

DEVOIR**Vendredi 23 novembre****Durée 2h****Exercice 1 : La lumière est une onde**

Le caractère ondulatoire de la lumière fut établi au XIX^e siècle par des expériences d'interférences et de diffraction montrant, par analogie avec les ondes mécaniques, que la lumière peut être décrite comme une onde. Augustin Fresnel (1788-1827), physicien français, s'est attaqué au problème des ombres et de la propagation rectiligne de la lumière. Avec des moyens rudimentaires il découvrit et il exploita le phénomène de diffraction. Son expérience utilisait une plaque de cuivre percée d'un petit trou. Grâce à une lentille constituée par une goutte de miel déposée sur le trou, il concentrait les rayons solaires sur un fil de fer.

1. Expérience de Fresnel

- 1.1. Fresnel a utilisé les rayons solaires pour réaliser son expérience. Une telle lumière est-elle monochromatique ou polychromatique ?
- 1.2. Fresnel exploite le phénomène de diffraction de la lumière par un fil de fer.
Le diamètre du fil a-t-il une importance pour observer le phénomène de diffraction ? Si oui, indiquer quel doit être l'ordre de grandeur de ce diamètre.

2. Mesure de longueur d'onde par diffraction

On réalise une expérience de diffraction à l'aide d'un laser émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde λ .

À quelques centimètres du laser, on place des fils verticaux de diamètres connus. On désigne par a le diamètre d'un fil.

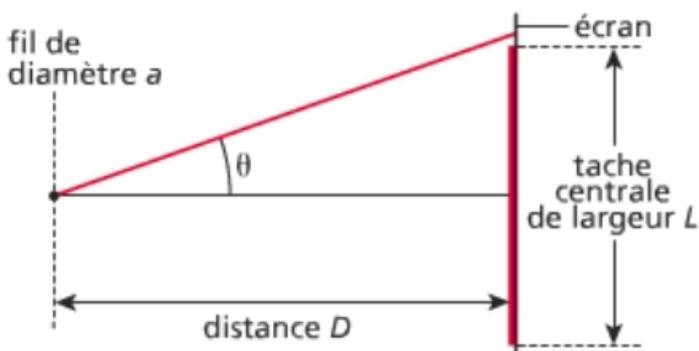
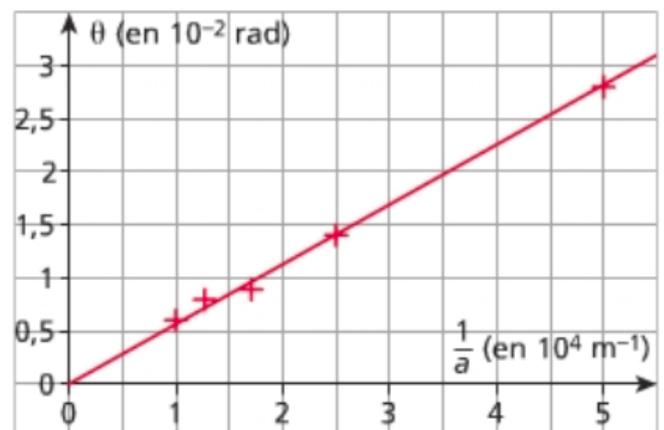
La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran blanc situé à une distance $D = 1,60$ m des fils. Pour chacun des fils, on mesure la largeur L de la tache centrale.

À partir de ces mesures et des données, il est possible de calculer la demi-ouverture angulaire θ du faisceau diffracté (Fig. 2).

- 2.1. L'angle θ étant petit, $\tan \theta \approx \theta$ (avec θ en radians).
Donner et démontrer la relation entre L et D qui a permis de calculer θ pour chacun des fils.
- 2.2. Donner la relation liant θ , λ et a et leurs unités.

On trace la courbe $\theta = f(1/a)$. (Fig. 3)

- 2.3. Montrer que la courbe obtenue est en accord avec l'expression de θ donnée à la question 2.2.
- 2.4. Comment pourrait-on déterminer graphiquement la longueur d'onde λ de la lumière monochromatique utilisée ?
- 2.5. En utilisant la figure 3, préciser parmi les valeurs de longueurs d'onde proposées ci-dessous, quelle est celle de la lumière utilisée.
560 cm, 560 m, 560 pm, 560 nm.
- 2.6. Les résultats précédents seraient-ils modifiés en remplaçant un fil de diamètre a par une fente d'épaisseur a ?

