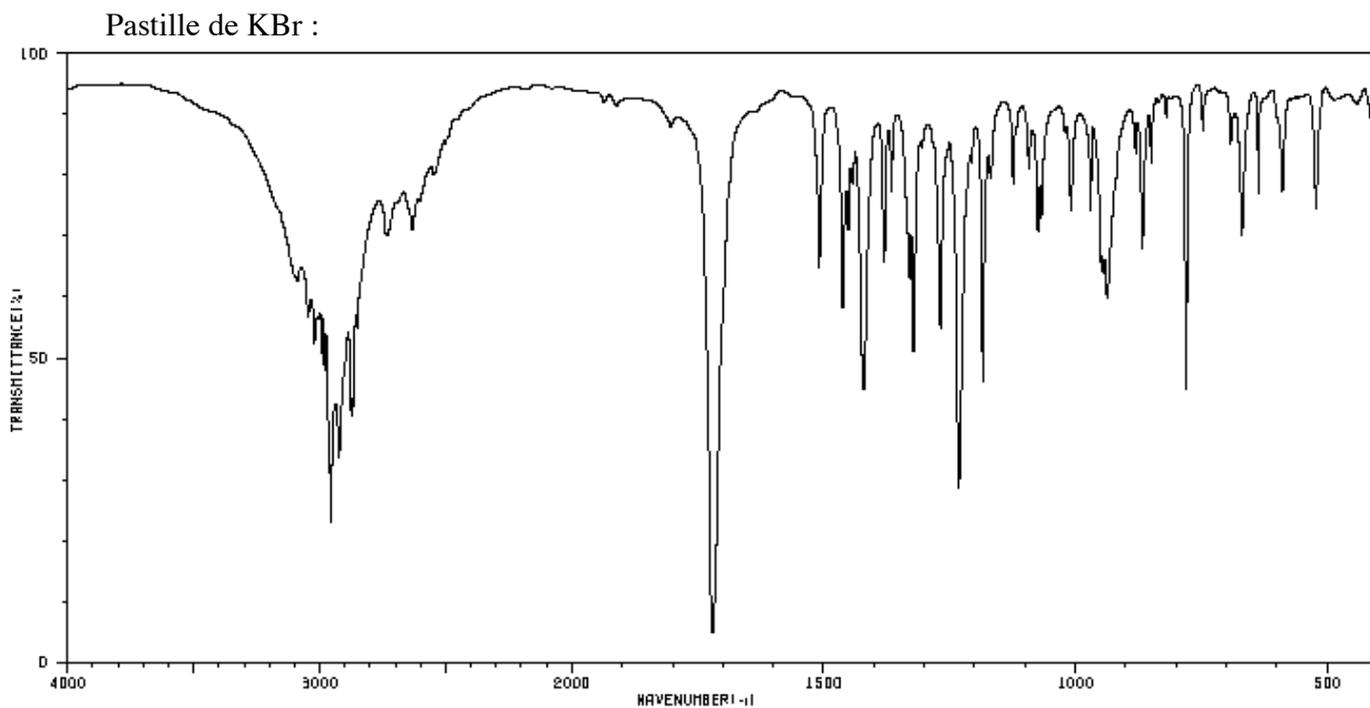
RMN 1H :



RMN $^{13}C\{^1H\}$:



Spectres IR :



Structure proposée :

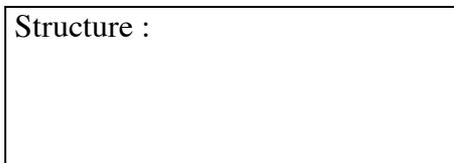


Problème III :

Trouver la formule développée du composé $C_9H_{10}O$ présentant, entre autres, les caractéristiques spectroscopiques suivantes :

- IR : absorptions à 2726, et 1740 cm^{-1}
- RMN 1H (δ ppm): 2,76 (t, 2H, $J = 7$ Hz) ; 2,94 (t, 2H, $J = 7$ Hz) ; 7,25 (m, 5H) ; 9,8 (t, 1H)

Structure :



NOM Prénom :

Jeudi 27 octobre 2005

Contrôle des Connaissances de Spectroscopie

Durée 1 h

Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.

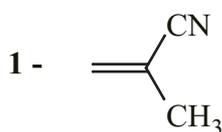
Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.

Les portables doivent être éteints et rangés.

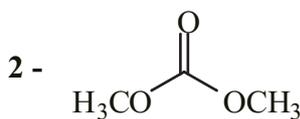
Problème 1 :

Attribuer les spectres IR et RMN ¹H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé.

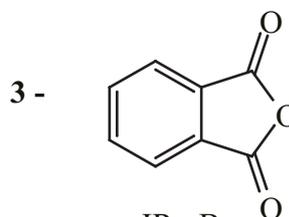
Remarque : En RMN ¹H, les signaux marqués d'une étoile s'échangent avec D₂O.



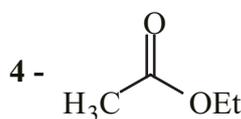
IR : F
RMN ¹H : Ω



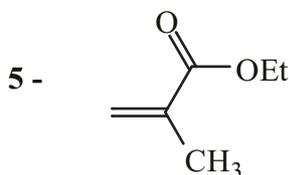
IR : A ou E
RMN ¹H : β



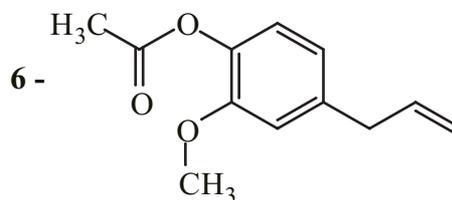
IR : B
RMN ¹H : ε



IR : E ou A
RMN ¹H : δ



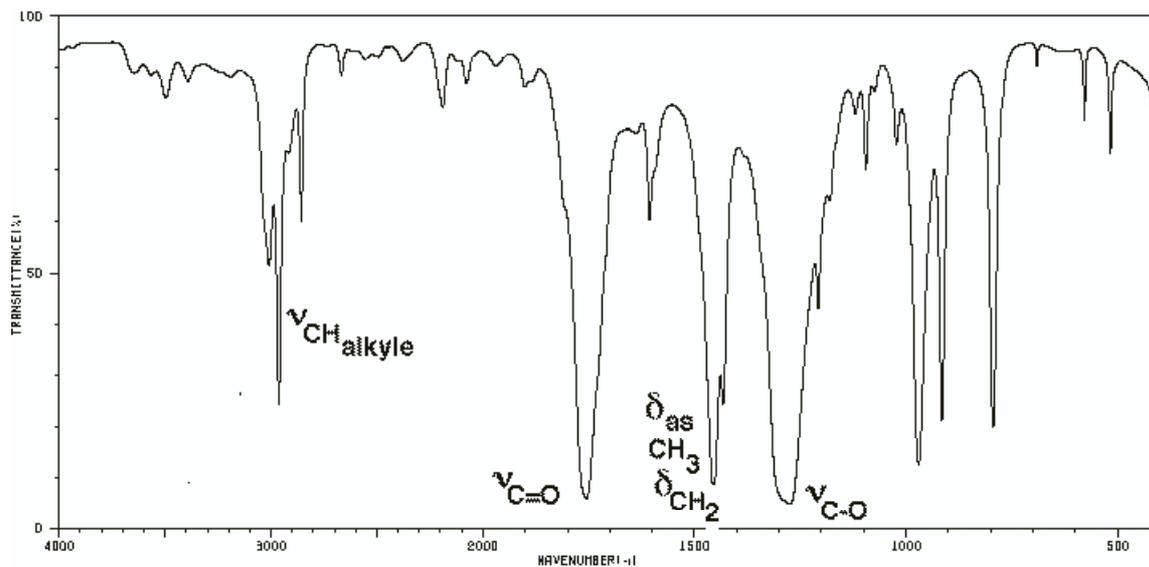
IR : C
RMN ¹H : γ



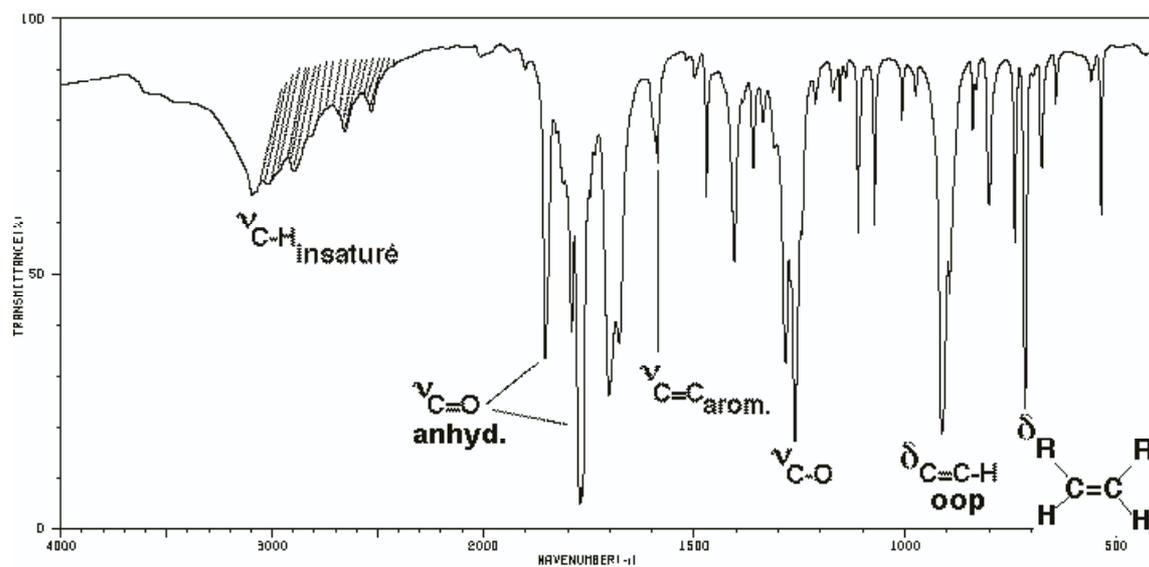
IR : D
RMN ¹H : α

Spectres IR :

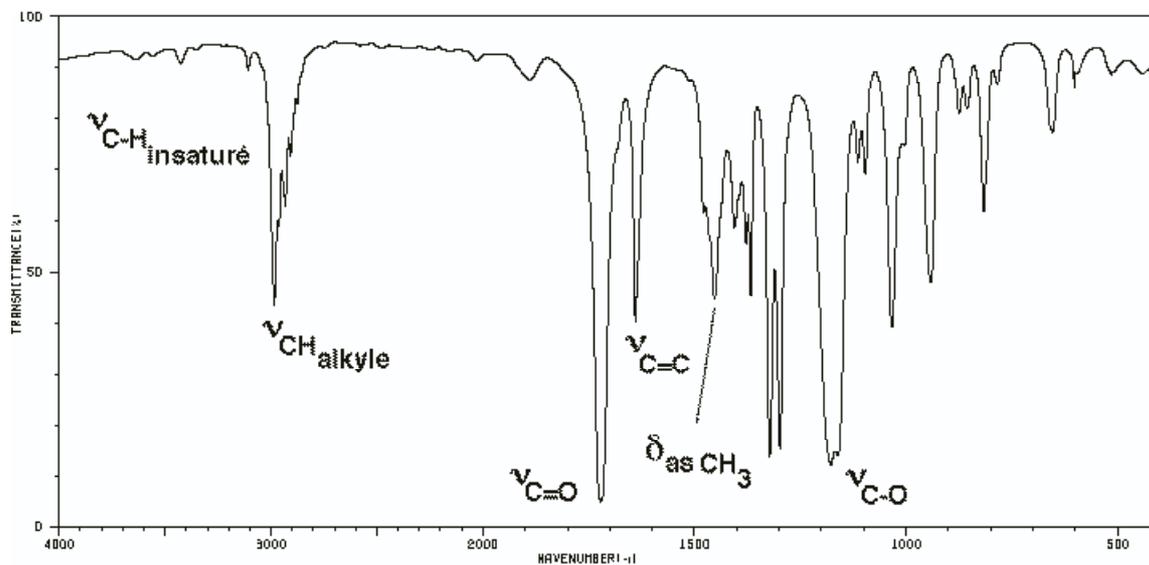
A -



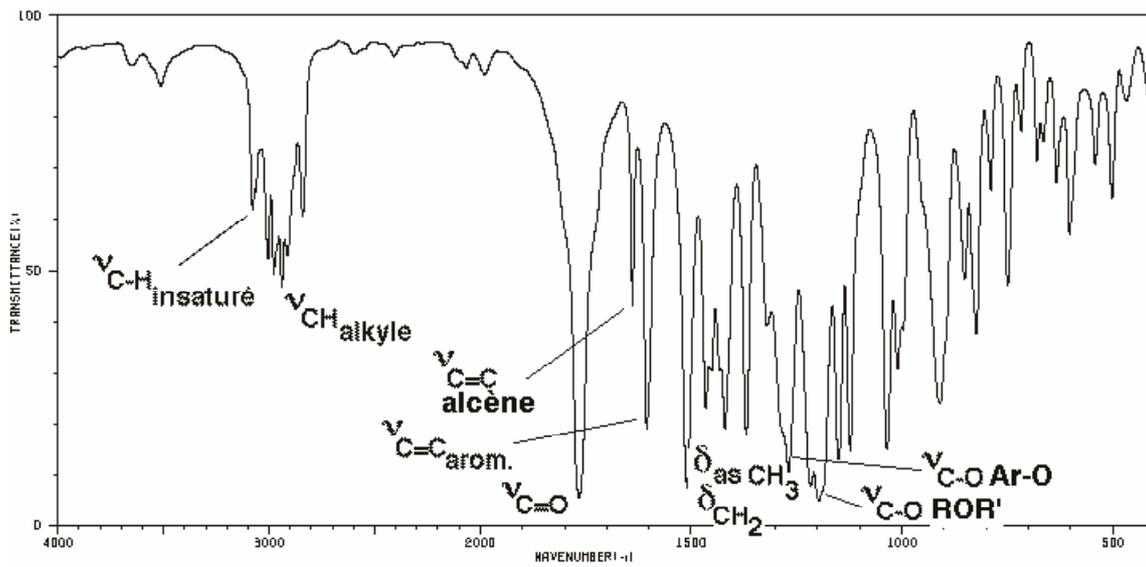
B -



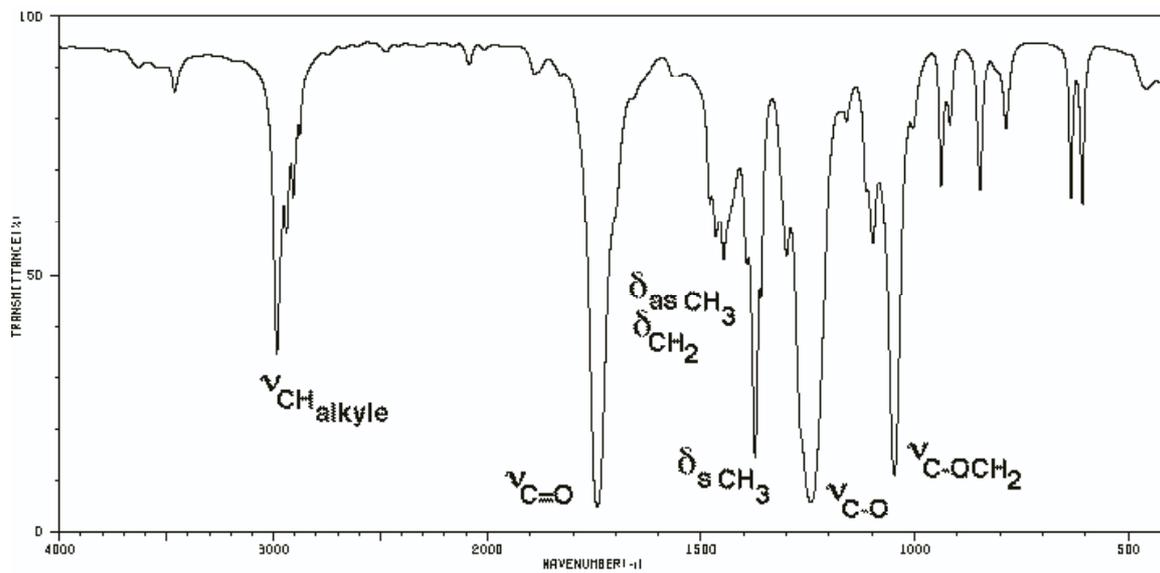
C -



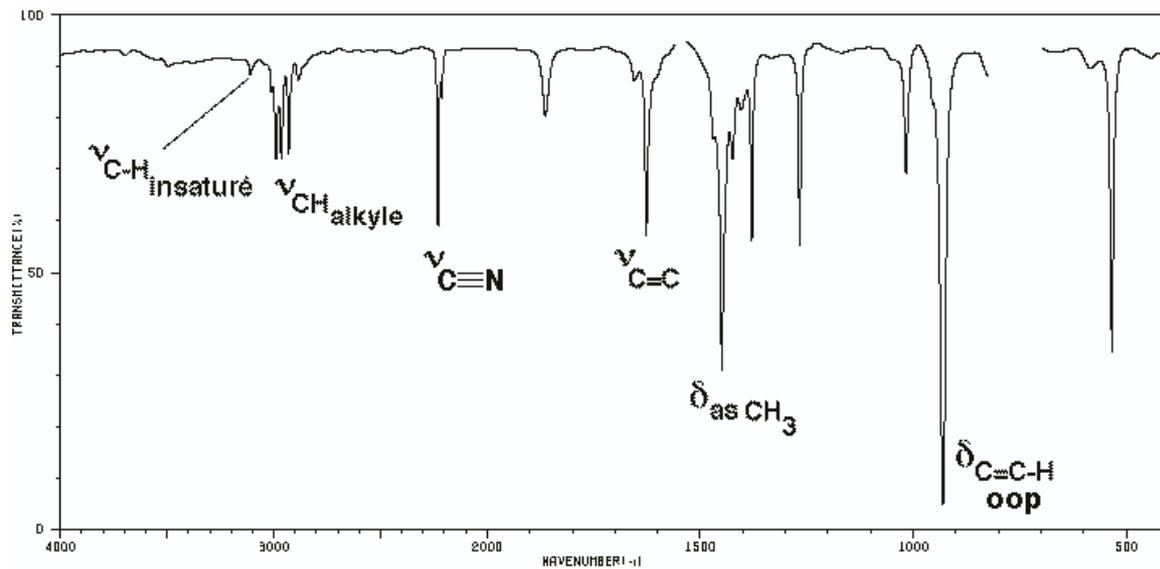
D -



E -

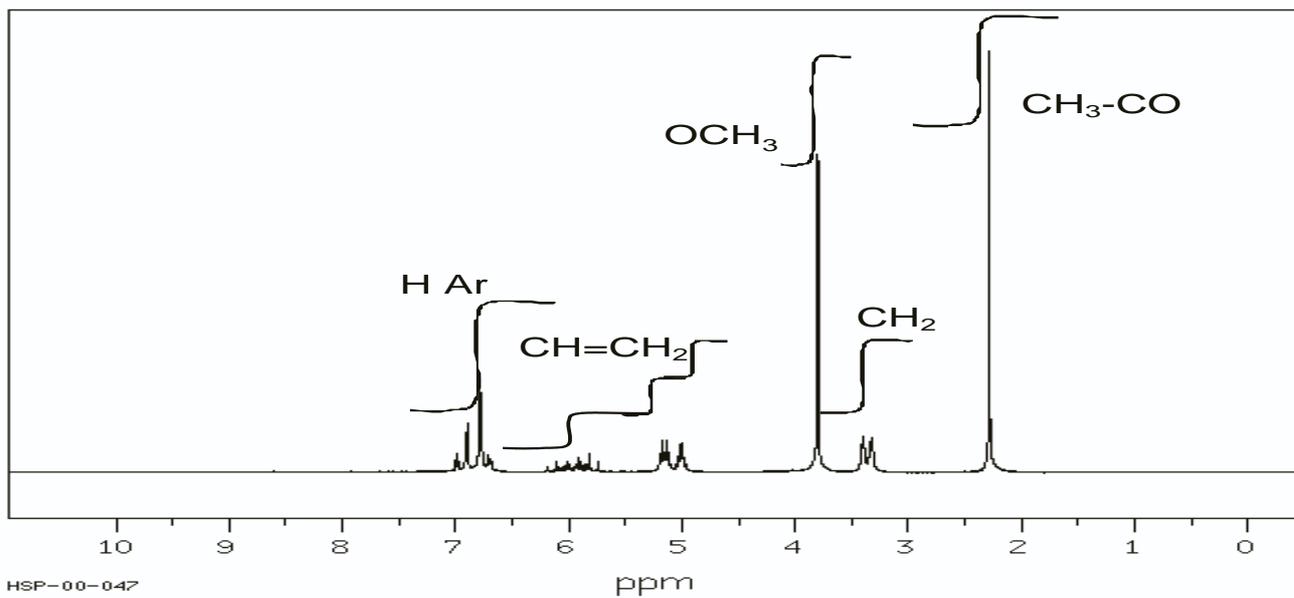


F -

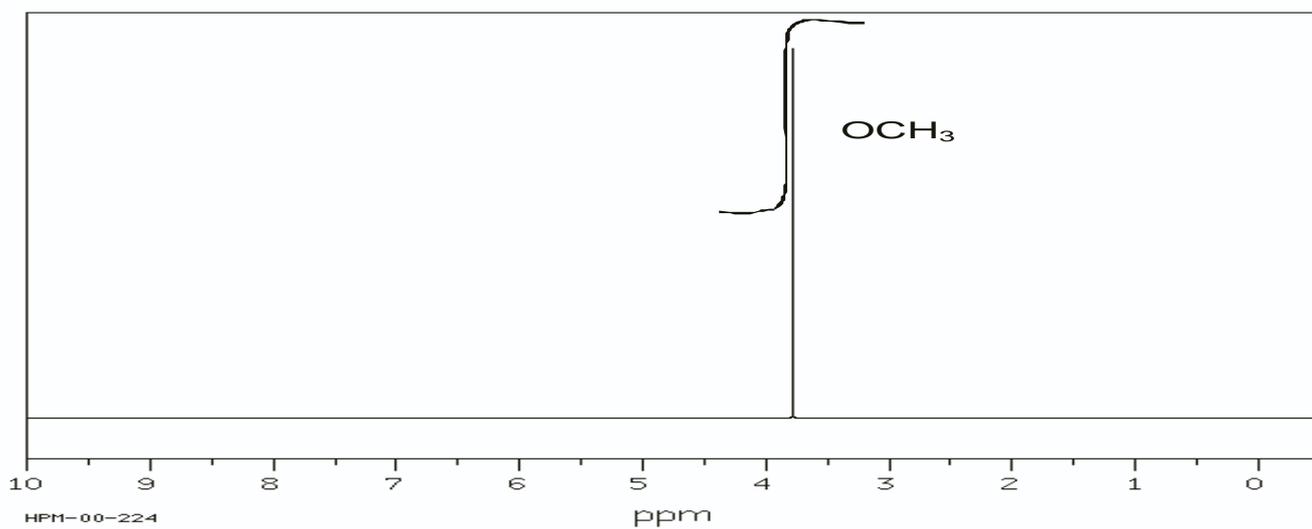


Spectres RMN ^1H :

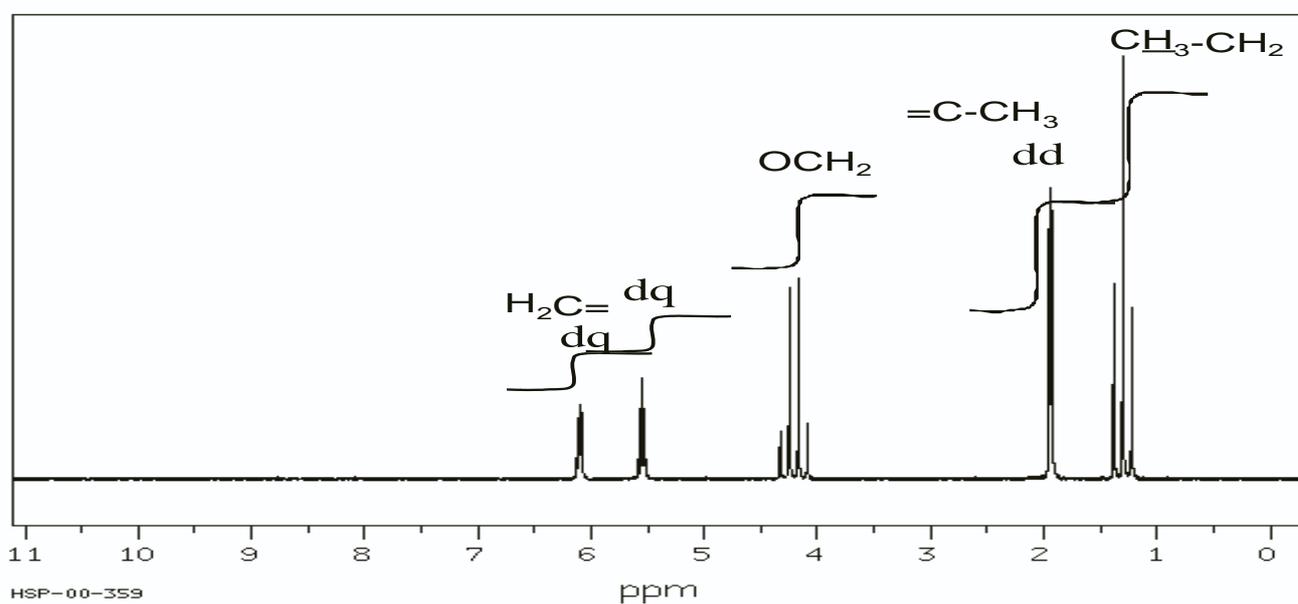
α -



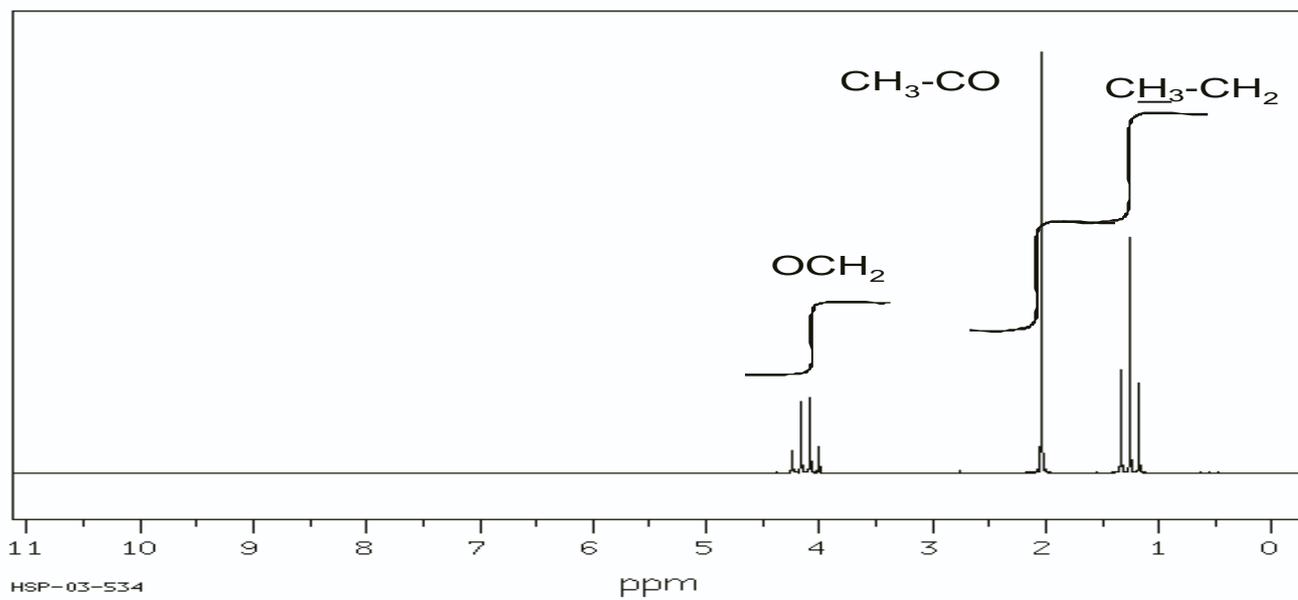
β -



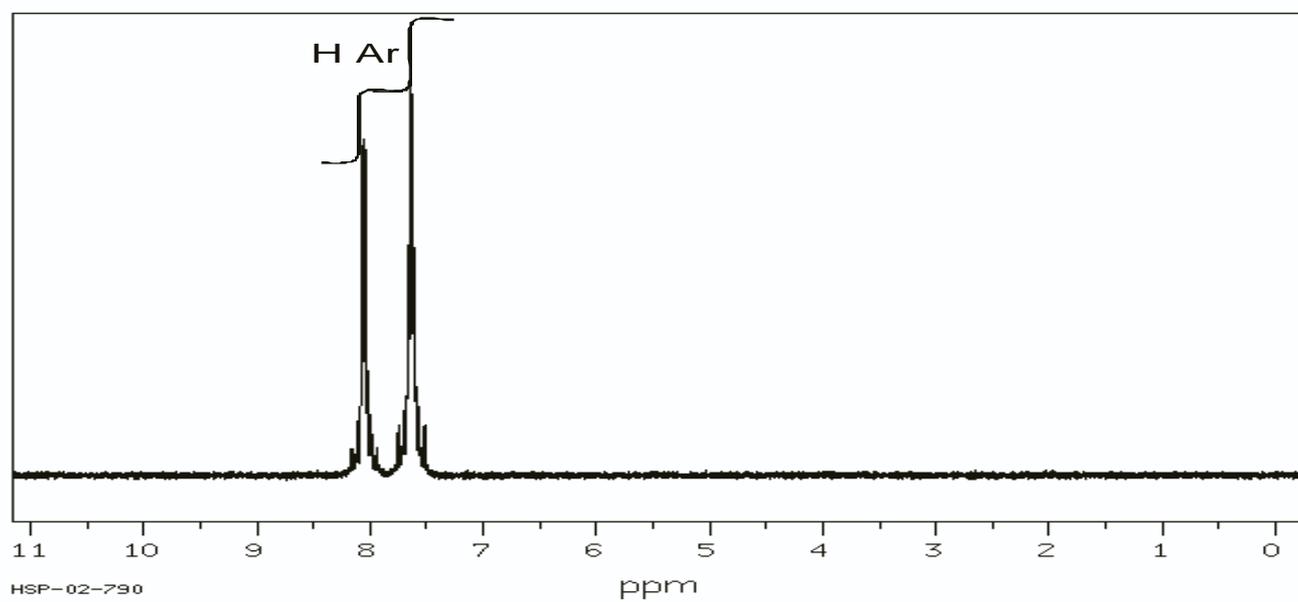
γ -



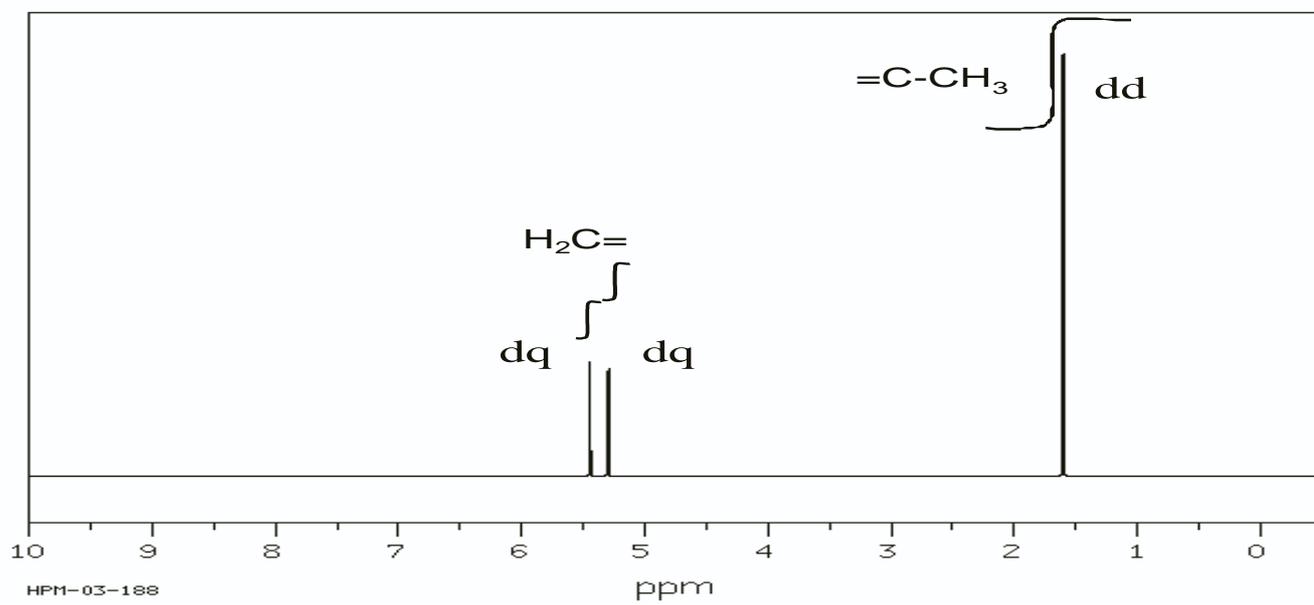
δ -



ϵ -



Ω -



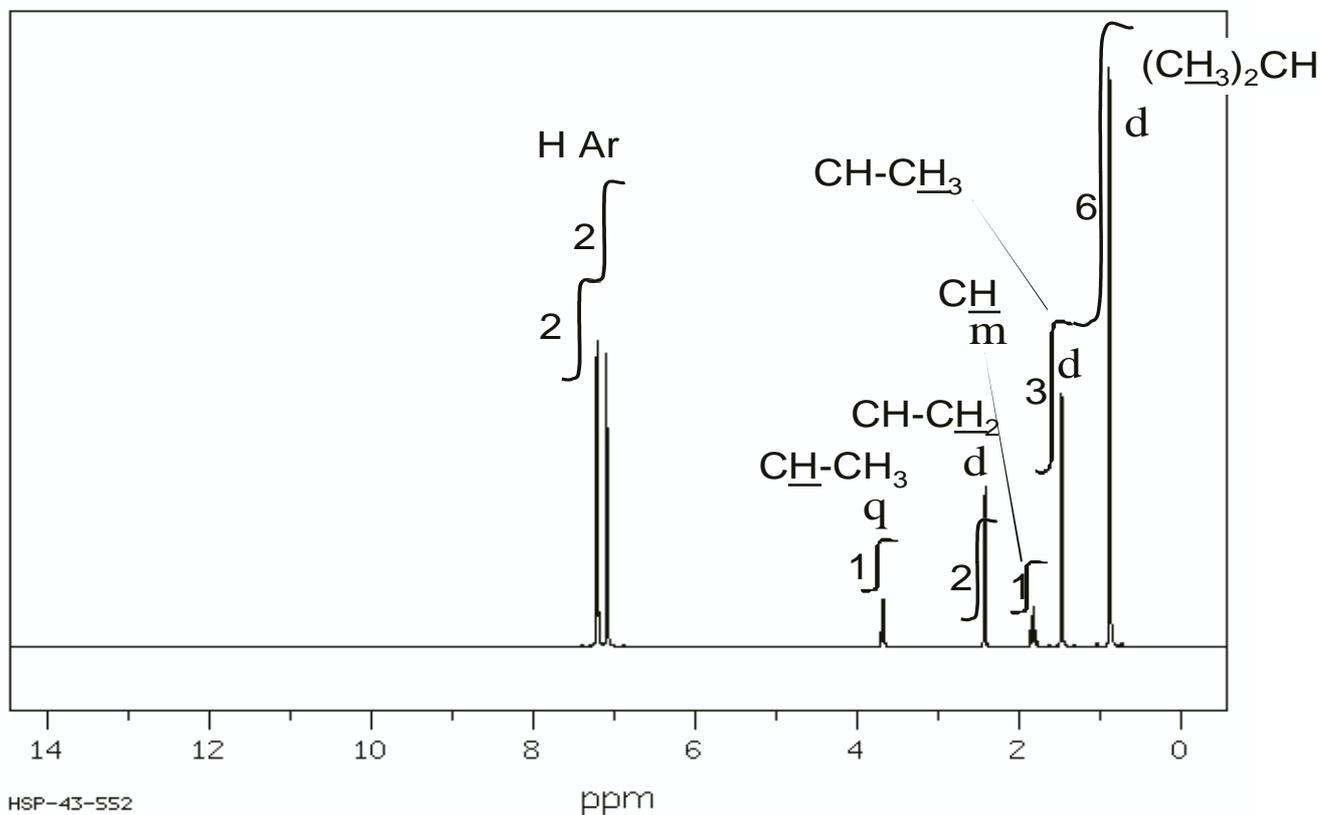
Problème II :

D'après les spectres suivants, donner la structure de l'acide carboxylique de formule moléculaire $C_{13}H_{18}O_2$.

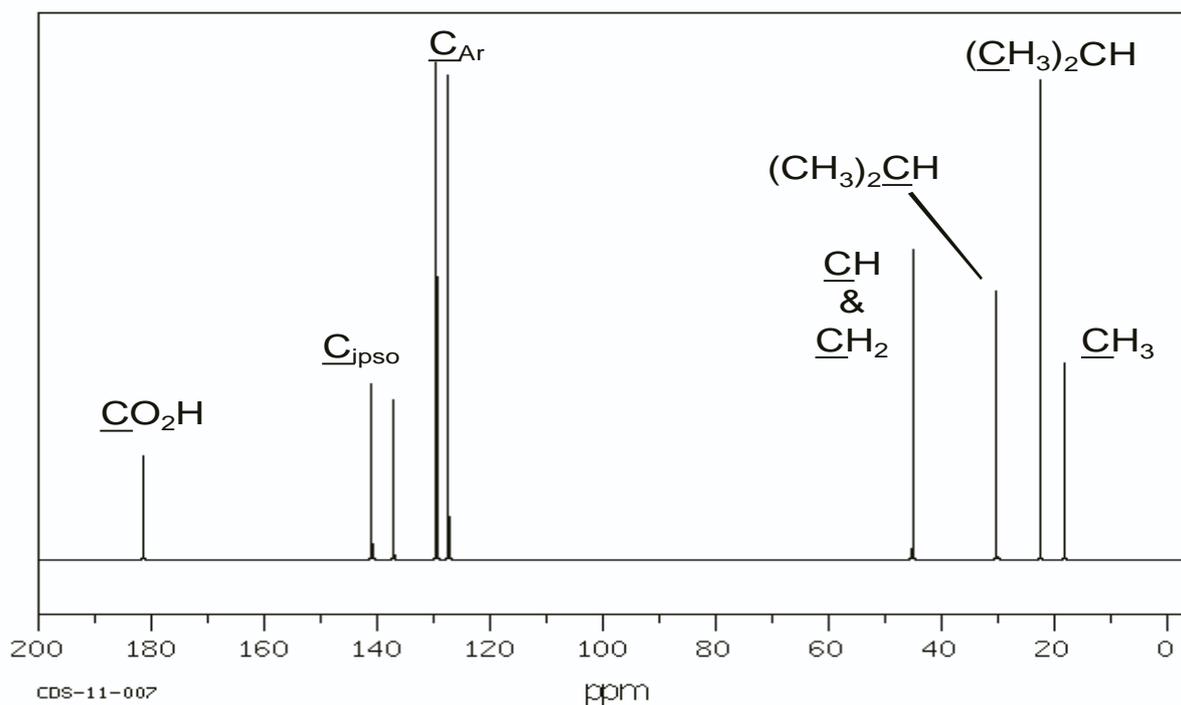
Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques. NB : L'hydrogène de la fonction acide carboxylique n'est pas observé en RMN 1H .

$$DBE = (2 \times 13 + 2 - 18) / 2 = 5 \text{ dont 1 pour COOH}$$

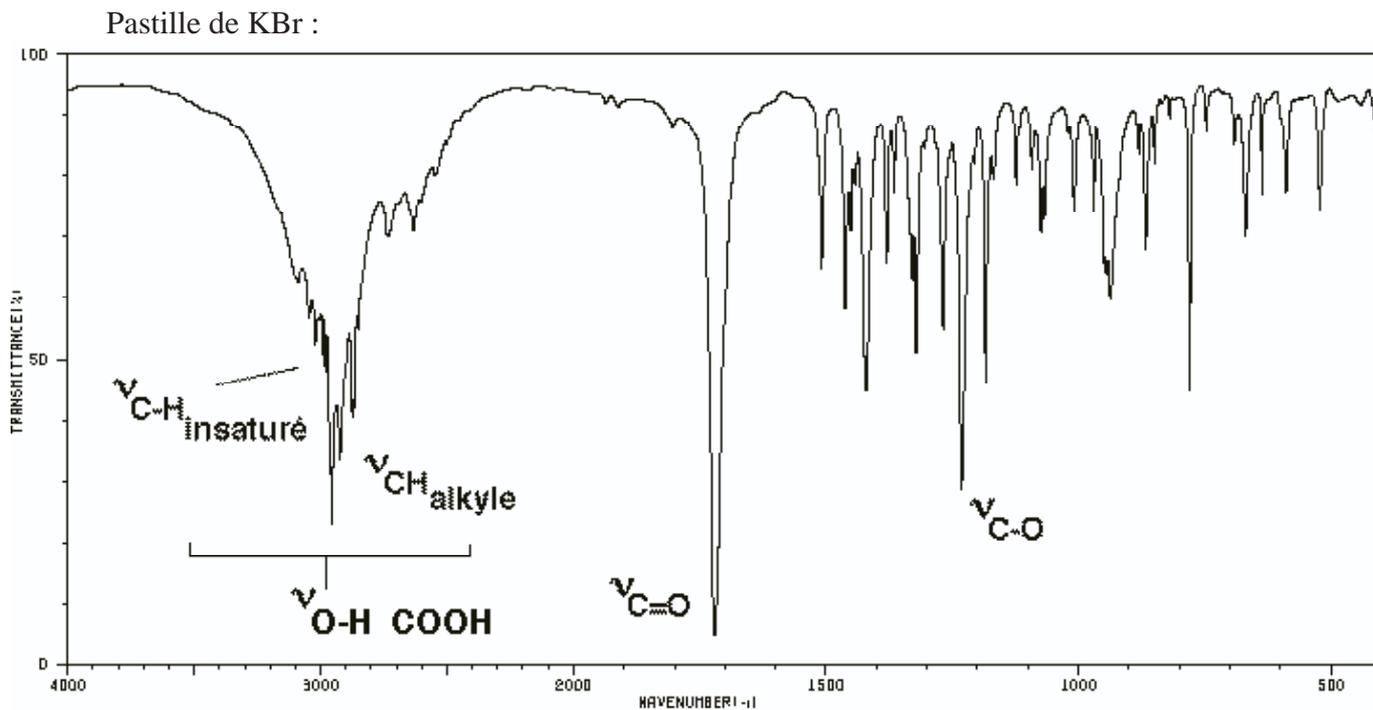
RMN 1H :



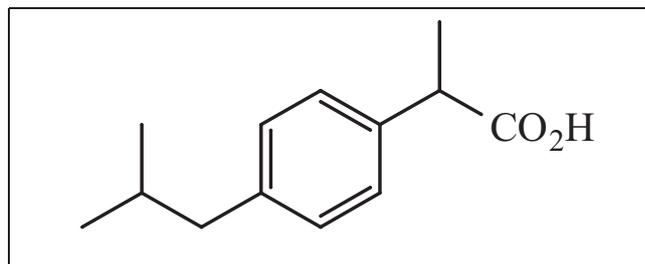
RMN $^{13}C\{^1H\}$:



Spectres IR :



Structure proposée :

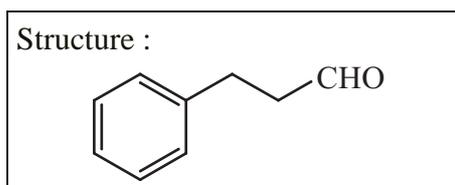


Ibuprofène

Problème III :

Trouver la formule développée du composé $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}$ présentant, entre autres, les caractéristiques spectroscopiques suivantes :

- IR : absorptions à 2726, et 1740 cm^{-1} => aldéhyde
- RMN ^1H (δ ppm): 2,76 (t, 2H, $J = 7$ Hz, $\text{CH}_2\text{-CO}$) ; 2,94 (t, 2H, $J = 7$ Hz, $\text{CH}_2\text{-Ph}$) ; 7,25 (m, 5H, Ph) ; 9,8 (t, 1H, CHO)



3-phénylpropanal (hydrocinnamaldéhyde)

$\text{DBE} = (2 \times 9 + 2 - 10)/2 = 5$ => probablement un cycle aromatique

NOM Prénom :

Jeudi 02 novembre 2006

Contrôle des Connaissances de Spectroscopie

Durée 1 h

Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.

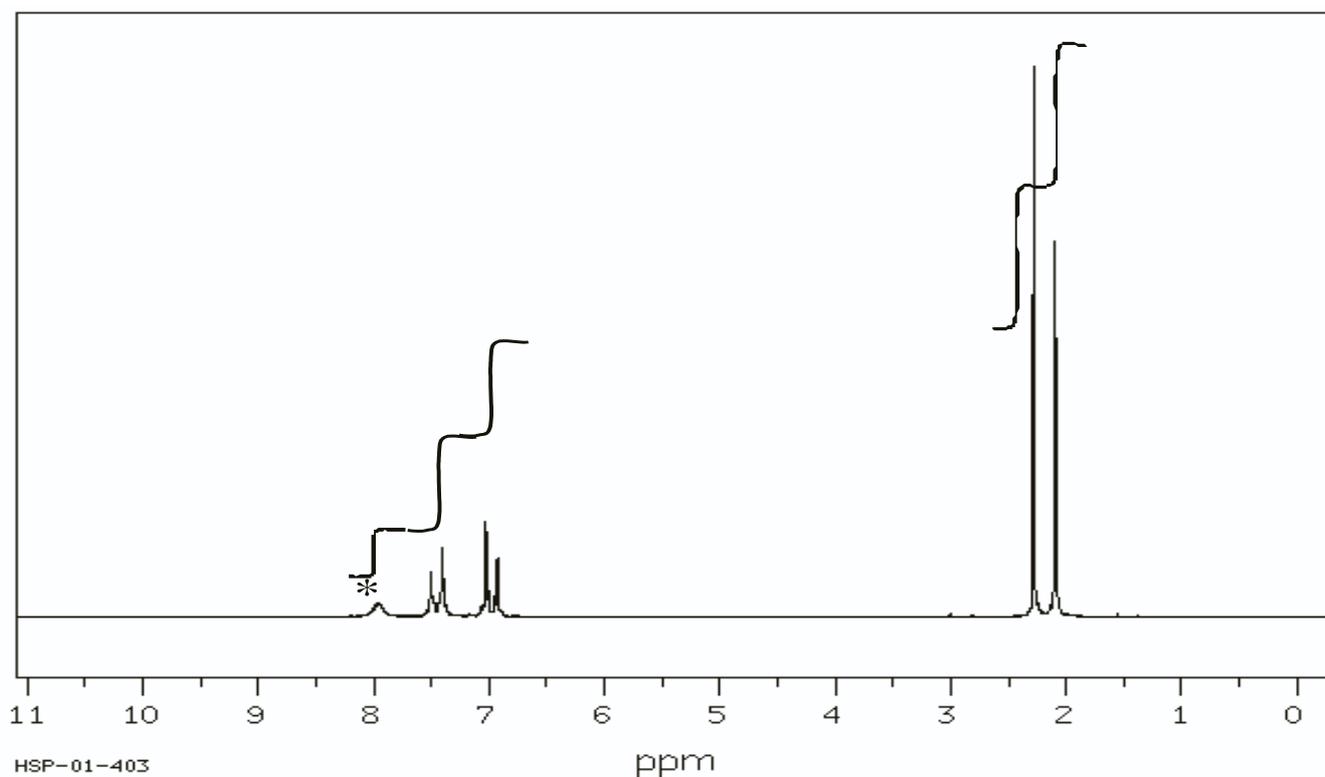
Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.

Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.

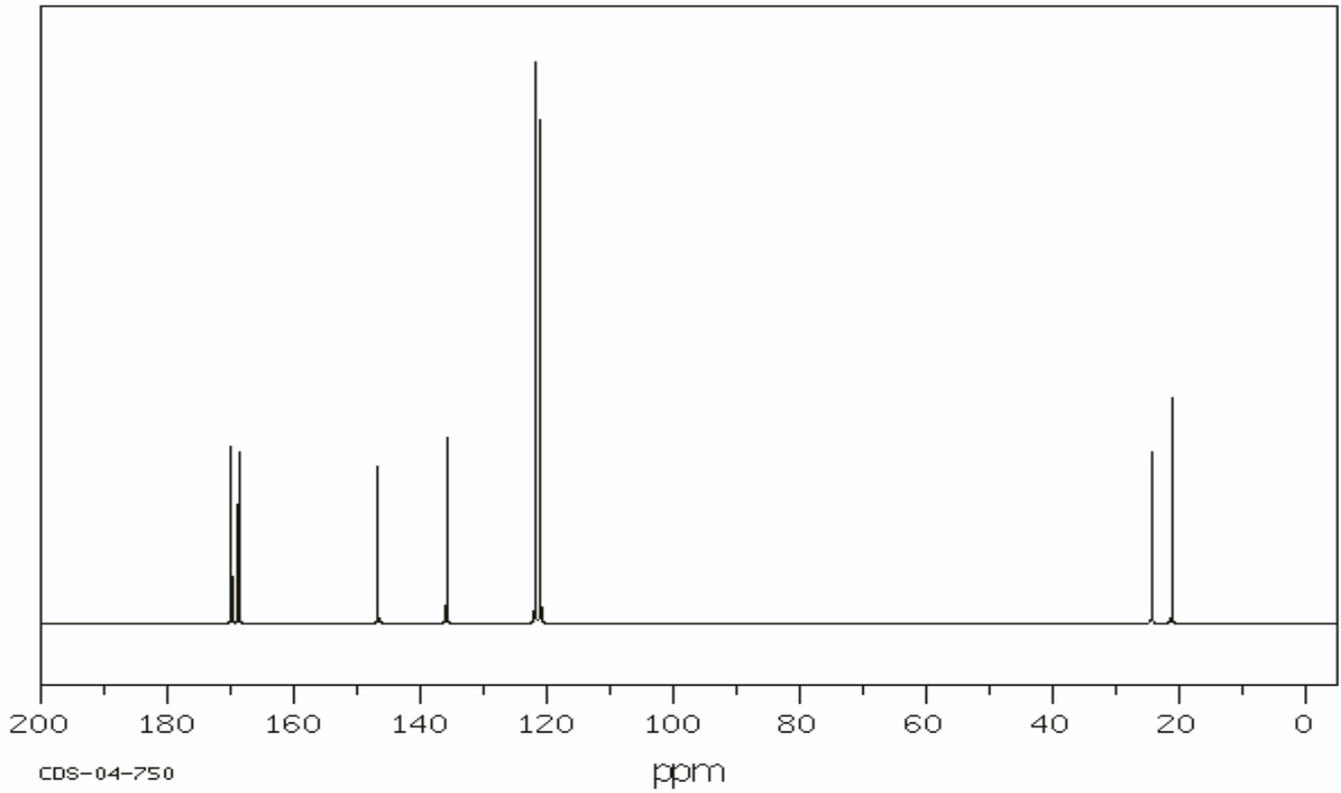
Problème I :

D'après les spectres suivants, donner la structure du composé de formule moléculaire $C_{10}H_{11}NO_3$. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques.

RMN 1H :

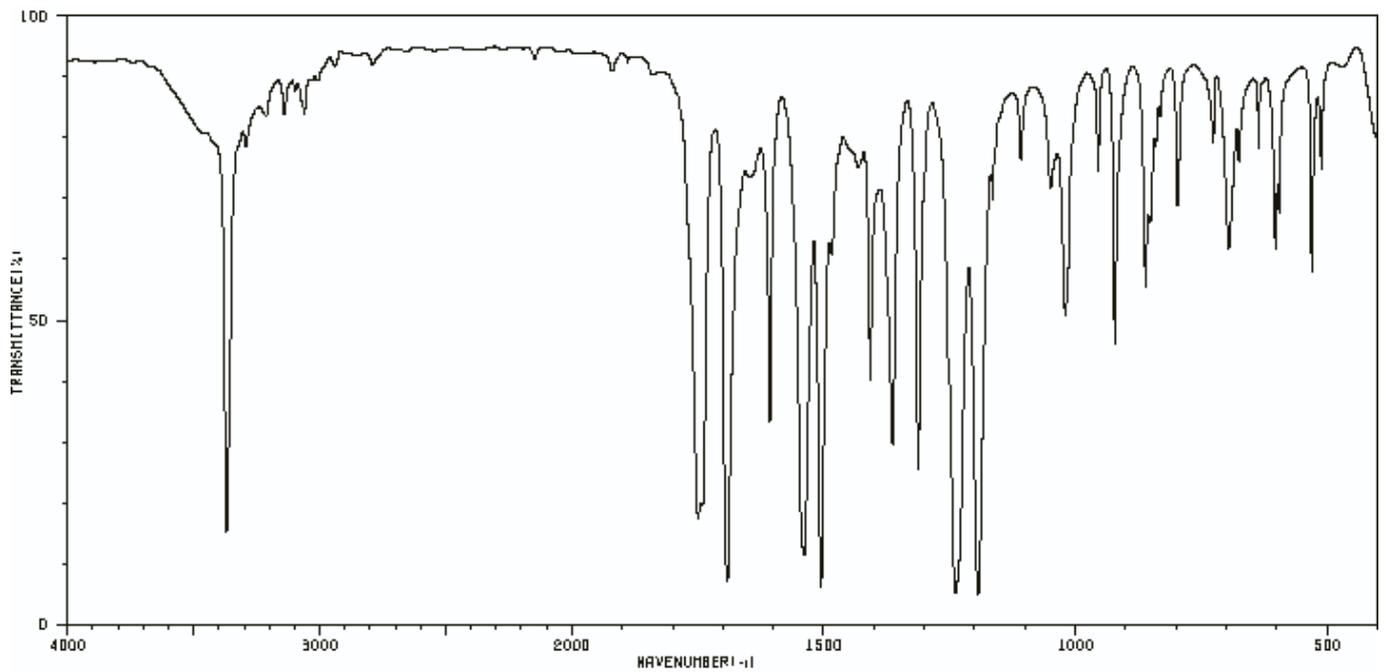


RMN $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$:

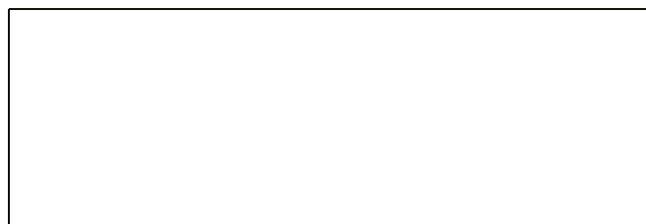


Spectres IR :

Pastille de KBr :



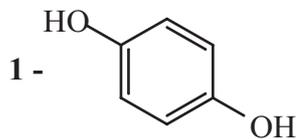
Structure proposée :



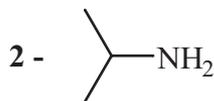
Problème II :

Attribuer les spectres IR et RMN ^1H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé.

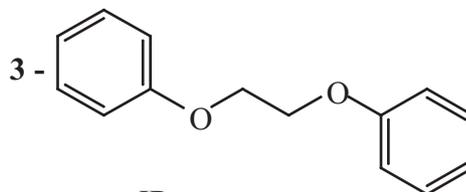
Remarque : En RMN ^1H , les signaux marqués d'une étoile s'échangent avec D_2O .



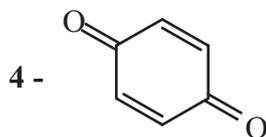
IR :
RMN ^1H :



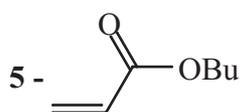
IR :
RMN ^1H :



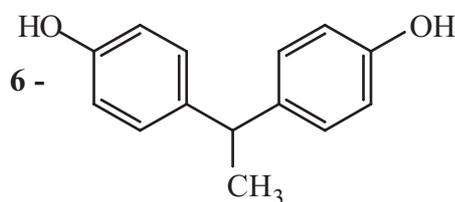
IR :
RMN ^1H :



IR :
RMN ^1H :



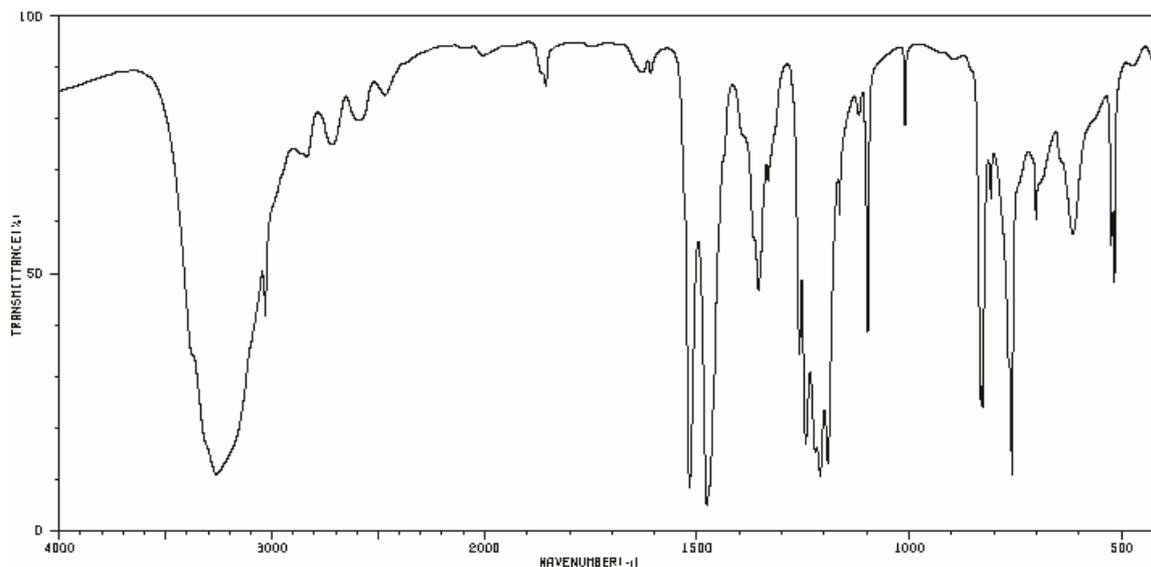
IR :
RMN ^1H :



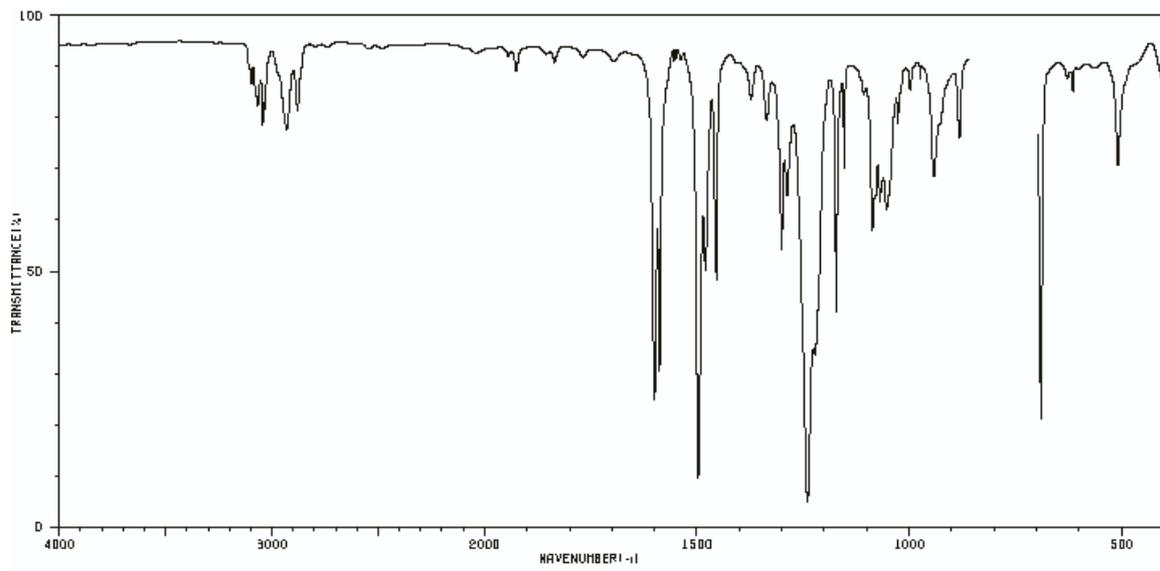
IR :
RMN ^1H :

Spectres IR :

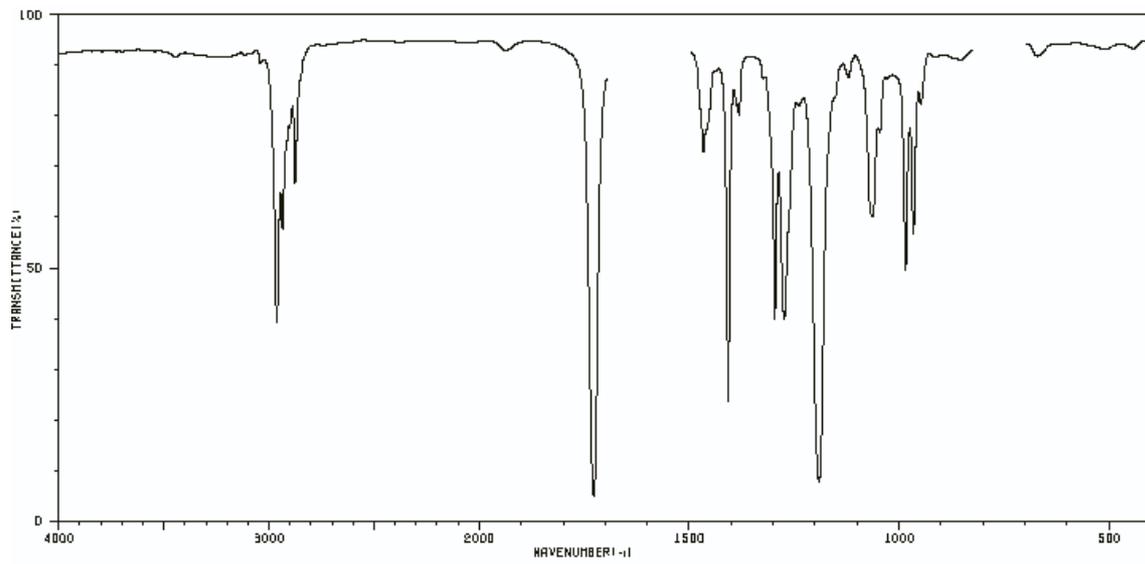
A -



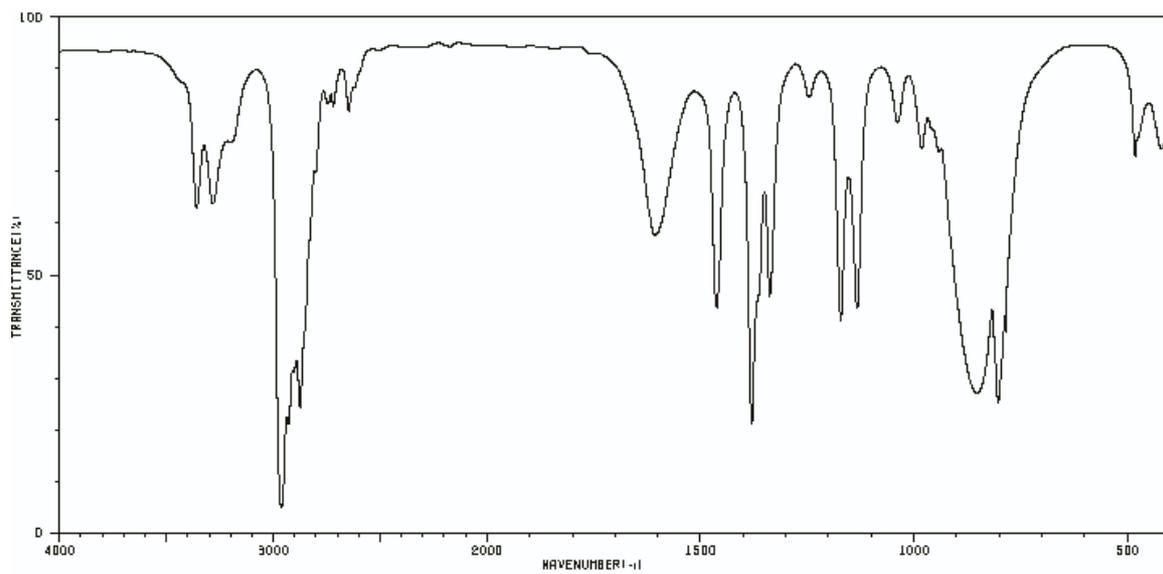
B -



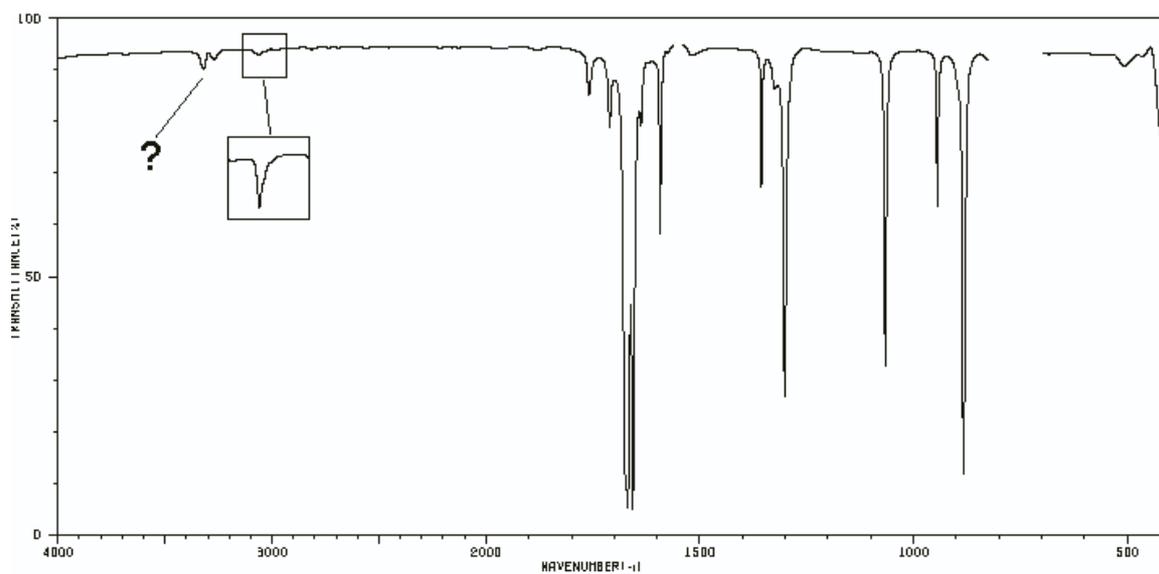
C -



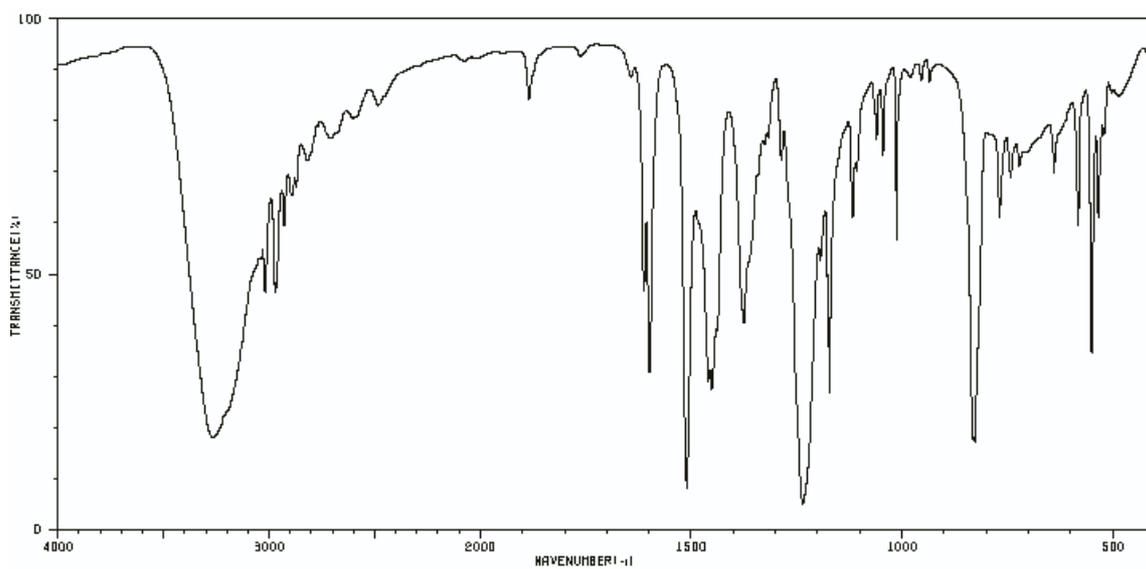
D -



E -

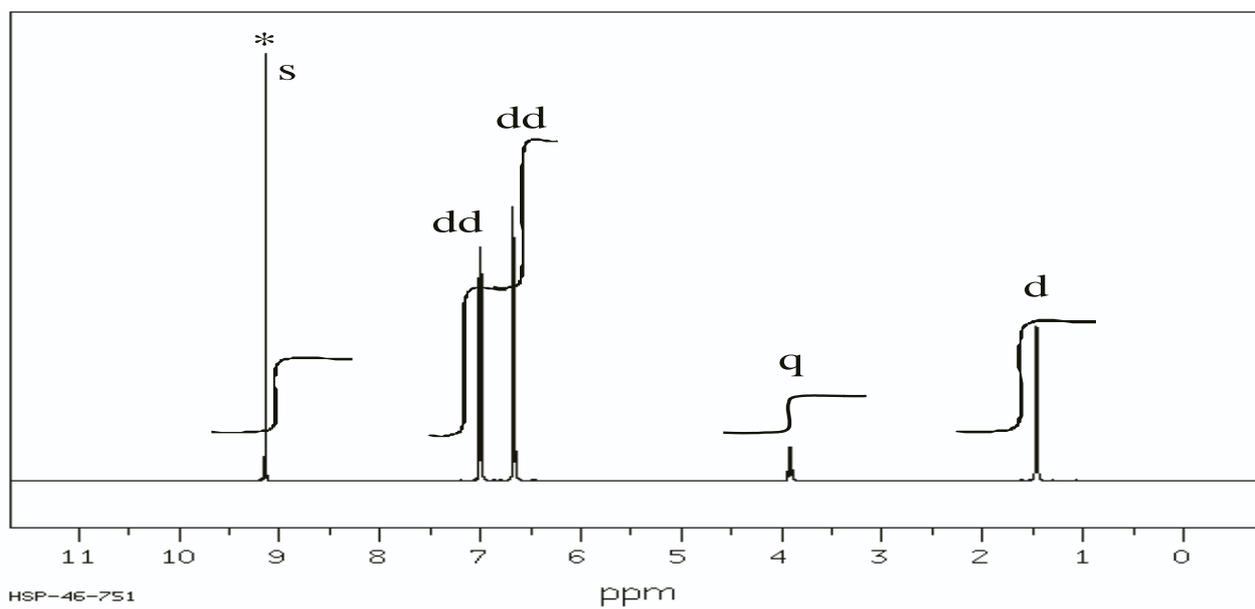


F -

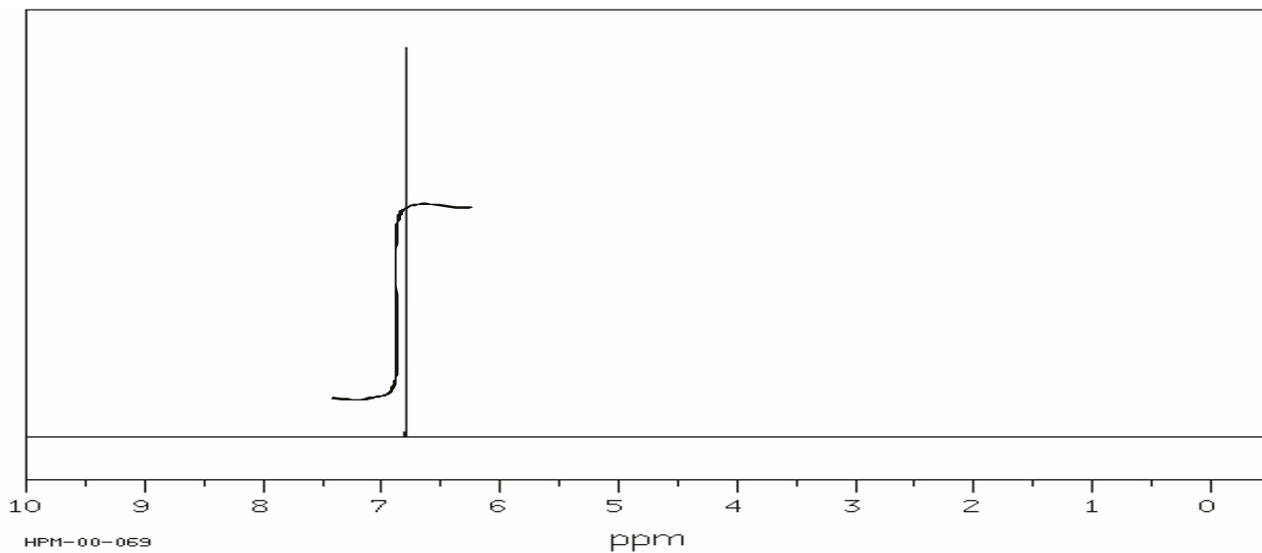


Spectres RMN ¹H :

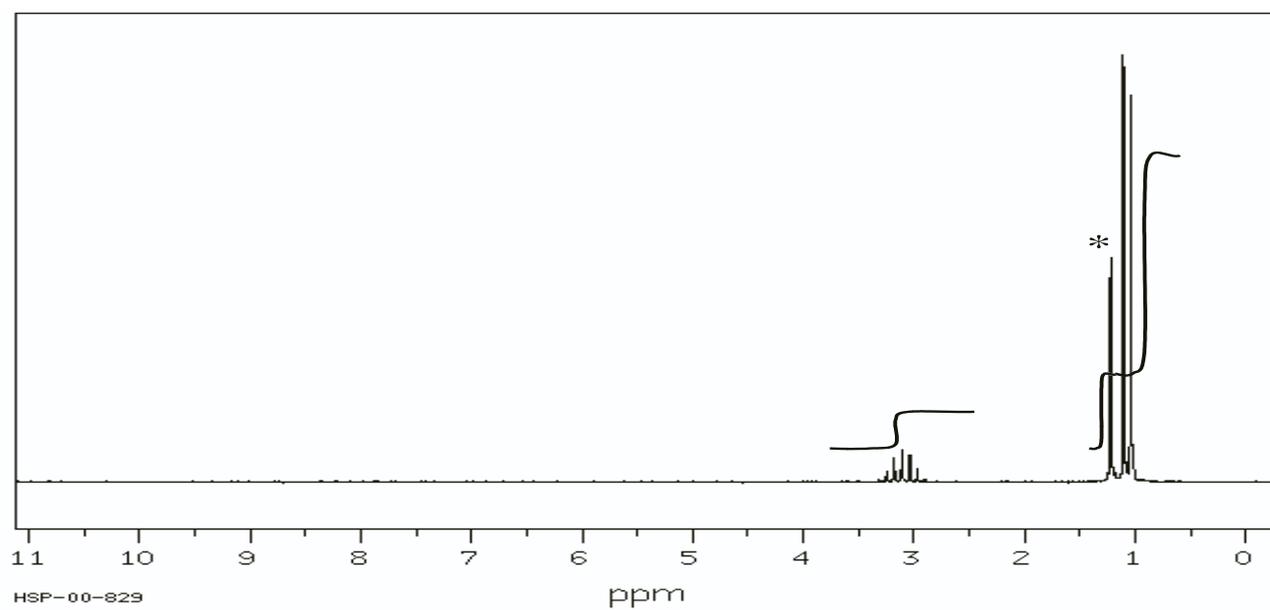
α -



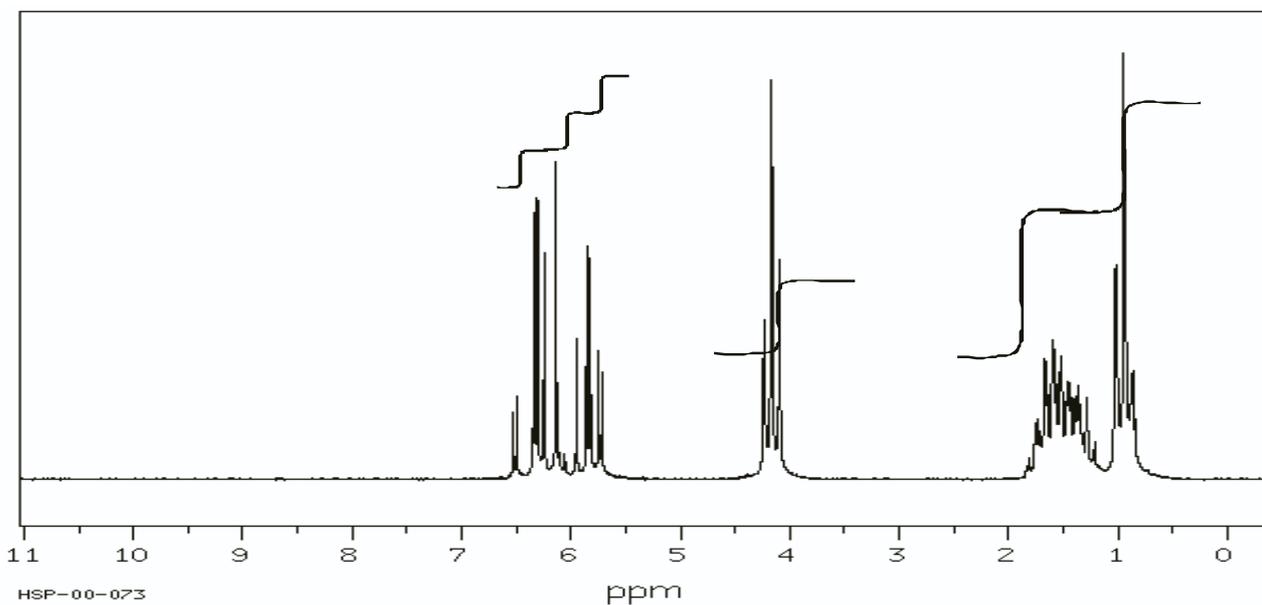
β -

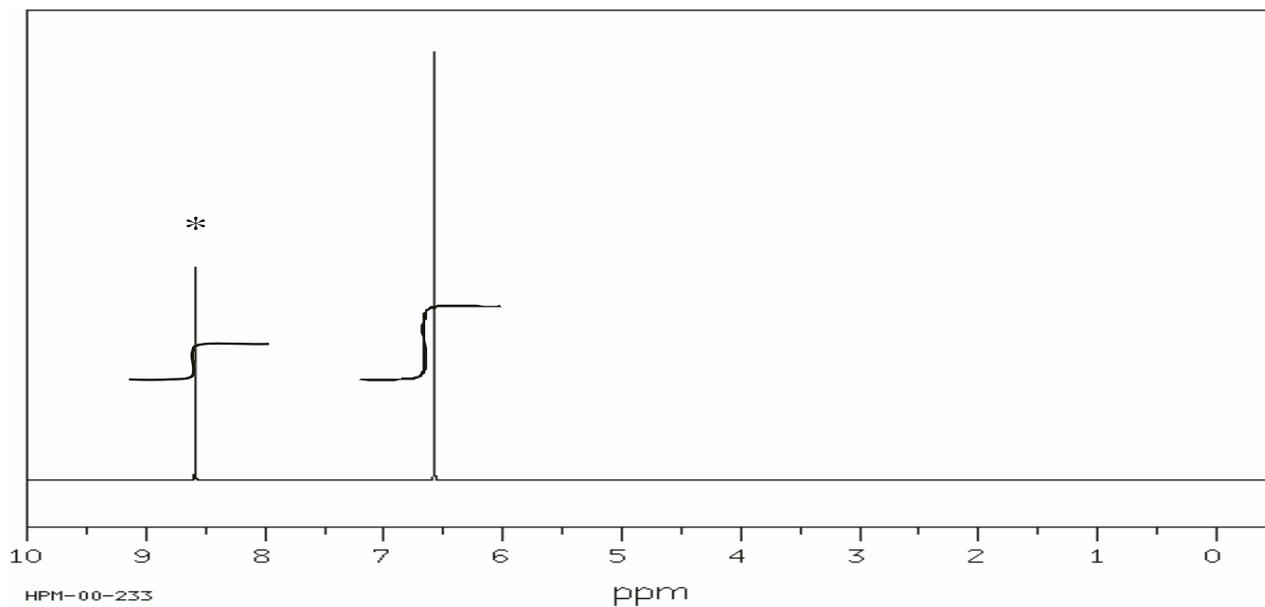
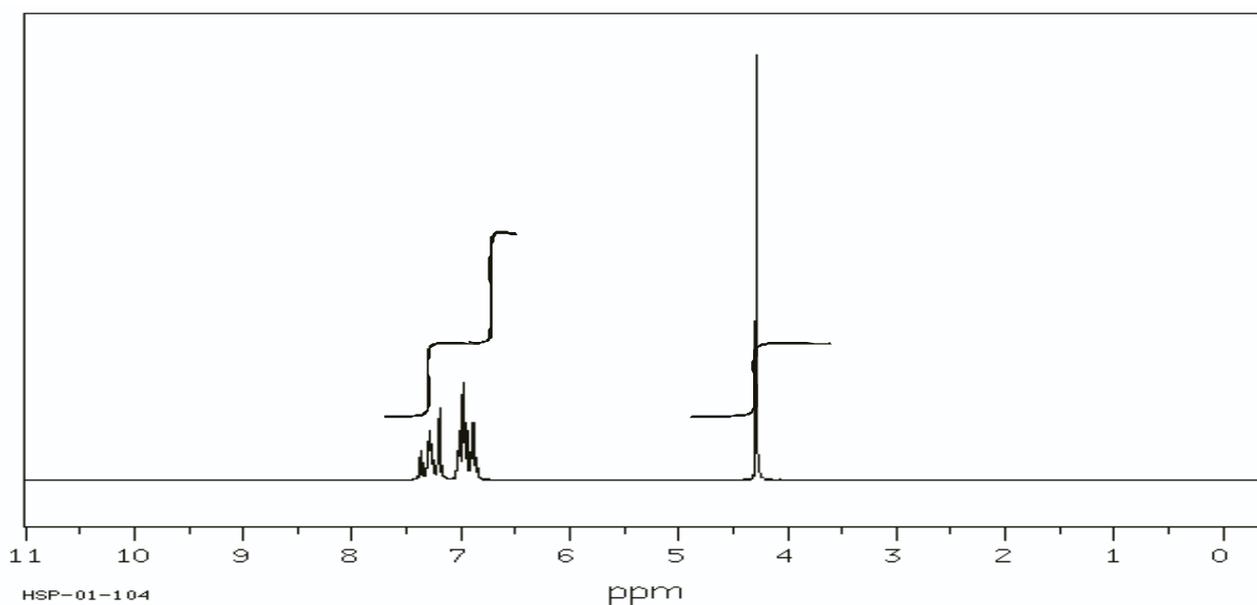


γ -



δ -



ε - Ω -**Problème III :**

Le spectre infra-rouge d'un composé de type amide $R-CO-NH-R'$ montre une bande d'absorption à 3370 cm^{-1} , attribuable à la vibration d'élongation de la liaison N-H. Afin de confirmer cette attribution, un échange H – D est effectué en traitant l'amide par une base forte (butyllithium) puis en hydrolysant le sel obtenu par D_2O . Après isolement et séchage de l'amide deutérié, un nouveau spectre infra-rouge est enregistré.

En considérant les systèmes "N-H" et "N-D" isolés et en les assimilant à des oscillateurs harmoniques:

- 1- Rappeler la formule reliant le nombre d'onde de la vibration à la masse d'un système diatomique,
- 2- Calculer la valeur du nombre d'onde à laquelle sera observée la vibration "N-D" (on considèrera les constantes de force des liaisons N-H et N-D égales).

(On donne : $M_H = 1\text{ g.mol}^{-1}$, $M_D = 2\text{ g.mol}^{-1}$, $M_N = 14\text{ g.mol}^{-1}$).

NOM Prénom :

Jeudi 02 novembre 2006

Contrôle des Connaissances de Spectroscopie - Corrigé

Durée 1 h

Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.

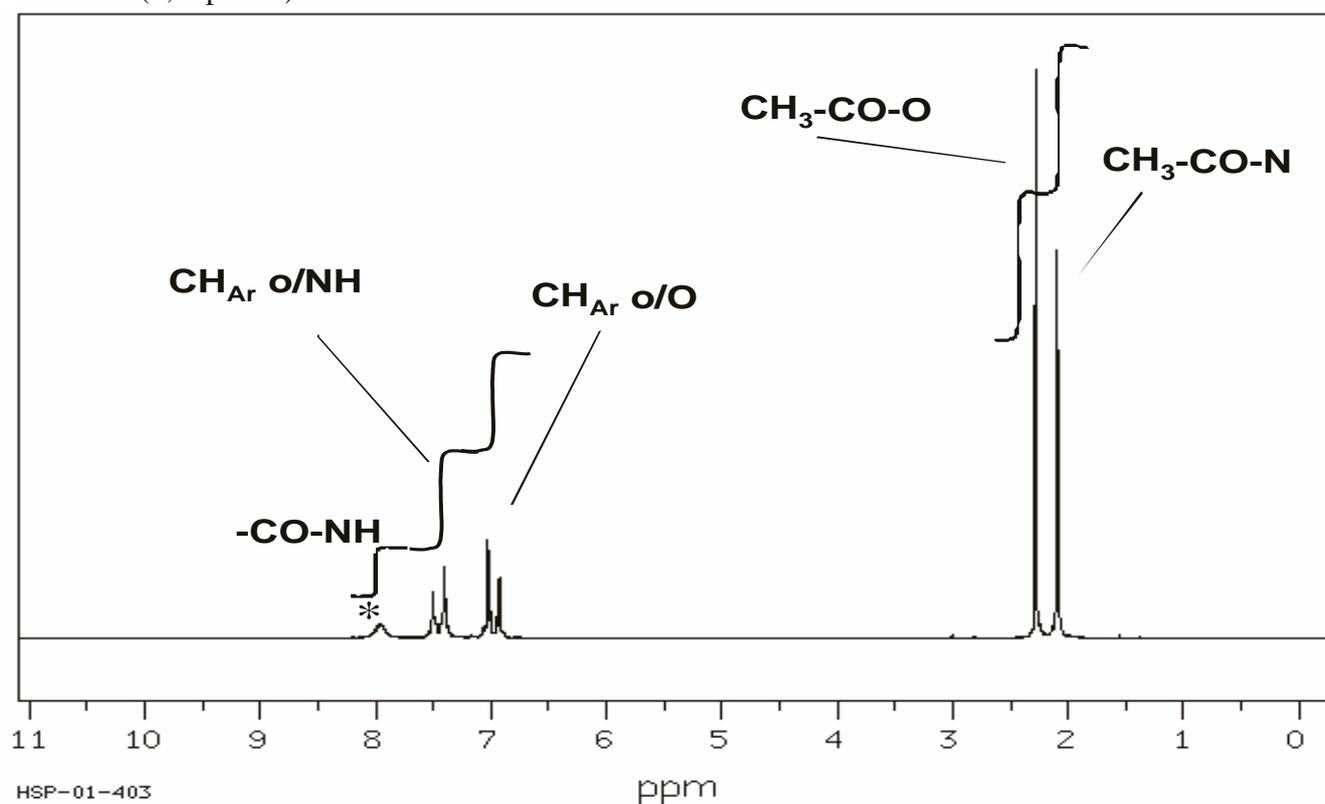
Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.

Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.

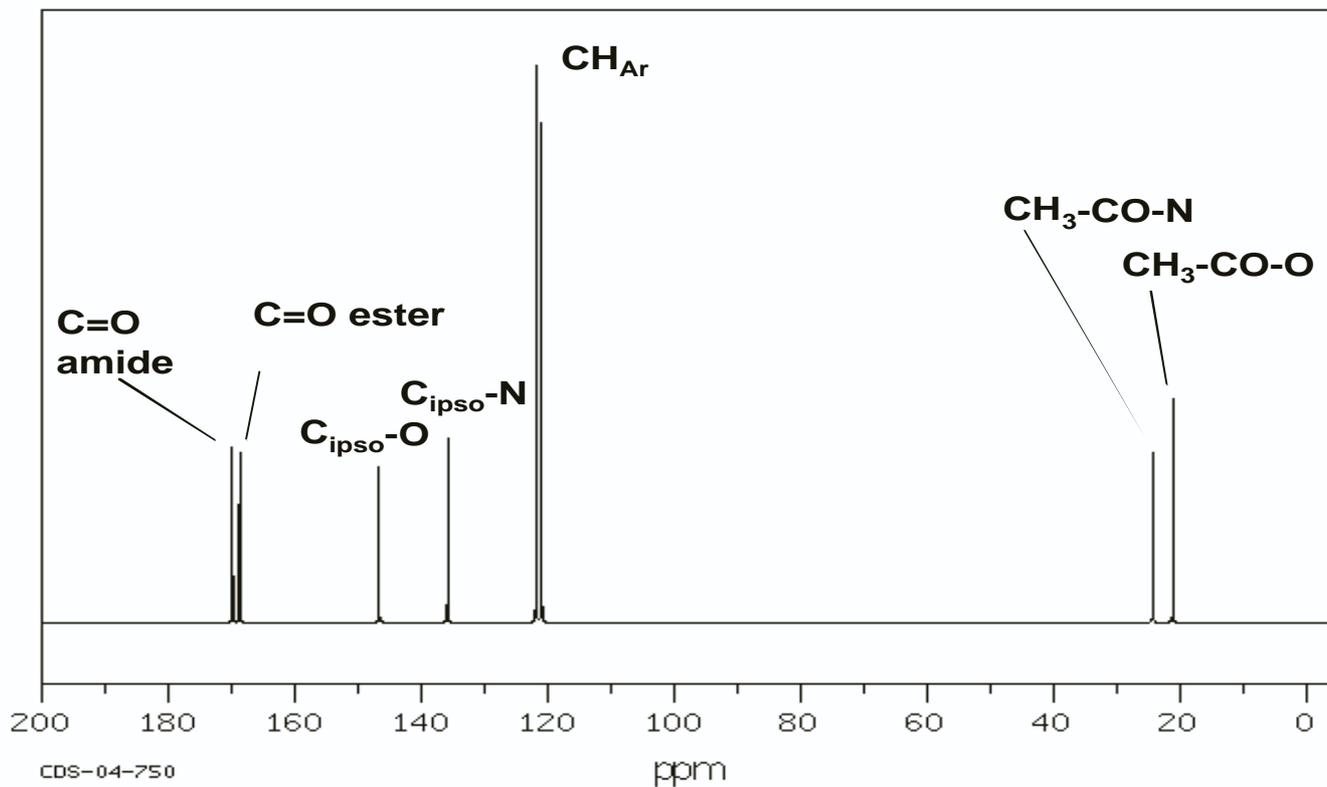
Problème I :

D'après les spectres suivants, donner la structure du composé de formule moléculaire $C_{10}H_{11}NO_3$. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques.

RMN 1H : (1,5 points)

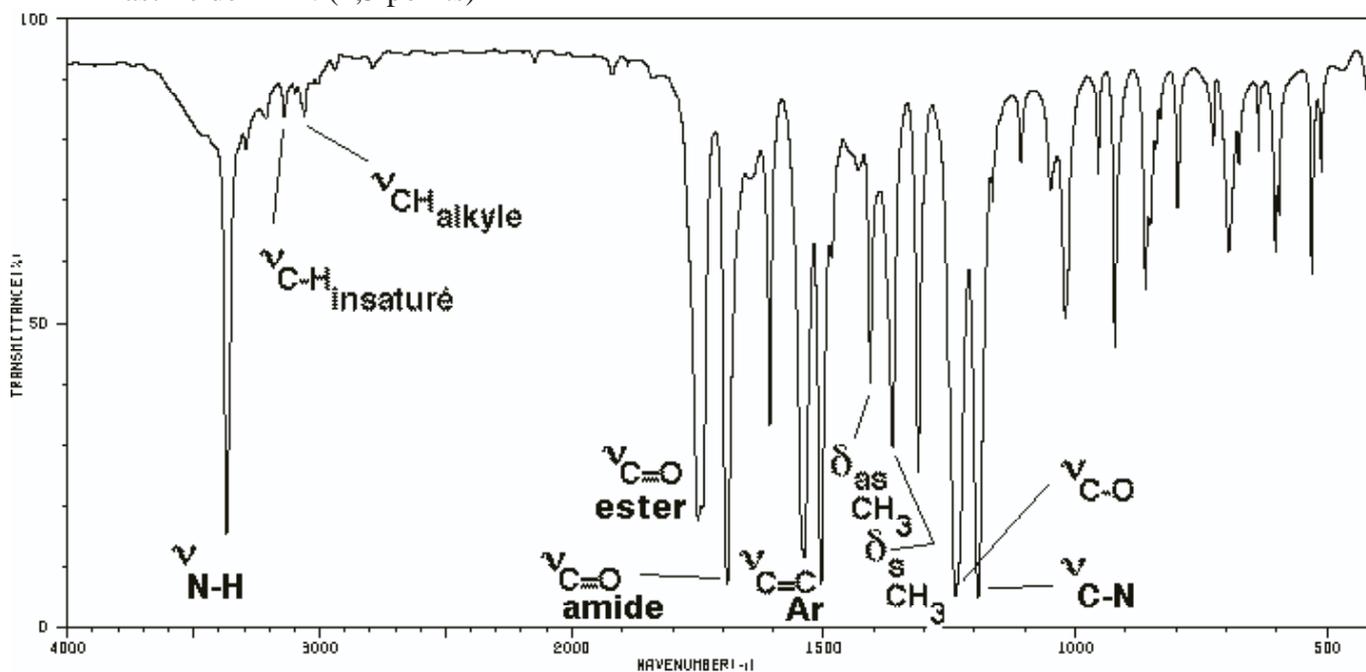


RMN $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$: (1 point)

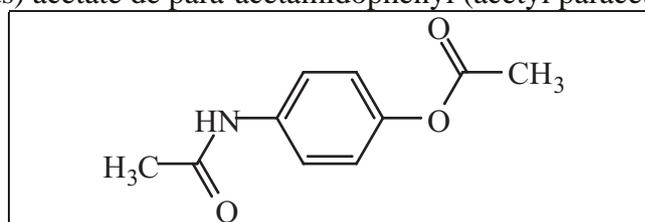


Spectres IR :

Pastille de KBr : (1,5 points)



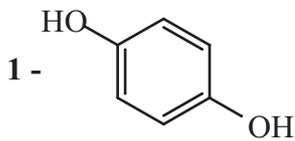
Structure proposée : (2 points) acétate de para-acétamidophényl (acétyl paracétamol)



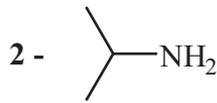
Problème II : (attribution : 12 x 0,5 points ; indexation : 0,5 point / spectre)

Attribuer les spectres IR et RMN ^1H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé.

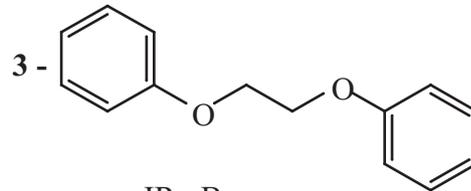
Remarque : En RMN ^1H , les signaux marqués d'une étoile s'échangent avec D_2O .



