

# CORRECTION DU DS

## EXERCICE A. DOSAGE DE L'UREE (5 points)

Amérique du Nord – Jour 1 – Juin 2023

### A- La synthèse de l'urée par Wöhler

1-		Formule brute
	Cyanate d'ammonium ( $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{CNO}^-(\text{aq})$ )	$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$
	Urée, une molécule de formule brute $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$	$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$

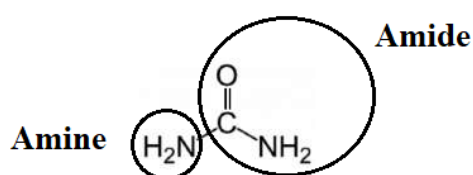
Le cyanate d'ammonium et l'urée ont des formules brutes identiques et des formules développées différentes : ce sont des isomères.

2- Ce sont des formules semi-développées.

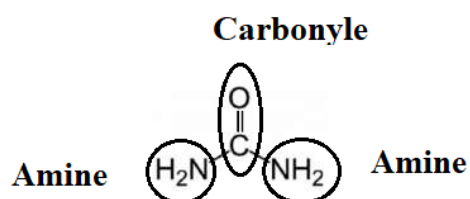
3 -

	Formule brute	
	$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$	Urée
	$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$	Le carbone fait 4 liaisons et l'oxygène en fait 2 : la formule n'est pas bonne.
	$\text{CH}_5\text{N}_2\text{O}$	La formule brute n'est pas celle de l'urée.

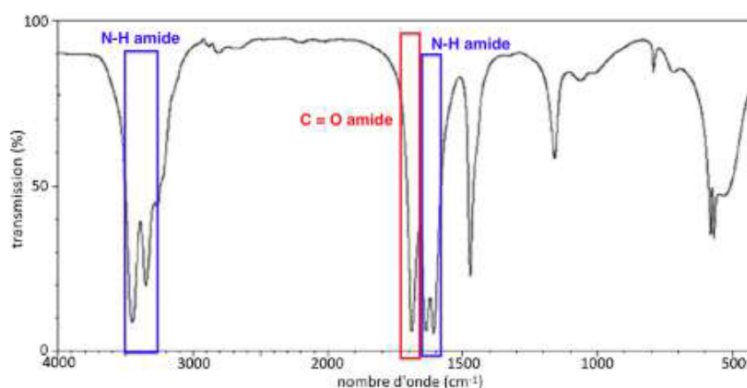
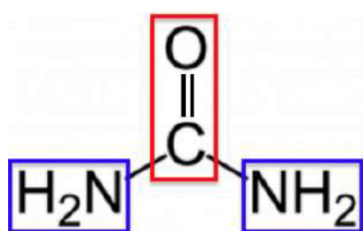
4- Deux réponses possibles



Ou



5-



le spectre infrarouge obtenu pour les cristaux d'urée comporte :

- Une bande d'absorption entre 1650 – 1740 correspondant à une liaison C = O d'un amide
- Une bande d'absorption entre 3100 – 3500 correspondant à une liaison N-H d'un amide
- Une bande d'absorption entre 1560 – 1640 correspondant à une liaison N-H d'un amide

le spectre infrarouge obtenu pour les cristaux d'urée est cohérent avec la formule semi-développée proposée.

### B- Dosages de l'urée

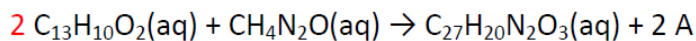
6- Masse de cristaux d'urée à peser :

$$n = \frac{m}{M} \quad m = n \times M \quad \text{Or} \quad n = C \times V$$

$$\text{D'ou } m = C \times V \times M = 6,7 \times 10^{-3} \times 50 \times 10^{-3} \times 60,06$$

$$m = 2,0 \times 10^{-2} \text{ g}$$

7-



	Réactifs	Produits	Manque
Carbone	$2 \times 13 + 1 = 27$	27	$27 - 27 = 0$
Hydrogène	$2 \times 10 + 4 = 24$	20	$24 - 20 = 4$
Oxygène	$2 \times 2 + 1 = 5$	3	$5 - 3 = 2$
Azote	2	2	$2 - 2 = 0$

Il manque 4 atomes d'hydrogène et 2 atomes d'oxygène pour 2 molécule A soit 2 atomes d'hydrogène et 1 atome d'oxygène pour une molécule A . A est de Formule H<sub>2</sub>O.