**Fig. 2****Fig. 3**

3. Mesure de longueur d'onde par interférences

Le fil est remplacé par un écran percé de deux fentes distantes de a . (Fig. 4). Des franges lumineuses (Fig. 5) sont observées sur un écran situé à $D = 3,0$ m à 1 cm près.

3.1. Pourquoi la lumière peut-elle arriver en différents points de l'écran ?

Pourquoi les franges ne sont-elles pas présentes en tout point de l'écran ?

3.2. Expliquer qualitativement pourquoi l'intensité de la lumière sur l'écran dépend de la position y sur l'écran. Qu'est-ce qui est observé au centre de l'écran, en $y = 0$?

3.3. La largeur sur l'écran d'un ensemble de six franges consécutives est 25 mm. Sachant que la distance entre les centres de deux franges est constante et égale à $i = \lambda D/b$, et que l'écart b entre les fentes est $b = 0,40 \pm 0,01$ mm, quelle est la longueur d'onde du laser ?

3.4. Sachant que l'incertitude relative sur i est de 4 % déterminer entre les 3 grandeurs D , b et i celle qui est la moins précise.

3.5. Pourquoi mesurer six franges au lieu d'une ?

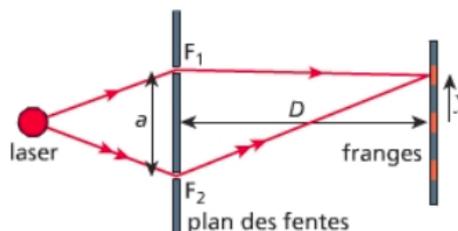


Fig. 4



Fig. 5

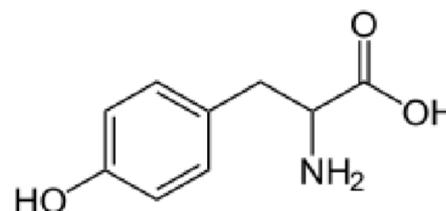
Exercice 2 : La tyrosine



Les protéines, assemblage tridimensionnel d'acides aminés, sont omniprésentes dans notre organisme. Elles assurent une multitude de fonctions biologiques. La synthèse de ces macromolécules est réalisée « in vivo » (dans l'organisme) mais aussi « in vitro » (au laboratoire). Dans le corps humain, vingt acides aminés différents participent à l'élaboration des protéines. Parmi eux, on trouve la L-tyrosine qui est présente dans de nombreux aliments (amande, avocat, banane, graine de citrouille, etc.).

Elle peut être consommée en compléments alimentaires sous forme de gélules (voir photo ci-contre) pour lutter contre le stress et l'anxiété.

La formule topologique de la tyrosine est la suivante :



1. Groupes caractéristiques et classes fonctionnelles (famille)

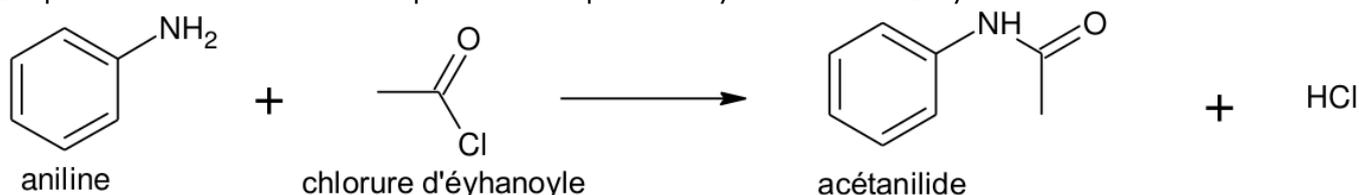
1.1. Représenter la formule semi-développée de la molécule de tyrosine.