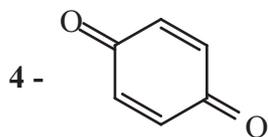
IR : A
RMN ^1H : ϵ



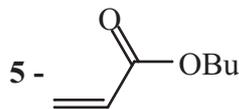
IR : D
RMN ^1H : γ



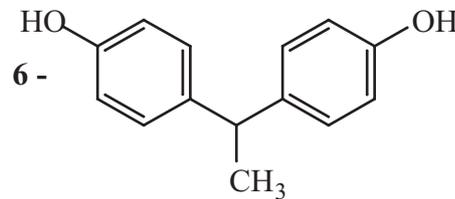
IR : B
RMN ^1H : ω



IR : E
RMN ^1H : β



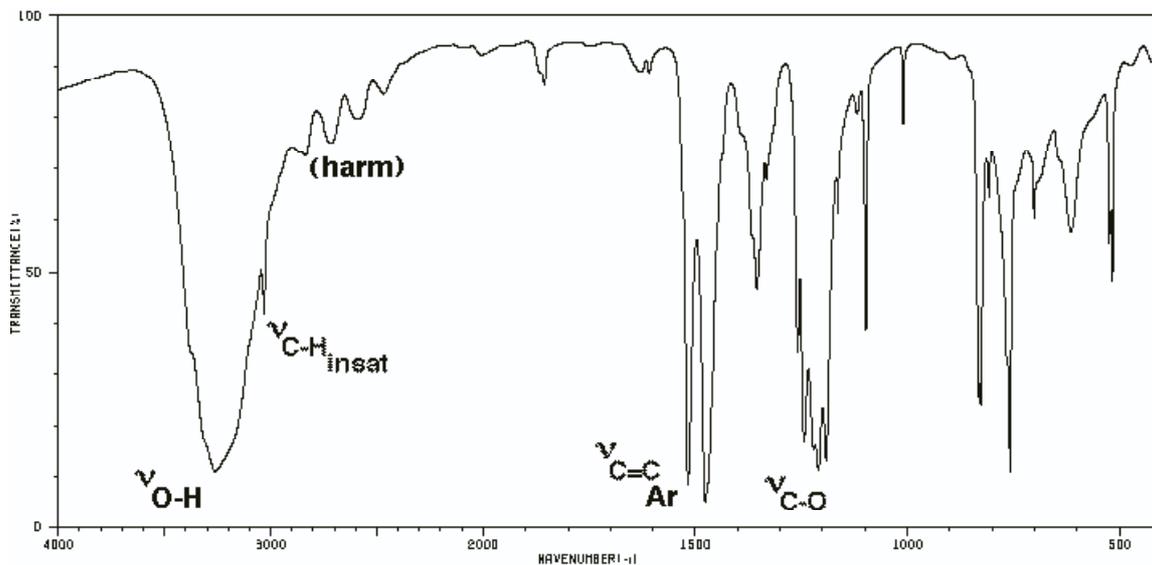
IR : C
RMN ^1H : δ



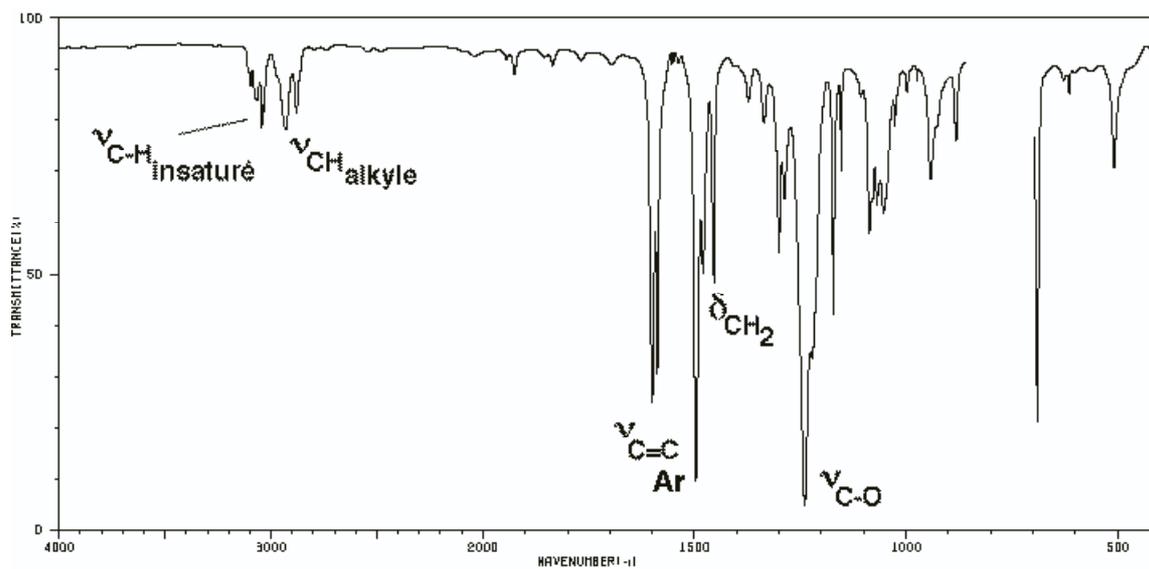
IR : F
RMN ^1H : α

Spectres IR :

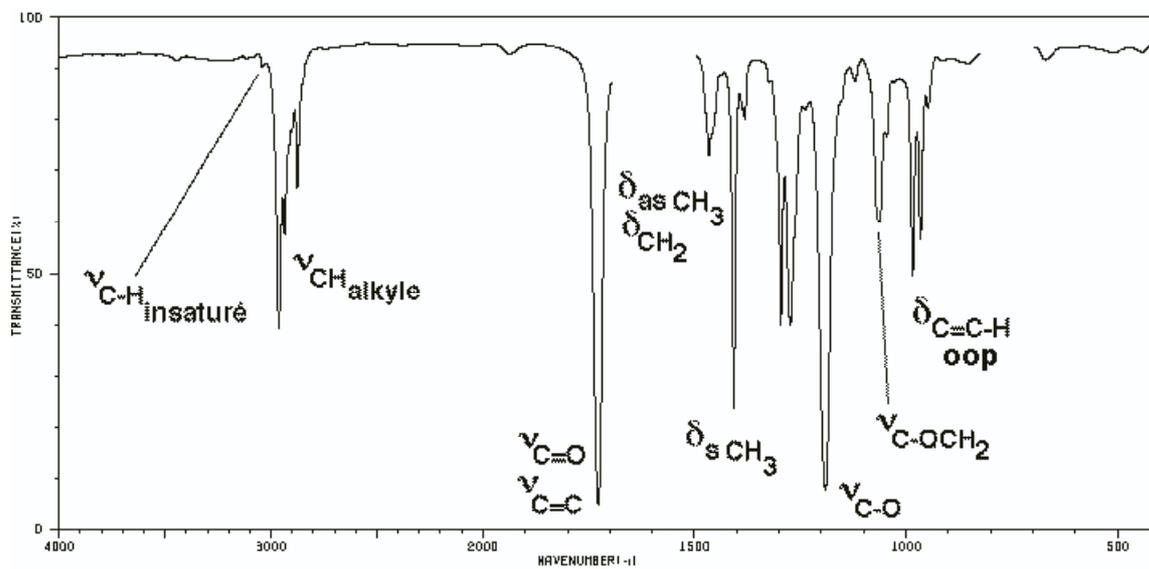
A -



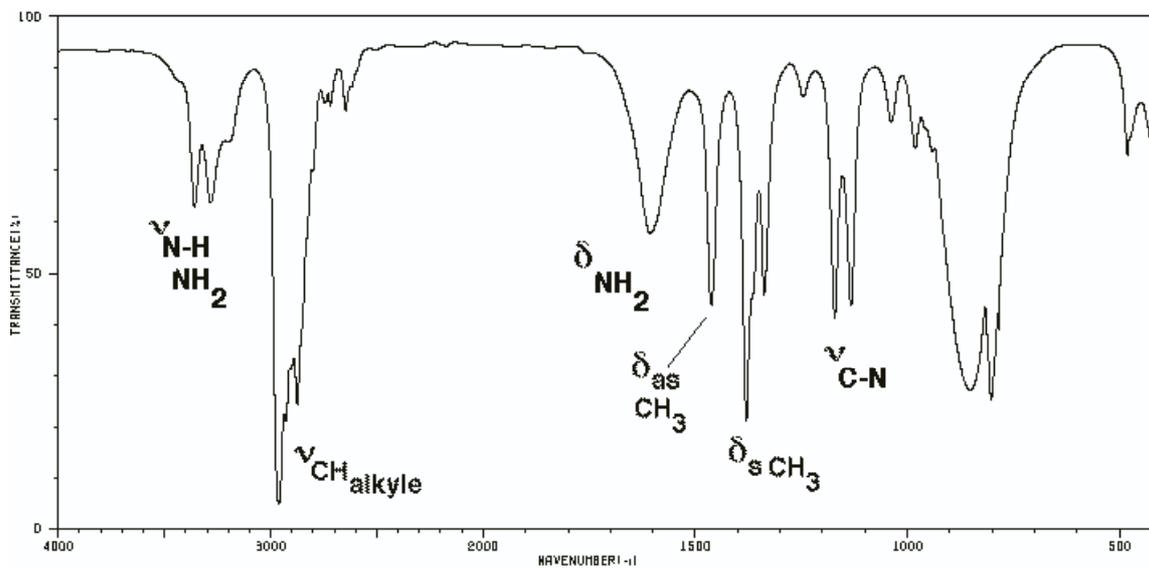
B -



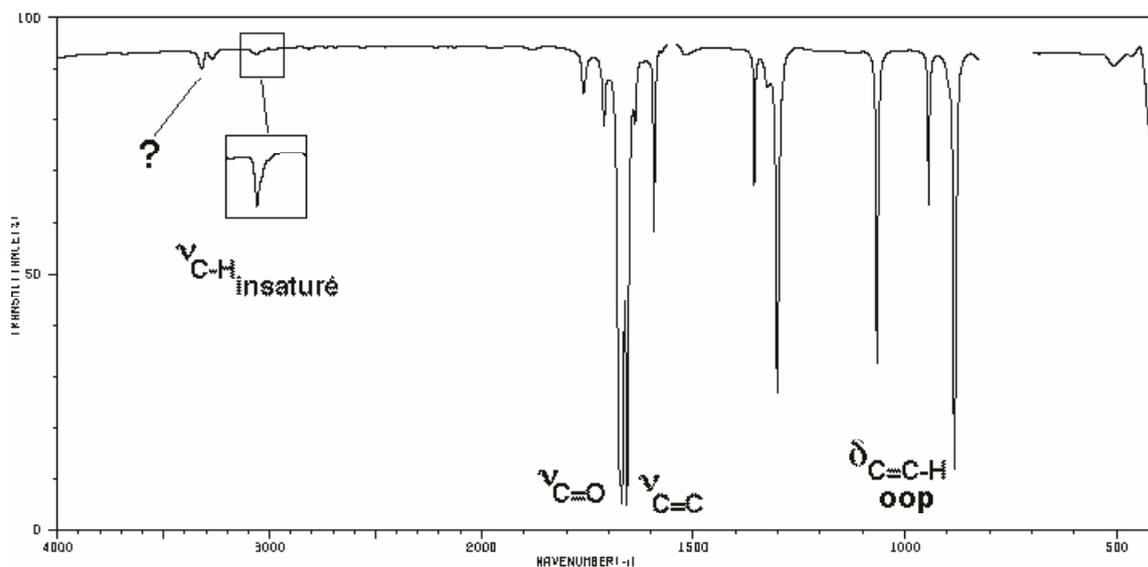
C -



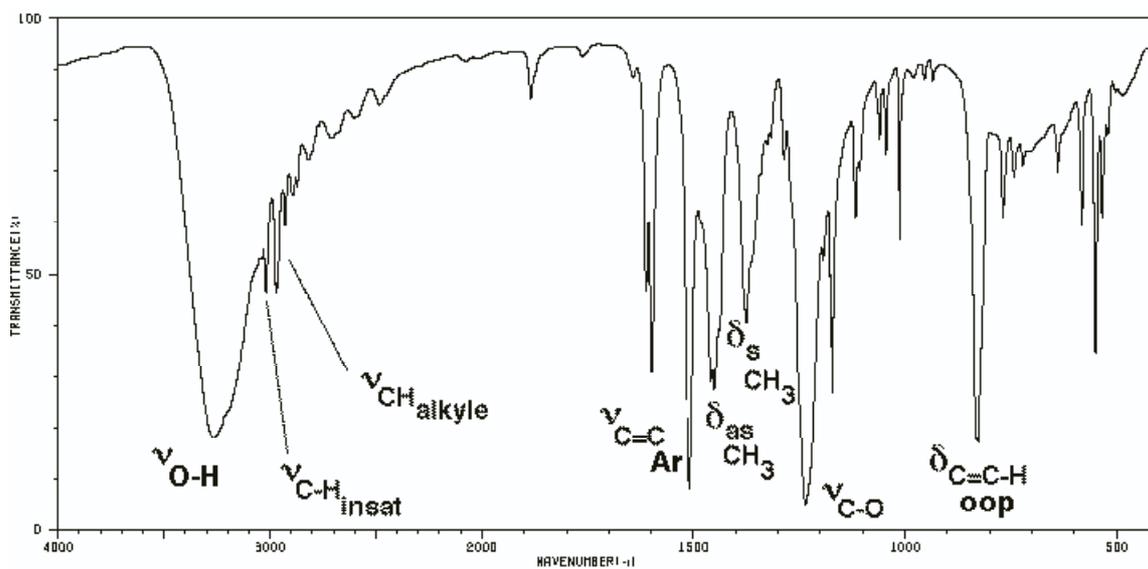
D -



E -

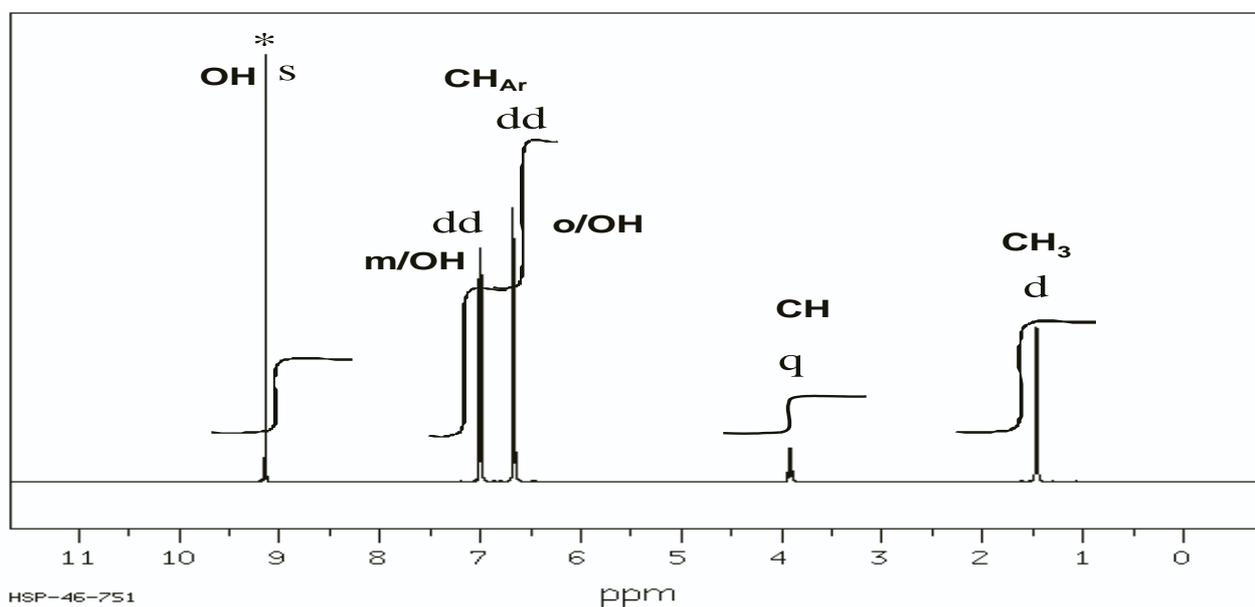


F -

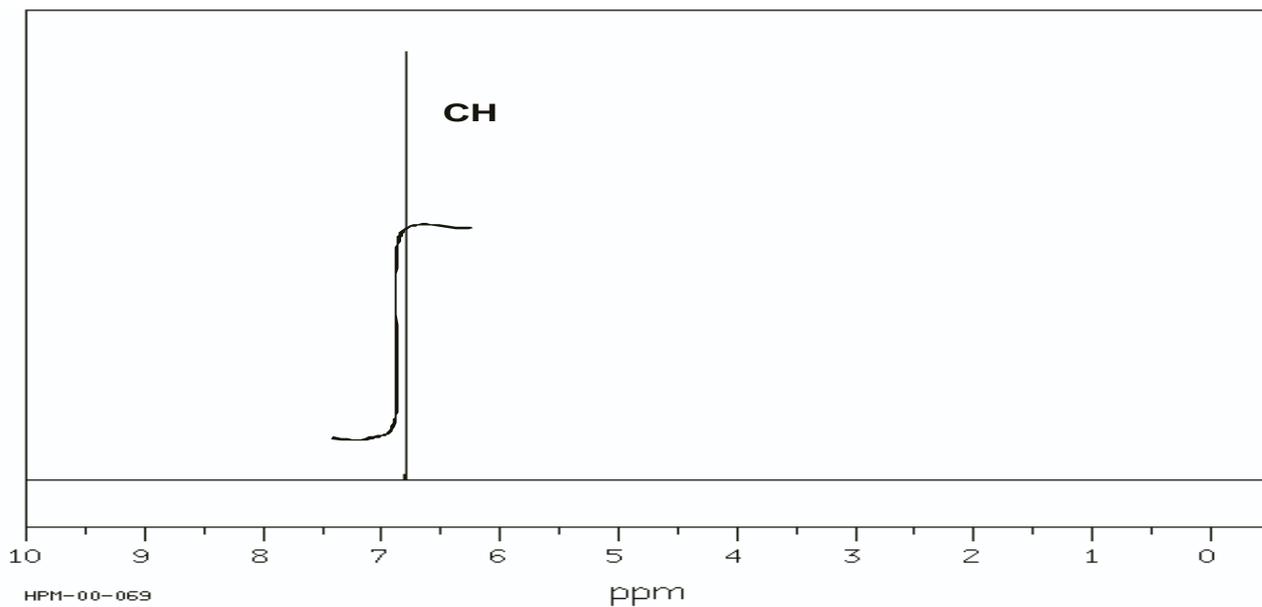


Spectres RMN ^1H :

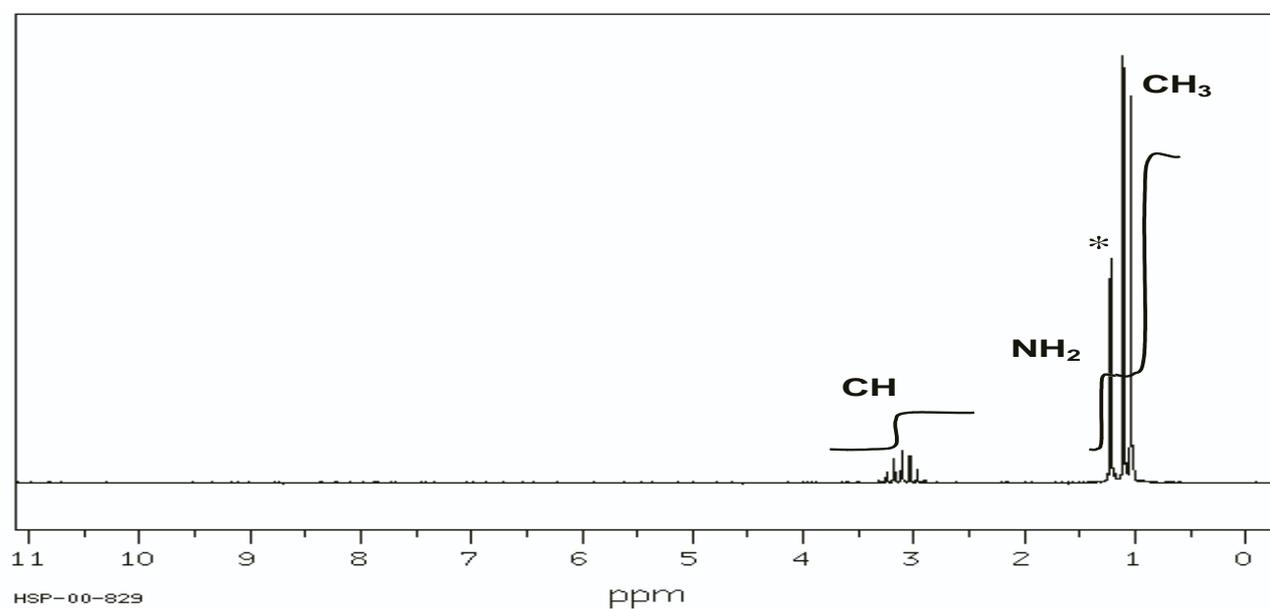
α -



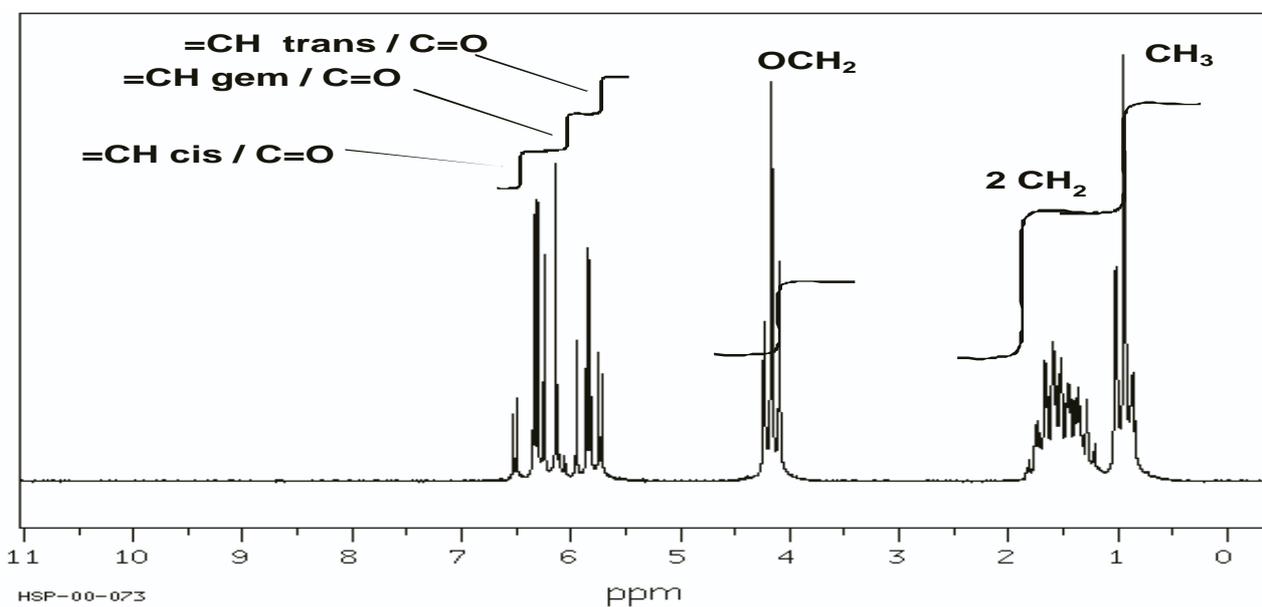
β -



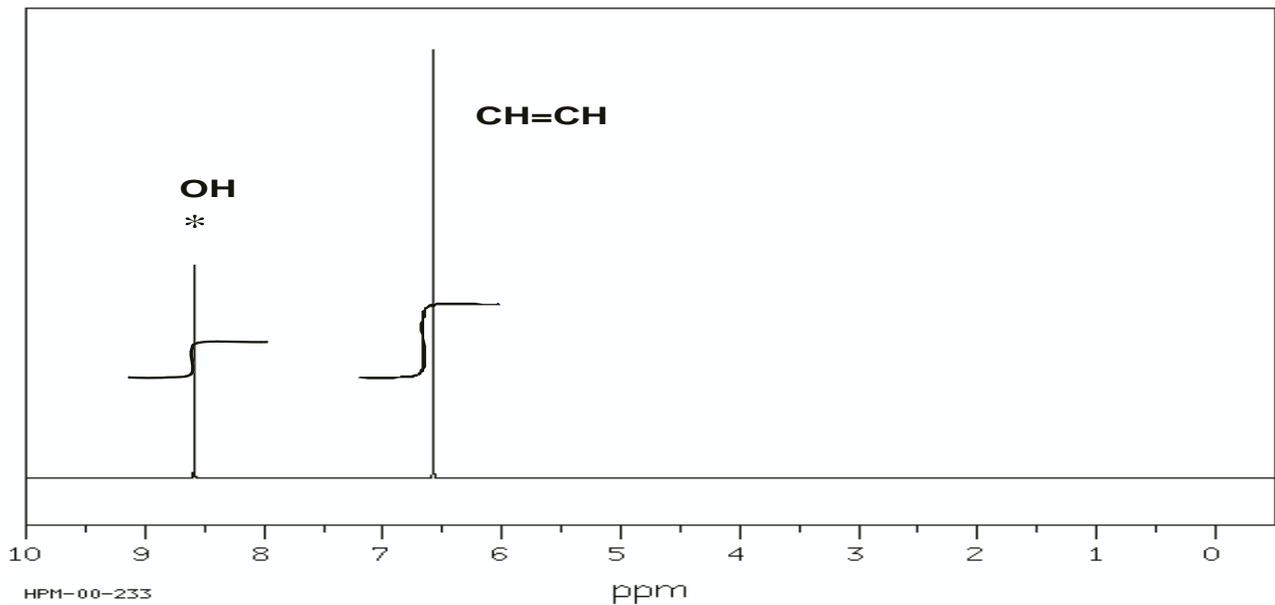
γ -



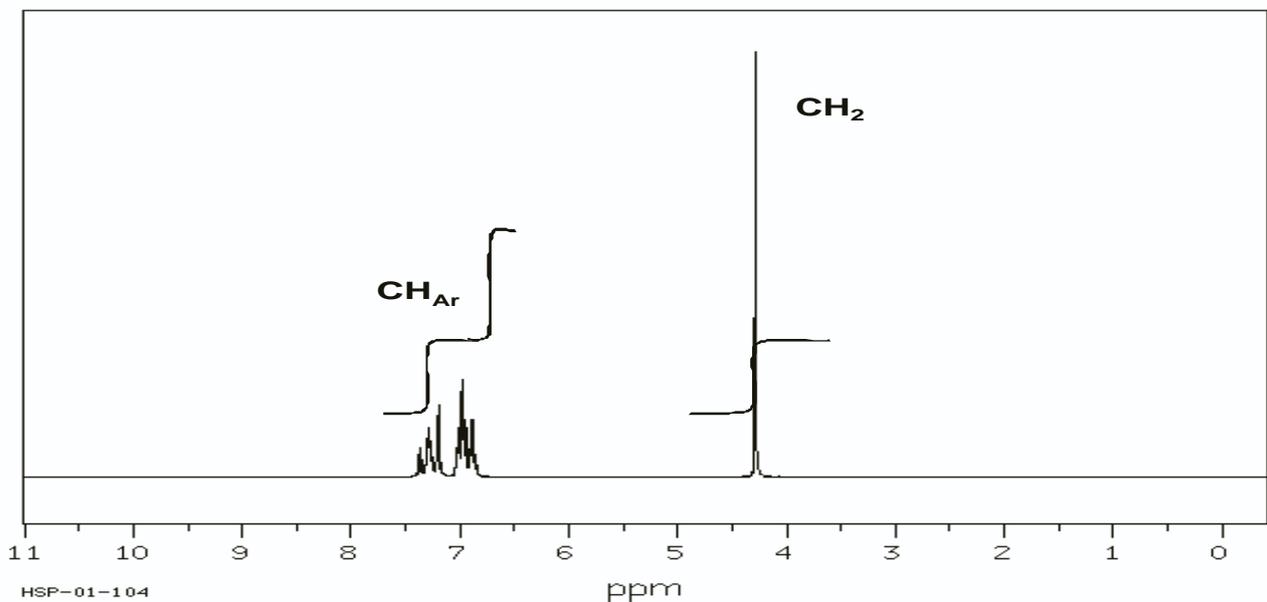
δ -



ε -



Ω -



Problème III : (2 points)

Le spectre infra-rouge d'un composé de type amide R-CO-NH-R' montre une bande d'absorption à 3370 cm^{-1} , attribuable à la vibration d'élongation de la liaison N-H. Afin de confirmer cette attribution, un échange H - D est effectué en traitant l'amide par une base forte (butyllithium) puis en hydrolysant le sel obtenu par D_2O . Après isolement et séchage de l'amide deutérié, un nouveau spectre infra-rouge est enregistré.

En considérant les systèmes "N-H" et "N-D" isolés et en les assimilant à des oscillateurs harmoniques:

1- Rappeler la formule reliant le nombre d'onde de la vibration à la masse d'un système diatomique,

$$\bar{\nu}_{AB} = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k_{AB}}{\mu_{AB}}} \text{ avec } \mu_{AB} = \frac{m_A \times m_B}{m_A + m_B} \text{ masse réduite du système}$$

et k_{AB} = constante de force de la liaison AB

2- Calculer la valeur du nombre d'onde à laquelle sera observée la vibration "N-D" (on considèrera les constantes de force des liaisons N-H et N-D égales).

$$\bar{\nu}_{ND} = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k}{\mu_{ND}}} \text{ et } \bar{\nu}_{NH} = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k}{\mu_{NH}}} \text{ avec } k = k_{NH} = k_{ND}$$

$$\text{donc } \frac{\bar{\nu}_{ND}}{\bar{\nu}_{NH}} = \sqrt{\frac{\mu_{NH}}{\mu_{ND}}} \Rightarrow \bar{\nu}_{ND} = \sqrt{\frac{\mu_{NH}}{\mu_{ND}}} \times \bar{\nu}_{NH}$$

$$\text{A.N.: } \bar{\nu}_{ND} = \sqrt{\frac{0,933}{1,75}} \times 3370 = 2461 \text{ cm}^{-1}$$

(On donne : $M_H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$, $M_D = 2 \text{ g.mol}^{-1}$, $M_N = 14 \text{ g.mol}^{-1}$).

NOM Prénom :

Jeudi 16 novembre 2007

Contrôle des Connaissances de Spectroscopie

Durée 1 h

Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.

Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.

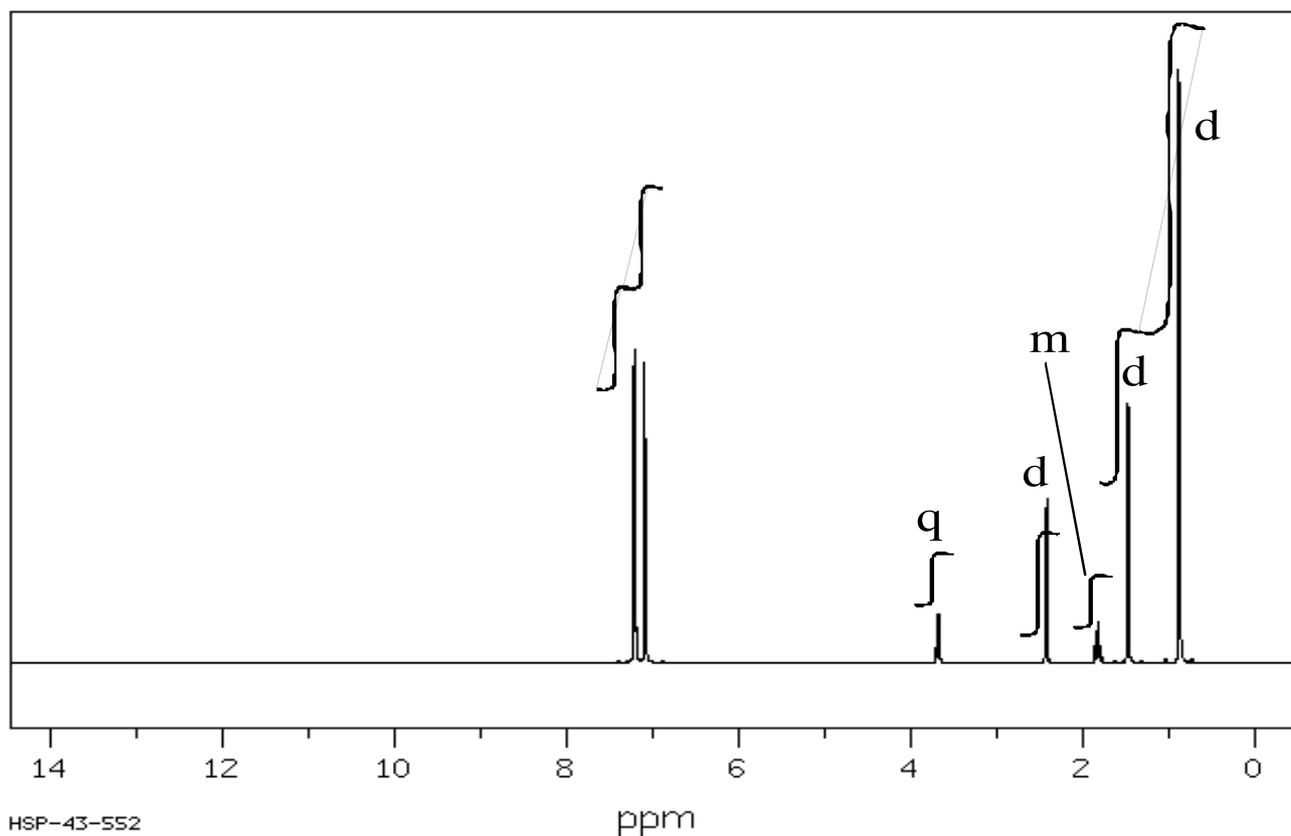
Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.

Problème I :

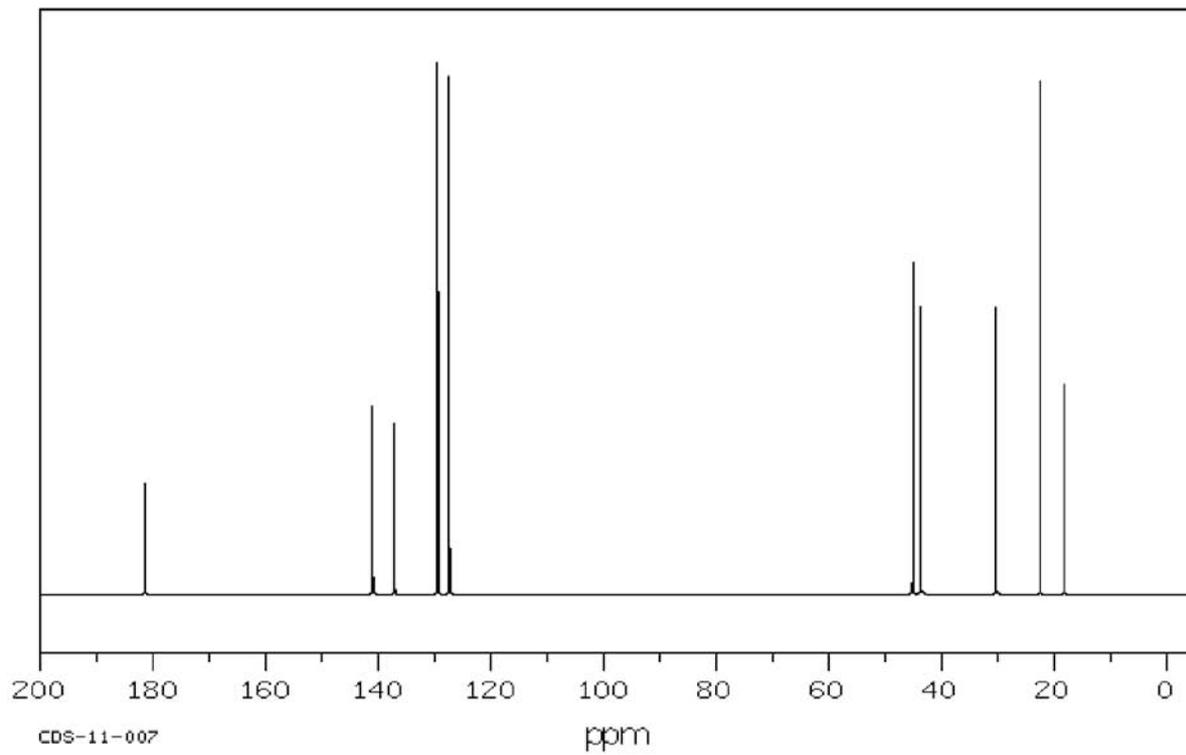
1- D'après les spectres suivants, donner la structure de l'acide carboxylique de formule moléculaire $C_{13}H_{18}O_2$.

Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques. *NB : L'hydrogène de la fonction acide carboxylique n'est pas observé en RMN 1H .*

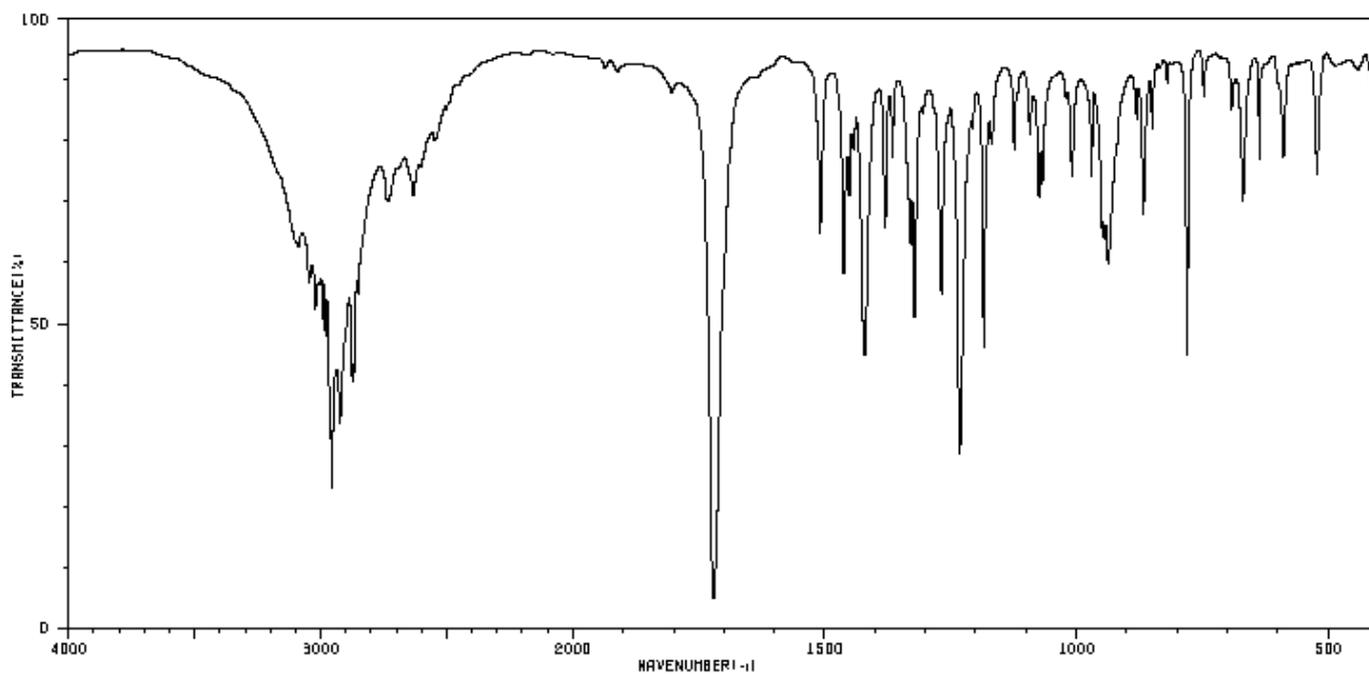
RMN 1H :



RMN $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$:



Spectre IR (pastille de KBr) :



Structure proposée :



2- Le spectre infra-rouge en transmission (pastille de KBr) de cet acide carboxylique montre une bande d'absorption large dont le maximum peut être estimé à 2950 cm^{-1} et qui peut être attribuée à la vibration d'élongation O-H. Afin de confirmer cette attribution, un échange H-D est réalisé en traitant cet acide carboxylique par D_2O puis le spectre infra-rouge du composé est à nouveau enregistré dans les mêmes conditions.

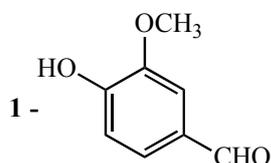
En considérant les systèmes "O-H" et "O-D" isolés et en les assimilant à des oscillateurs harmoniques :

- Rappeler la formule reliant le nombre d'onde de la vibration à la masse d'un système diatomique,
- Expliquer pourquoi la vibration d'élongation O-H de cet acide ne se trouve pas aux environs de $3200\text{-}3500\text{ cm}^{-1}$ mais à un nombre d'onde plus faible,
- Expliquer pourquoi les bandes des vibrations "O-H" et "O-D" obtenues sont très larges,
- Calculer la valeur du nombre d'onde à laquelle sera observée la vibration "O-D".

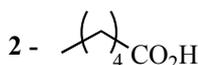
(On donne : $M_H = 1\text{ g.mol}^{-1}$, $M_D = 2\text{ g.mol}^{-1}$, $M_O = 16\text{ g.mol}^{-1}$; $k_{\text{O-H}} \approx k_{\text{O-D}}$).

Problème II :

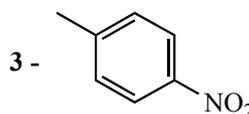
Attribuer les spectres IR et RMN ^1H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé (Remarque : en RMN ^1H , les signaux marqués d'une étoile s'échangent avec D_2O).



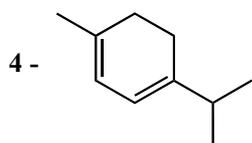
IR :
RMN ^1H :



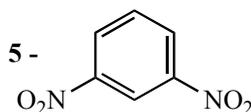
IR :
RMN ^1H :



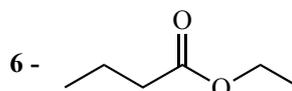
IR :
RMN ^1H :



IR :
RMN ^1H :

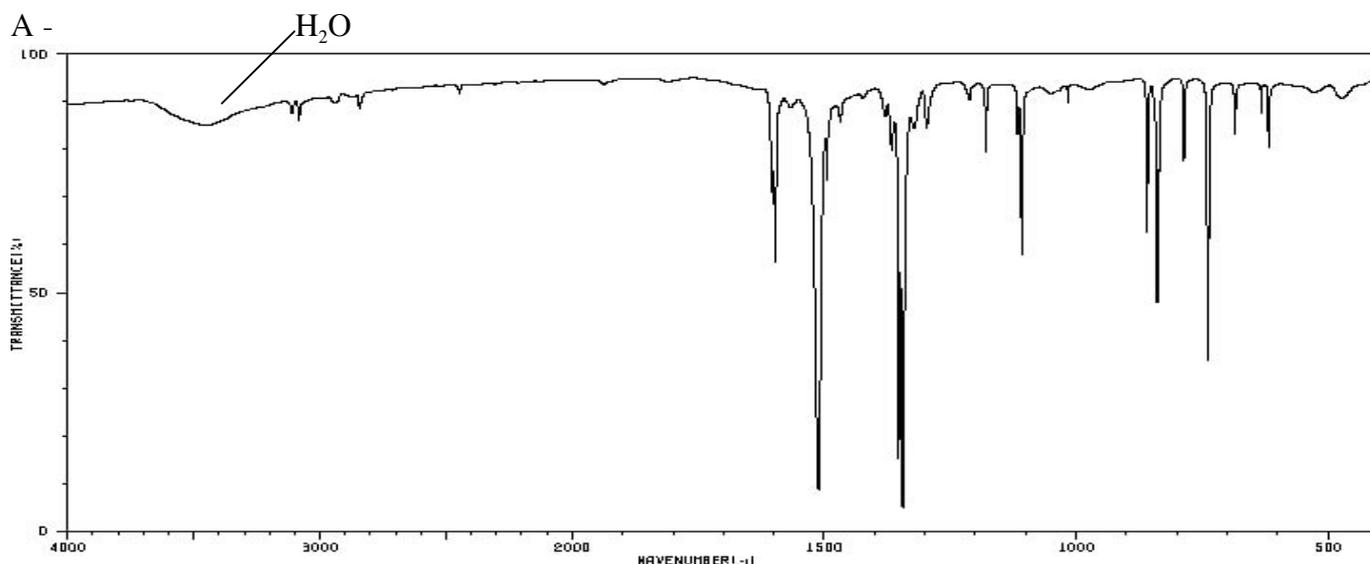


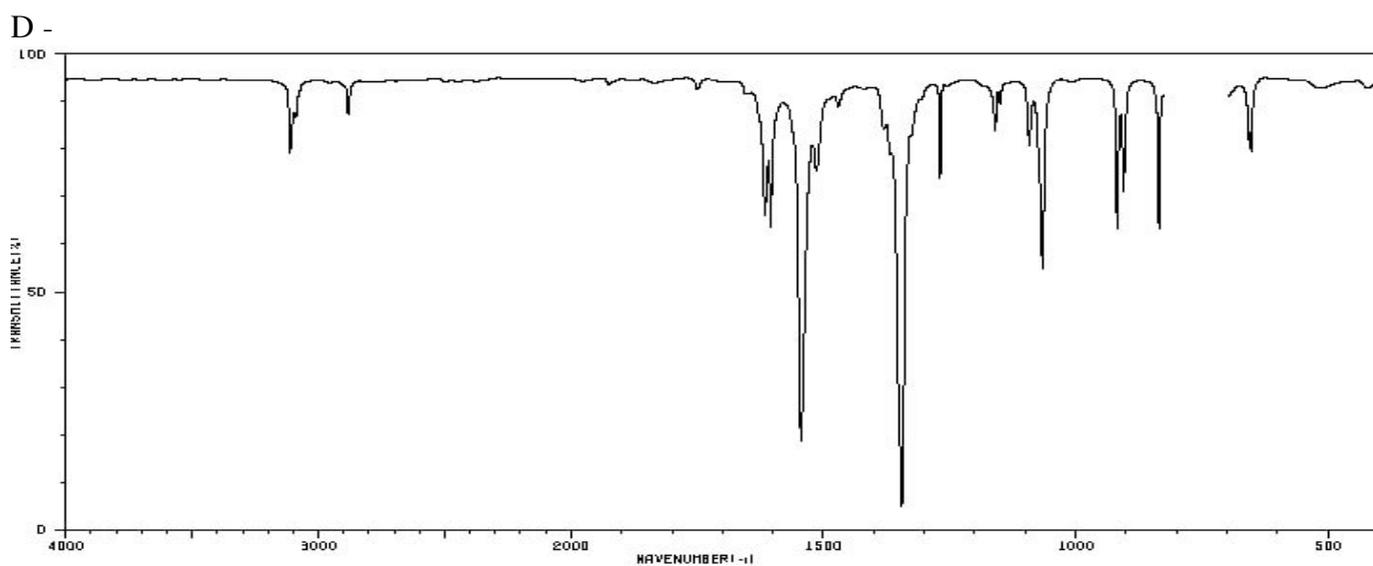
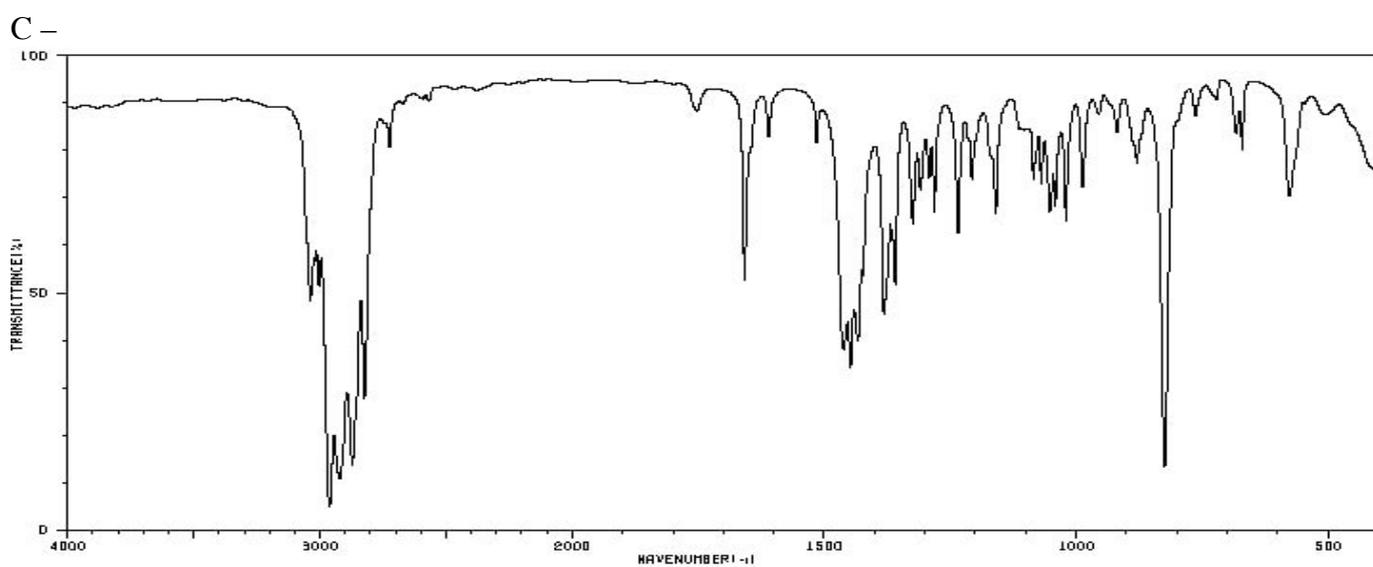
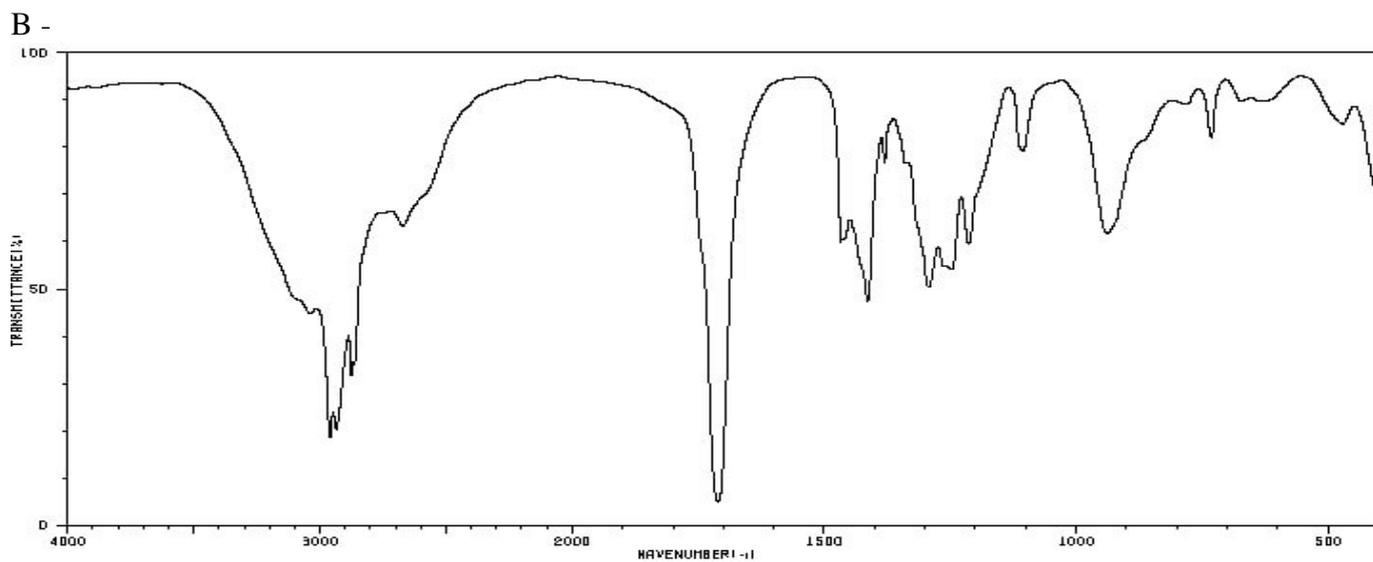
IR :
RMN ^1H :

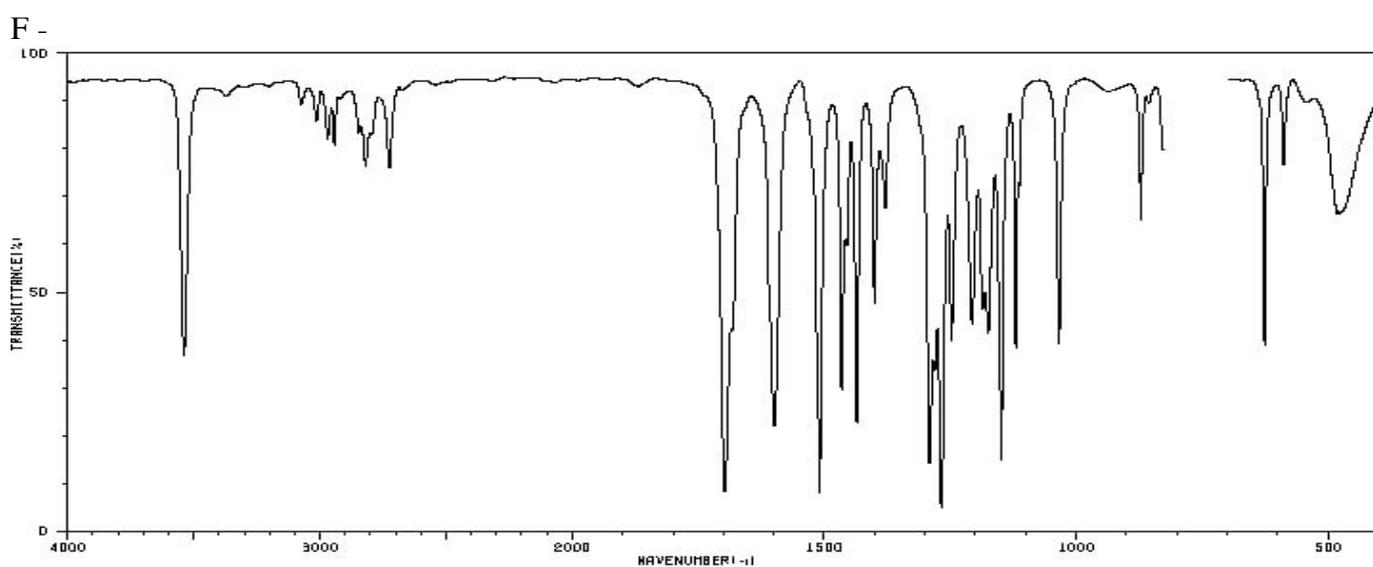
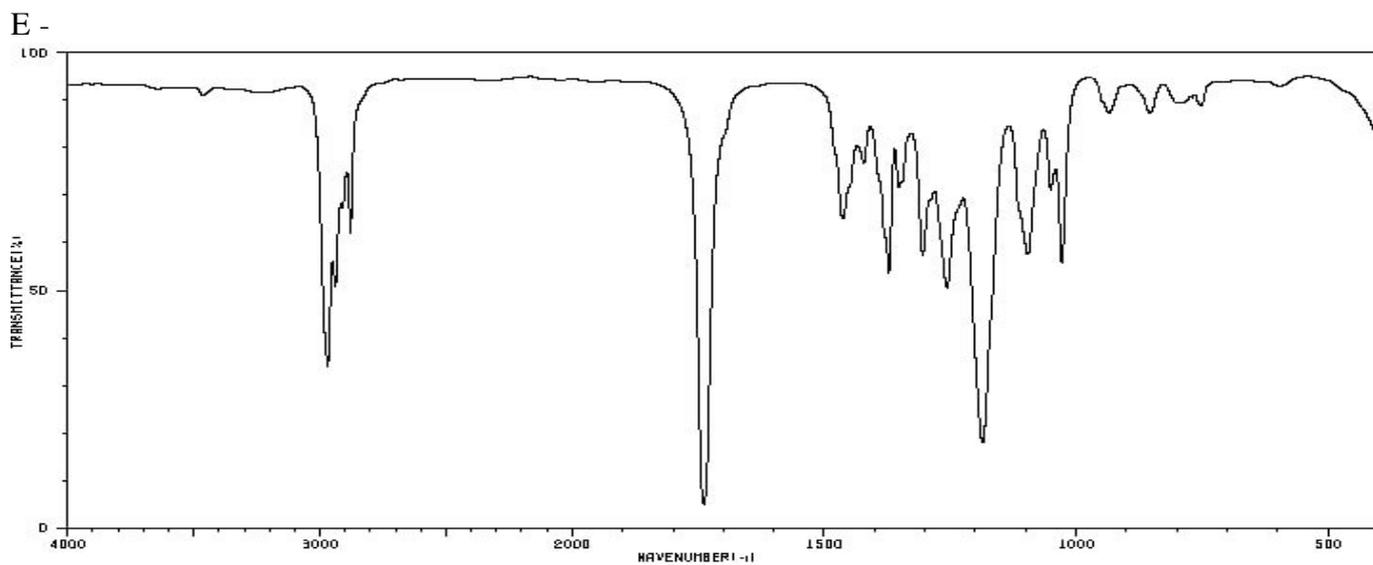


IR :
RMN ^1H :

Spectres IR :

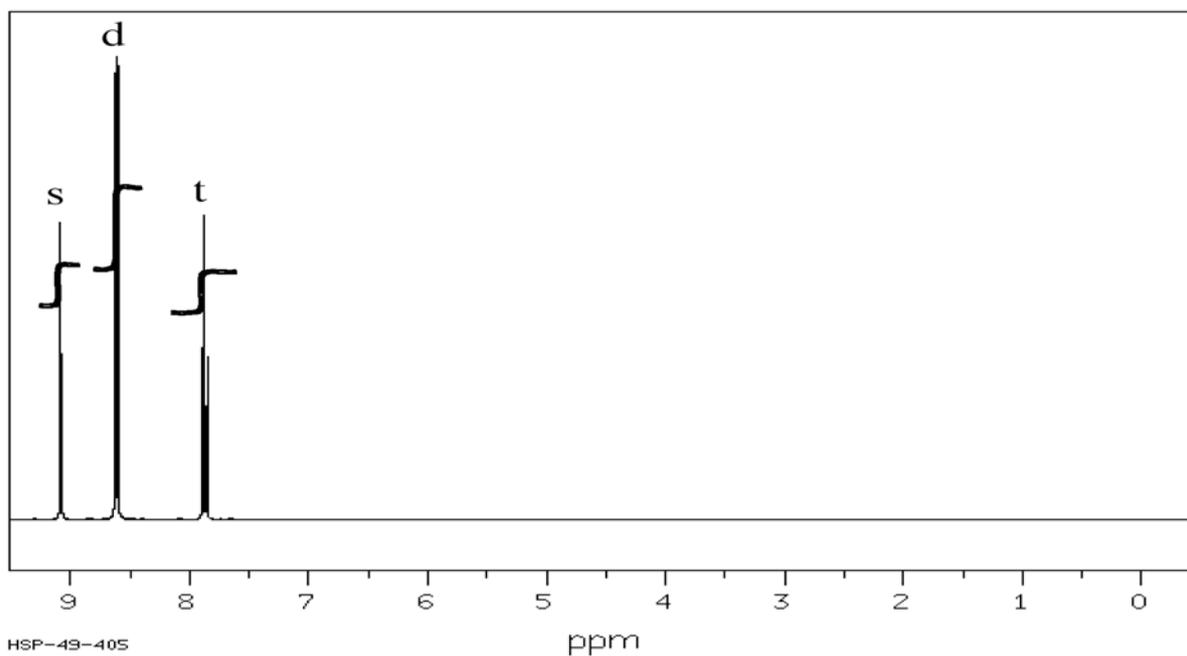




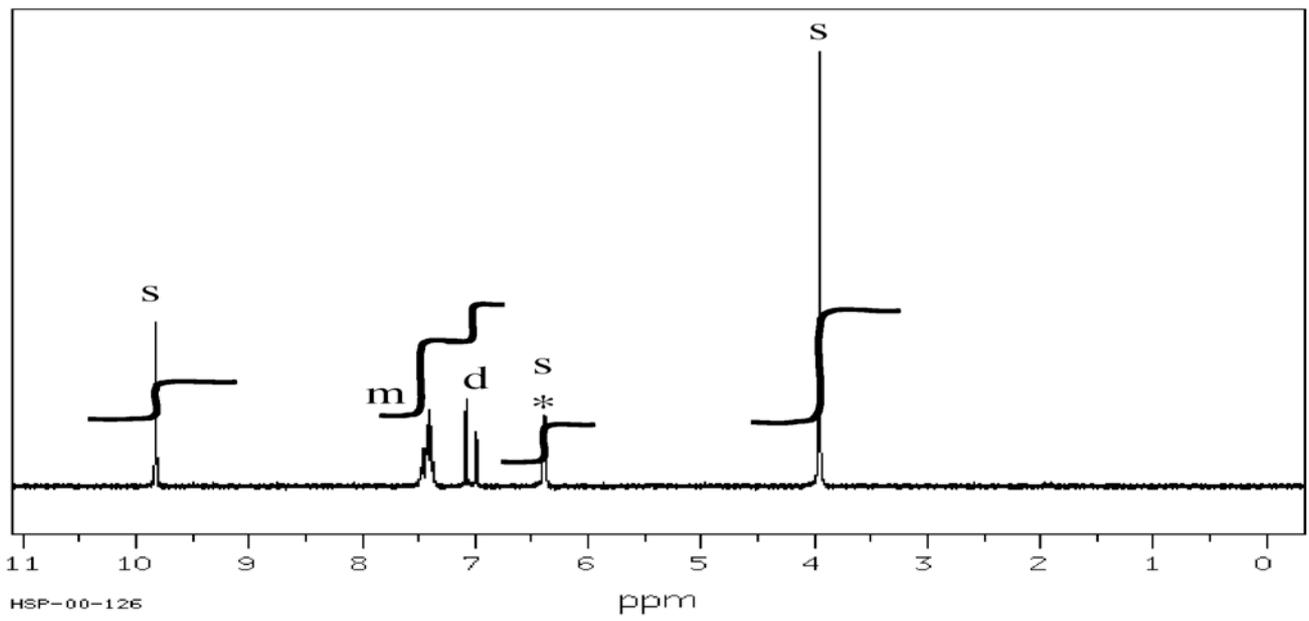


Spectres RMN ¹H :

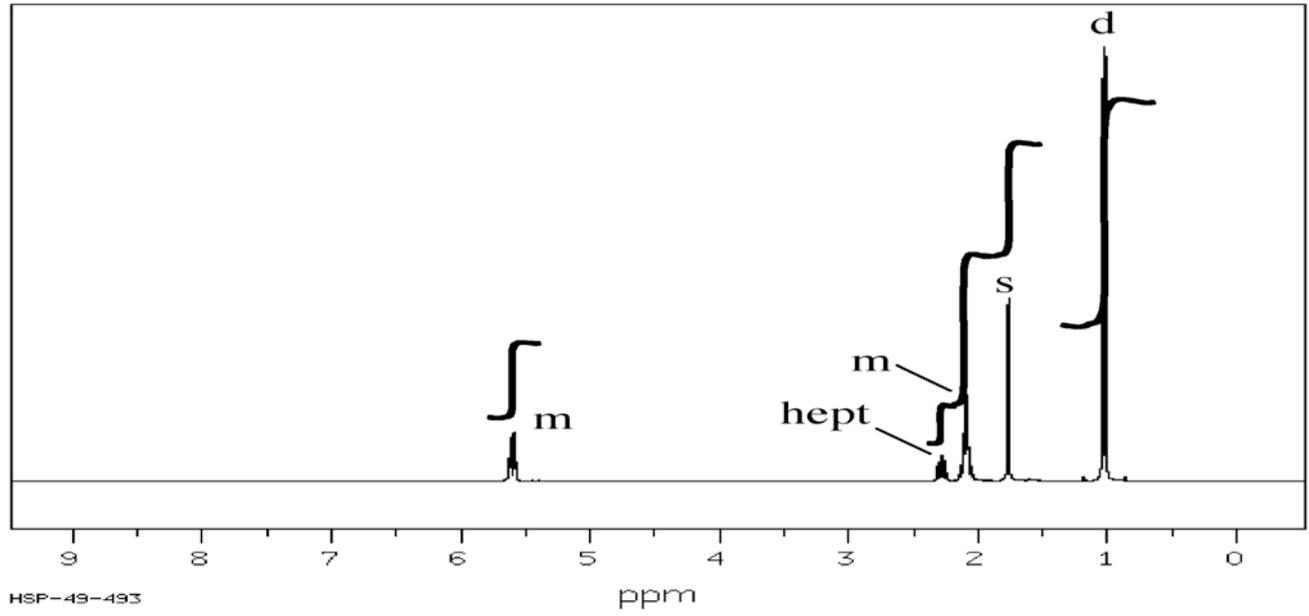
α -



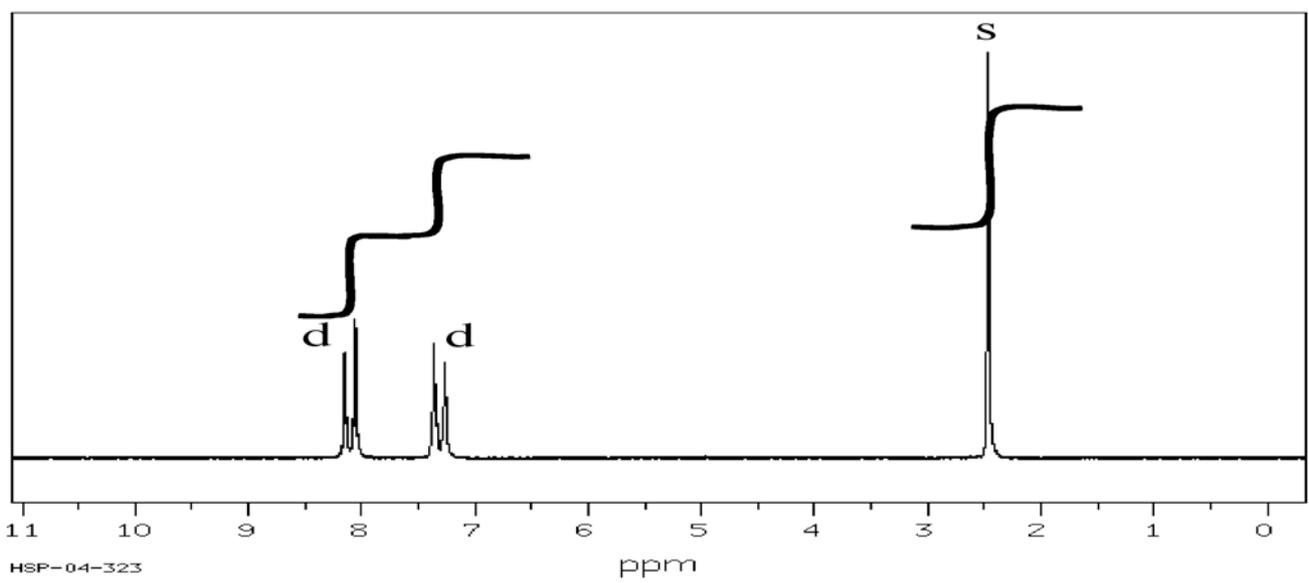
β -



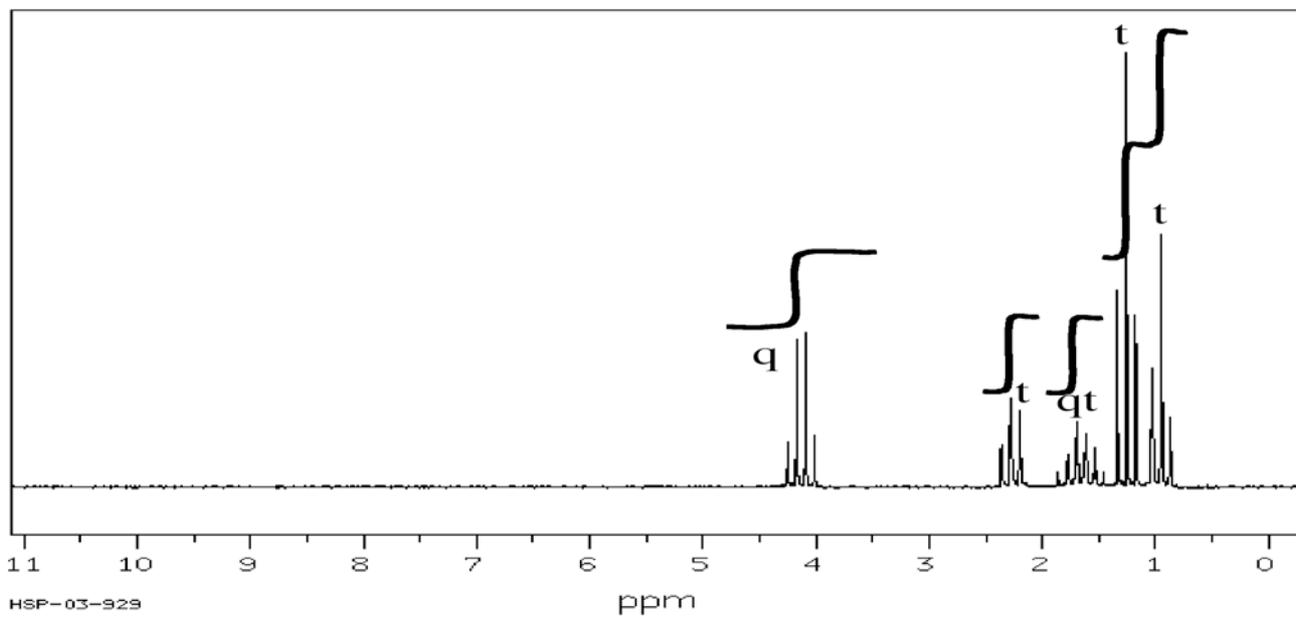
γ -



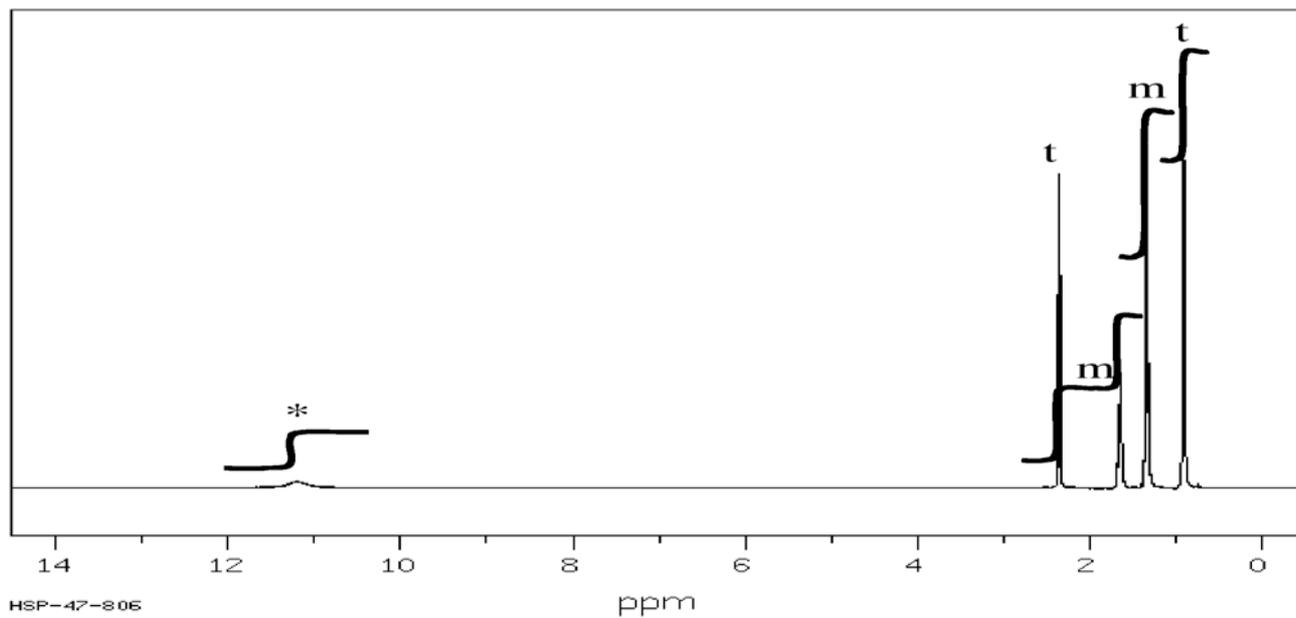
δ -



ε -



Ω -



NOM Prénom :

Judi 16 novembre 2007

Contrôle des Connaissances de Spectroscopie

Durée 1 h

Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.

Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.

Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.

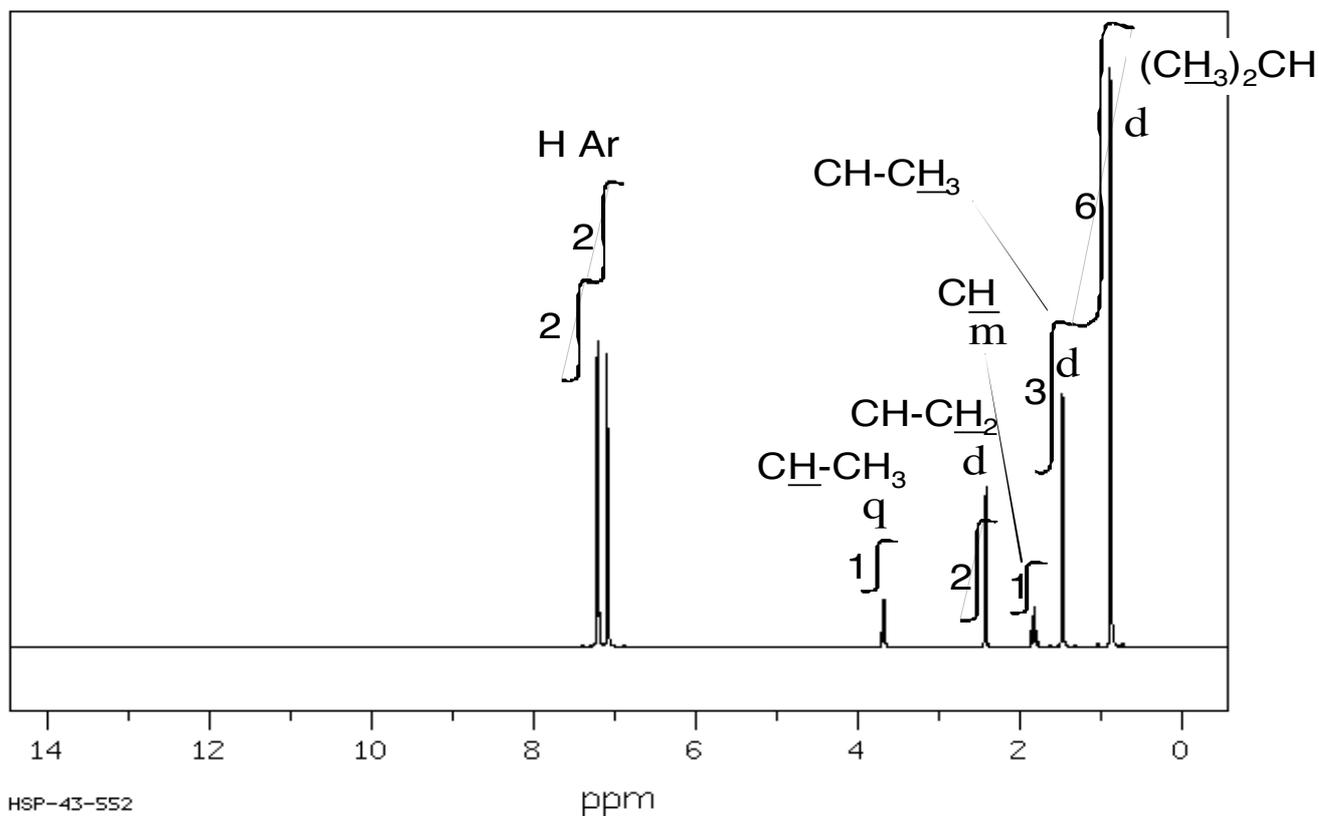
Problème I :

1- D'après les spectres suivants, donner la structure de l'acide carboxylique de formule moléculaire $C_{13}H_{18}O_2$.

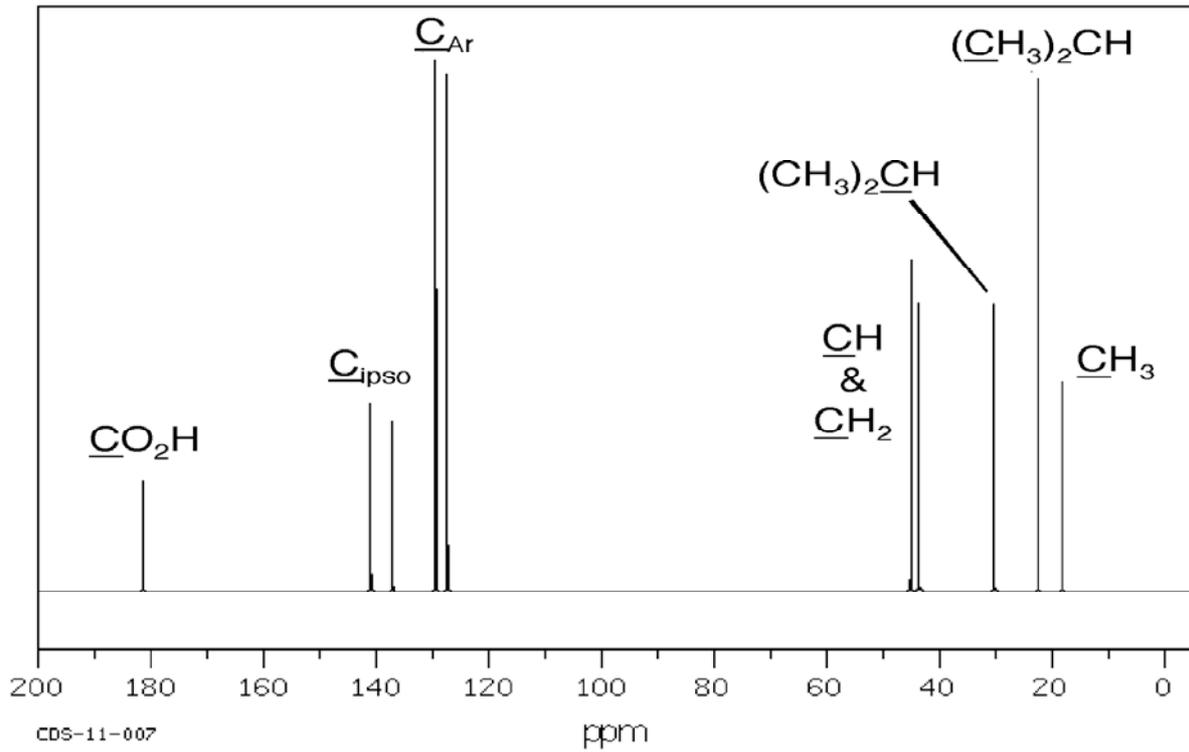
Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques. *NB : L'hydrogène de la fonction acide carboxylique n'est pas observé en RMN 1H .*

$$DBE = (2 \times 13 + 2 - 18) / 2 = 5 \text{ dont } 1 \text{ pour } COOH$$

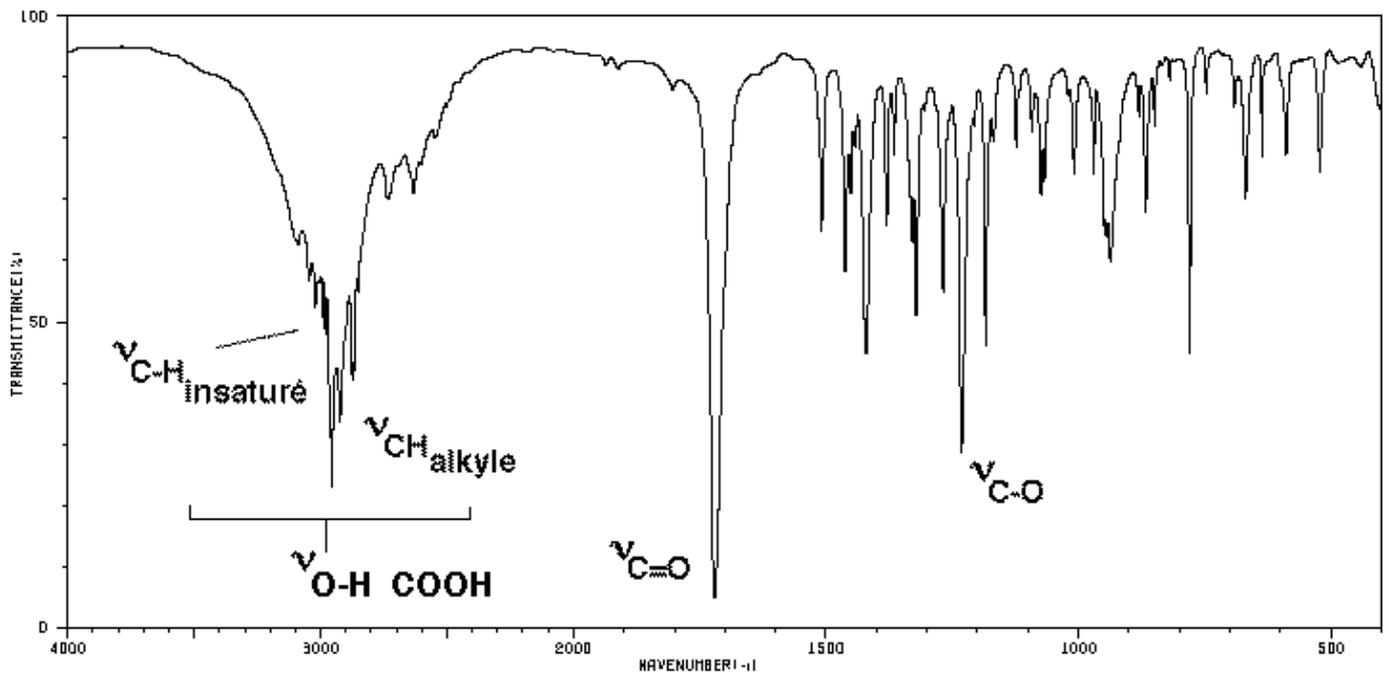
RMN 1H :



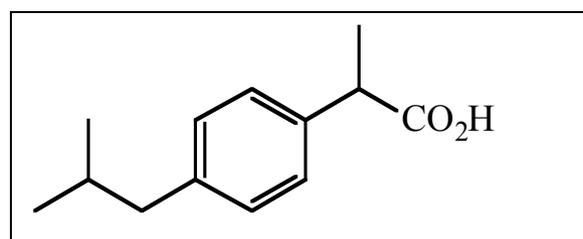
RMN $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$:



Spectre IR (pastille de KBr) :



Structure proposée :



Ibuprofène

2- Le spectre infra-rouge en transmission (pastille de KBr) de cet acide carboxylique montre une bande d'absorption large dont le maximum peut être estimé à 2950 cm^{-1} et qui peut être attribuée à la vibration d'élongation O-H. Afin de confirmer cette attribution, un échange H-D est réalisé en traitant cet acide carboxylique par D_2O puis le spectre infra-rouge du composé est à nouveau enregistré dans les mêmes conditions.

En considérant les systèmes "O-H" et "O-D" isolés et en les assimilant à des oscillateurs harmoniques :

a) - Rappeler la formule reliant le nombre d'onde de la vibration à la masse d'un système diatomique,

Pour un système diatomique A-B :

$$\bar{\nu} = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k}{\mu}} \quad \text{avec } k = \text{constante de force de la liaison et } \mu = \text{masse réduite} = (M_a \times M_b)/(M_a + M_b)$$

b) - Expliquer pourquoi la vibration d'élongation O-H de cet acide ne se trouve pas aux environs de $3200\text{-}3500 \text{ cm}^{-1}$ mais à un nombre d'onde plus faible,

En phase dense (pastille de KBr), il existe des liaisons H entre les molécules d'acides. Tout se passe donc comme si le H de O-H était "alourdi". La masse réduite du système est donc plus grande donc le nombre d'onde de la vibration, qui lui est inversement proportionnel, est plus petit.

c) - Expliquer pourquoi les bandes des vibrations "O-H" et "O-D" obtenues sont très larges,

Il existe un grand nombre de liaisons H différentes et à chacune correspond un nombre d'onde. Par conséquent, on obtient pas une bande fine à un nombre d'onde précis mais toute une enveloppe centrée sur une valeur moyenne.

d) - Calculer la valeur du nombre d'onde à laquelle sera observée la vibration "O-D".

(On donne : $M_H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$, $M_D = 2 \text{ g.mol}^{-1}$, $M_O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $k_{O-H} \approx k_{O-D}$).

$$\bar{\nu}_{OD} = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k_{OD}}{\mu_{OD}}}$$

$$\bar{\nu}_{OH} = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k_{OH}}{\mu_{OH}}}$$

$$\text{donc : } \frac{\bar{\nu}_{OD}}{\bar{\nu}_{OH}} = \frac{\frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k_{OD}}{\mu_{OD}}}}{\frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k_{OH}}{\mu_{OH}}}} = \frac{\sqrt{\frac{k_{OD}}{\mu_{OD}}}}{\sqrt{\frac{k_{OH}}{\mu_{OH}}}} = \sqrt{\frac{k_{OD} \cdot \mu_{OH}}{\mu_{OD} \cdot k_{OH}}}$$

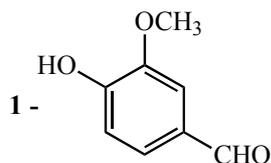
Etant donné que $k_{O-H} \approx k_{O-D}$:

$$\frac{\bar{\nu}_{OD}}{\bar{\nu}_{OH}} = \sqrt{\frac{\mu_{OH}}{\mu_{OD}}} = \sqrt{\frac{16/17}{18/32}} = 0,7276$$

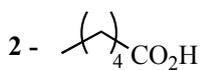
$$\text{donc : } \bar{\nu}_{OD} = 0,7276 * 2950 = 2146 \text{ cm}^{-1}$$

Problème II :

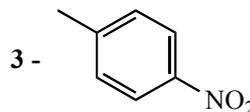
Attribuer les spectres IR et RMN ¹H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé (*Remarque : en RMN ¹H, les signaux marqués d'une étoile s'échangent avec D₂O*).



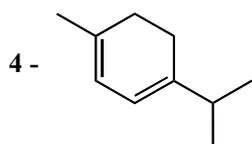
IR : F
RMN ¹H : β



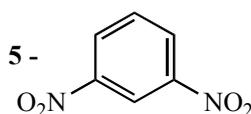
IR : B
RMN ¹H : Ω



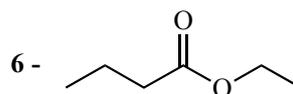
IR : A ou D
RMN ¹H : δ



IR : C
RMN ¹H : γ

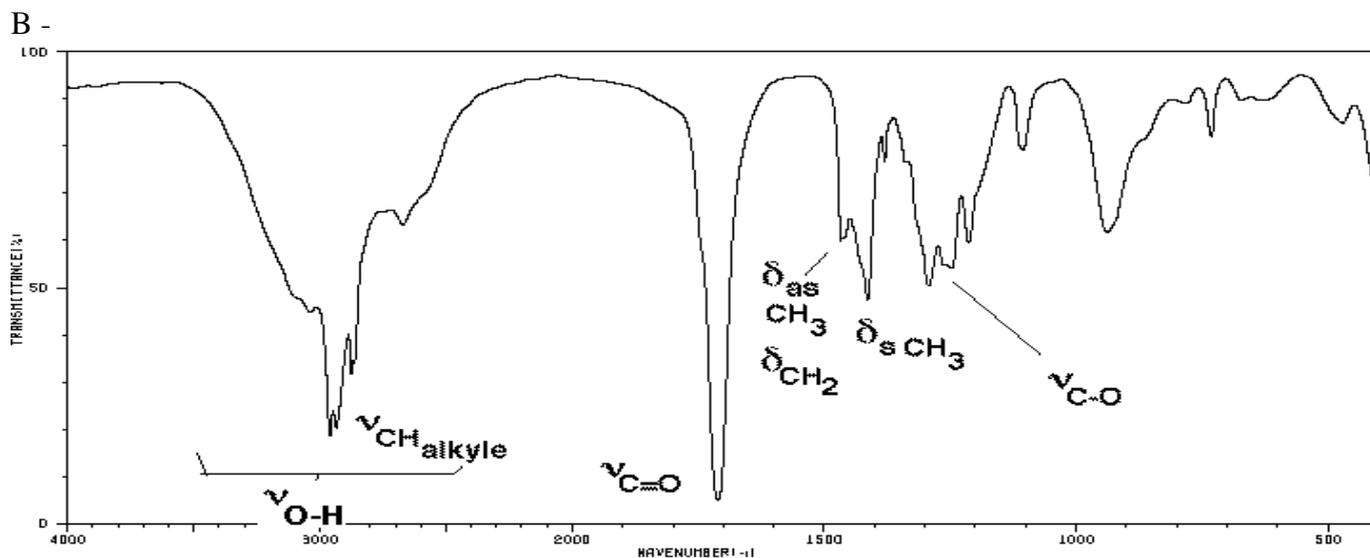
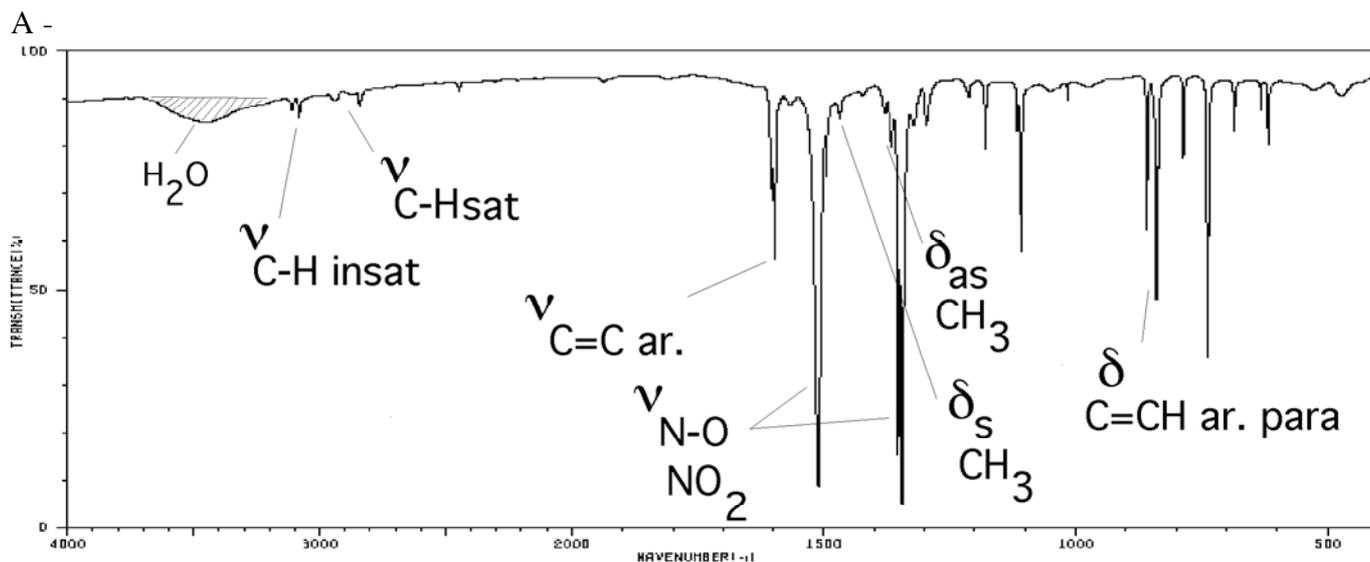


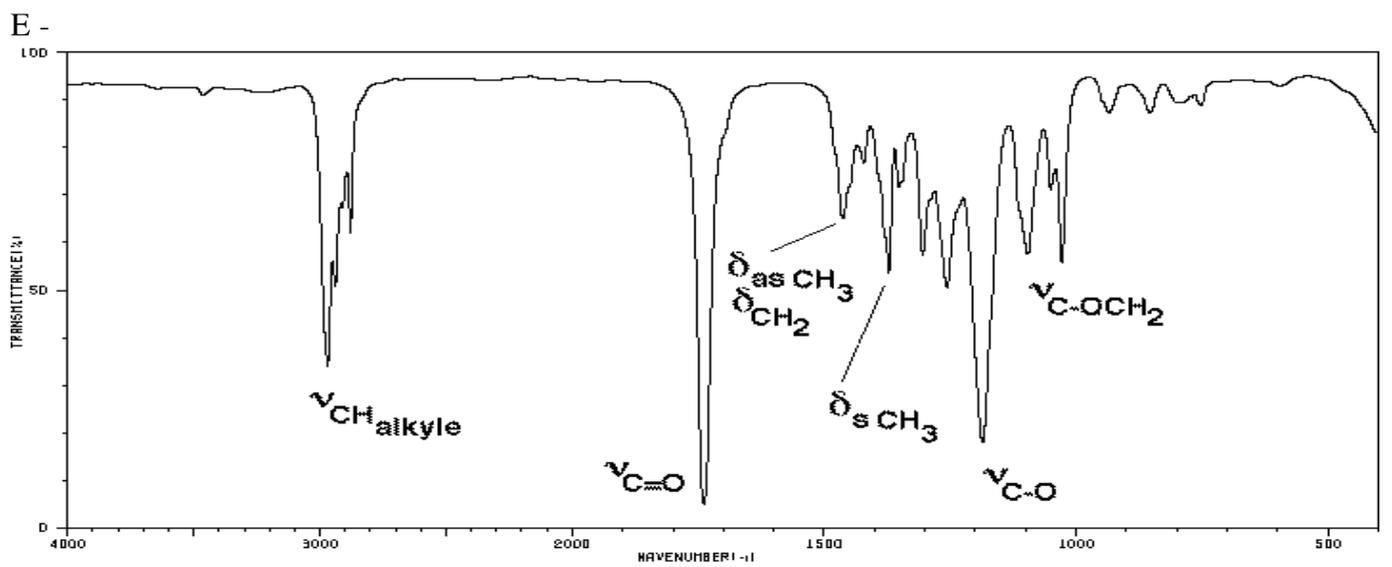
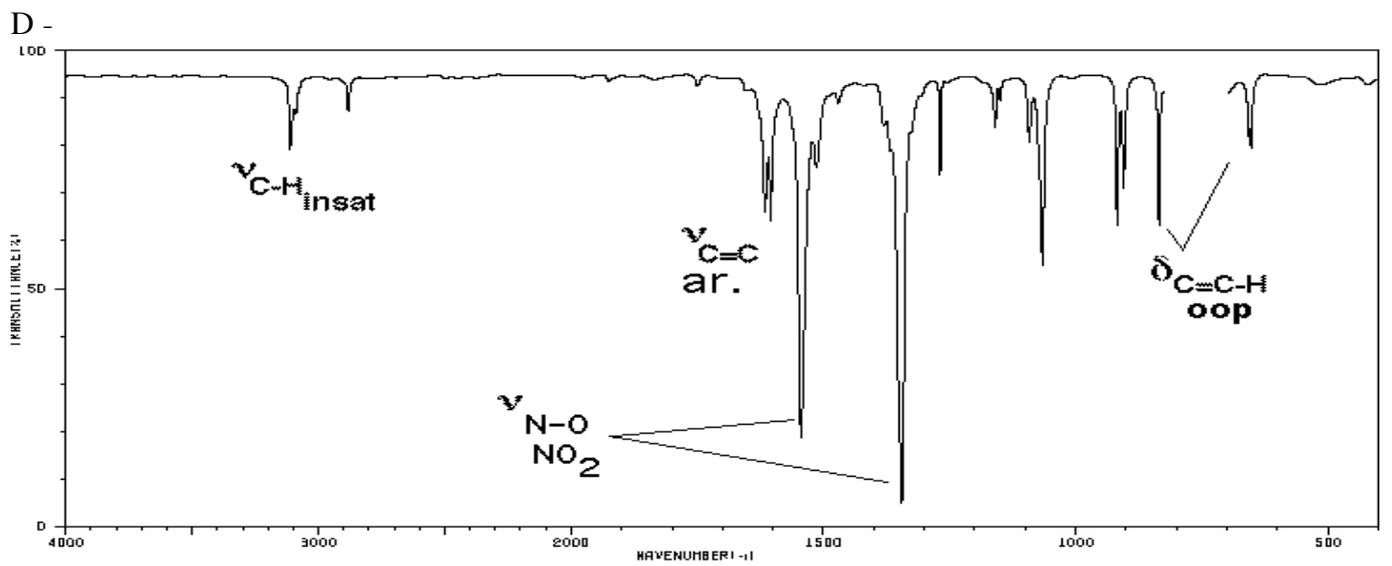
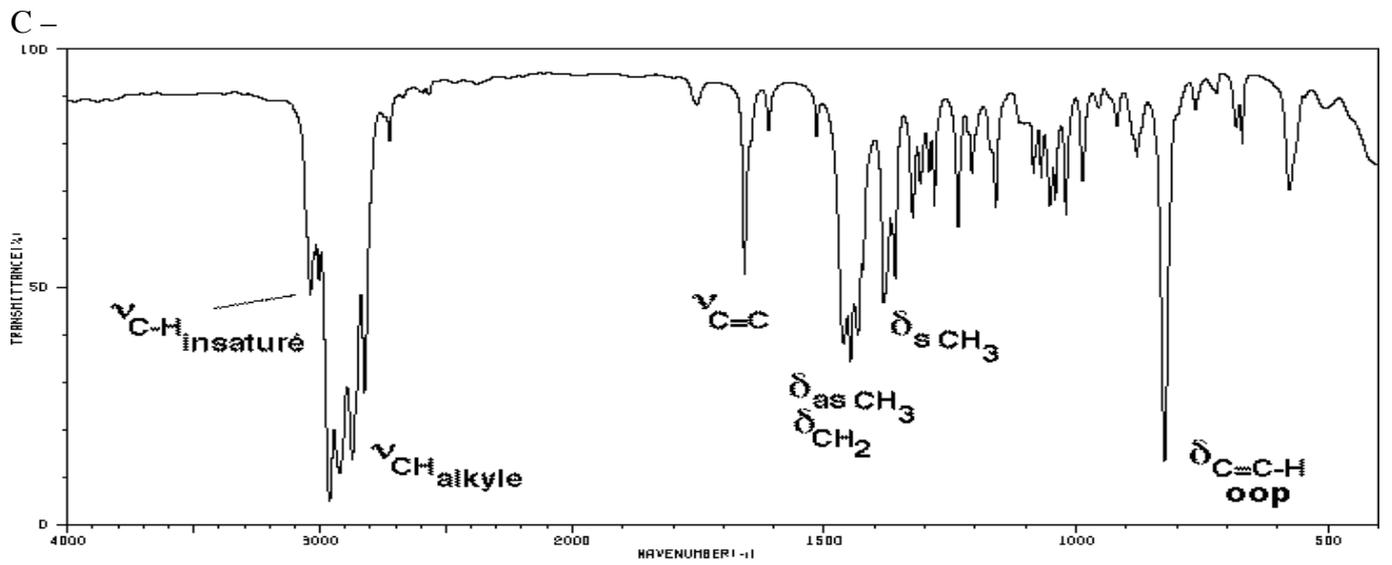
IR : D ou A
RMN ¹H : α

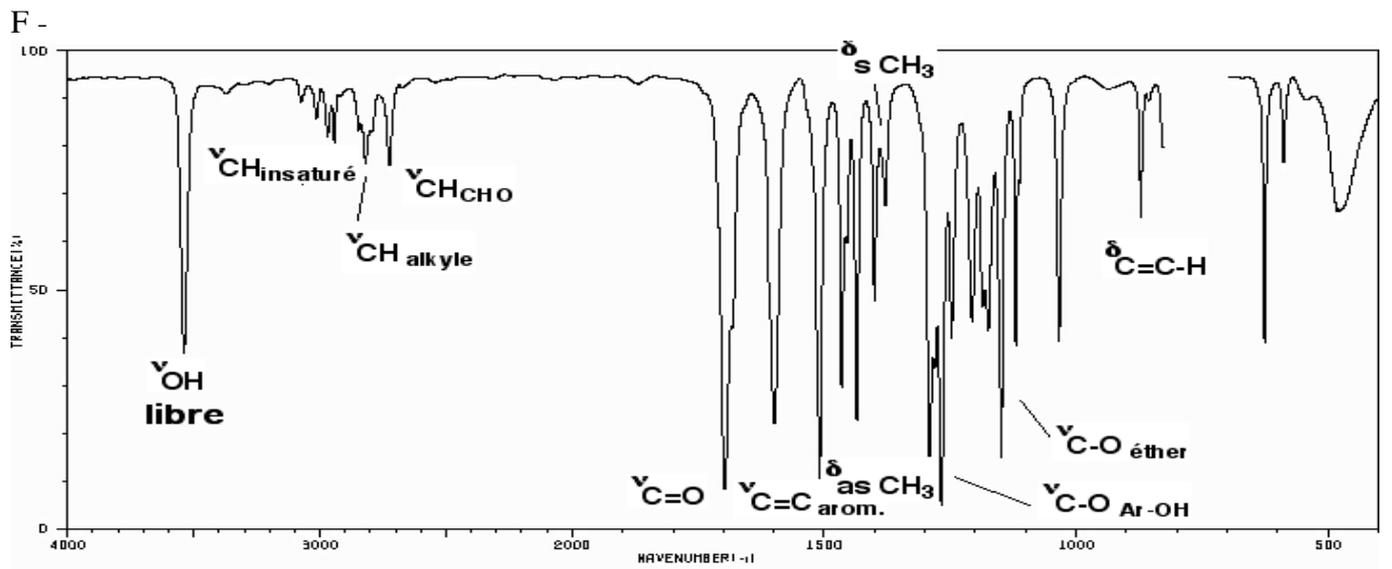


IR : E
RMN ¹H : ε

Spectres IR :

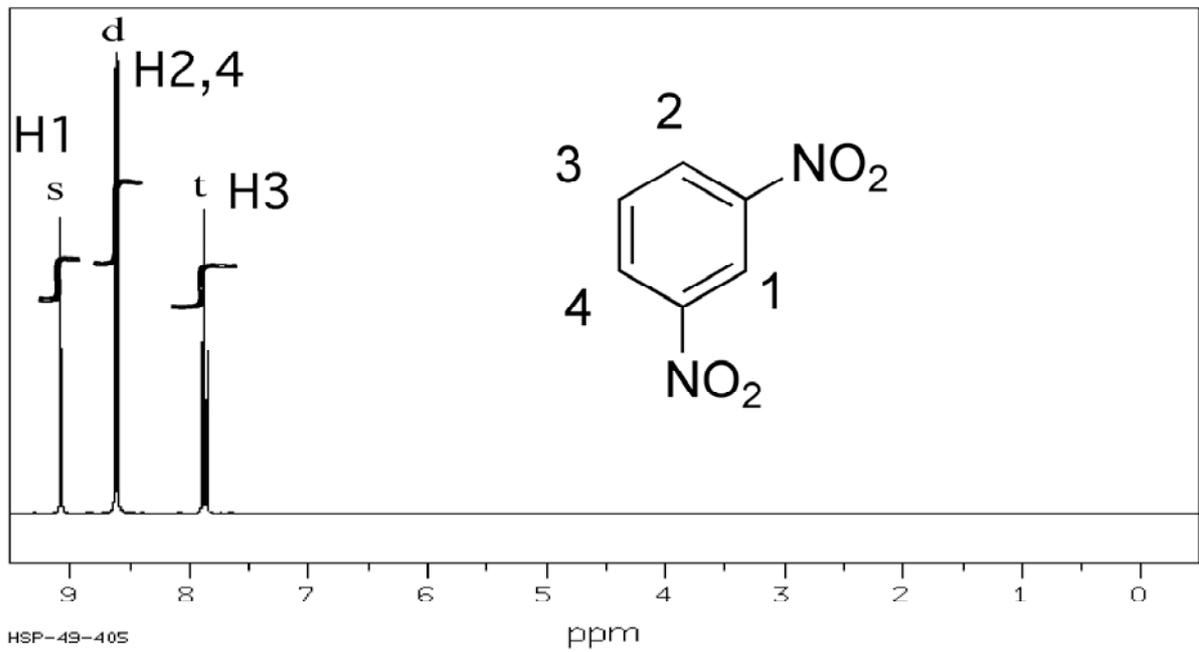




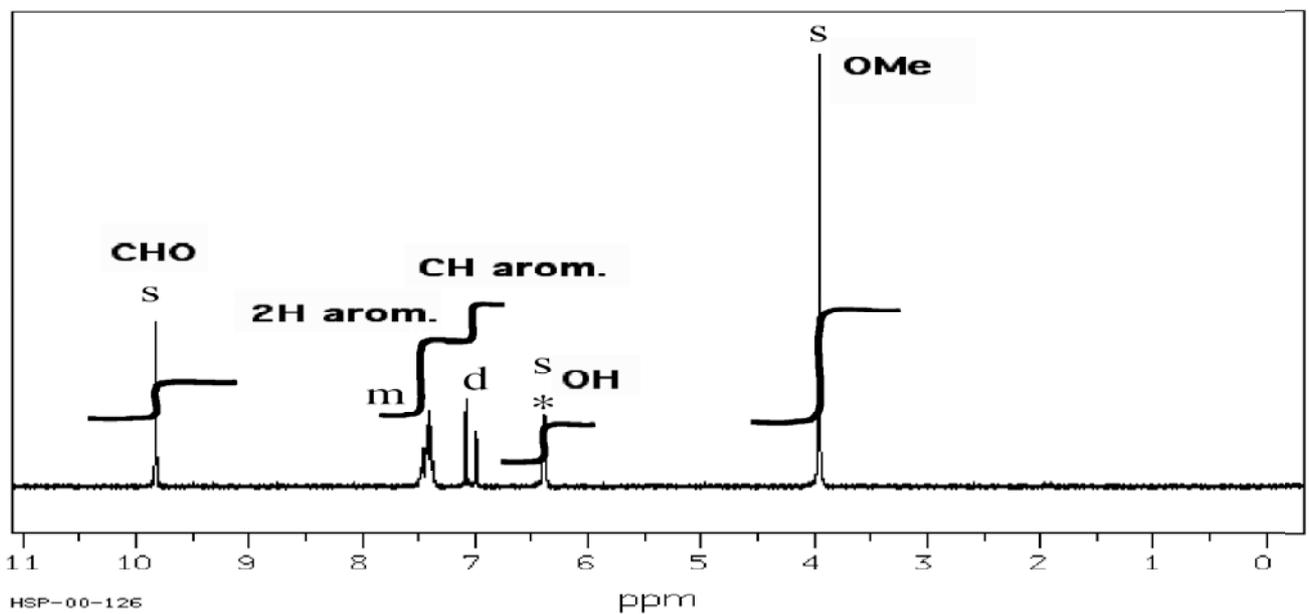


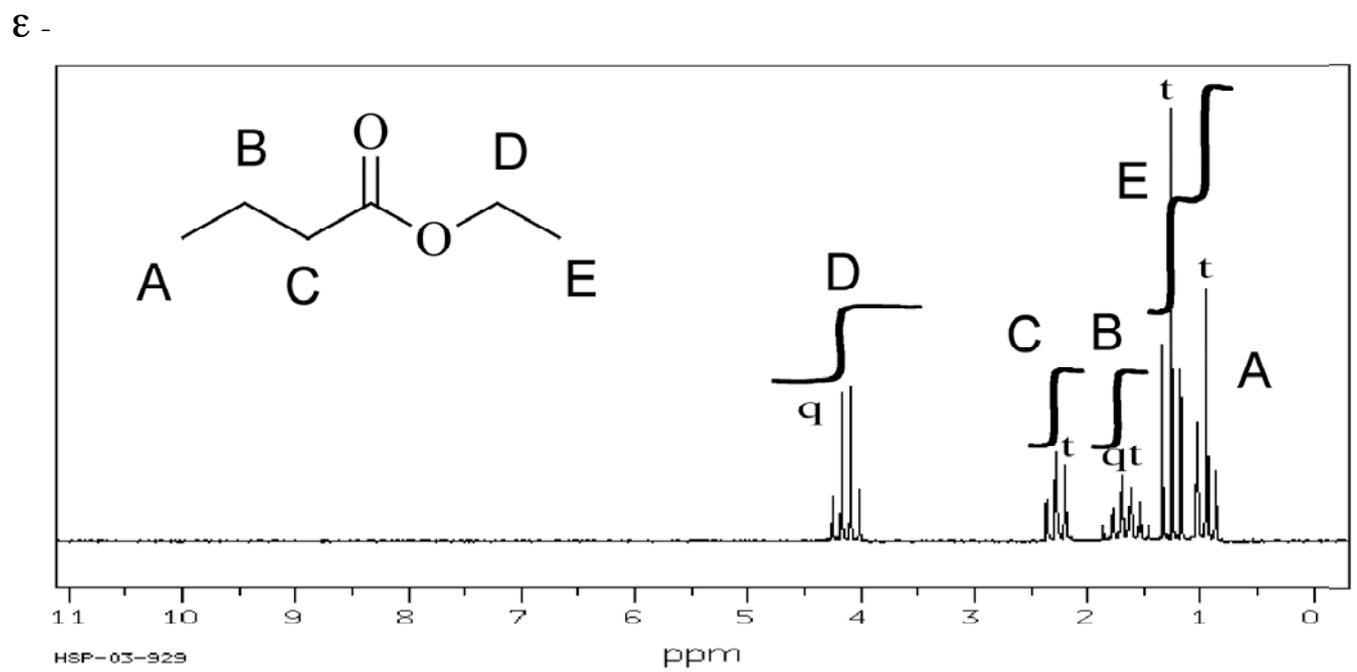
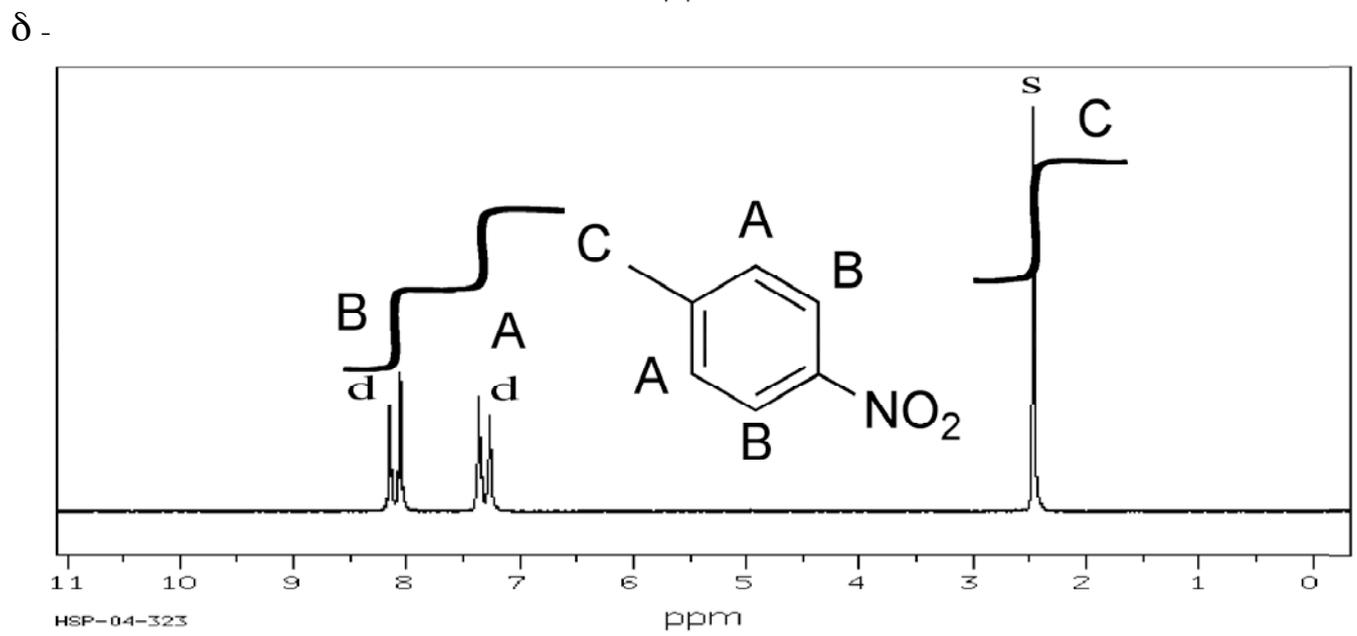
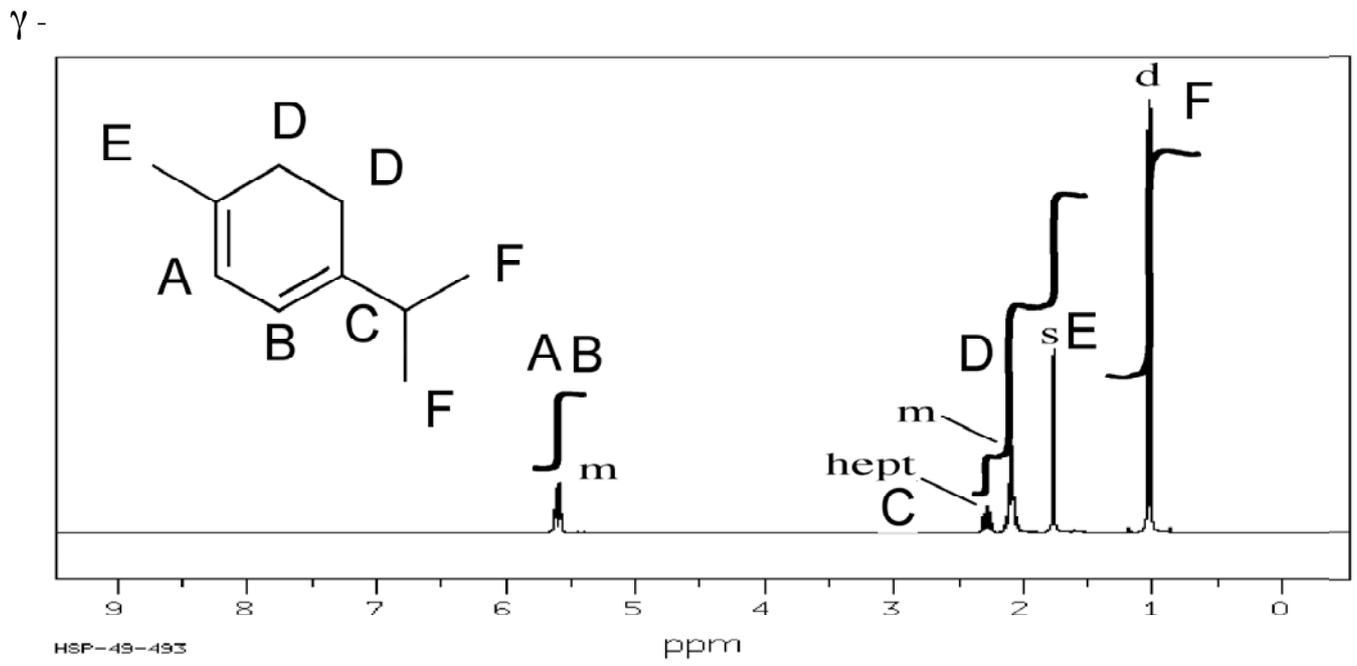
Spectres RMN ¹H :

α -

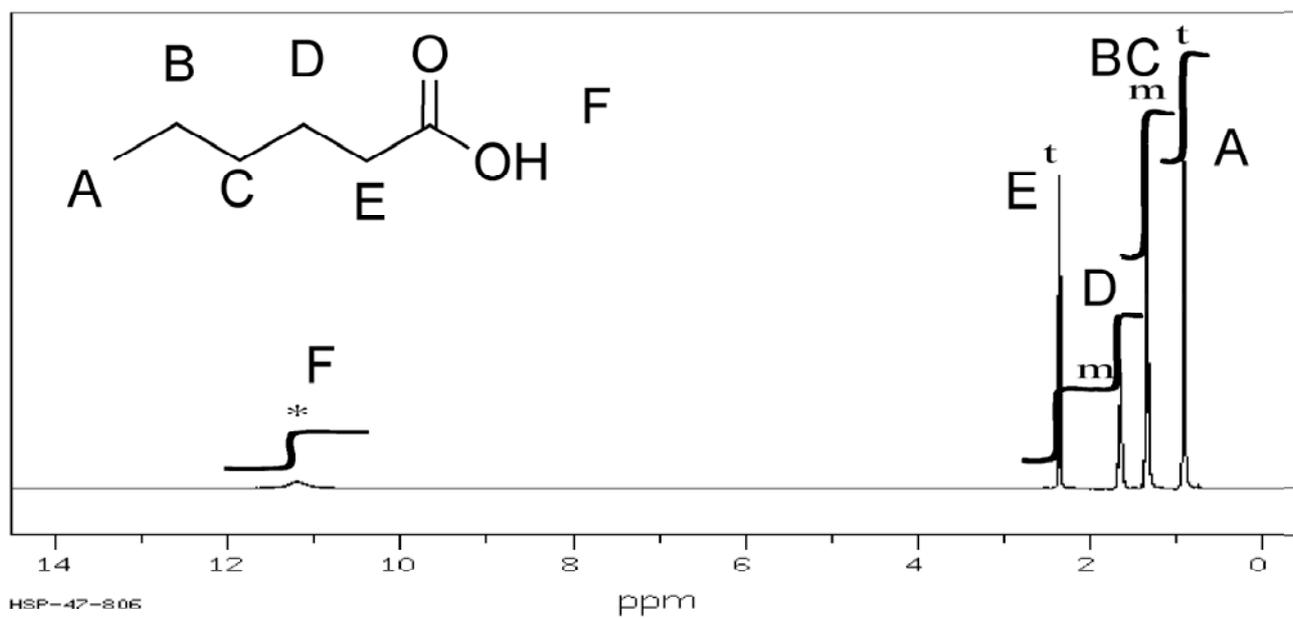


β -





Ω -



NOM Prénom :

Jeudi 13 novembre 2008

Contrôle des Connaissances de Spectroscopie

Durée 1 h

Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.

Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.

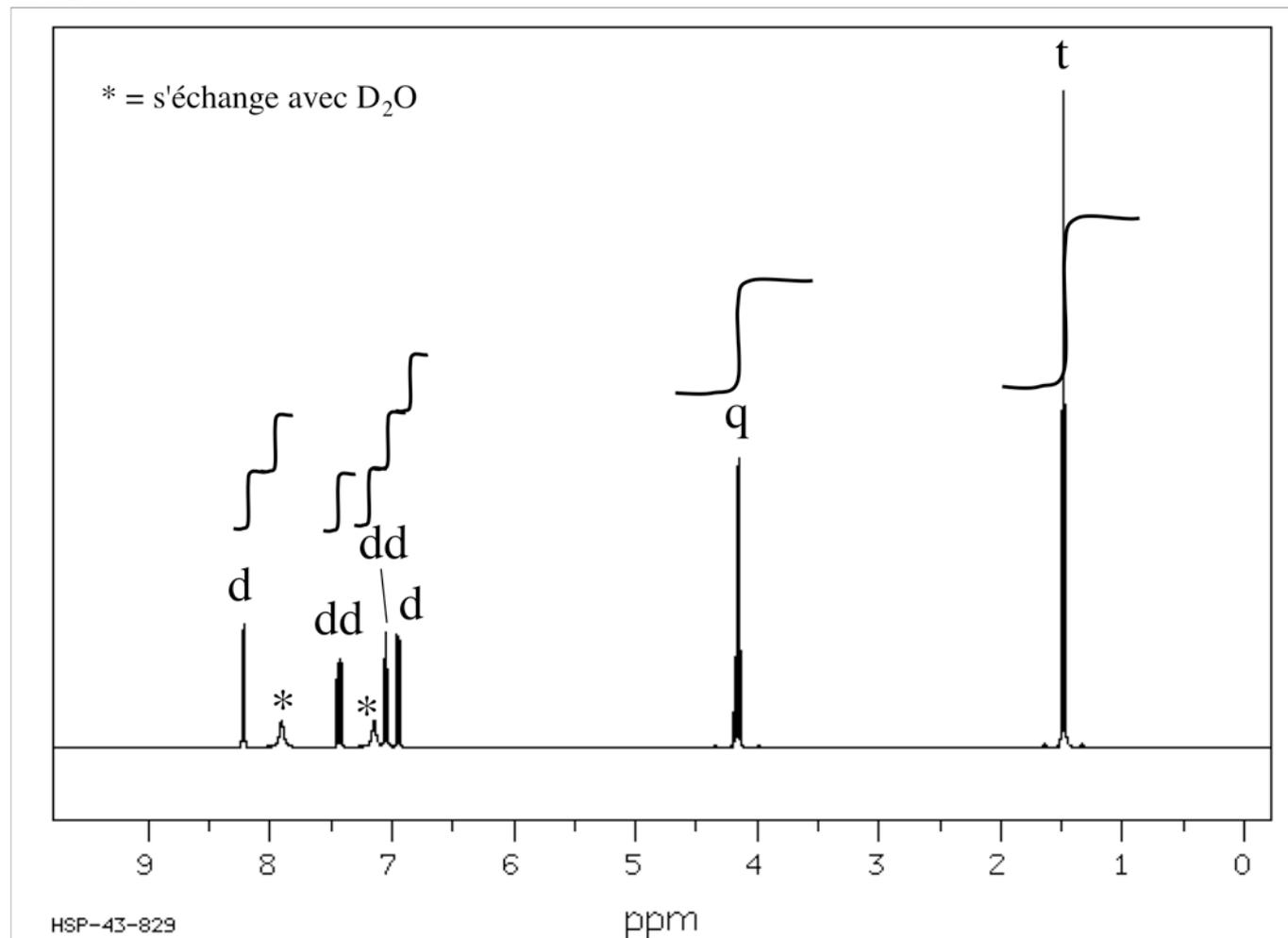
Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.

Problème I :

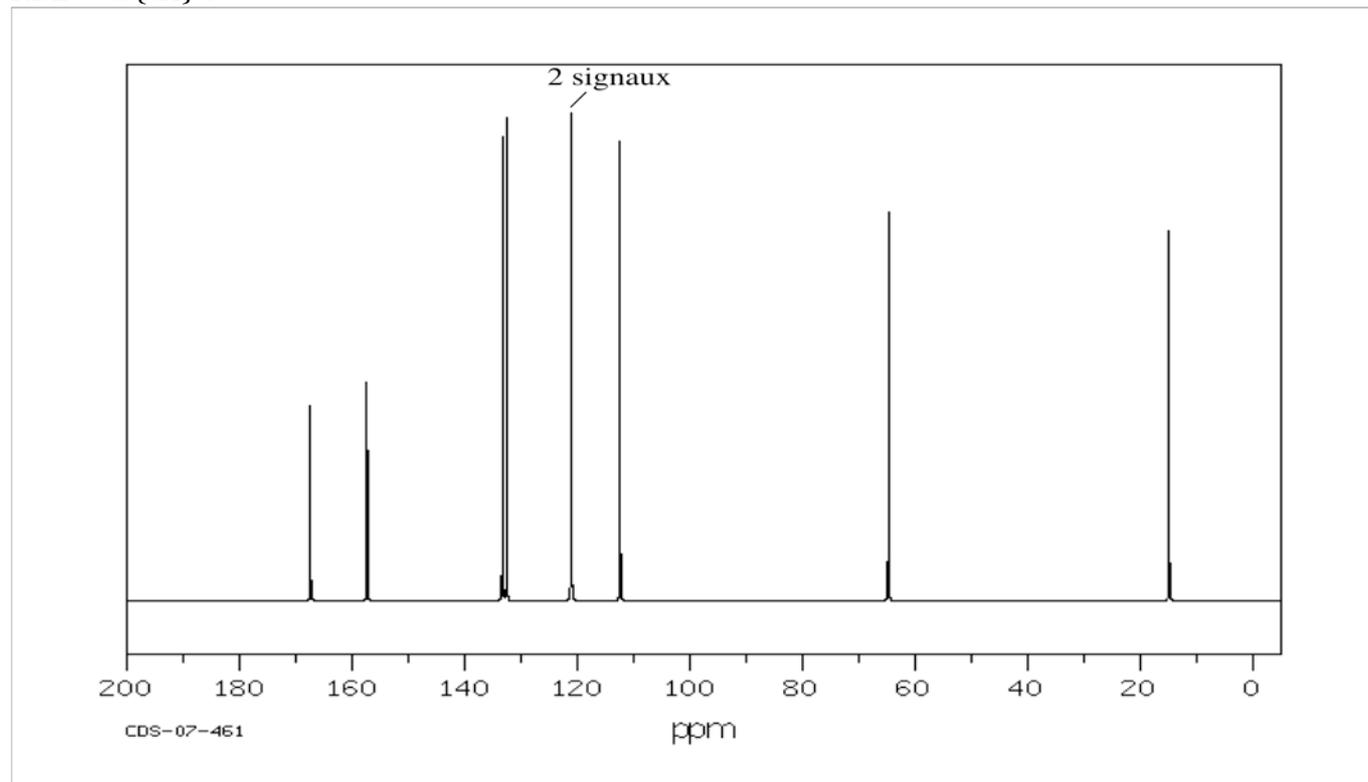
1- D'après les spectres suivants, donner la structure du composé de formule moléculaire $C_9H_{11}NO_2$.

Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques.

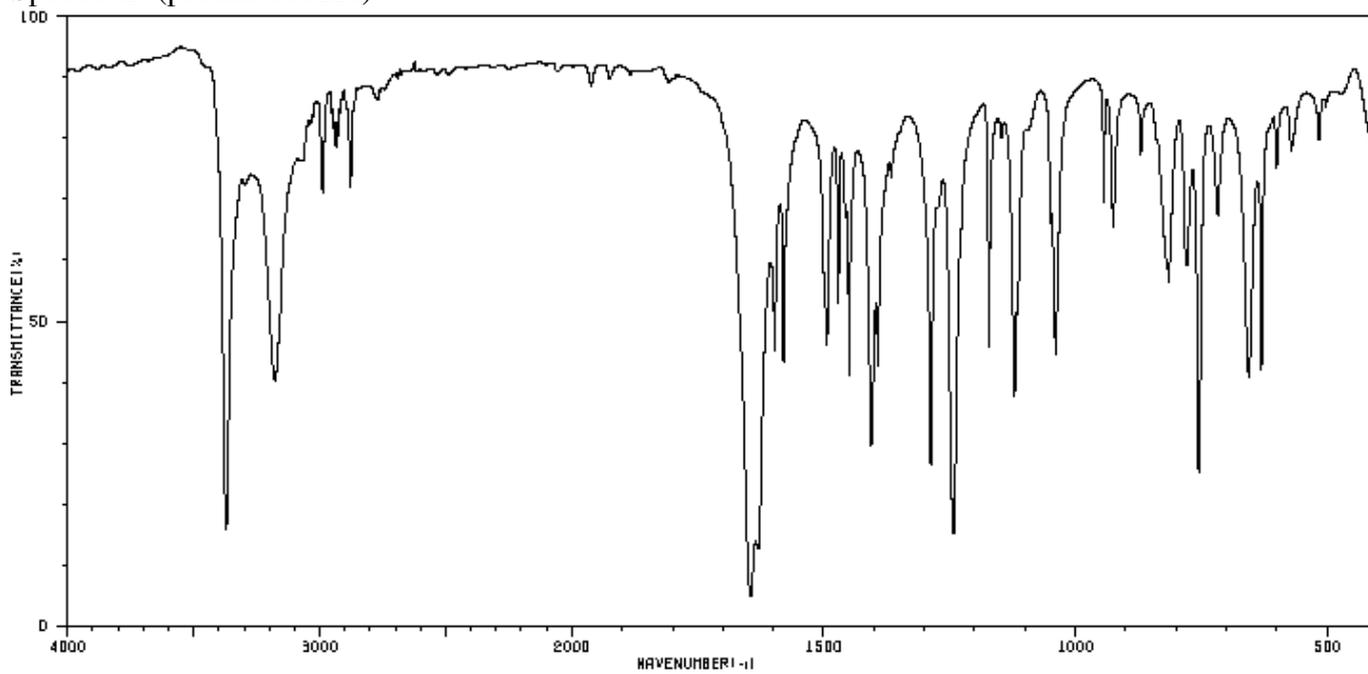
RMN 1H :



RMN $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$:



Spectre IR (pastille de KBr) :

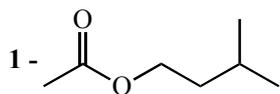


Structure proposée :

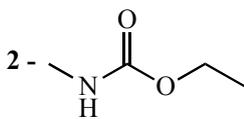


Problème II :

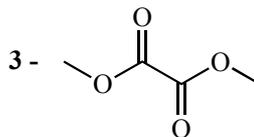
Attribuer les spectres IR et RMN ¹H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé. *NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter.*



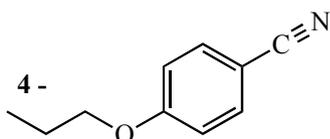
IR :
RMN ¹H :



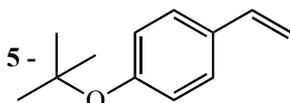
IR :
RMN ¹H :



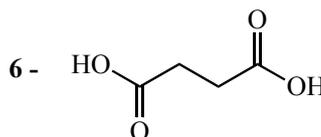
IR :
RMN ¹H :



IR :
RMN ¹H :

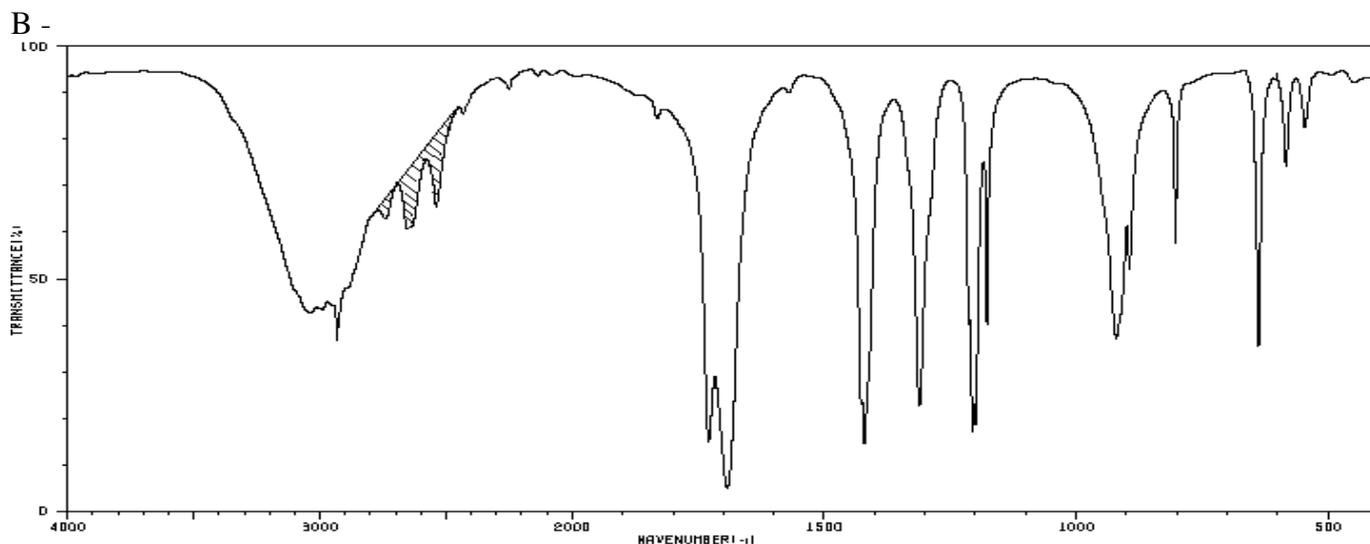
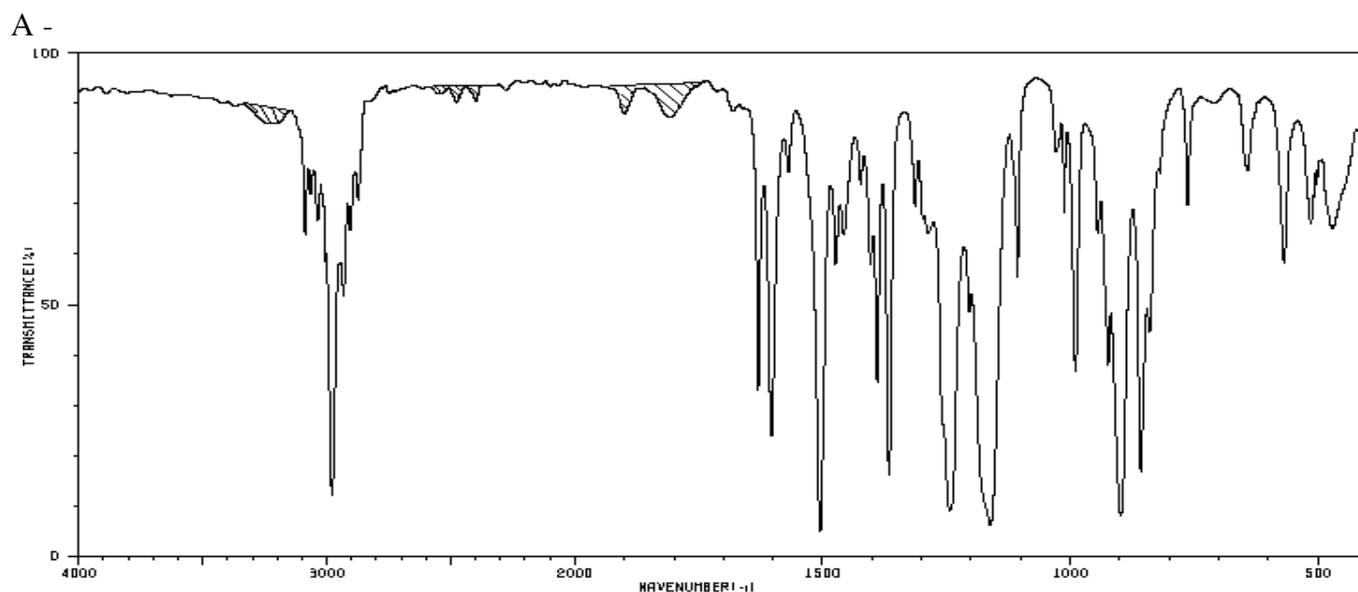


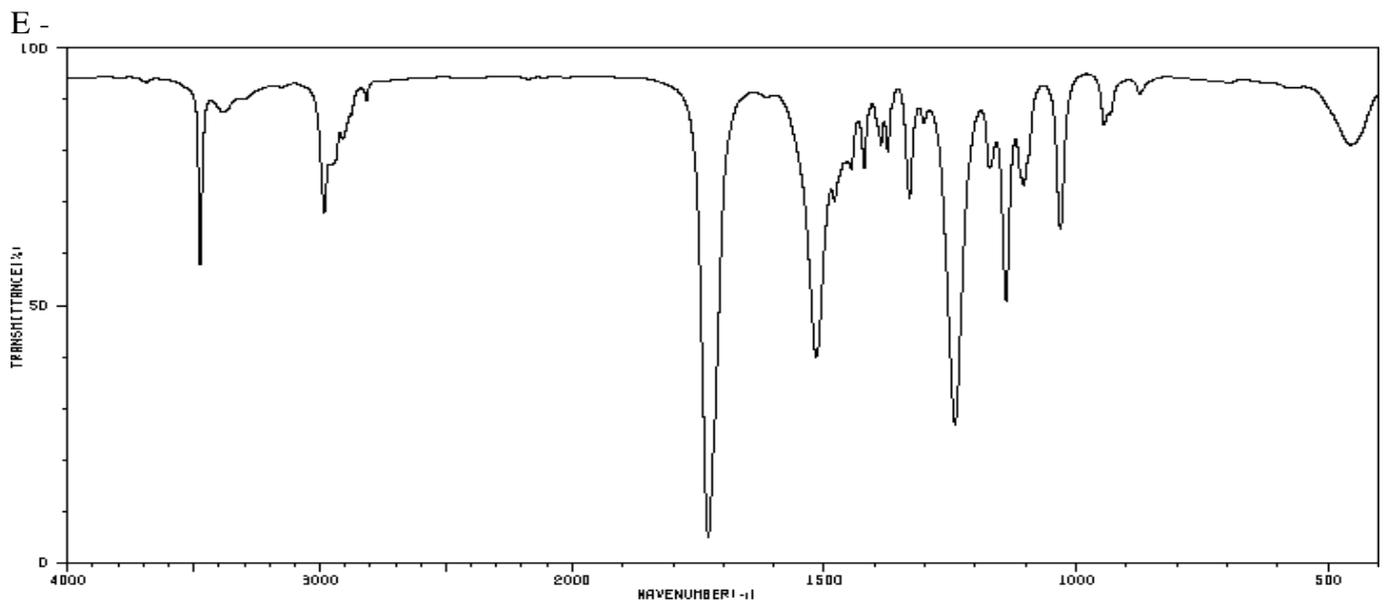
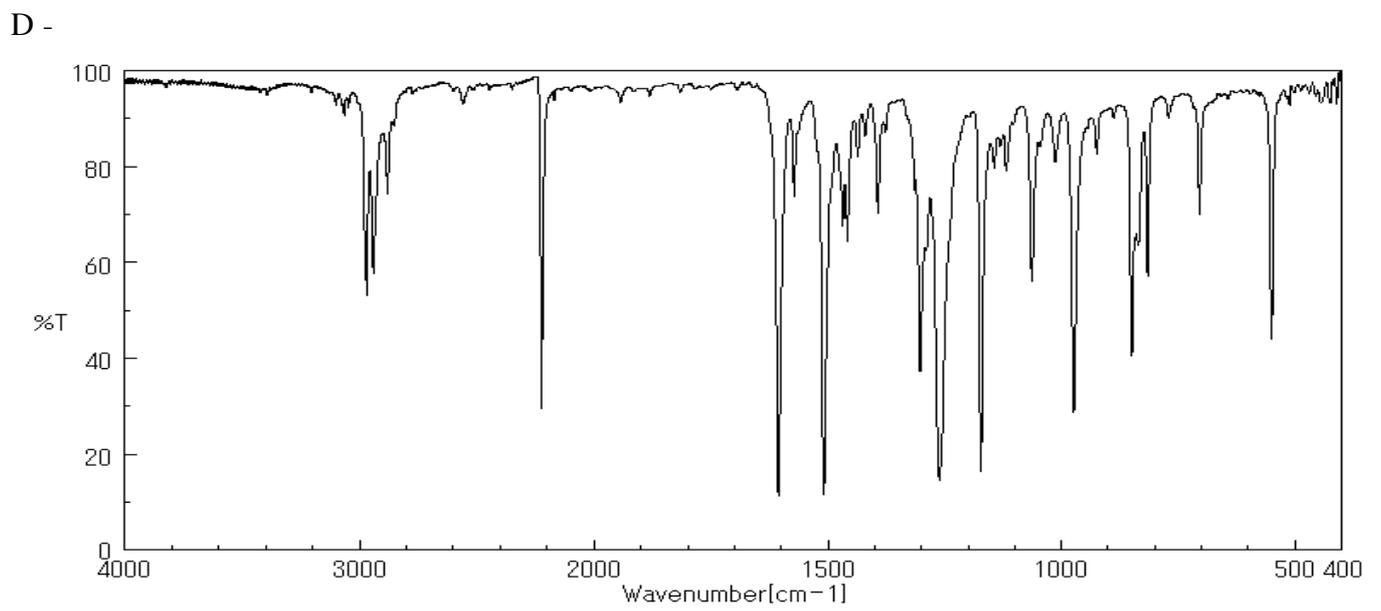
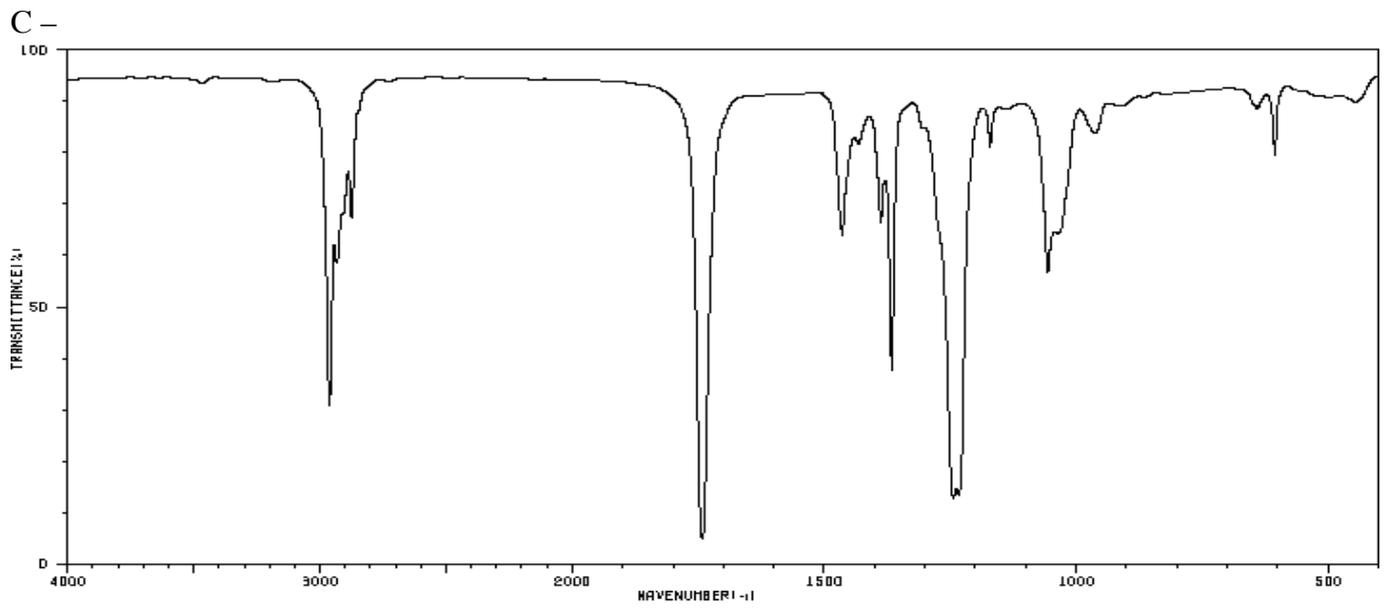
IR :
RMN ¹H :

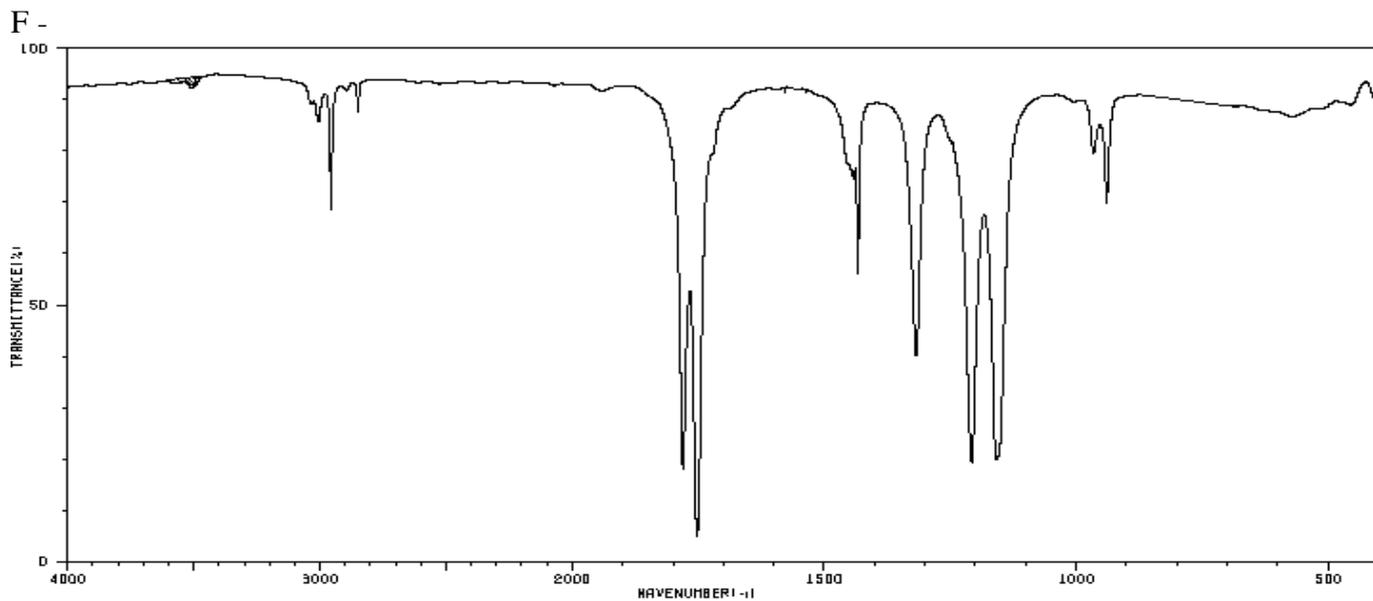


IR :
RMN ¹H :

Spectres IR :

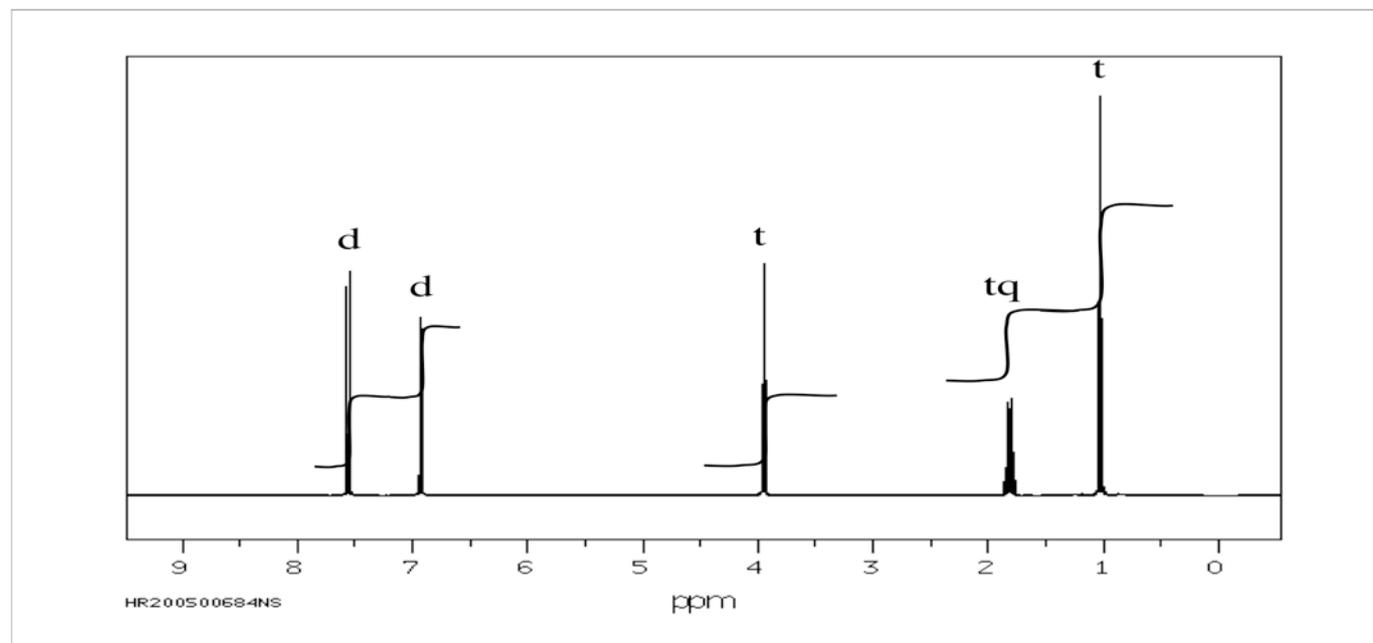




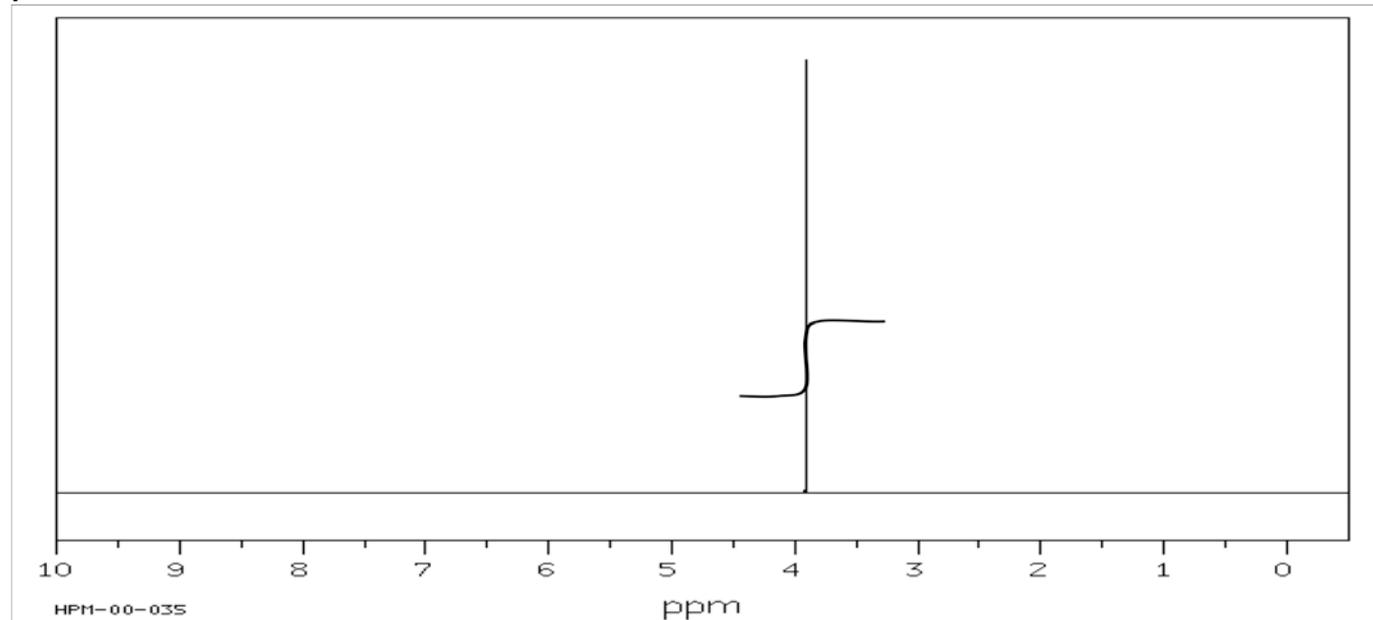


Spectres RMN ^1H :

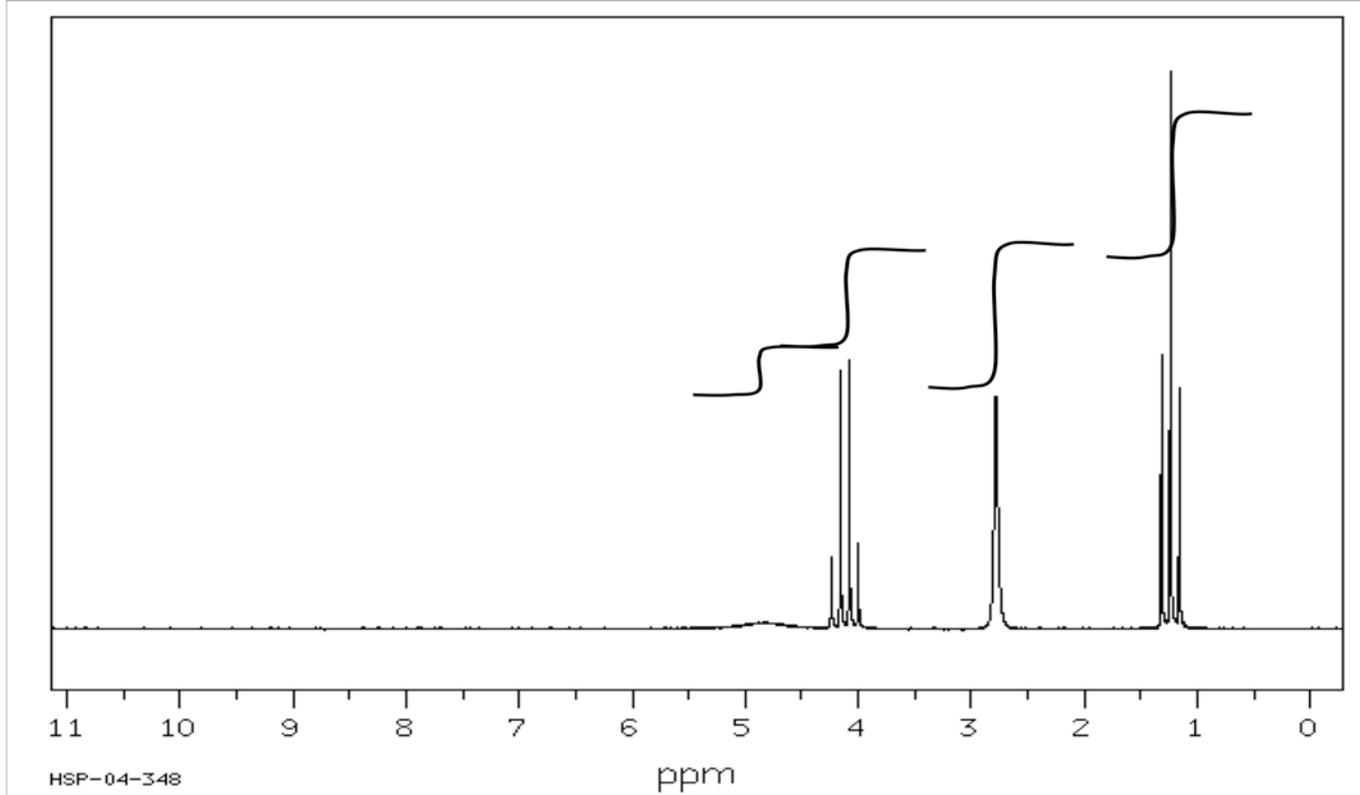
α -



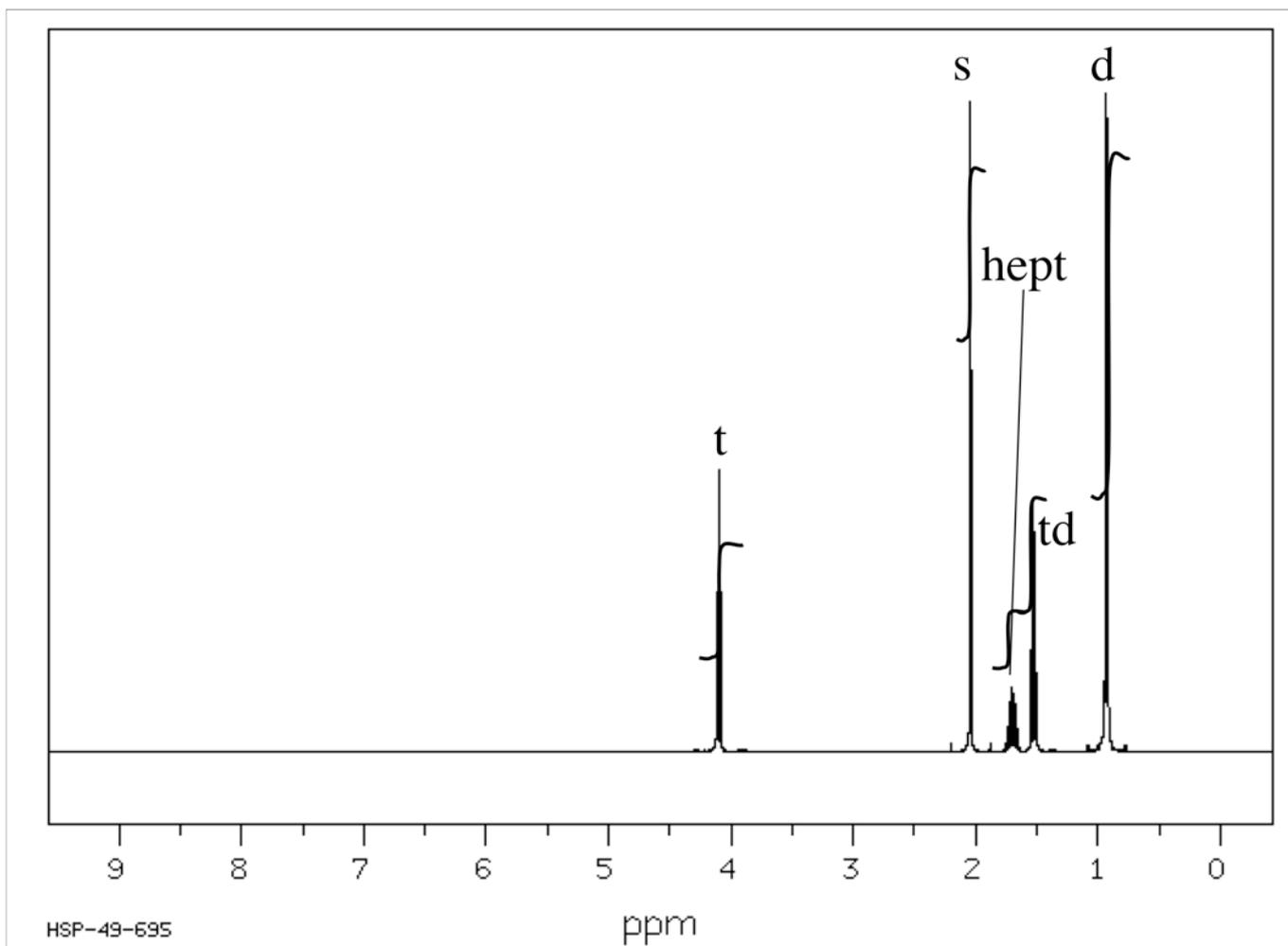
β -



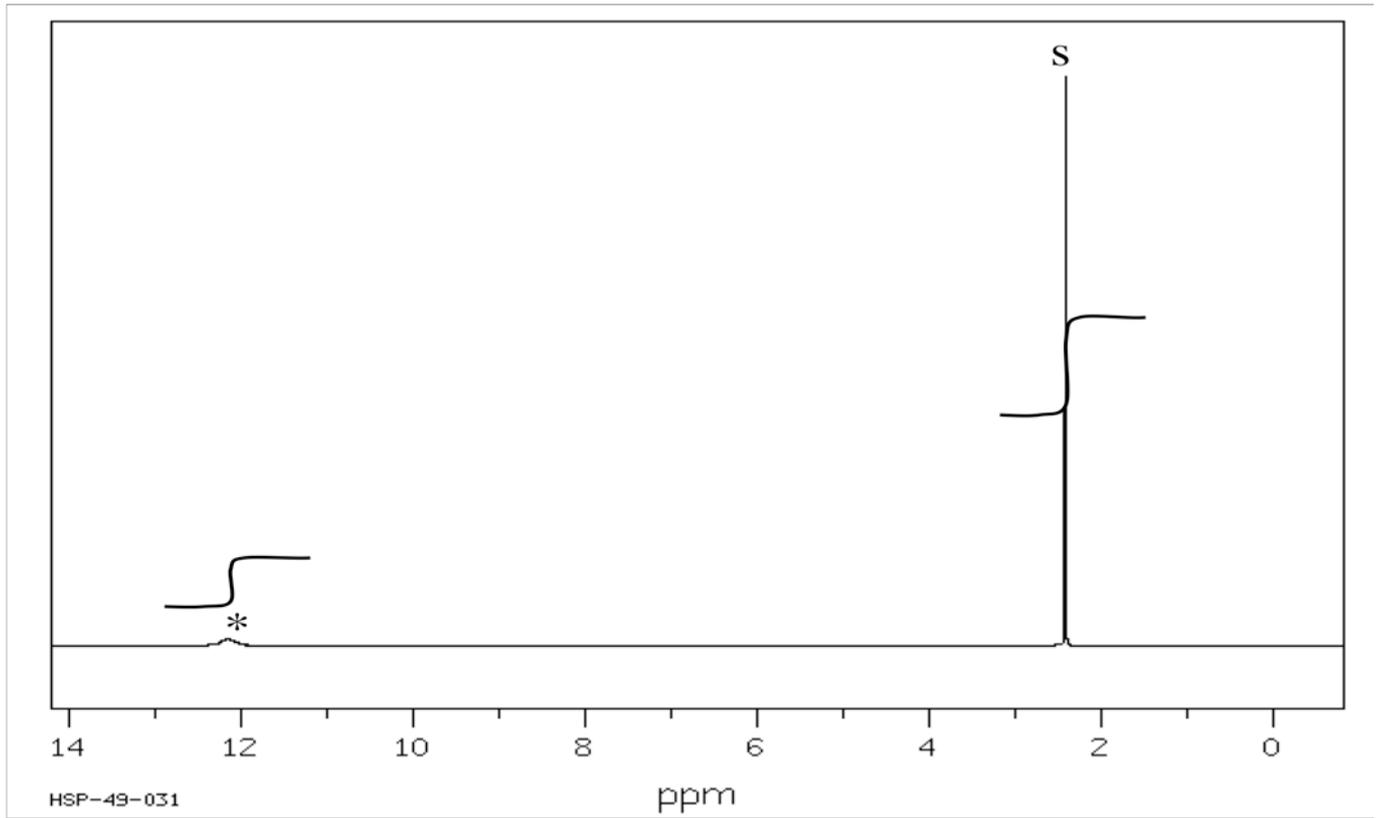
γ -



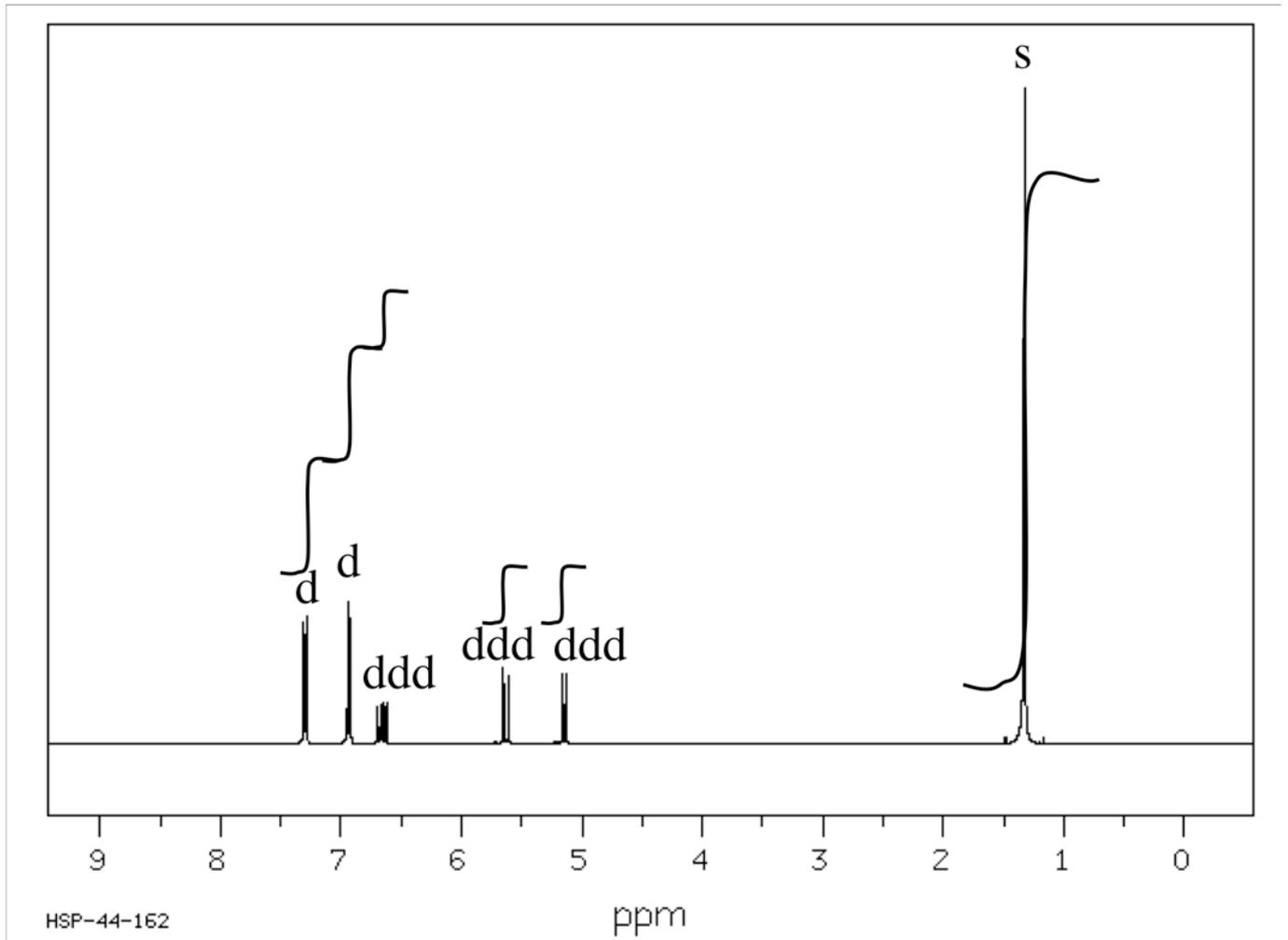
δ -



ε -



Ω -



NOM Prénom :

Judi 13 novembre 2008

Contrôle des Connaissances de Spectroscopie Corrigé

Durée 1 h

Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.

Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.

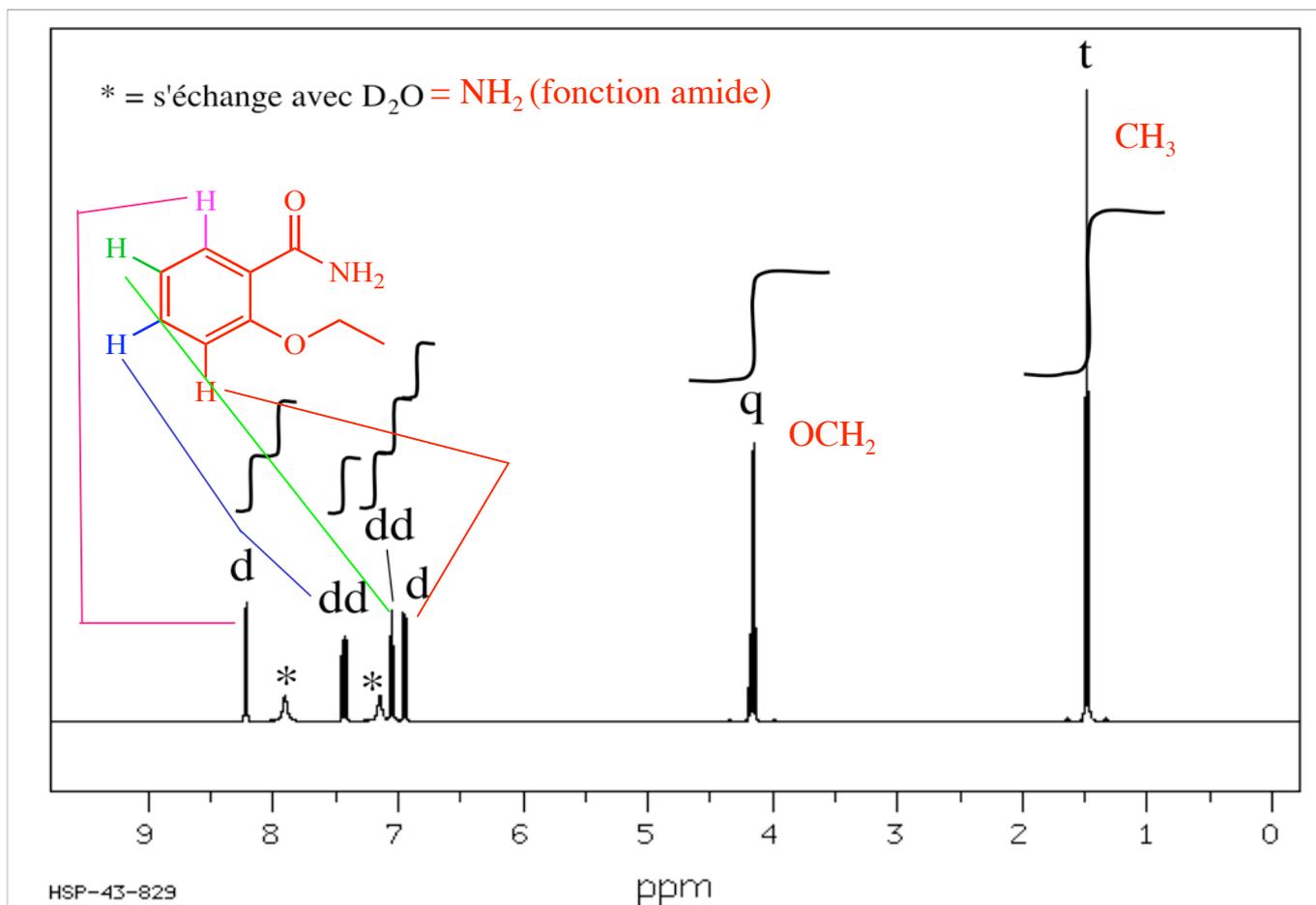
Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.

Problème I :

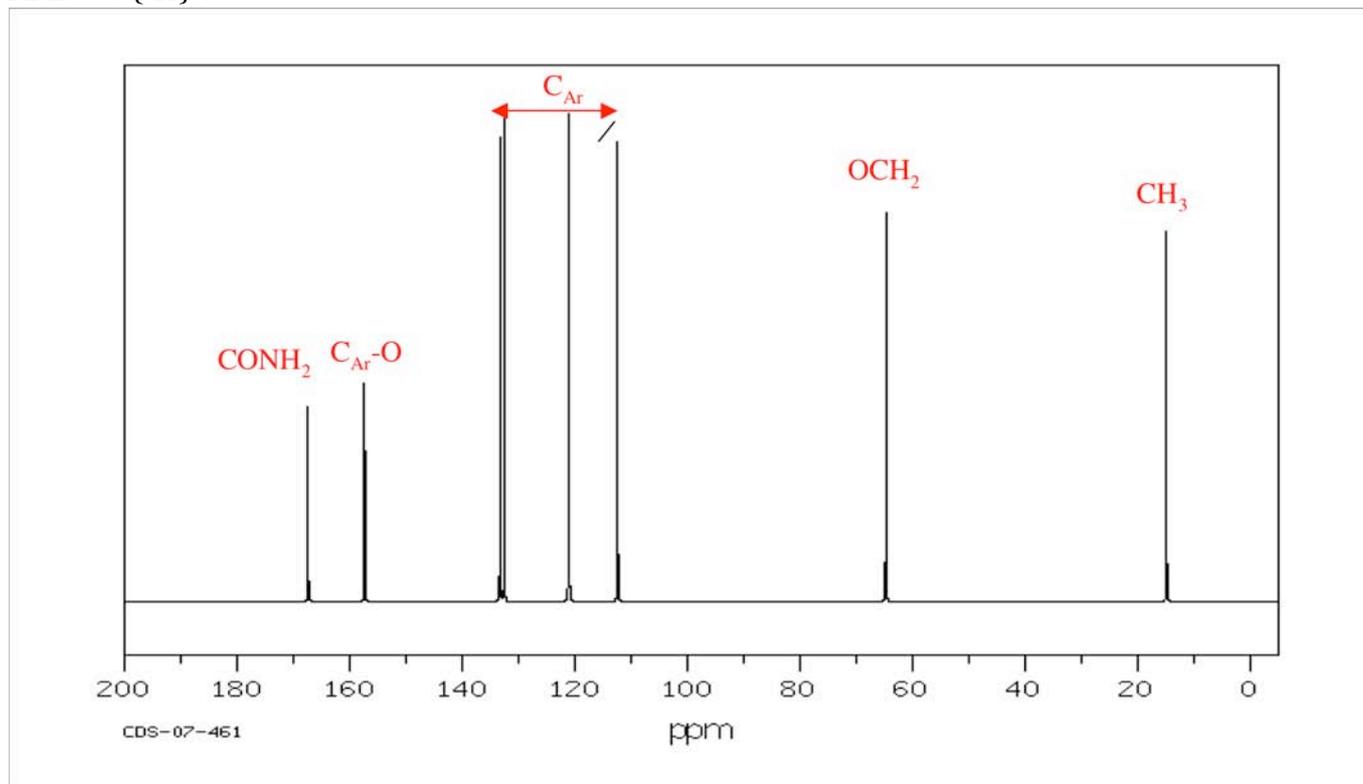
1- D'après les spectres suivants, donner la structure du composé de formule moléculaire $C_9H_{11}NO_2$.

Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques.

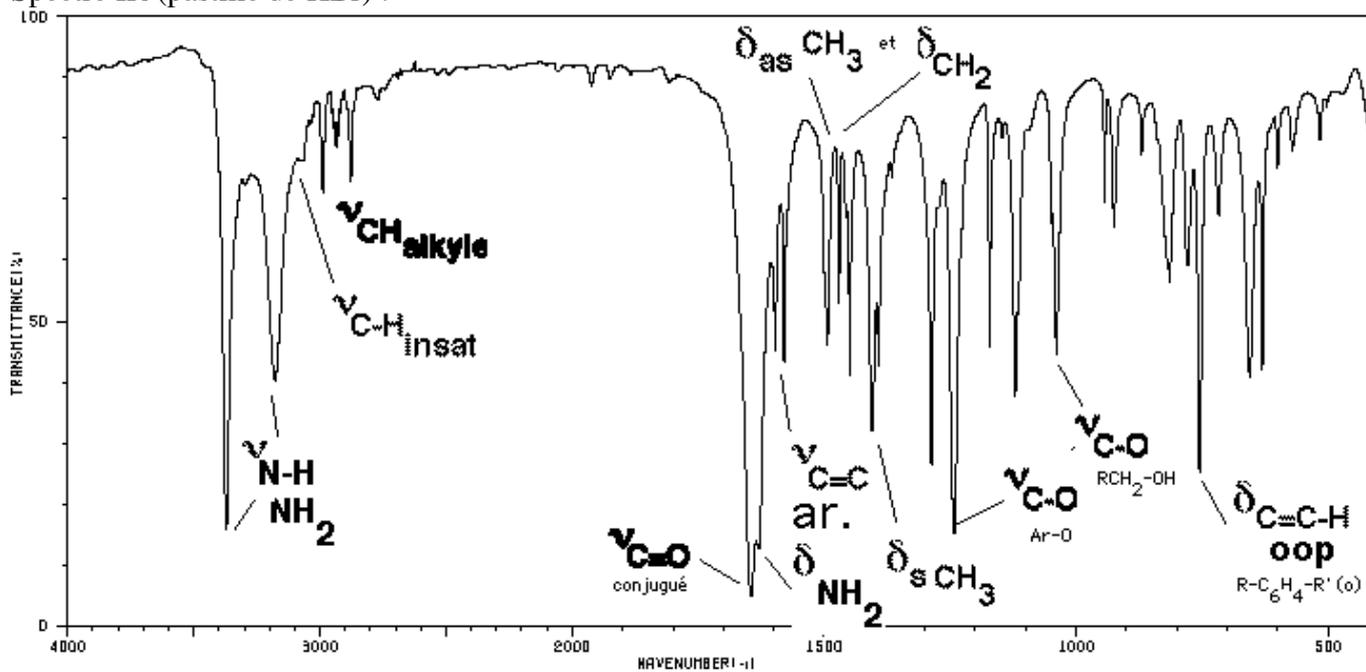
RMN 1H :



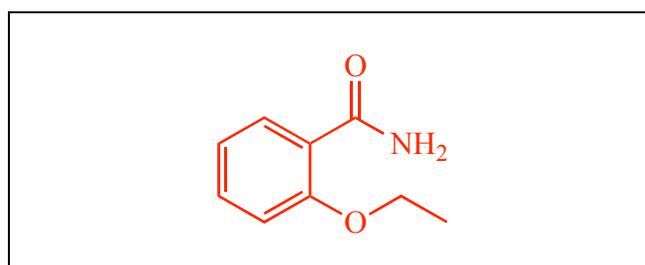
RMN $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$:



Spectre IR (pastille de KBr) :



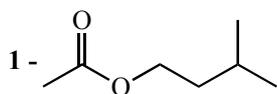
Structure proposée :



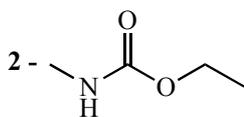
Ethenzamide (analgésique et anti-inflammatoire)

Problème II :

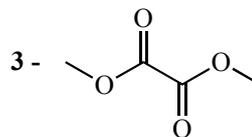
Attribuer les spectres IR et RMN ¹H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé. *NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter.*



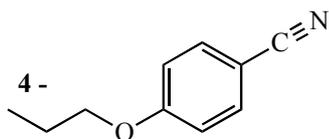
IR : C
RMN ¹H : δ



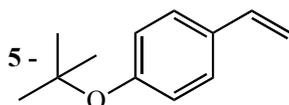
IR : E
RMN ¹H : γ



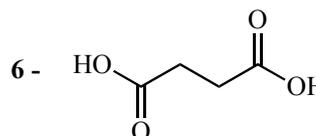
IR : F
RMN ¹H : β



IR : D
RMN ¹H : α

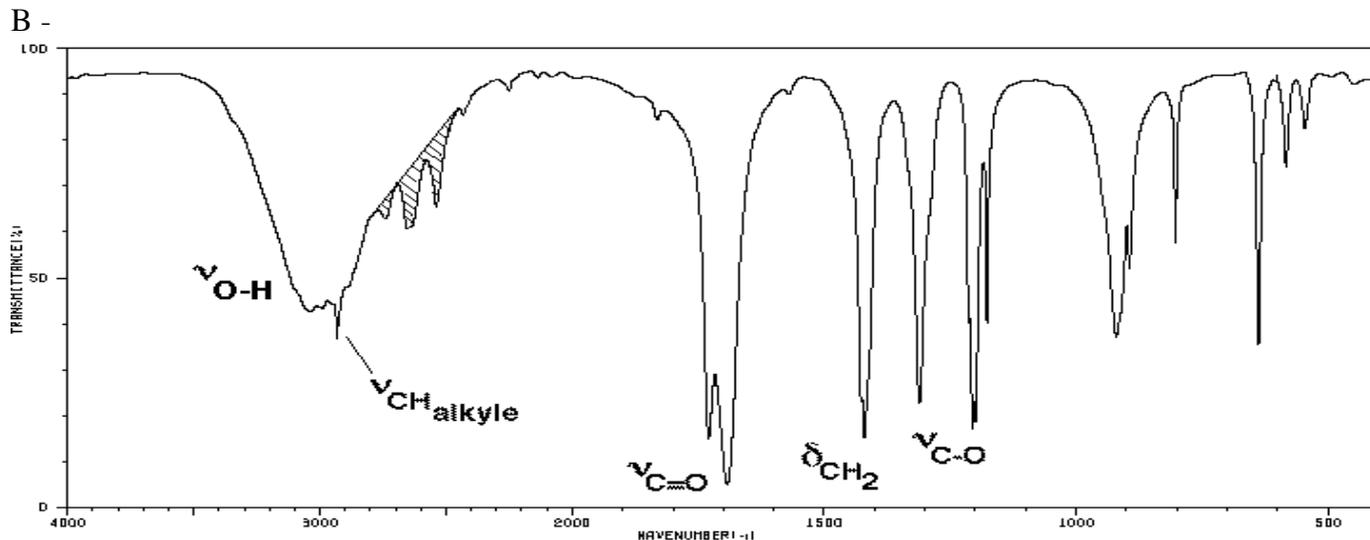
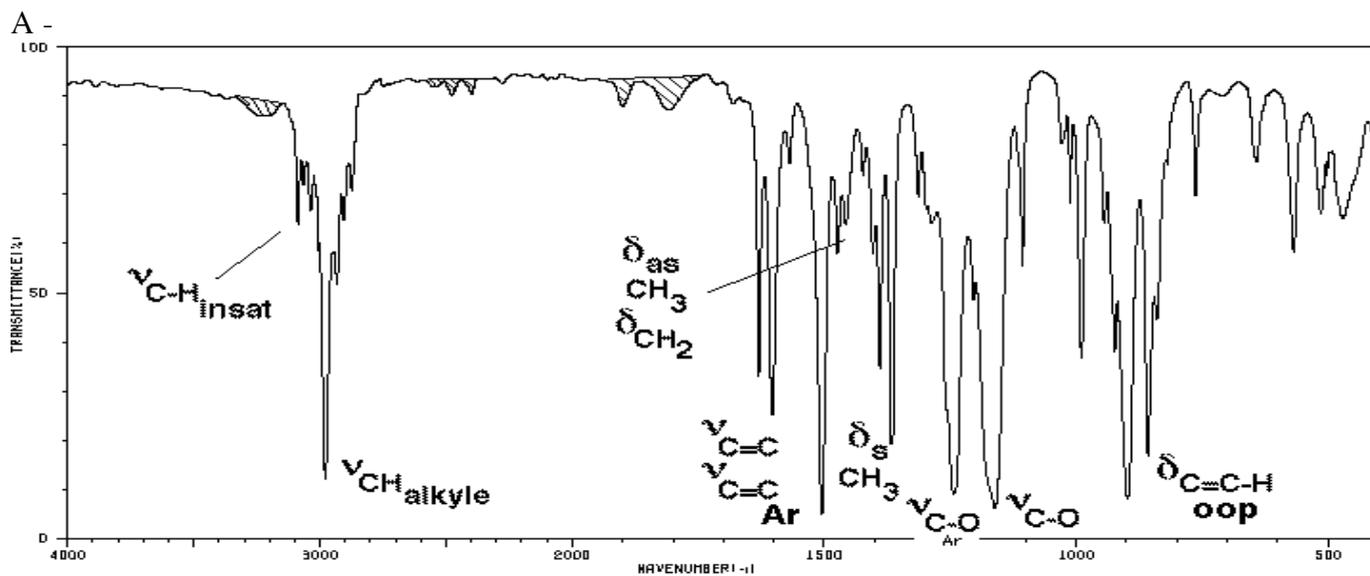


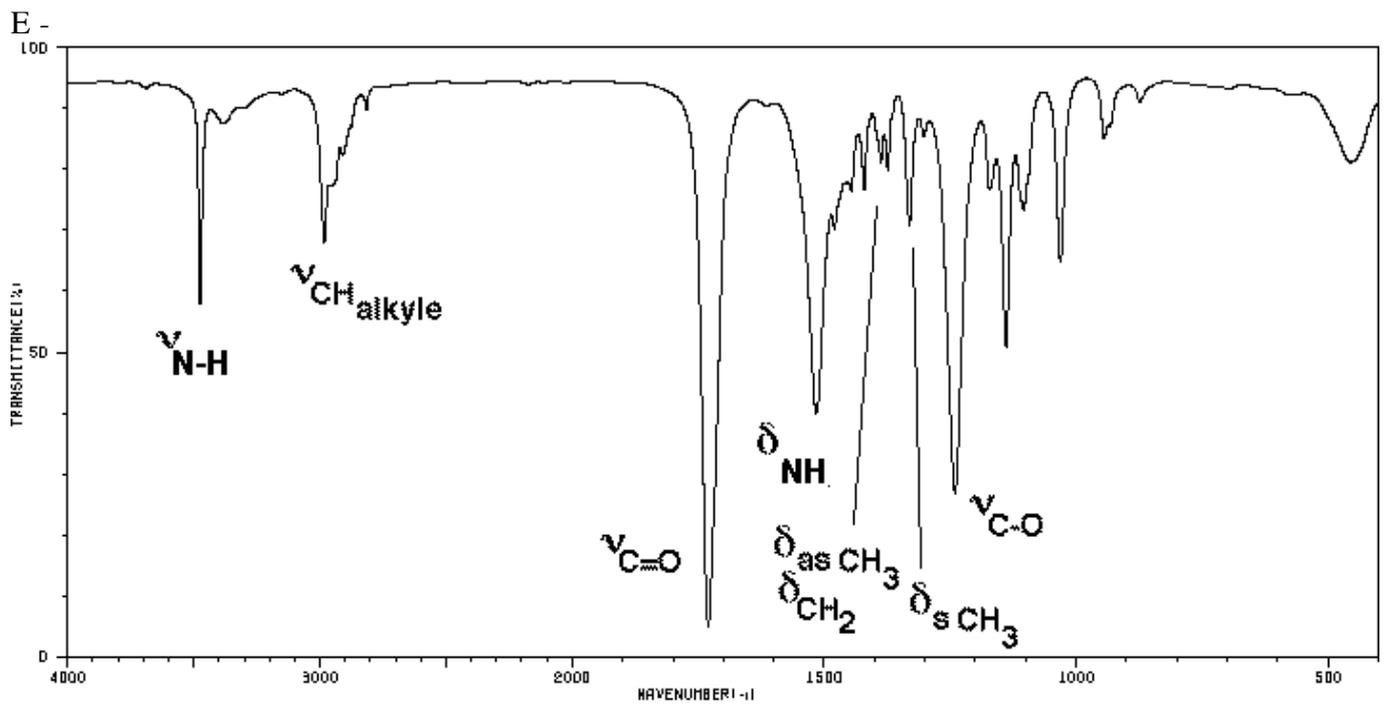
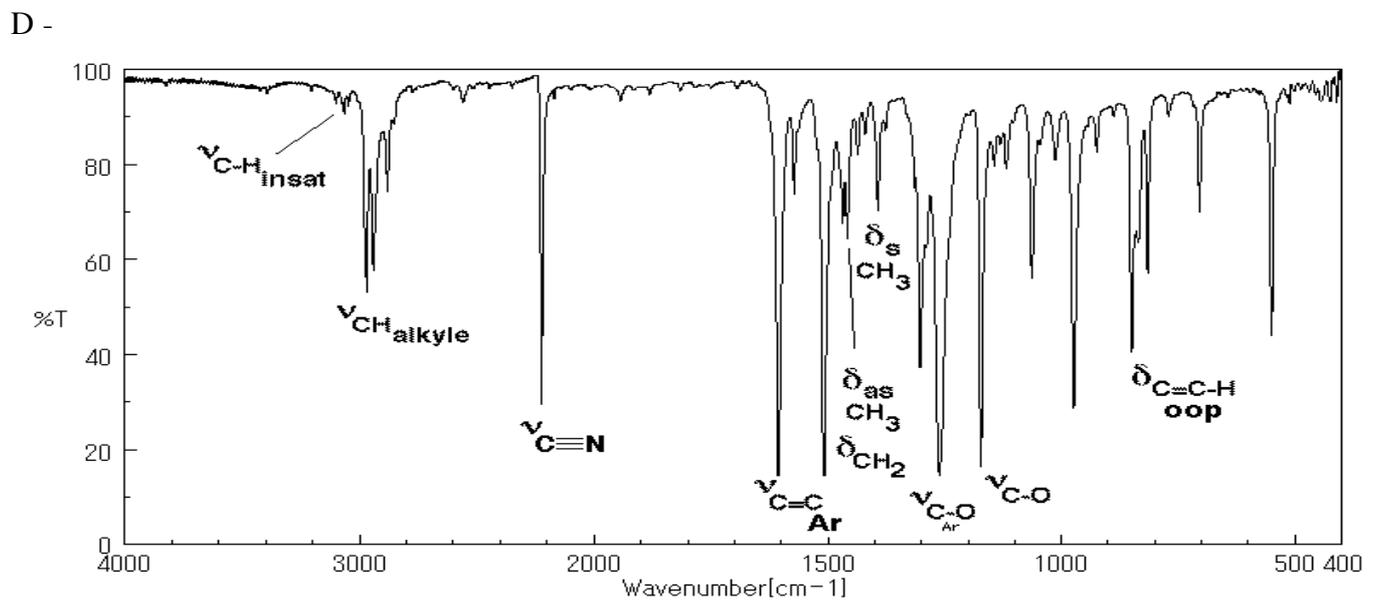
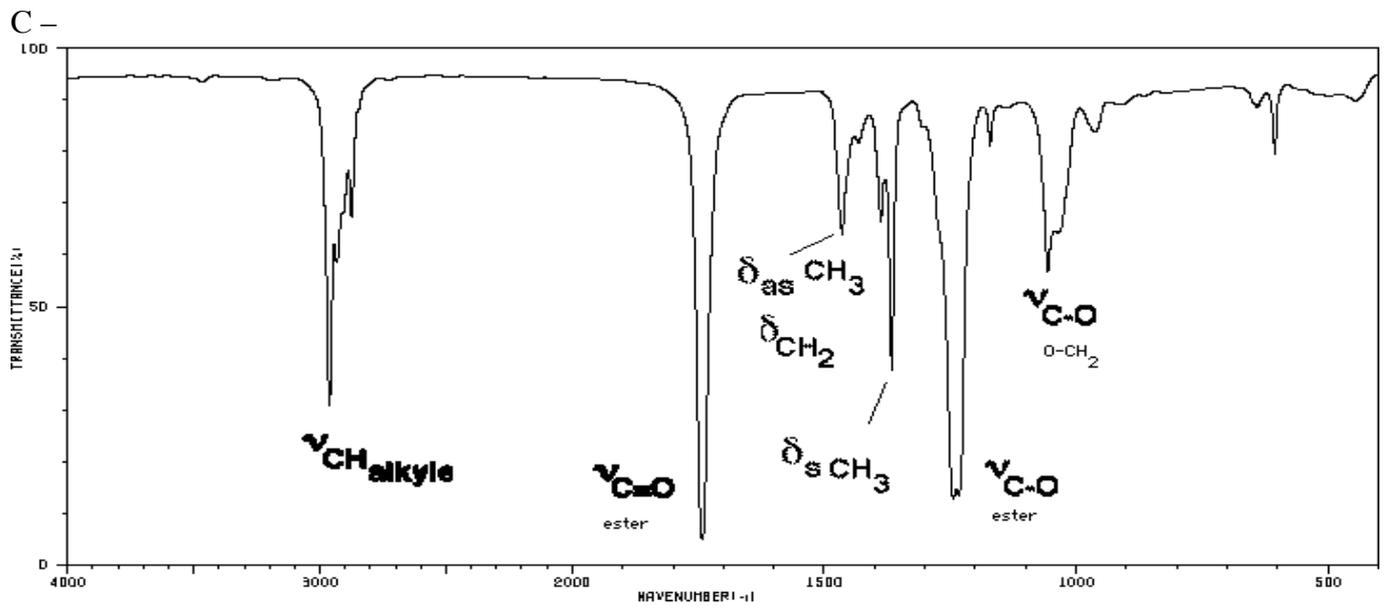
IR : A
RMN ¹H : ω

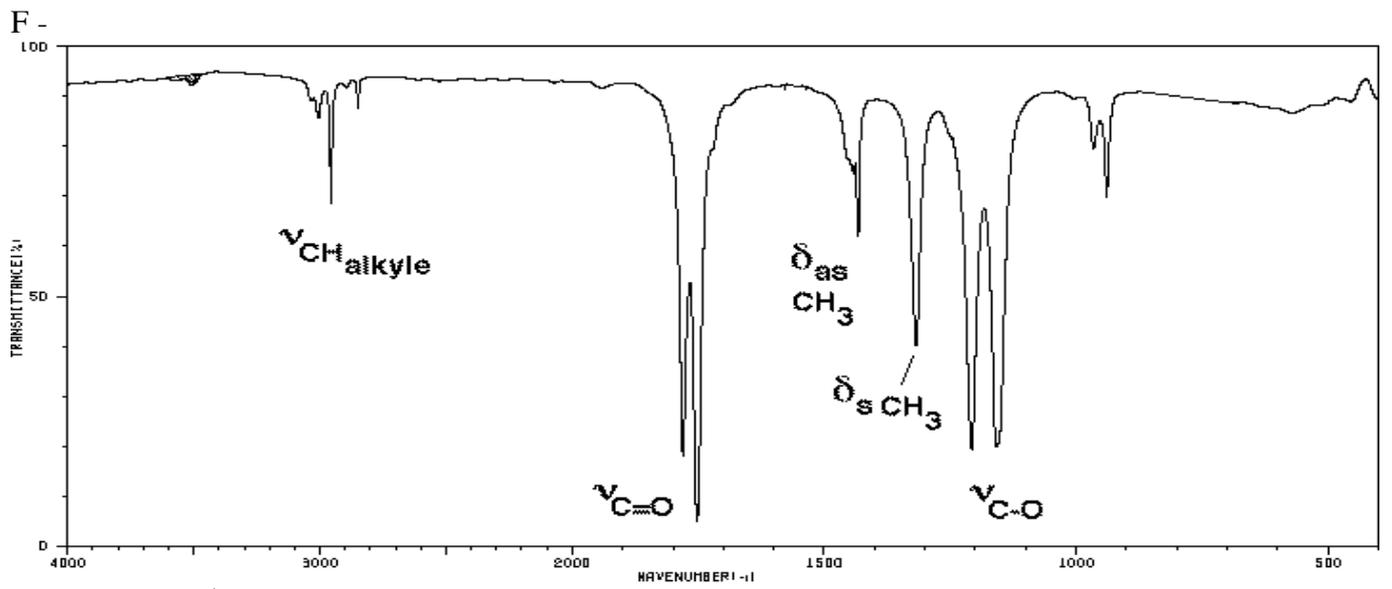


IR : B
RMN ¹H : ε

Spectres IR :

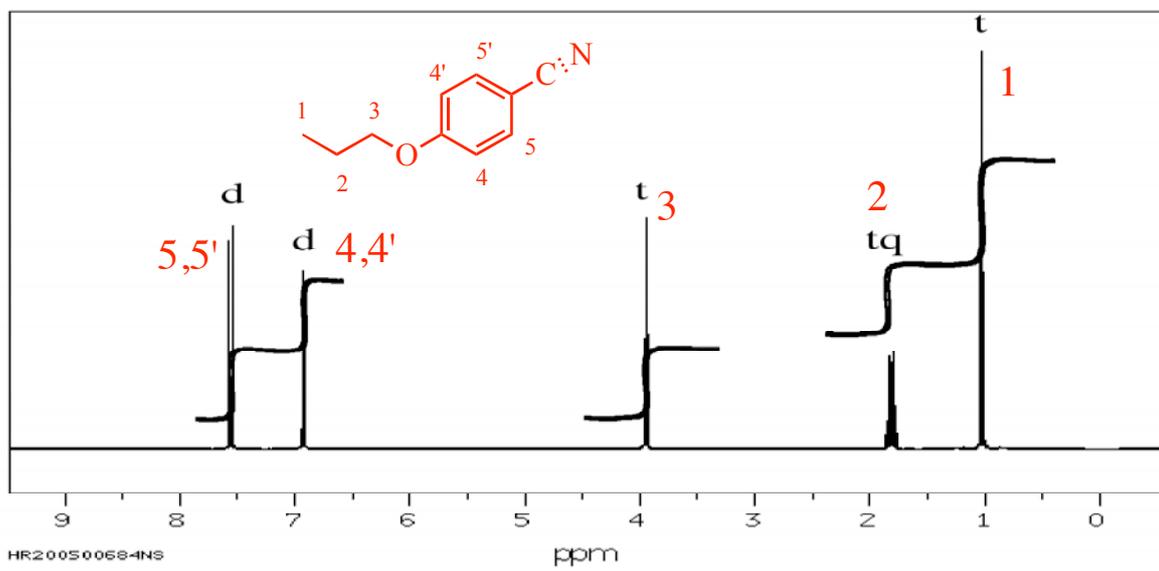




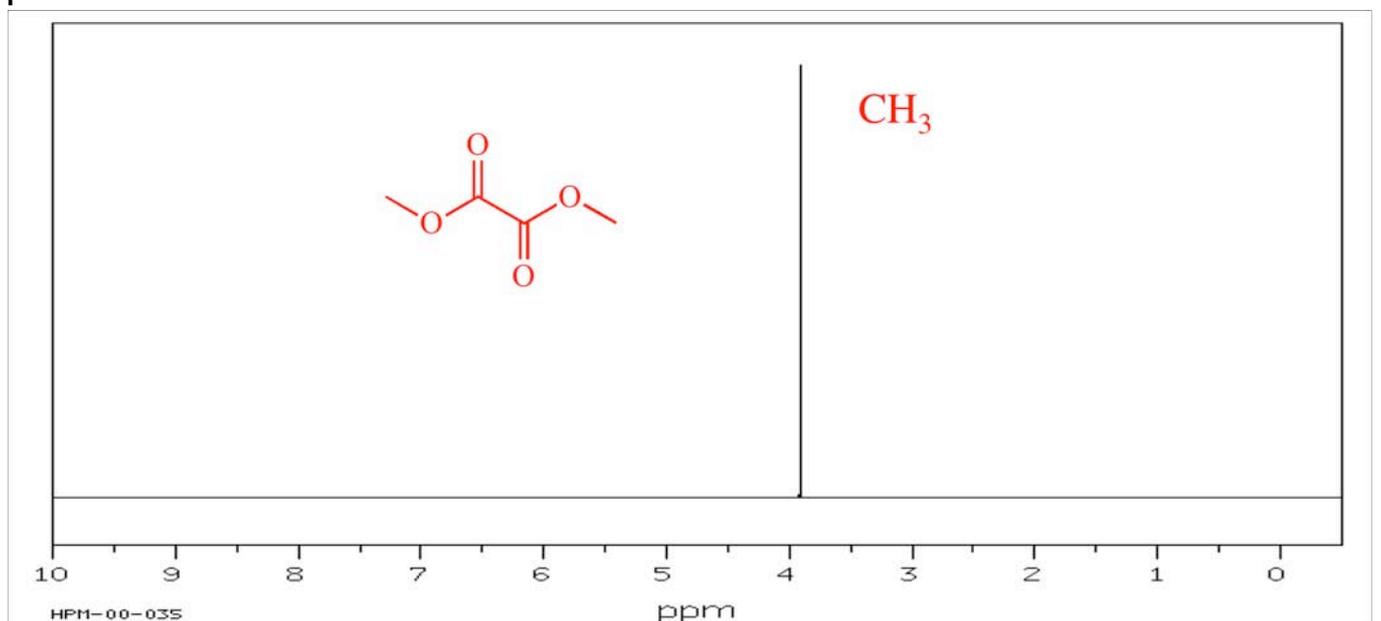


Spectres RMN ^1H :

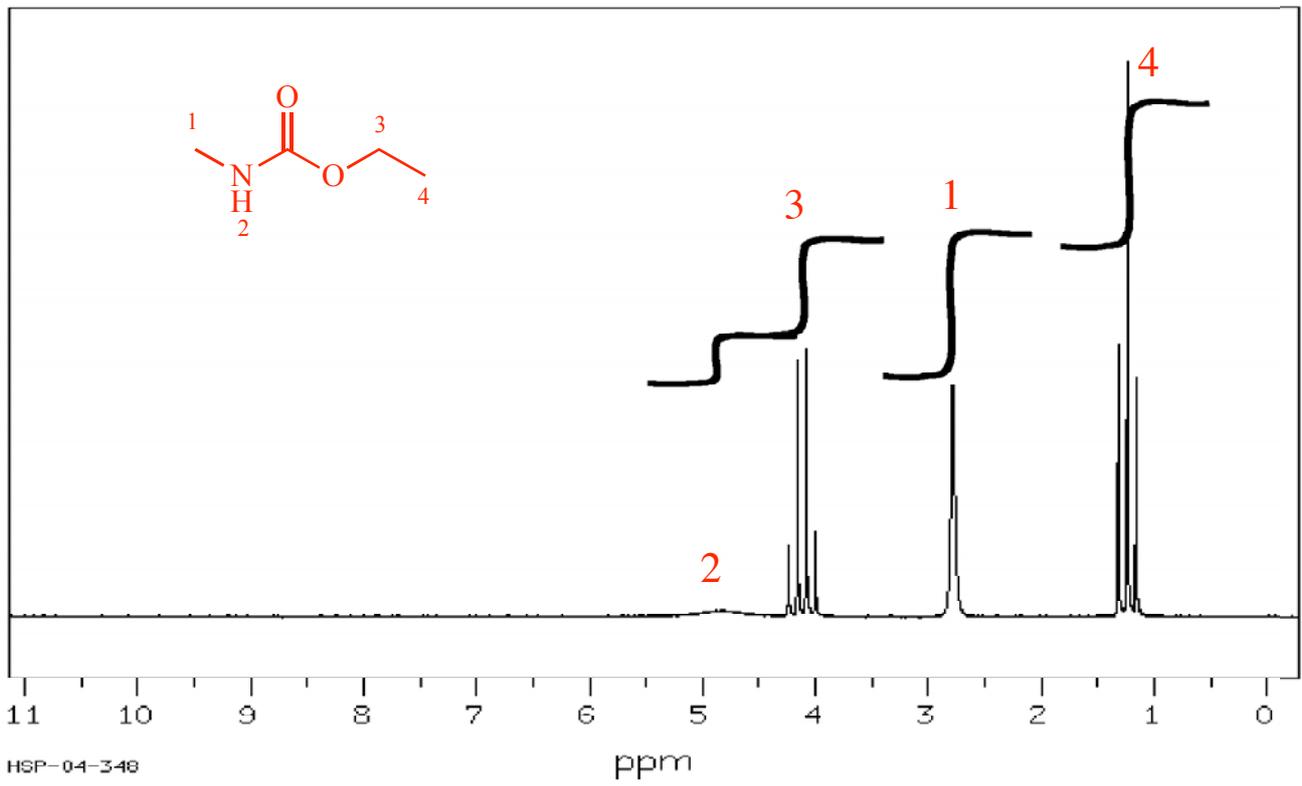
α -



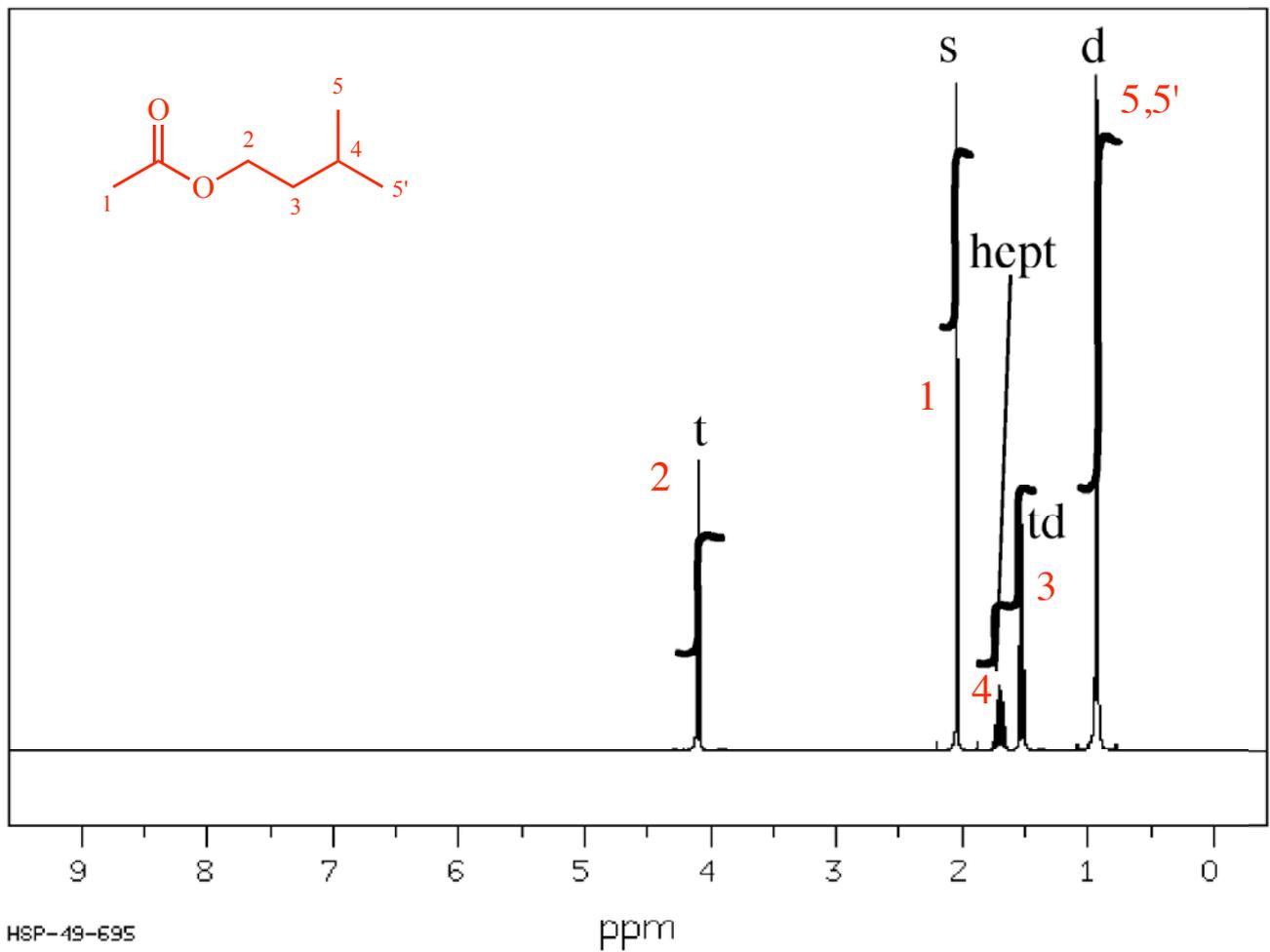
β -



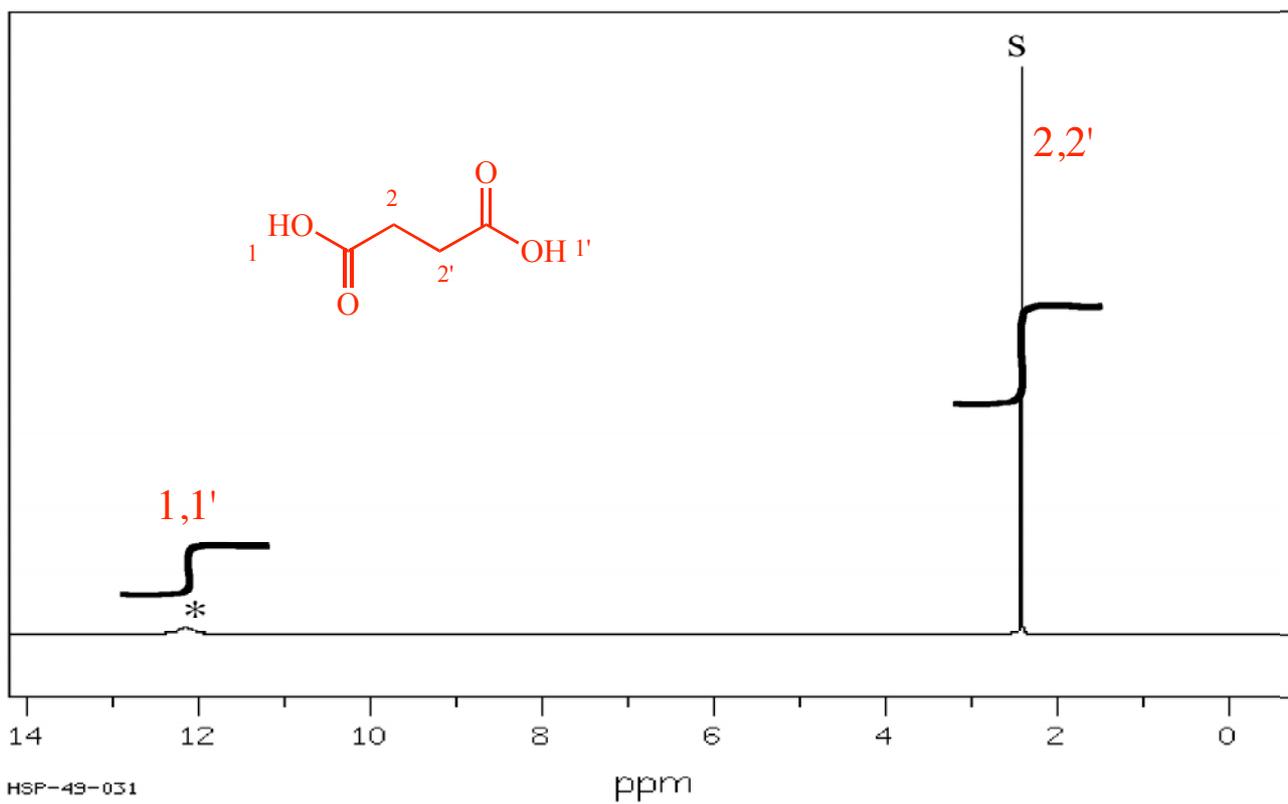
γ -



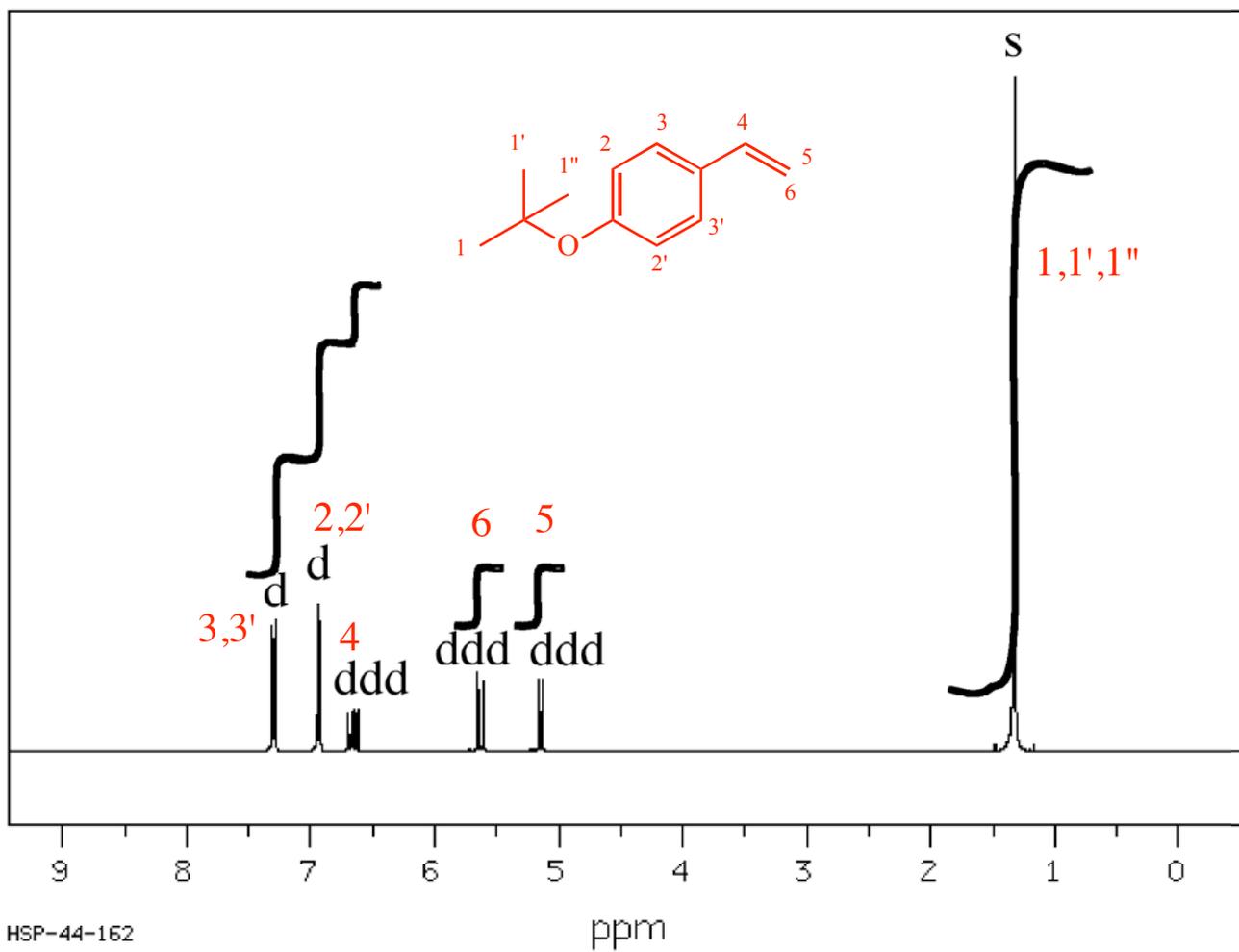
δ -



ε -



Ω -



NOM Prénom :

Session : 1

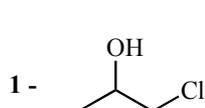
EPREUVE : Contrôle des Connaissances de Spectroscopie

Durée : 1 h

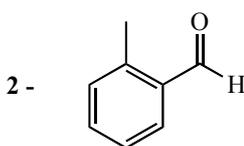
Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.
Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.
Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.

