Nom : Prénom : Classe : 1 S2 Note : / 28 pts.

Dans l'industrie, le contrôle de la qualité est indispensable. L'une des branches de la chimie est de réaliser des contrôles afin de vérifier la conformité des produits. L'analyse se fera également pour préserver la nature.

QUELQUES METIERS ASSOCIEES

- Ingénieur métrologie et instrumentation (H/F)
- