



N° d'anonymat

Note sur X

Note Finale sur 20

Licence Professionnelle
Industries pharmaceutiques, cosmétiques et de santé

Option Contrôle et Développement Analytique

Année universitaire 2021/2022
Première session

UE N° 7

Matière : **Spectrophotométrie IR**
Durée de l'épreuve : 1 heure

Documents autorisés : non
Calculatrice autorisée : oui
Ordinateur ou tablette autorisés : non

Correcteur : L. GODIN

Ce cahier comporte 8 pages celle-ci comprise

Instructions générales

- Ne pas dégrafer ou déchirer ce fascicule
- Soyez très clair si vous faites un renvoi pour terminer une question.
- Respecter les modalités de réponses proposées
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (décret n° 92-657 du 13 juillet 1992)

1^{ère} PARTIE : THÉORIE : (8,5 points)

1^{ère} question

(2 points)

Quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'un produit puisse être analysé par spectrophotométrie infrarouge ?

Réponse du candidat :

2^{ème} question

(1 point)

Quels types de bandes retrouve-t-on dans un spectre proche infrarouge ?

Réponse du candidat :

3^{ème} question

(3 points)

En considérant qu'une liaison chimique entre deux atomes puisse être assimilée à un oscillateur harmonique, calculer la valeur du nombre d'ondes $\bar{\nu}_{C-N}$ correspondant à la bande de vibration d'élongation caractéristique des amines. Vous rappellerez les expressions littérales du nombre d'onde en fonction des caractéristiques de l'oscillateur harmonique représentant la liaison C-N, et de la masse réduite μ_{C-N} correspondante.

Données :

Célérité de l'onde IR dans le vide : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;

Constante de force de liaison : $k_{C-N} = 480 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$;

Masses molaires : $M(C) = 12,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ et $M(N) = 14,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;

Nombre d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Réponse du candidat :

4^{ème} question

(1 point)

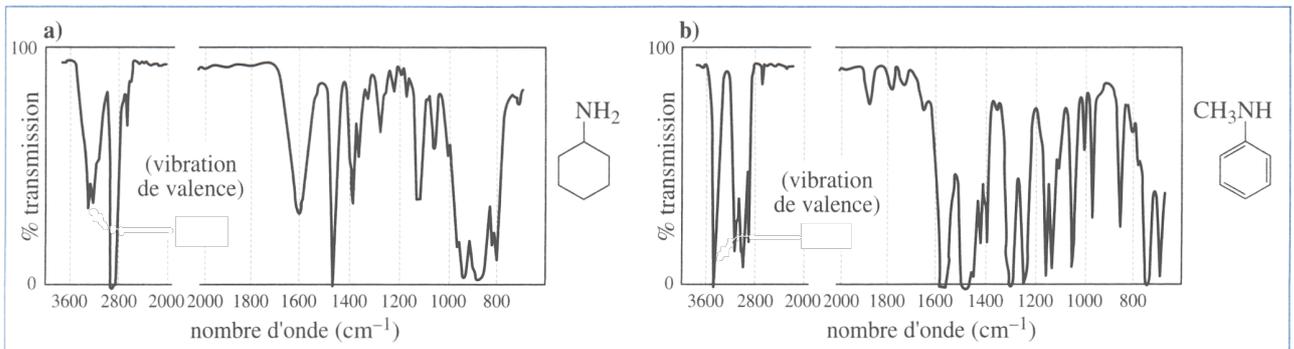
Sans calculs, pouvez-vous prédire la position des bandes $C=N$ et $C\equiv N$ à partir de la position de la bande $C-N$ déterminée dans la question précédente. Expliquer.

Réponse du candidat :

5^{ème} question

(1,5 points)

Peut-on discriminer dans le domaine du moyen infrarouge, le spectre d'une amine primaire de celui d'une amine secondaire ? Si oui par quelle(s) information(s) ? Pour illustrer votre propos, vous trouverez ci-dessous deux exemples d'amines primaire et secondaire :



Doc. a) Spectre I.R. de la cyclohexylamine.

b) Spectre I.R. de la N-méthylaniline.

Réponse du candidat :

2^{ème} PARTIE : ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE SPECTRALE (11,5 points)

6^{ème} question

(1 point)

Quel est l'intérêt de la transformée de Fourier ?