Problème I :

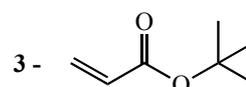
Attribuer les spectres IR et RMN ^1H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé. *NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter.*



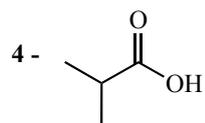
IR :
RMN ^1H :



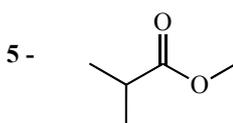
IR :
RMN ^1H :



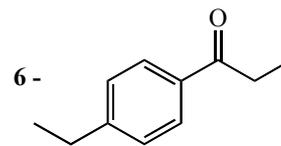
IR :
RMN ^1H :



IR :
RMN ^1H :

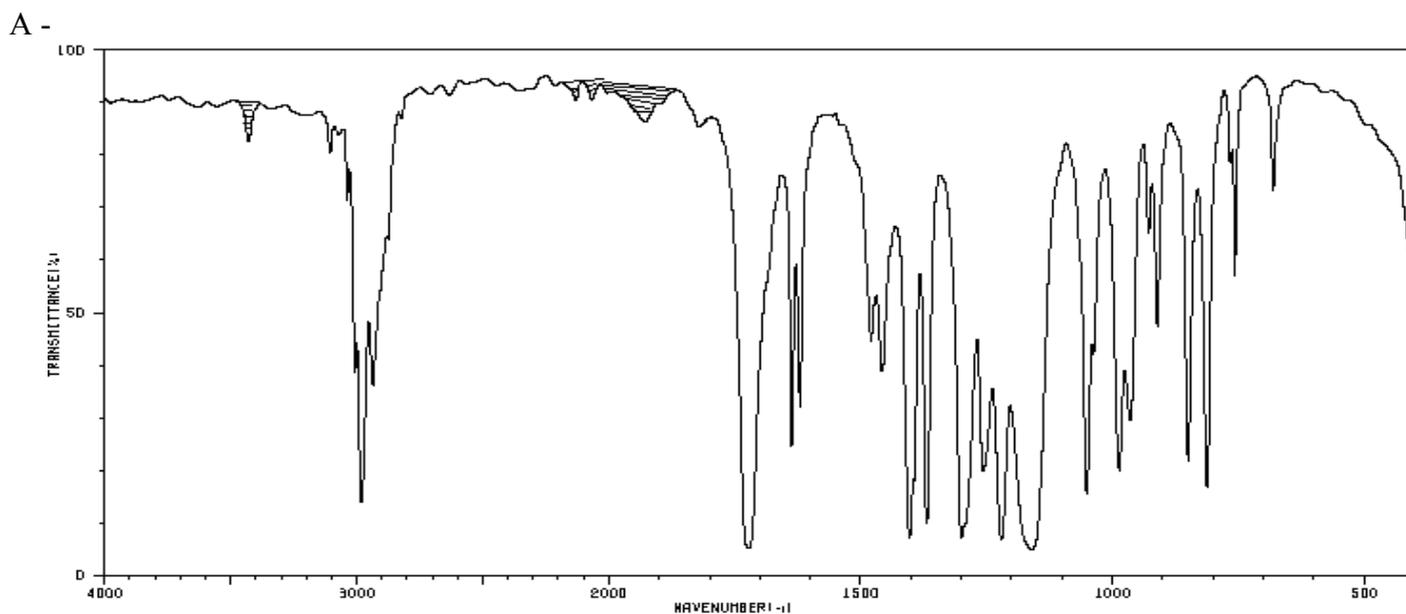


IR :
RMN ^1H :

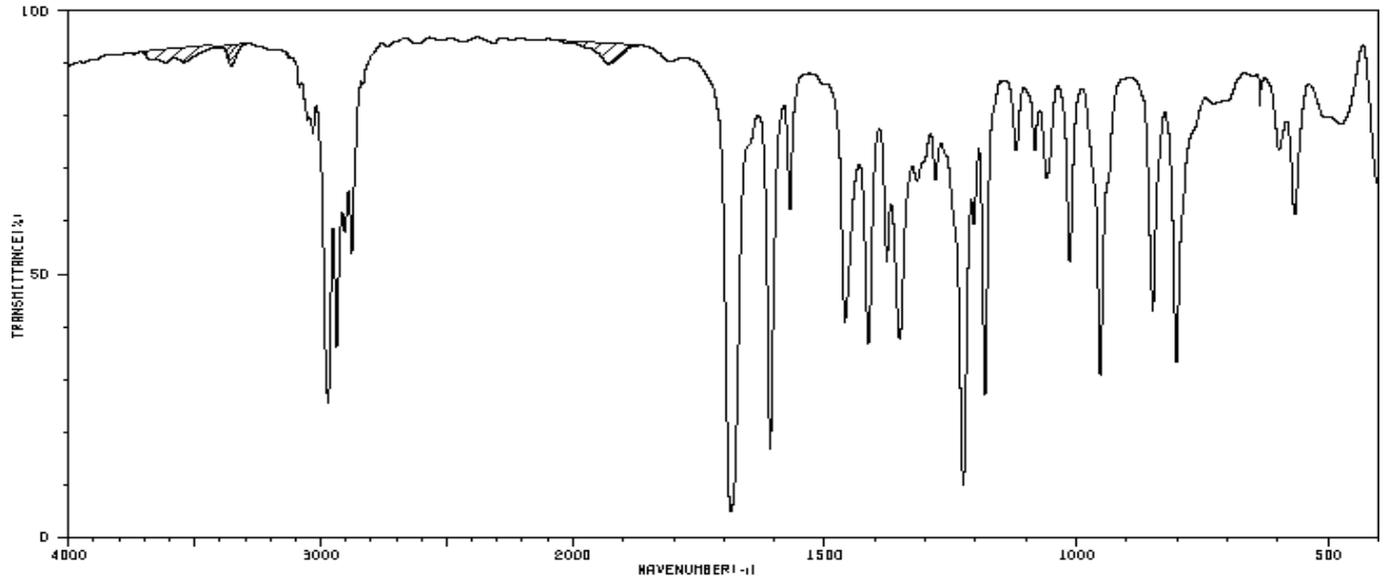


IR :
RMN ^1H :

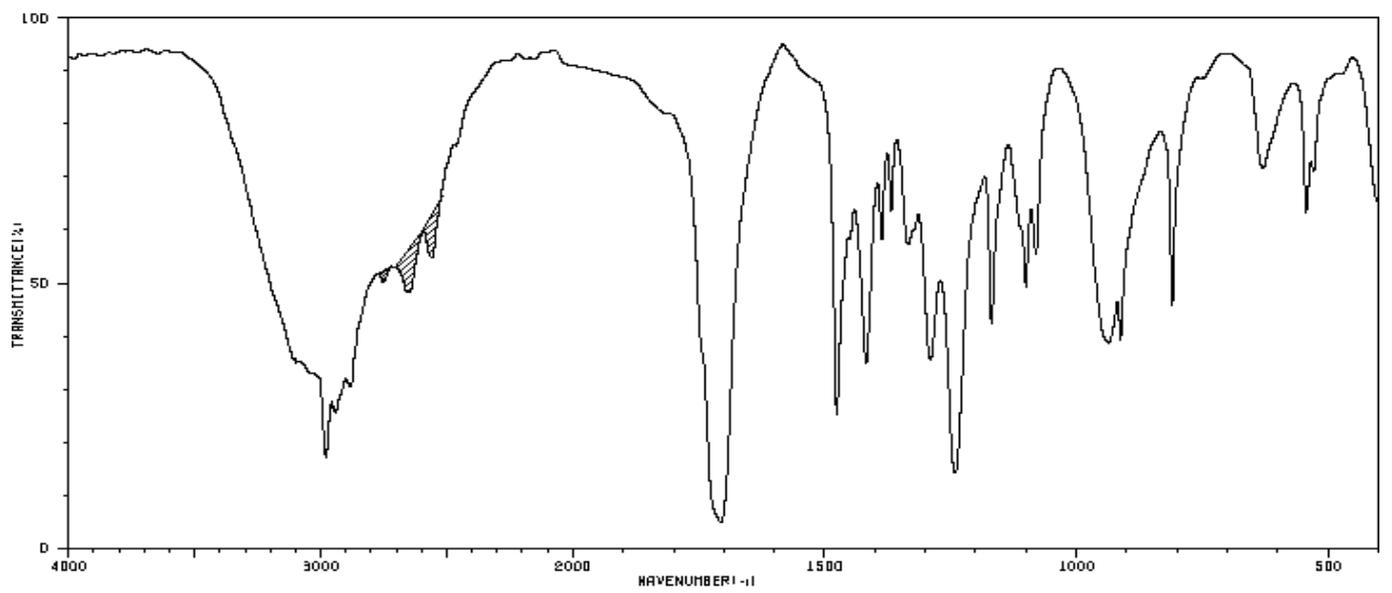
Spectres IR :



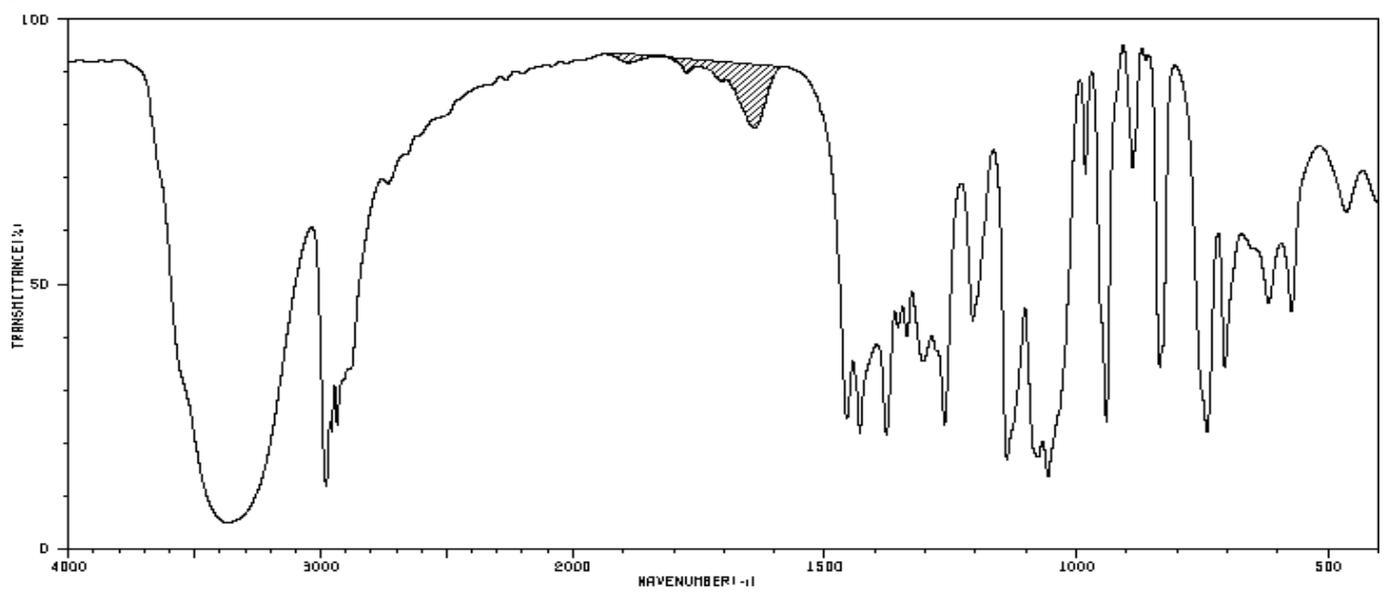
B -

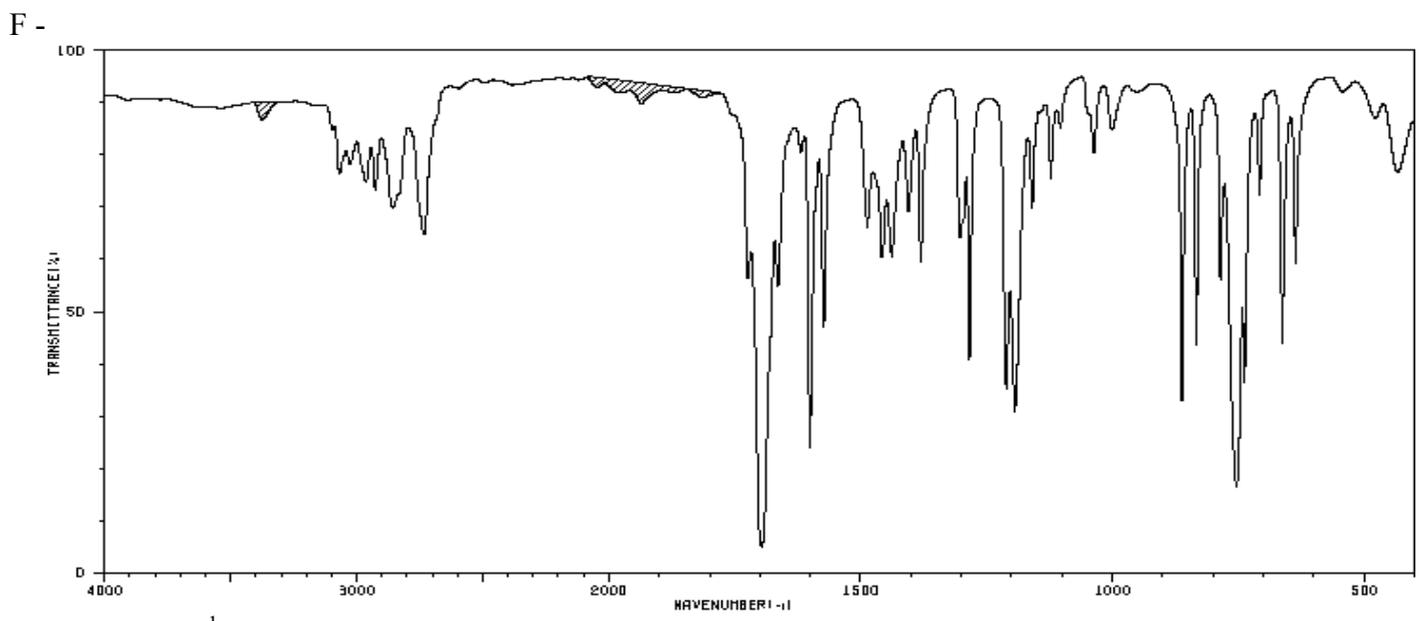
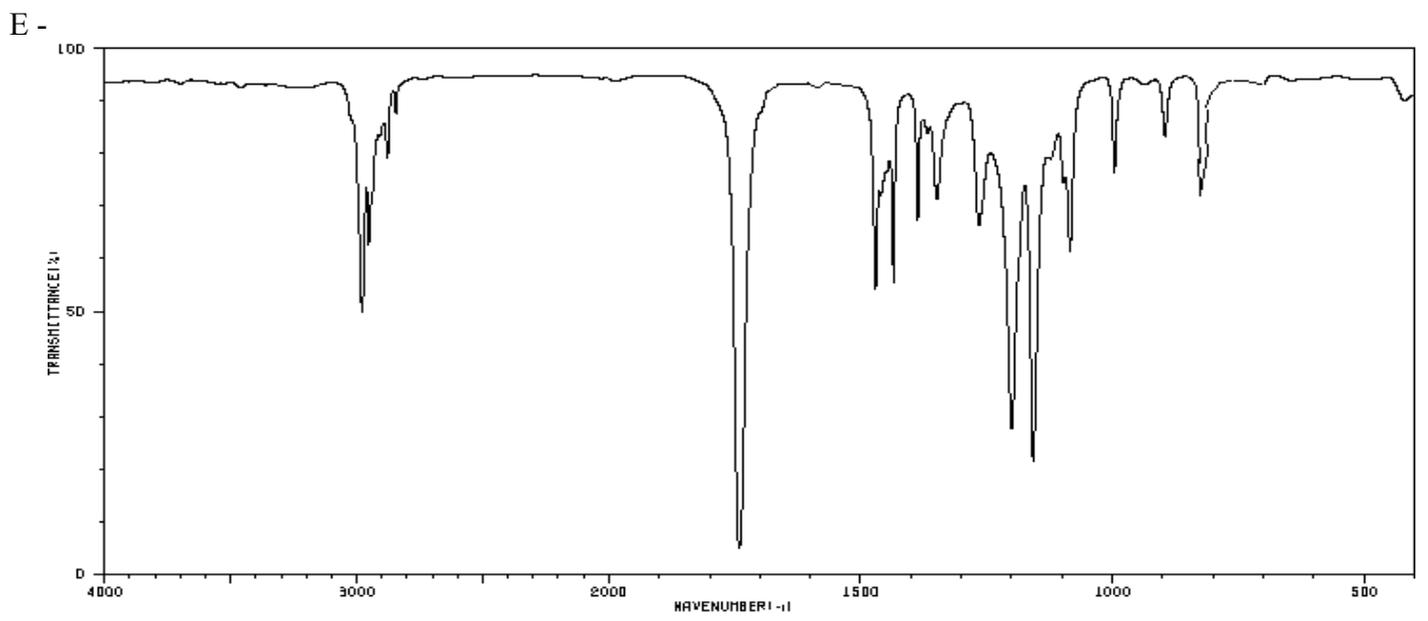


C -



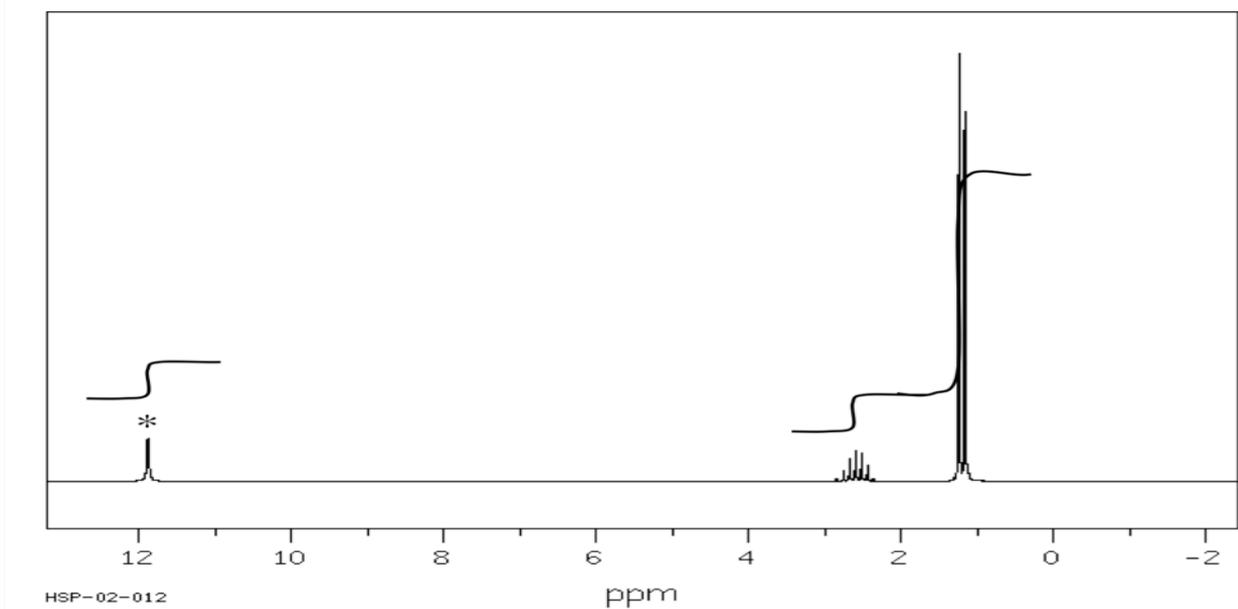
D -



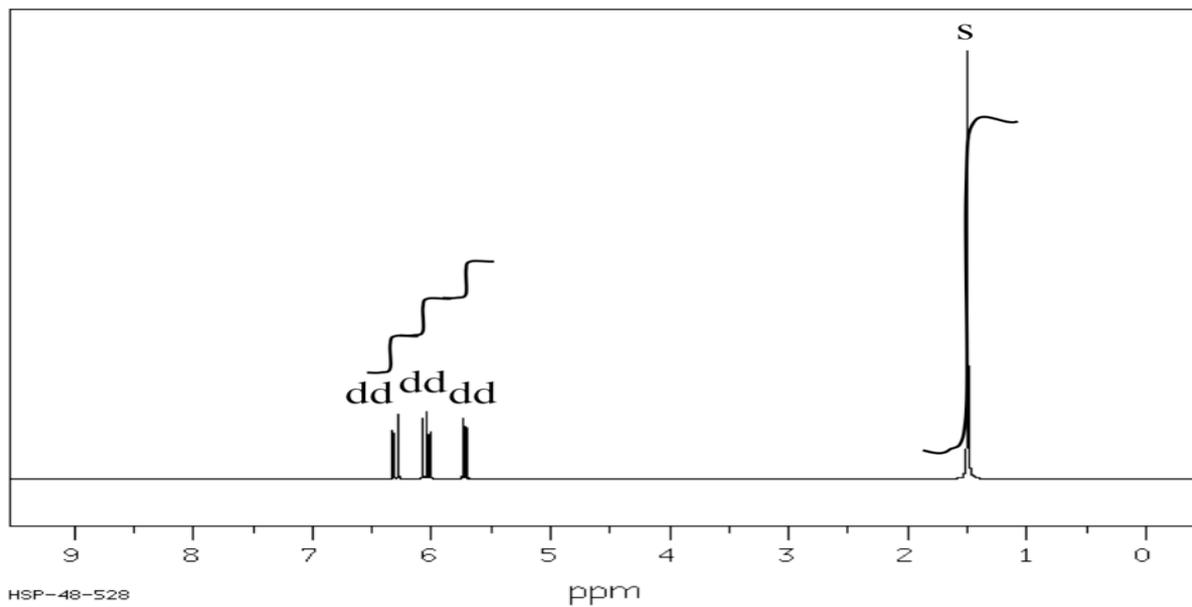


Spectres RMN ^1H :

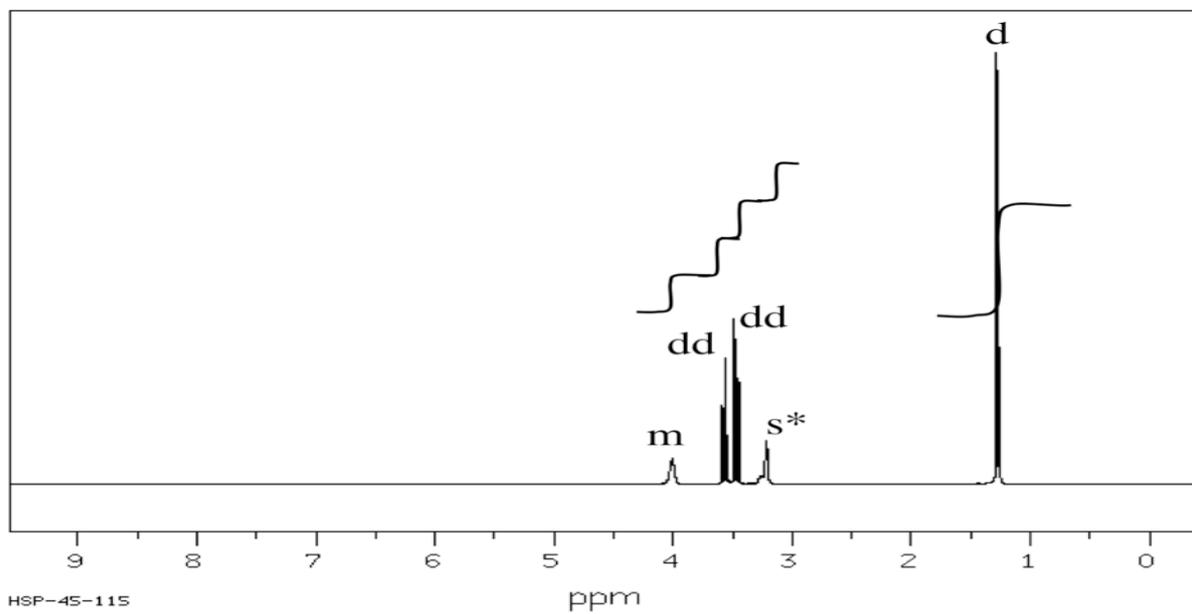
α -



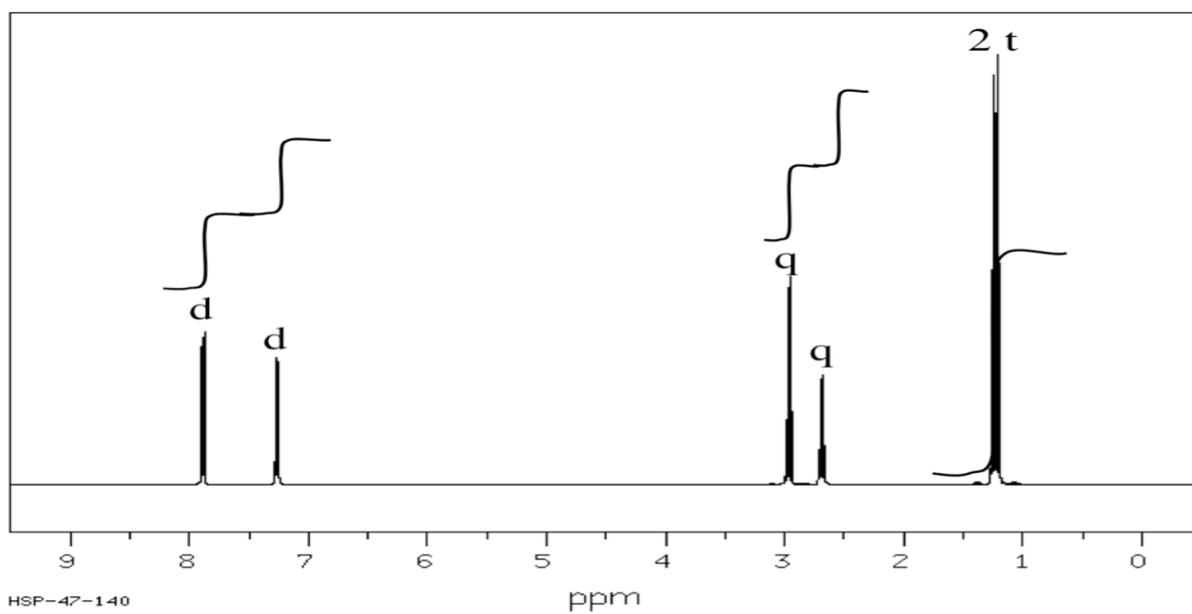
β -



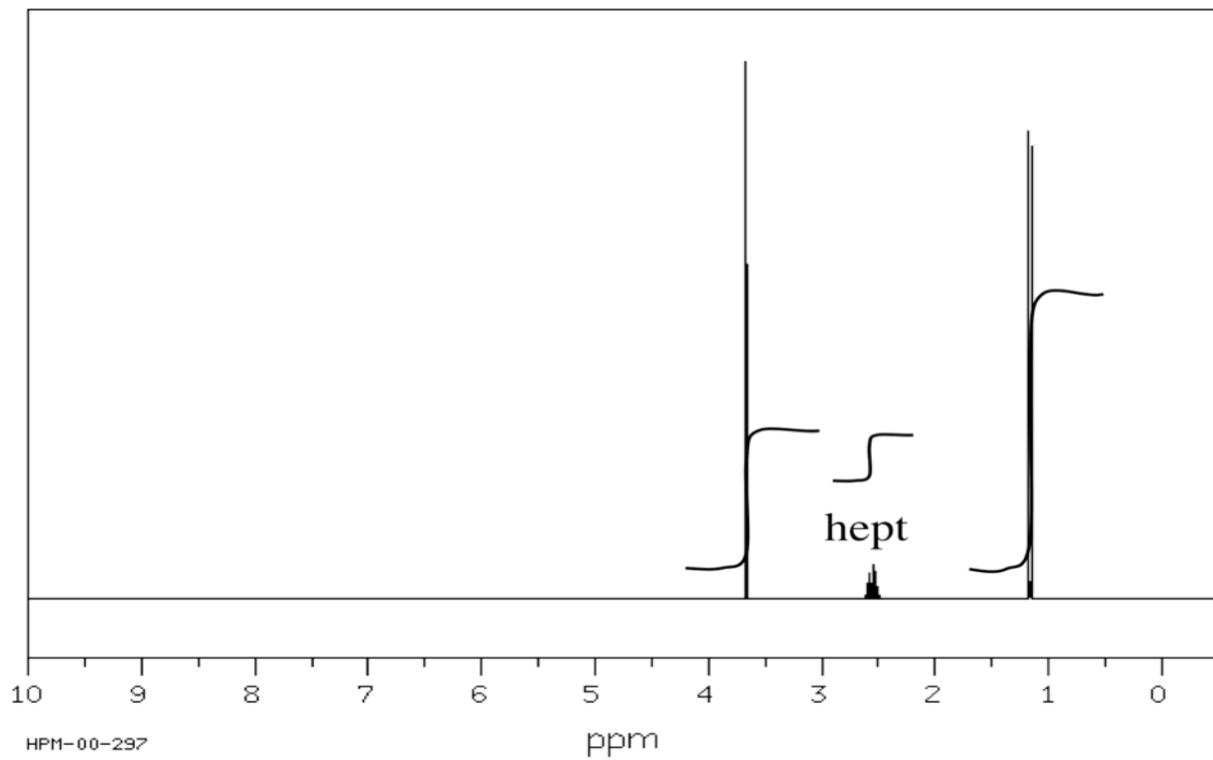
γ -



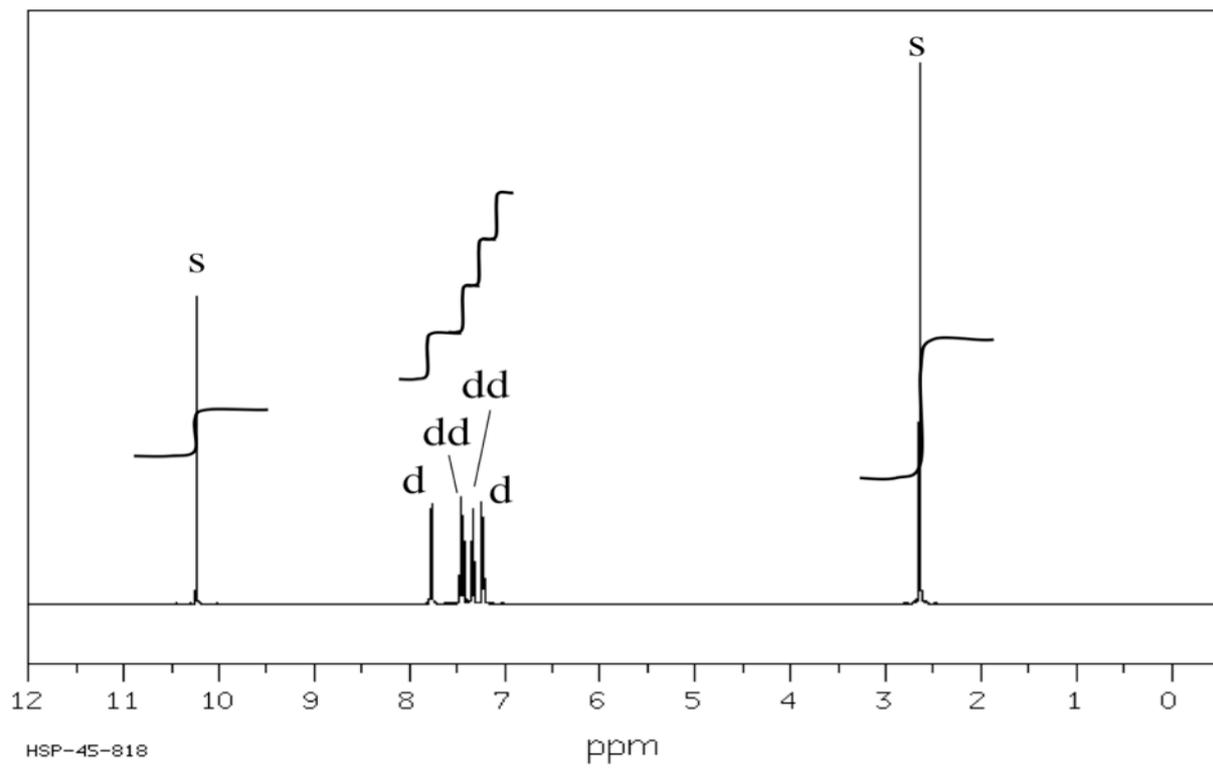
δ -



ε -



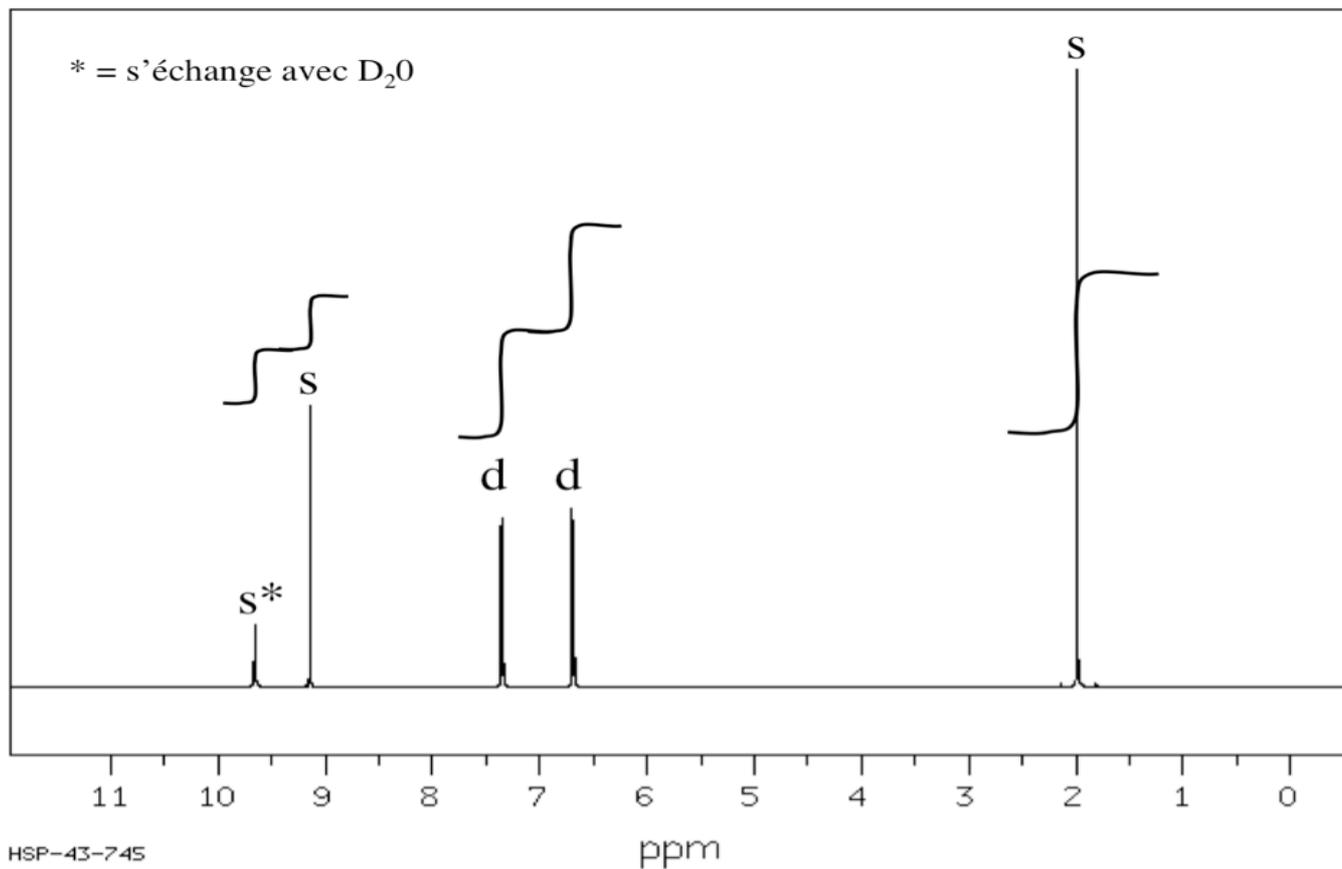
Ω -



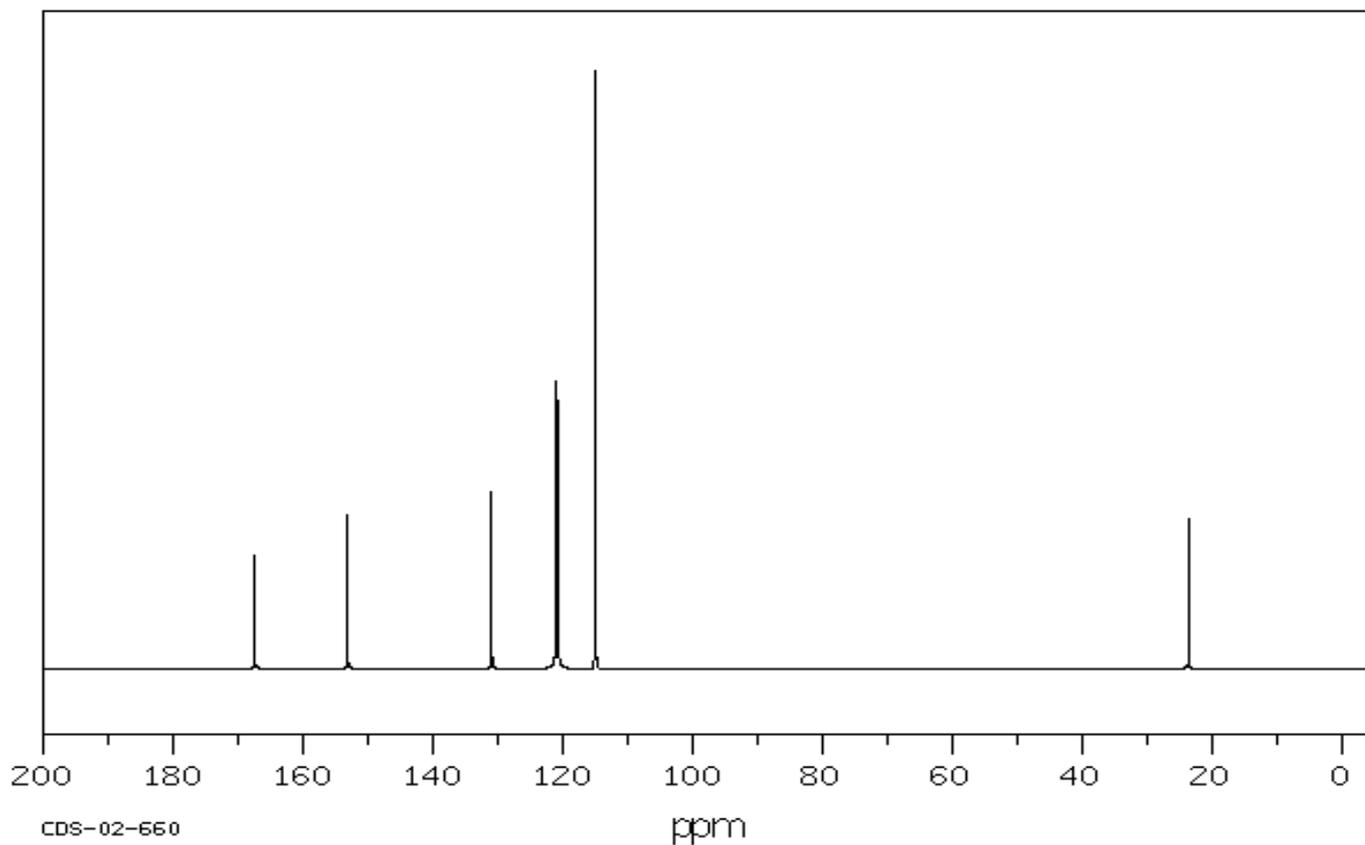
Problème II :

D'après les spectres suivants, donner la structure du composé de formule moléculaire $C_8H_9NO_2$. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques. *NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter.*

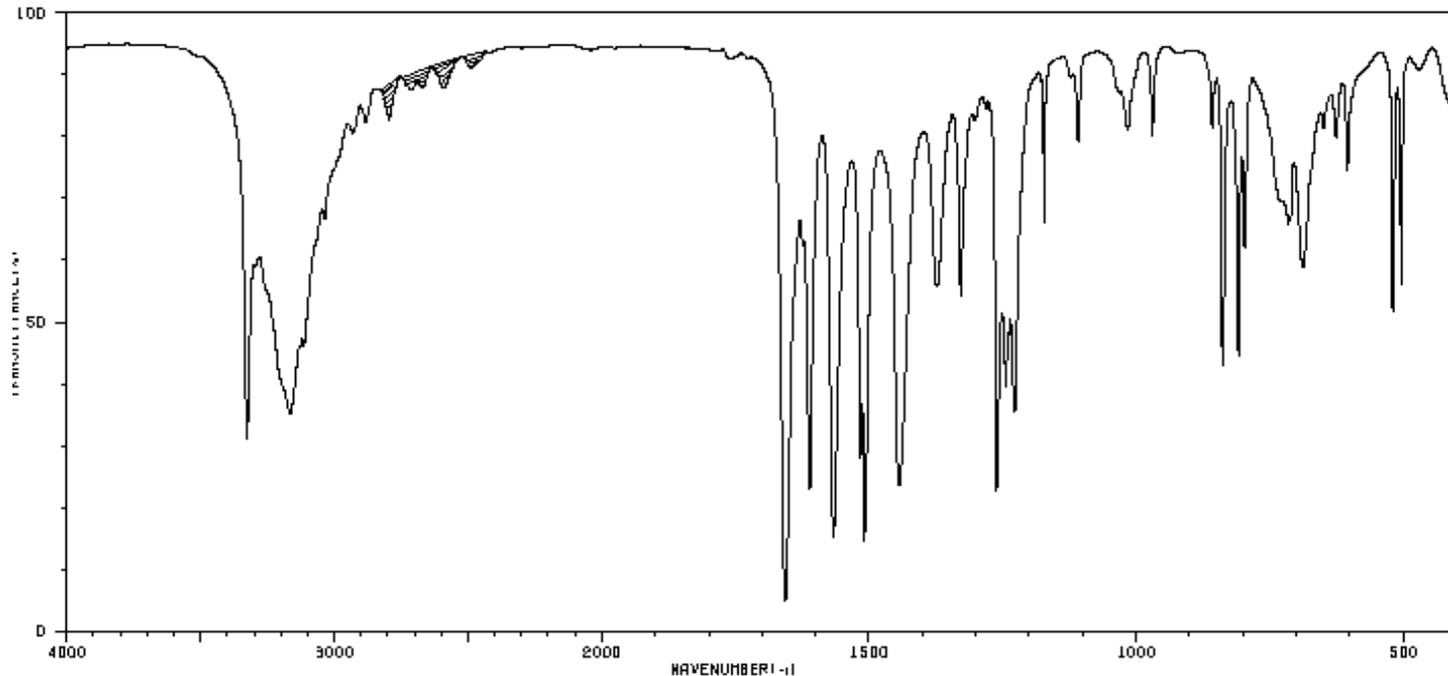
RMN 1H :



RMN $^{13}C\{^1H\}$:



Spectre IR (pastille de KBr) :



Structure proposée :



Problème III : Modèle de l'oscillateur harmonique :

Si on considère un système diatomique X-H de masse réduite μ et dont la liaison a une constante de force k :

- Donner l'expression du nombre d'onde de la bande d'absorption de ce système en fonction de k et μ .

- Quel sera l'effet de l'échange isotopique de l'hydrogène (H, $M = 1 \text{ g.mol}^{-1}$) par le deutérium (D, $M = 2 \text{ g.mol}^{-1}$) sur le nombre d'onde (on considèrera que les constantes de forces des liaisons X-H et X-D sont identiques) ?

Session : 1

EPREUVE : **Contrôle des Connaissances de Spectroscopie**

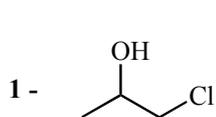
Durée : 1 h

**Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.
 Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.
 Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.**

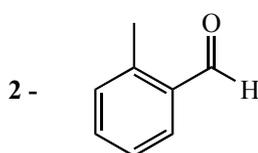
Problème I :

Attribuer les spectres IR et RMN ^1H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé. *NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter.*

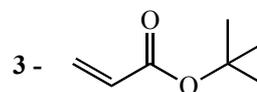
attribution : 12 x 0,5 points ; indexation : 0,5 points / spectre



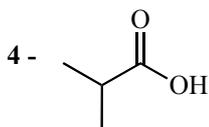
IR : **D**
 RMN ^1H : γ



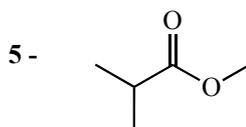
IR : **F**
 RMN ^1H : Ω



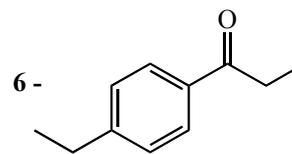
IR : **A (ou B)**
 RMN ^1H : β



IR : **C**
 RMN ^1H : α



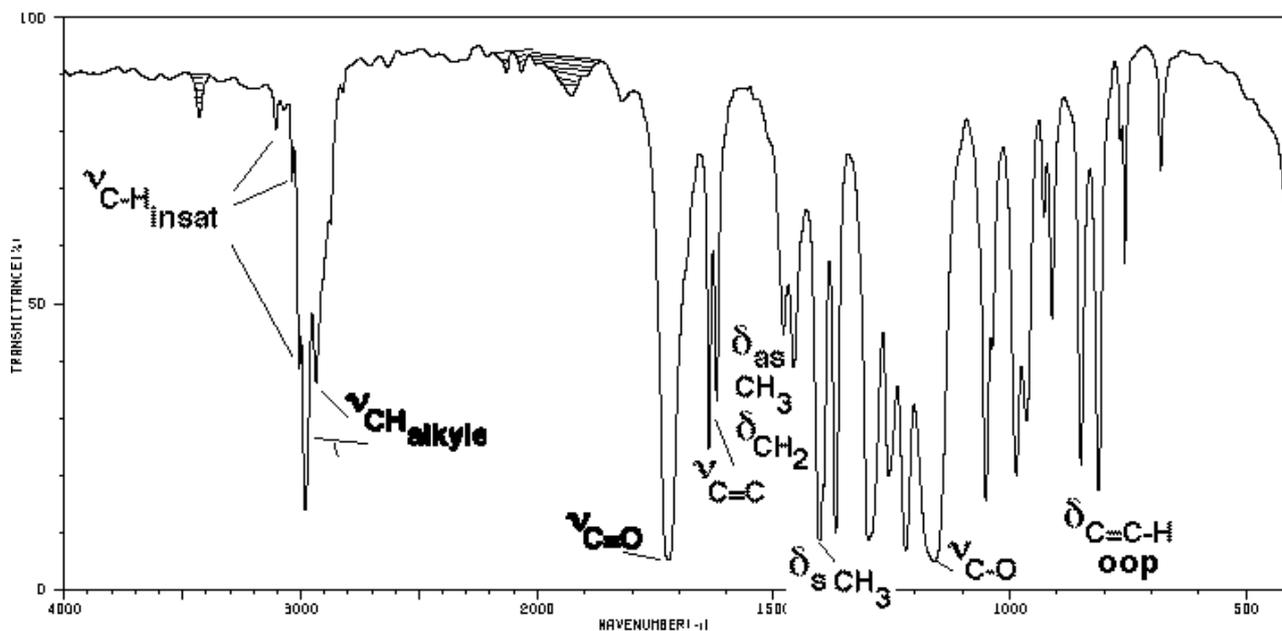
IR : **E**
 RMN ^1H : ϵ



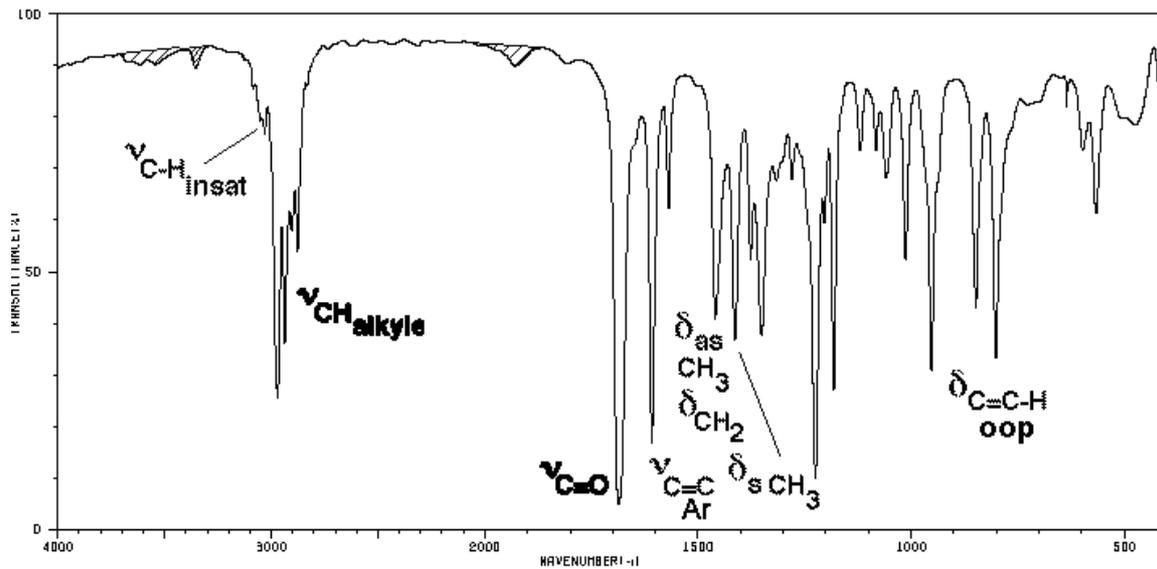
IR : **B (ou A)**
 RMN ^1H : δ

Spectres IR :

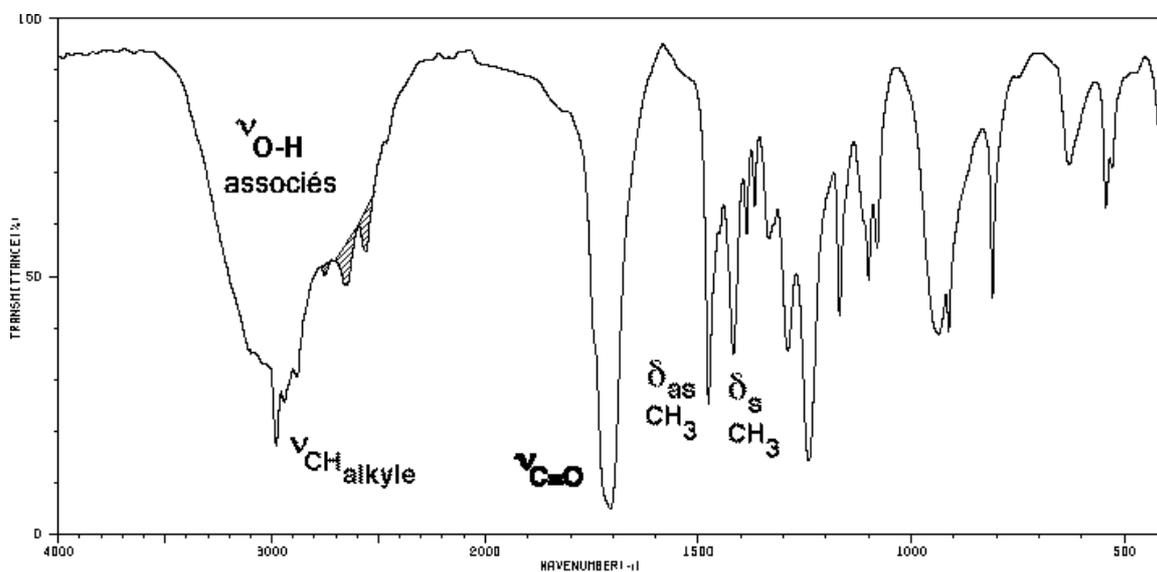
A -



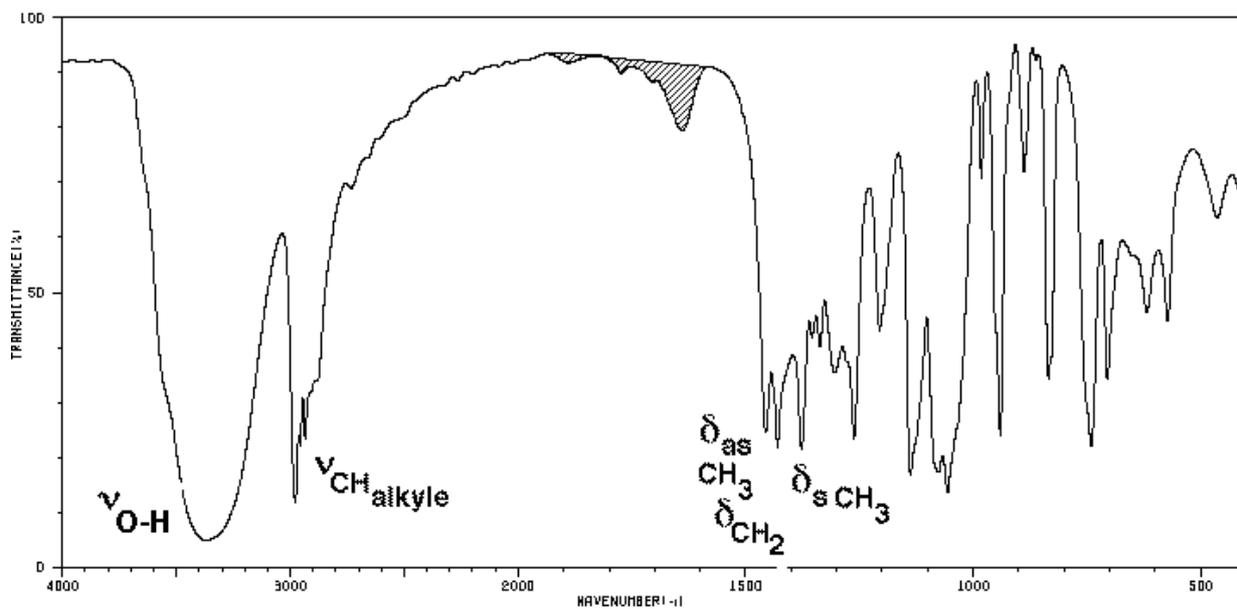
B -



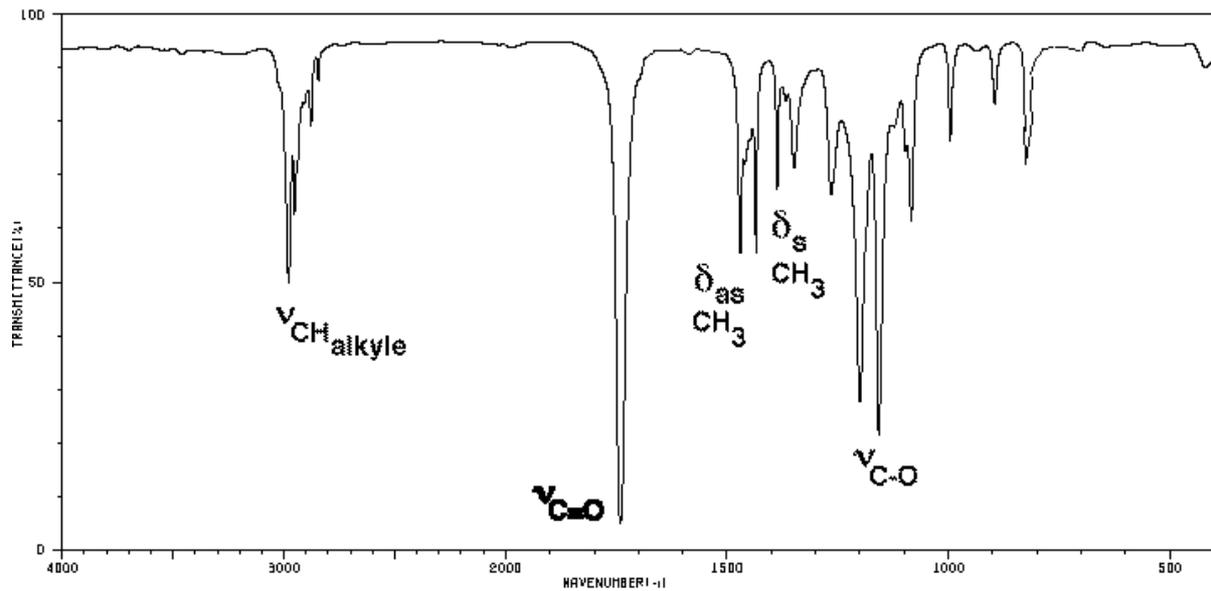
C -



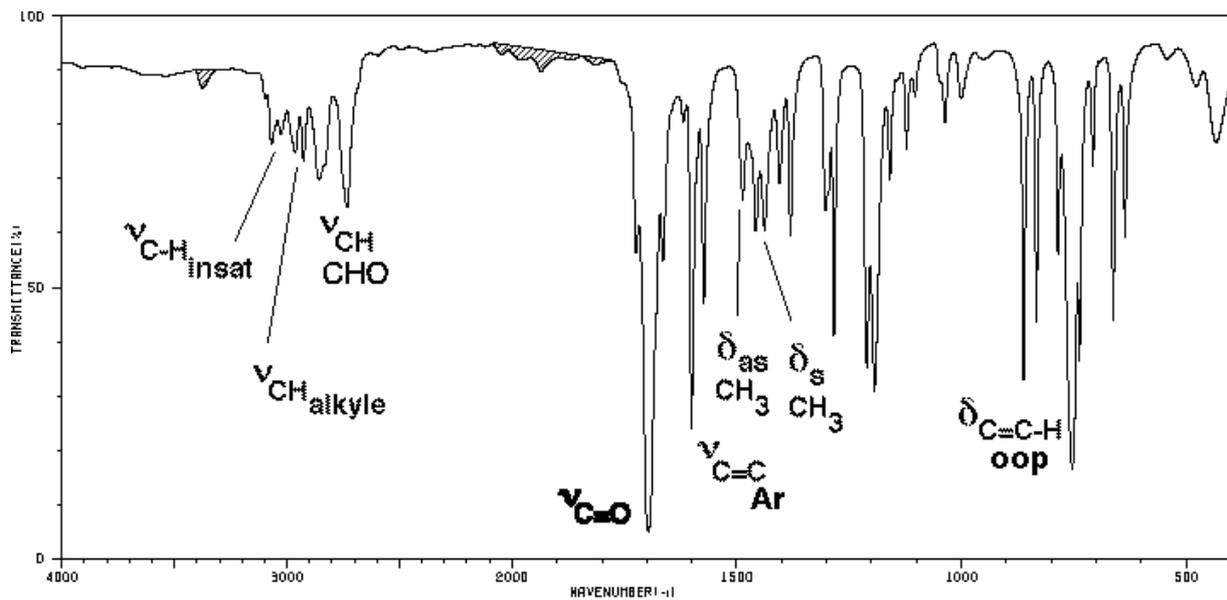
D -



E -

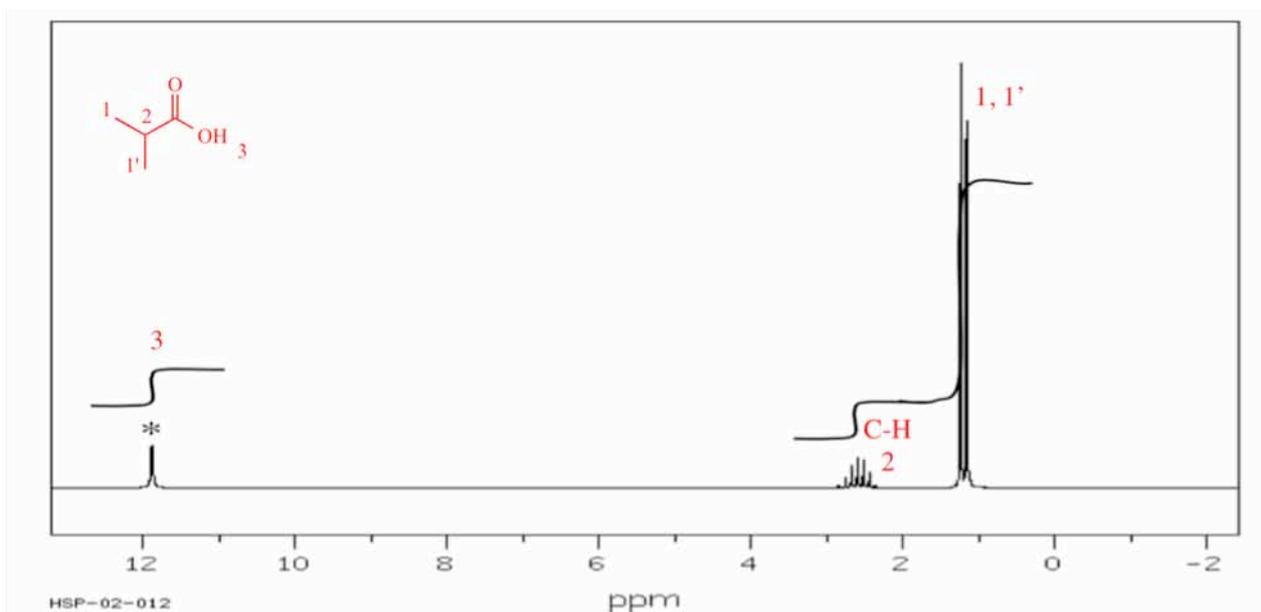


F -

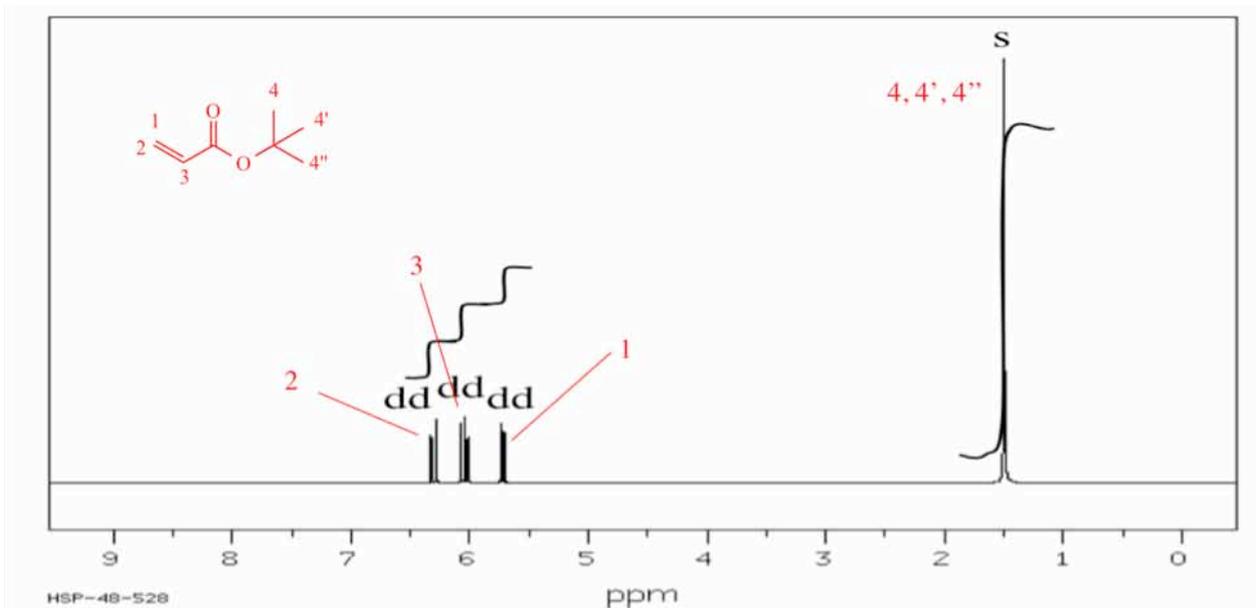


Spectres RMN ¹H :

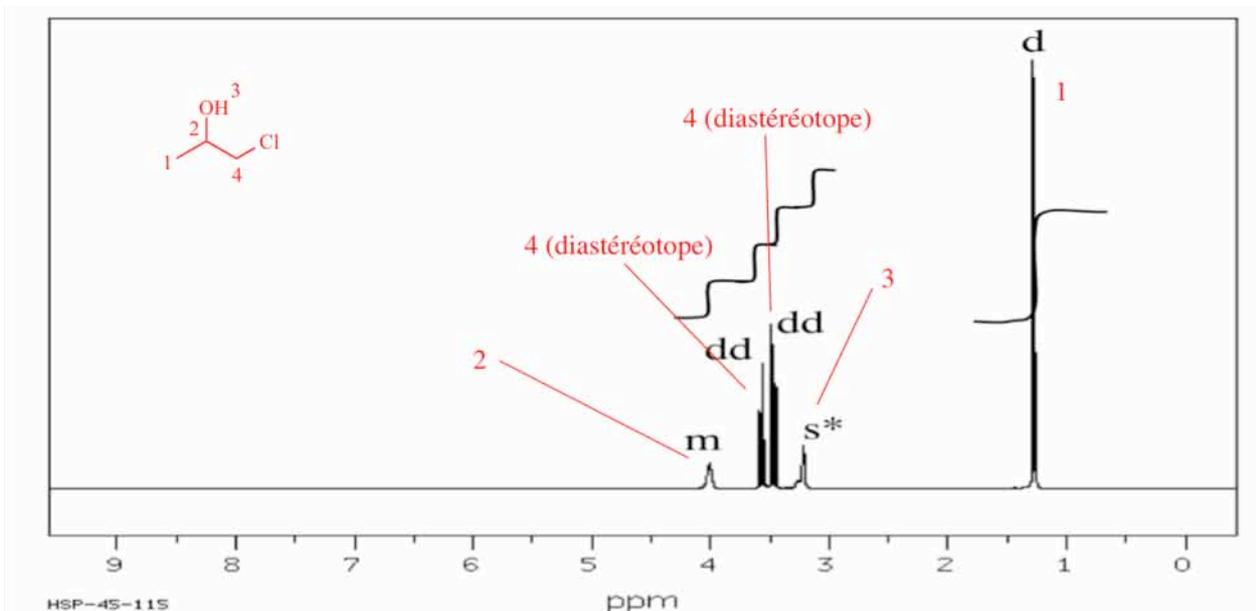
α -



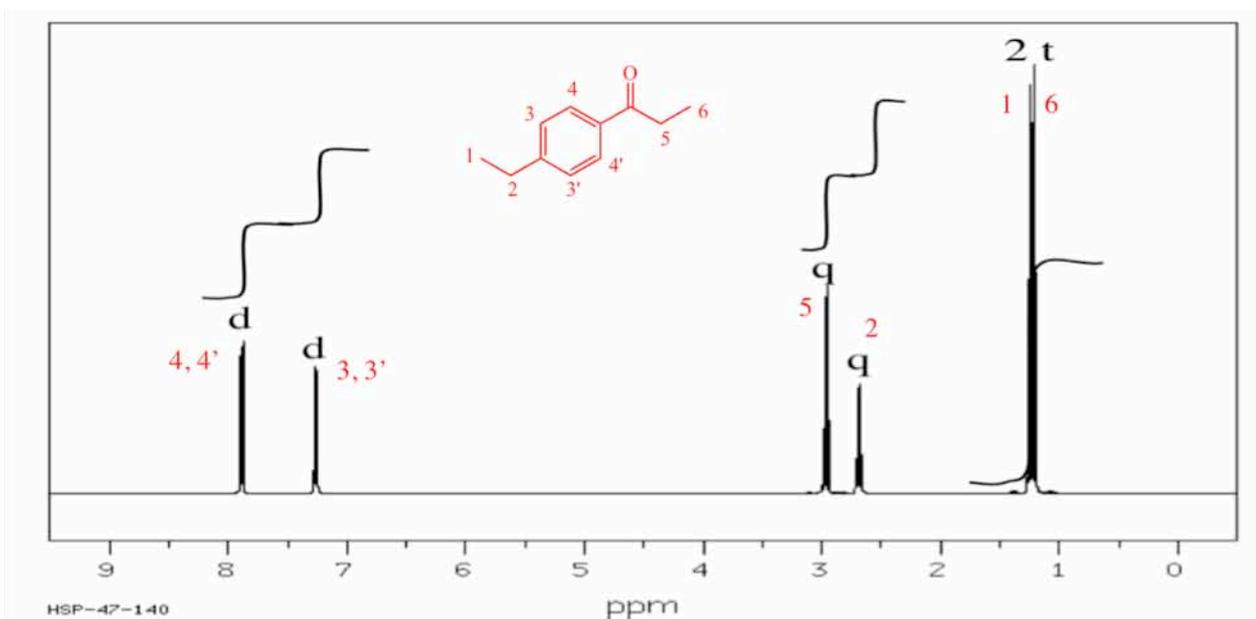
β-



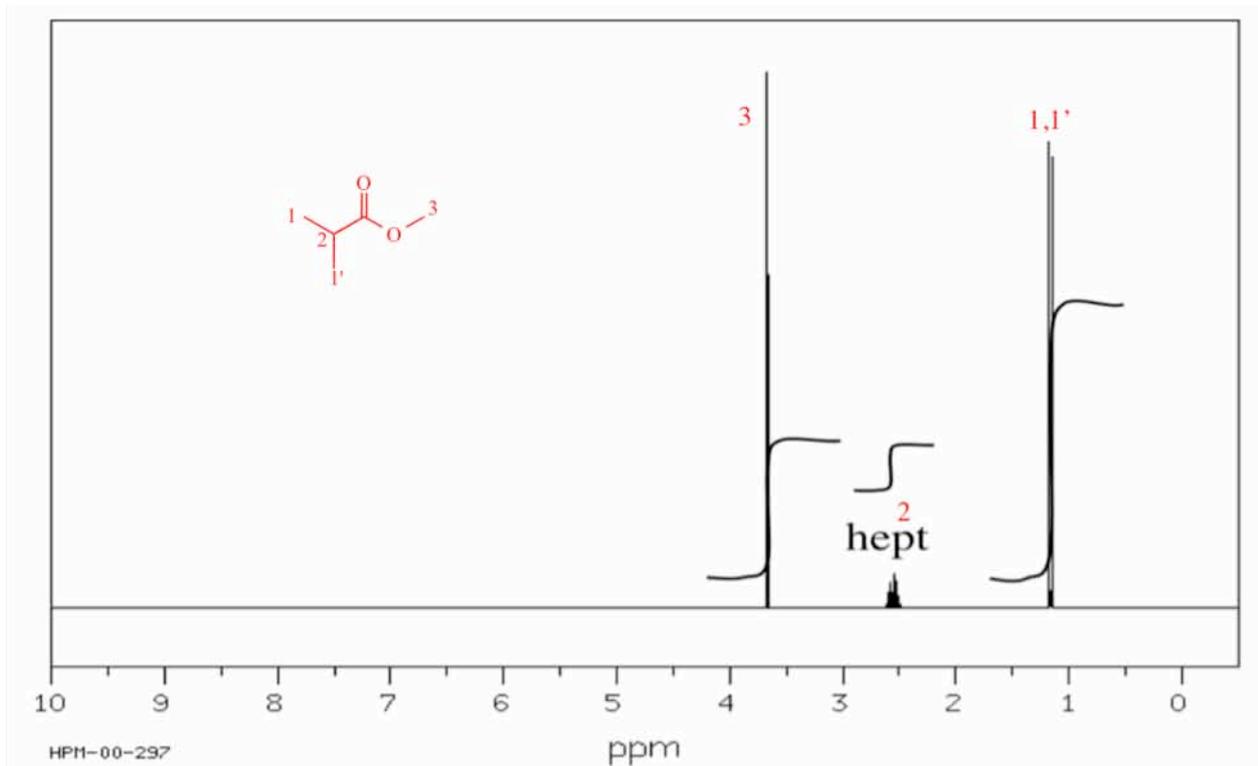
γ-



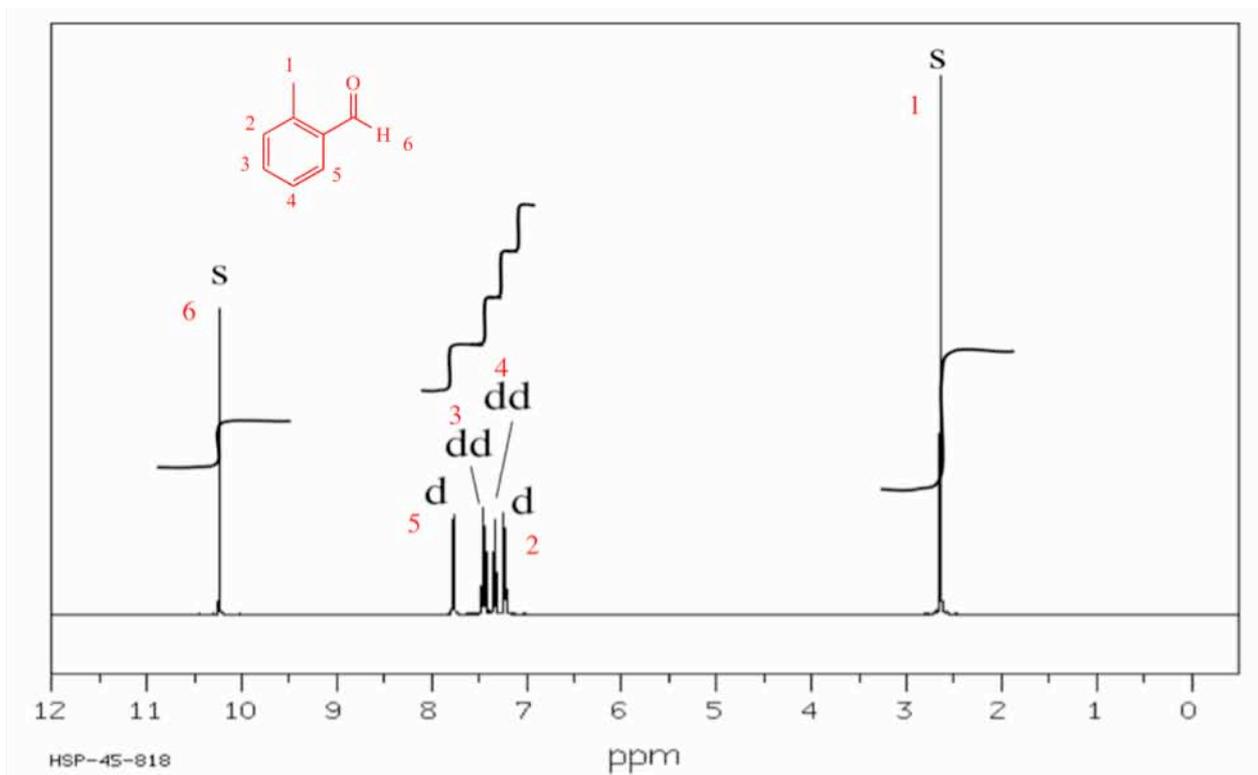
δ-



ε -



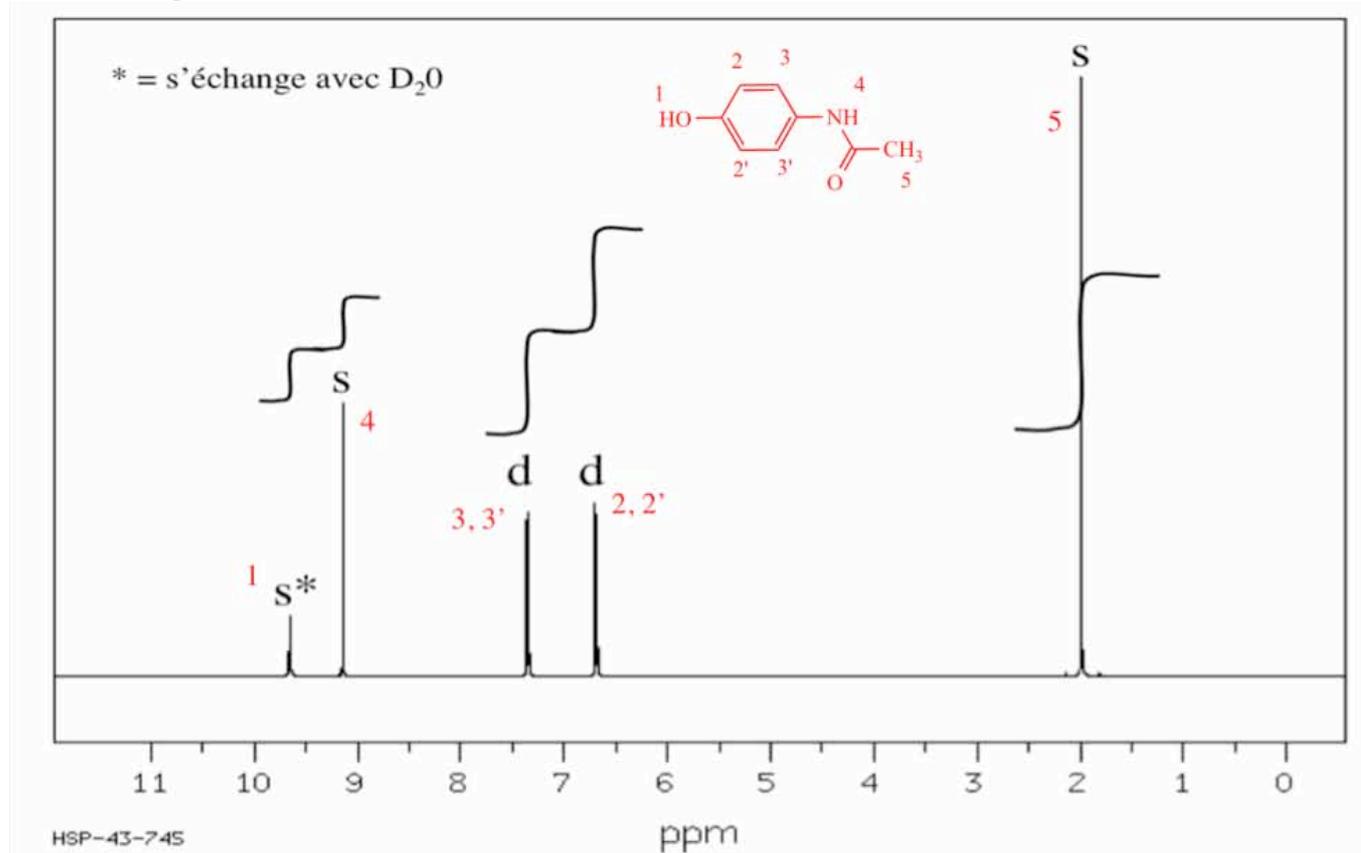
Ω -



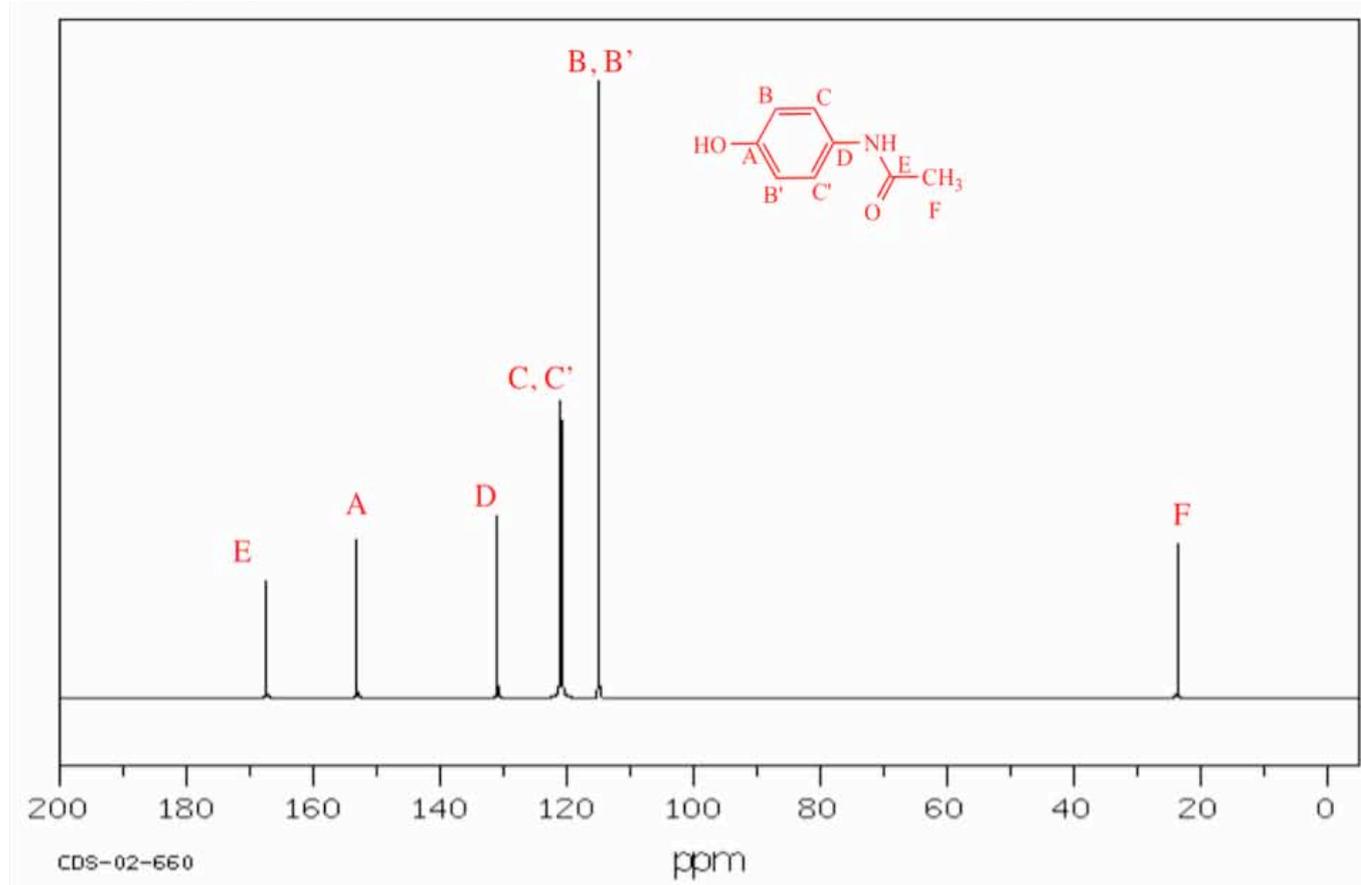
Problème II :

D'après les spectres suivants, donner la structure du composé de formule moléculaire $C_8H_9NO_2$. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques. NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter.

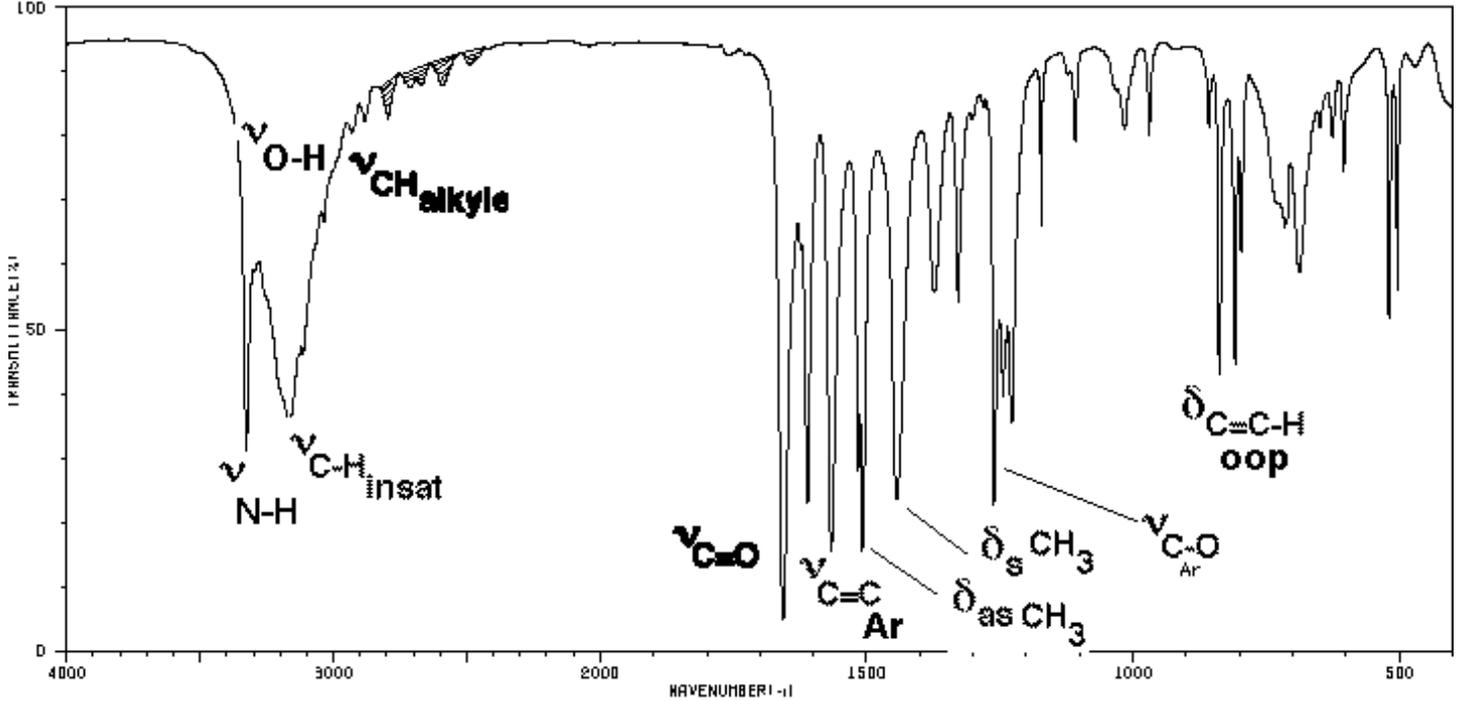
RMN 1H : 2 points



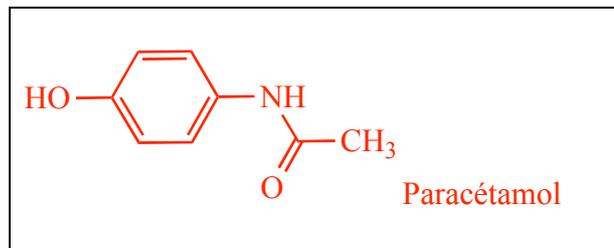
RMN $^{13}C\{^1H\}$: 2 points



Spectre IR (pastille de KBr) : 2 points



Structure proposée : 2 points



Problème III : Modèle de l'oscillateur harmonique : 3 points

Si on considère un système diatomique X-H de masse réduite μ et dont la liaison a une constante de force k :

- Donner l'expression du nombre d'onde de la bande d'absorption de ce système en fonction de k et μ .

$$\bar{\nu} = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k}{\mu}} \text{ avec } \mu = \frac{m_X \times m_H}{m_X + m_H} \text{ masse réduite du système}$$

- Quel sera l'effet de l'échange isotopique de l'hydrogène (H , $M = 1 \text{ g.mol}^{-1}$) par le deutérium (D , $M = 2 \text{ g.mol}^{-1}$) sur le nombre d'onde (on considèrera que les constantes de forces des liaisons X-H et X-D sont identiques) ?

L'échange isotopique de H par D va provoquer un abaissement du nombre d'onde de la vibration de la liaison concernée.

En effet, $\mu_{XD} > \mu_{XH}$ donc $1/\mu_{XD} < 1/\mu_{XH}$. Le nombre d'onde étant proportionnel à $1/\mu$, le nombre d'onde de la vibration de la liaison X-D sera inférieur à celui de la vibration X-H.

NOM Prénom :

Session : 1

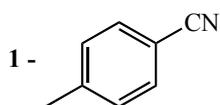
EPREUVE : Contrôle des Connaissances de Spectroscopie

Durée : 1 h

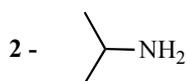
Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.
Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.
Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.

Problème I :

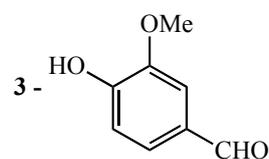
Attribuer les spectres IR et RMN ^1H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé. NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter.



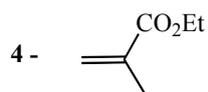
IR :
RMN ^1H :



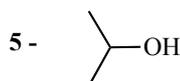
IR :
RMN ^1H :



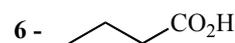
IR :
RMN ^1H :



IR :
RMN ^1H :

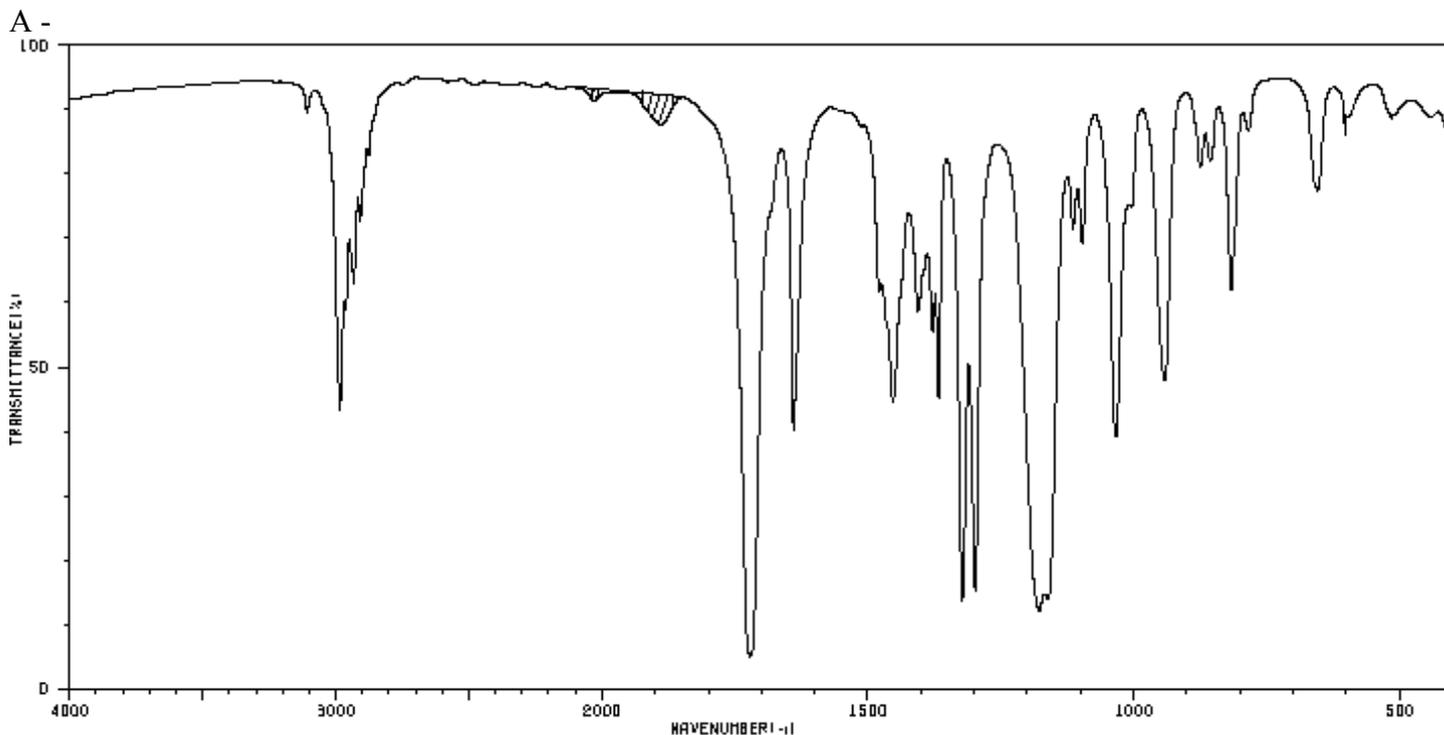


IR :
RMN ^1H :

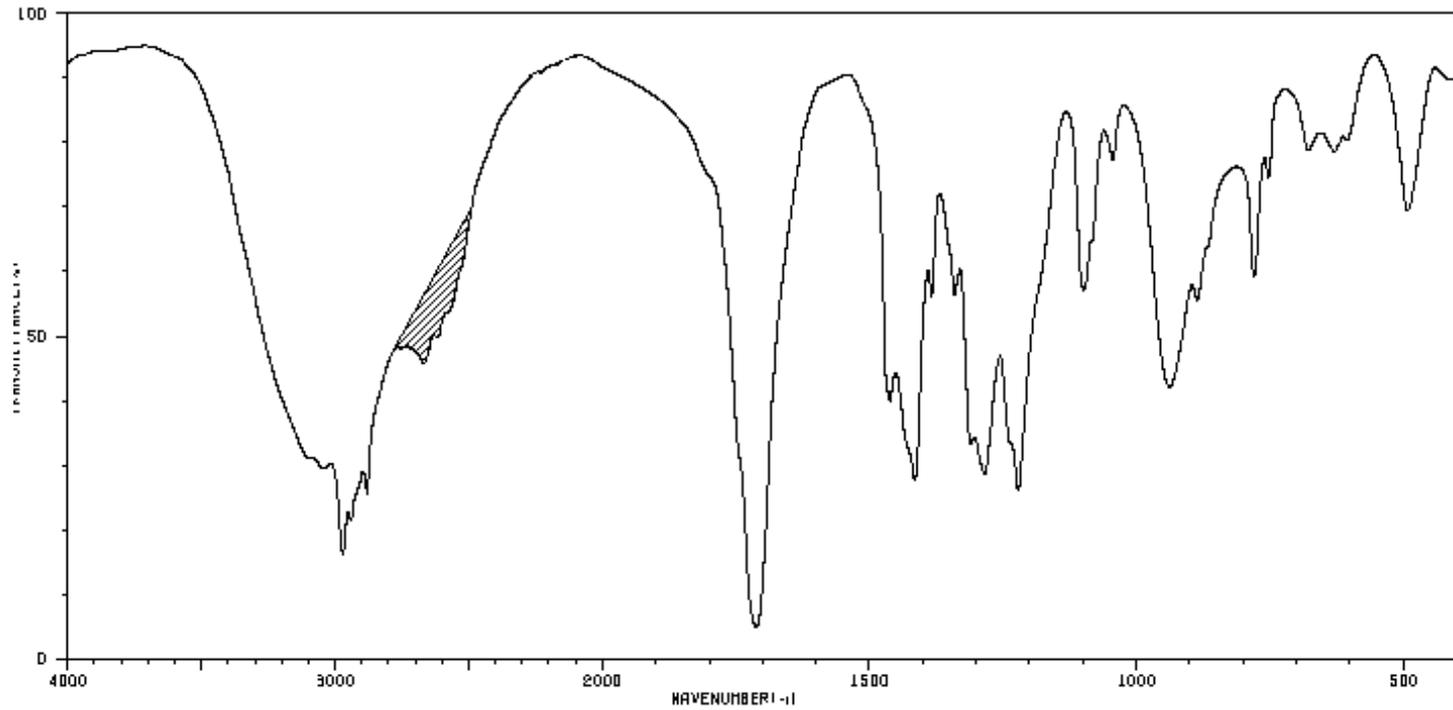


IR :
RMN ^1H :

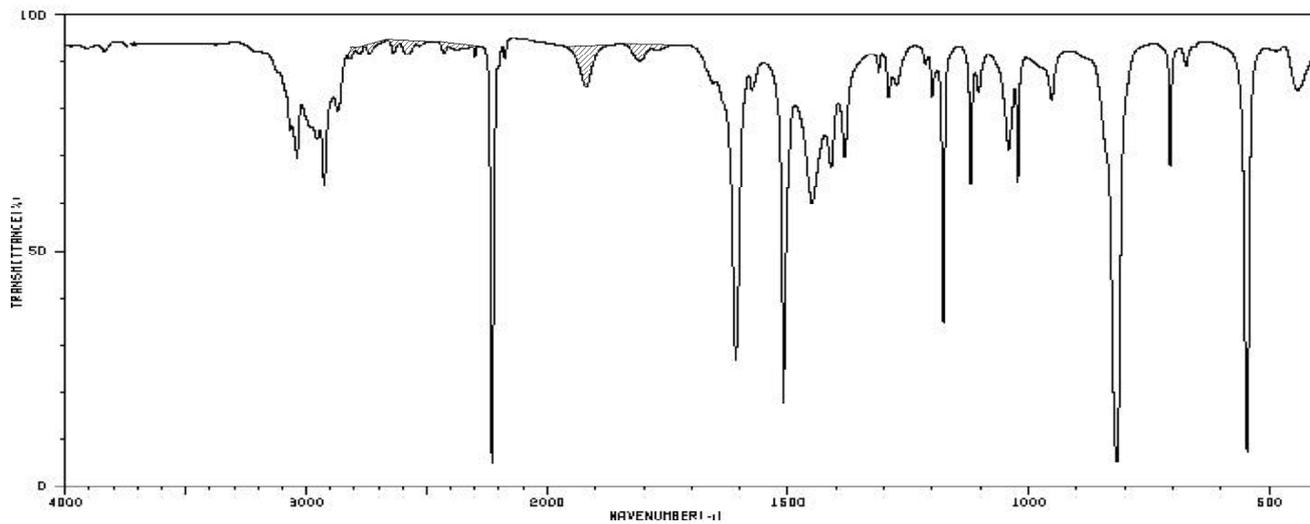
Spectres IR :



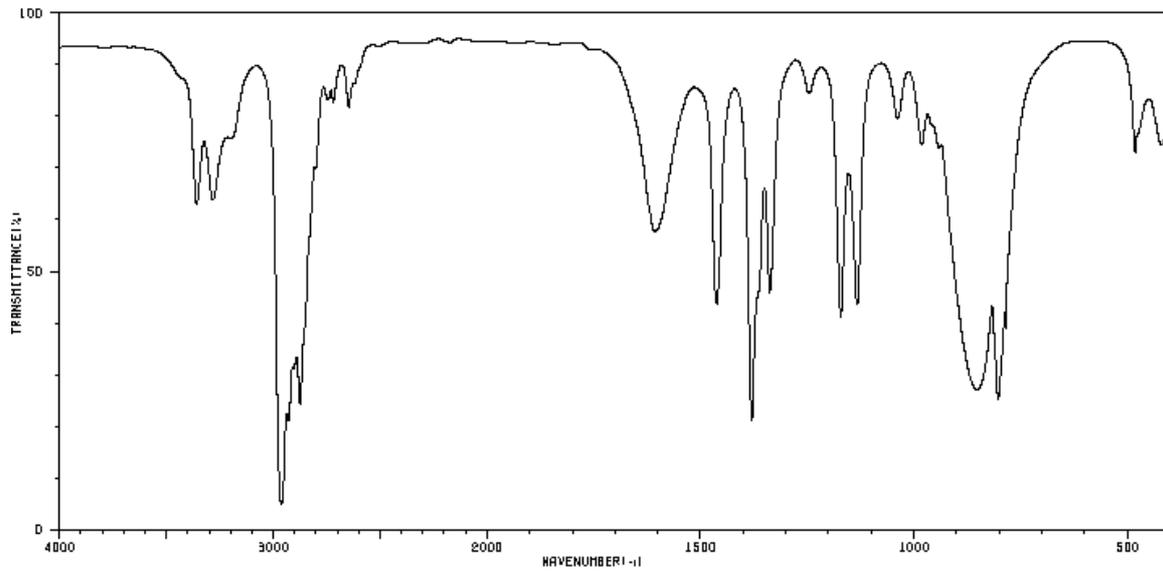
B -

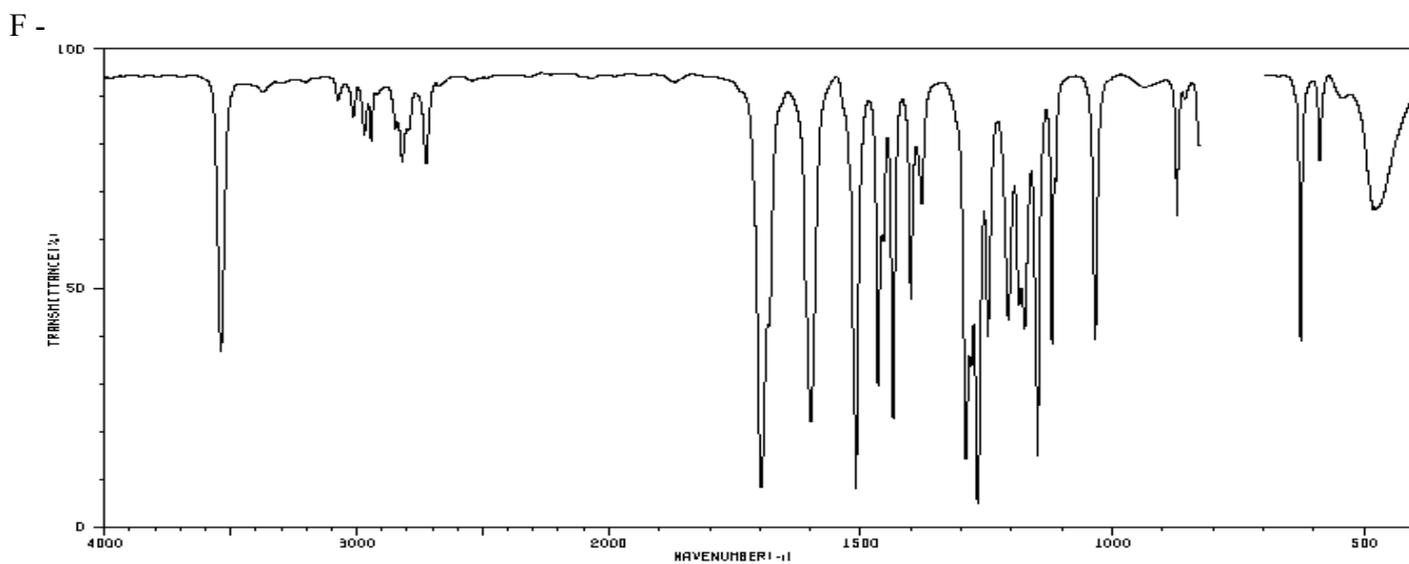
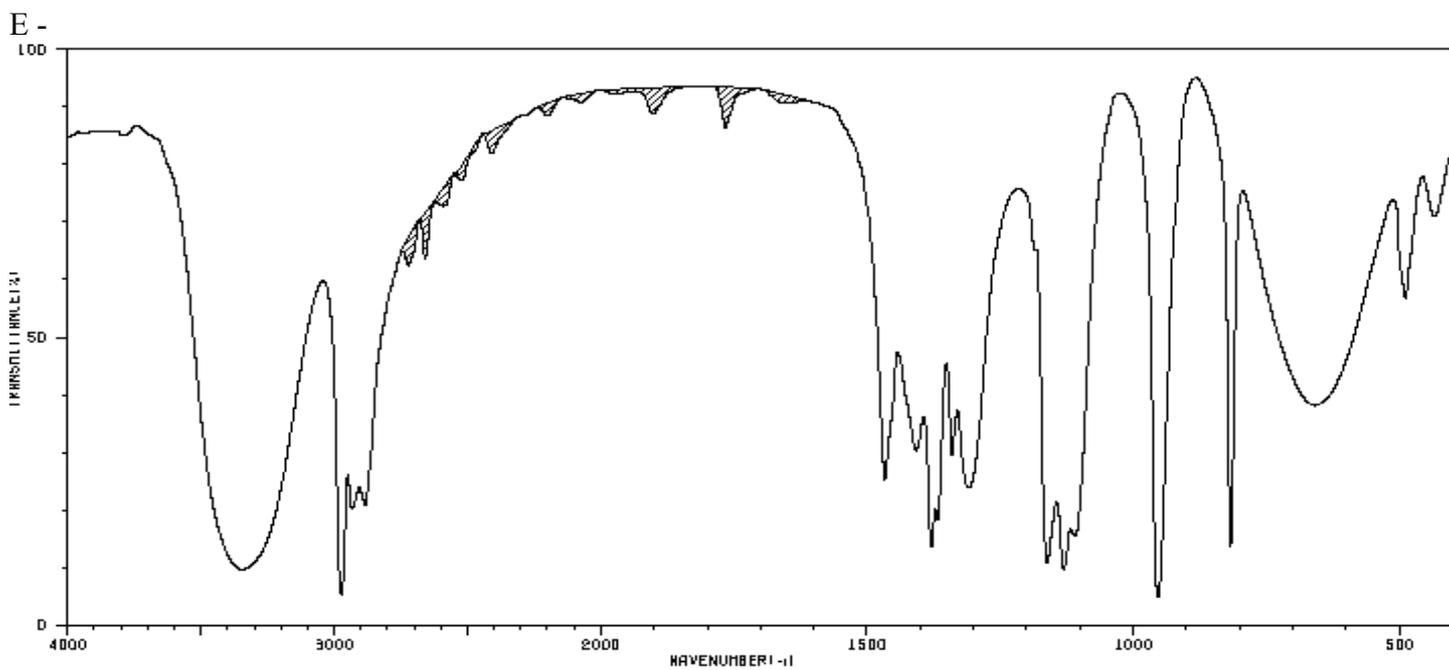


C -



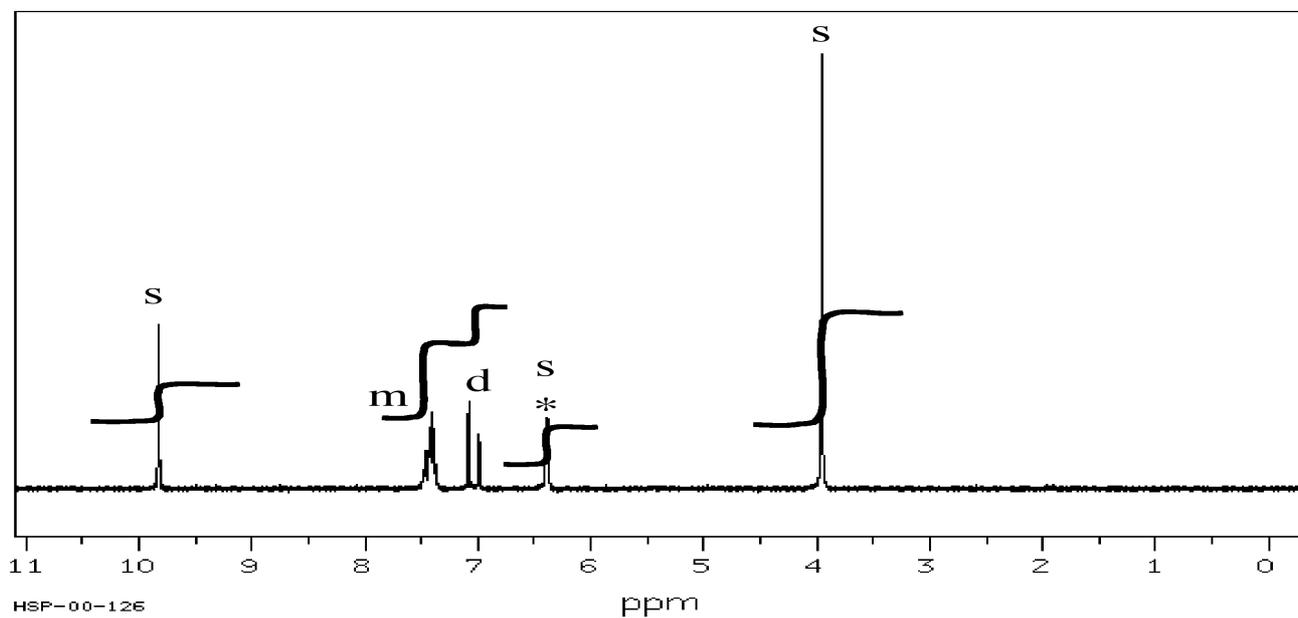
D -



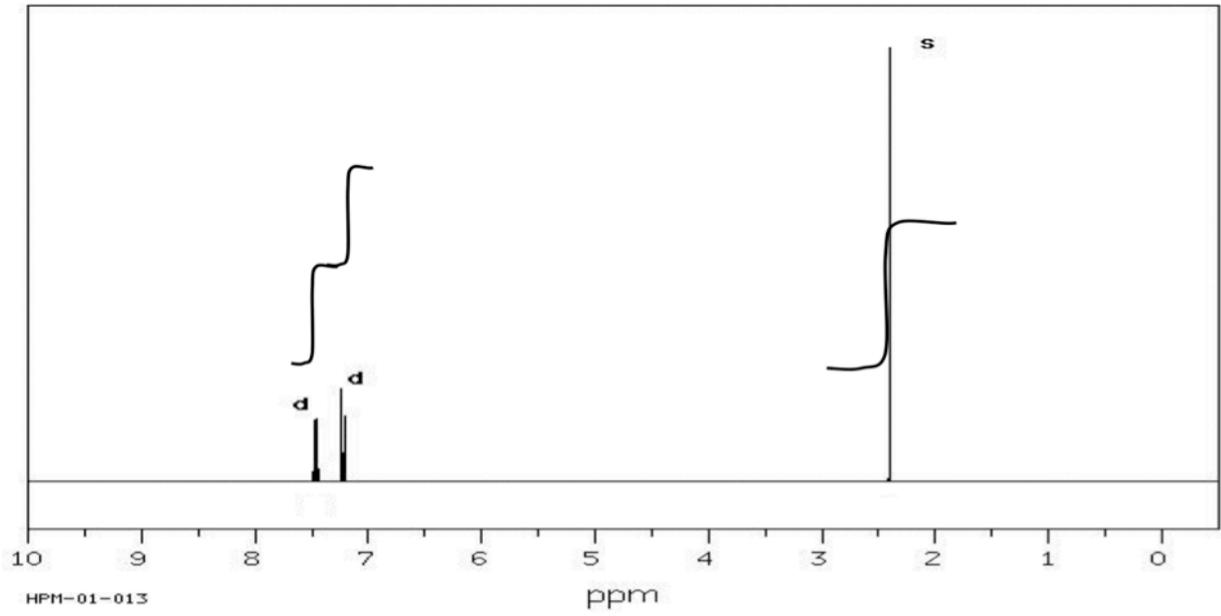


Spectres RMN ^1H :