8- Le Dixanthylurée a pour formule brute C<sub>27</sub>H<sub>20</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> :

Je peux en déduire le calcul de la masse molaire moléculaire :

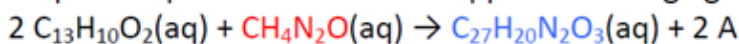
$$M_{\text{Dixanthylurée}} = 27 M_{\text{C}} + 20 M_{\text{H}} + 2 M_{\text{N}} + 3 M_{\text{O}} = 27 \times 12,0 + 20 \times 1,00 + 2 \times 14,0 + 3 \times 16,0 = 420 \text{ g.mol}^{-1}$$

9- Comparons les masses molaires moléculaires du dixanthylurée et de l'urée :

$$\frac{M_{\text{Dixanthylurée}}}{M_{\text{urée}}} = \frac{420}{60,06} = 6,99$$

La masse molaire du dixanthylurée est sept fois supérieure à celle de l'urée.

D'après l'équation de réaction support du dosage gravimétrique :



Pour une mole d'urée consommée, une mole de dixanthylurée est produite.

Or la masse molaire du dixanthylurée est sept fois supérieure à celle de l'urée.

$$n_{\text{urée consommée}} = n_{\text{dixanthylurée produite}} \quad \text{Or } n = \frac{m}{M}$$

$$\frac{m_{\text{urée consommée}}}{M_{\text{urée}}} = \frac{m_{\text{dixanthylurée produite}}}{M_{\text{Dixanthylurée}}} \quad \text{Or} \quad M_{\text{Dixanthylurée}} = 7M_{\text{urée}}$$

$$\frac{m_{\text{urée consommée}}}{M_{\text{urée}}} = \frac{m_{\text{dixanthylurée produite}}}{7M_{\text{urée}}} \quad \text{Donc} \quad m_{\text{urée consommée}} = \frac{m_{\text{dixanthylurée produite}}}{7}$$

$$\text{Ainsi} \quad m_{\text{dixanthylurée produite}} = 7 \times m_{\text{urée consommée}}$$

La masse de dixanthylurée formée est sept fois supérieure à celle de l'urée consommée.

**Remarque importante** qui a valu des points aux meilleurs pour avoir le max de points à cet exercice et à laquelle aucun élève n'a su répondre.

Répondre à cette question uniquement en affirmant que puisque  $M_{\text{Dixanthylurée}} = 7 \times M_{\text{urée}}$ , alors forcément

$$m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produit}} = 7 \times m_{\text{urée}}^{\text{consommée}}$$

n'est pas juste.

Il fallait aussi écrire que d'après l'équation de la réaction

$$n_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produit}} = n_{\text{urée}}^{\text{consommée}}$$

Et ensuite poursuivre le raisonnement développé dans la correction.

Car si dans l'équation de la réaction on avait eu un coefficient stœchiométrique différent qu'identique pour les deux espèces chimiques consommée et produite, alors même si  $M_{\text{Dixanthylurée}} = 7 \times M_{\text{urée}}$  on ne peut pas affirmer que  $m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produit}} = 7 \times m_{\text{urée}}^{\text{consommée}}$

C'est parce qu'il se fabrique autant d'urée que de dixanthylurée consommé qu'on peut affirmer que puisque  $M_{\text{Dixanthylurée}} = 7 \times M_{\text{urée}}$  alors oui  $m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produit}} = 7 \times m_{\text{urée}}^{\text{consommée}}$