Réponse du candidat :

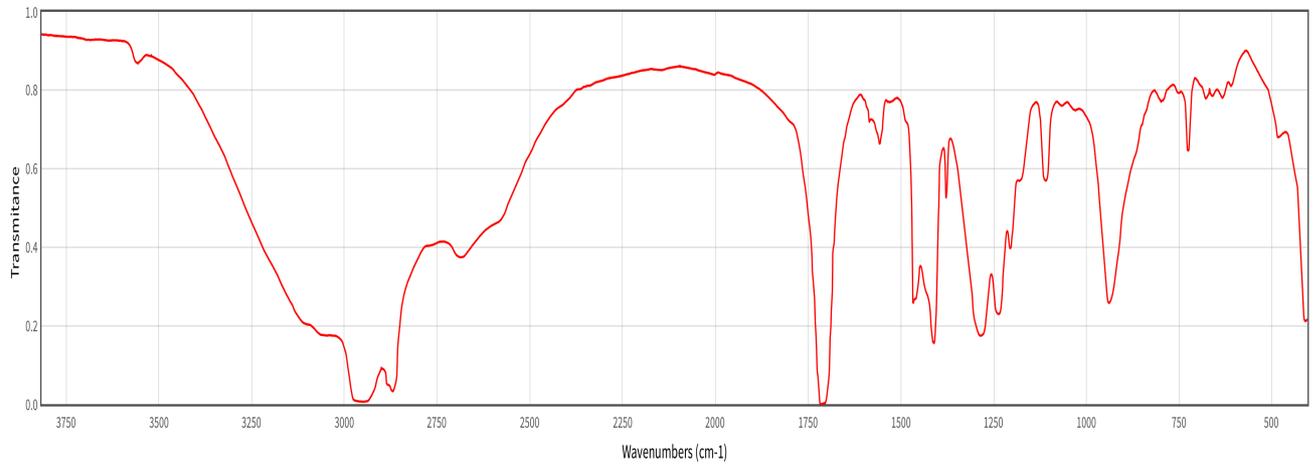
7^{ème} question

(9 points)

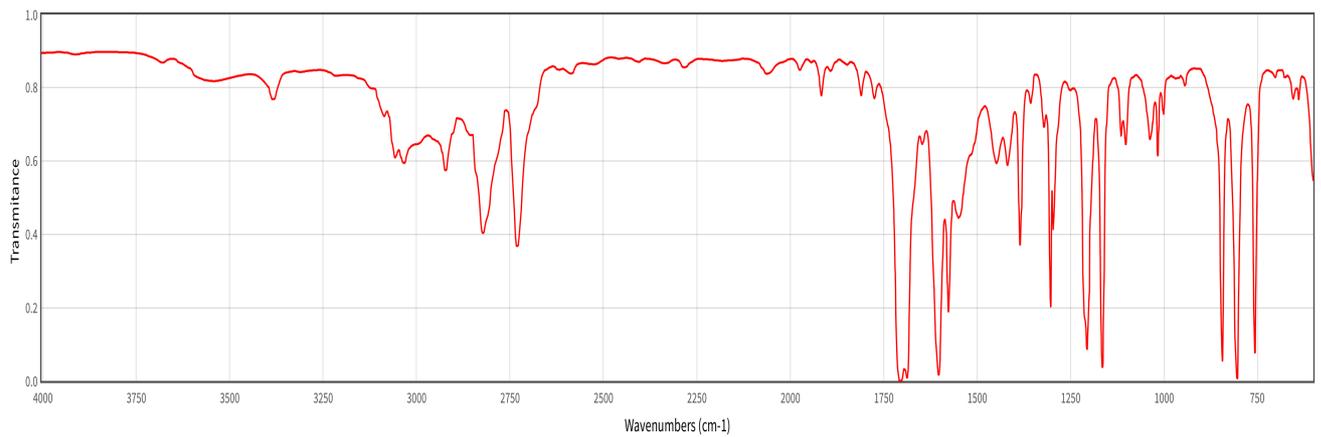
Vous trouverez ci-dessous, les spectres de trois molécules :

Le 4-methylbenzaldéhyde, l'acide octanoïque et le 2-hydroxybenzaldehyde :