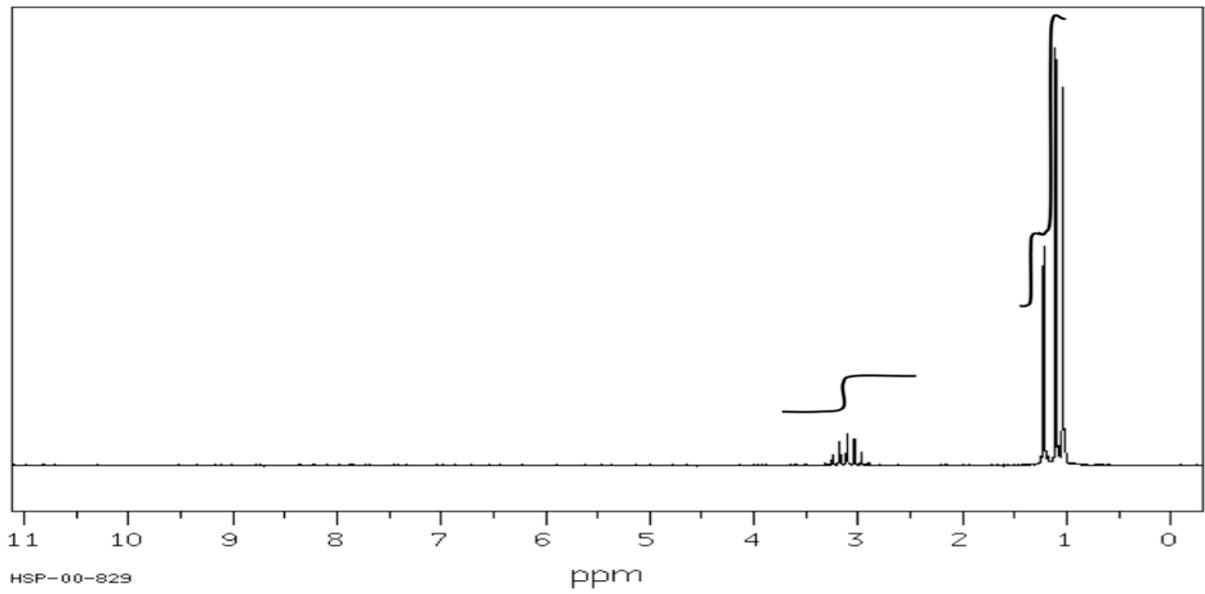
α -



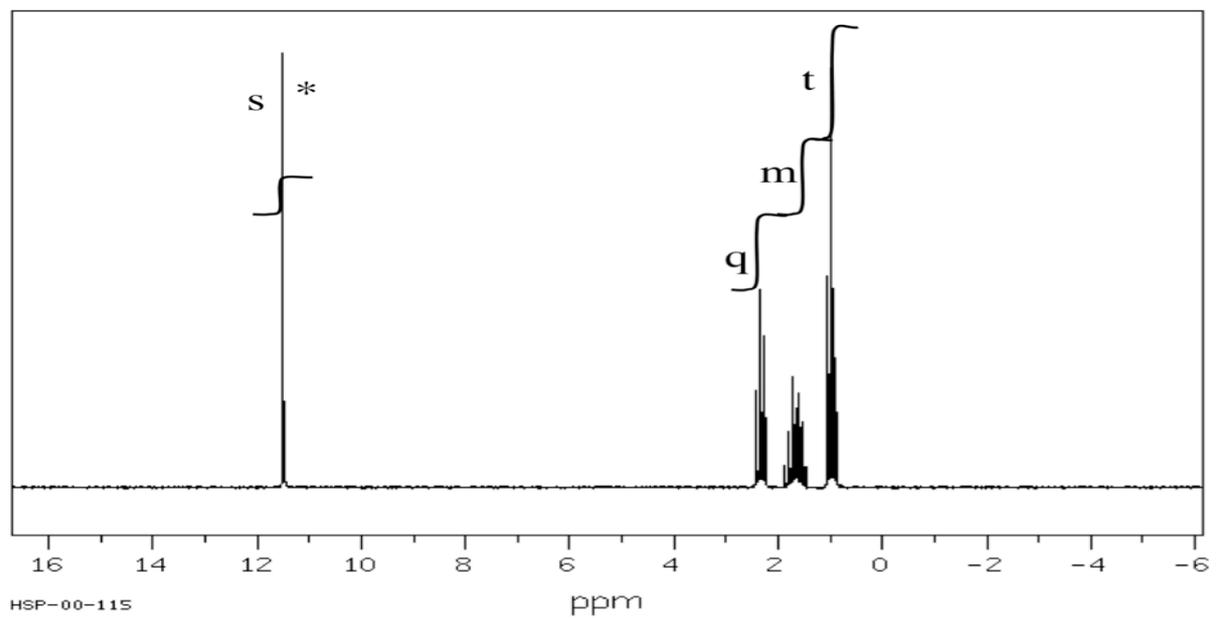
β -



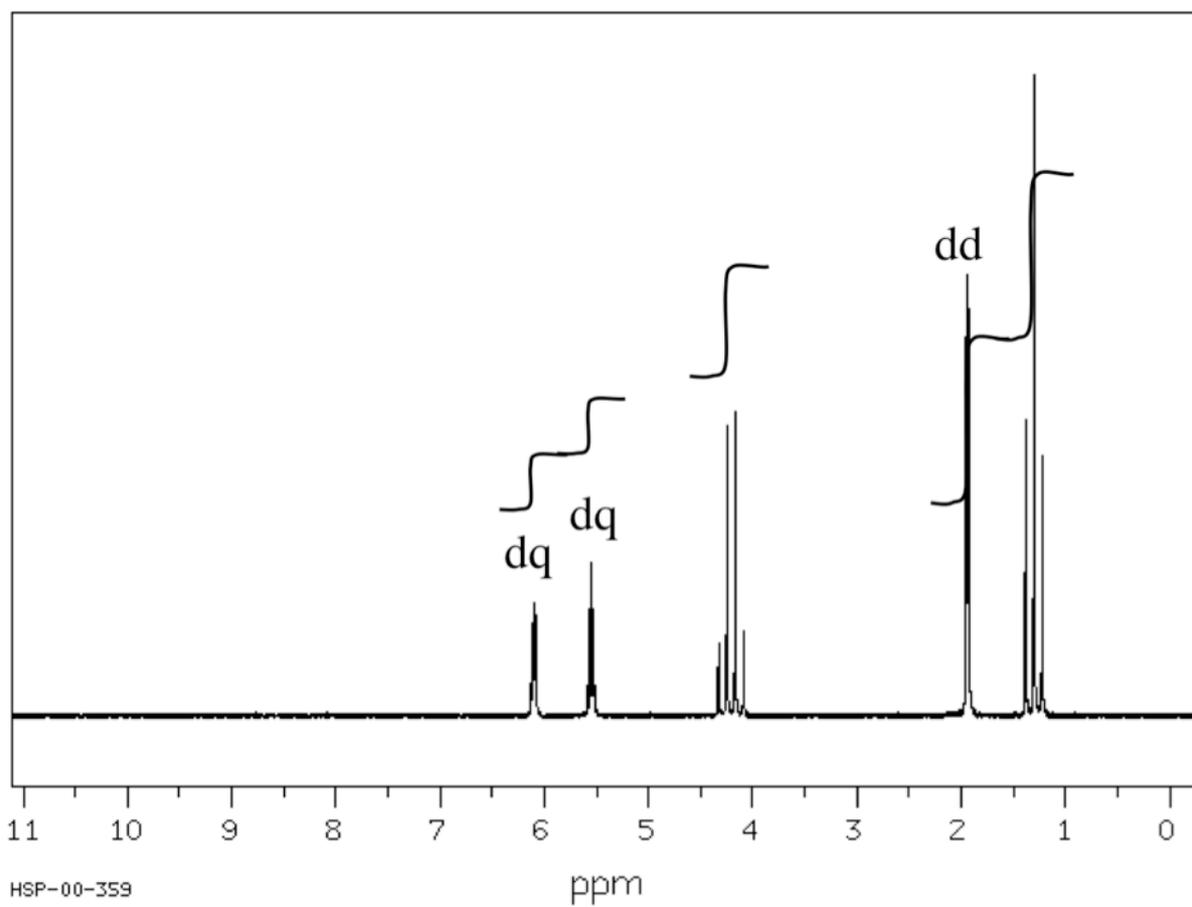
γ -



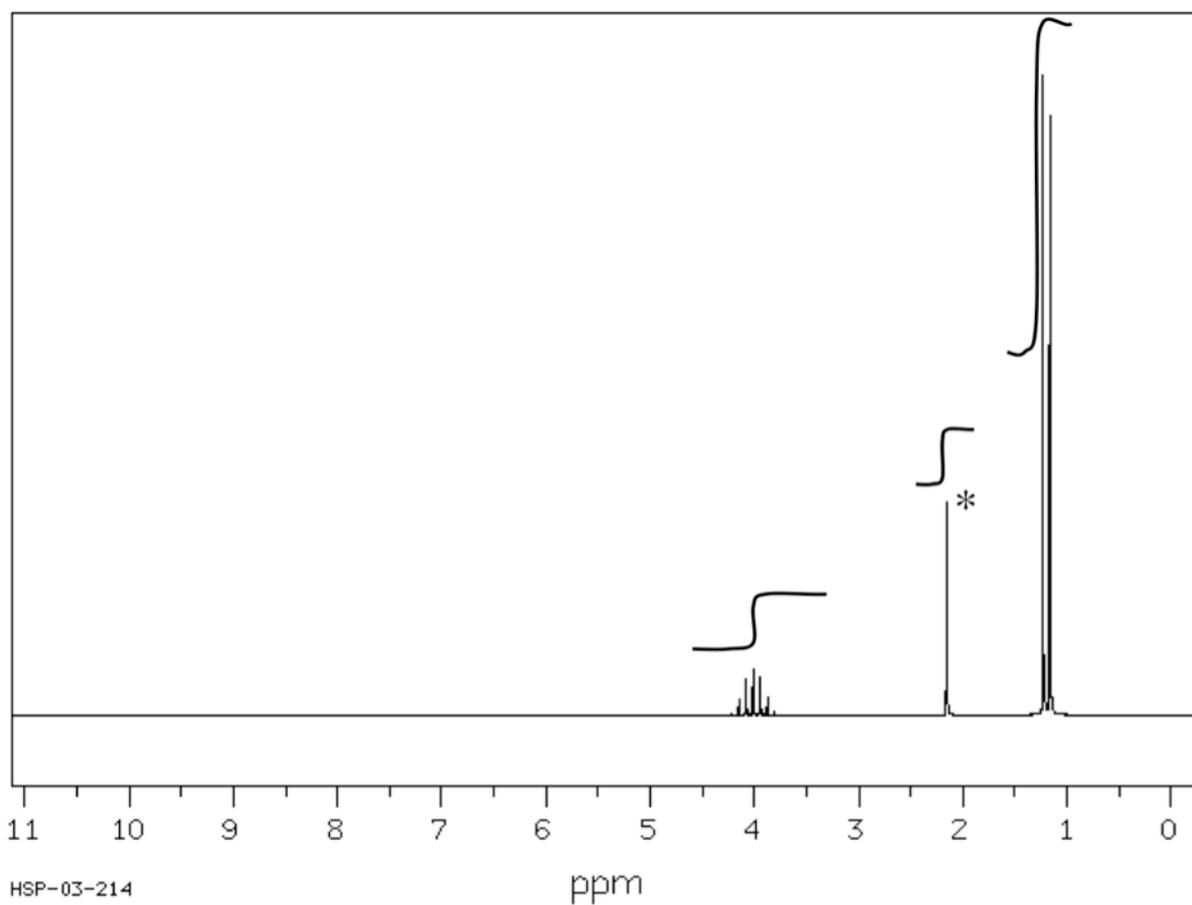
δ -



ε -



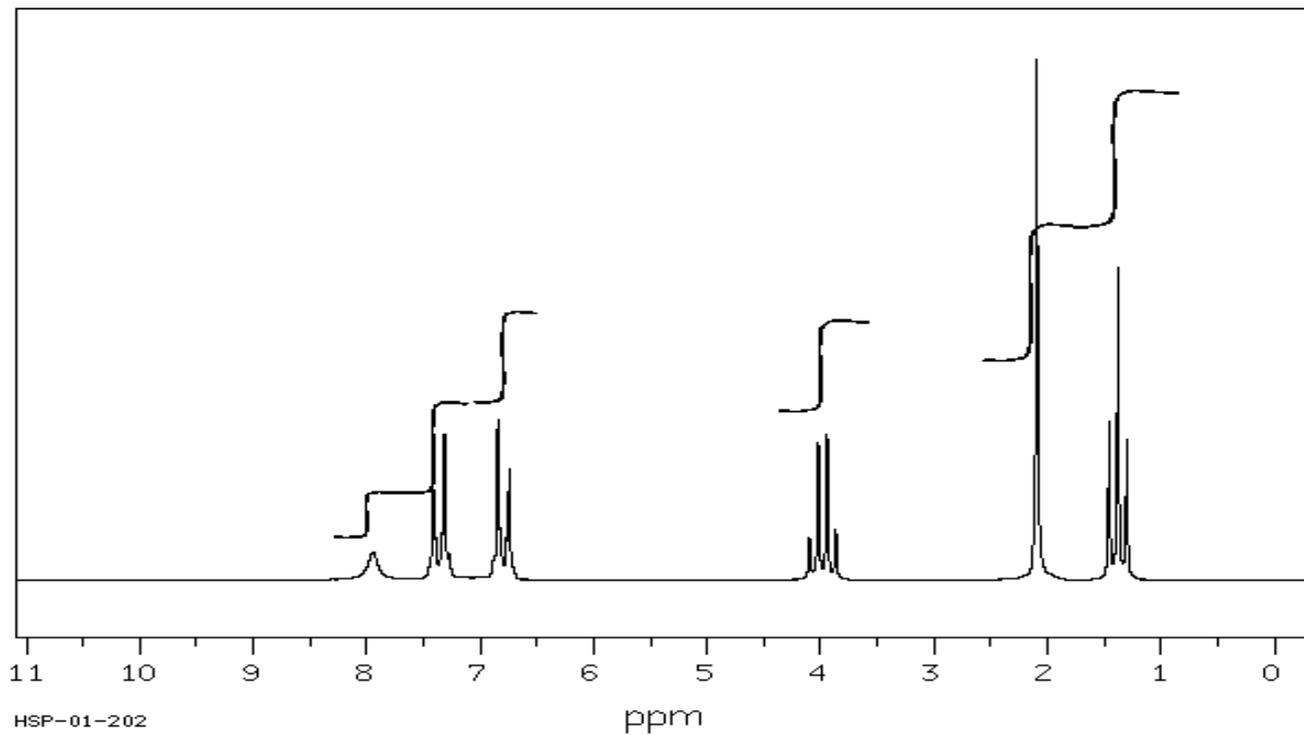
Ω -



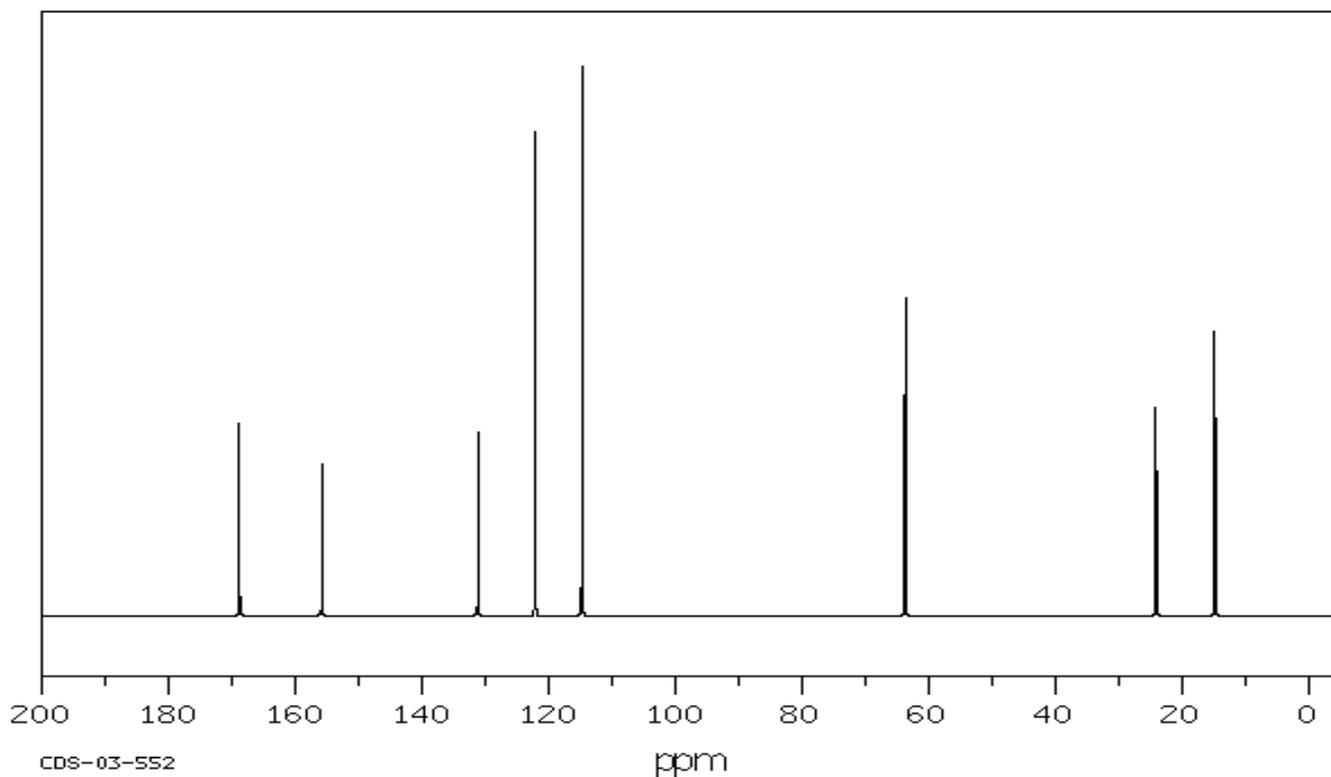
Problème II :

D'après les spectres suivants, donner la structure du composé de formule moléculaire $C_{10}H_{13}NO_2$. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques. *NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter.*

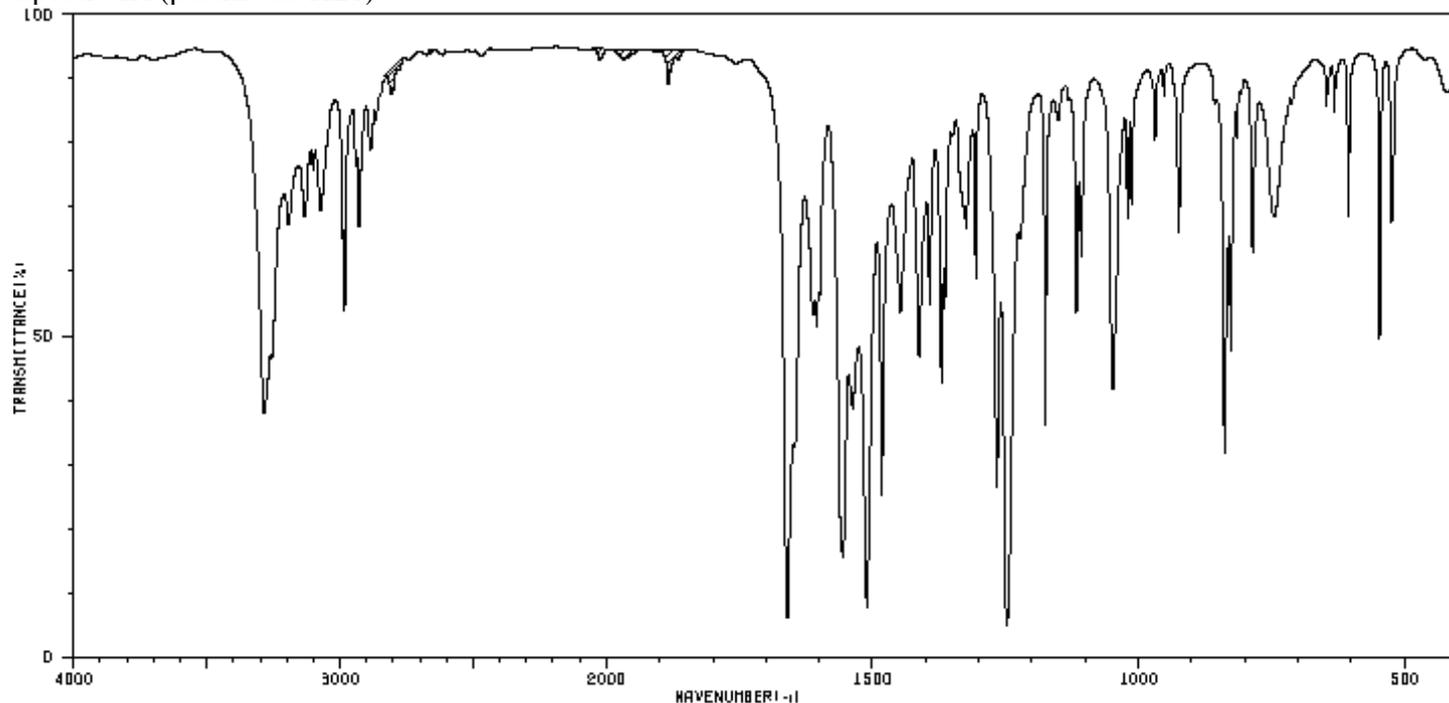
RMN 1H :



RMN $^{13}C\{^1H\}$:



Spectre IR (pastille de KBr) :



Structure proposée :



Problème III : Résonance Magnétique Nucléaire.

Expliquer brièvement pourquoi les protons situés sur un noyau aromatique sont plus déblindés en RMN ^1H que les protons d'une chaîne alkyle.

NOM Prénom :

Session : 1

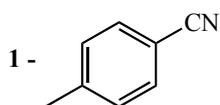
EPREUVE : Contrôle des Connaissances de Spectroscopie **Corrigé**

Durée : 1 h

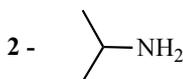
Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.
Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.
Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.

Problème I :

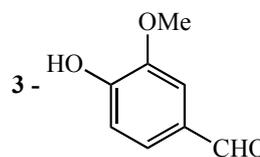
Attribuer les spectres IR et RMN ^1H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé. *NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter.*



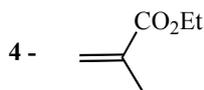
IR : C
RMN ^1H : β



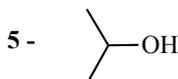
IR : D
RMN ^1H : γ



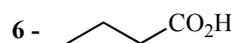
IR : F
RMN ^1H : α



IR : A
RMN ^1H : ϵ

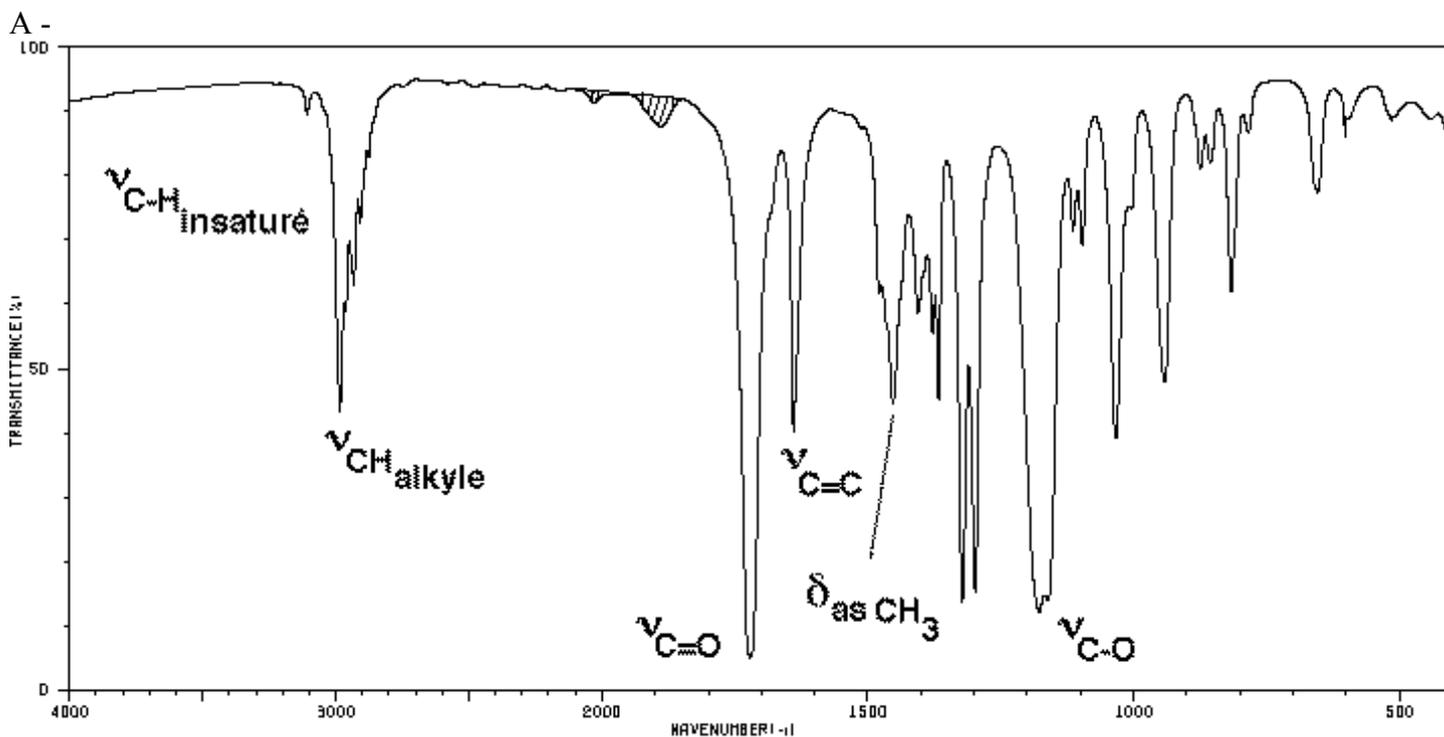


IR : E
RMN ^1H : ω

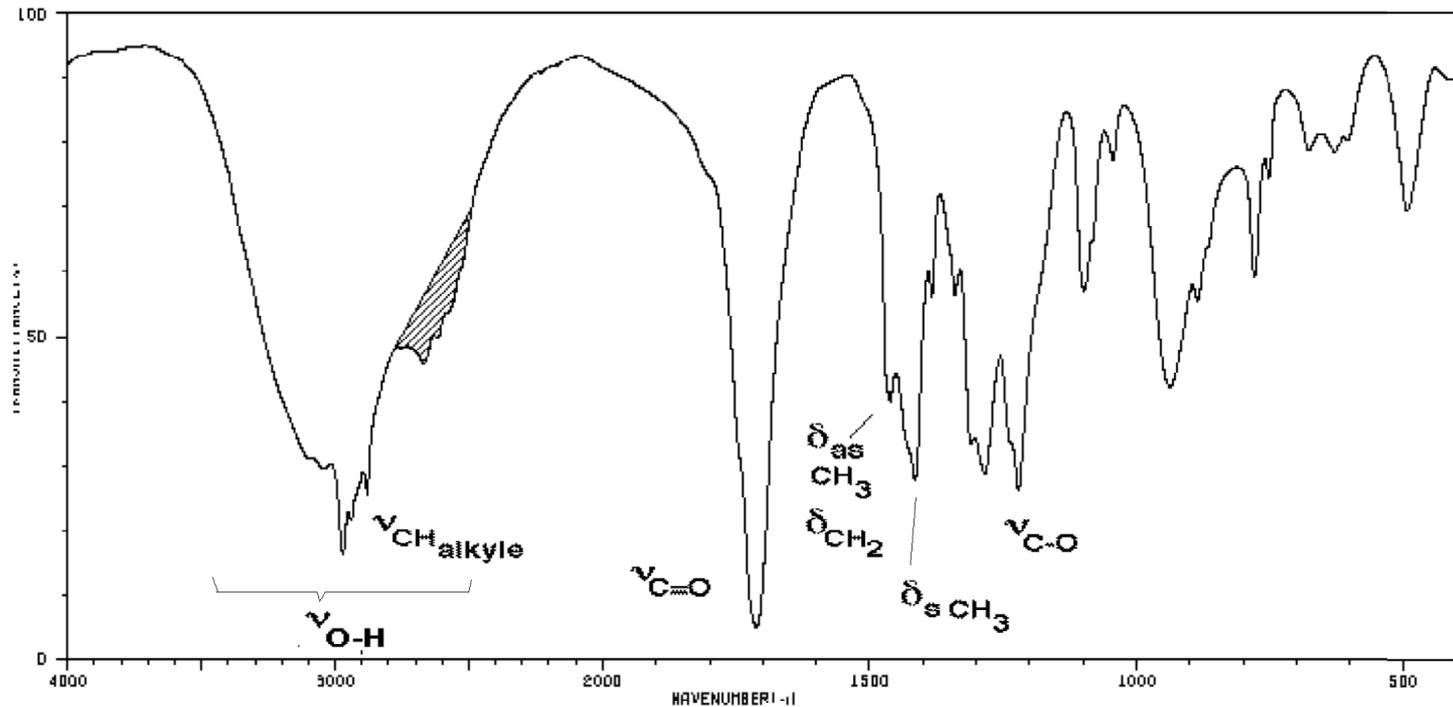


IR : B
RMN ^1H : δ

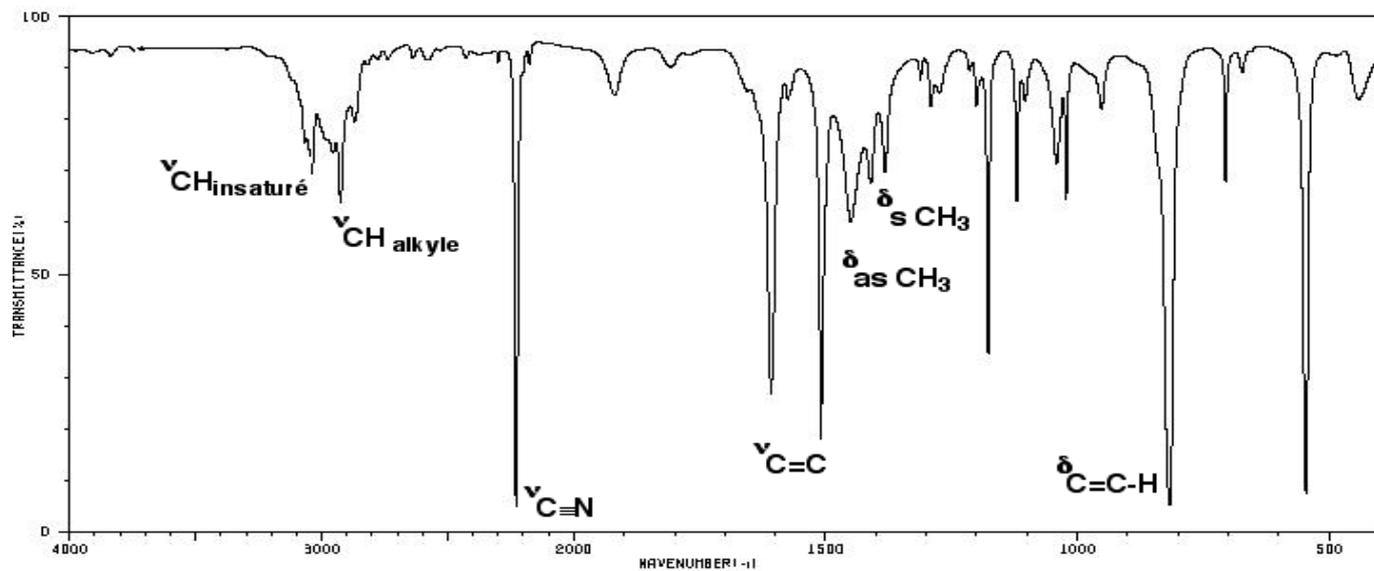
Spectres IR :



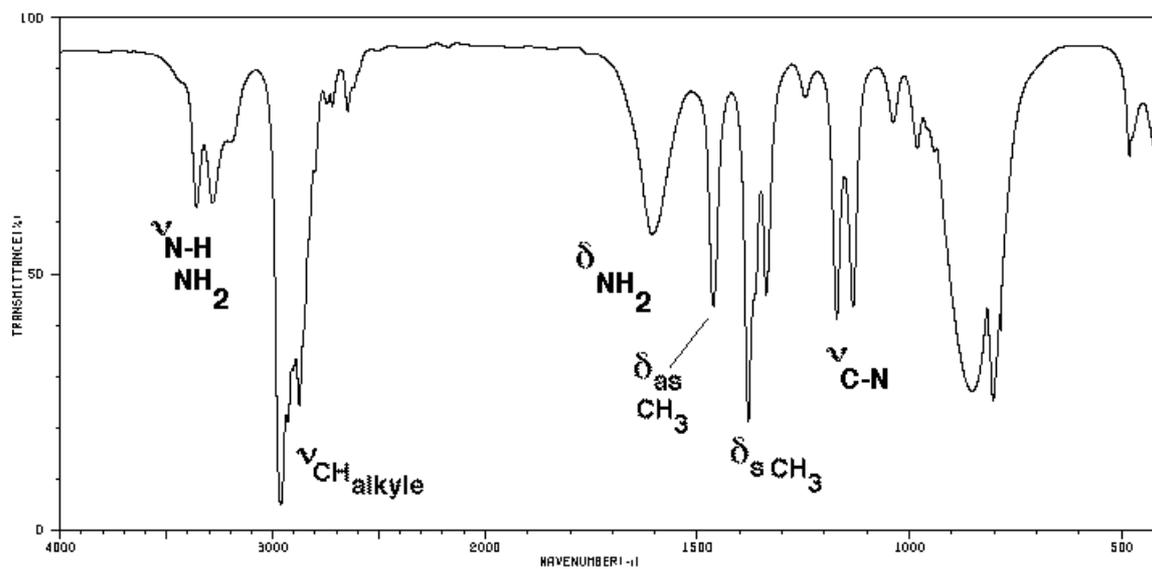
B -

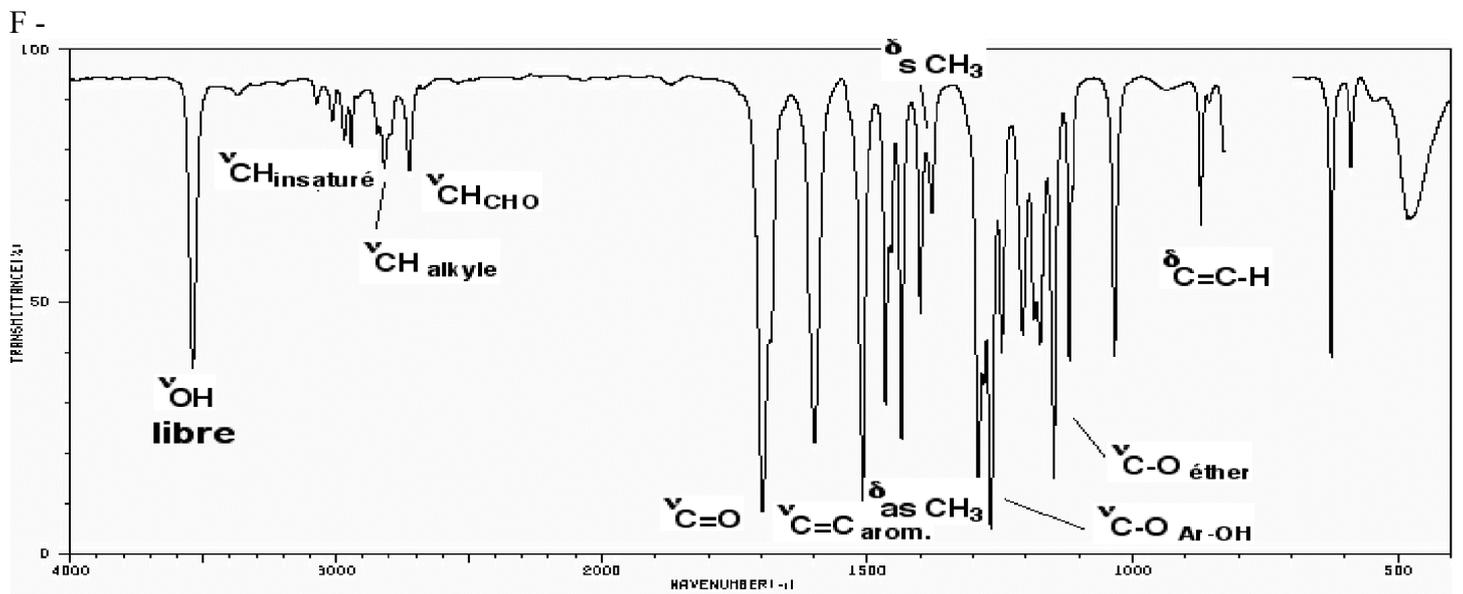
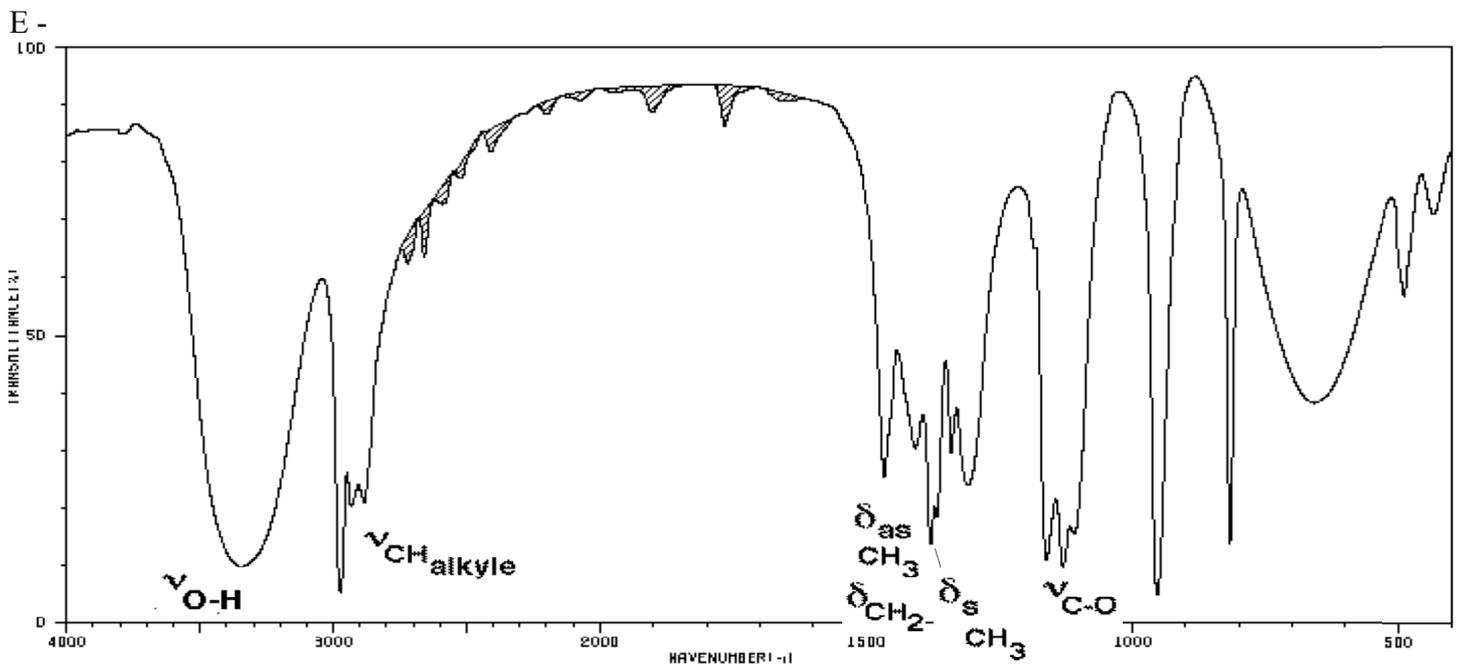


C -



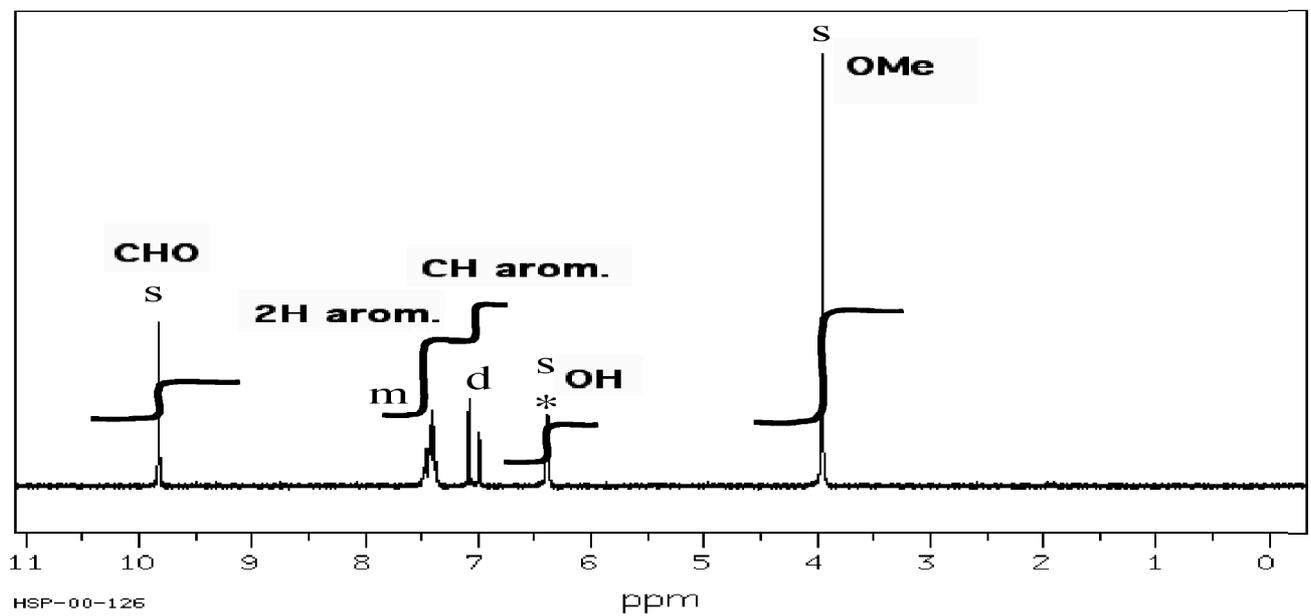
D -



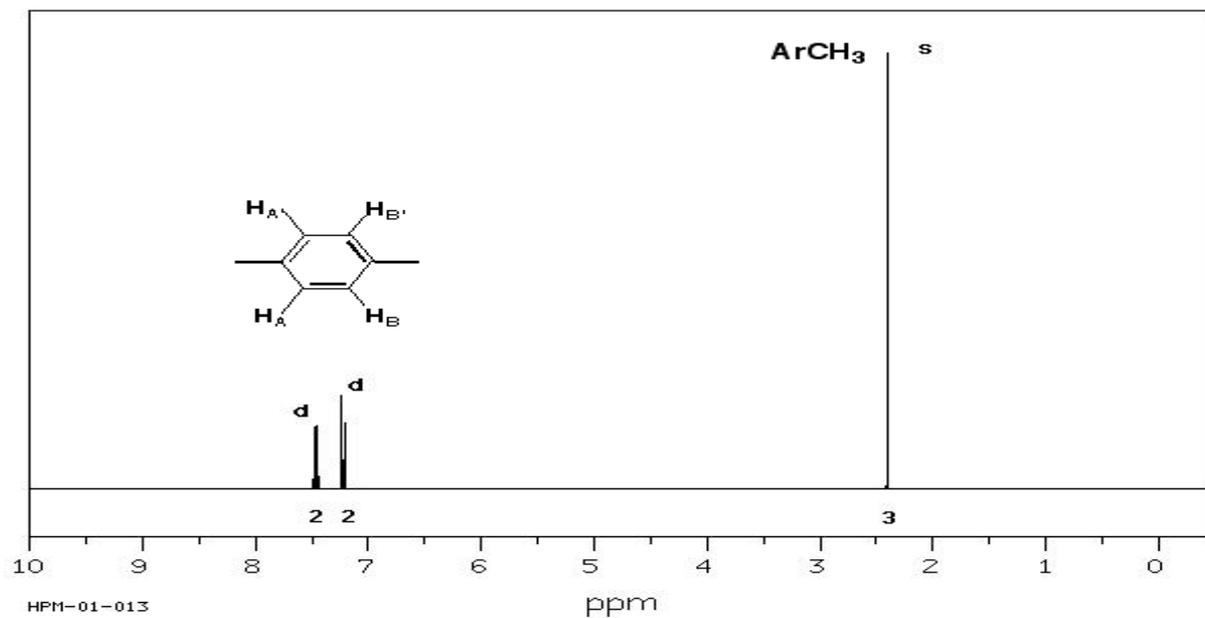


Spectres RMN ¹H :

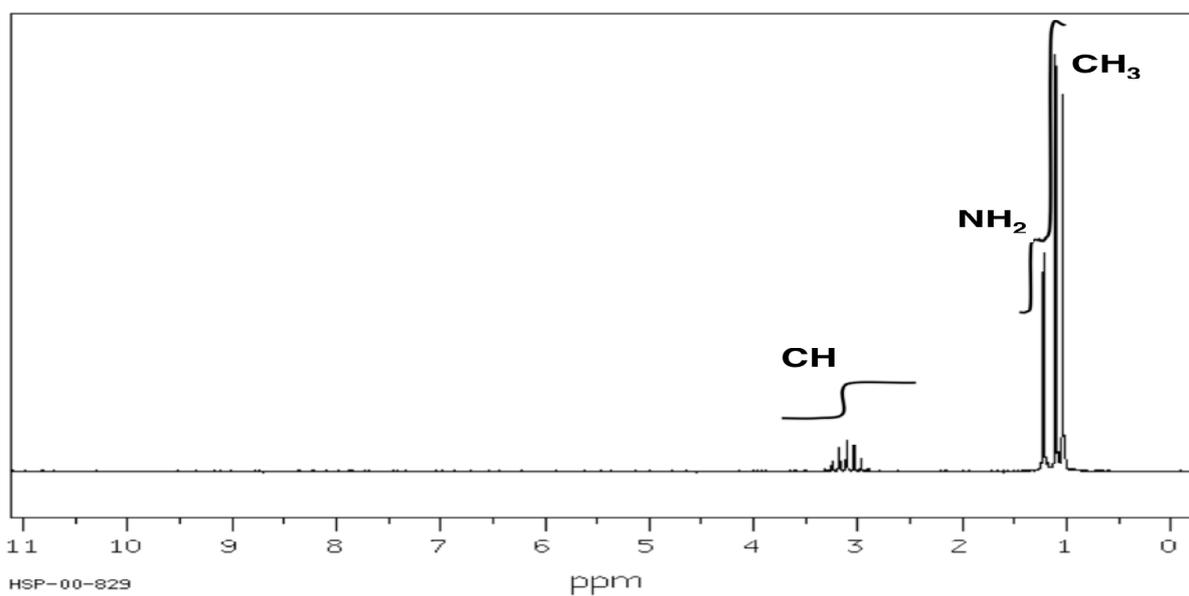
α -



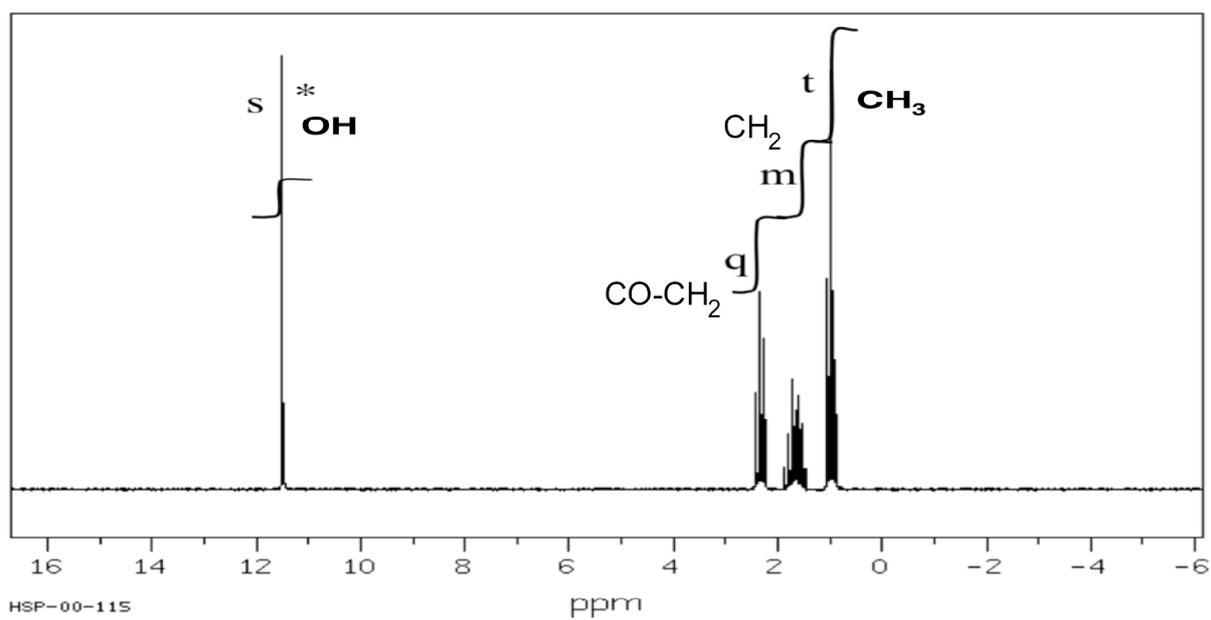
β -



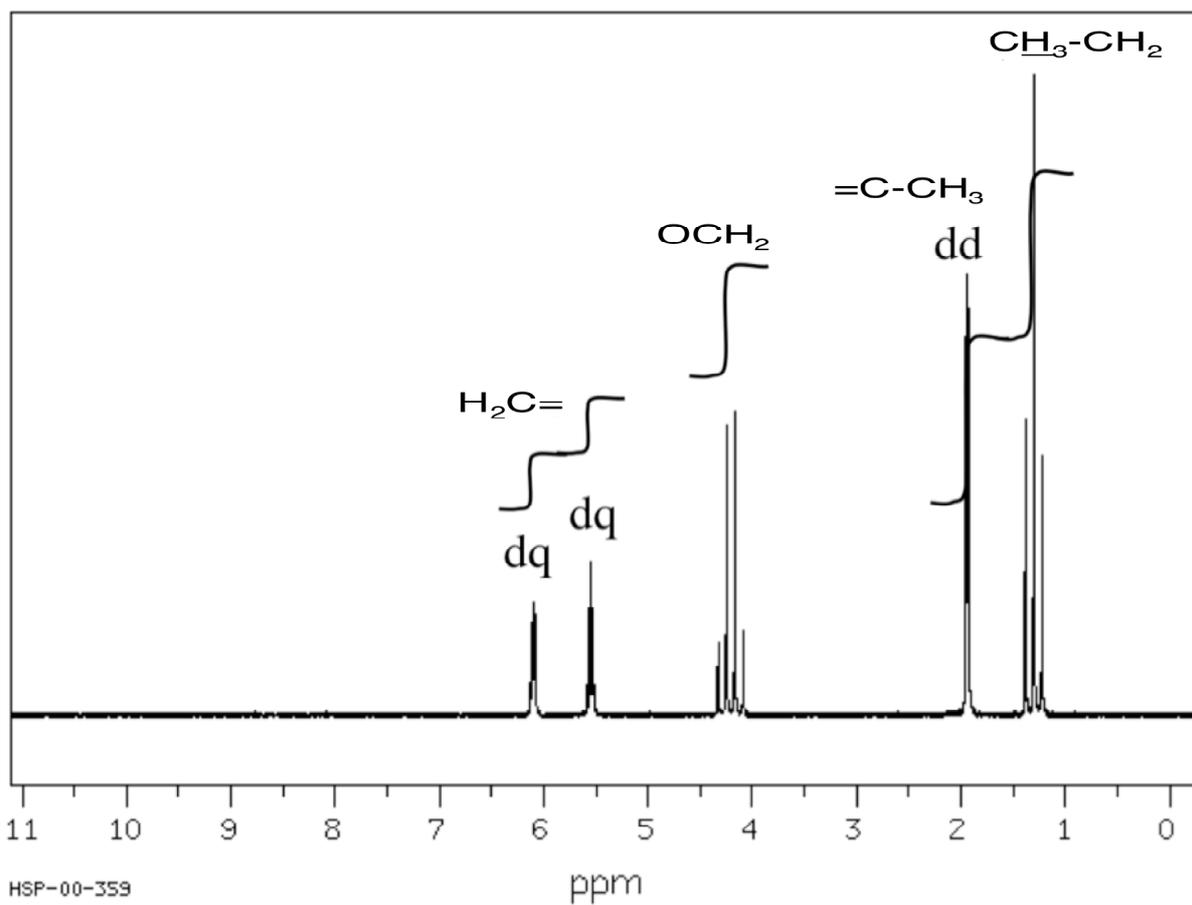
γ -



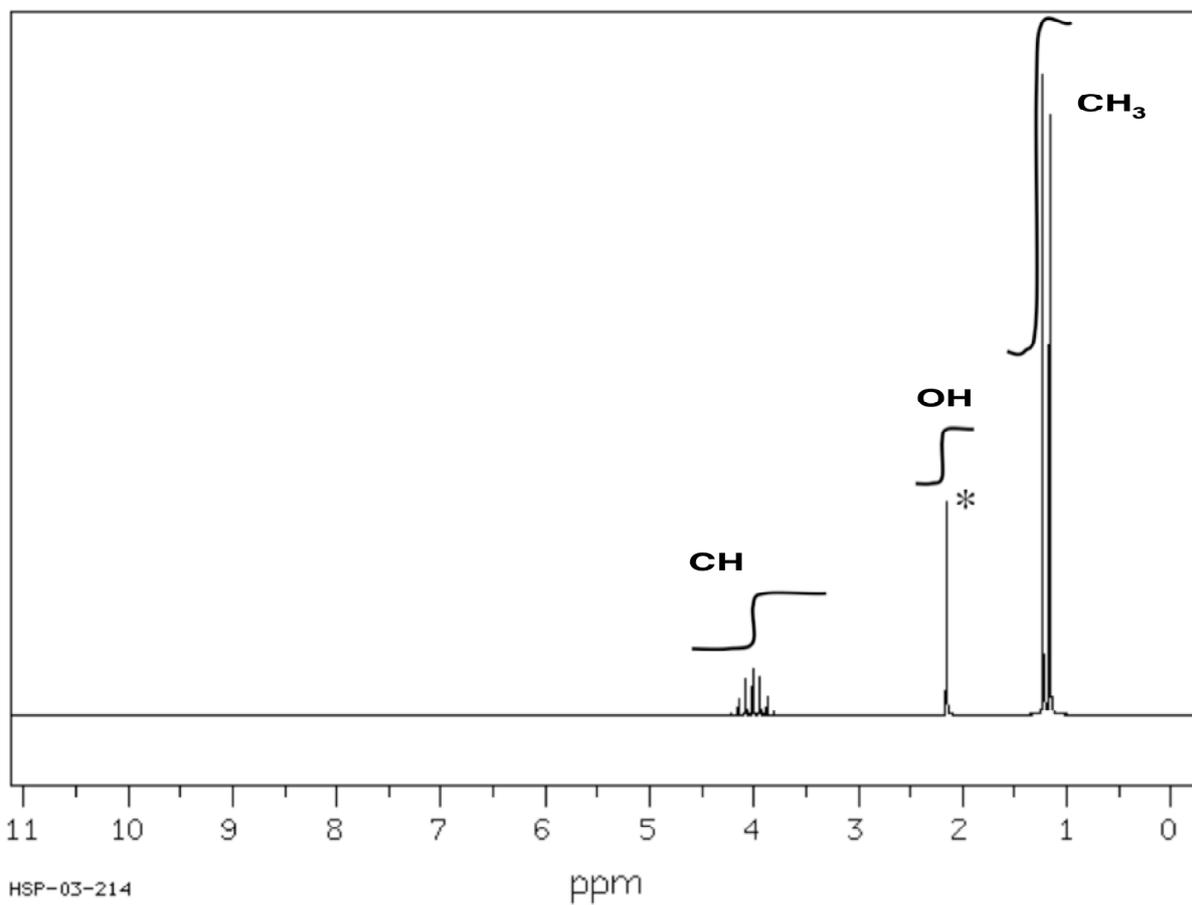
δ -



ε -



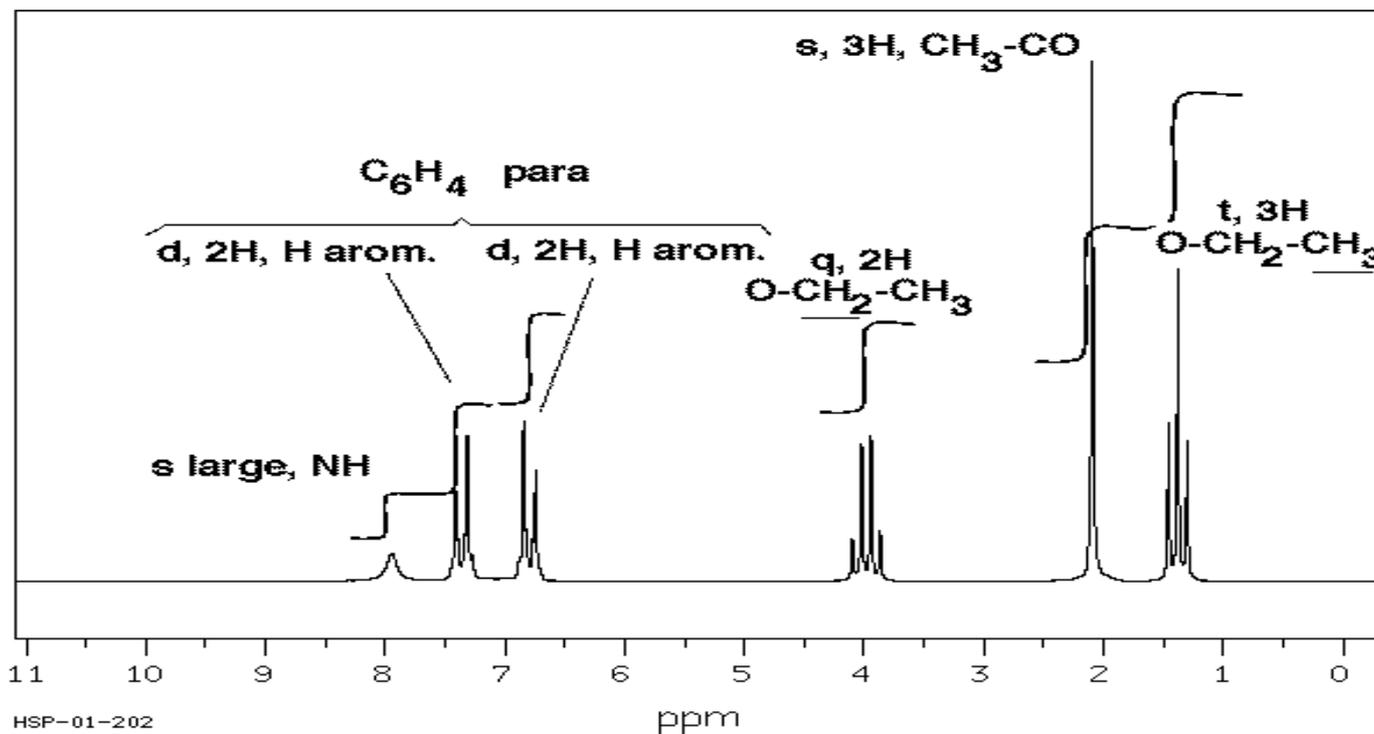
Ω -



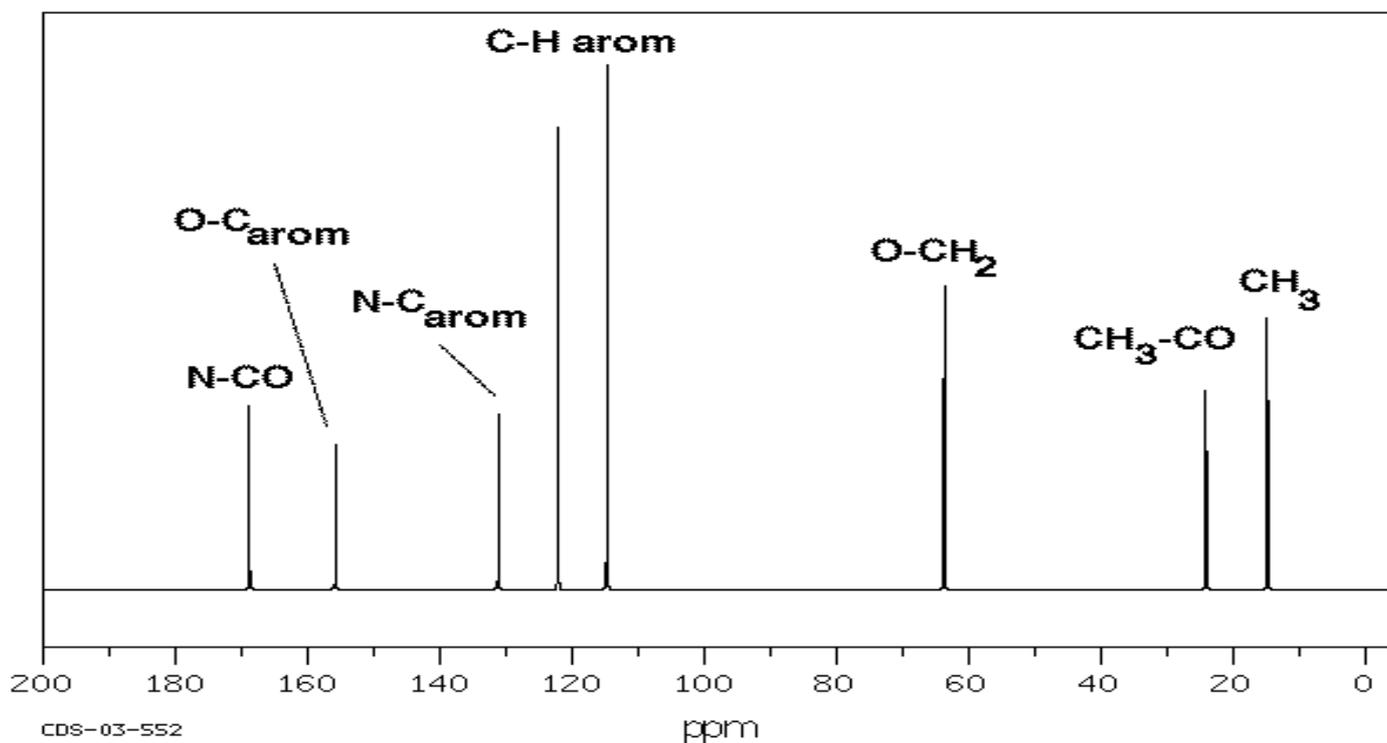
Problème II :

D'après les spectres suivants, donner la structure du composé de formule moléculaire $C_{10}H_{13}NO_2$. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques. *NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter.*

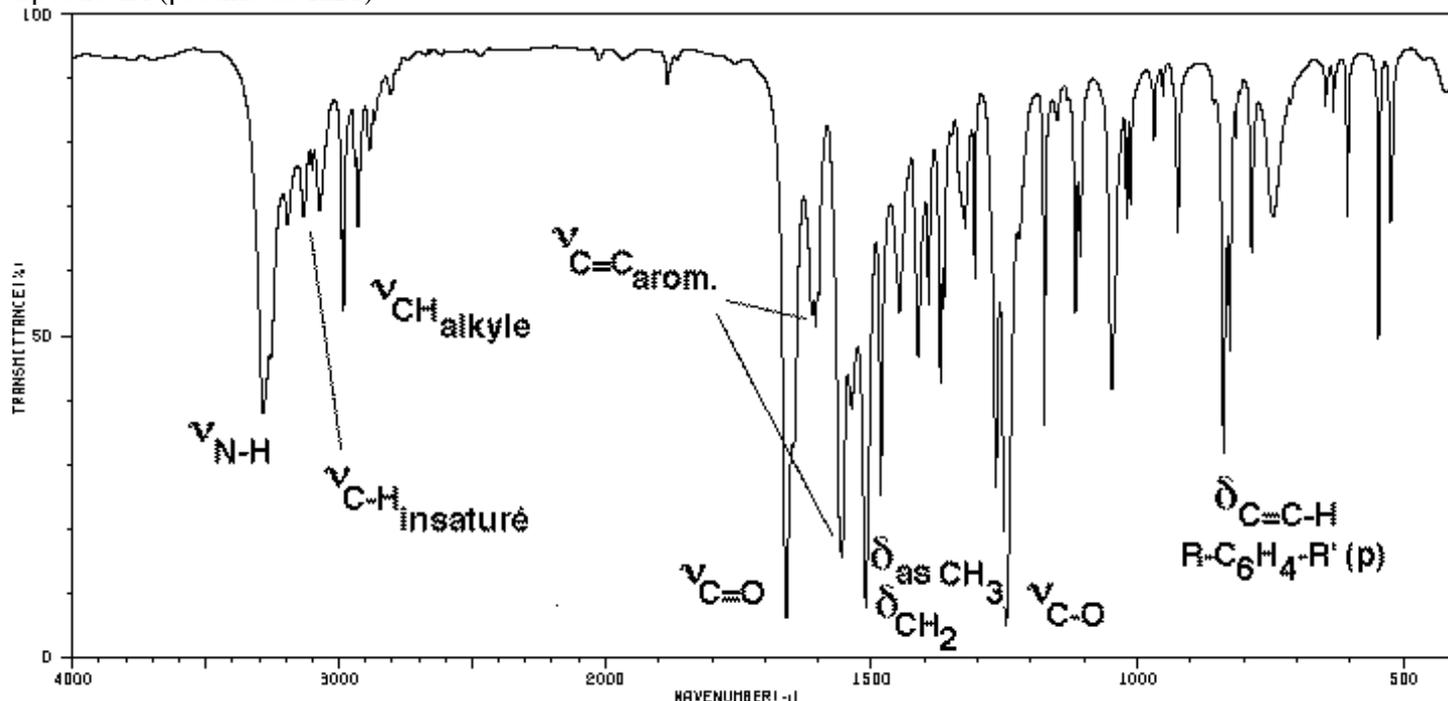
RMN 1H : *DBE = 5 (non demandé mais utile)*



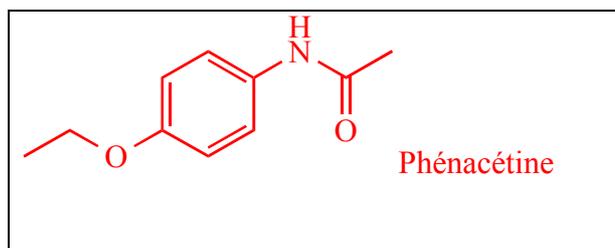
RMN $^{13}C\{^1H\}$:



Spectre IR (pastille de KBr) :



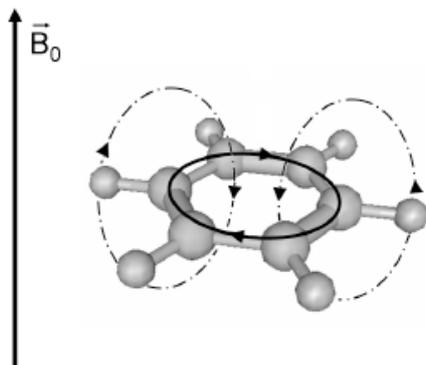
Structure proposée :



Problème III : Résonance Magnétique Nucléaire.

Expliquer brièvement pourquoi les protons situés sur un noyau aromatique sont plus déblindés en RMN ^1H que les protons d'une chaîne alkyle.

Lorsqu'un noyau aromatique est placé dans un champ magnétique B_0 , il y a création d'une "circulation" des électrons π de ce noyau. Cette circulation entraîne l'apparition d'un champ induit B_i qui s'oppose à B_0 au centre du noyau (Loi de Lenz) et qui va dans le même sens à la périphérie de celui-ci (cf schéma). Par conséquent, les protons, situés à la périphérie du noyau aromatique, sont soumis à un champ effectif $B_{\text{eff}} = B_0 + B_i$. La fréquence de résonance étant proportionnelle au champ magnétique, ces protons résonnent à une fréquence plus élevée que les protons d'une chaîne alkyle qui ne subissent pas cet effet.



NOM Prénom :

Session : 1

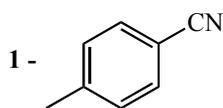
EPREUVE : Contrôle des Connaissances de Spectroscopie

Durée : 1 h

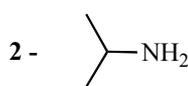
Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.
Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.
Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.

Problème I :

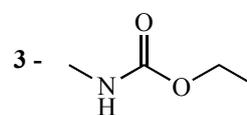
Attribuer les spectres IR et RMN ^1H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé. *NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter. En RMN ^1H , les signaux marqués d'un astérisque (*) s'échangent avec D_2O .*



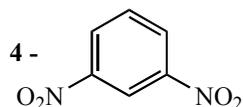
IR :
RMN ^1H :



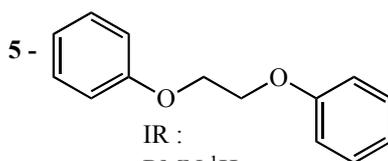
IR :
RMN ^1H :



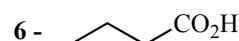
IR :
RMN ^1H :



IR :
RMN ^1H :

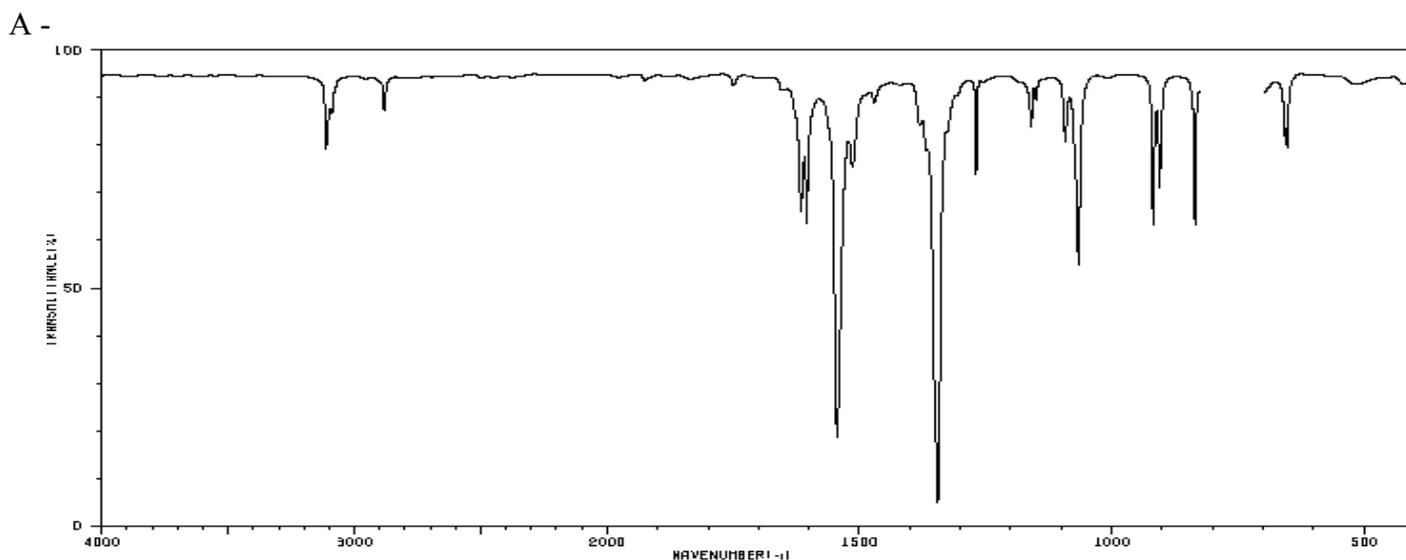


IR :
RMN ^1H :

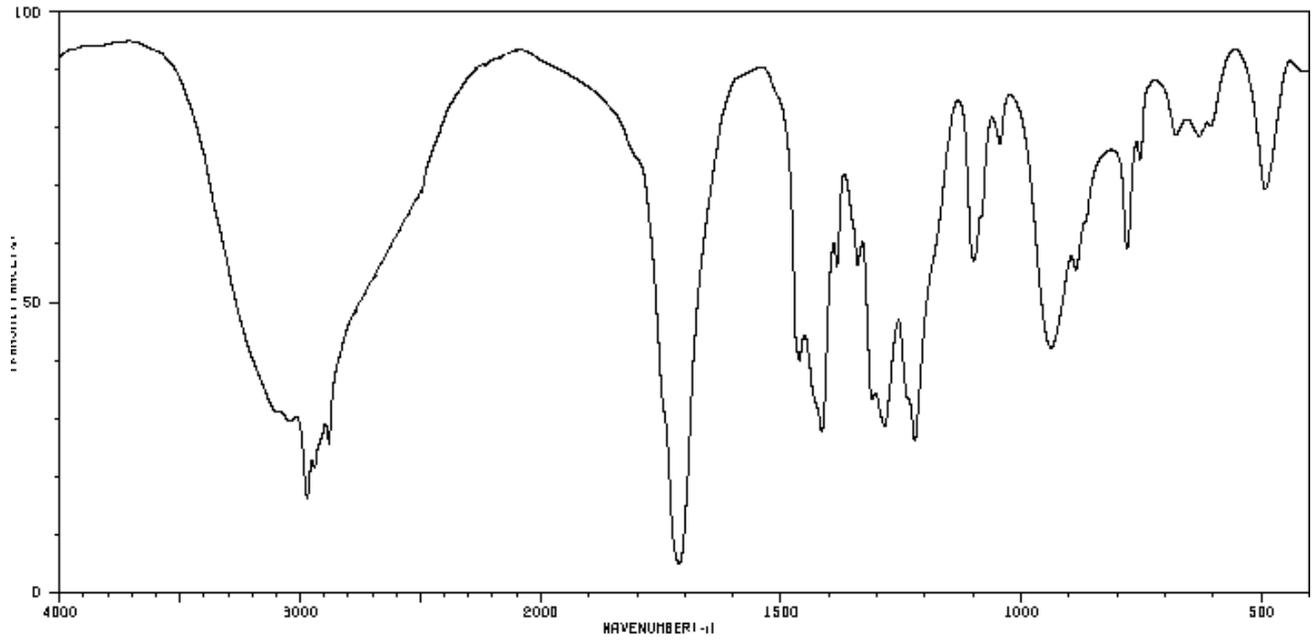


IR :
RMN ^1H :

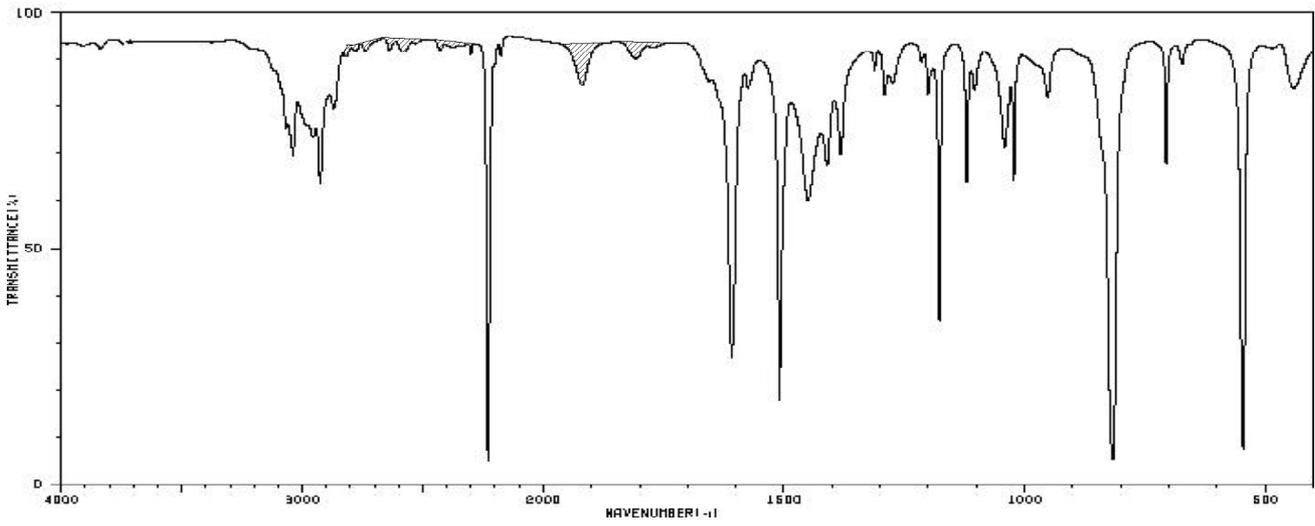
Spectres IR :



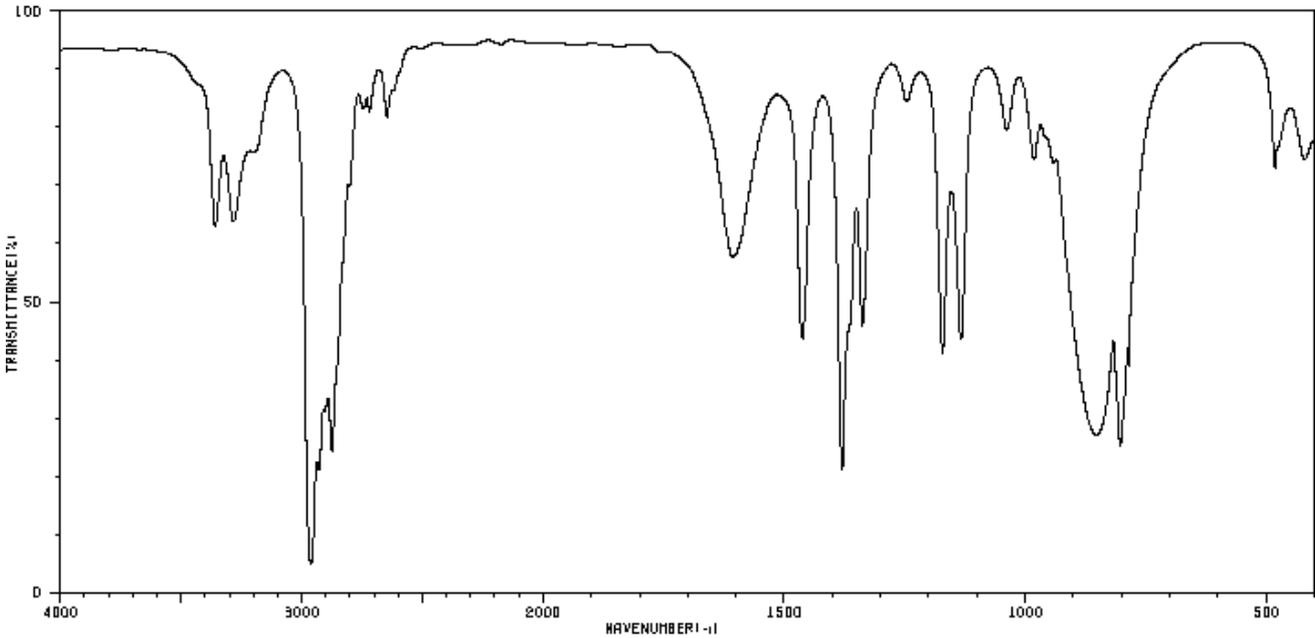
B -



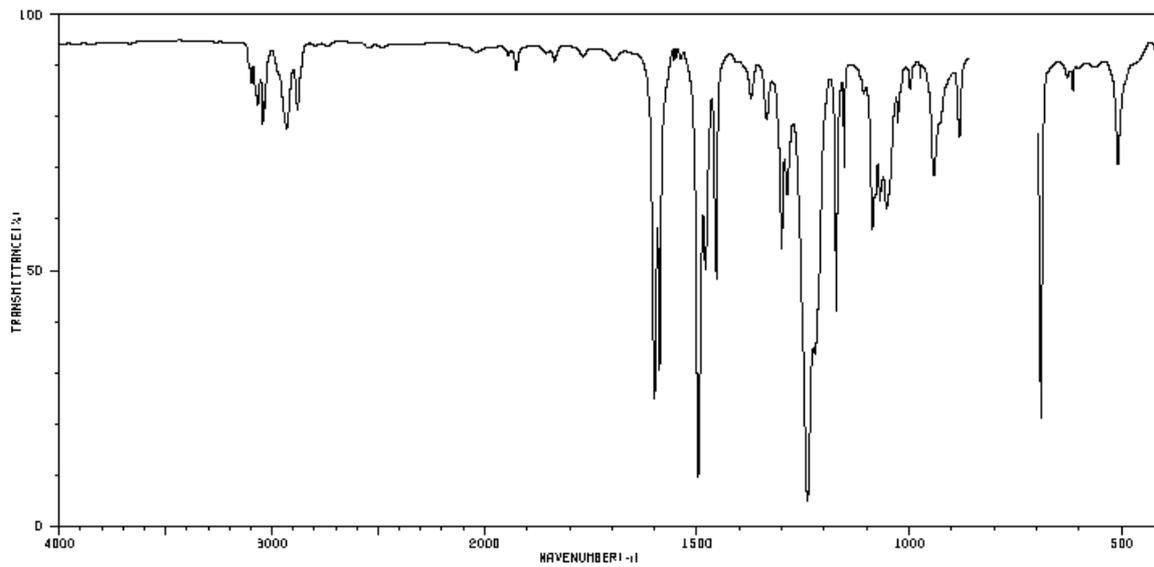
C -



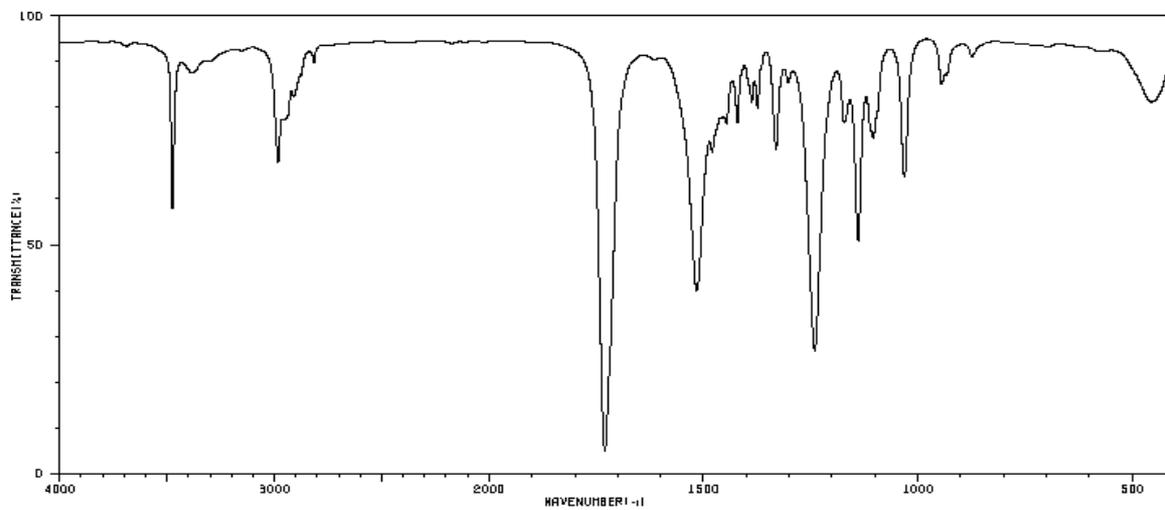
D -



E -

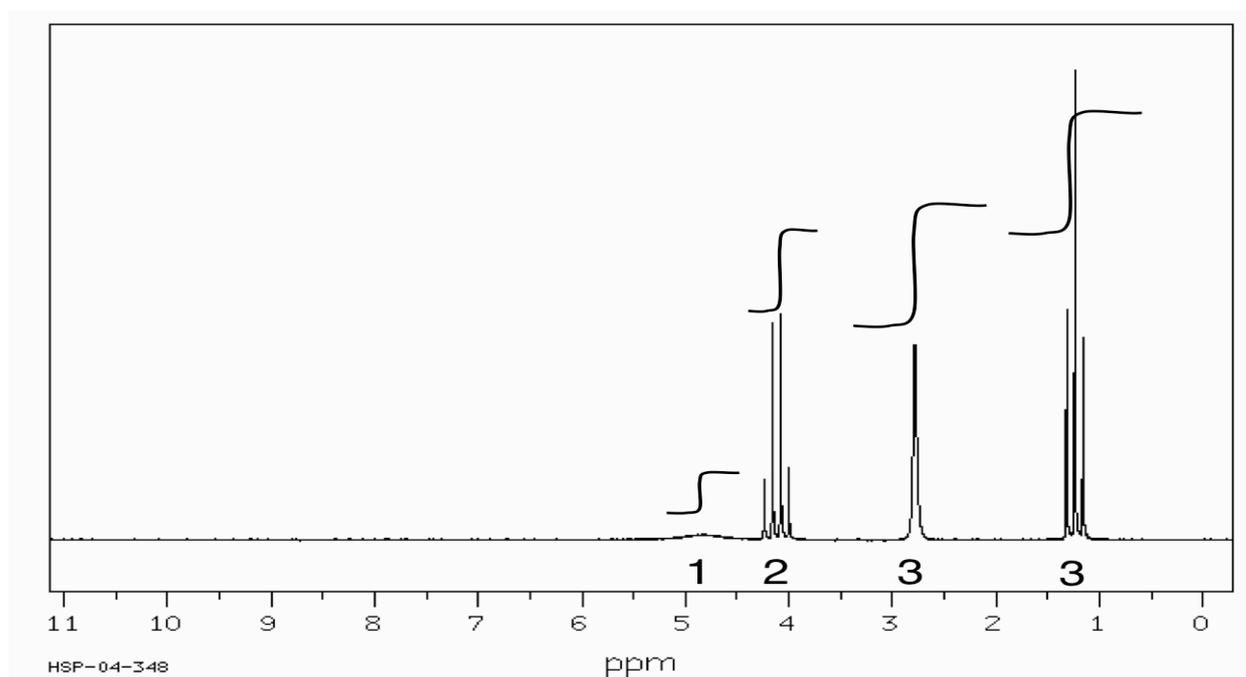


F -

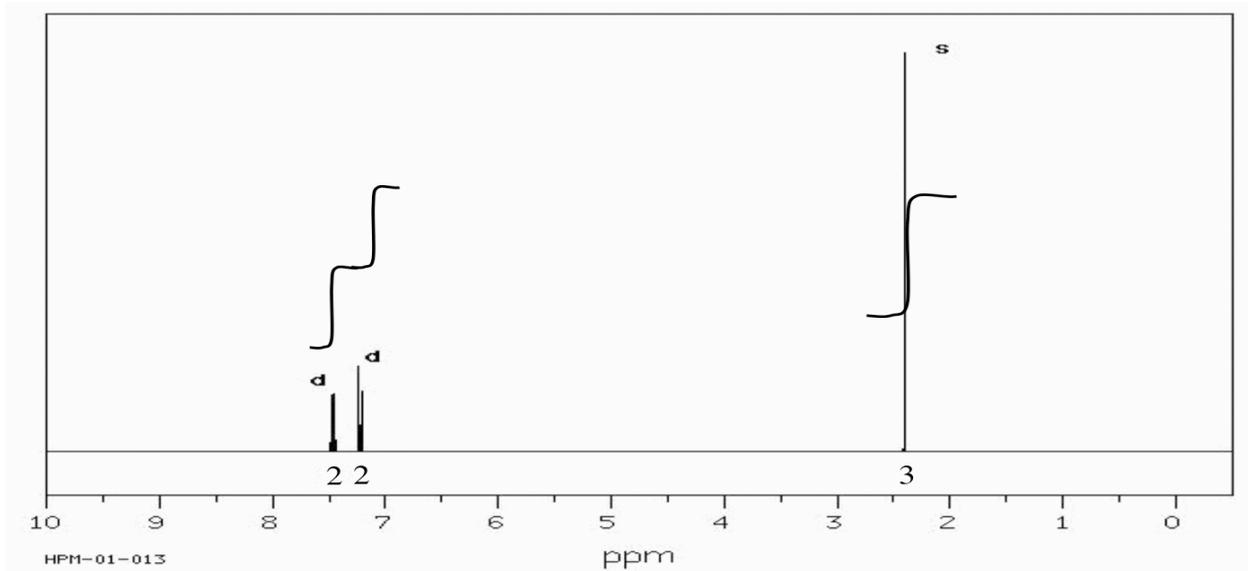


Spectres RMN ¹H :

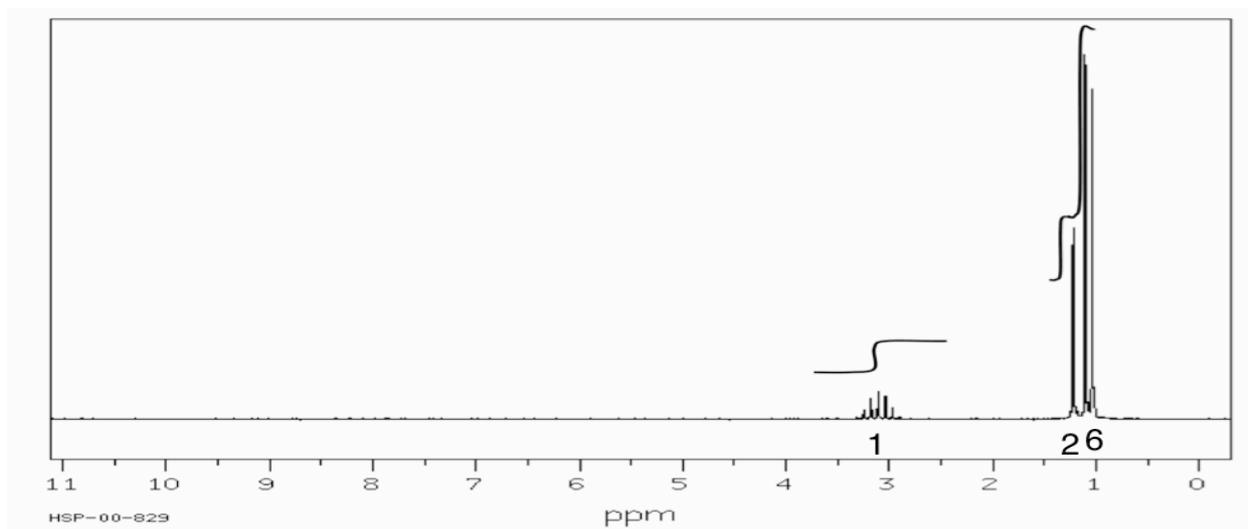
α -



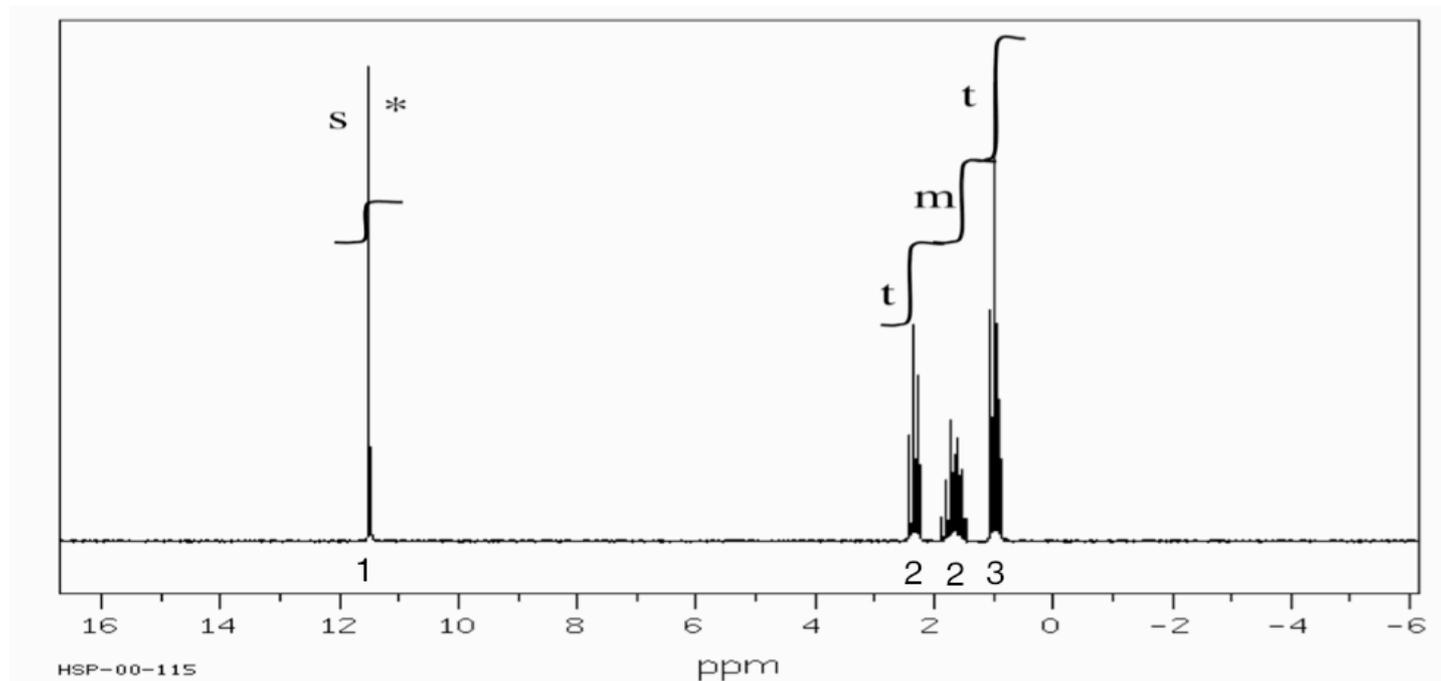
β -



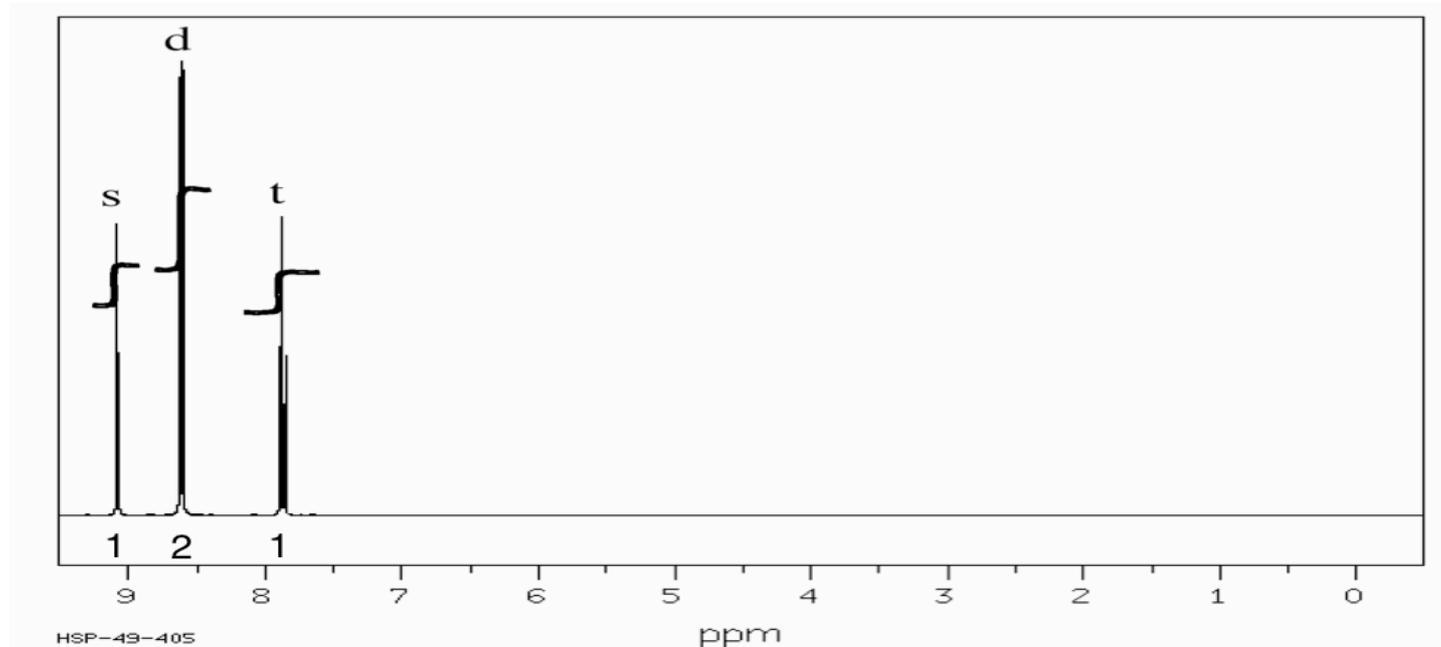
γ -



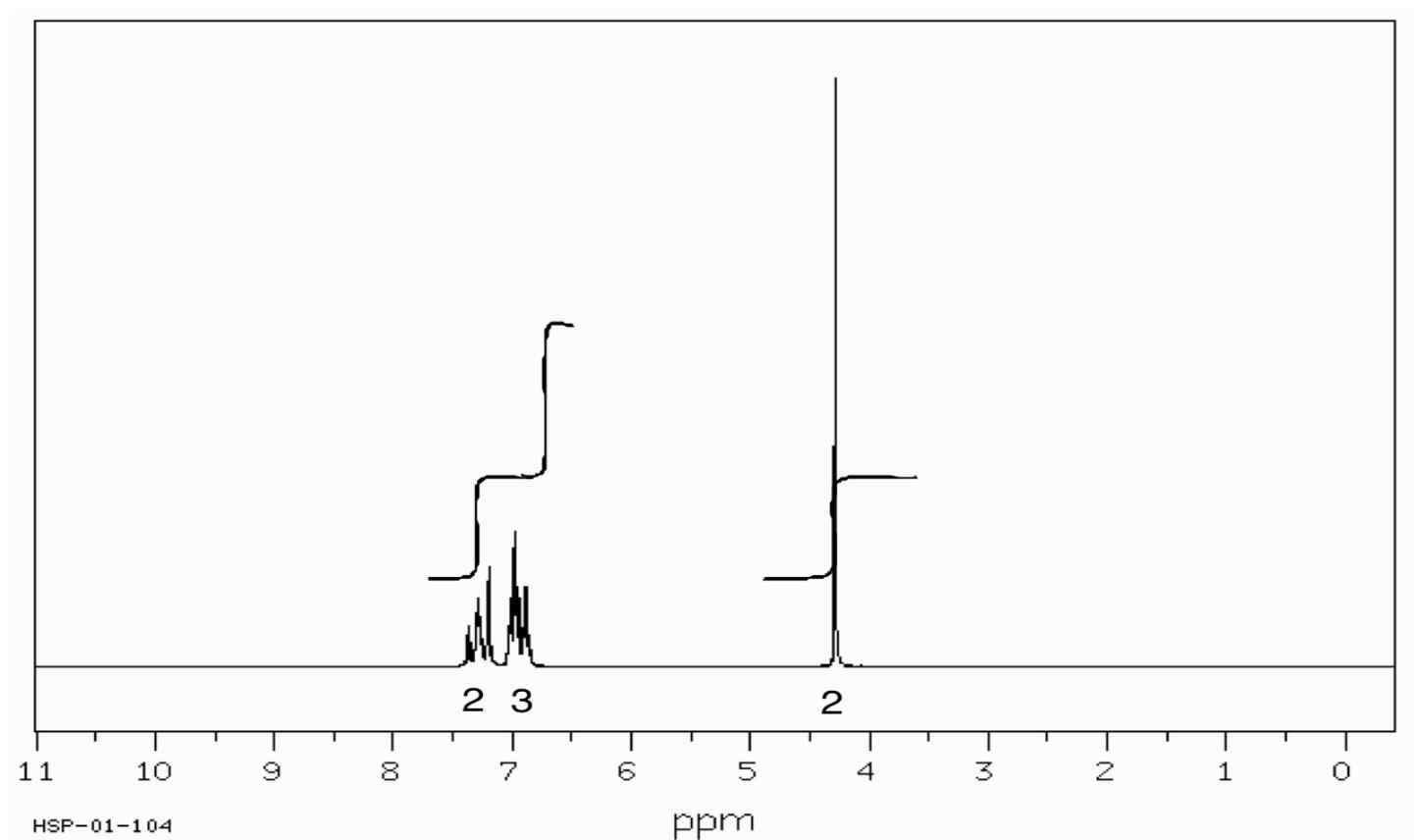
δ -



ε -



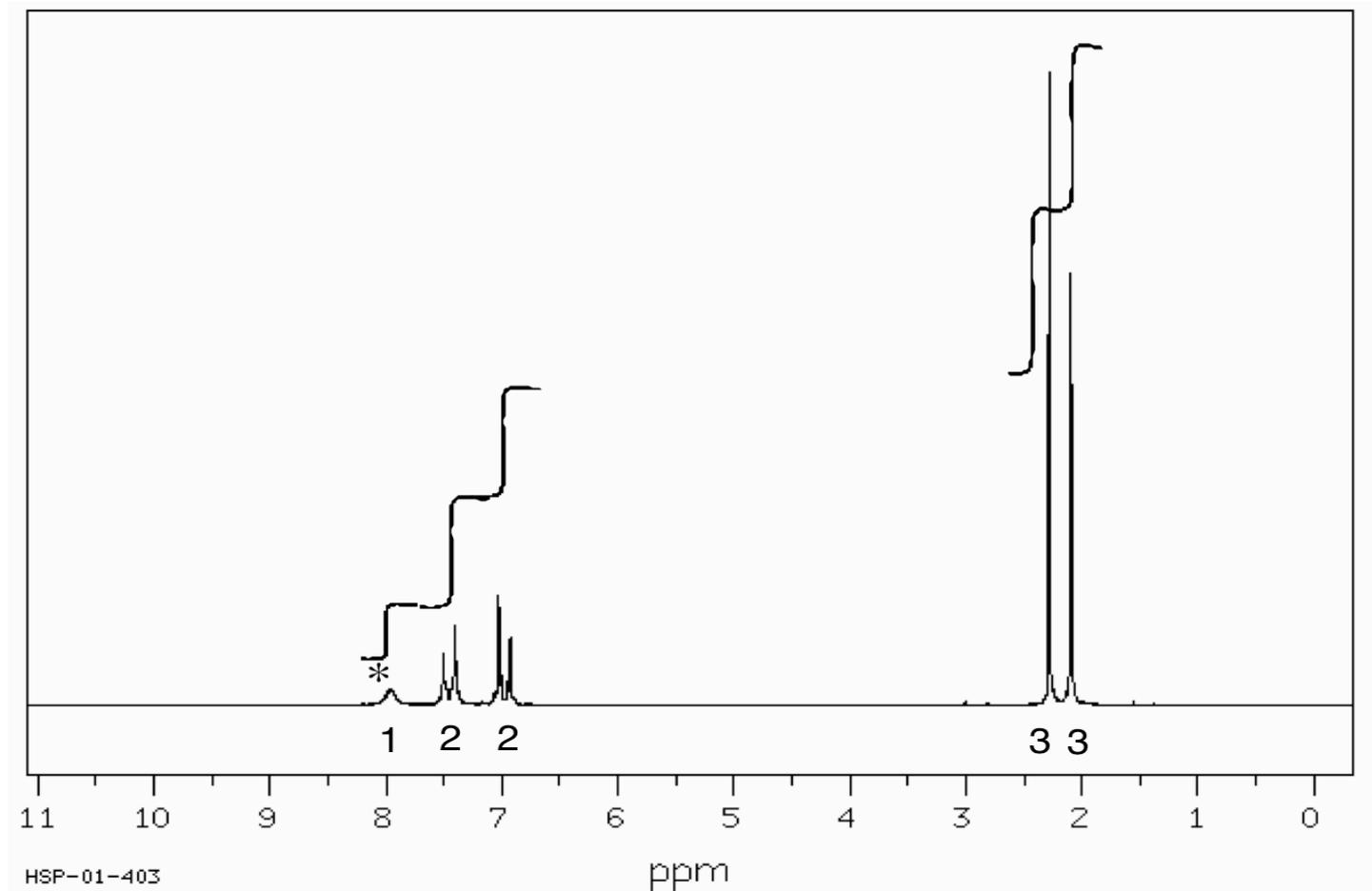
Ω -



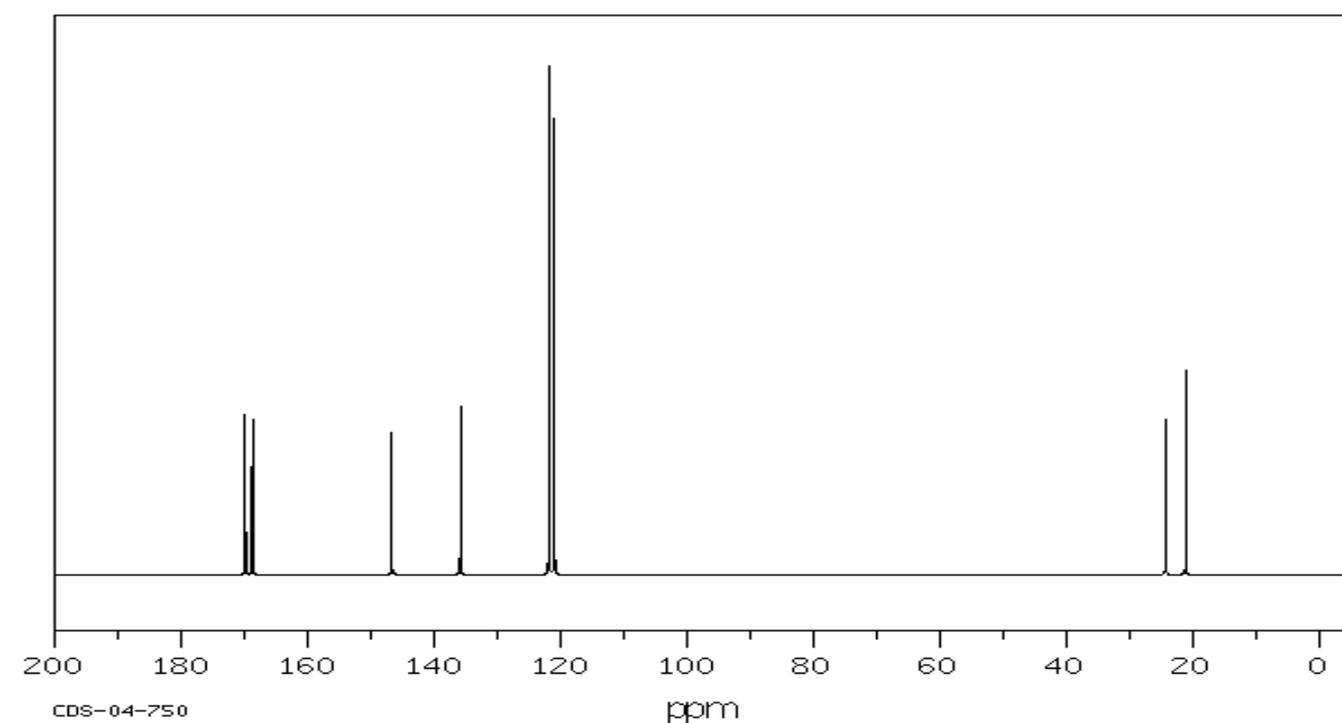
Problème II :

D'après les spectres suivants, donner la structure du composé de formule moléculaire $C_{10}H_{11}NO_3$. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques. NB : en RMN 1H , les signaux marqués d'un astérisque (*) s'échangent avec D_2O .