1.2. Sur cette formule développée entourer les groupes caractéristiques et les nommer.

1.3. La tyrosine appartient à la famille des acides aminés. Justifier qu'elle appartient à cette famille.

2. Première étape de la synthèse de la L-tyrosine au laboratoire

L'équation de la réaction de la première étape de la synthèse de la L-Tyrosine est la suivante :



À l'issue de la première étape, on réalise les spectres IR de l'aniline et du produit de la réaction. Les spectres sont disponibles (en annexe à rendre avec la copie).

Faire l'étude suffisante des spectres IR permettant de montrer que l'aniline a bien été transformée intégralement en acétanilide lors de cette première étape de la synthèse. Conclure.

3. Contrôle de qualité d'une gélule de L-tyrosine

L'étiquette mentionne des gélules de L-tyrosine contenant 500 mg de principe actif. On désire vérifier cette information par un dosage spectrophotométrique.

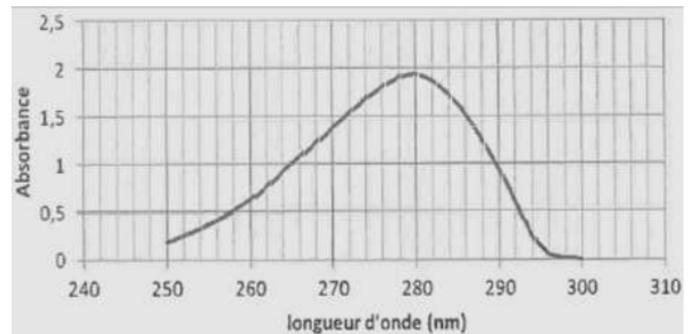
Protocole expérimental suivi :

- Dissoudre totalement une gélule de L-tyrosine dans un volume de 2,00 L d'eau. La solution obtenue est notée S.
- Préparer une solution aqueuse de L-tyrosine de concentration $c_0 = 0,50 \text{ g.L}^{-1}$ à partir d'un flacon de produit pur du laboratoire. Cette solution est notée S_0 .
- À partir de la solution mère S_0 , préparer quatre solutions filles dont les concentrations sont fournies dans le tableau suivant :

Solution fille	S1	S2	S3	S4
C (g.L^{-1})	0,10	0,20	0,30	0,40

- Mesurer l'absorbance de chaque solution et tracer $A = f(c)$.
- Mesurer l'absorbance de la solution S.

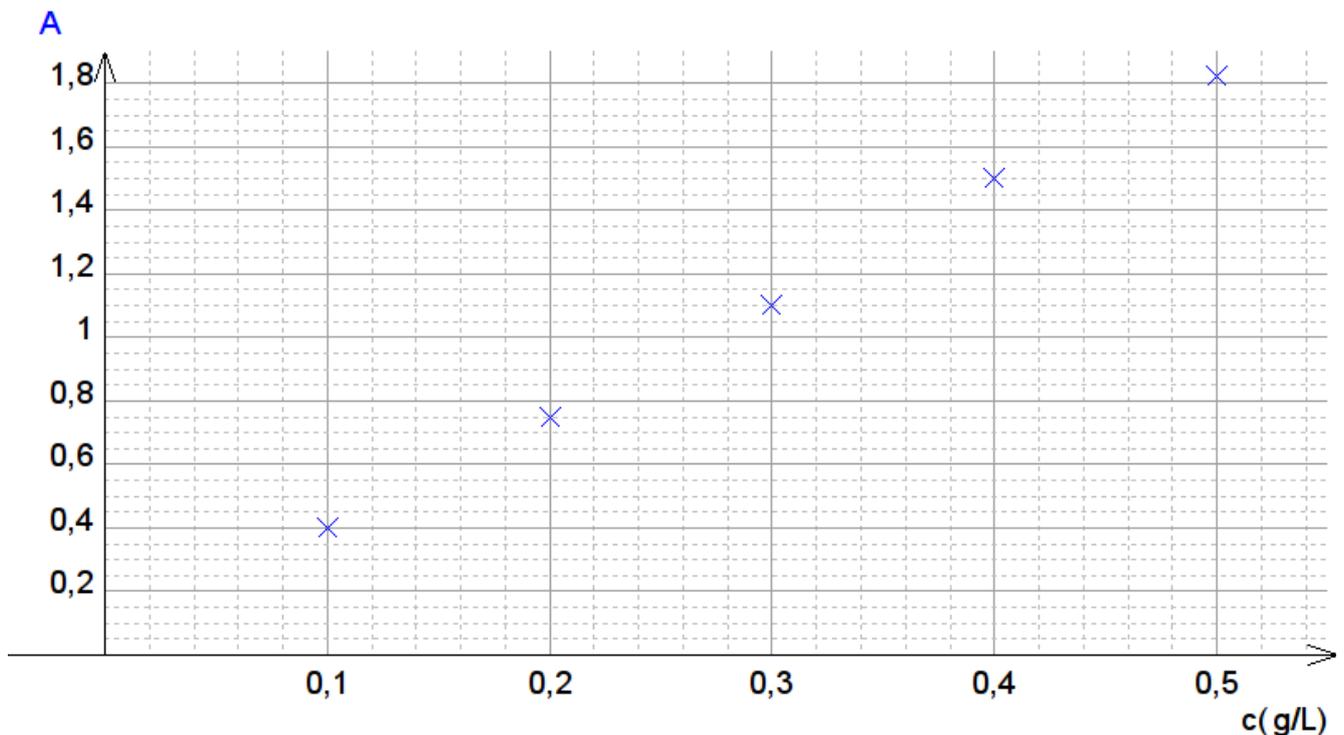
Donnée : spectre d'absorption UV visible d'une solution aqueuse de L-tyrosine à $\text{pH} = 7$
Aucune absorbance n'est observée dans un autre domaine de longueur d'onde.