10-

$$C = \frac{n_{\text{urée}}}{V} \quad \text{Or } n_{\text{urée}} = \frac{m_{\text{urée}}}{M_{\text{urée}}} \quad C = \frac{\frac{m_{\text{urée}}}{M_{\text{urée}}}}{V} = \frac{m_{\text{urée}}}{M_{\text{urée}} \times V} = \frac{m_{\text{urée}}}{M_{\text{urée}} \times V}$$

$$\text{Or } m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produite}} = 7 \times m_{\text{urée}}^{\text{consommée}} \quad \text{Donc } m_{\text{urée}}^{\text{consommée}} = \frac{m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produite}}}{7}$$

$$C = \frac{\frac{m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produite}}}{7}}{M_{\text{urée}} \times V} = \frac{m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produite}}}{7} \times \frac{1}{M_{\text{urée}} \times V} = \frac{m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produite}}}{7 \times M_{\text{urée}} \times V}$$

11-

$$C = \frac{m_{\text{dixanthylurée}}^{\text{produite}}}{7 \times M_{\text{urée}} \times V} = \frac{2,7 \times 10^{-3}}{7 \times 60,06 \times 1,0 \times 10^{-3}} = 6,4 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$u(C) = C \cdot \sqrt{\left(\frac{u(m)}{m}\right)^2 + \left(\frac{u(M_{\text{urée}})}{M_{\text{urée}}}\right)^2 + \left(\frac{u(V)}{V}\right)^2}$$

$$u(C) = 6,4 \times 10^{-3} \cdot \sqrt{\left(\frac{0,2}{2,7}\right)^2 + \left(\frac{0,01}{60,06}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{1,0}\right)^2} = 8 \times 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$C = 6,4 \times 10^{-3} \pm 8 \times 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1} = (6,4 \pm 0,8) \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

12-

$$\frac{|C_{\text{mes}} - C_{\text{ref}}|}{u(C)} = \frac{|6,4 \times 10^{-3} - 6,7 \times 10^{-3}|}{8 \times 10^{-4}} = 0,4 < 2$$

Le z-score est inférieur à 2, les résultats sont compatibles.

Le protocole de Richard Fosse permet donc de valider que la solution S a été correctement préparée.

Exercice B – ÉTUDE DE COLORANTS DANS UNE BOISSON (5 points)

Remarque. Exercice catastrophique à reprendre.....

1.  $m(\text{sucre}) = C_m(\text{sucre}) * V$  donc  $m(\text{sucre}) = 367 \times 3,0 \times 10^{-2} = 11 \text{ g}$ .

Par proportionnalité, cette masse correspond à  $11/5,0 = 2,2$  morceaux de sucre.

C'est une masse importante pour un volume de seulement 3,0 cL ; la boisson est très sucrée et sa consommation excessive peut entraîner des problèmes de santé (caries, diabète, obésité ...).

2. La couleur d'un colorant en solution aqueuse correspond à la couleur complémentaire du maximum d'absorption.

En utilisant le cercle chromatique :

- $\lambda_{\text{MAX}}(E 102) \approx 420 \text{ nm}$  absorbe le violet donc paraît jaune ;
- $\lambda_{\text{MAX}}(E 131) \approx 630 \text{ nm}$  absorbe le rouge-oranger donc paraît bleu-vert ;
- $\lambda_{\text{MAX}}(E 133) \approx 595 \text{ nm}$  absorbe le orange donc paraît bleu.

Remarque.

Le nombre d'élèves qui ont simplement répondu que la couleur apparente des colorants correspond à la couleur absorbée !

Ainsi pour nombre d'entre vous, le colorant E 102 apparaît violet car il absorbe la longueur d'onde correspondante au violet.

COMMENT peut-on apparaître violet si on absorbe le violet ?????

Si le colorant E 102 absorbe le violet alors il laisse passer la couleur complémentaire jaune.

3. Dans le spectre d'absorbance de la boisson, on trouve deux maximums d'absorption bien distincts pour  $\lambda_1 \approx 420 \text{ nm}$  et  $\lambda_2 \approx 630 \text{ nm}$ .