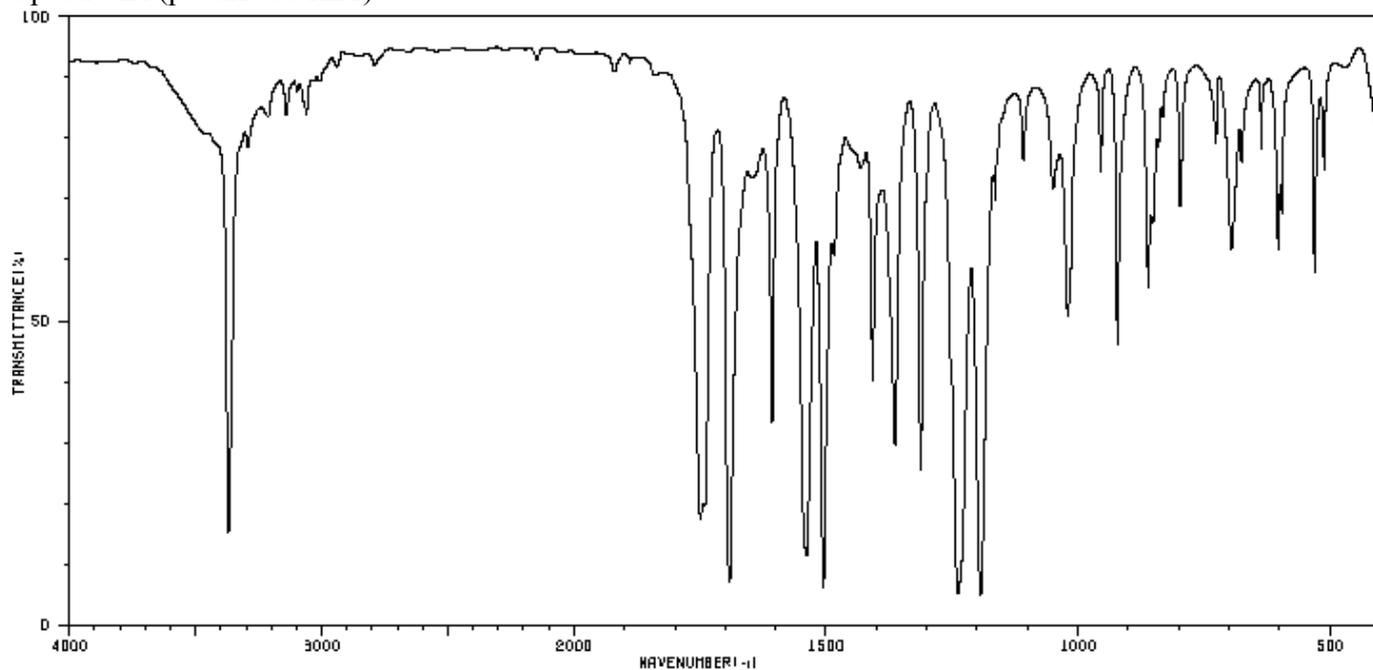
RMN 1H :



RMN $^{13}C\{^1H\}$:



Spectre IR (pastille de KBr) :



Structure proposée :



Problème III : Résonance Magnétique Nucléaire.

Expliquer brièvement pourquoi il peut être intéressant en RMN de travailler avec un spectromètre dont l'aimant produit un champ magnétique élevé (ex. 14,1 T, soit un spectromètre 600 MHz, plutôt que 7,05 T, soit un spectromètre 300 MHz).

Session : 1

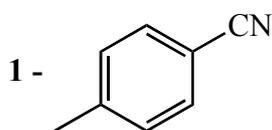
EPREUVE : Contrôle des Connaissances de Spectroscopie **Corrigé**

Durée : 1 h

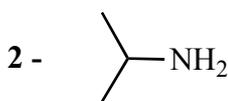
Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.
Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.
Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.

Problème I : (attribution : 12 x 0,5 points ; indexation : 0,5 point / spectre)

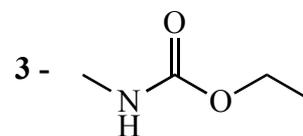
Attribuer les spectres IR et RMN ^1H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé. *NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter. En RMN ^1H , les signaux marqués d'un astérisque (*) s'échangent avec D_2O .*



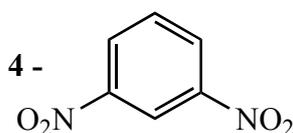
IR : C
RMN ^1H : β



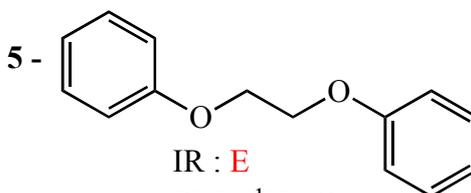
IR : D
RMN ^1H : γ



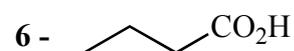
IR : F
RMN ^1H : α



IR : A
RMN ^1H : ϵ

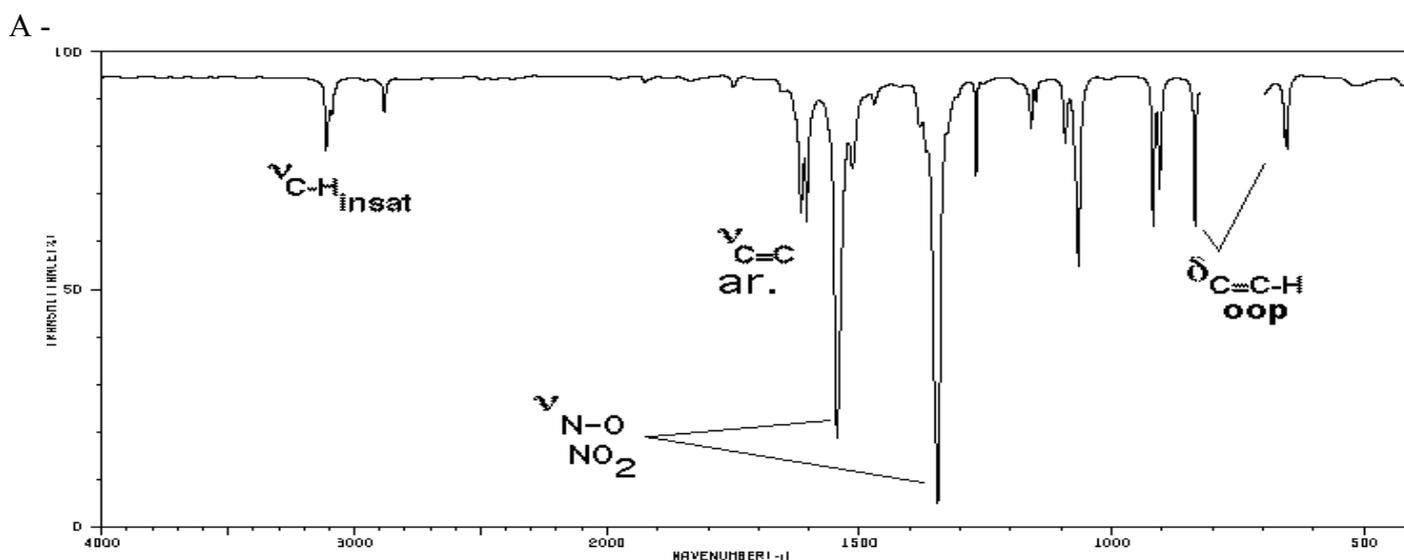


IR : E
RMN ^1H : ω

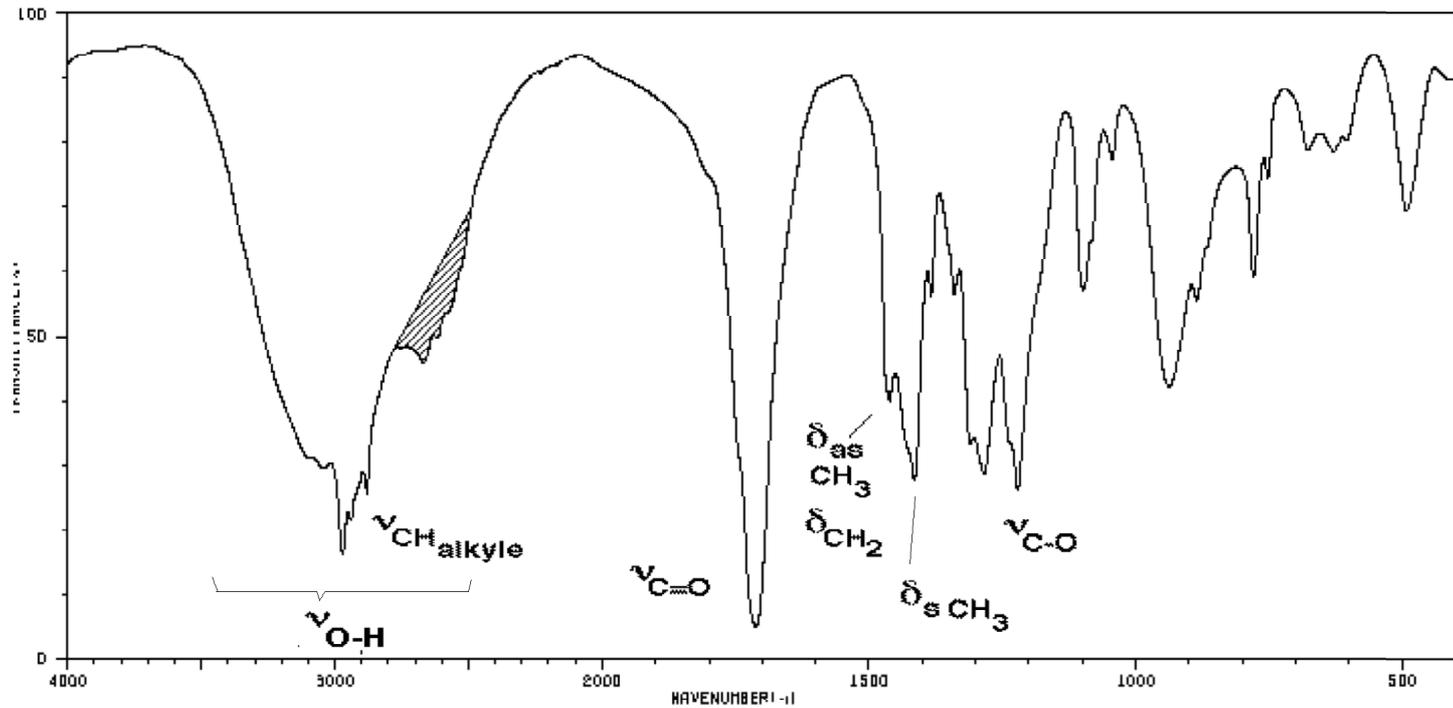


IR : B
RMN ^1H : δ

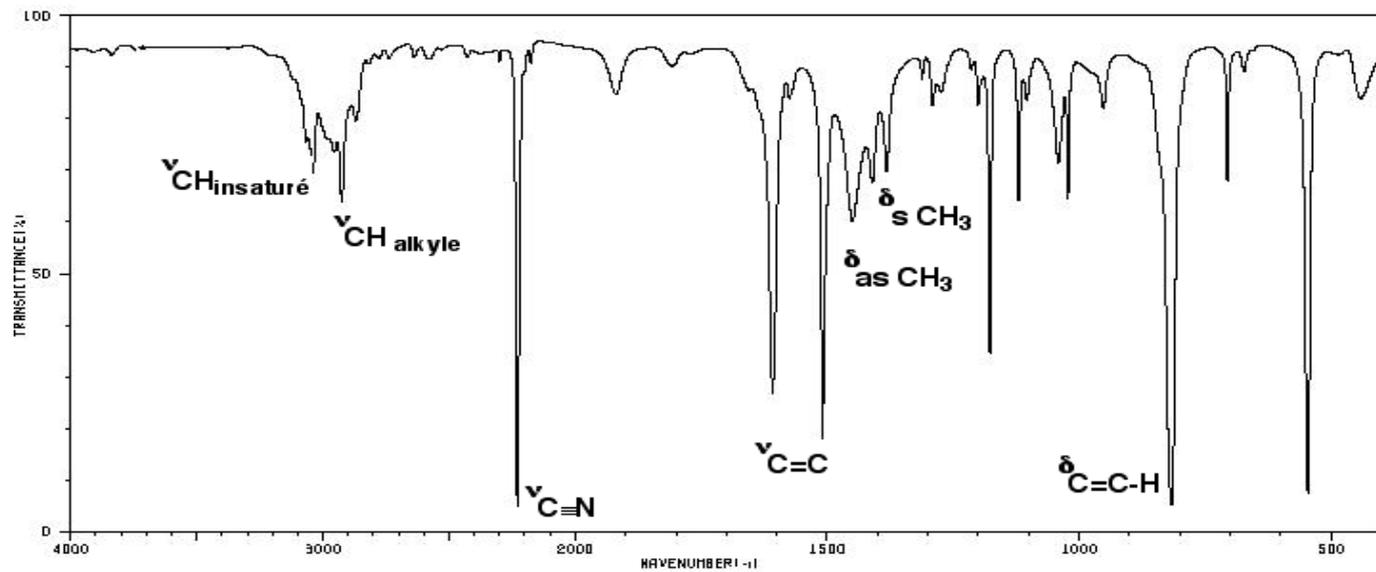
Spectres IR :



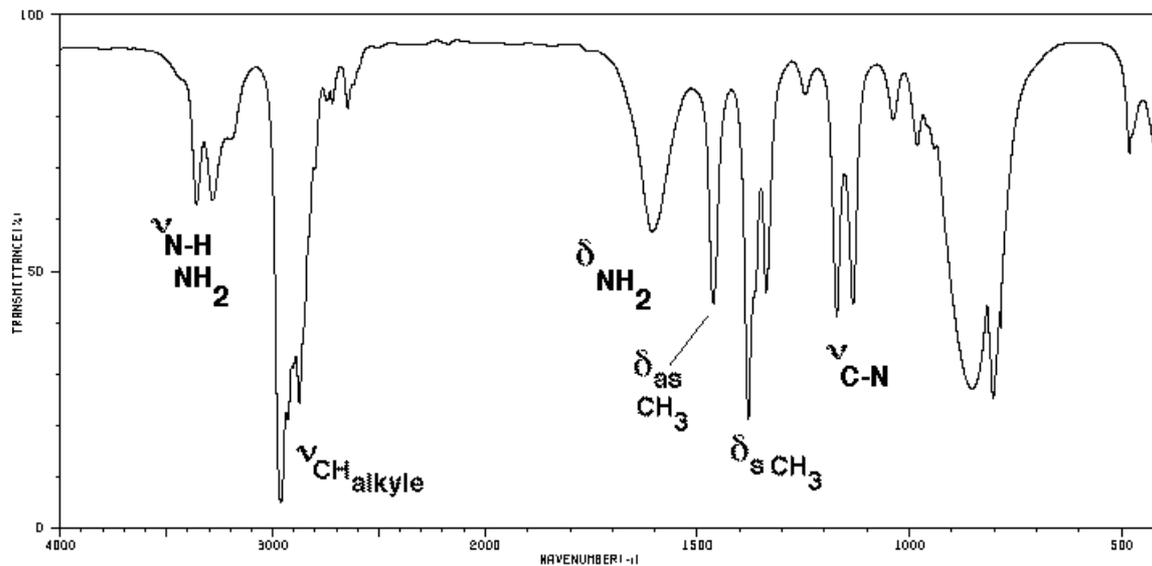
B -



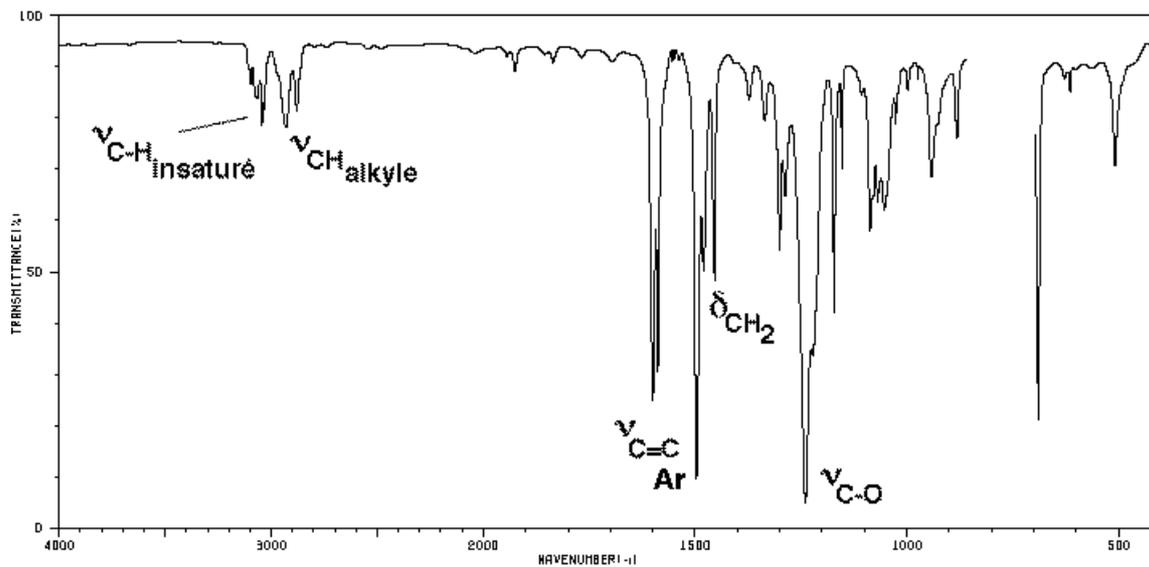
C -



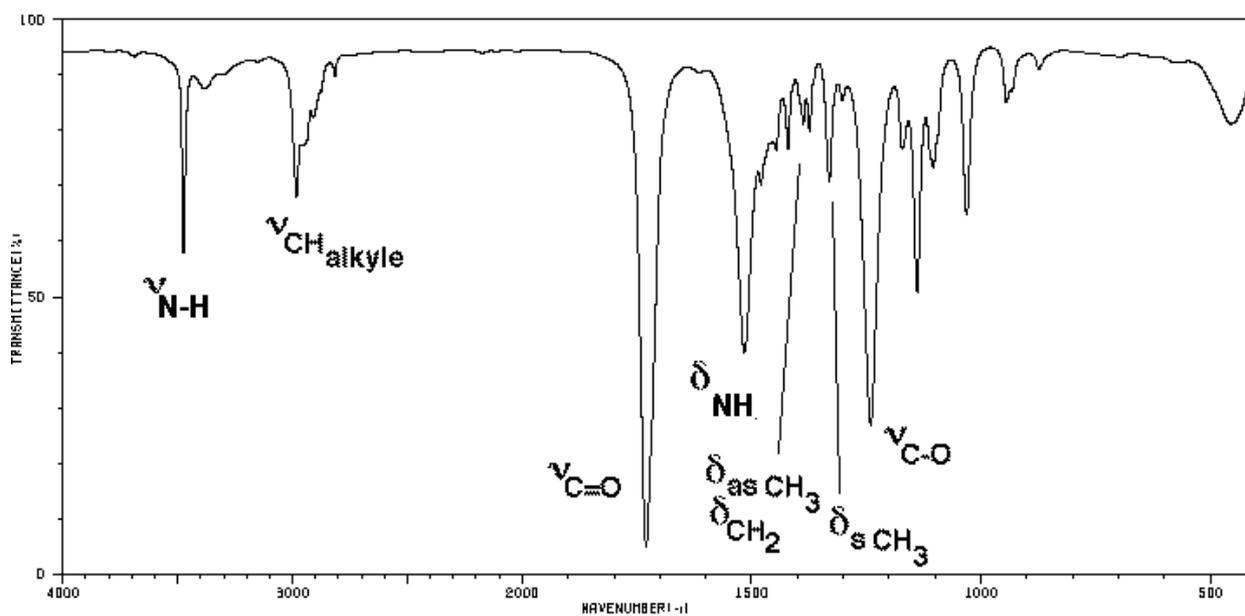
D -



E -

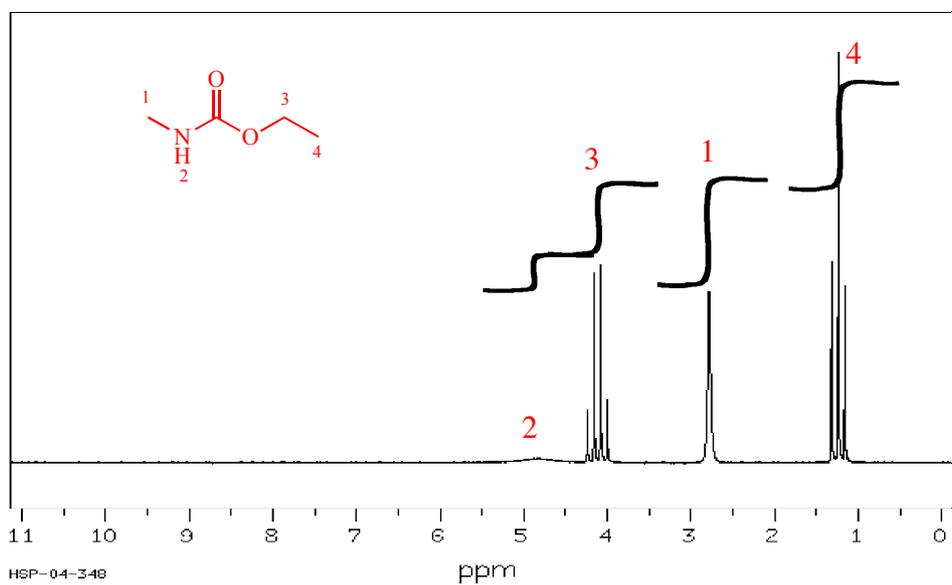


F -

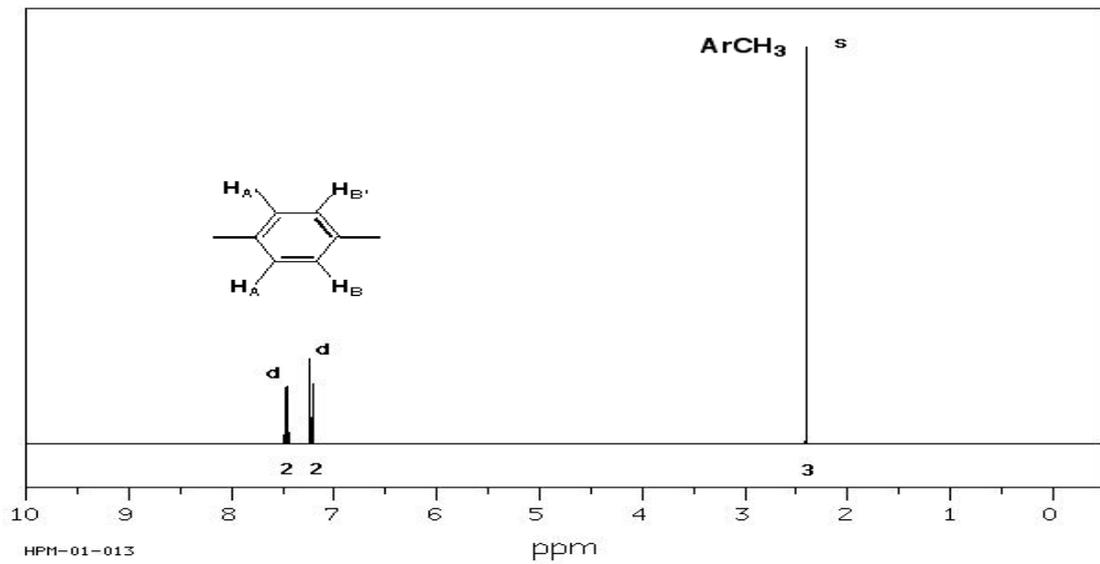


Spectres RMN ¹H :

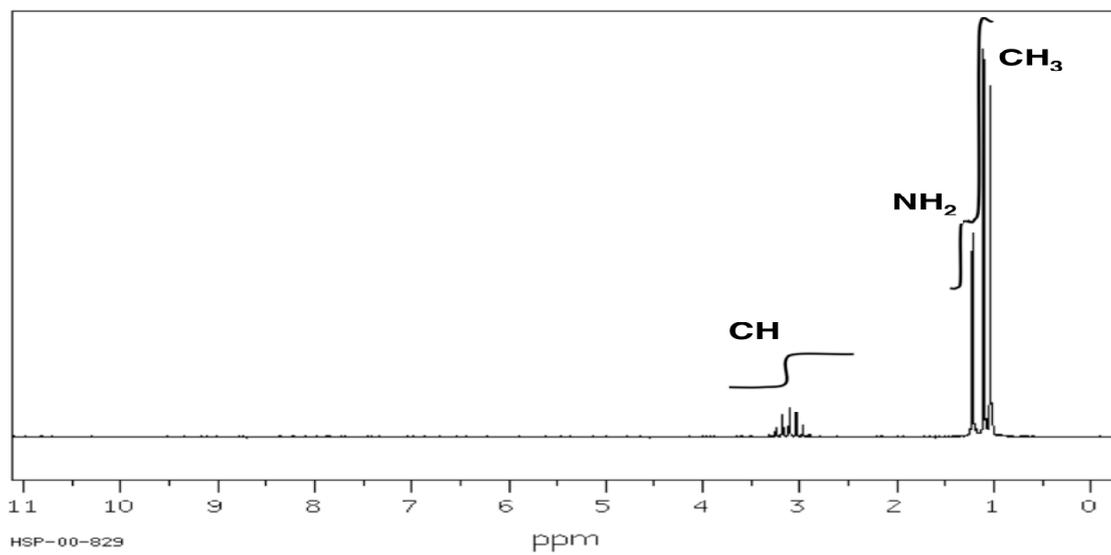
α -



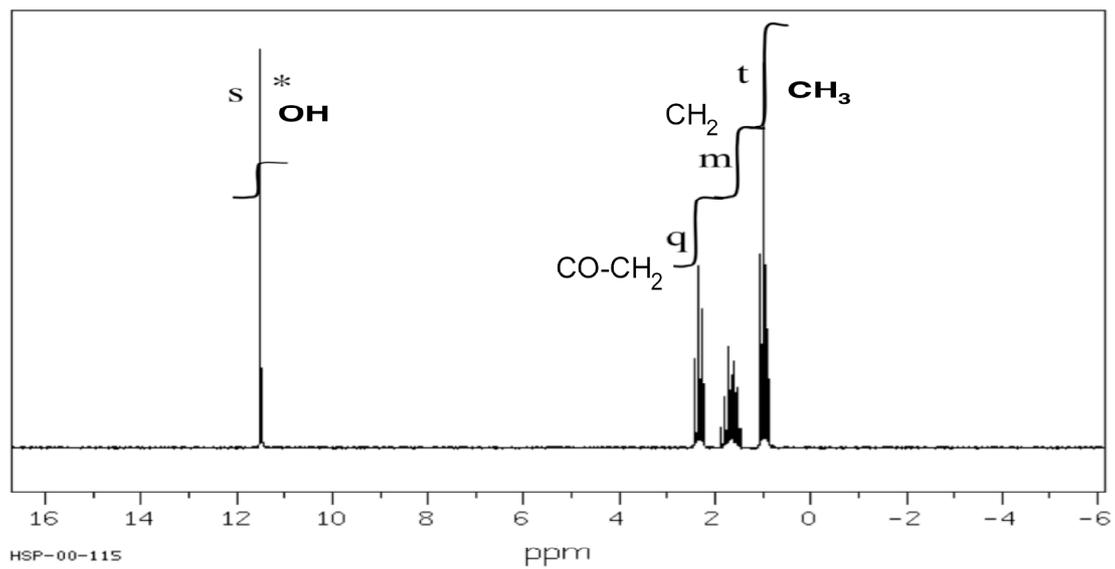
β -



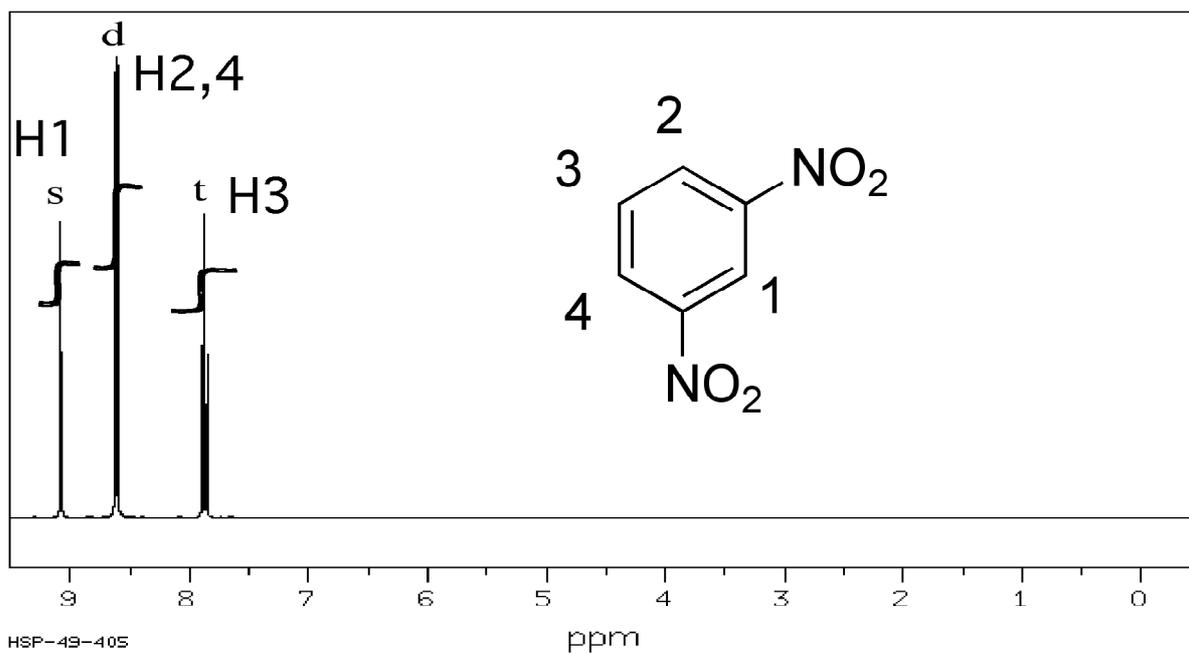
γ -



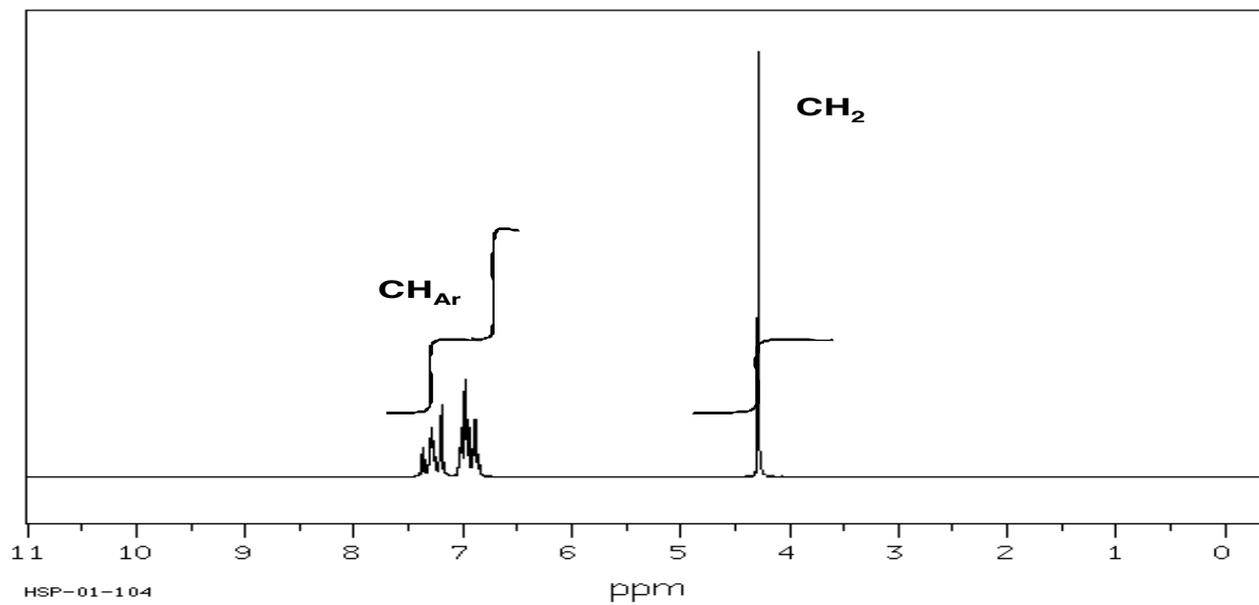
δ -



ε -



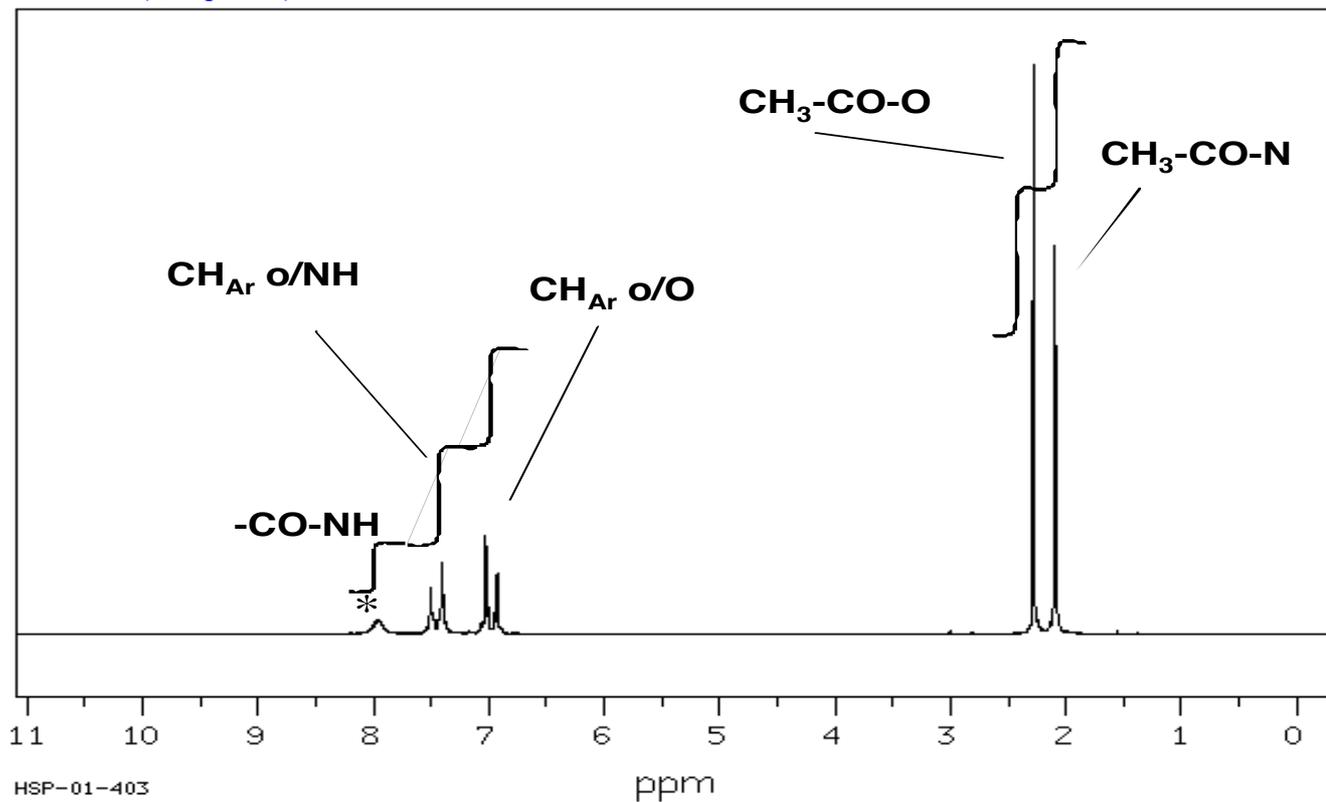
Ω -



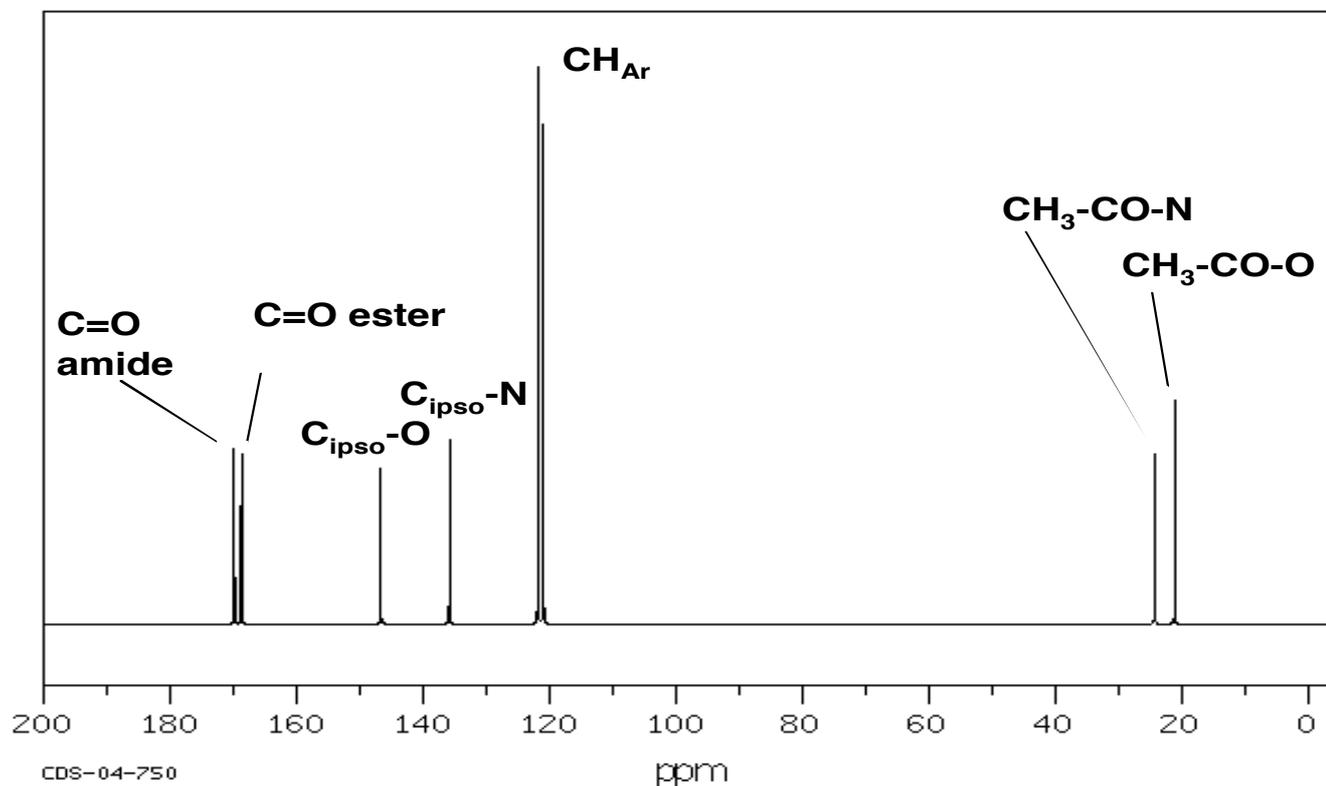
Problème II :

D'après les spectres suivants, donner la structure du composé de formule moléculaire $C_{10}H_{11}NO_3$. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques. NB : en RMN 1H , les signaux marqués d'un astérisque (*) s'échangent avec D_2O .

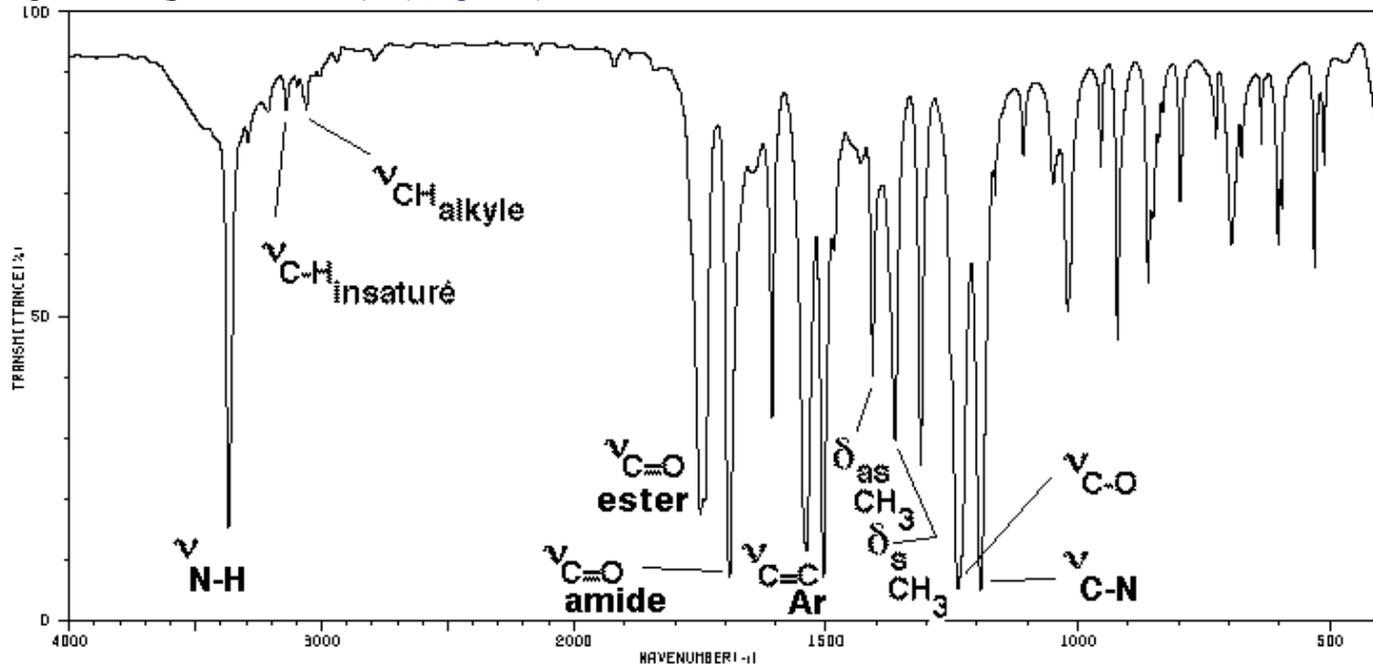
RMN 1H : (1,5 points)



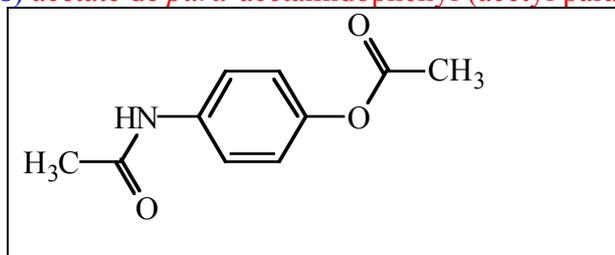
RMN $^{13}C\{^1H\}$: (1 point)



Spectre IR (pastille de KBr) : (1,5 points)



Structure proposée : (2 points) *acétate de para-acétamidophényl (acétyl paracétamol)*



Problème III : Résonance Magnétique Nucléaire. (2 points)

Expliquer brièvement pourquoi il peut être intéressant en RMN de travailler avec un spectromètre dont l'aimant produit un champ magnétique élevé (ex. 14,1 T, soit un spectromètre 600 MHz, plutôt que 7,05 T, soit un spectromètre 300 MHz).

Dans un champ magnétique plus intense, la différence énergétique entre les niveaux de spin α et β sera plus grande. Par conséquent, la différence de population entre ces deux niveaux sera plus importante et il sera possible d'induire de plus nombreuses transitions. Il s'en suit un gain en sensibilité.

NB : peut-être aborbé aussi la meilleure résolution (ex. 600 Hz/ppm vs. 300 Hz/ppm)

NOM Prénom :

Session : 1

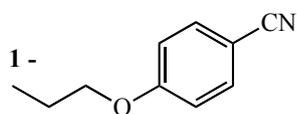
EPREUVE : **Contrôle des Connaissances de Spectroscopie**

Durée : 1 h

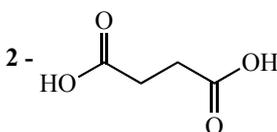
**Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.
Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.
Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.**

Problème I :

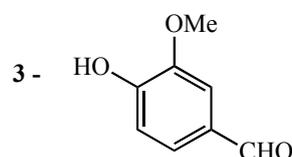
Attribuer les spectres IR et RMN ^1H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé. *NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter. En RMN ^1H , les signaux marqués d'un astérisque (*) s'échangent avec D_2O .*



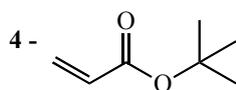
IR :
RMN ^1H :



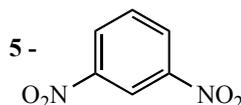
IR :
RMN ^1H :



IR :
RMN ^1H :



IR :
RMN ^1H :



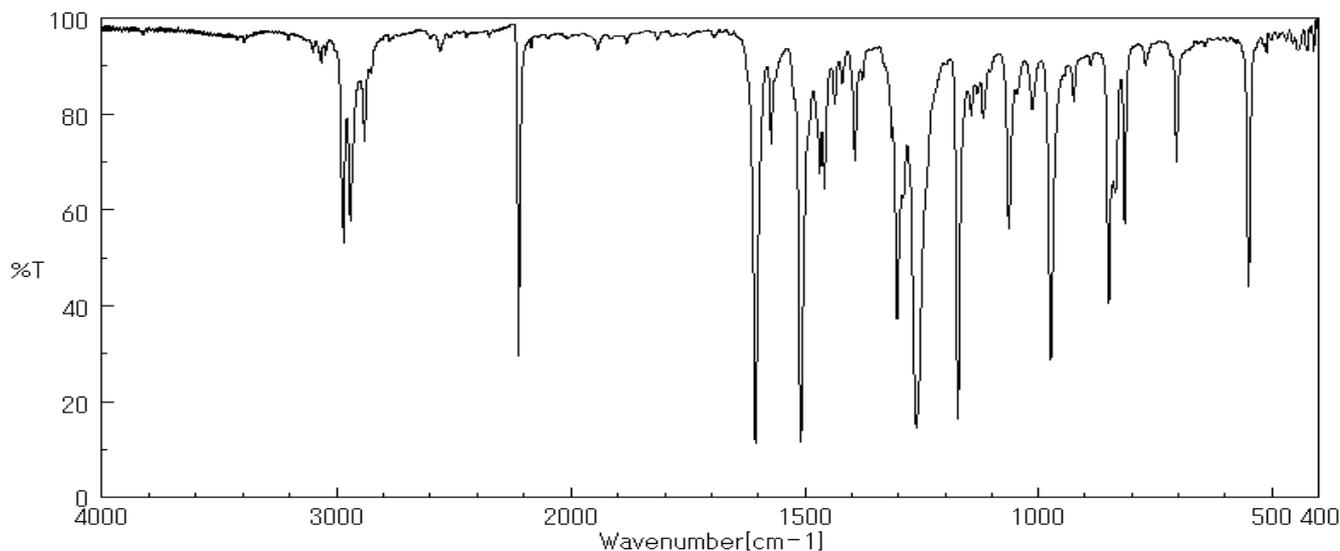
IR :
RMN ^1H :



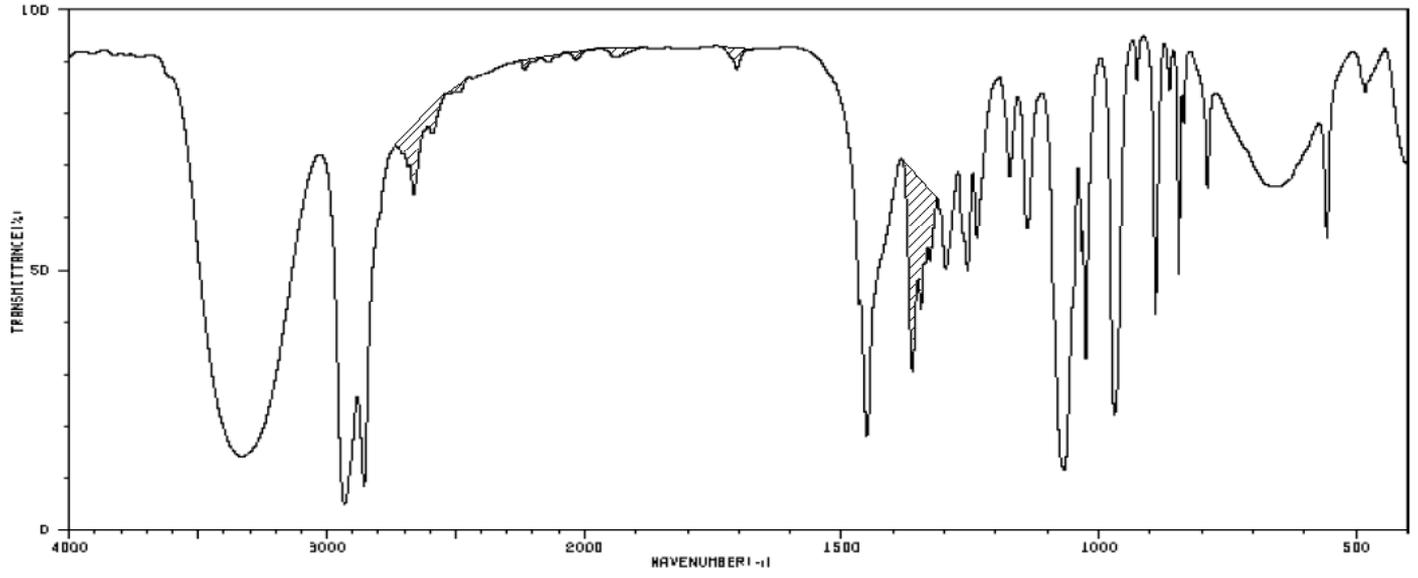
IR :
RMN ^1H :

Spectres IR :

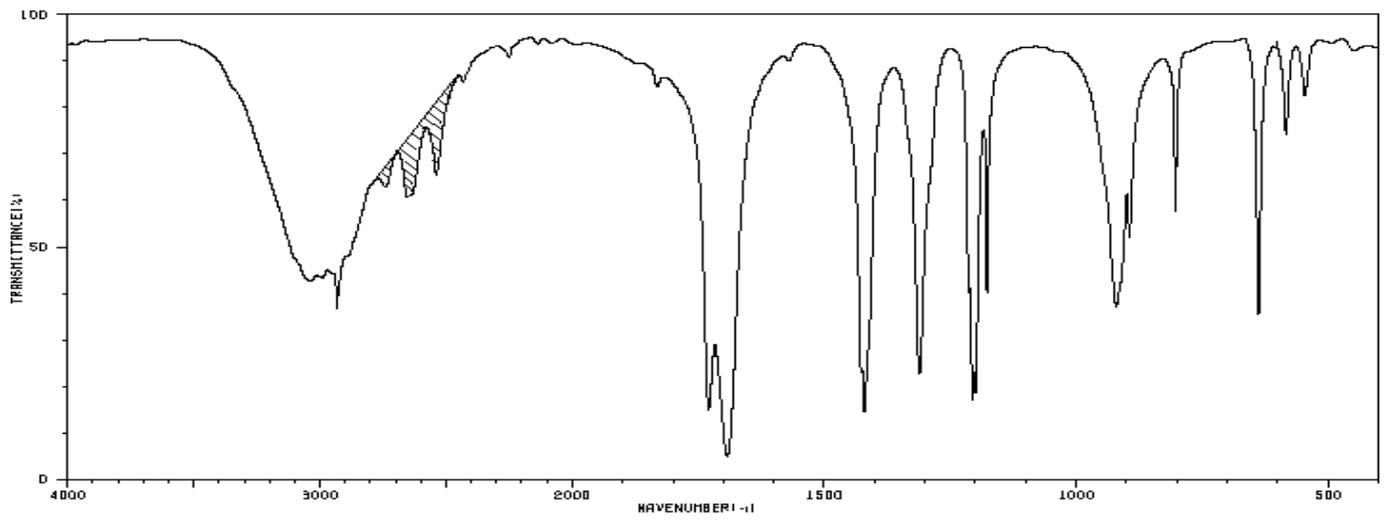
A -



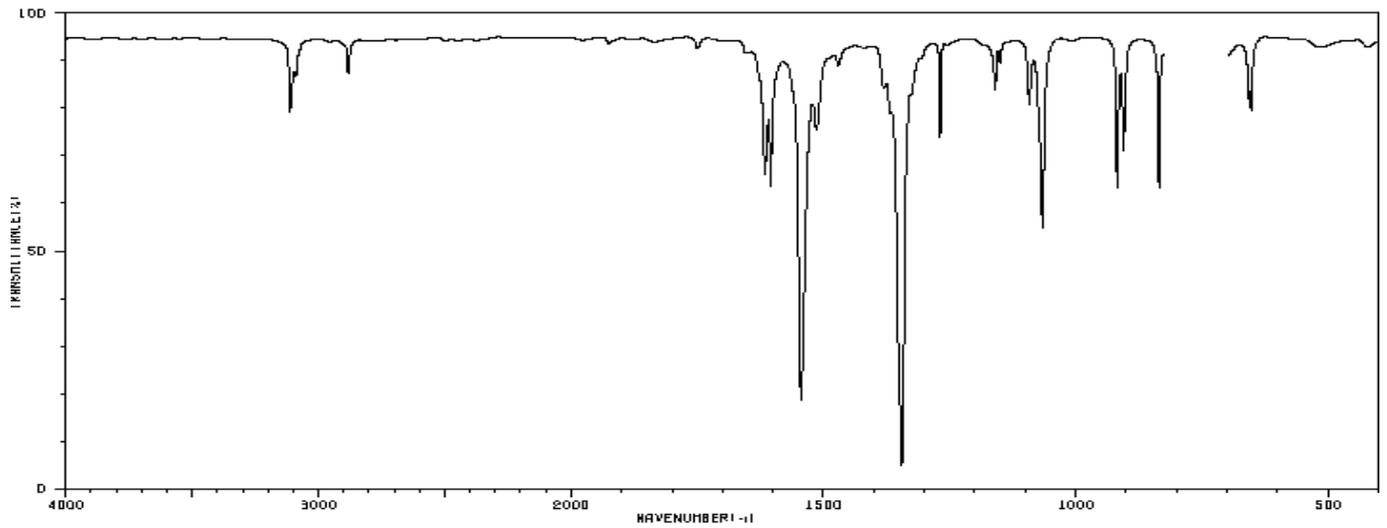
B -

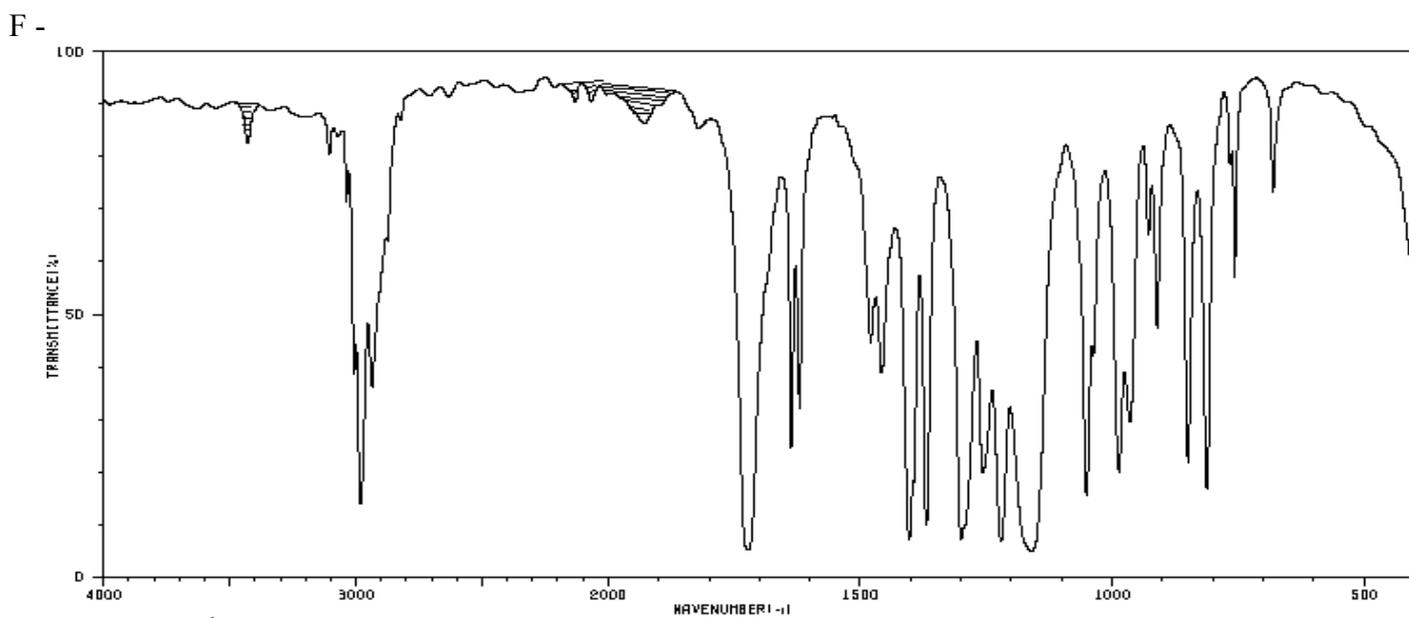
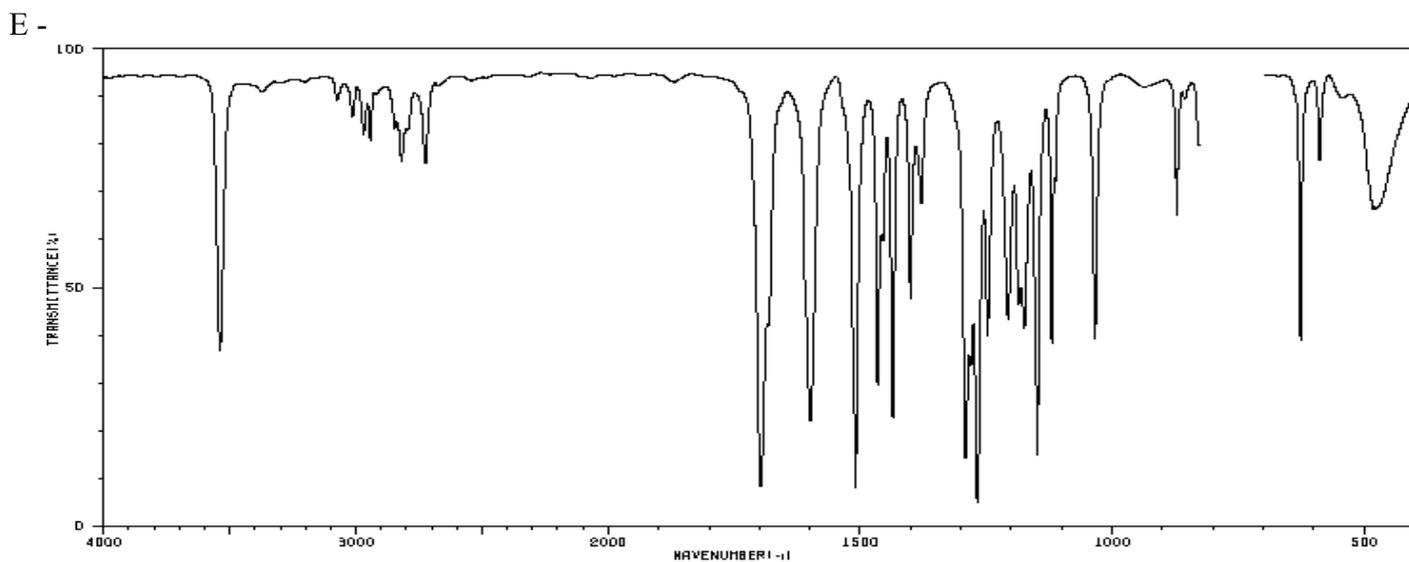


C -

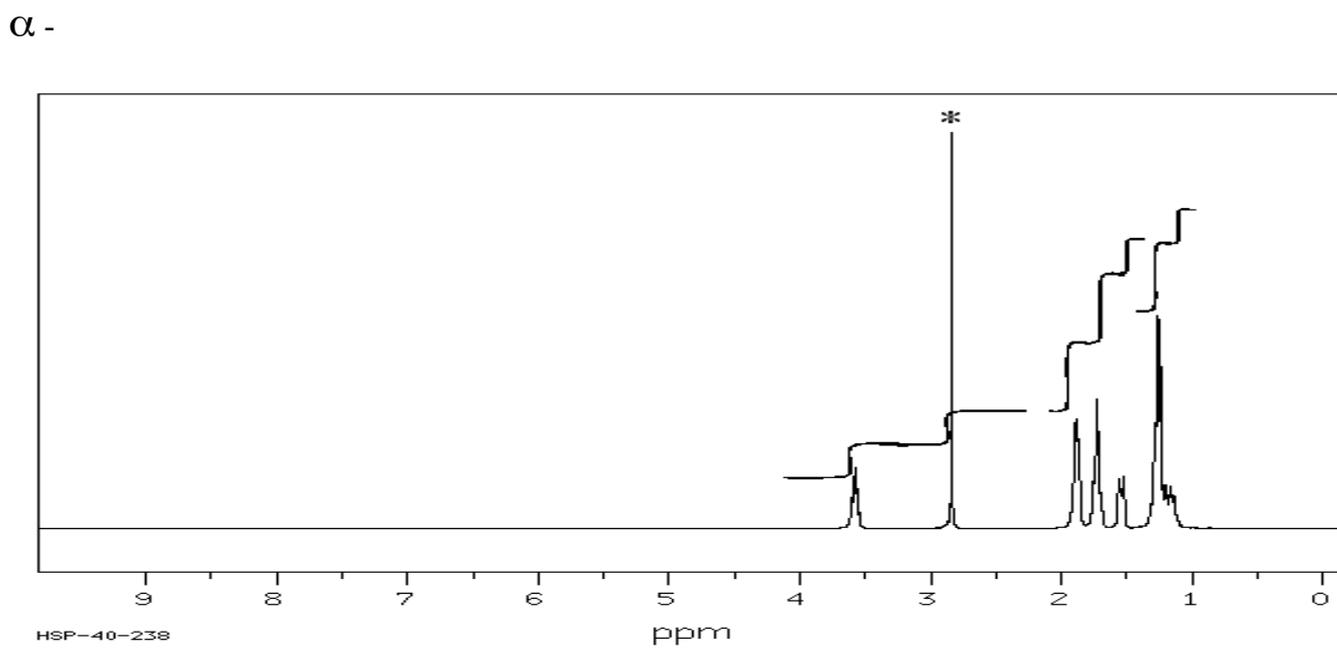


D -



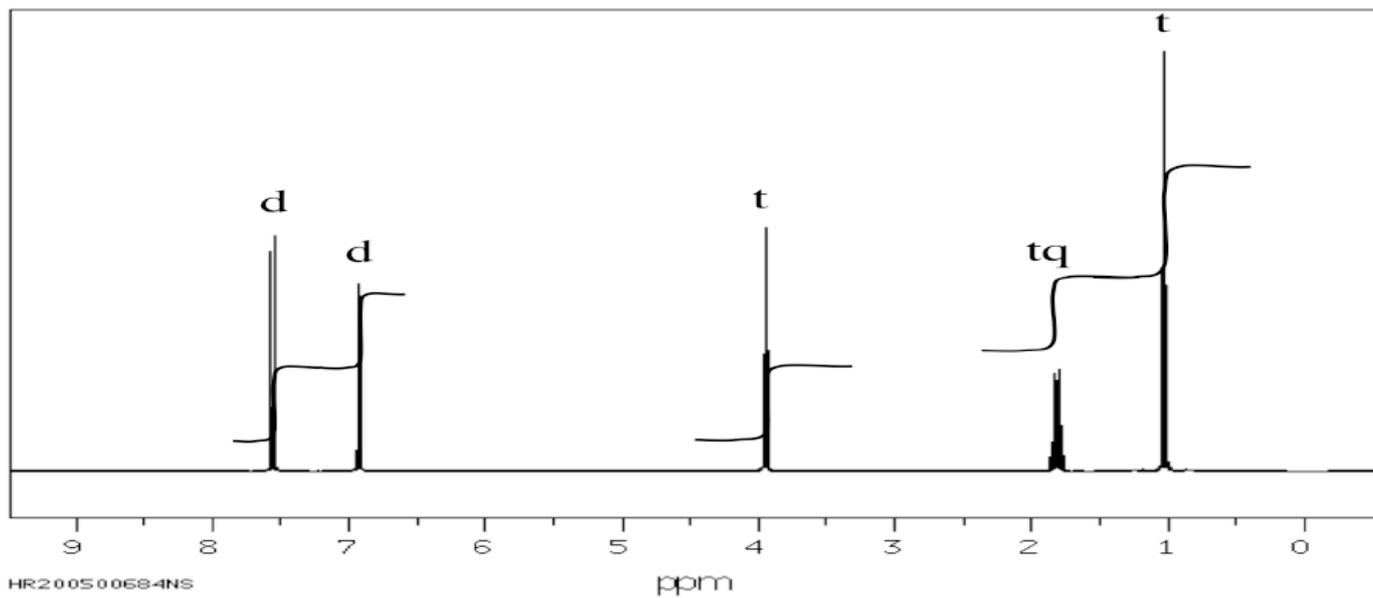


Spectres RMN ^1H :

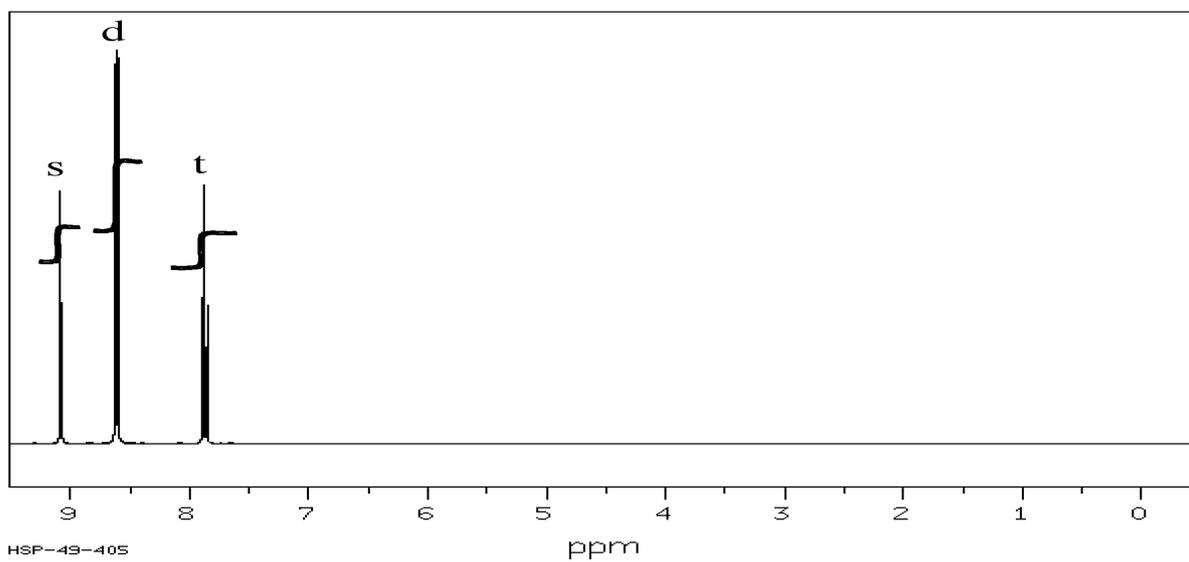


HSP-40-238

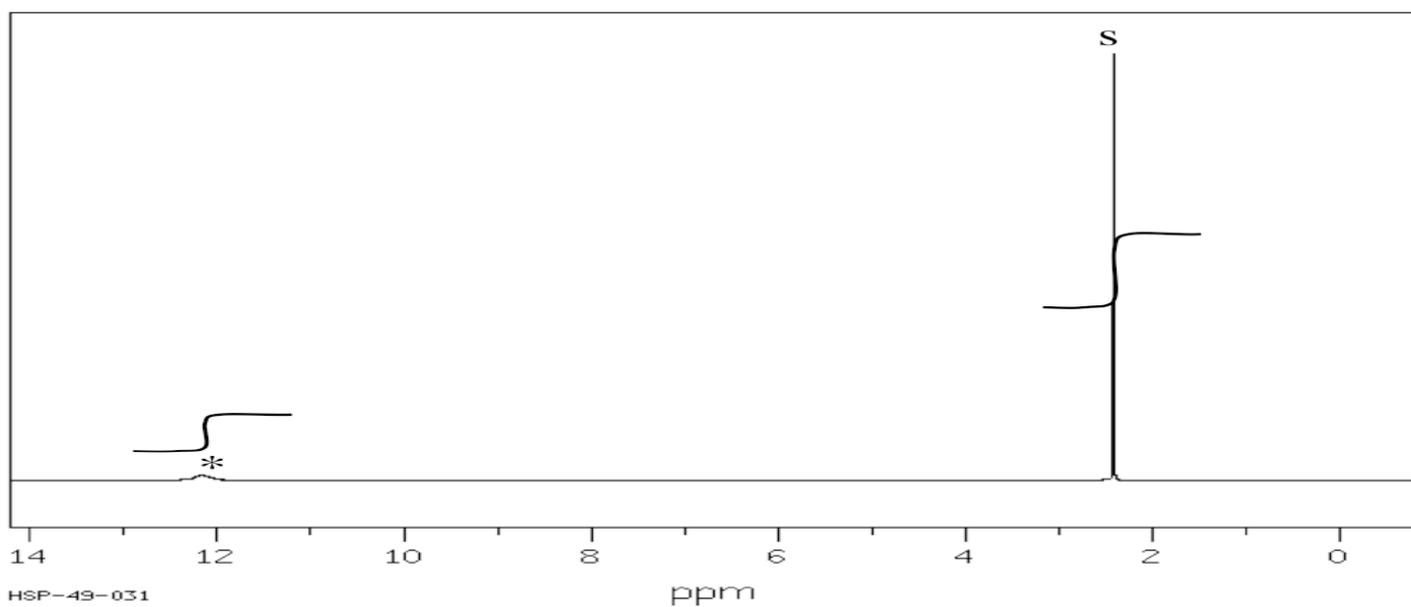
β -



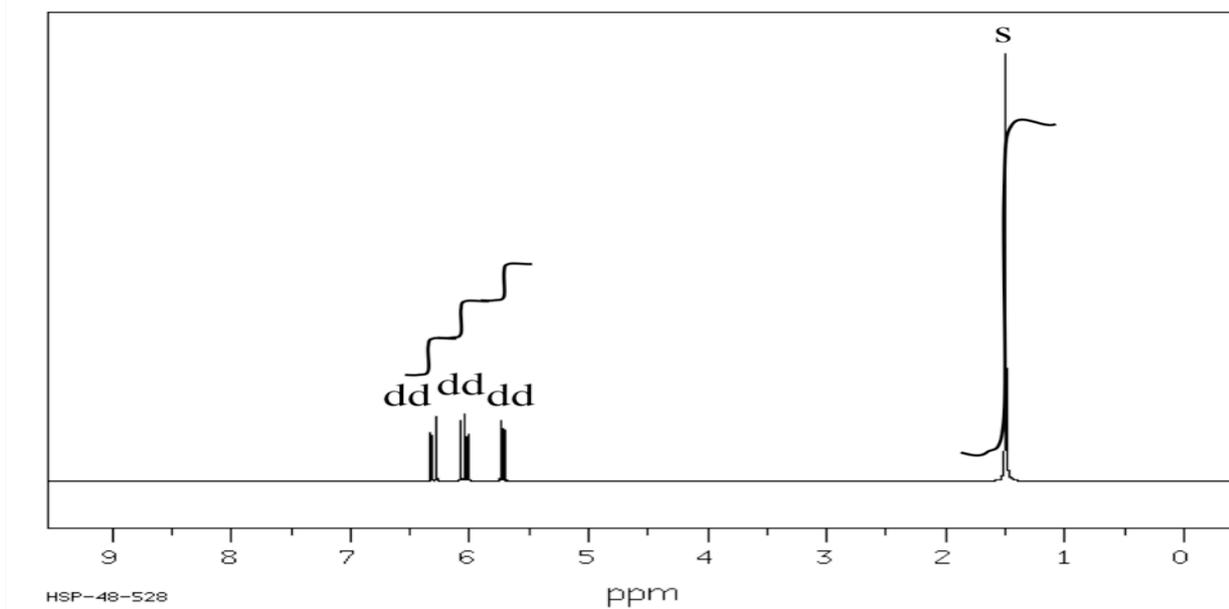
γ -



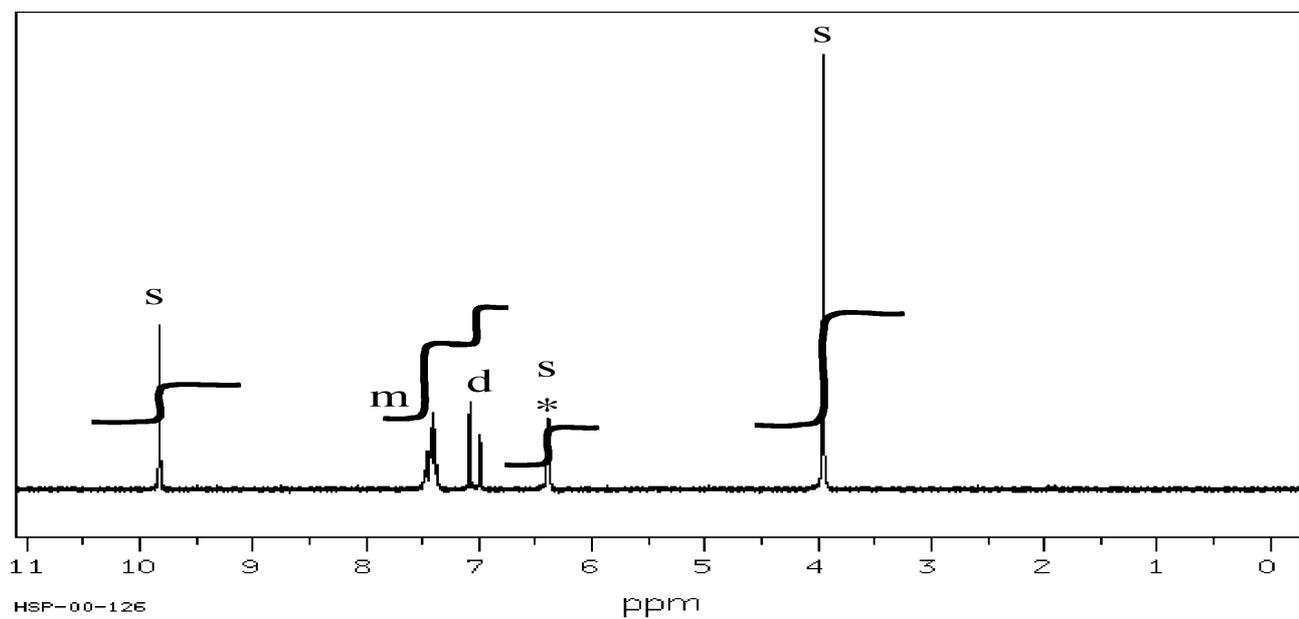
δ -



ε -



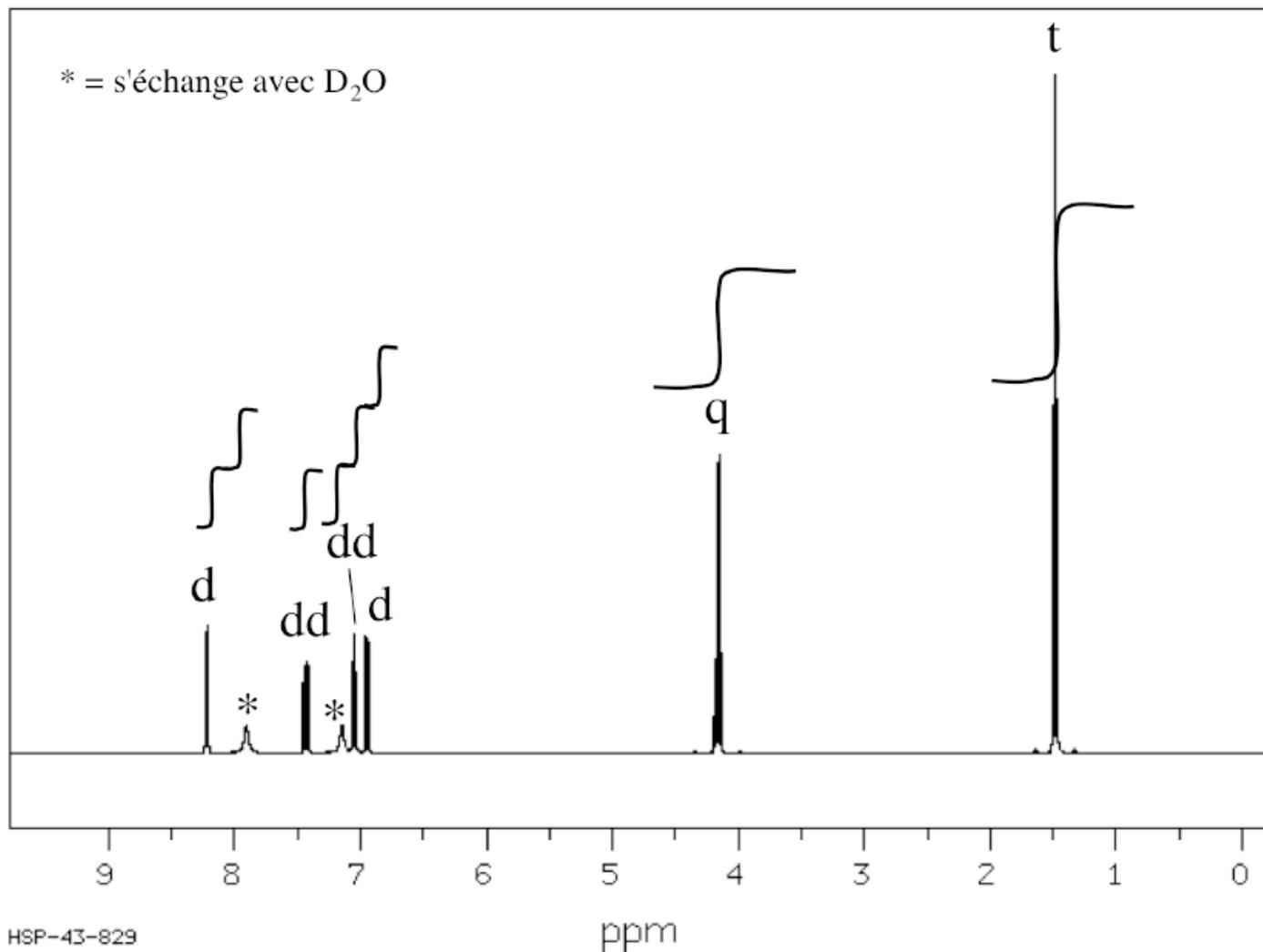
Ω -



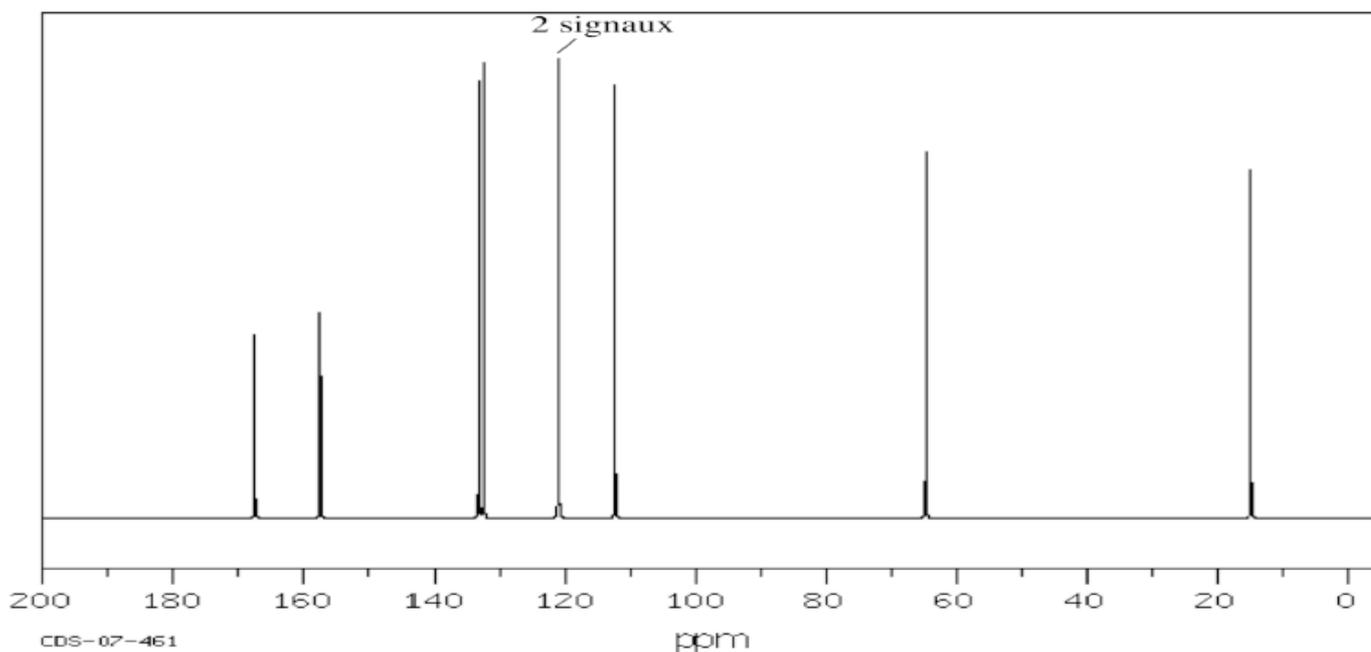
Problème II :

D'après les spectres suivants, donner la structure du composé de formule moléculaire $C_9H_{11}NO_2$. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques. NB : en RMN 1H , les signaux marqués d'un astérisque (*) s'échangent avec D_2O .

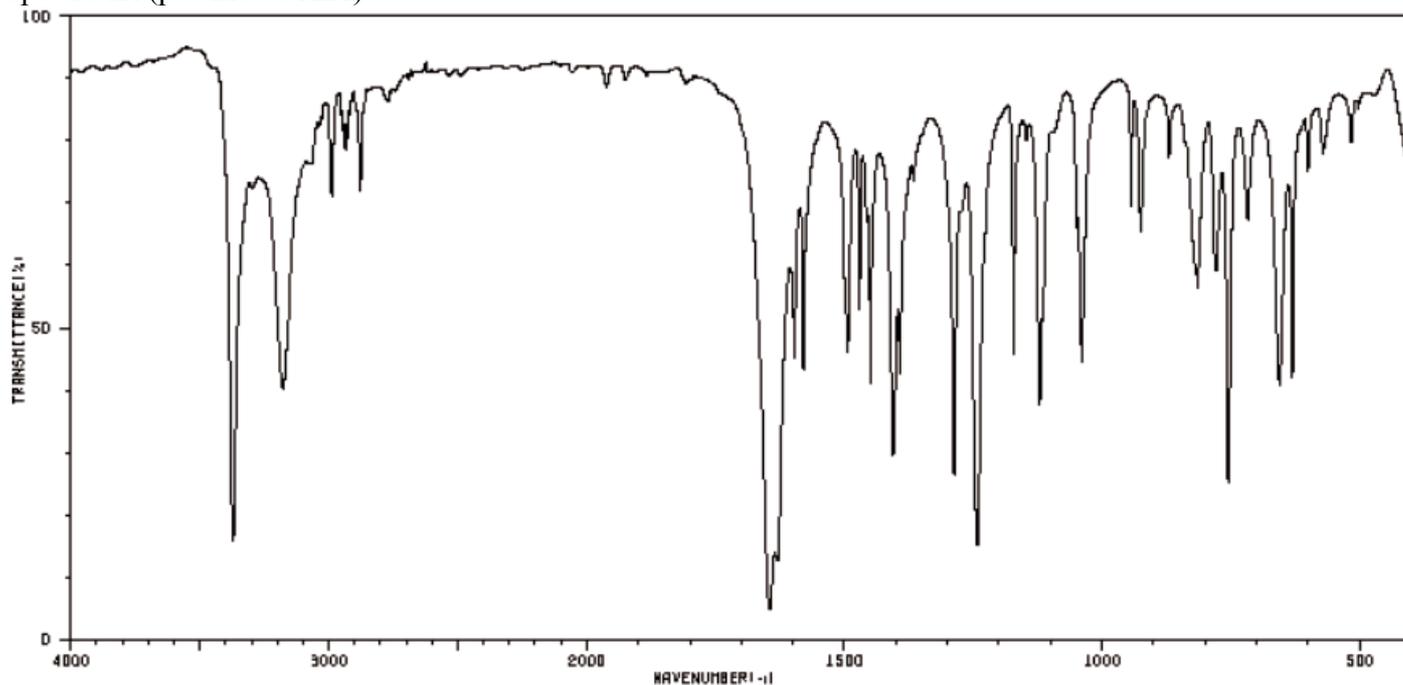
RMN 1H :



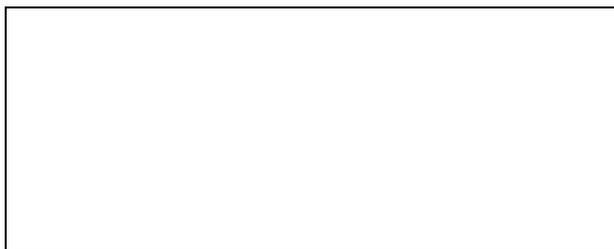
HSP-43-829
RMN $^{13}C\{^1H\}$:



Spectre IR (pastille de KBr) :



Structure proposée :



Problème III : Résonance Magnétique Nucléaire.

Expliquer brièvement pourquoi les protons situés sur une double liaison (alcène ou aldéhyde) sont plus déblindés en RMN ^1H que les protons d'une chaîne alkyle.

Session : 1

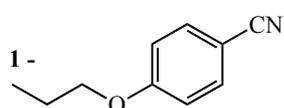
EPREUVE : **Contrôle des Connaissances de Spectroscopie**

Durée : 1 h **Corrigé**

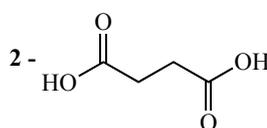
**Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.
 Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.
 Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.**

Problème I :

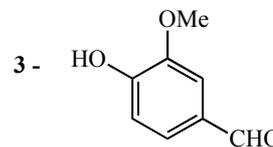
Attribuer les spectres IR et RMN ¹H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé. *NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter. En RMN ¹H, les signaux marqués d'un astérisque (*) s'échangent avec D₂O.* **attribution : 12 x 0,5 points ; indexation : 0,5 point / spectre**



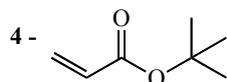
IR : A
 RMN ¹H : β



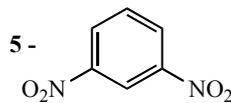
IR : C
 RMN ¹H : δ



IR : E
 RMN ¹H : Ω



IR : F
 RMN ¹H : ε



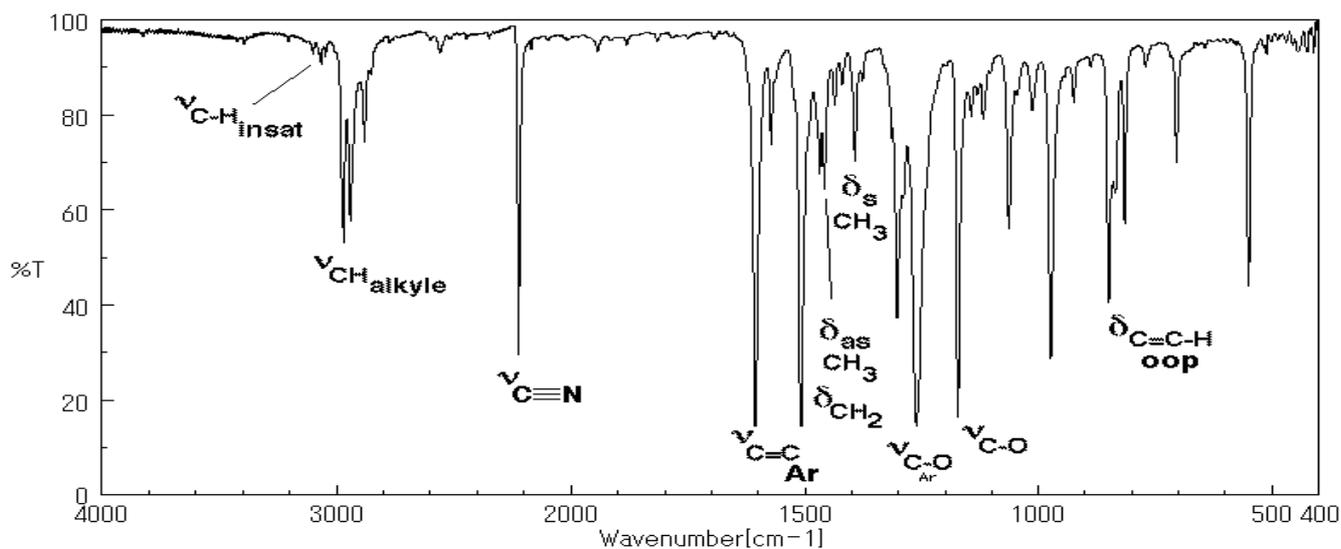
IR : D
 RMN ¹H : γ

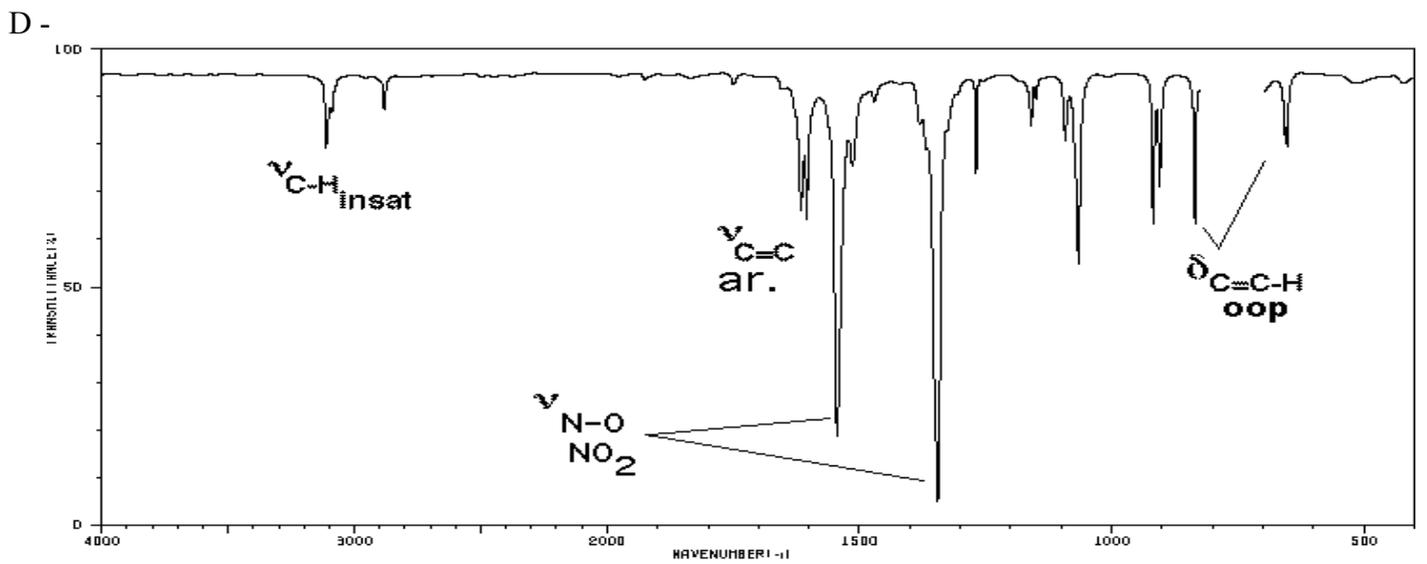
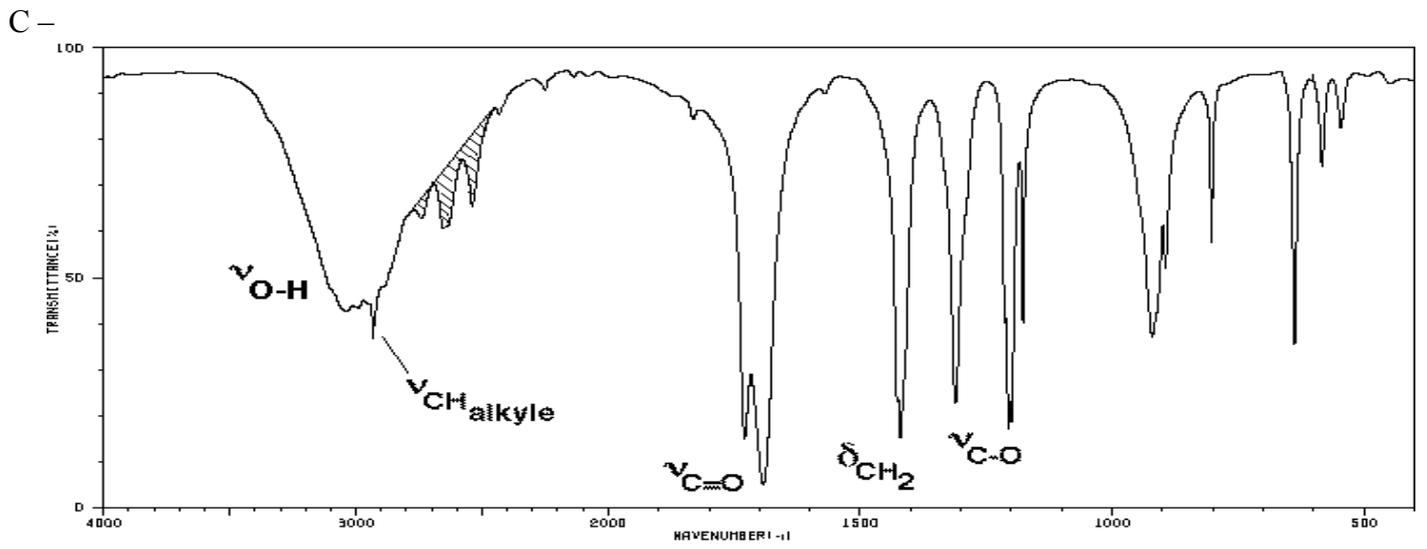
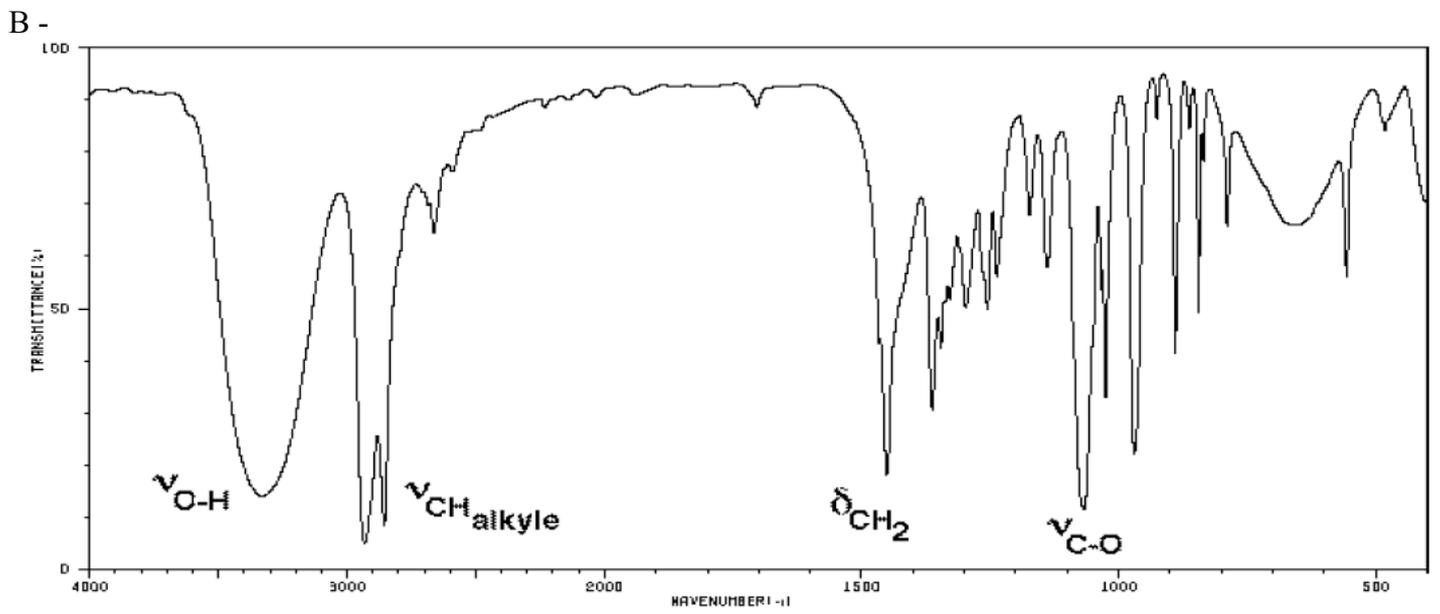


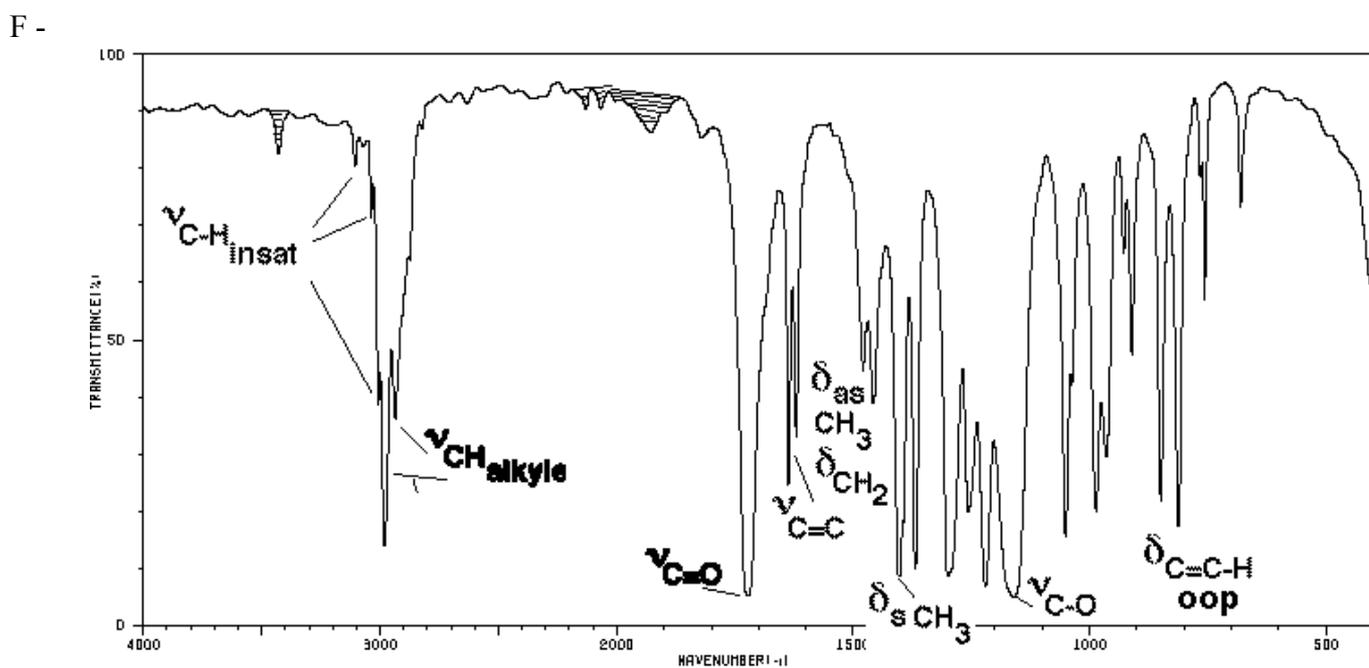
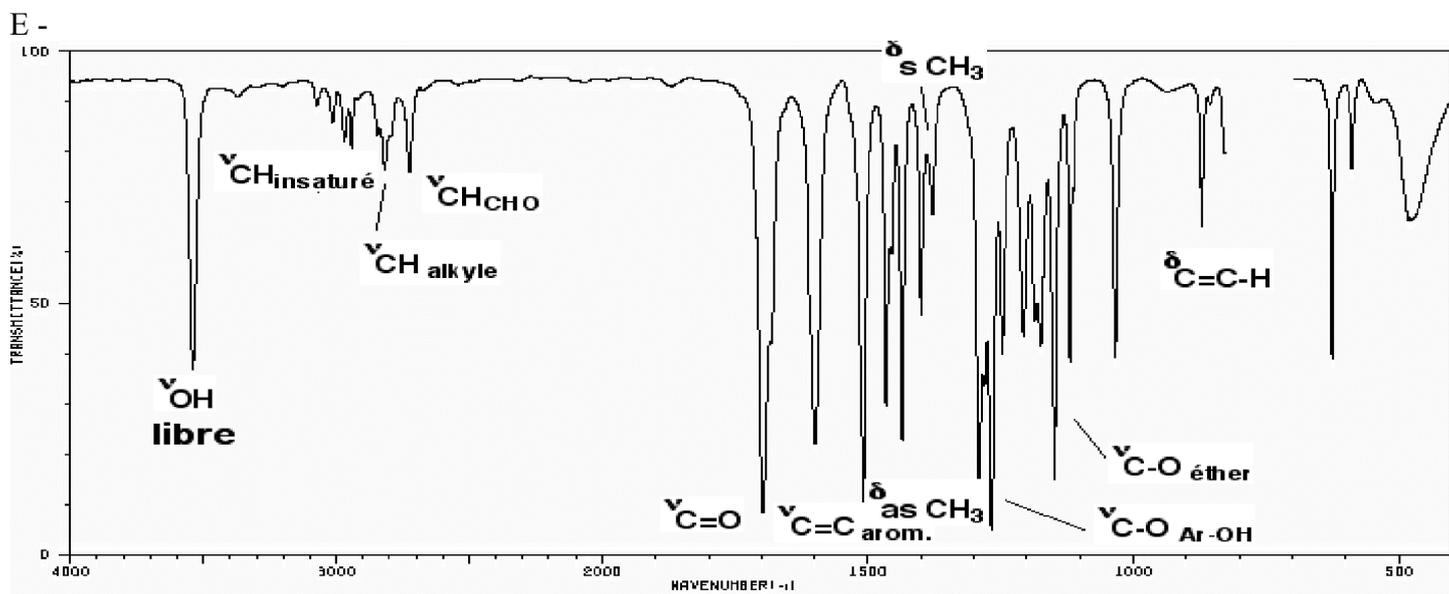
IR : B
 RMN ¹H : α

Spectres IR :

A -

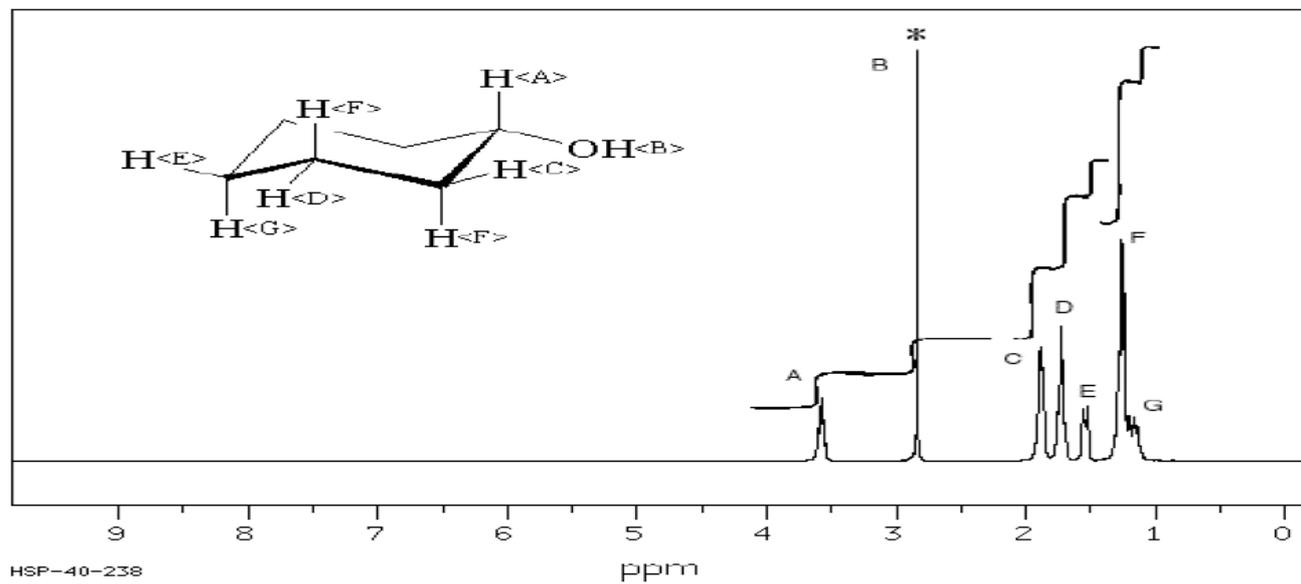




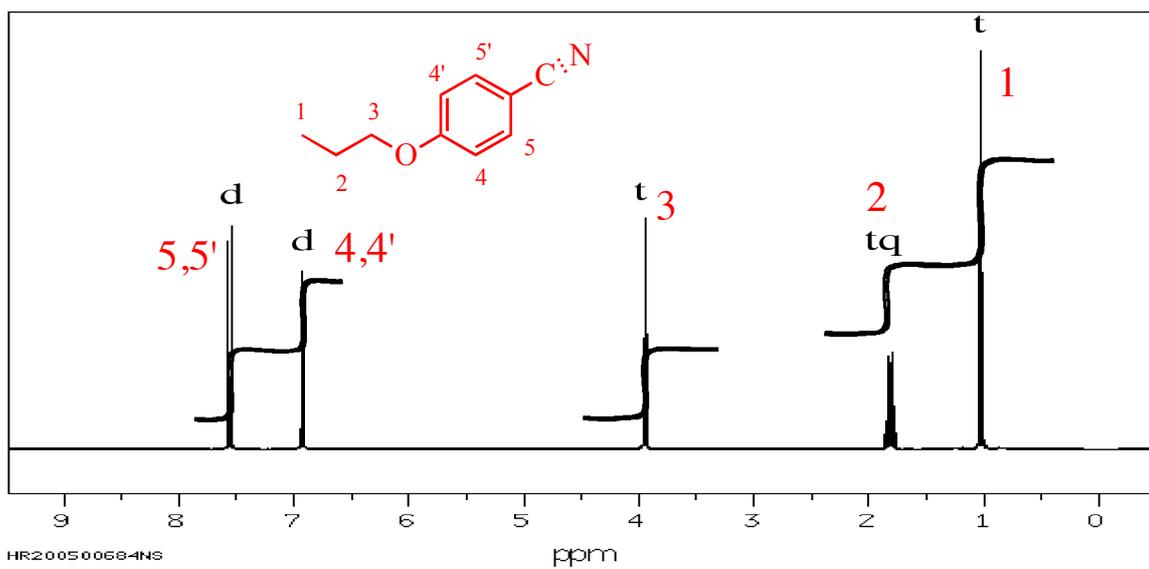


Spectres RMN ¹H :

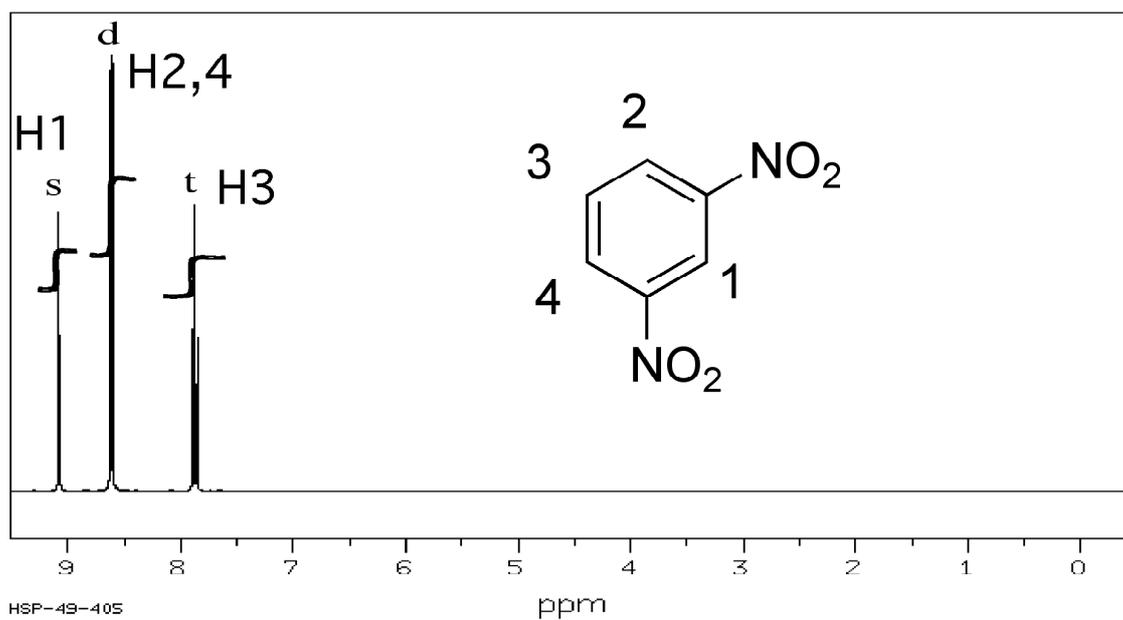
α -



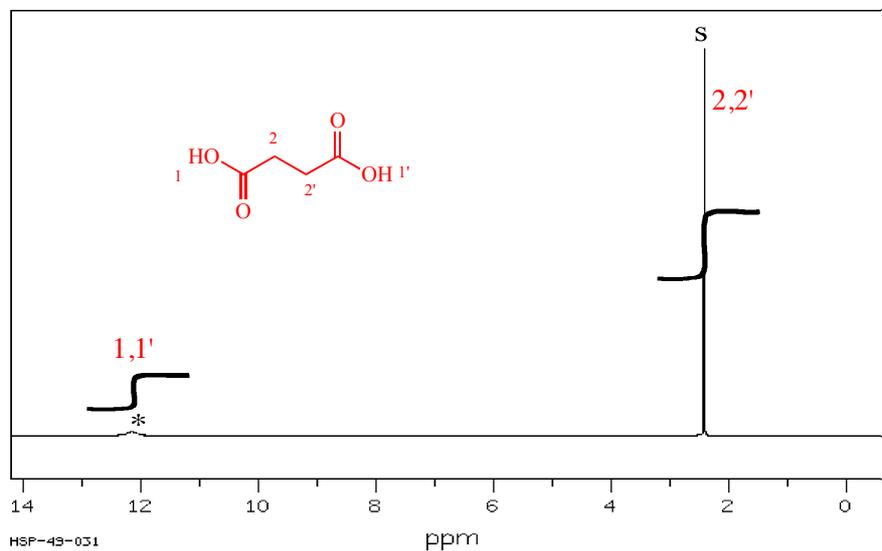
β -



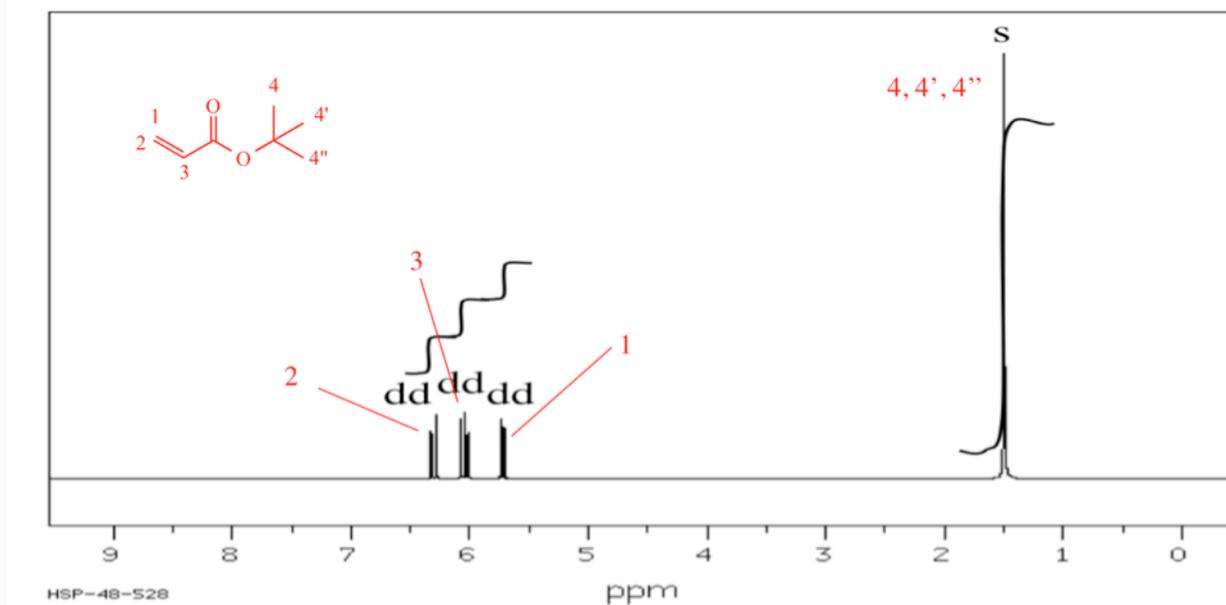
γ -



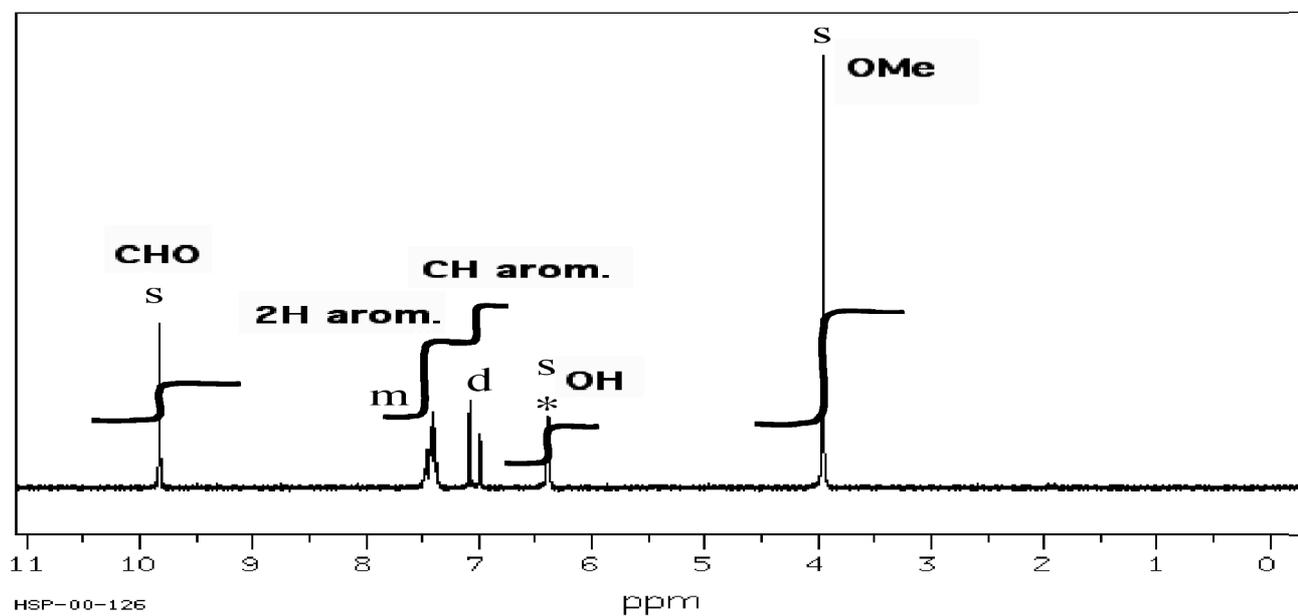
δ -



ε -



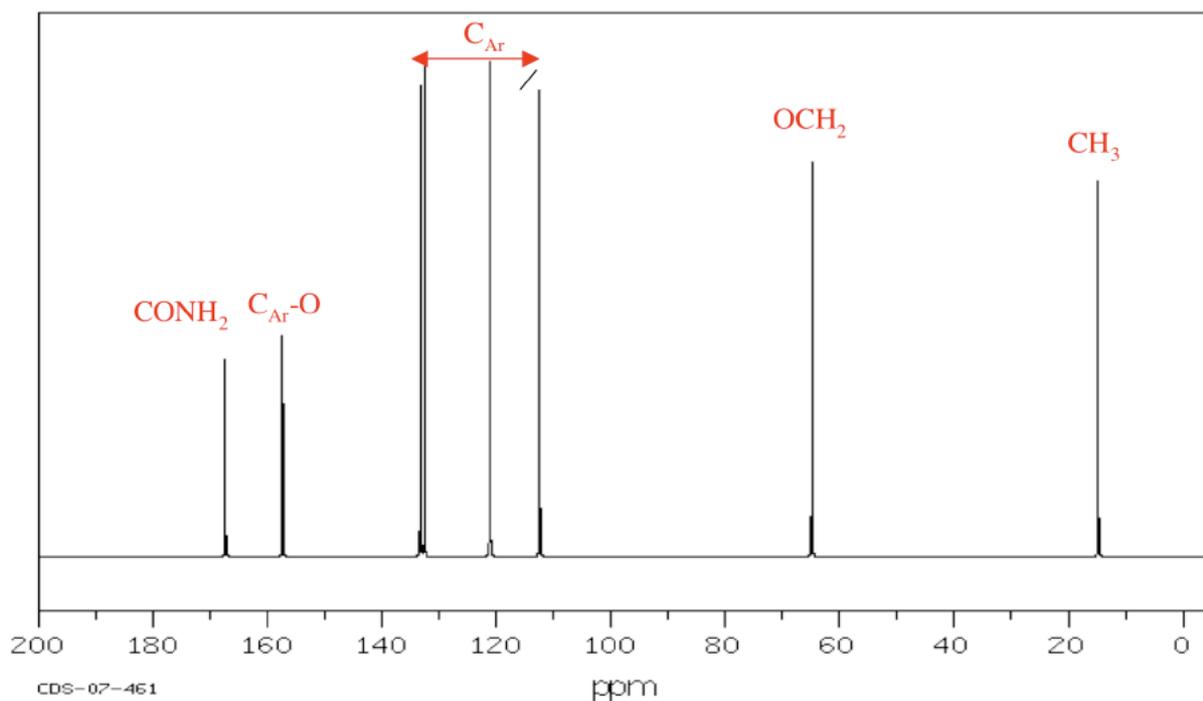
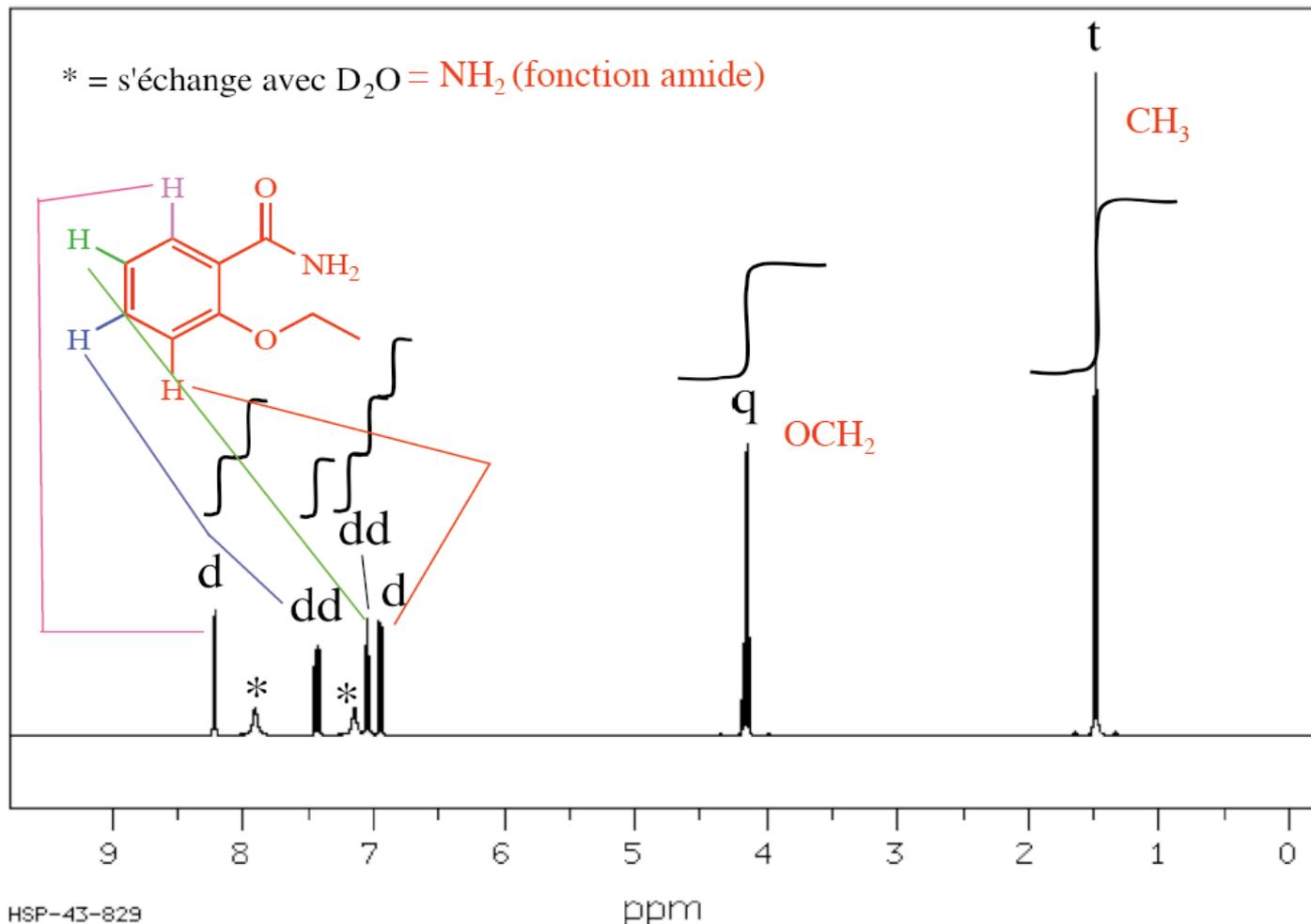
Ω -



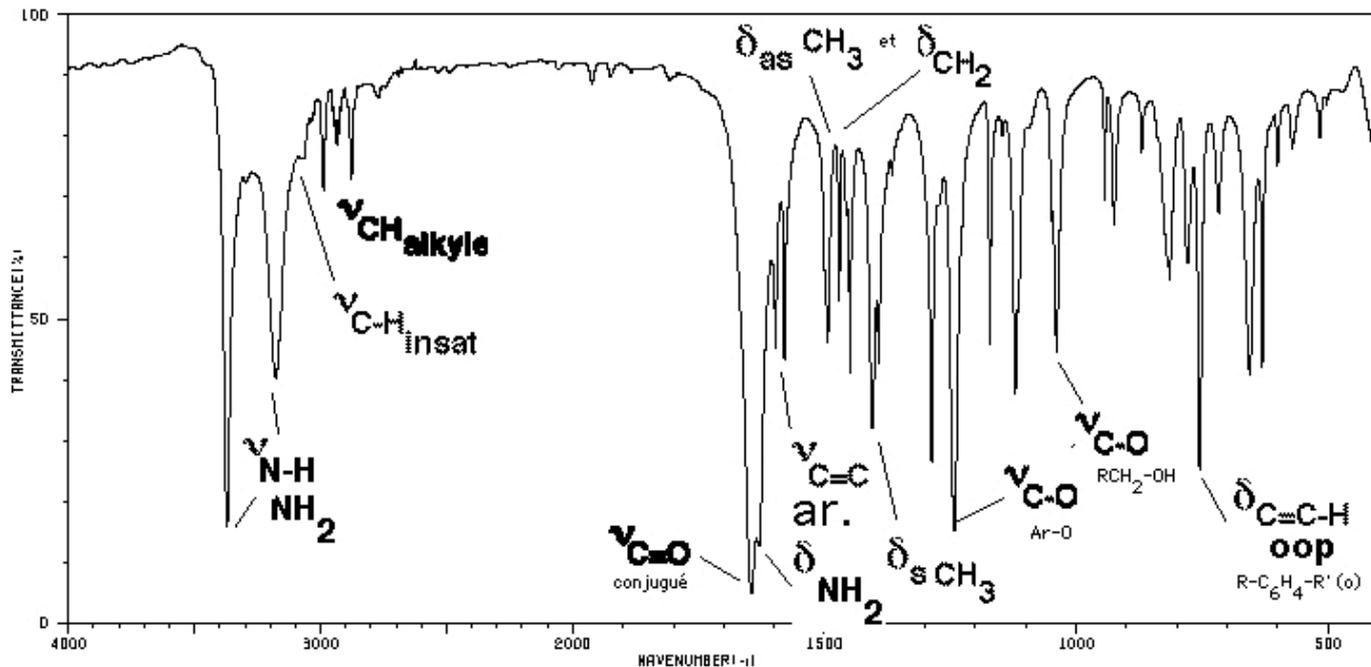
Problème II :

D'après les spectres suivants, donner la structure du composé de formule moléculaire $C_9H_{11}NO_2$. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques. NB : en RMN 1H , les signaux marqués d'un astérisque (*) s'échangent avec D_2O .

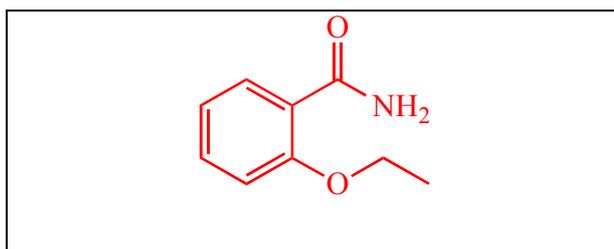
RMN 1H : 1,5 points



Spectre IR (pastille de KBr) : 1,5 points



Structure proposée : 2 points

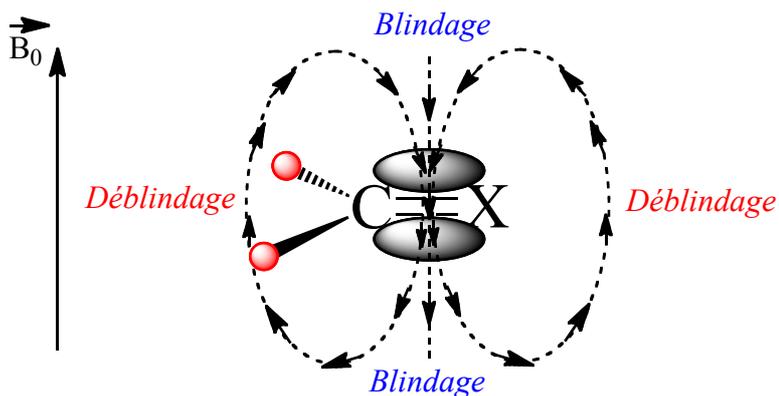


Ethenzamide (analgésique et anti-inflammatoire)

Problème III : Résonance Magnétique Nucléaire. 2 points

Expliquer brièvement pourquoi les protons situés sur une double liaison (alcène ou aldéhyde) sont plus déblindés en RMN ¹H que les protons d'une chaîne alkyle.

Lorsqu'une double liaison est placée dans un champ magnétique B_0 , il y a création d'une "circulation" des électrons π de cette liaison. Cette circulation entraîne l'apparition d'un champ induit B_i qui s'oppose à B_0 au centre de la double liaison et qui va dans le même sens à la périphérie de celle-ci (cf schéma). Par conséquent, les protons, situés à la périphérie de la double liaison, sont soumis à un champ effectif $B_{\text{eff}} = B_0 + B_i$. La fréquence de résonance étant proportionnelle au champ magnétique, ces protons résonnent à une fréquence plus élevée que les protons d'une chaîne alkyle qui ne subissent pas cet effet.



Session : 1

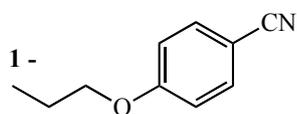
EPREUVE : Contrôle des Connaissances de Spectroscopie

Durée : 1 h

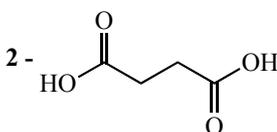
Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.
Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.
Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.

Problème I :

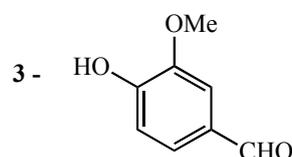
Attribuer les spectres IR et RMN ^1H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé. *NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter. En RMN ^1H , les signaux marqués d'un astérisque (*) s'échangent avec D_2O .*



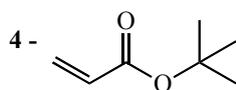
IR :
RMN ^1H :



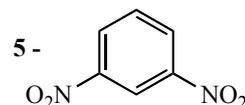
IR :
RMN ^1H :



IR :
RMN ^1H :



IR :
RMN ^1H :



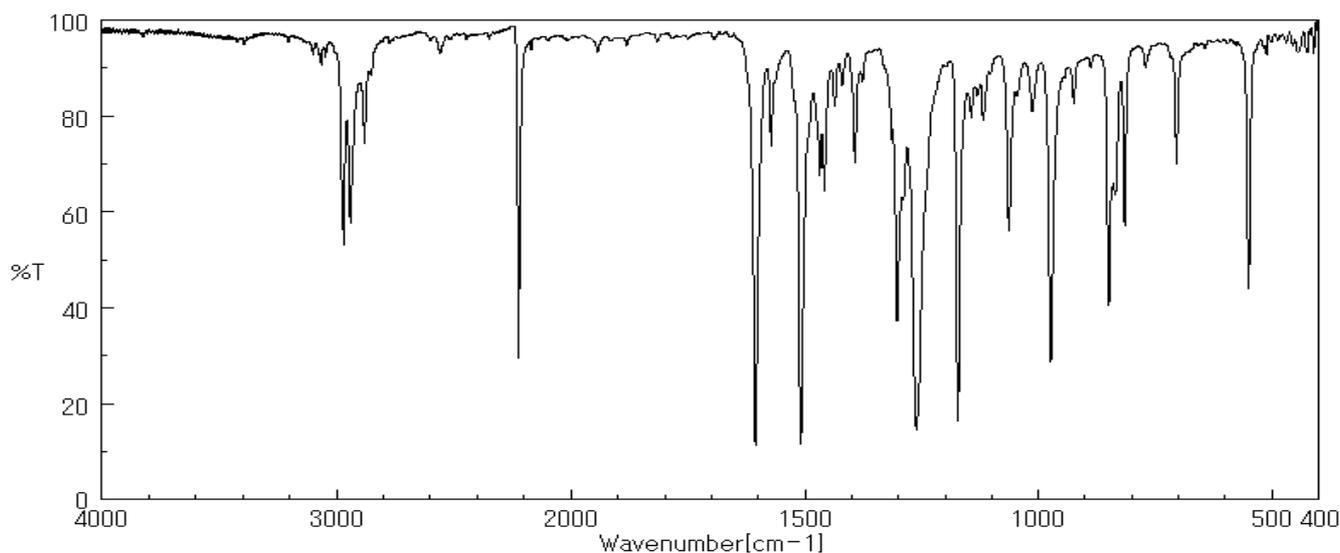
IR :
RMN ^1H :



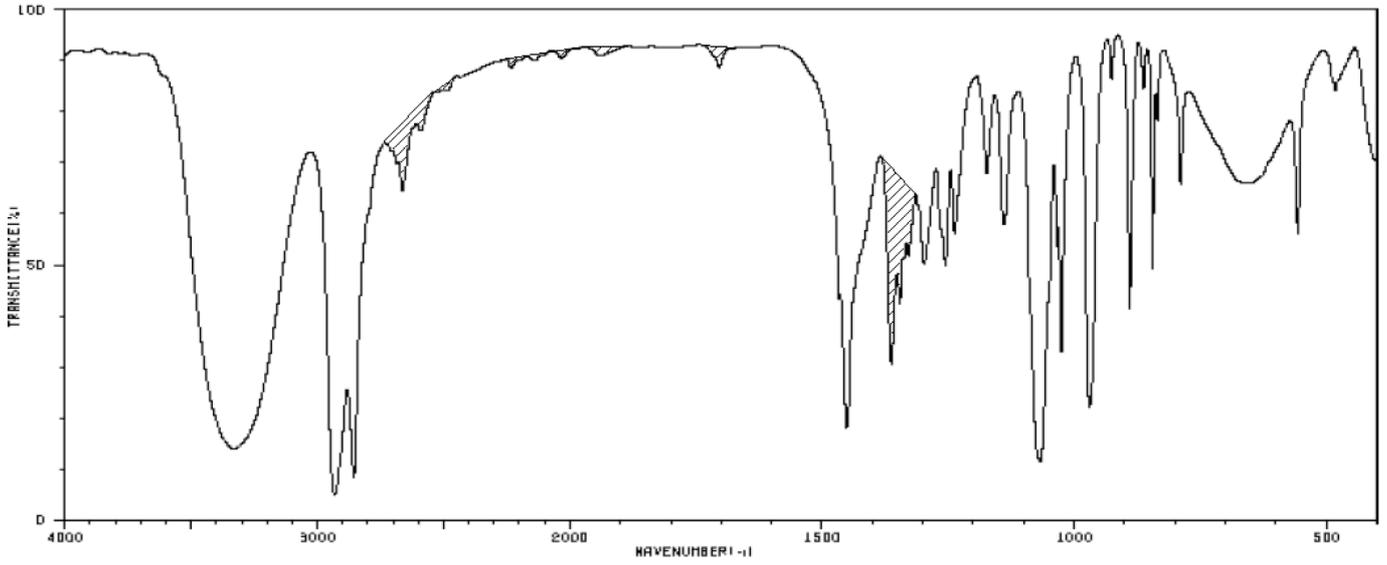
IR :
RMN ^1H :

Spectres IR :

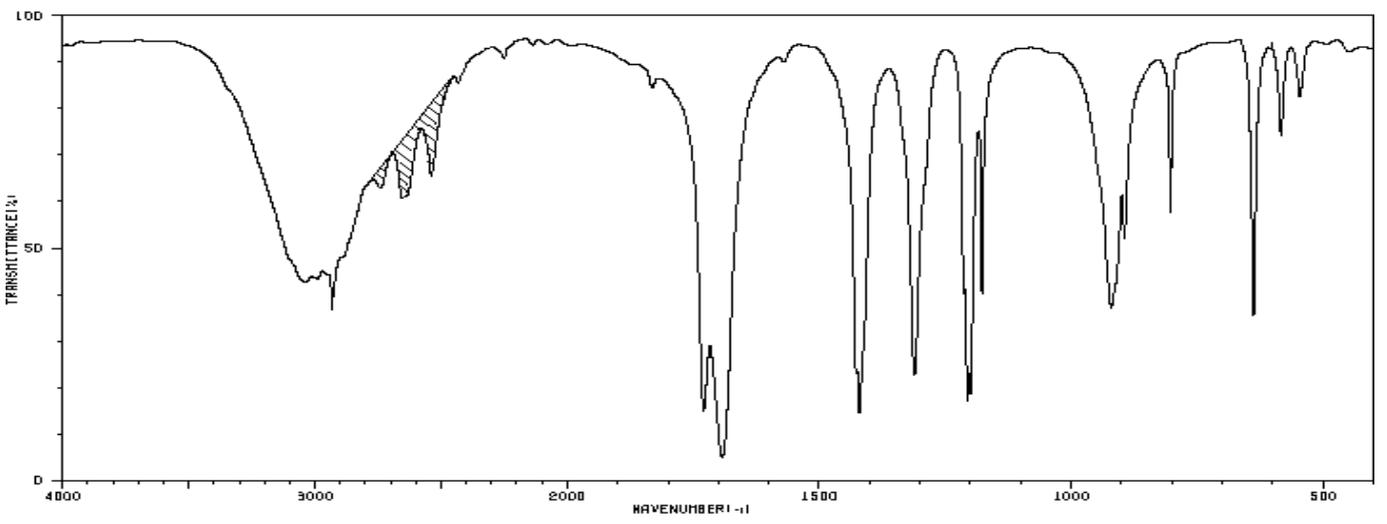
A -



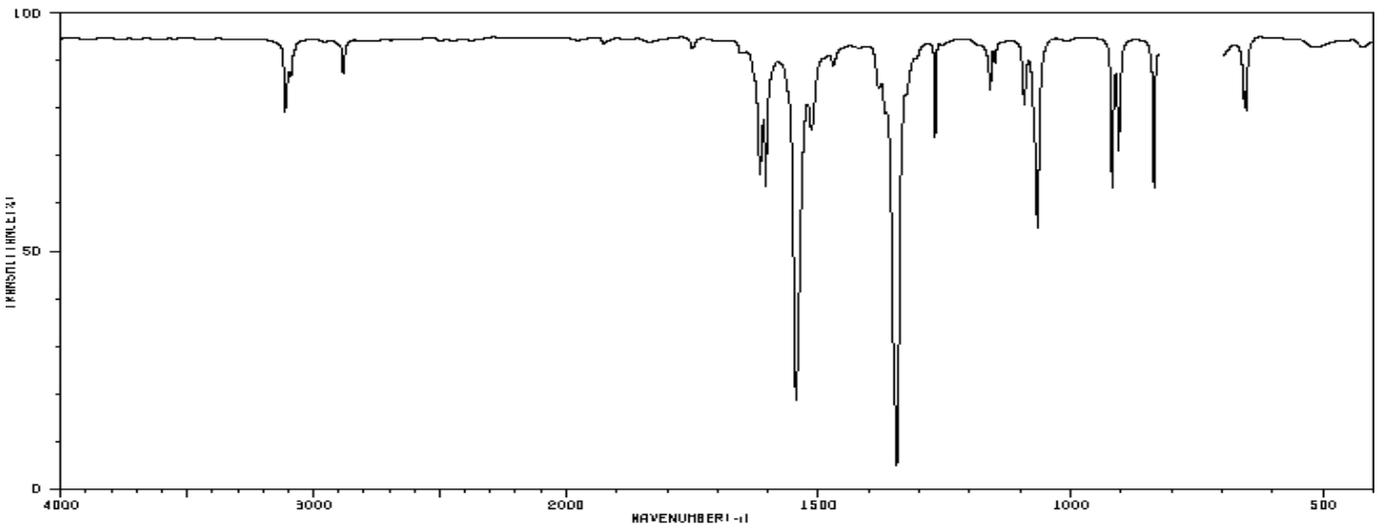
B -

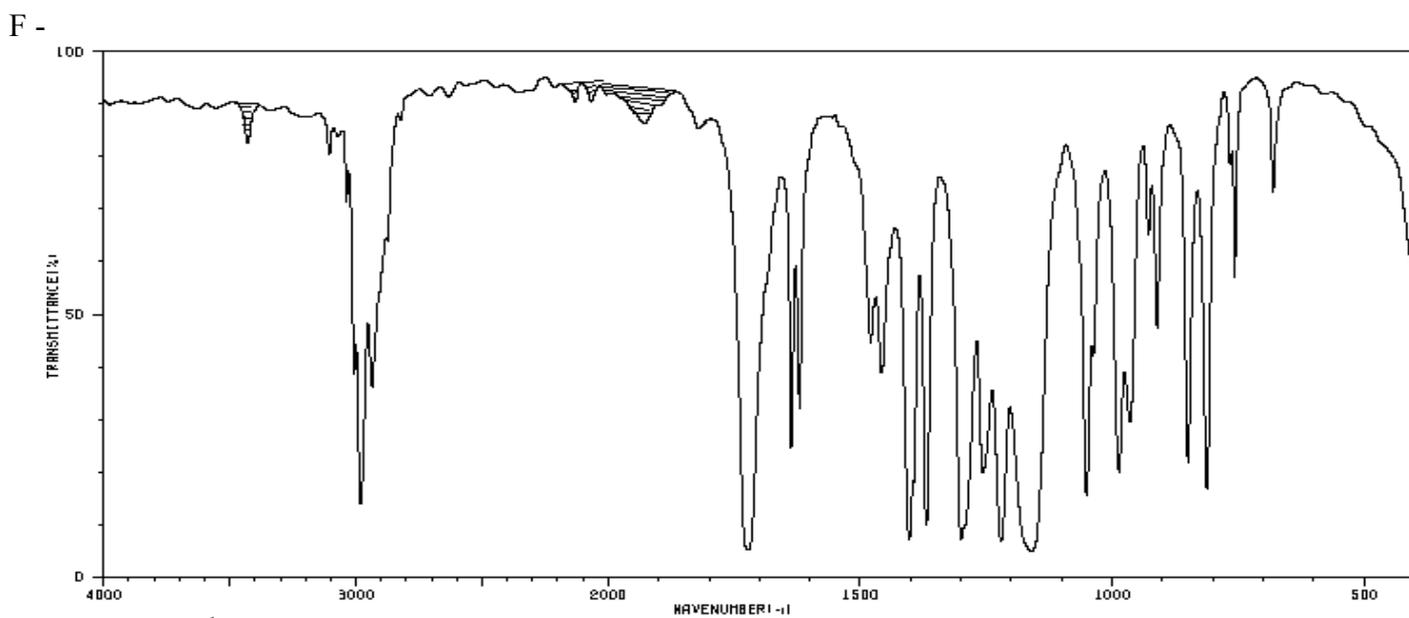
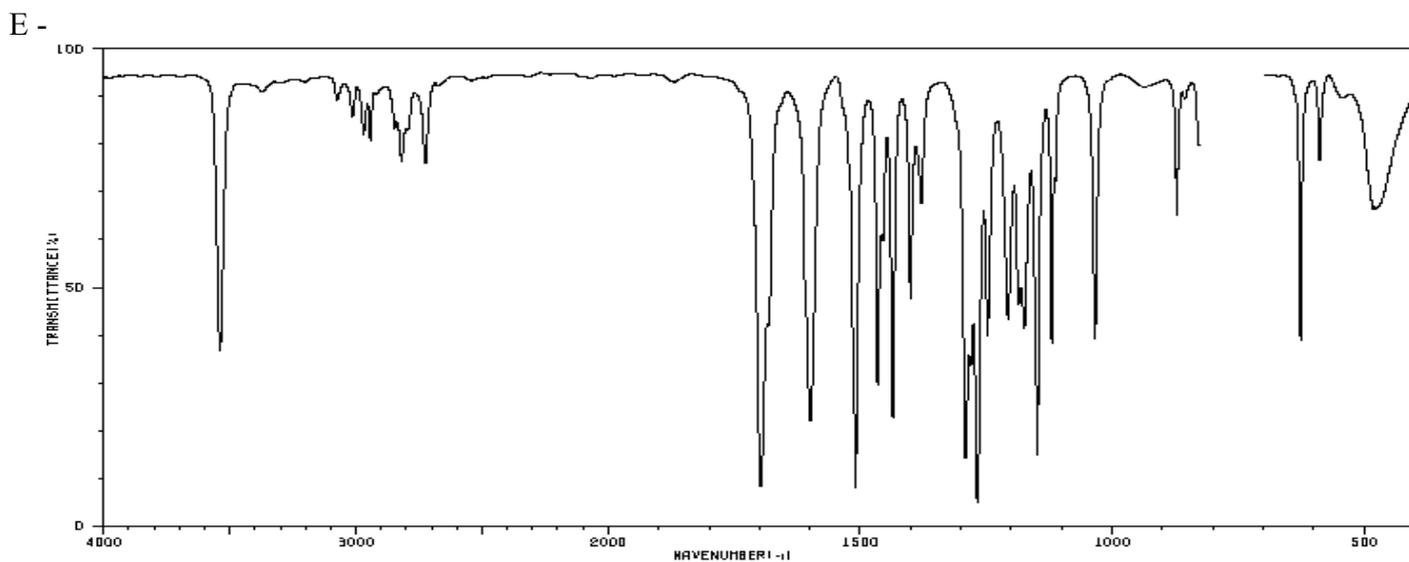


C -

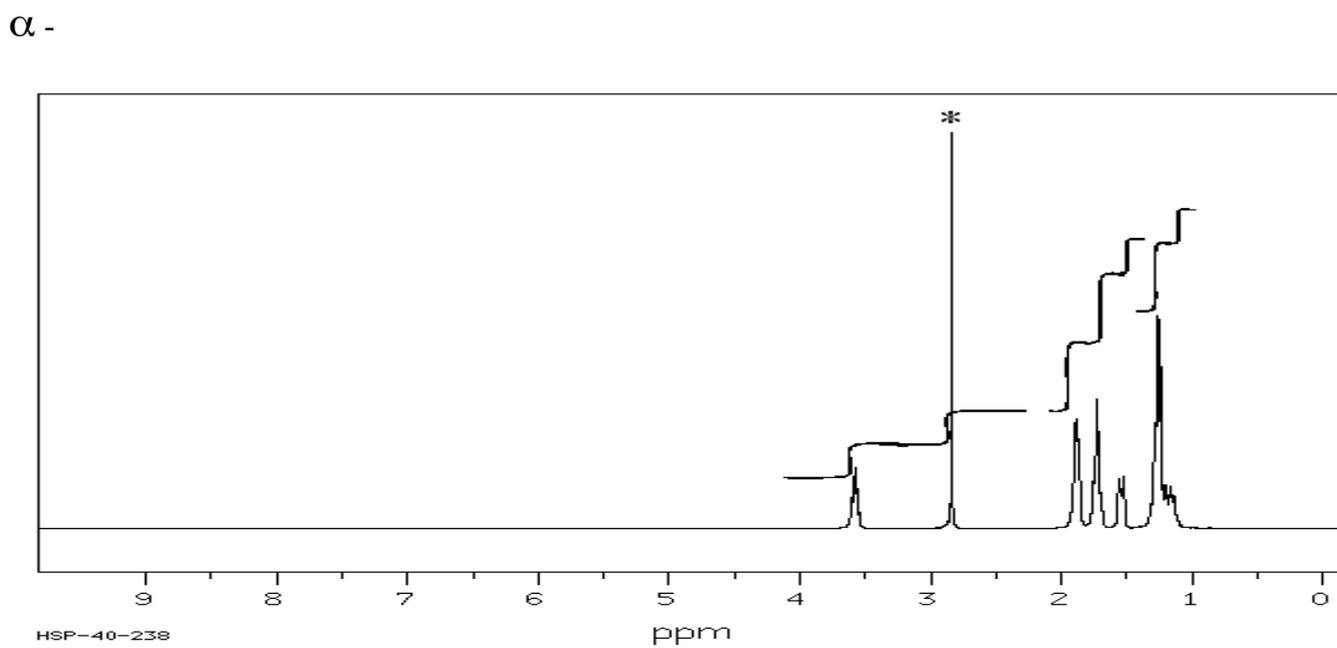


D -



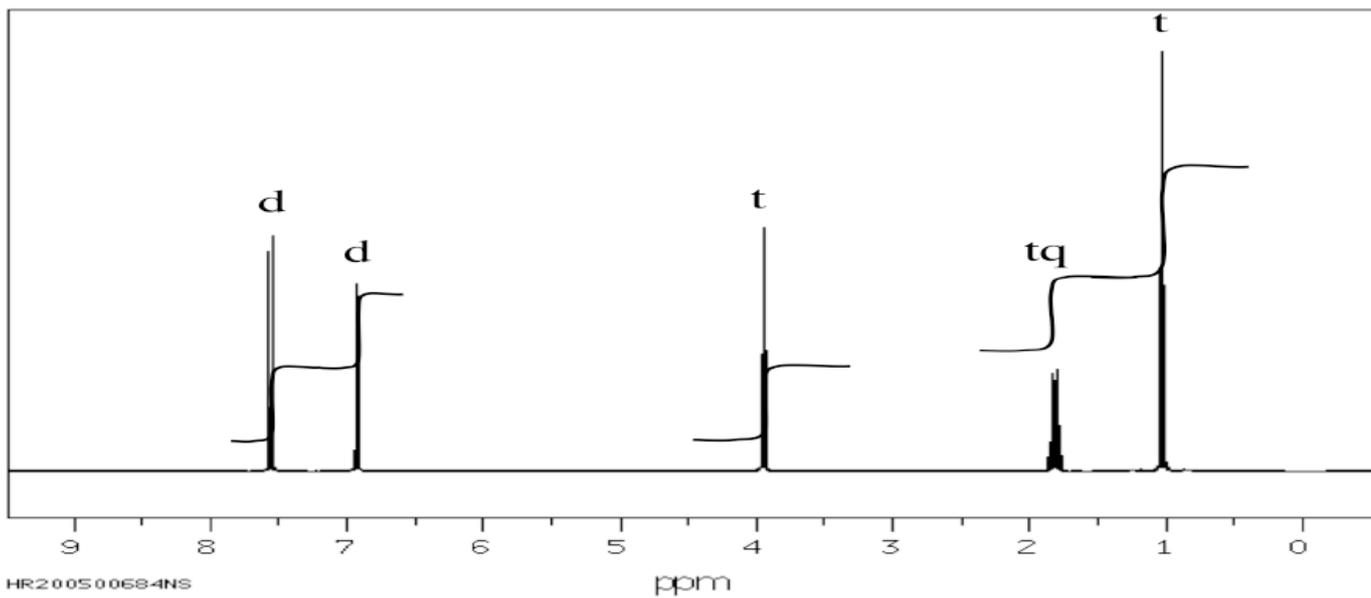


Spectres RMN ^1H :

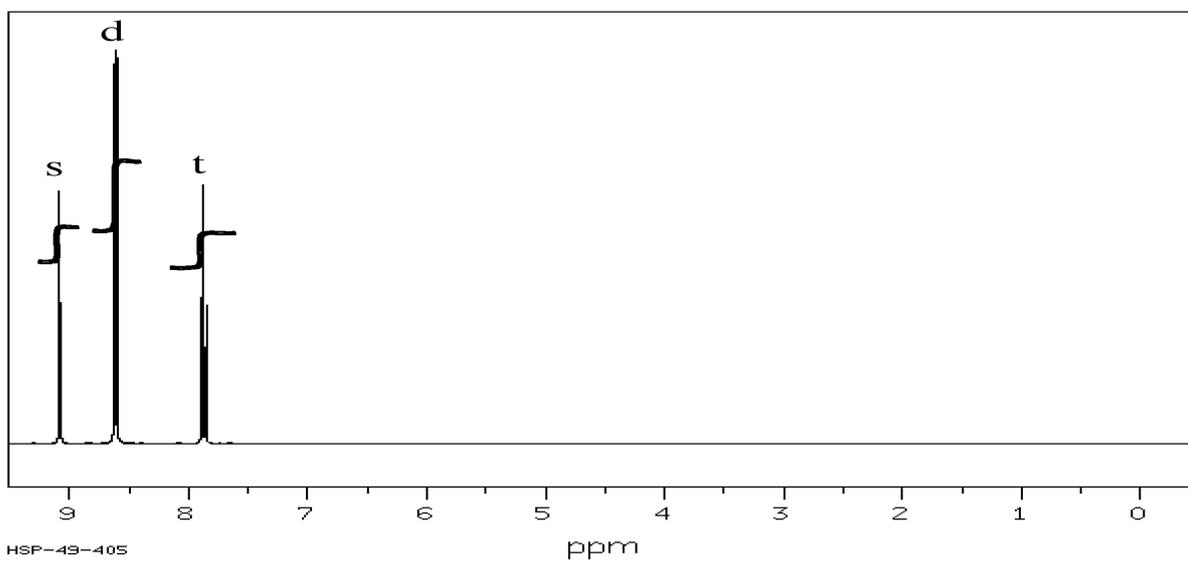


HSP-40-238

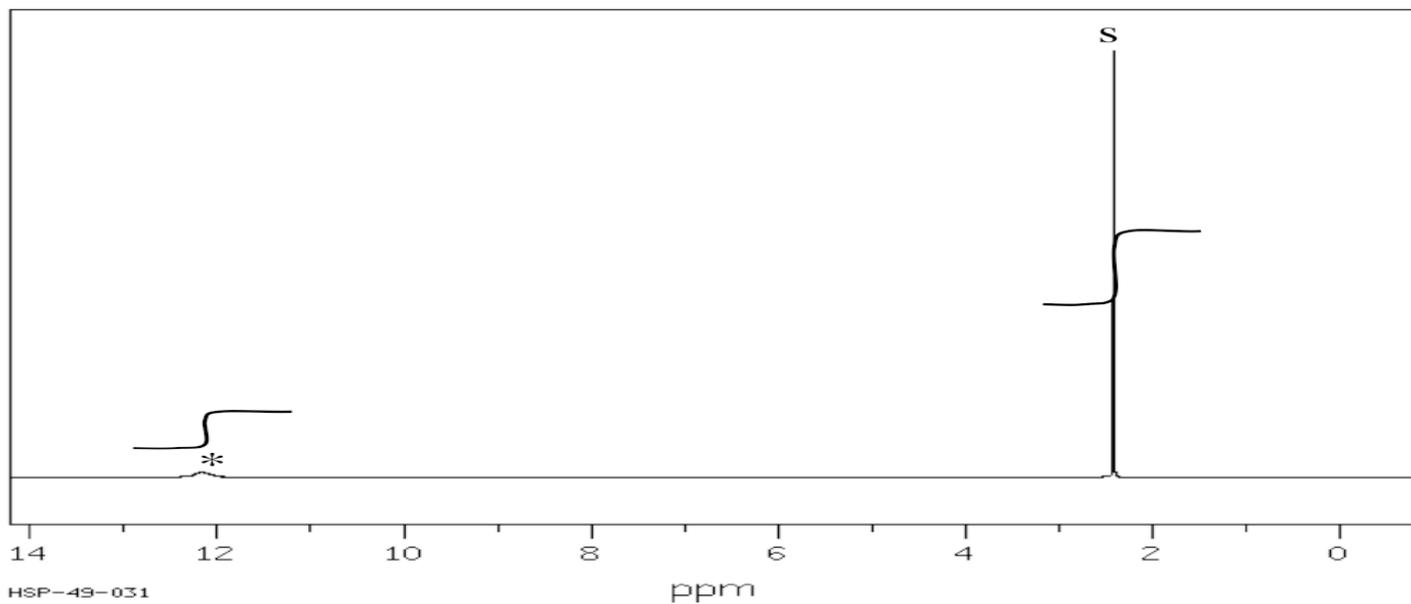
β -



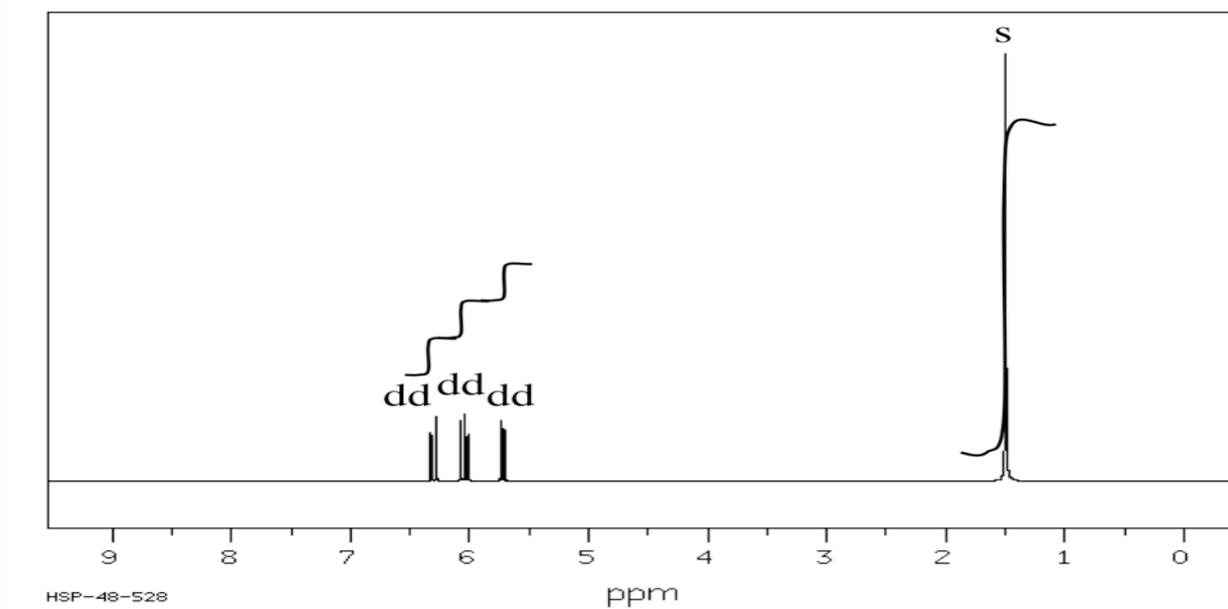
γ -



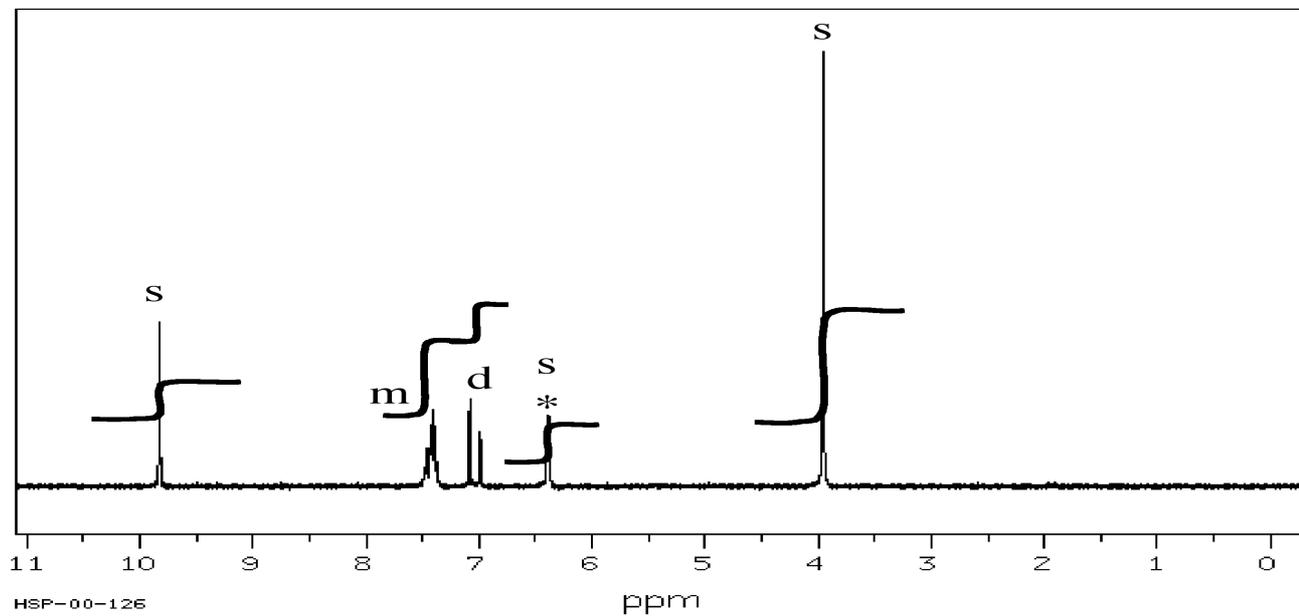
δ -



ε -



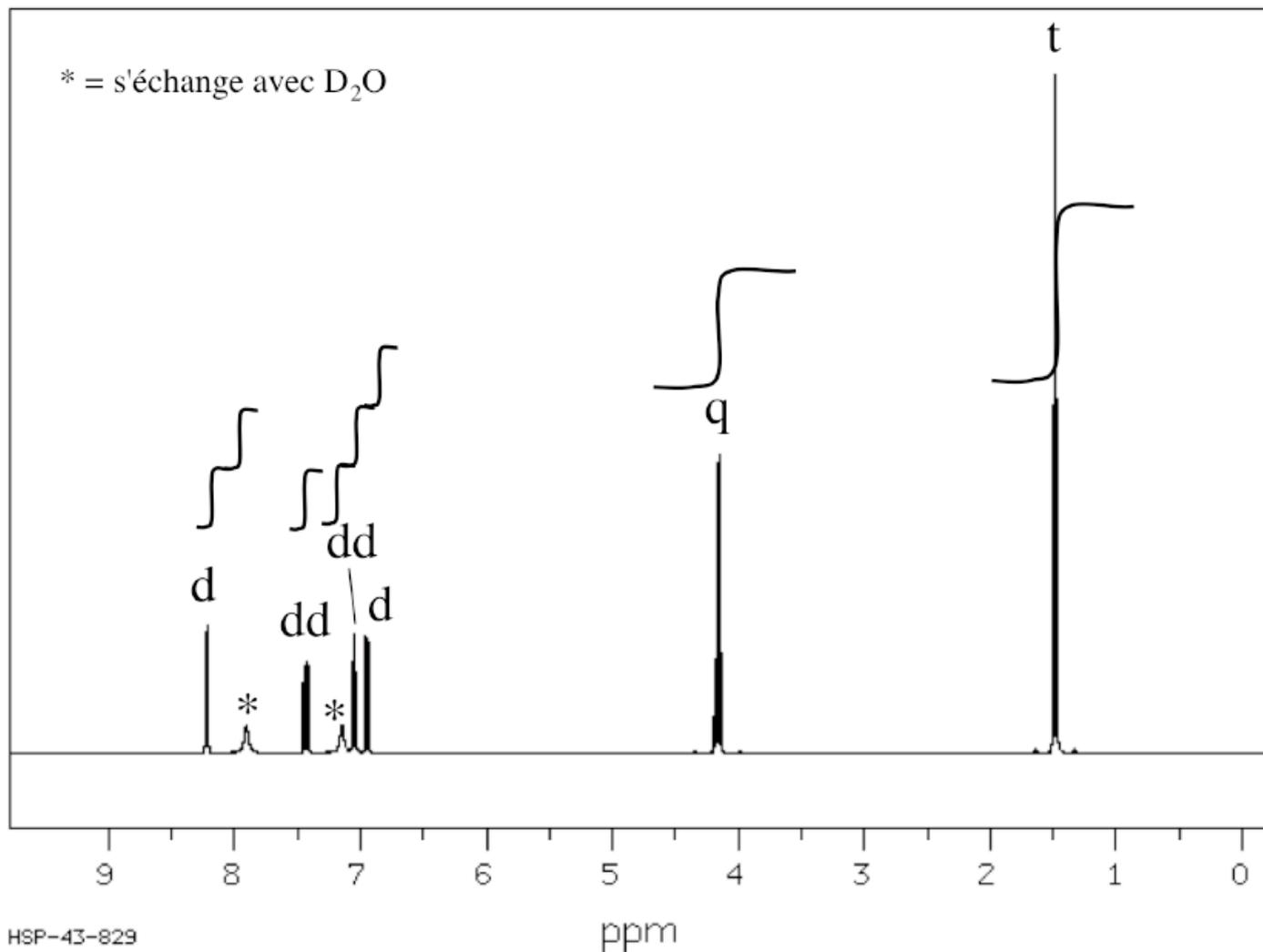
Ω -



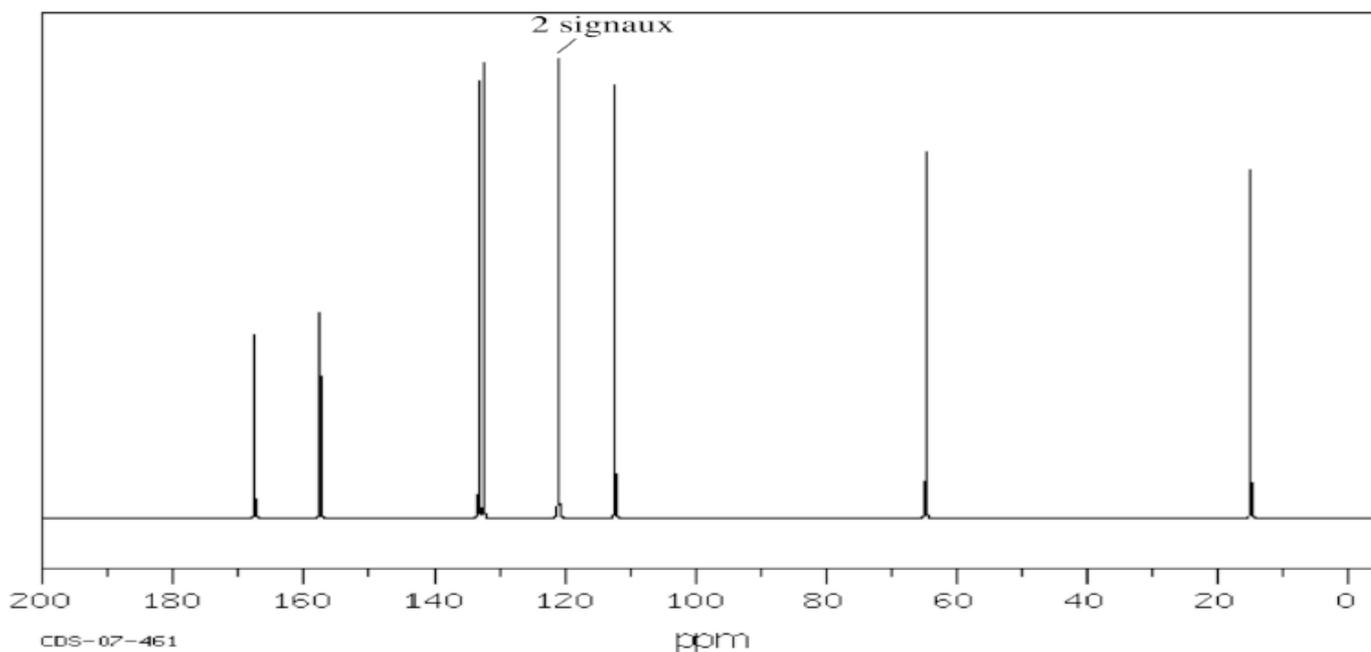
Problème II :

D'après les spectres suivants, donner la structure du composé de formule moléculaire $C_9H_{11}NO_2$. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques. NB : en RMN 1H , les signaux marqués d'un astérisque (*) s'échangent avec D_2O .

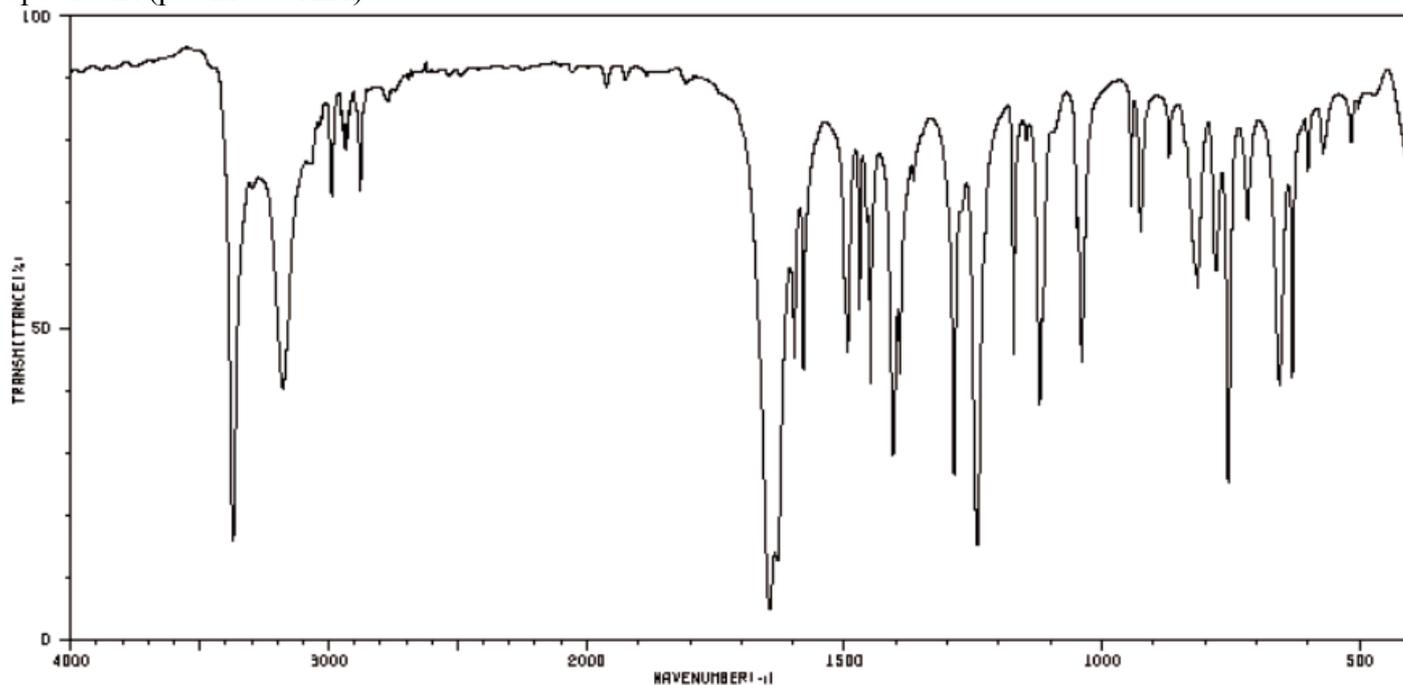
RMN 1H :



HSP-43-829
RMN $^{13}C\{^1H\}$:



Spectre IR (pastille de KBr) :



Structure proposée :



Problème III : Résonance Magnétique Nucléaire.

Expliquer brièvement pourquoi les protons situés sur une double liaison (alcène ou aldéhyde) sont plus déblindés en RMN ^1H que les protons d'une chaîne alkyle.

Session : 1

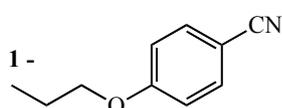
EPREUVE : Contrôle des Connaissances de Spectroscopie

Durée : 1 h **Corrigé**

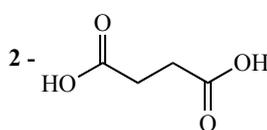
**Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.
 Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.
 Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.**

Problème I :

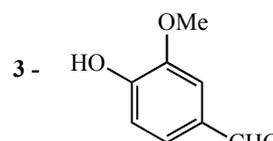
Attribuer les spectres IR et RMN ^1H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé. *NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter. En RMN ^1H , les signaux marqués d'un astérisque (*) s'échangent avec D_2O .* **attribution : 12 x 0,5 points ; indexation : 0,5 point / spectre**



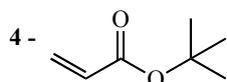
IR : A
 RMN ^1H : β



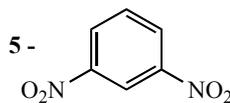
IR : C
 RMN ^1H : δ



IR : E
 RMN ^1H : ω



IR : F
 RMN ^1H : ϵ



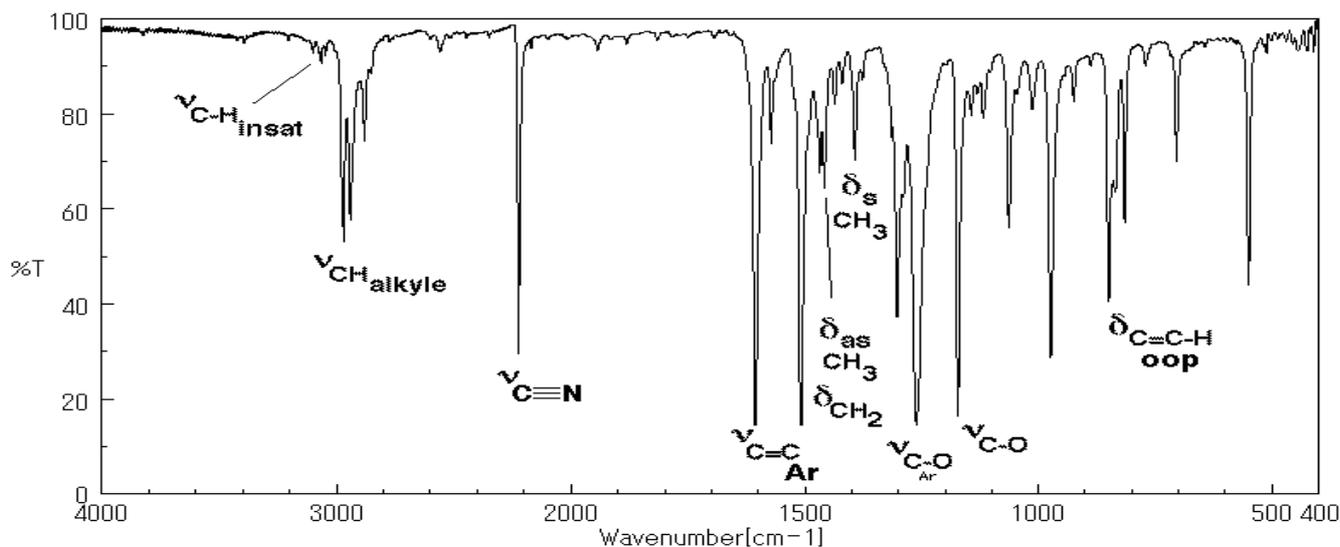
IR : D
 RMN ^1H : γ



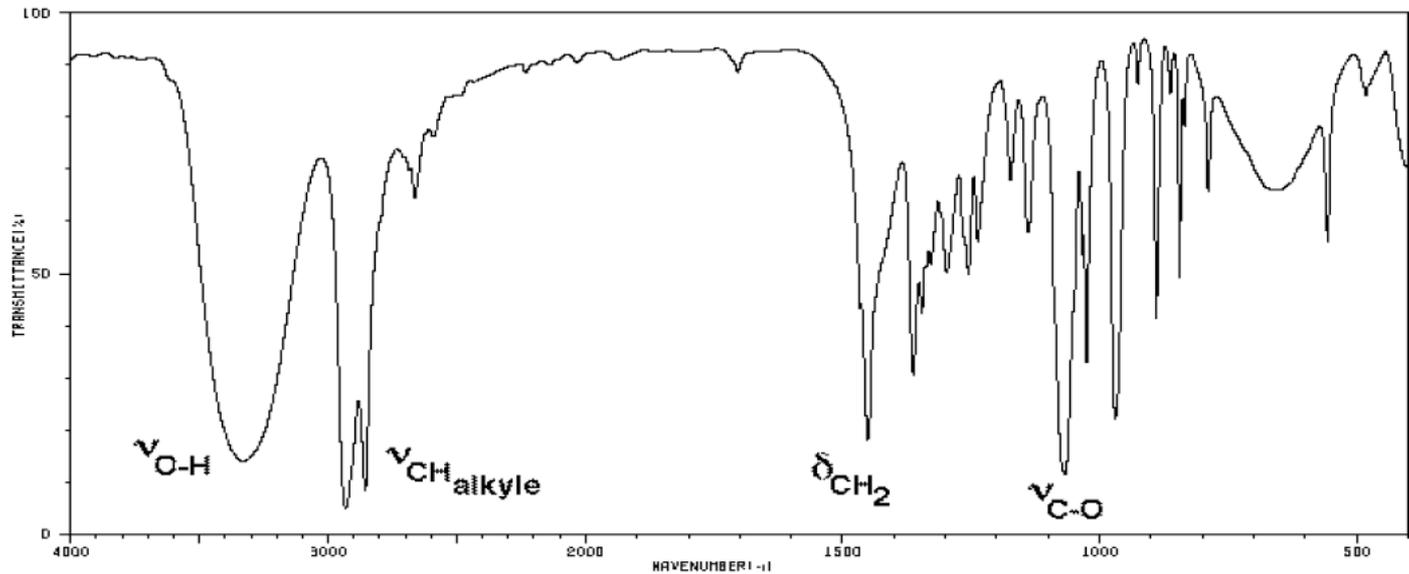
IR : B
 RMN ^1H : α

Spectres IR :

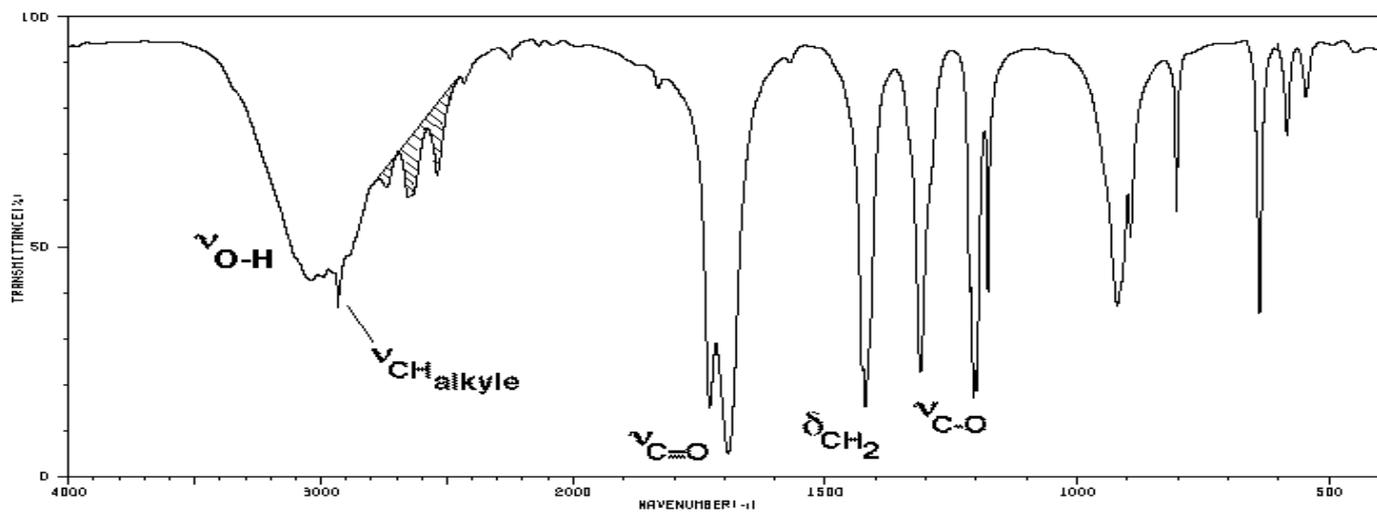
A -



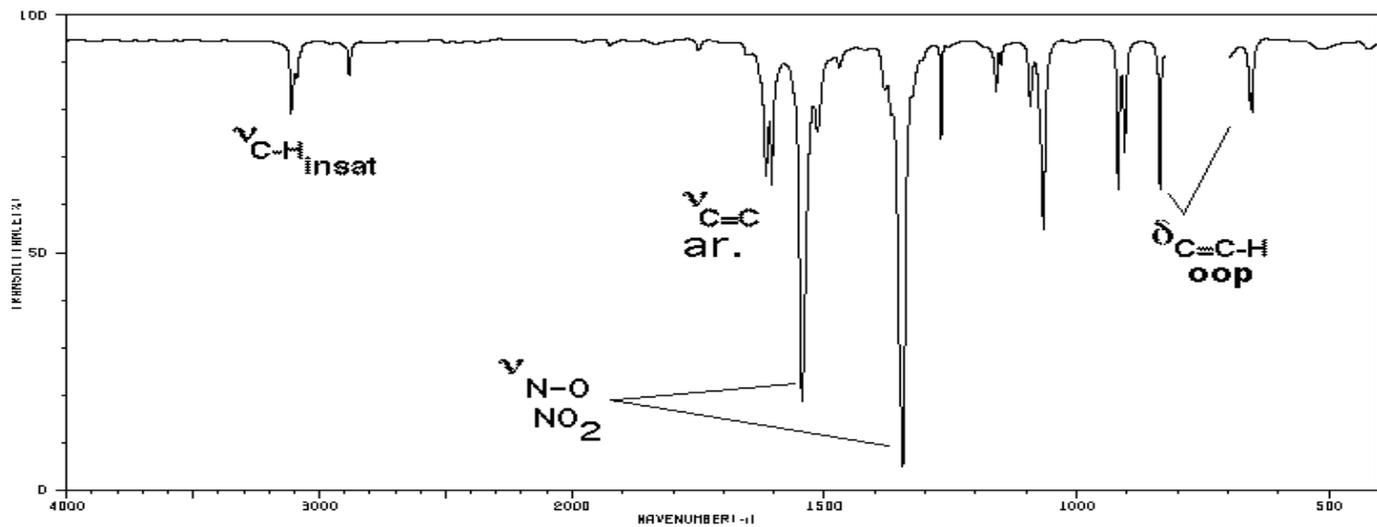
B -

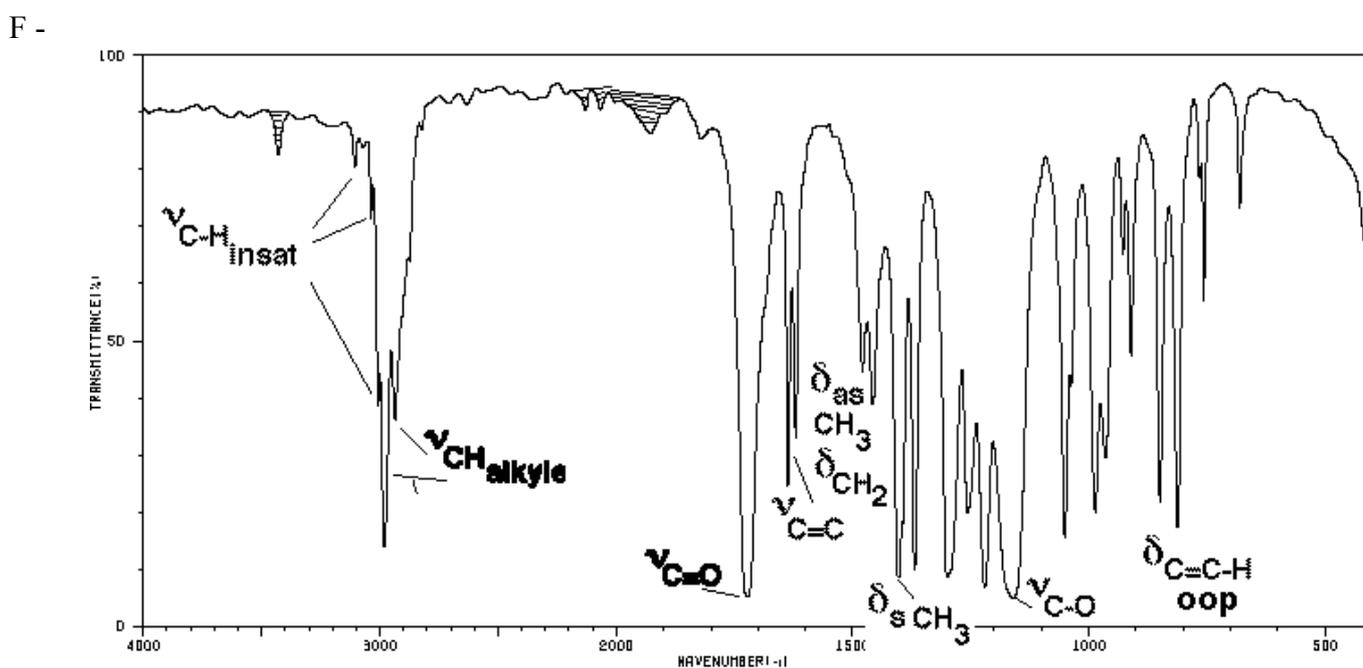
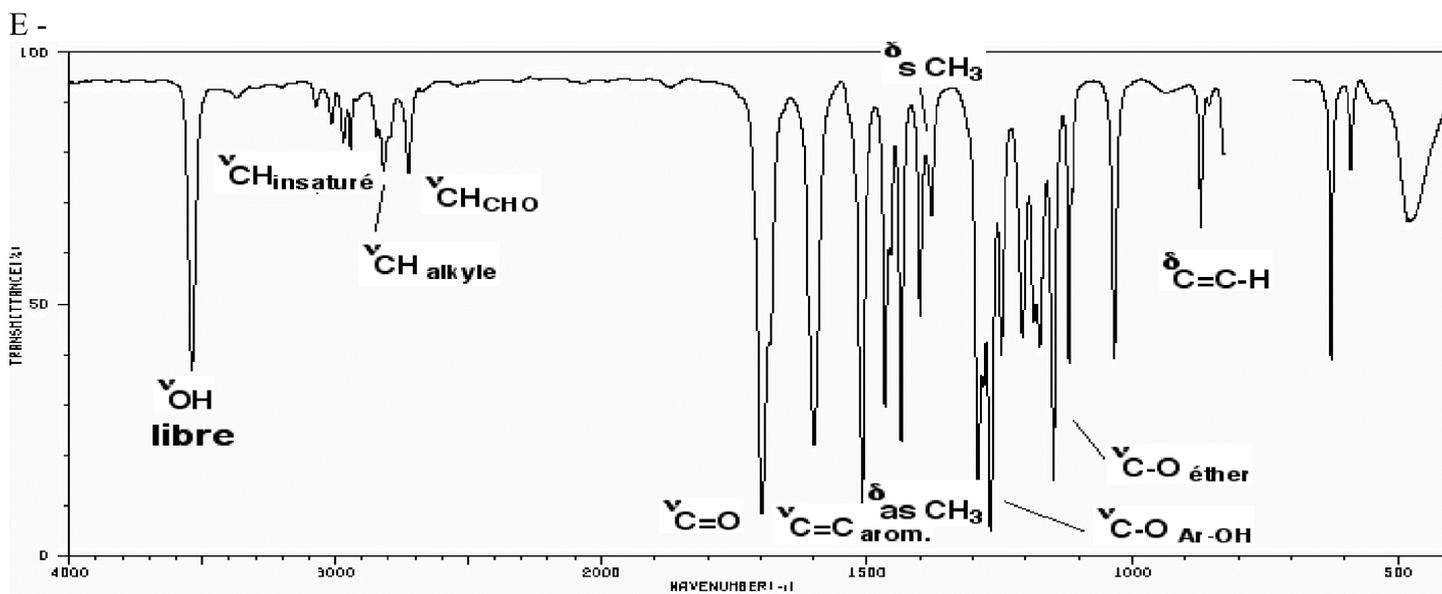


C -



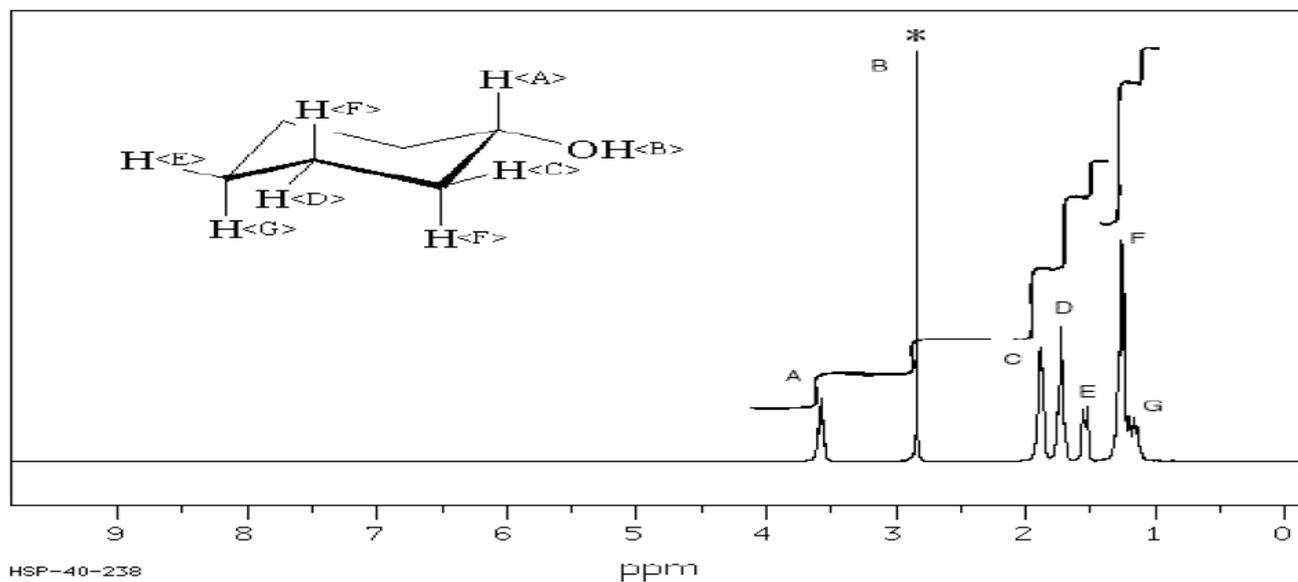
D -



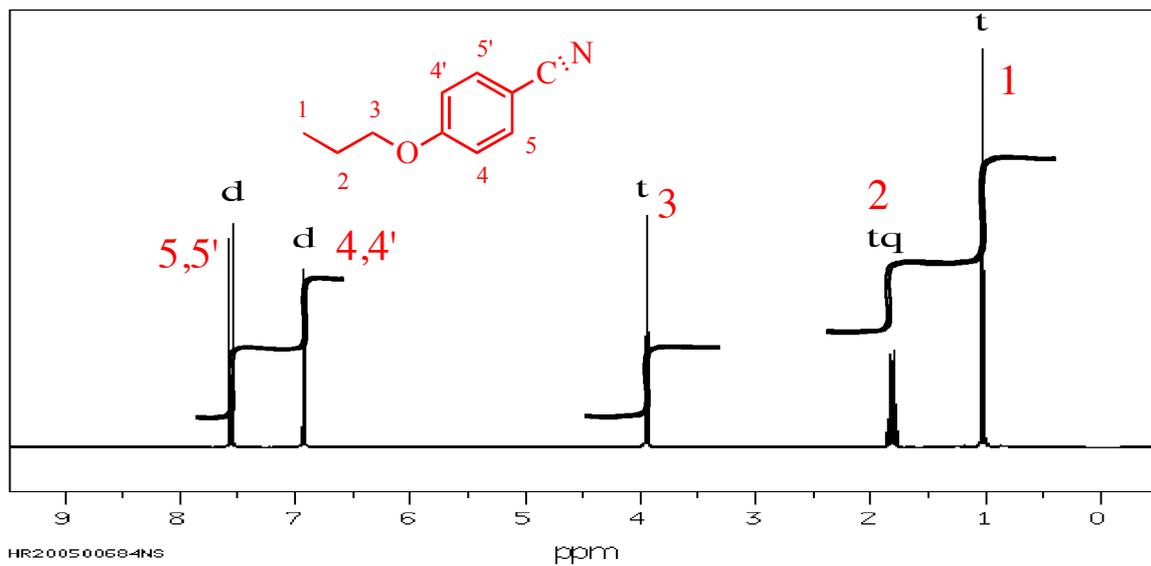


Spectres RMN 1H :

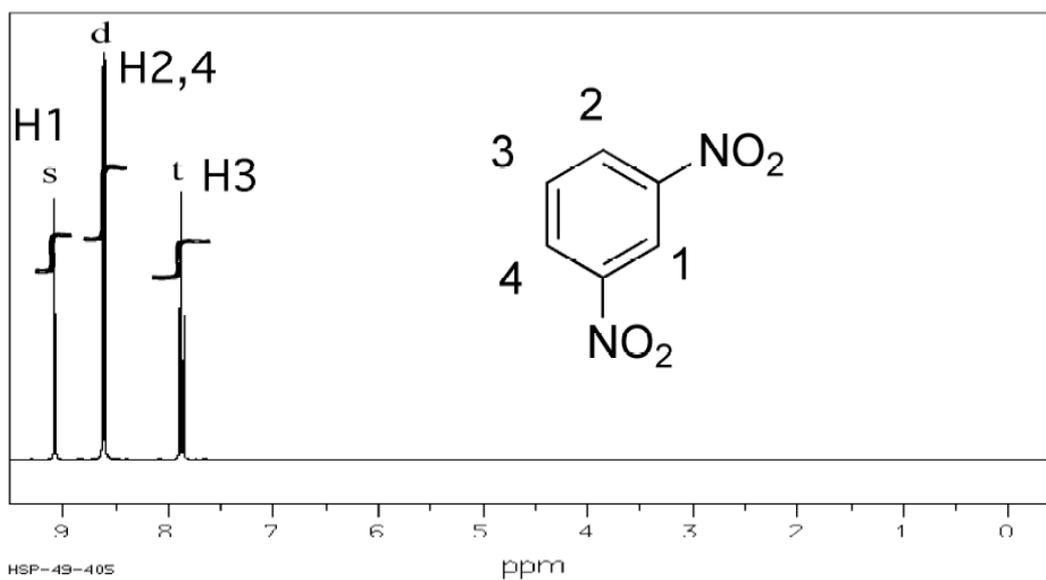
α -



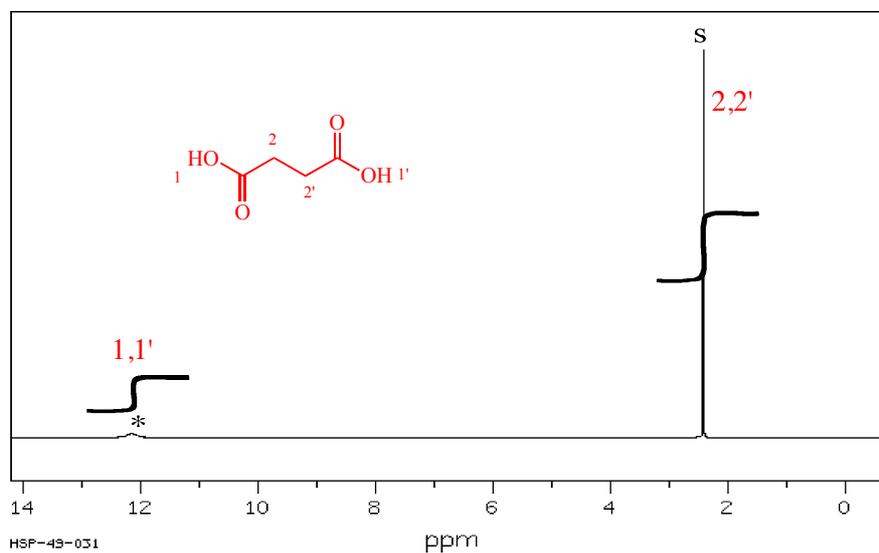
β-



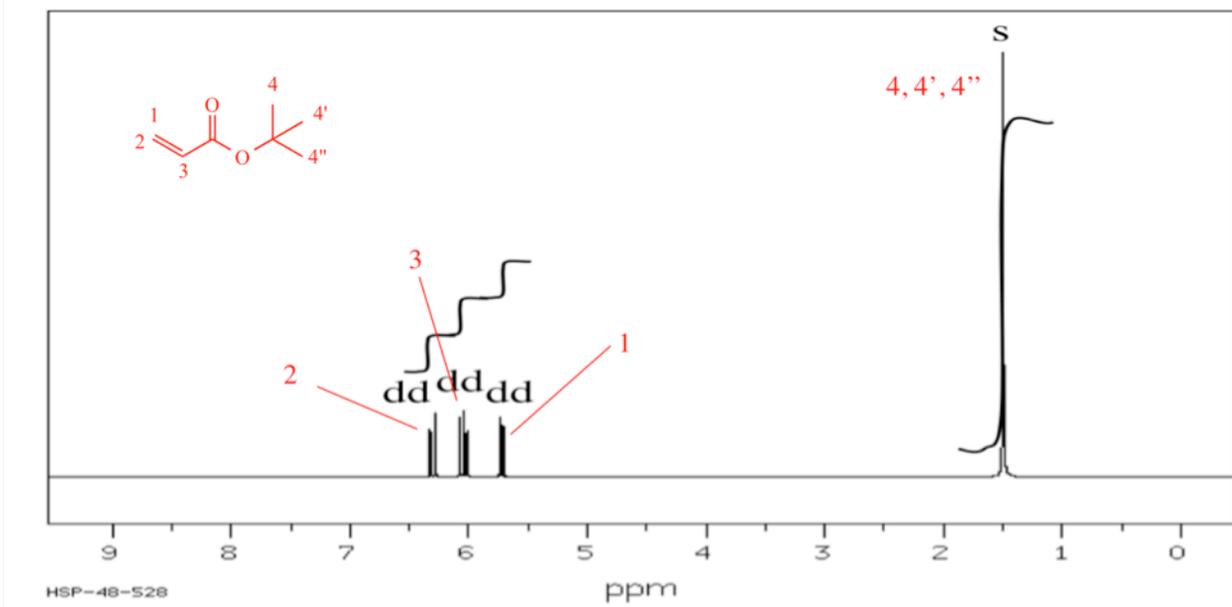
γ-



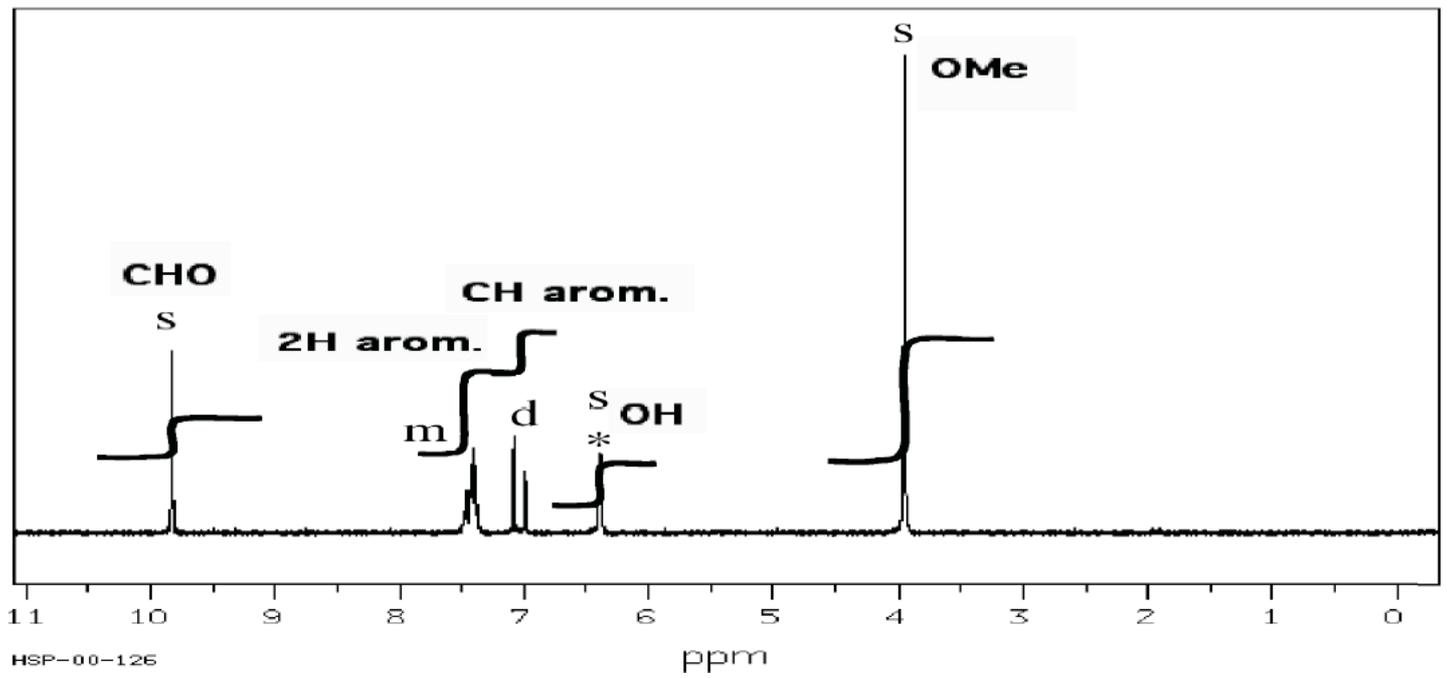
δ-



ε -



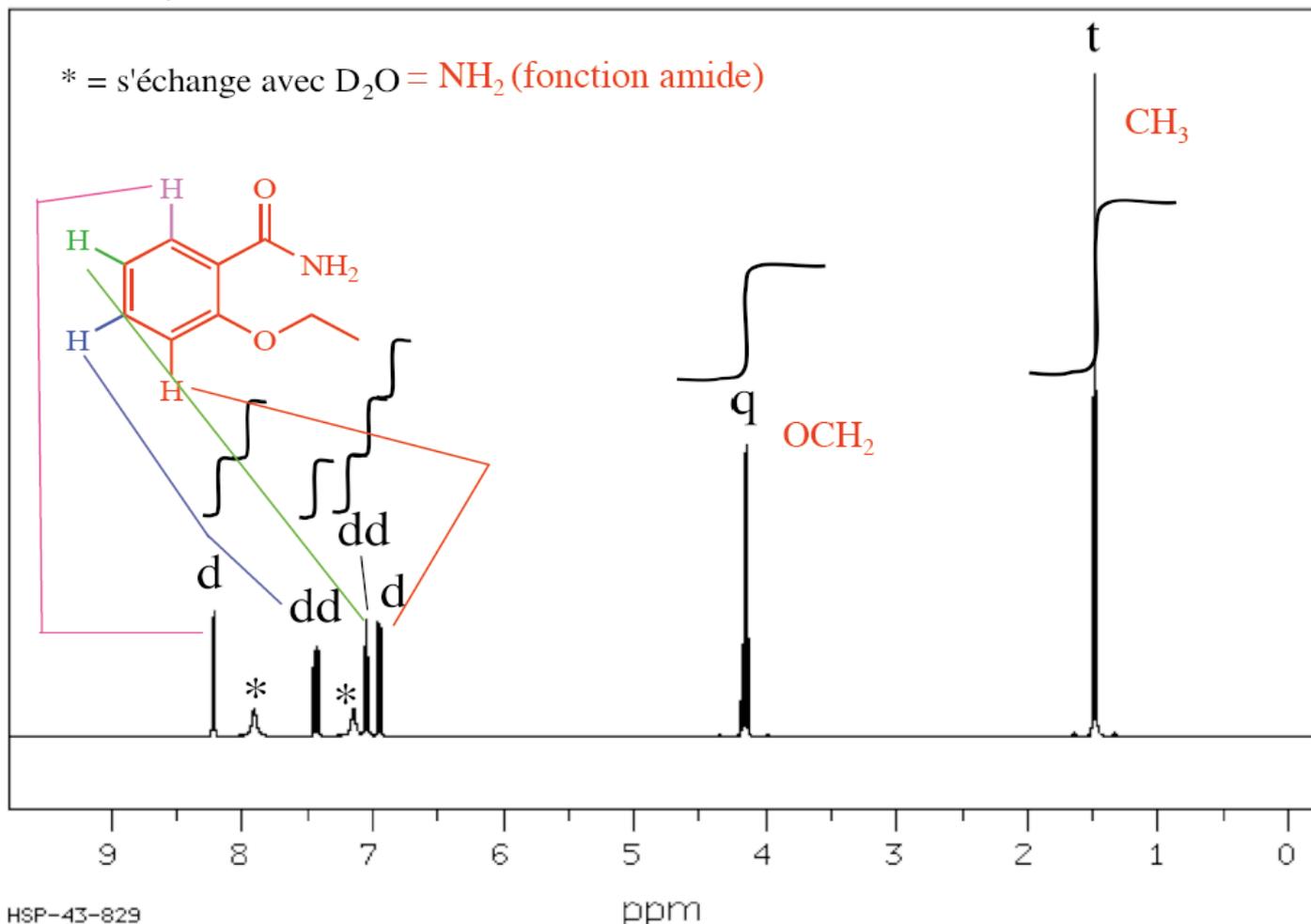
Ω -



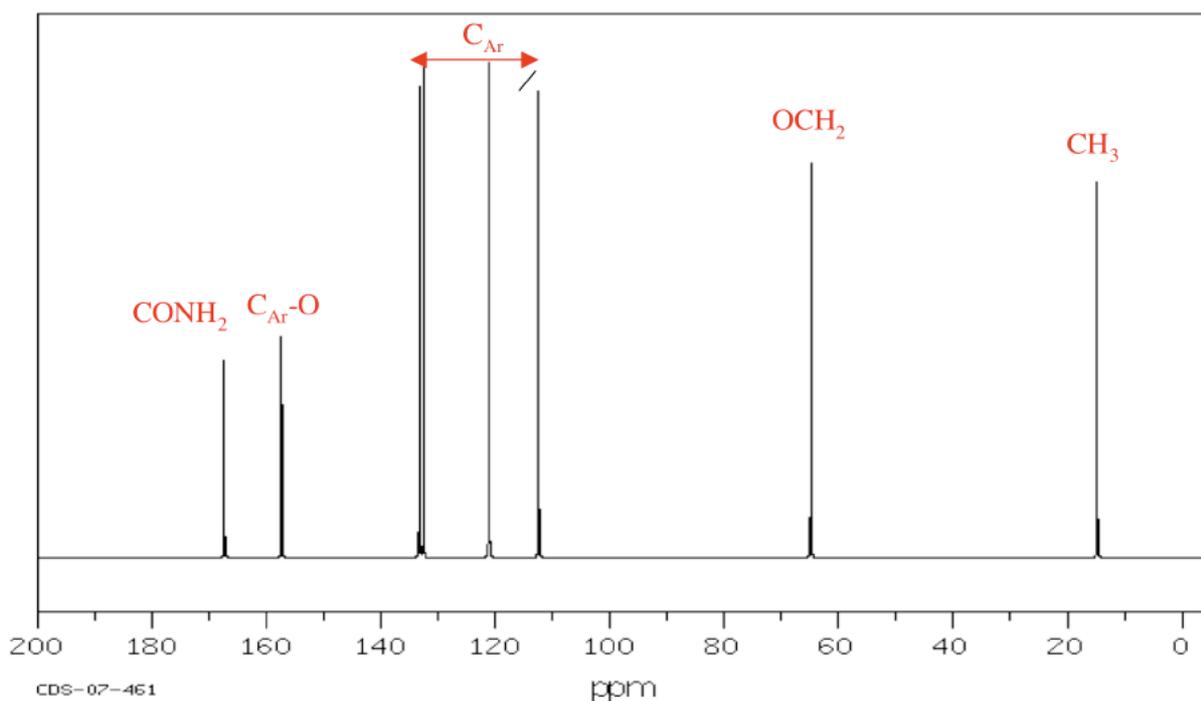
Problème II :

D'après les spectres suivants, donner la structure du composé de formule moléculaire $C_9H_{11}NO_2$. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques. NB : en RMN 1H , les signaux marqués d'un astérisque (*) s'échangent avec D_2O .