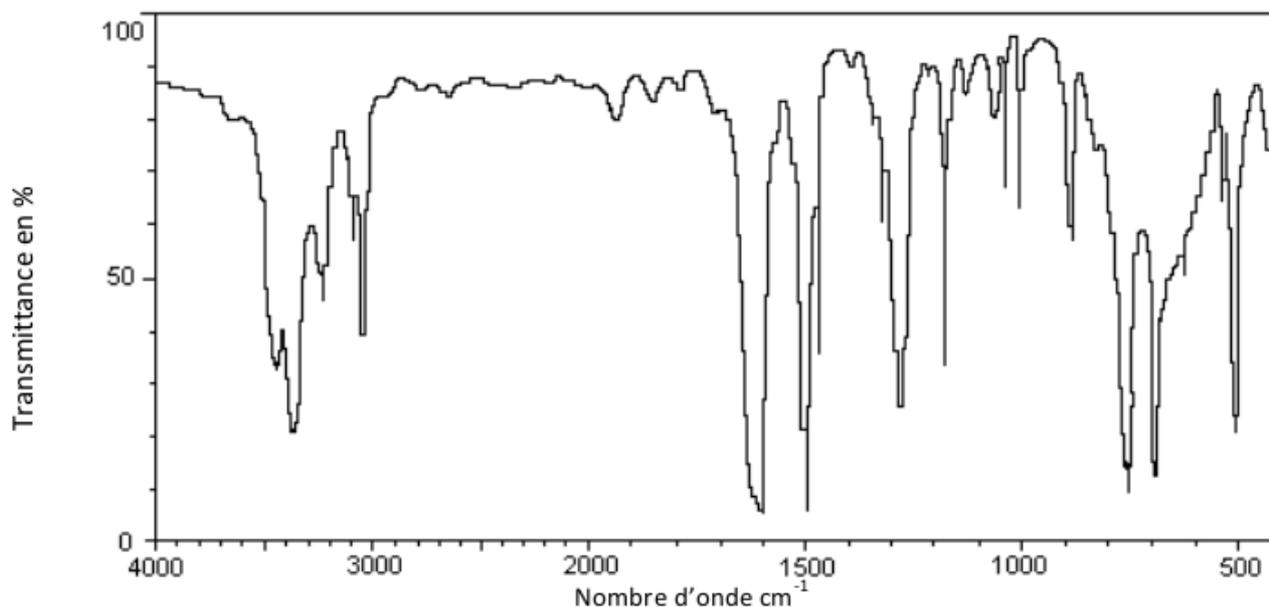
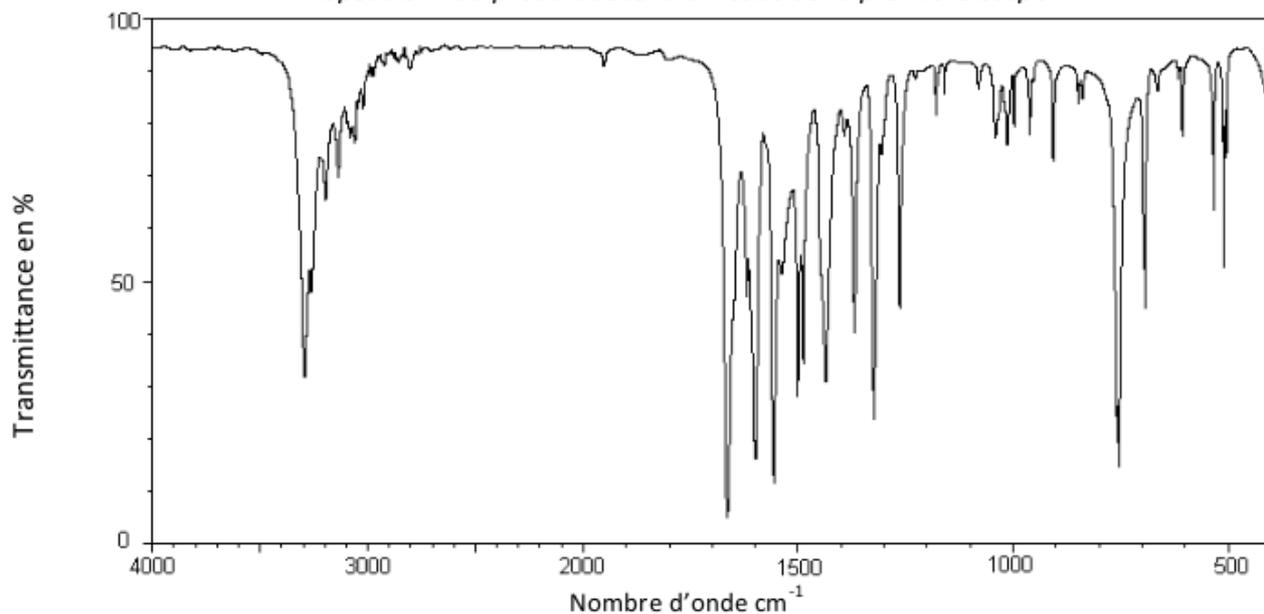