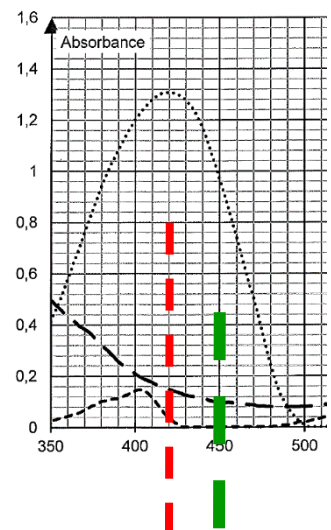
Cela correspond respectivement aux colorants E102 et E131 d'après le spectre d'absorbance n°2.

Remarque.

A nouveau j'ai eu droit à toutes les réponses les plus farfelues.

4. La longueur d'onde  $\lambda' = 420 \text{ nm}$  correspond au maximum d'absorption du colorant E102 que l'on veut doser mais, à cette longueur d'onde, l'autre colorant présent dans la boisson (le E131) absorbe également.

On se place donc à la longueur d'onde  $\lambda = 450 \text{ nm}$  où le E102 absorbe suffisamment mais où le E131 n'absorbe pas.



5. Par définition du facteur de dilution :  $F_d = \frac{C}{C'} = \frac{V_{fiolle}}{V_{pipette}} = 4$  ici.

On choisira donc une fiole jaugée de 100 mL (par exemple) et une pipette jaugée de 25,0 mL.  
(Il faut également un pipeteur et un bécher intermédiaire dans lequel on verse la solution mère)  
Remarque.

A nouveau il fallait détailler la réponse. Le volume de la fiole à préparer n'était pas indiqué. Donc vous aviez toute liberté pour choisir le volume de la fiole à préparer.

Par contre il fallait trouver le couple (pipette, fiole) dans un rapport de 4 et expliquer pourquoi ce facteur de dilution

Certains ne savent même pas expliquer comment on effectue une dilution. Inadmissible !

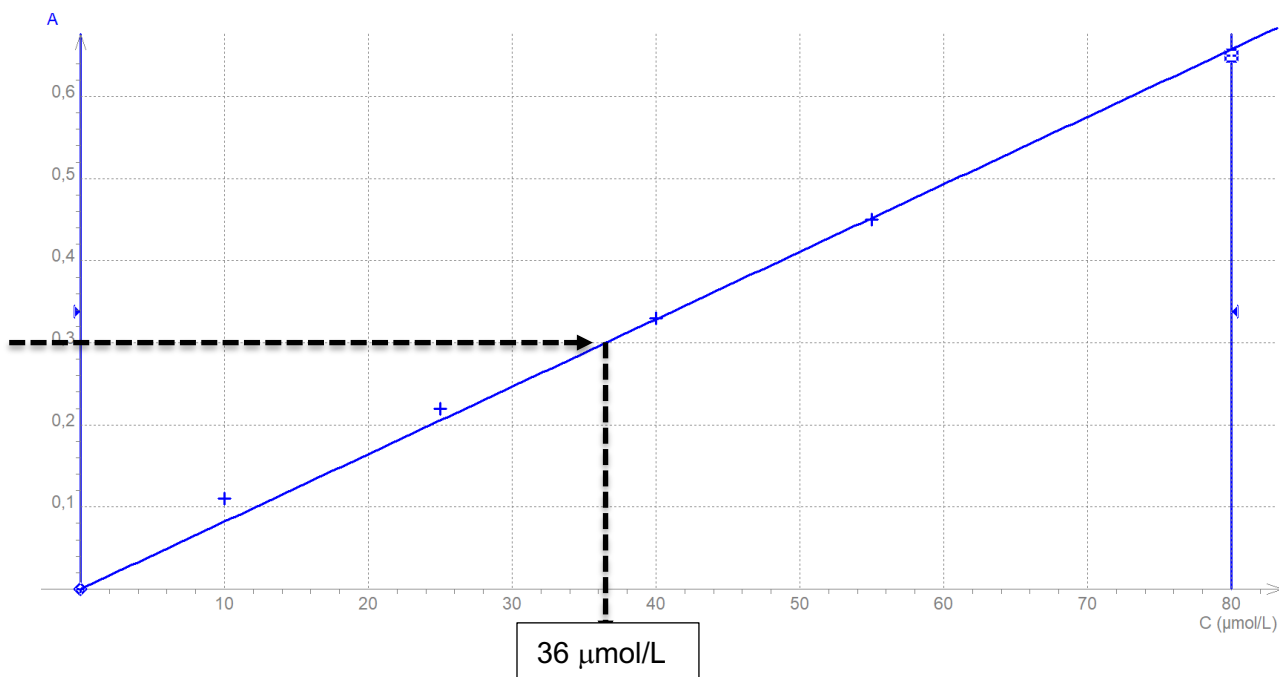
6. Pour répondre à cette question, plusieurs possibilités :