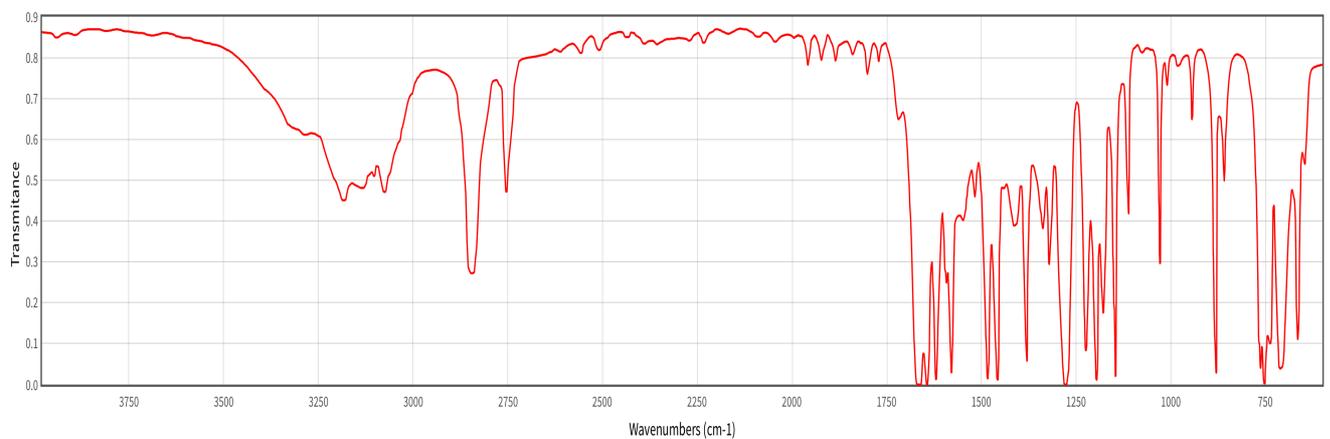
Spectre 1



Spectre 2



Spectre 3



Analyser les spectres 1, 2 et 3.

Pour cela remplir les tableaux fournis ci-après :

Réponse du candidat :

Spectre 1

nombre d'onde $\bar{\nu}$ (cm ⁻¹)	mode de vibration	groupement chimique
3100		
2960		
2870		
1720		
1415		
1380		
1290		
950		

Spectre 2

nombre d'onde $\bar{\nu}$ (cm ⁻¹)	mode de vibration	groupement chimique
3080		
2760		
1735		
1615-1450		
1415		
1380		
820		
785		

Spectre 3

nombre d'onde $\bar{\nu}$ (cm ⁻¹)	mode de vibration	groupement chimique
3250		
3120		
2820		
1690		
1600-1500		
1200		
780		
720		

8^{ème} question

(1,5 points)

Attribuer à chaque spectre, le nom qui lui revient.

Réponse du candidat :

TABLE IR

liaison	nature	nombre d'onde (cm ⁻¹)	intensité
O-H alcool libre	valence	3 580 – 3 670	F ; fine
O-H alcool lié	valence	3 200 – 3 400	F ; large
N-H amine	valence	3 100 – 3 500	m
imine			
N-H amide	valence	3 100 – 3 500	F
C _{di} -H	valence	3 300 – 3 310	m ou f
C _{tri} -H	valence	3 000 – 3 100	m
C _{tri} -H aromatique	valence	3 030 – 3 080	m
C _{tét} -H	valence	2 800 – 3 000	F
C _{tri} -H aldéhyde	valence	2 750 – 2 900	m
O-H acide carboxylique	valence	2 500 – 3 200	F à m ; large
C≡C	valence	2 100 – 2 250	f
C≡N	valence	2 120 – 2 260	F ou m
C=O anhydride	valence	1 700 – 1 840	F ; 2 bandes
C=O chlorure d'acyle	valence	1 770 – 1 820	F
C=O ester	valence	1 700 – 1 740	F
C=O aldéhyde et cétone	valence	1 650 – 1 730	F
		abaissement de 20 à 30 cm ⁻¹	
		si conjugaison	
C=O acide	valence	1 680 – 1 710	F
C=C	valence	1 625 – 1 685	m
C=C aromatique	valence	1 450 – 1 600	variable ; 3 ou 4 bandes
N=O	valence	1 510 – 1 580	F ; 2 bandes
		1 325 – 1 365	
C=N	valence	1 600 – 1 680	F
N-H amine ou amide	déformation	1 560 – 1 640	F ou m
C _{tét} -H	déformation	1 415 – 1 470	F
C _{tét} -H (CH ₃)	déformation	1 365 – 1 385	F ; 2 bandes
C-O	valence	1 050 – 1 450	F
C-C	valence	1 000 – 1 250	F
C-F	valence	1 000 – 1 040	F
C _{tri} -H aromatique monosubstitué	déformation	730 – 770	F ; 2 bandes
		690 – 770	
C _{tri} -H aromatique o-disubstitué	déformation	735 – 770	F
m-disubstitué	déformation	750 – 810	F et m ; 2 bandes
		680 – 725	
p-disubstitué	déformation	800 – 860	F
C _{tri} -H aromatique trisubstitué	déformation	770 – 800	F et m ; 2 bandes
1,2,3		685 – 720	
1,2,4	déformation	860 – 900	F et m ; 2 bandes
		800 – 860	
1,3,5	déformation	810 – 865	F ; 2 bandes
		675 – 730	
C-Cl	valence	700 – 800	F
C-Br	valence	600 – 750	F
C-I	valence	500 – 600	F

F : fort ; m : moyen ; f : faible

Table des nombres d'onde des vibrations de valence et de déformation de quelques groupes fonctionnels.
 Distingue les atomes de carbone tétraonaux (notés C_{tét}), trigonaux (notés C_{tri}) et digonaux (notés C_{di}).

C-N	valence	1250-1360	variables ; 3 ou 4 bandes
-----	---------	-----------	---------------------------