Résultats expérimentaux :

La courbe d'étalonnage de l'absorbance A en fonction des concentrations massiques des solutions de L-Tyrosine obtenue est représentée ci-dessous.

- 3.1.** Déterminer le volume de solution mère à prélever pour préparer 100,0 mL de solution S1. Nommer la verrerie utilisée pour préparer cette solution.
- 3.2.** La mesure de l'absorbance de la solution S est $A = 1,0$. La teneur (500 mg) en L-tyrosine de la gélule est-elle conforme à l'indication de l'étiquette du médicament ? Expliquer brièvement votre méthode et faire un écart relatif avec la valeur attendue.



ANNEXE de l'exercice 2*Spectre IR de l'aniline**Spectre IR du produit obtenu à l'issue de la première étape***Tableau des données IR :**

Liaison	σ (cm ⁻¹)	Intensité
O-H alcool libre	3580-3670	Forte ; fine
O-H alcool lié	3200-3400	Forte ; large
N-H (amine primaire : R-NH ₂)	3100-3500	Moyenne ; fines (2 bandes moyennes)
N-H amide	3100-3500	Moyenne ; fine
C-H	2800-3000	Forte
C-H aldéhyde	2750-2900	Moyenne (deux bandes)
O-H acide	2500-3200	Forte ; large
C=O ester	1700-1740	Forte ; fine
C=O acide	1680-1710	Forte ; fine
C=O aldéhyde, cétone	1650-1730	Forte ; fine
C=O amide	1650-1700	Forte ; fine
N-H amine primaire	1610-1640	Forte ; large