- Méthode 1. On utilise les valeurs de l'absorbance mesurée pour diverses concentrations de solution, et on trace la courbe  $A = f(C)$ . On visualise des points alignés. On peut donc tracer une droite qui passe par l'origine. Il y a donc relation de proportionnalité de la forme  $A = k \times C$  caractéristique de la loi de Beer Lambert.
- Méthode 2. On calcule la valeur de  $k = \frac{A}{C}$  pour chaque solution :

Solution	1	2	3	4	5
Absorbance	0,65	0,45	0,33	0,22	0,11
Concentration(en mol.L <sup>-1</sup> )	$8,0 \times 10^{-5}$	$5,5 \times 10^{-5}$	$4,0 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-5}$	$1,0 \times 10^{-5}$
$k$ (en L.mol <sup>-1</sup> )	$8,1 \times 10^3$	$8,2 \times 10^3$	$8,3 \times 10^3$	$8,8 \times 10^3$	$11 \times 10^3$

À l'exception de la valeur pour la solution 5 (la moins concentrée donc celle où toute erreur de mesure a le plus d'importance) on admet que la valeur de  $k$  est constante.

On a donc bien vérifié la relation de proportionnalité et donc la loi de Beer Lambert.



7. On résout la question en plusieurs étapes :

- Cherchons d'abord la concentration de la boisson en colorant E102 :

- Méthode 1, on utilise l'équation de la droite  $= k * C \Leftrightarrow C = \frac{A}{k}$

La solution S a une absorbance de  $A_S = 0,30$  à la longueur d'onde  $\lambda = 450 \text{ nm}$

$$\text{Donc } C_S = \frac{A_S}{k} = \frac{0,30}{8,8 \times 10^3} = 3,4 \times 10^{-5} \text{ mol/L} = 34 \times 10^{-6} \text{ mol/L} = 34 \text{ } \mu\text{mol/L}$$

Remarque. La valeur de  $k$  a été trouvée à la question précédente.

- Méthode 2, on utilise la courbe tracée

On reporte l'absorbance  $A_S = 0,30$  de la solution et on cherche la concentration correspondante sur l'axe des abscisses et je trouve  $C_S = 36 \text{ } \mu\text{mol/L}$

- La boisson ayant été diluée 4 fois :  $C_{E102} = 4 \times C_S = 4 \times 34 = 1,35 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

- Déterminons maintenant la masse de E102 contenue  $V = 3,0 \text{ cL}$  de boisson.

$$n_{E102} = C_{E102} * V \quad \text{donc} \quad m_{E102} = n_{E102} * M_{E102} = C_{E102} * V * M_{E102}$$

$$m_{E102} = 1,35 \times 10^{-4} \times 3,0 \times 10^{-2} \times 534 = 2,2 \times 10^{-3} \text{ g}$$

soit  $m = 2,2 \text{ mg}$

- La DJA pour le E102 est de 7,5 mg par kilogramme de masse corporelle et par jour.

Par exemple une personne de 60 kg peut consommer  $60 \times 7,5 = 450 \text{ mg}$  par jour

- La valeur de 2,2 mg contenue dans une dose de 3,0 cL est donc très inférieure à la dose qu'une personne peut consommer par jour.

**A – Ondes** (5 Points)

**Remarque générale.** Pour cette partie qui évalue des notions de cours (déjà posées au contrôle précédent), dans l'ensemble les définitions sont connues

1. On appelle onde le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu, sans transport de matière mais avec transfert d'énergie.
2. Onde mécanique : Onde qui a besoin d'un milieu matériel pour se propager.