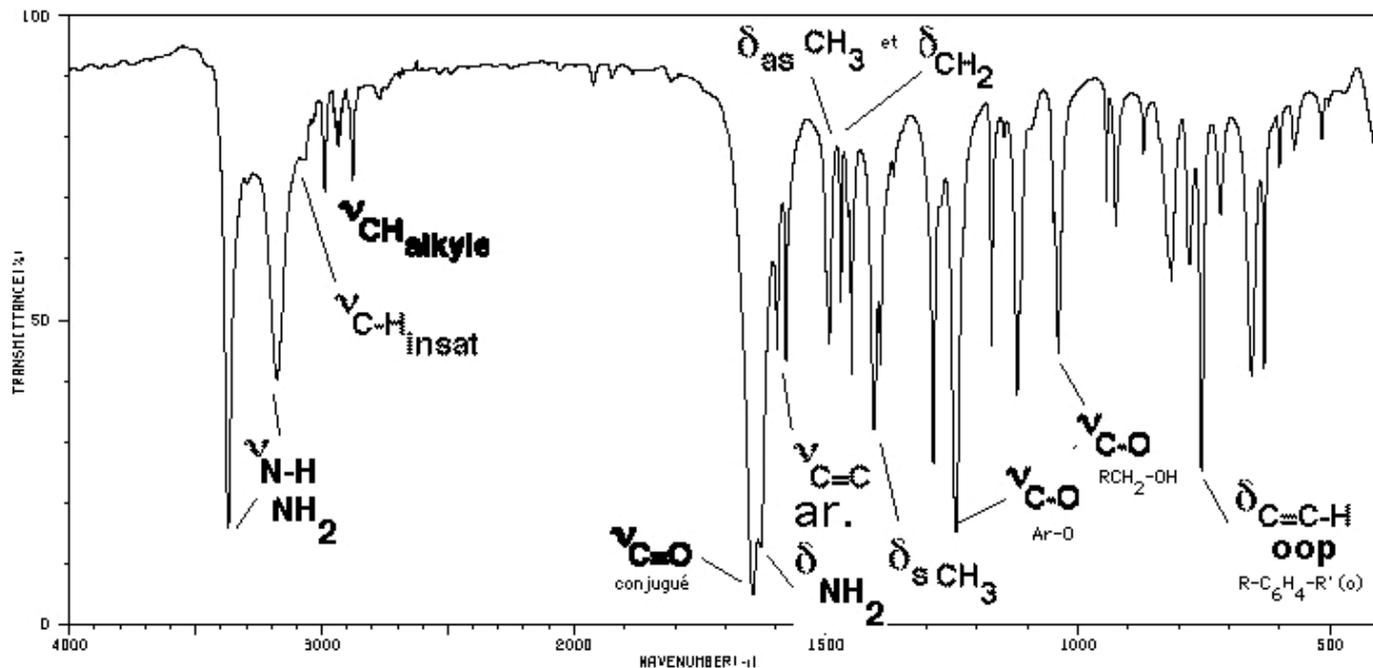
RMN 1H : 1,5 points



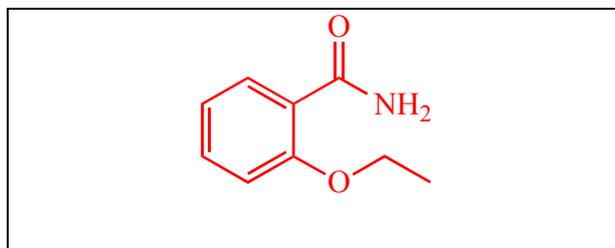
HSP-43-829
RMN $^{13}C\{^1H\}$: 1 point



Spectre IR (pastille de KBr) : 1,5 points



Structure proposée : 2 points

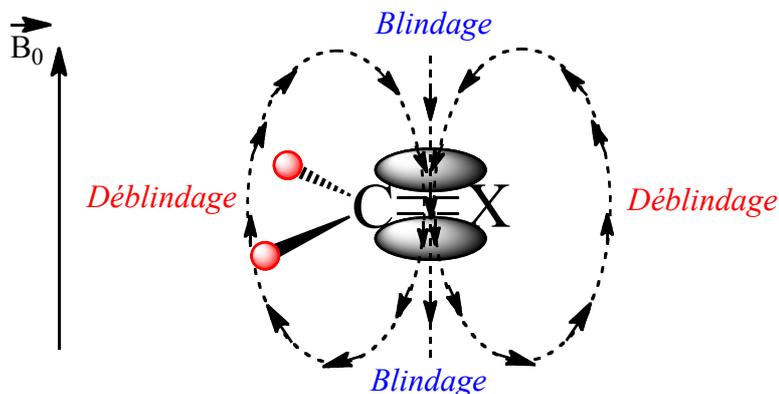


Ethenzamide (analgésique et anti-inflammatoire)

Problème III : Résonance Magnétique Nucléaire. 2 points

Expliquer brièvement pourquoi les protons situés sur une double liaison (alcène ou aldéhyde) sont plus déblindés en RMN ¹H que les protons d'une chaîne alkyle.

Lorsqu'une double liaison est placée dans un champ magnétique B_0 , il y a création d'une "circulation" des électrons π de cette liaison. Cette circulation entraîne l'apparition d'un champ induit B_i qui s'oppose à B_0 au centre de la double liaison et qui va dans le même sens à la périphérie de celle-ci (cf schéma). Par conséquent, les protons, situés à la périphérie de la double liaison, sont soumis à un champ effectif $B_{\text{eff}} = B_0 + B_i$. La fréquence de résonance étant proportionnelle au champ magnétique, ces protons résonnent à une fréquence plus élevée que les protons d'une chaîne alkyle qui ne subissent pas cet effet.



Session : 1

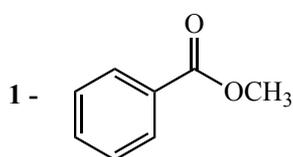
EPREUVE : **Contrôle des Connaissances de Spectroscopie**

Durée : 1 h 30

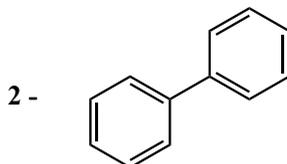
**Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.
Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.
Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.**

Problème I :

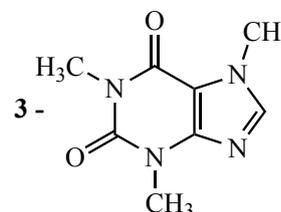
Attribuer les spectres IR et RMN ^1H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé. *NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter. En RMN ^1H , les signaux marqués d'un astérisque (*) s'échangent avec D_2O .*



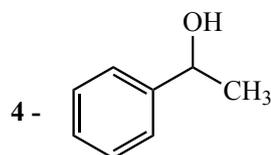
IR :
RMN ^1H :



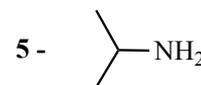
IR :
RMN ^1H :



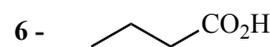
IR :
RMN ^1H :



IR :
RMN ^1H :



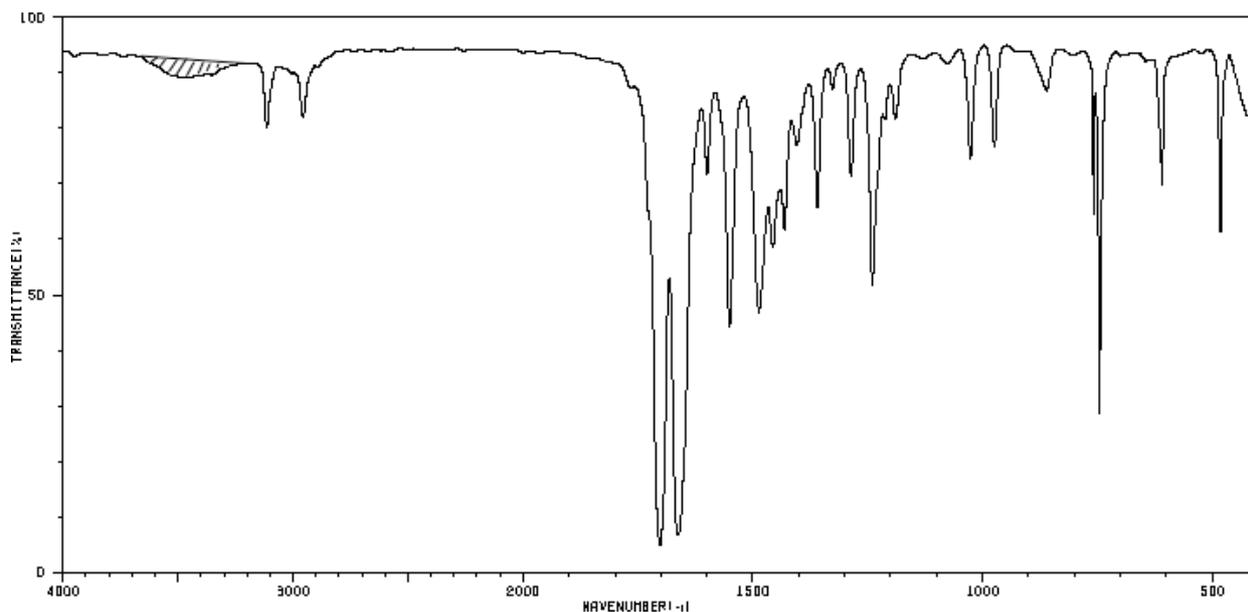
IR :
RMN ^1H :



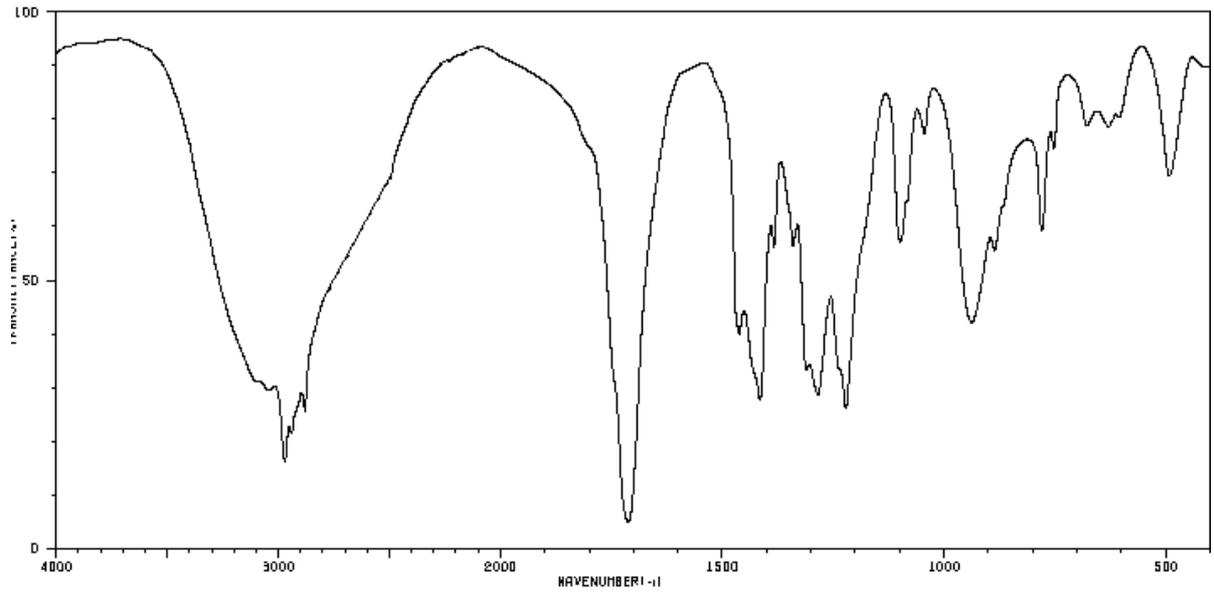
IR :
RMN ^1H :

Spectres IR :

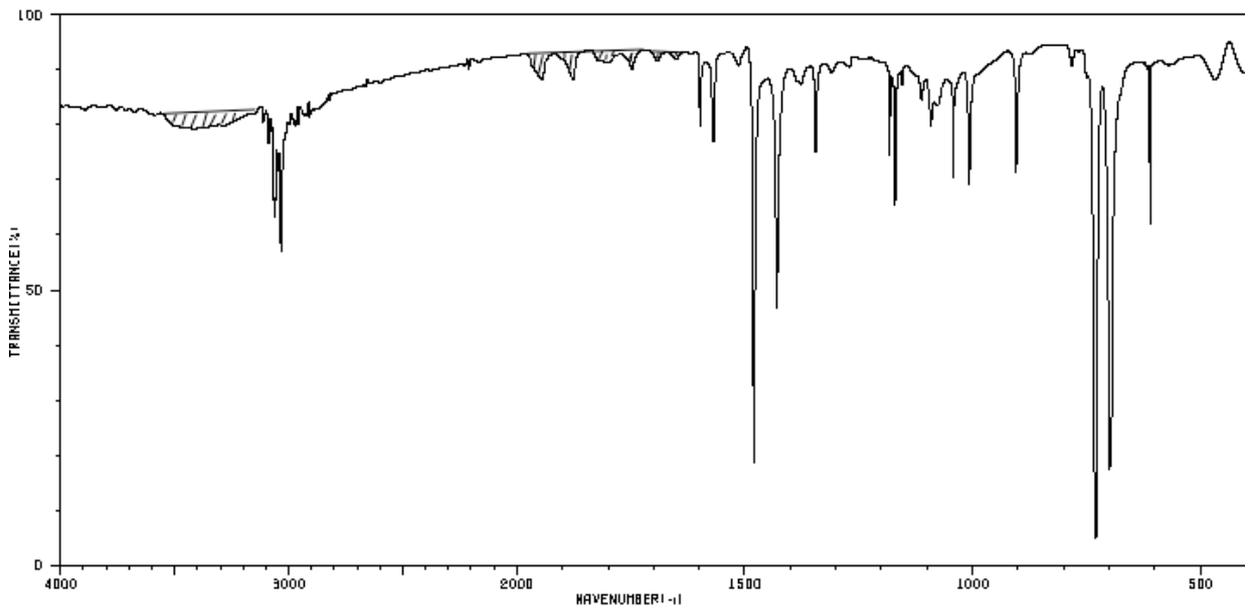
A -



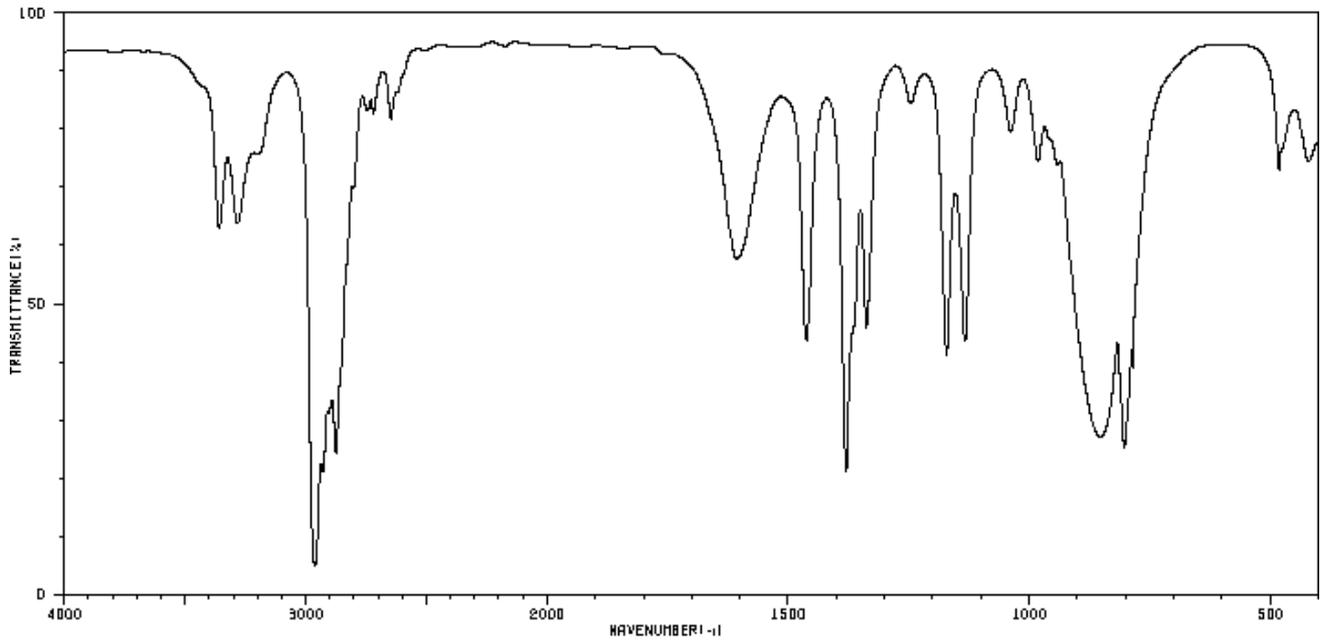
B -



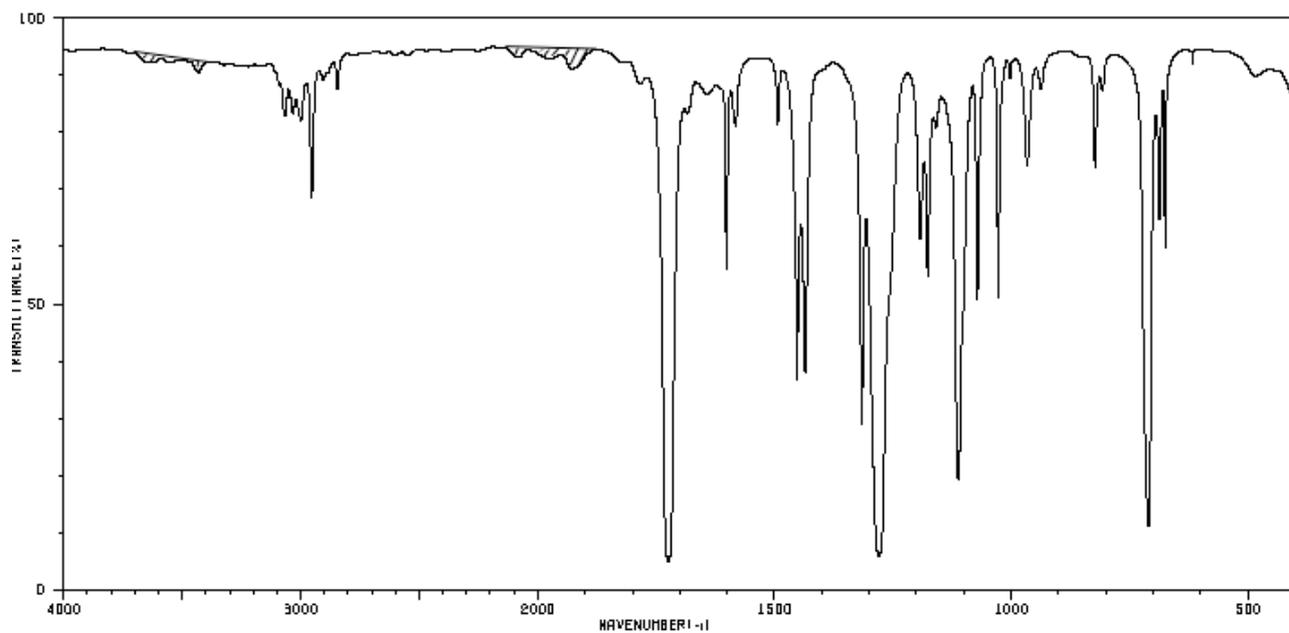
C -



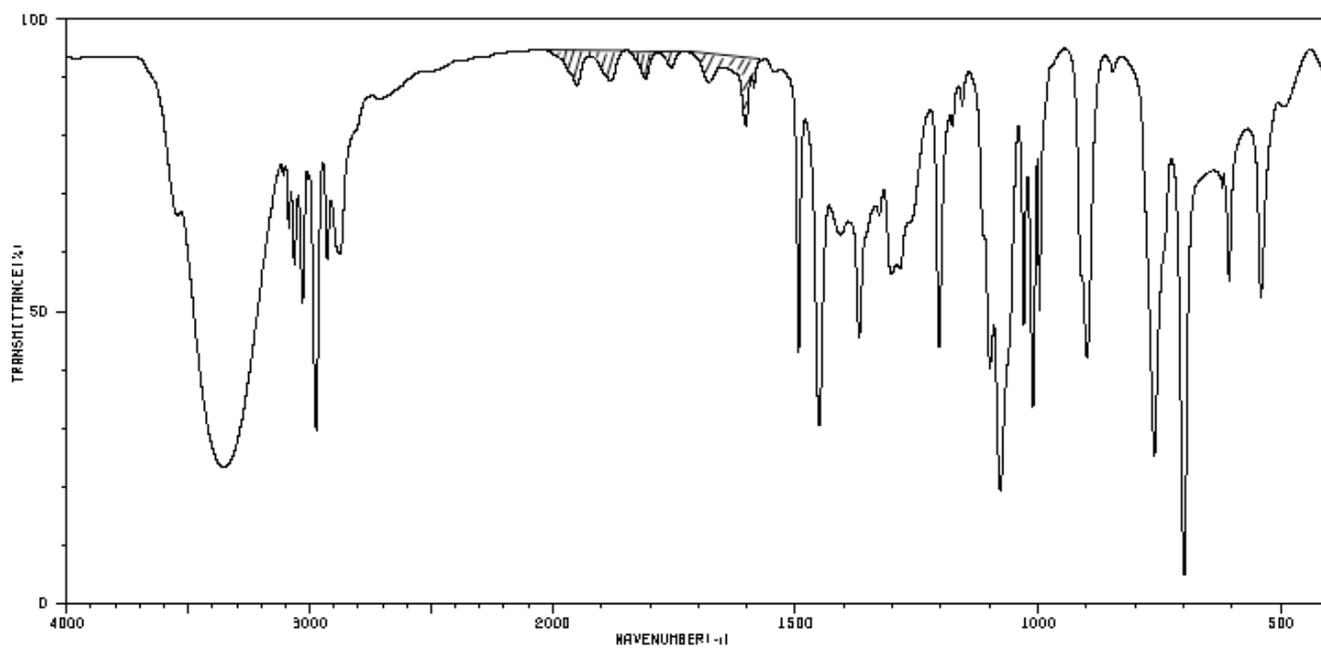
D -



E -

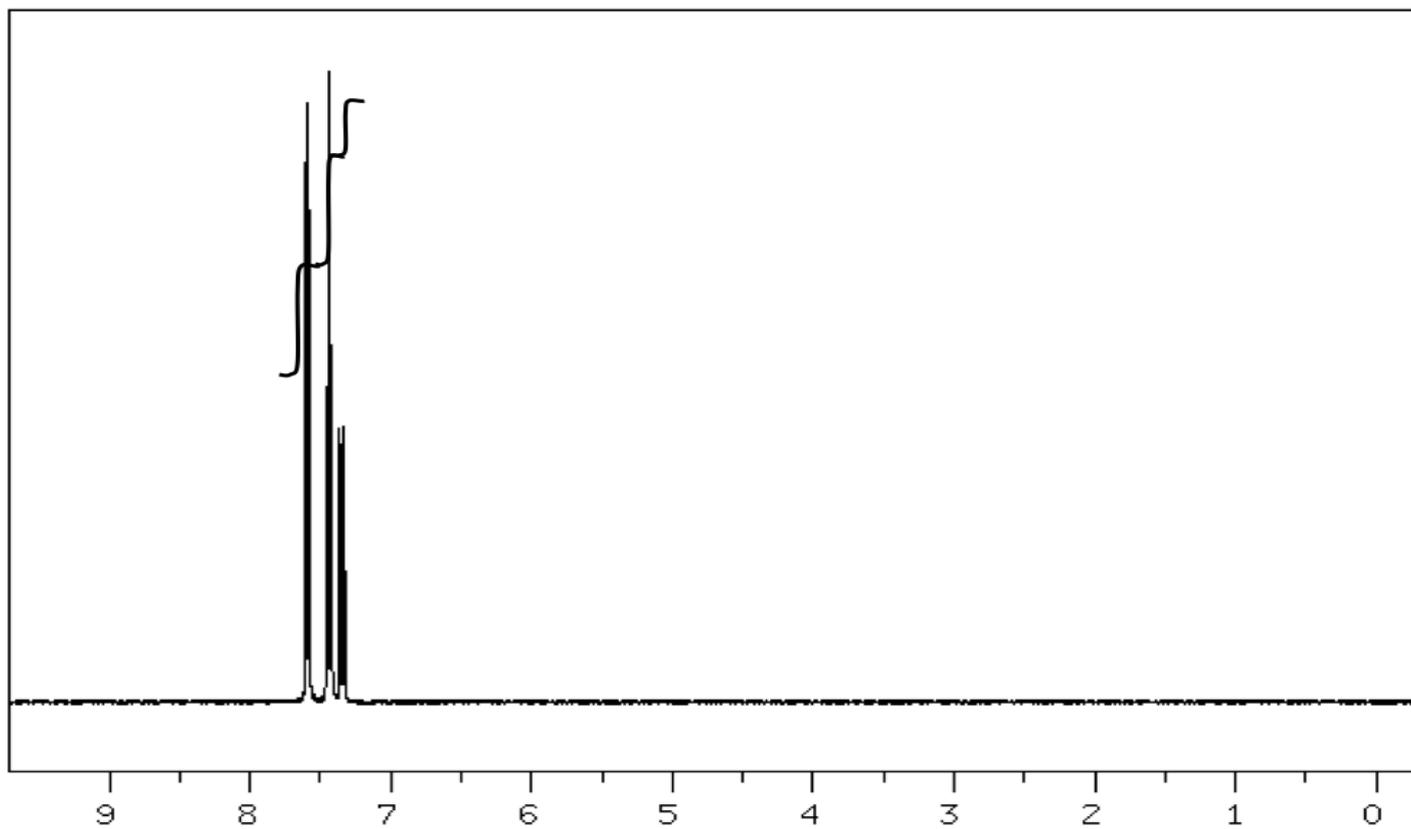


F -



Spectres RMN ^1H :

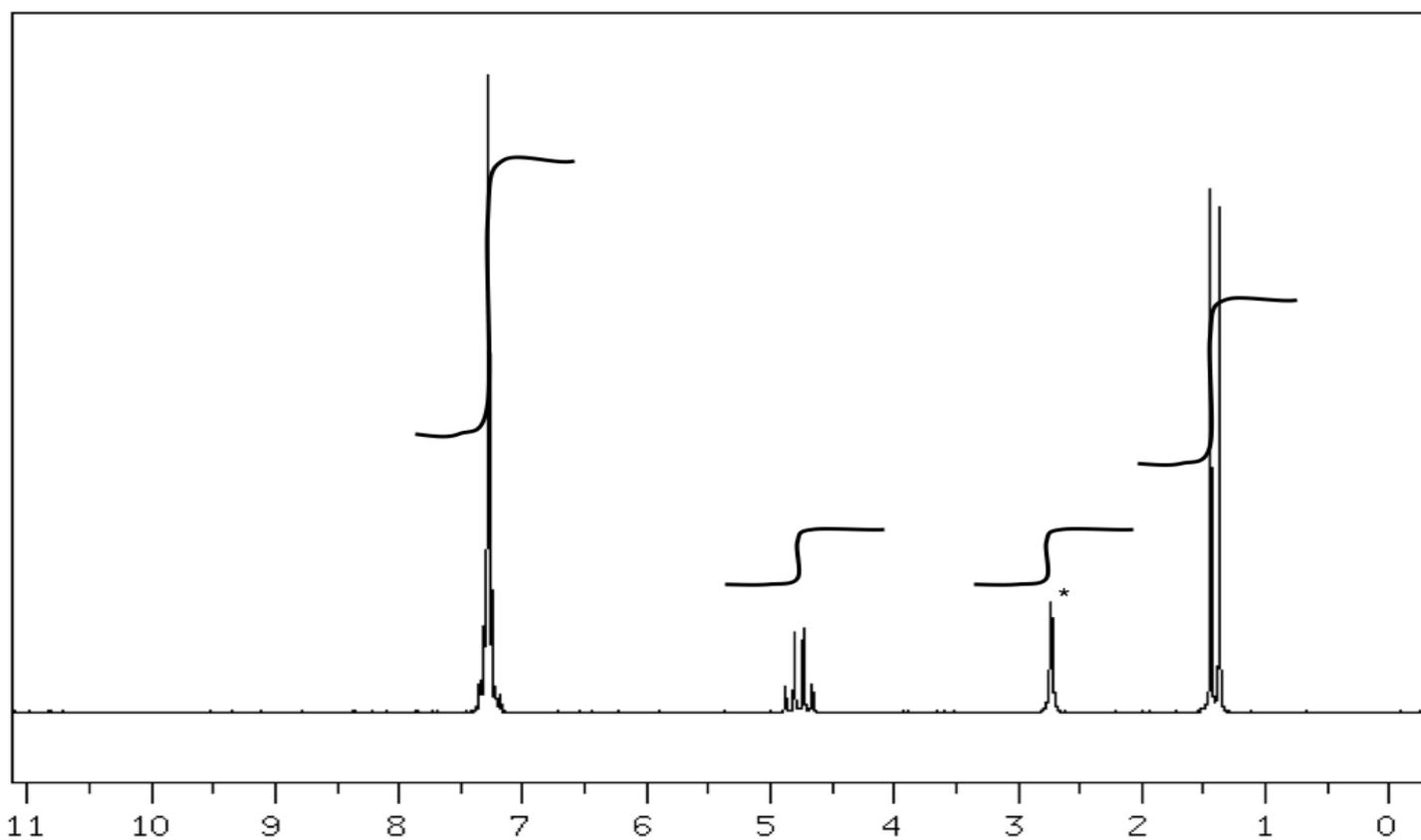
α -



HSP-40-249

ppm

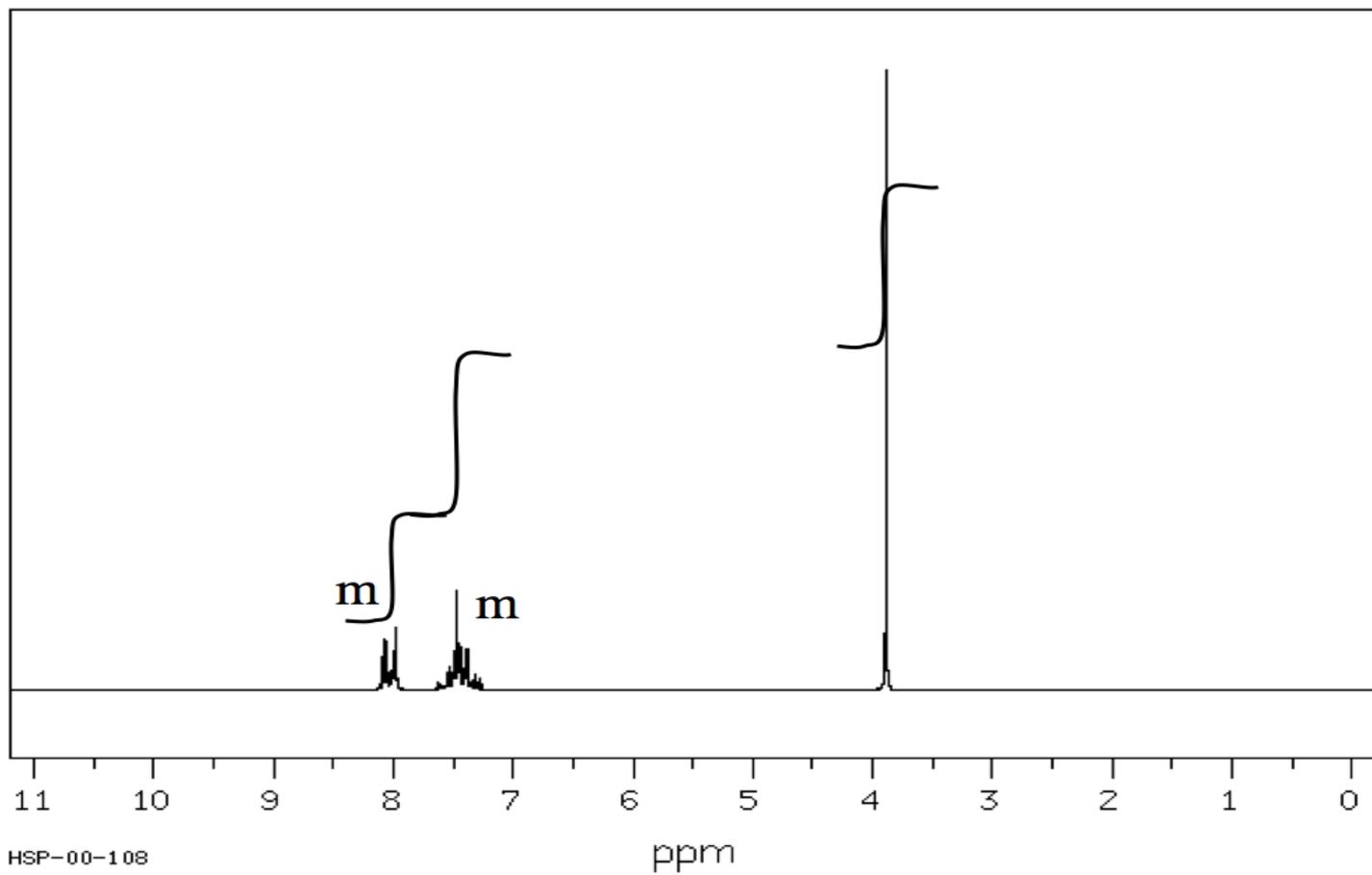
β -



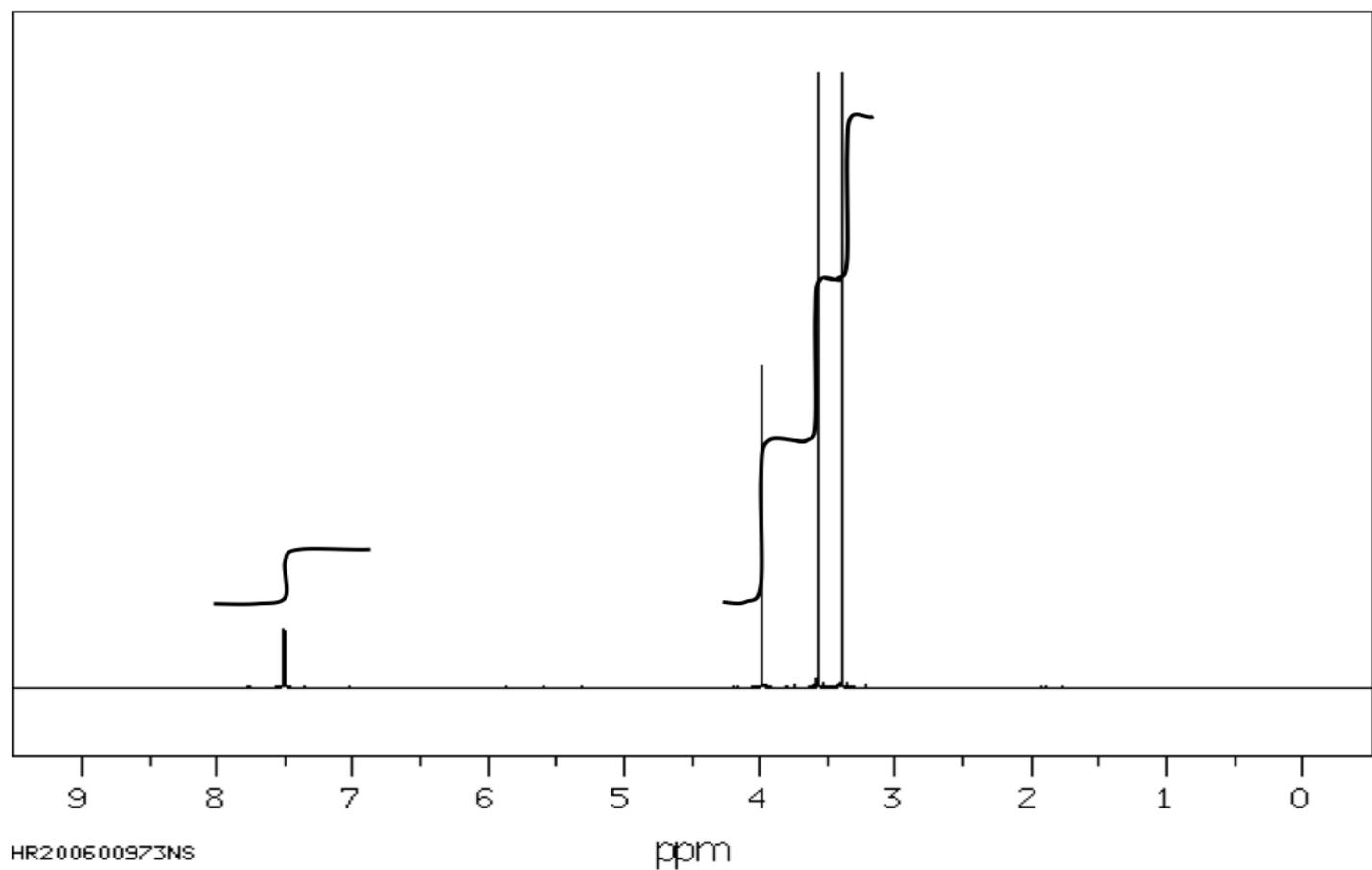
HSP-00-061

ppm

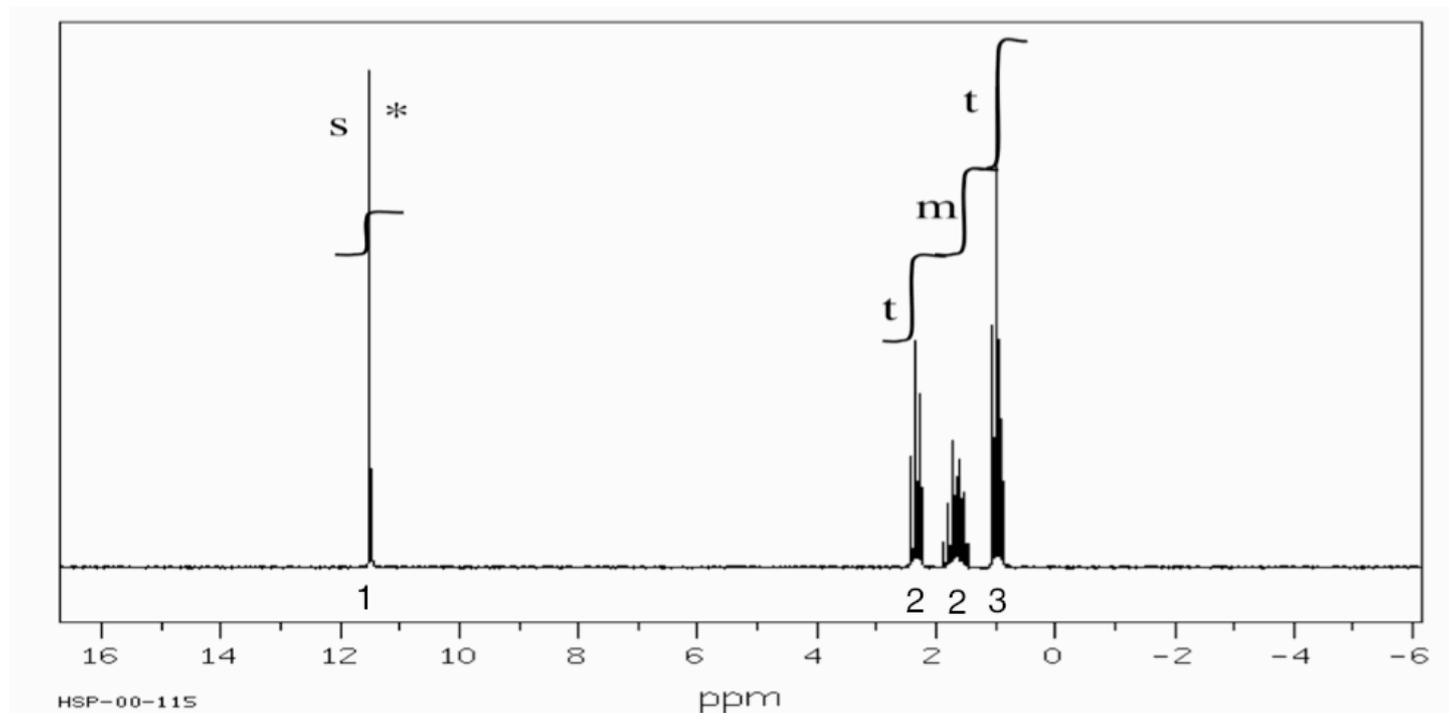
γ -



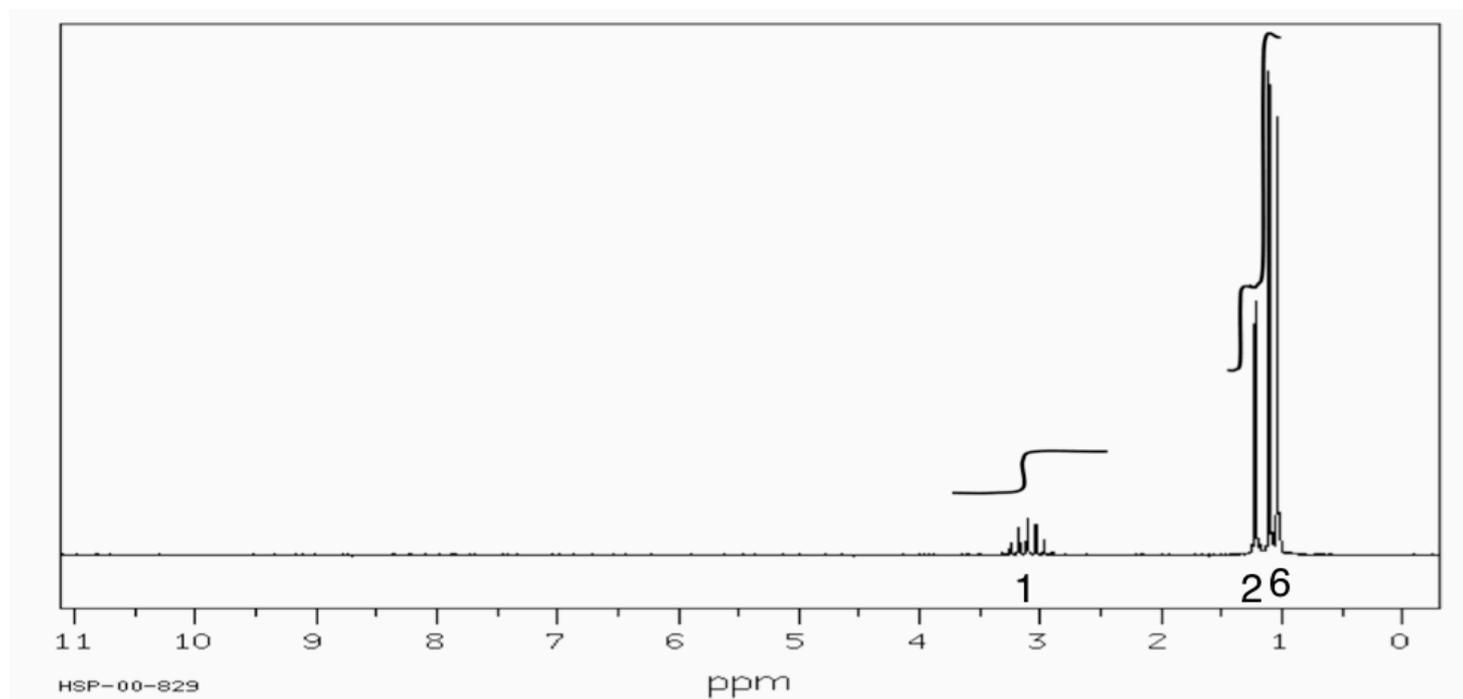
δ -



ε -



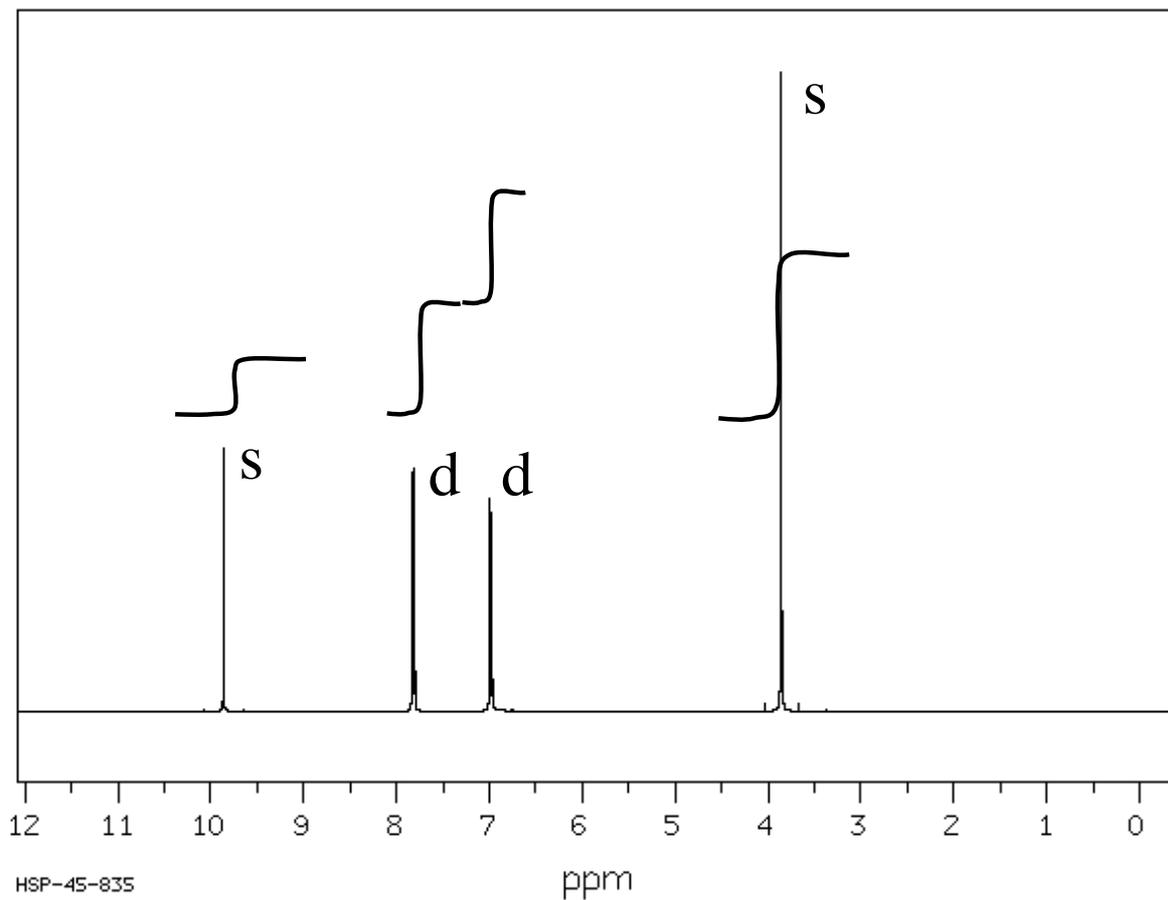
Ω -



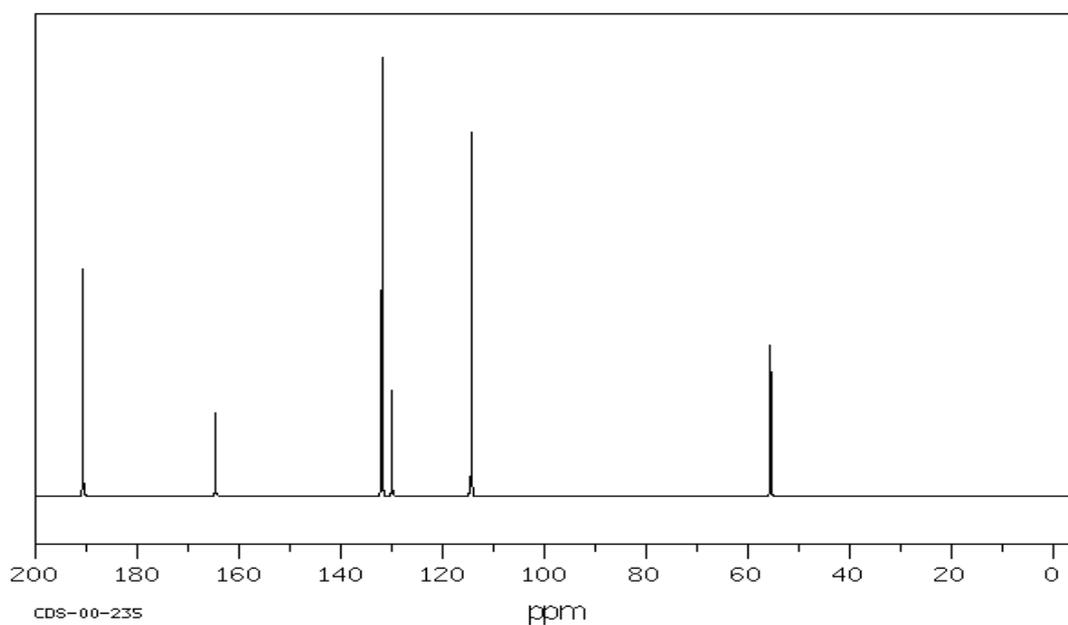
Problème II :

D'après les spectres ci-après, donner la structure de la molécule à odeur anisée de formule moléculaire $C_8H_8O_2$. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques.

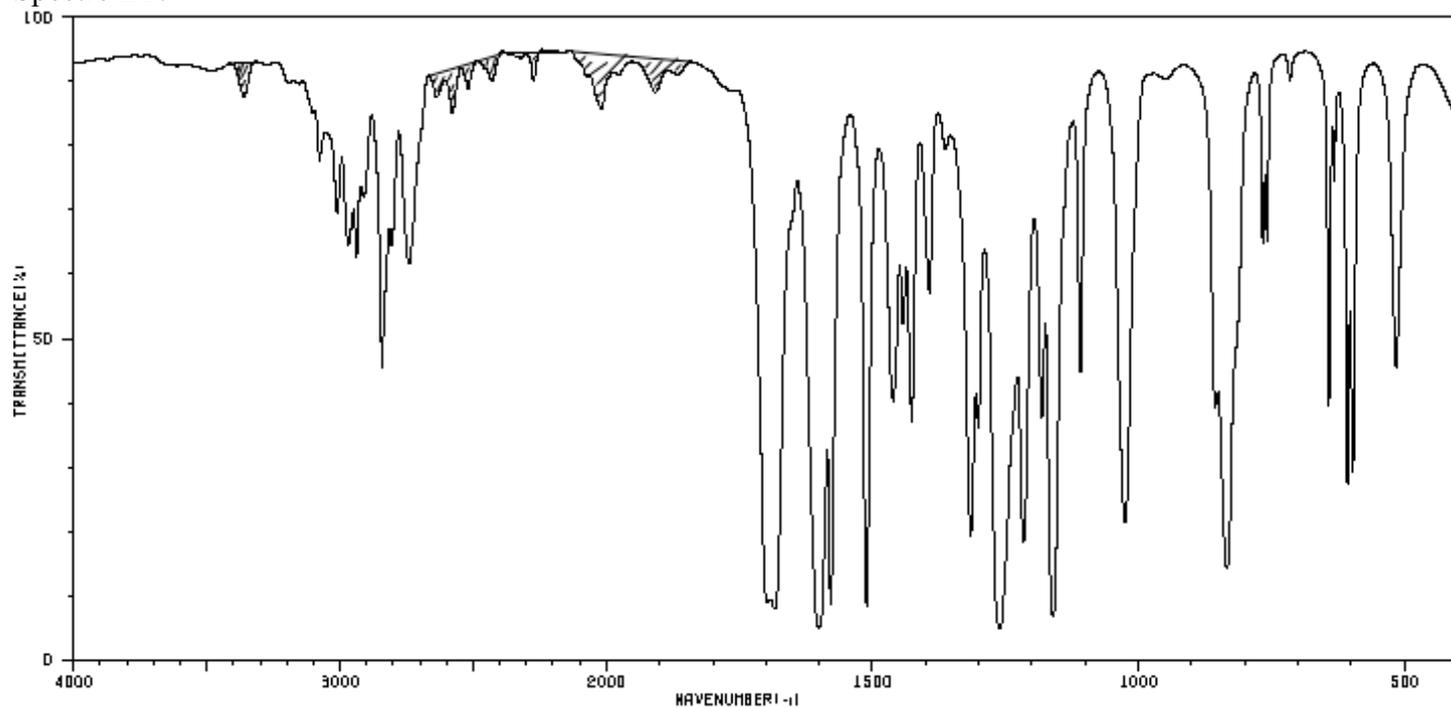
RMN 1H :



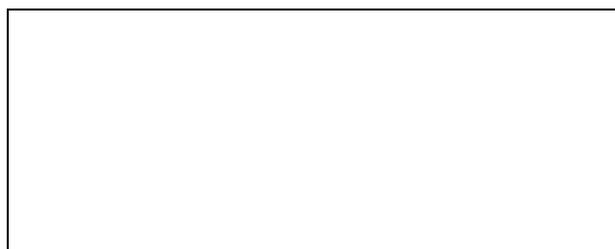
RMN $^{13}C\{^1H\}$:



Spectre IR :



Structure proposée :



Problème III : Résonance Magnétique Nucléaire.

Expliquer brièvement pourquoi les protons situés sur une double liaison (alcène ou carbonyle) sont plus déblindés en RMN ^1H que les protons d'une chaîne alkyle.

Session : 1

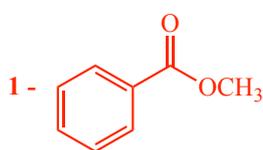
EPREUVE : Contrôle des Connaissances de Spectroscopie **Corrigé**

Durée : 1 h 30

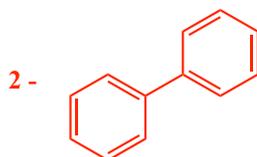
Les problèmes sont indépendants. Lire attentivement les énoncés.
Seule l'utilisation des tables de spectroscopie est autorisée.
Les téléphones portables doivent être éteints et rangés.

Problème I :

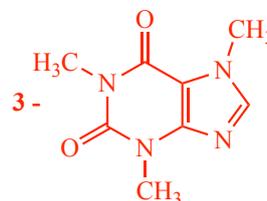
Attribuer les spectres IR et RMN ^1H suivants aux composés ci-dessous. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques de chaque composé. NB : les bandes IR hachurées ne sont pas à interpréter. En RMN ^1H , les signaux marqués d'un astérisque (*) s'échangent avec D_2O . attribution : 12 x 0,5 points ; indexation : 0,5 point / spectre



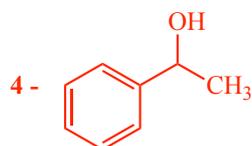
IR : E
RMN ^1H : γ



IR : C
RMN ^1H : α



IR : A
RMN ^1H : δ



IR : F
RMN ^1H : β



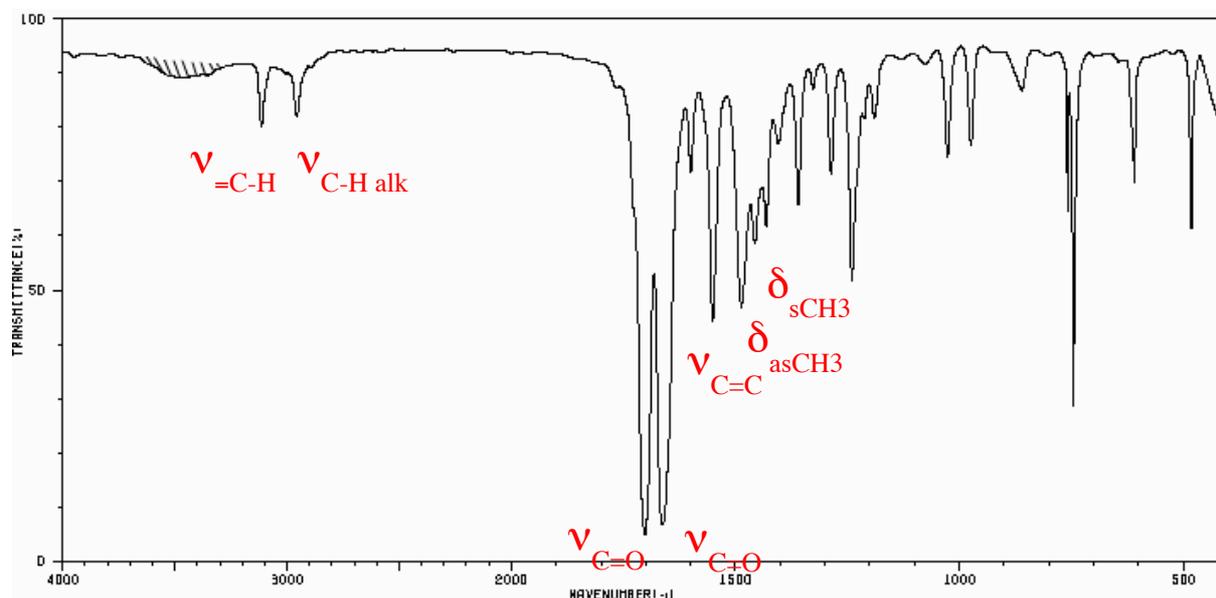
IR : D
RMN ^1H : Ω



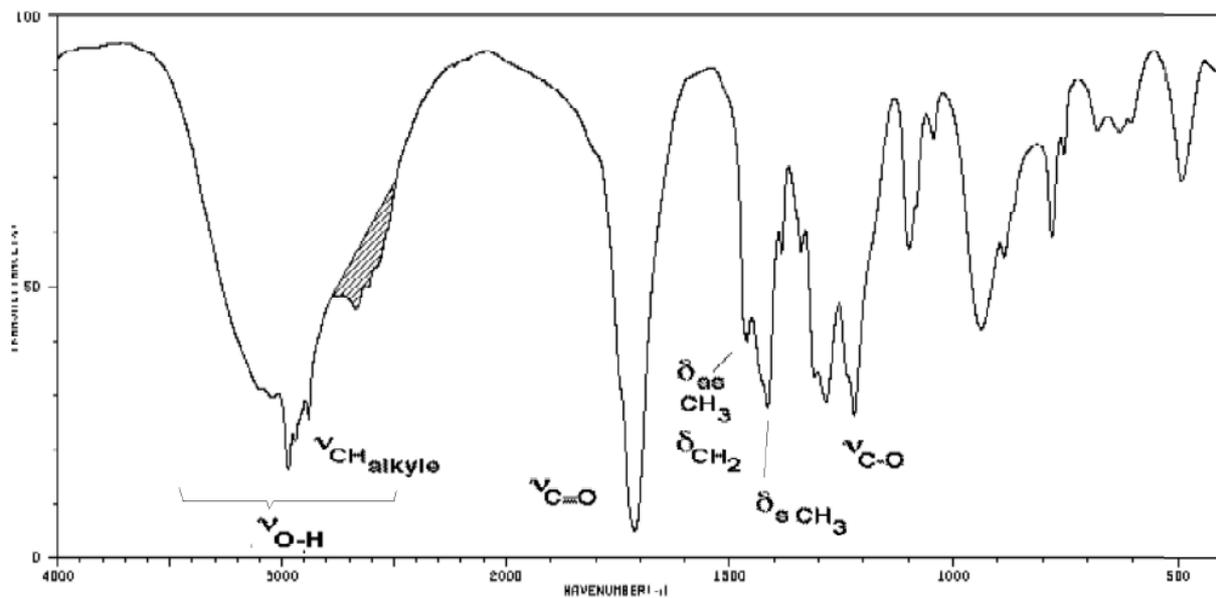
IR : B
RMN ^1H : ϵ

Spectres IR :

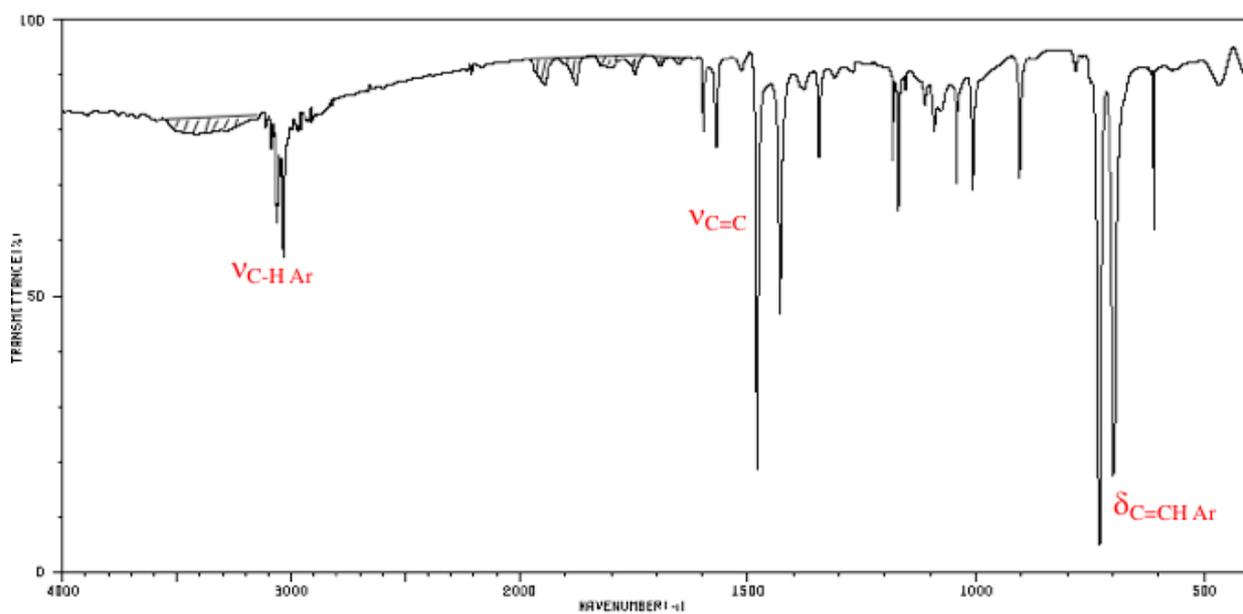
A -



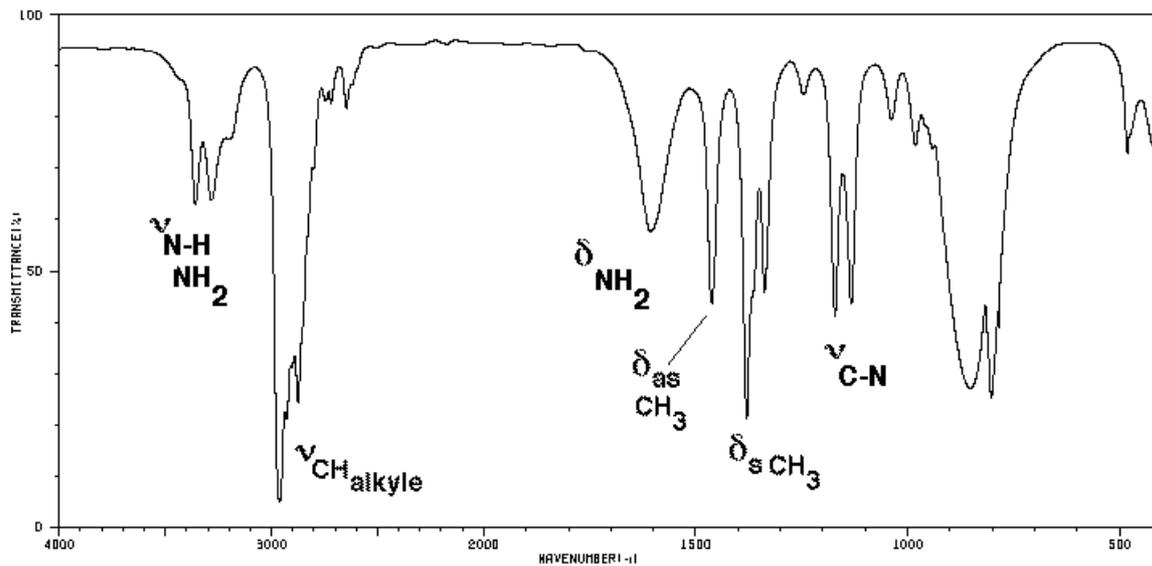
B -



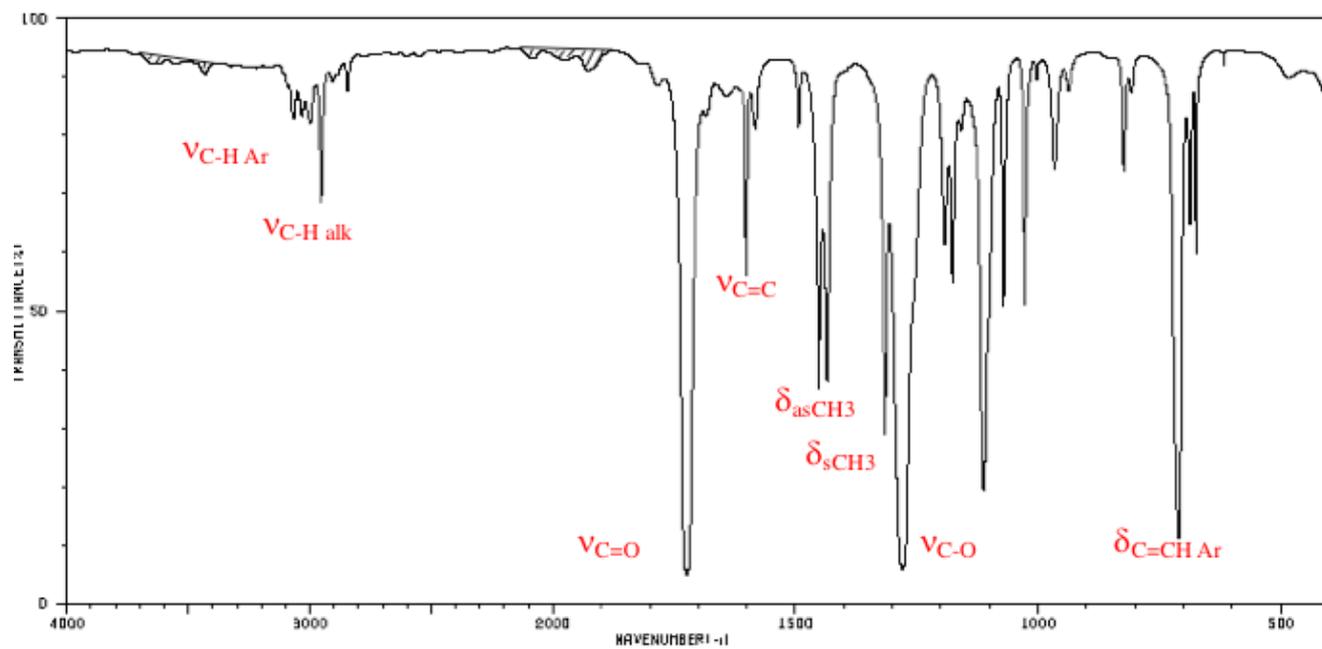
C -



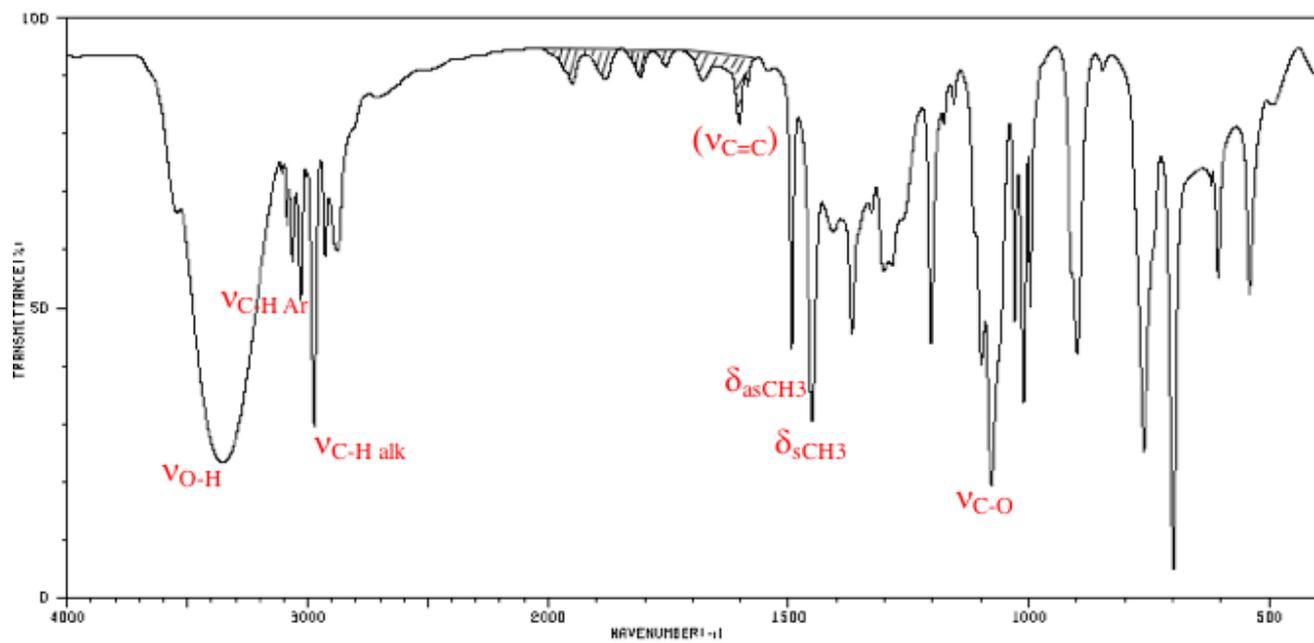
D -



E -

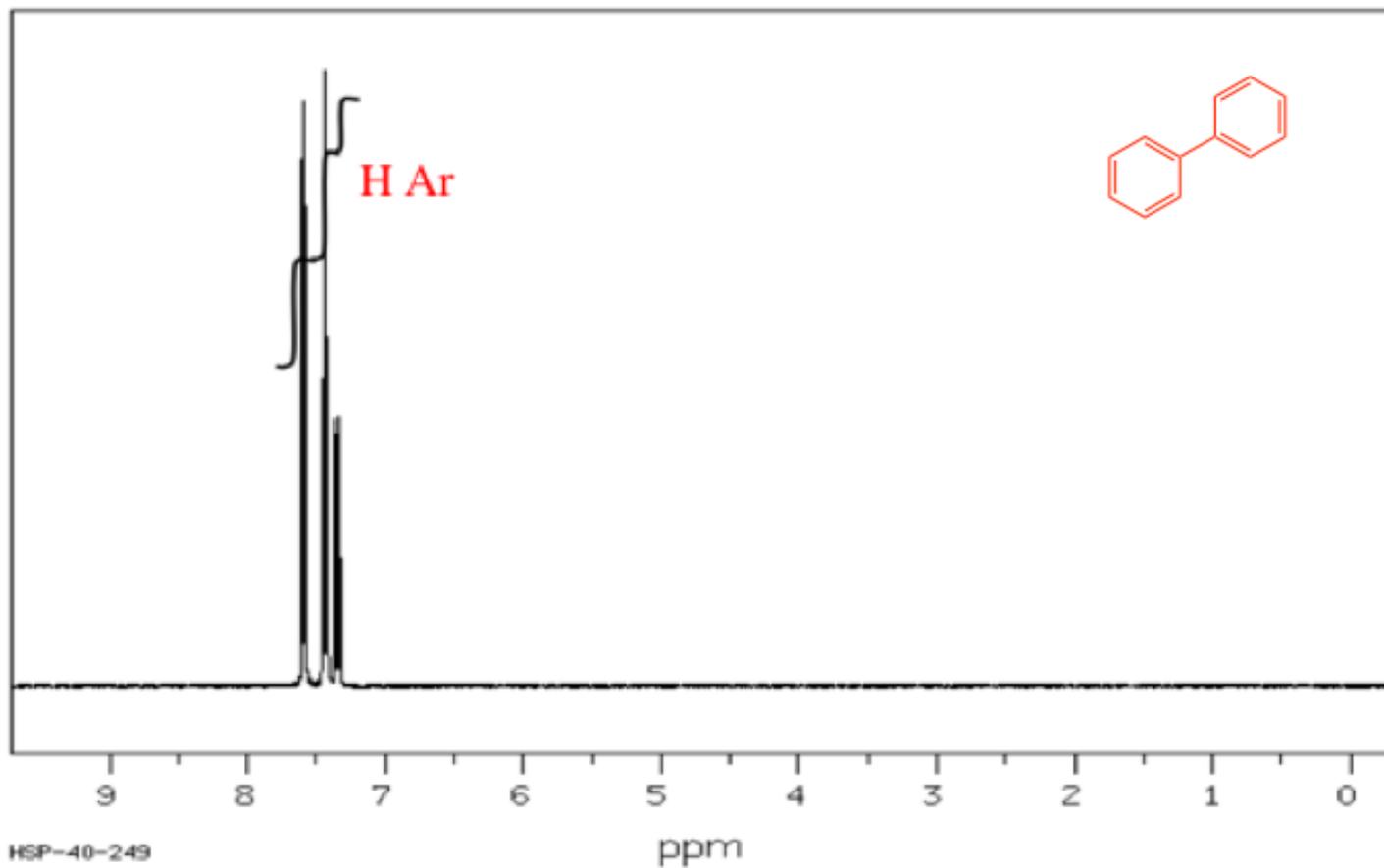


F -

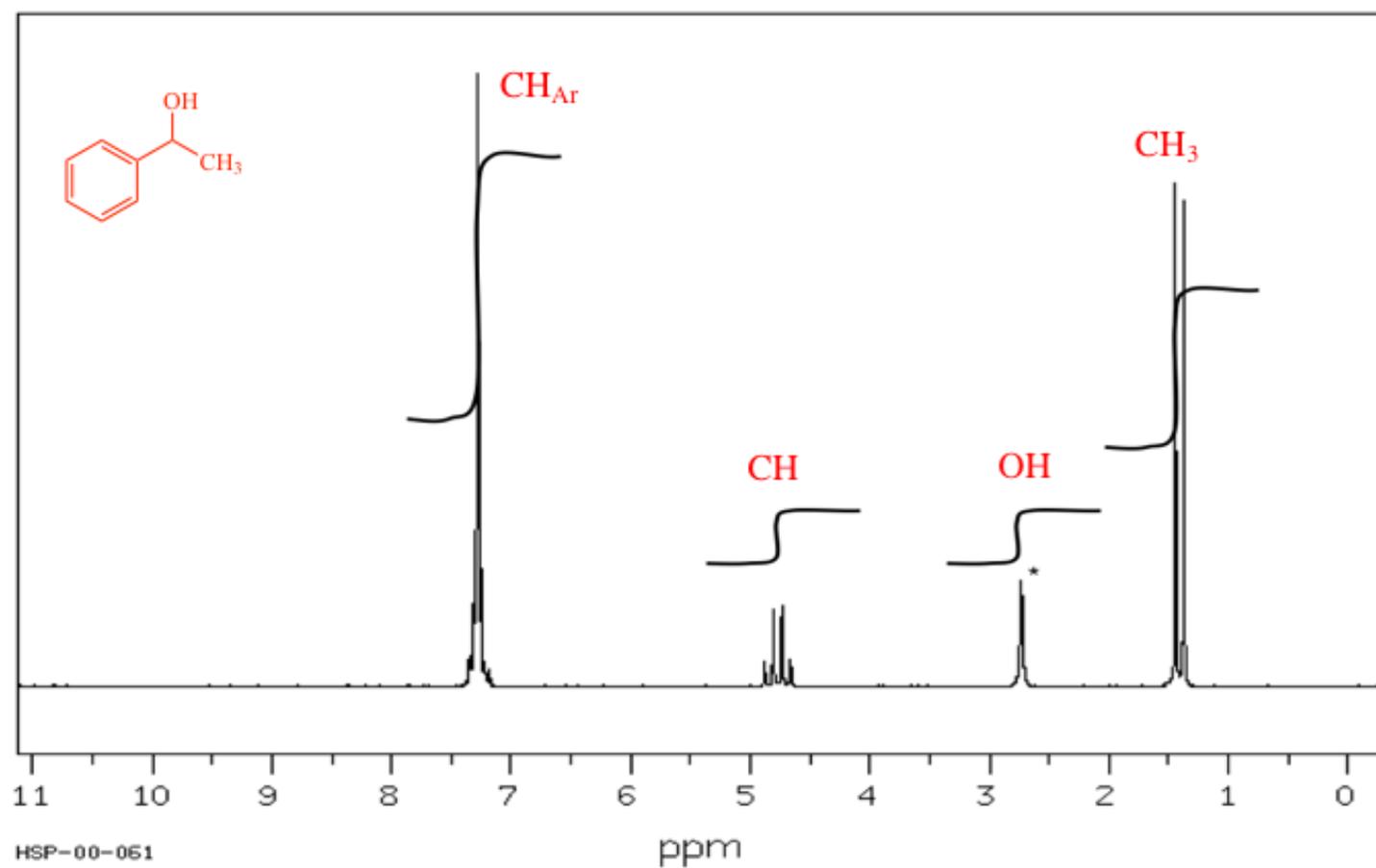


Spectres RMN ^1H :

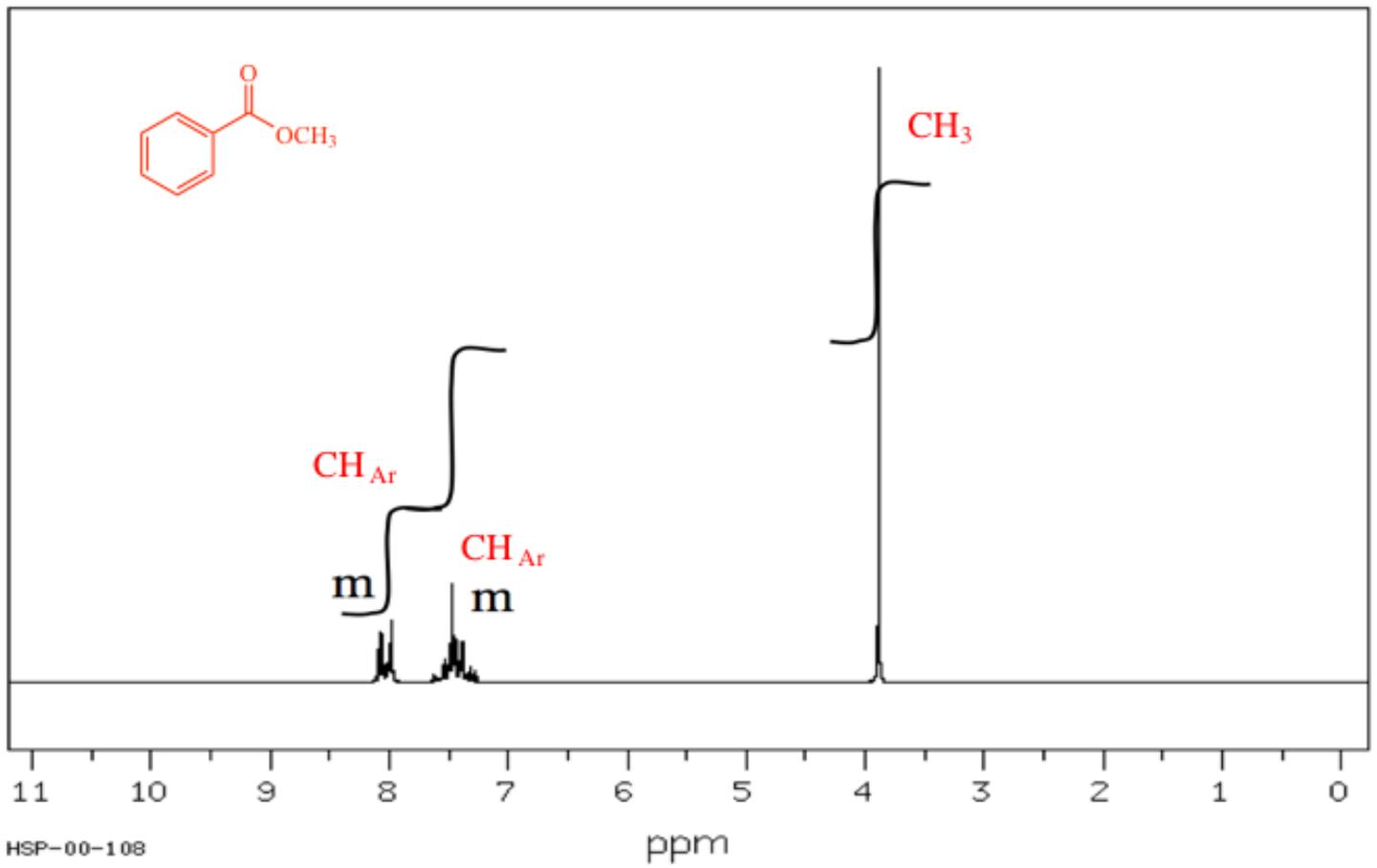
α -



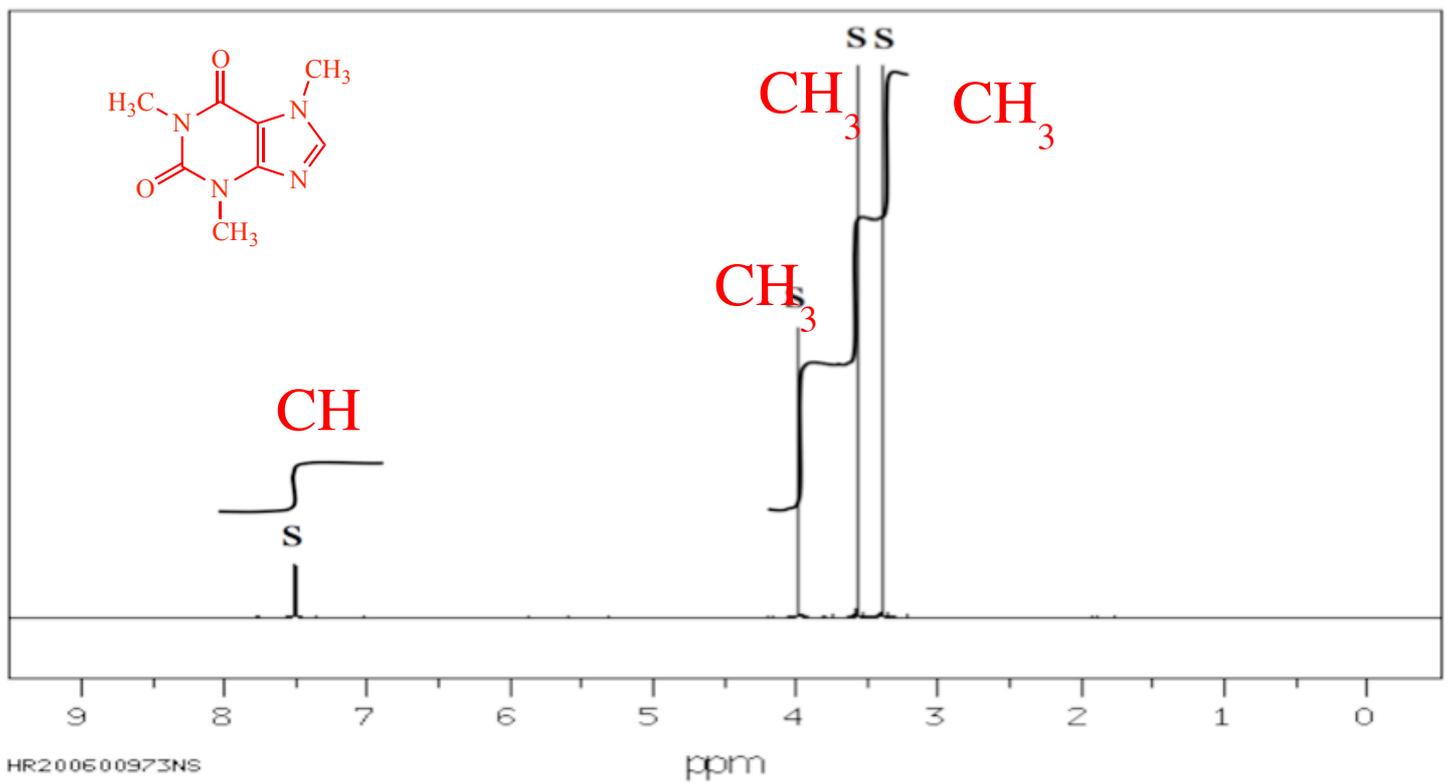
β -



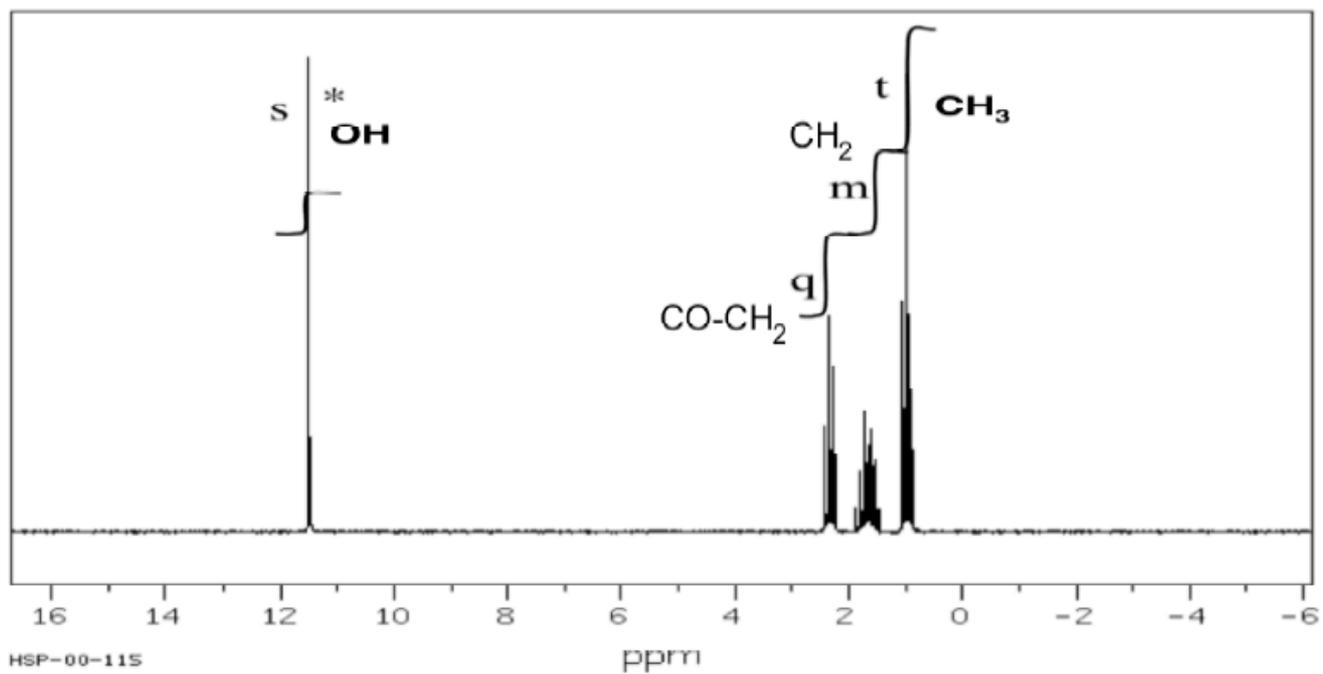
γ -



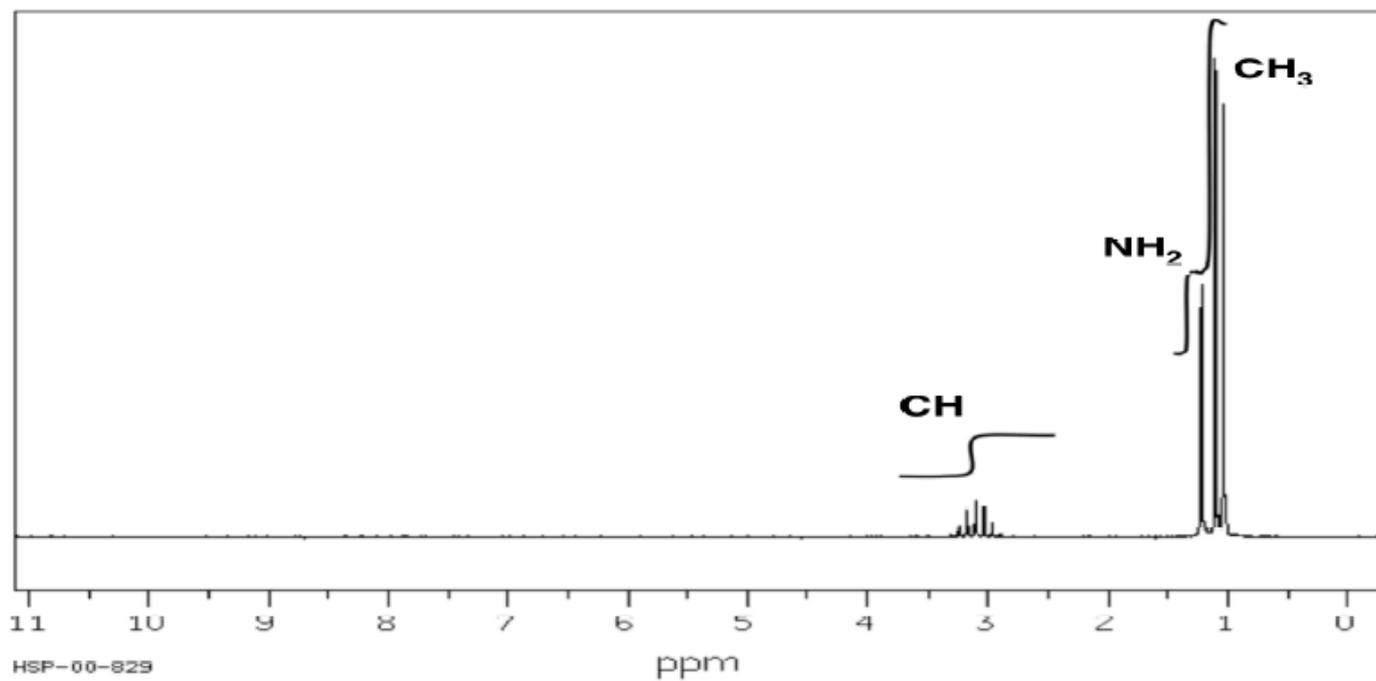
δ -



ε -



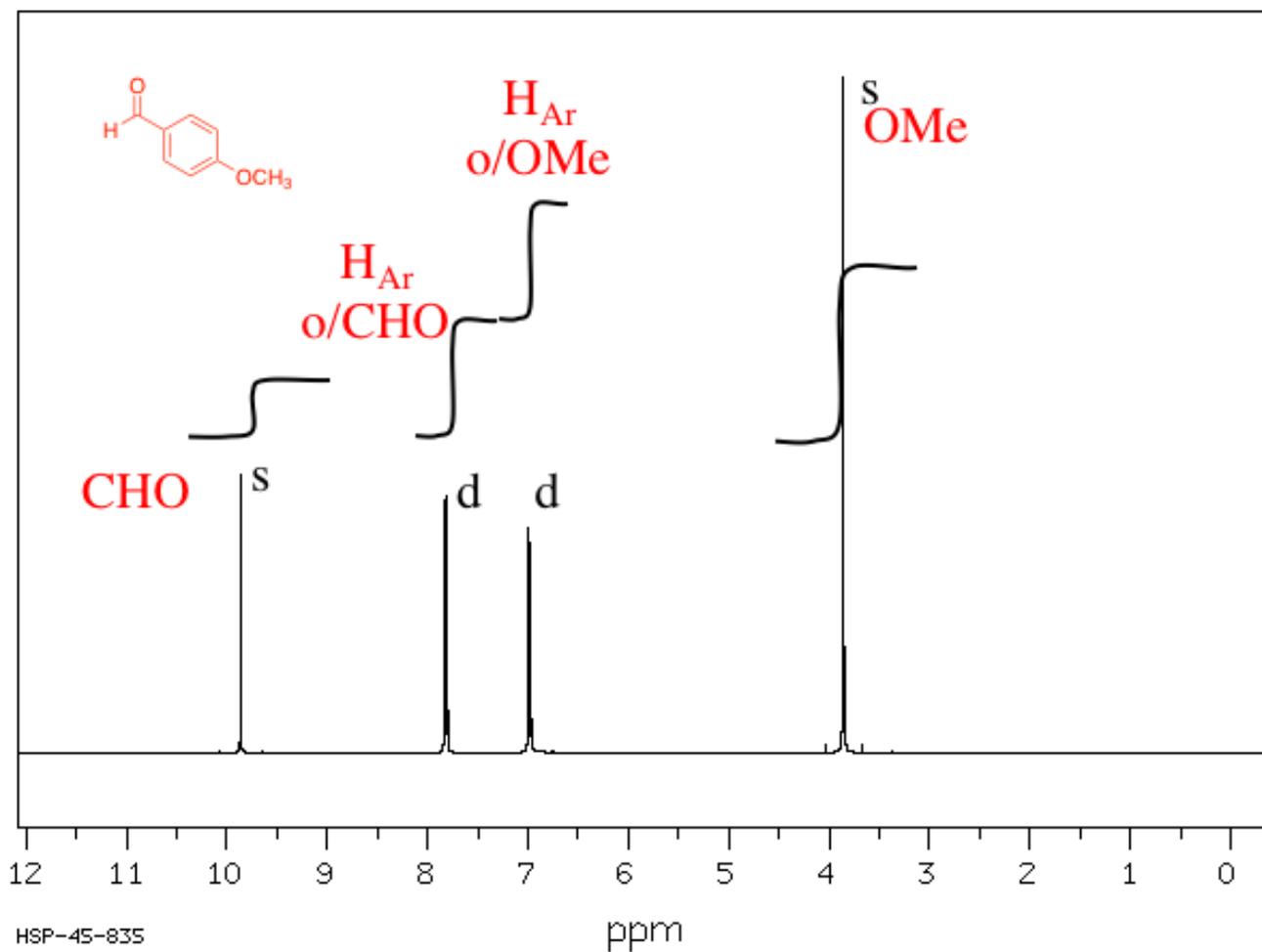
Ω -



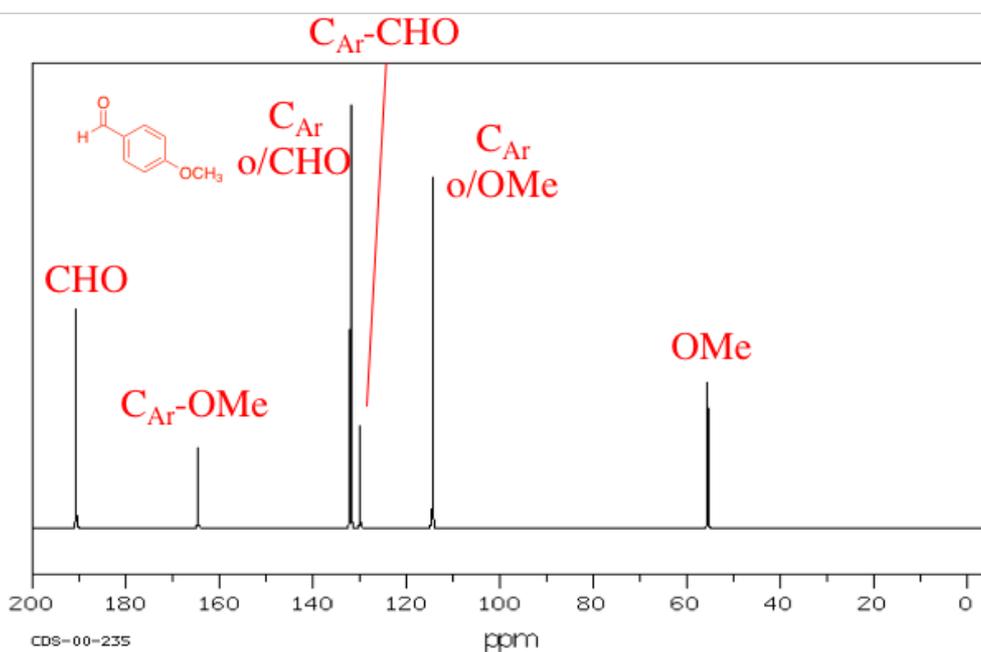
Problème II :

D'après les spectres ci-après, donner la structure de la molécule à odeur anisée de formule moléculaire $C_8H_8O_2$. Justifier votre réponse en indiquant sur les spectres l'attribution des signaux RMN et les absorptions IR caractéristiques.

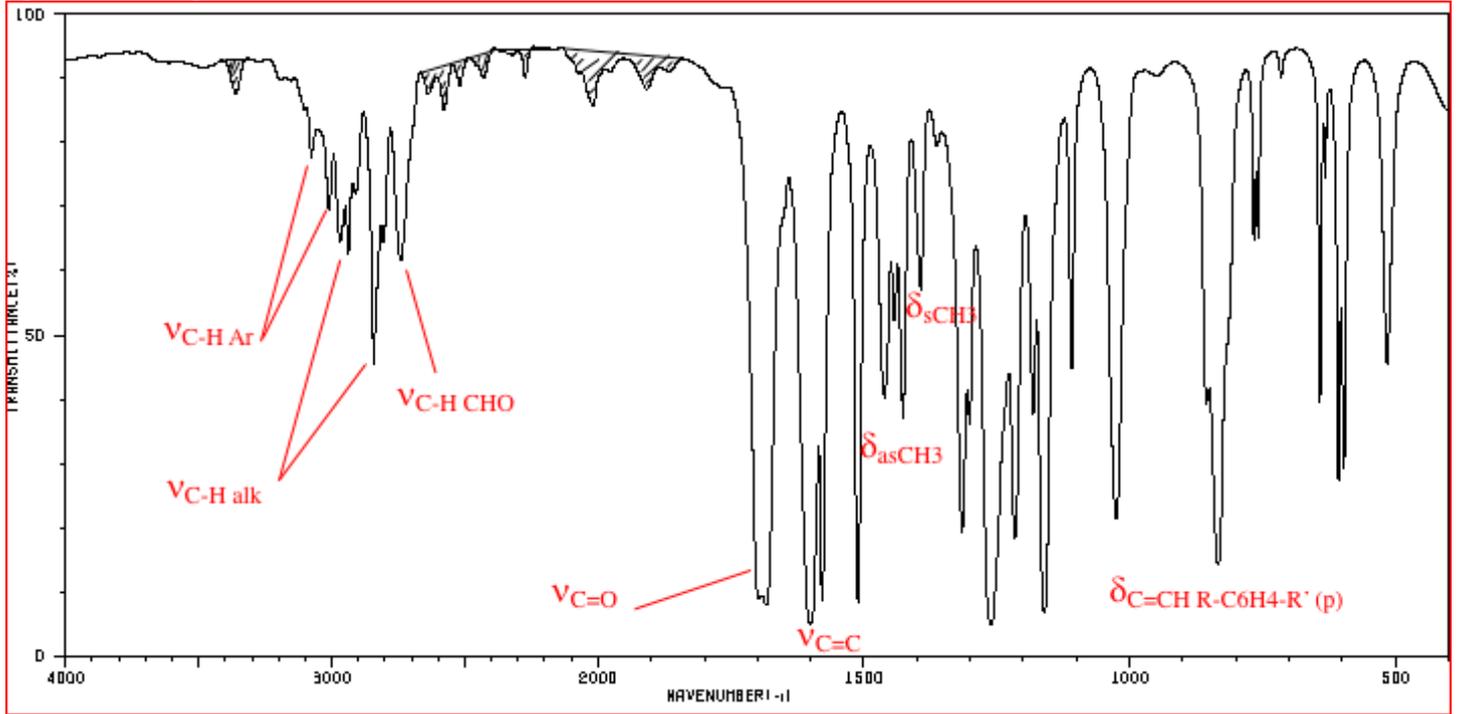
RMN 1H : 2 points



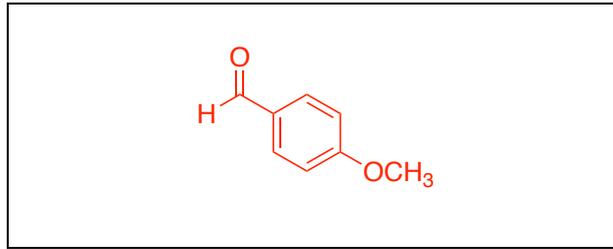
RMN $^{13}C\{^1H\}$: 1 point



Spectre IR : 2 points



Structure proposée : 1 point



Anisaldéhyde

Problème III : Résonance Magnétique Nucléaire. 2 points

Expliquer brièvement pourquoi les protons situés sur une double liaison (alcène ou carbonyle) sont plus déblindés en RMN ¹H que les protons d'une chaîne alkyle.

Lorsqu'une double liaison est placée dans un champ magnétique B_0 , il y a création d'une "circulation" des électrons π de cette liaison. Cette circulation entraîne l'apparition d'un champ induit B_i qui s'oppose à B_0 au centre de la double liaison et qui va dans le même sens à la périphérie de celle-ci (cf schéma). Par conséquent, les protons, situés à la périphérie de la double liaison, sont soumis à un champ effectif $B_{\text{eff}} = B_0 + B_i$. La fréquence de résonance étant proportionnelle au champ magnétique, ces protons résonnent à une fréquence plus élevée (déblindage) que les protons d'une chaîne alkyle qui ne subissent pas cet effet.