Onde non mécanique : Onde qui peut se propager dans le vide.

Onde sonore : Onde mécanique

Onde lumineuse : Onde non mécanique. La lumière du soleil parcourt le vide avant de nous parvenir.

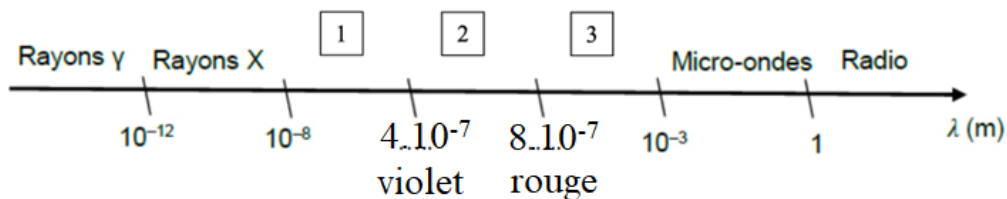
3. La période temporelle  $T$  d'une onde progressive correspond à la plus petite durée pour que chaque point se retrouve dans le même état vibratoire après le passage de l'onde périodique. Elle s'exprime en seconde.

La période spatiale d'une onde progressive périodique correspond à la plus petite distance séparant 2 points du milieu présentant le même état vibratoire dans un milieu traversé par une onde périodique. Elle s'exprime en mètres. Elle est appelée longueur d'onde  $\lambda$ .

On a  $\lambda = v.T$  Avec :  $v$ : célérité de l'onde ( $m \cdot s^{-1}$ )  
 $T$ : période temporelle de l'onde (s)  
 $\lambda$ : longueur d'onde (m)

4. La célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,0 \cdot 10^8 m \cdot s^{-1}$   
Ne pas confondre avec la célérité du son dans un l'air  $c_{\text{son}} = 340 m/s$

5.



- 1 ..... Ultra Violet  
2 ..... Lumière visible  
3 ..... Infra Rouge

6. La fréquence d'une onde représente le nombre de phénomènes périodiques effectués par seconde.

On la note  $F$ , son unité est le hertz (Hz). La fréquence est l'inverse de la période:

$$F = \frac{1}{T} \quad \text{avec } T: \text{période du phénomène (s)}$$

$F$  : fréquence du phénomène (Hz)

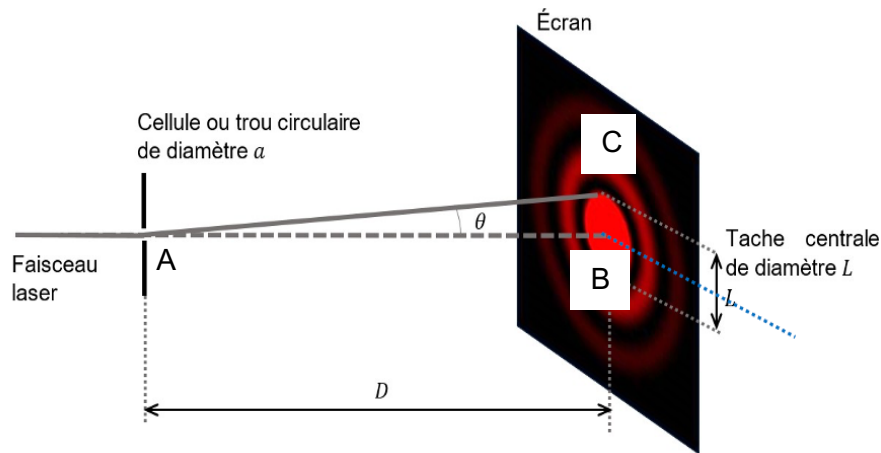
**B – Etude du phénomène physique observé.** (5 Points)

7. Le phénomène physique responsable des taches lumineuses observées sur l'écran se nomme la diffraction. Pour être observable, la largeur  $a$  de la fente doit être inférieure ou de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde.

**Remarque.**

Dans le cas des ondes lumineuses on peut aller jusqu'à une dimension de la largeur de fente  $a$  égale à  $100 \times \lambda$ .

8.



Dans le triangle rectangle ABC rectangle en B, je peux appliquer la trigonométrie

$$\tan \theta = \frac{\text{Côté Opposé}}{\text{Côté Adjacent}} = \frac{BC}{AB} = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D}.$$

Dans l'énoncé on m'indique pouvoir considérer l'angle  $\theta$  pour un angle petit, ce qui implique  $\tan \theta \approx \theta$

Par conséquent  $\tan \theta \approx \theta = \frac{L}{2D}$ .

**Remarque.**

Vous n'expliquez pas suffisamment. Il faut rédiger le raisonnement et ne pas « balancer » la réponse.

9. Or  $\theta = 1,22 \times \frac{\lambda}{a}$  d'après l'énoncé.

Donc j'ai deux expressions pour la même grandeur  $\theta$ , ce qui donne :

$$\frac{L}{2D} = 1,22 \times \frac{\lambda}{a} \Leftrightarrow a = 1,22 \times \lambda \times \frac{2D}{L} = 2,44 \times \frac{\lambda \times D}{L}.$$

Remarque.

De nombreux élèves n'ont pas lu l'énoncé et ont donc indiqué (comme dans le cours) la relation  $\theta = \frac{\lambda}{a}$

Il faut lire l'énoncé et appliquer la relation donnée. La suite du sujet est donc forcément fausse puisque la formule de départ est fausse. Mais j'ai tenu compte de la cohérence de la suite du sujet.

10. La distance  $D$  et la longueur d'onde  $\lambda$  étant fixées et constantes, il suffit de mesurer  $L$  et appliquer la formule suivante pour déterminer la largeur  $a$  de la fente :

$$a = 2,44 * \frac{\lambda \cdot D}{L}$$

D'après la formule,  $a$  augmente quand  $L$  diminue.

**Remarque.** Un élève a cru bon de rajouter (en ayant indiqué que lorsque  $a$  augmente alors  $L$  diminue) que par conséquent ces deux grandeurs sont reliées par une relation de proportionnalité.

Comment deux grandeurs peuvent-elles proportionnelles et évoluer en sens inverse ?



11. On applique la relation :  $a_{exp} = 2,44 * \frac{635.10^{-9} * 350.10^{-3}}{45.10^{-3}} = 1,205.10^{-5}m = 12,05 \times 10^{-6}m = 12,05 \mu m$

12. On me donne la formule pour calculer l'incertitude

$$u(a) = a \sqrt{\left(\frac{u(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{u(\lambda)}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{u(L)}{L}\right)^2}$$

On fait l'application numérique

$$u(a) = 12,05 \times 10^{-6} \times \sqrt{\left(\frac{1 \text{ mm}}{350 \text{ mm}}\right)^2 + \left(\frac{1 \text{ nm}}{635 \text{ nm}}\right)^2 + \left(\frac{1 \text{ mm}}{45 \text{ mm}}\right)^2} = 2,8 \times 10^{-7}m = 0,28 \times 10^{-6}m \approx 0,3\mu m$$

Ainsi,  $a = (12,0 \pm 0,3)\mu m$

### **Remarque 1.**

D'après le tableau donné en début d'énoncé, on a donc analysé pour cellule : un neutrophile, ou un éosinophile ou un basophile

### **Remarque 2.**

Pour les élèves qui ont indiqué que  $\theta = \frac{\lambda}{a}$ , ils ont donc établi la relation  $a = 2,44 * \frac{\lambda.D}{L}$  ce qui permet d'en déduire

$$a = 2,44 * \frac{635 \times 10^{-9} \times 350 \times 10^{-3}}{45 \times 10^{-3}} = 9,9 \times 10^{-5}m = 99 \times 10^{-6}m = 99\mu m$$

Cette valeur aurait dû éveiller des inquiétudes sur le résultat et donc la formule employée, car dans le tableau donné en début d'énoncé, il n'y a aucun globule blanc donné dont le diamètre soit de l'ordre de 100  $\mu m$ .

Au mieux on atteint un diamètre de 17  $\mu m$ .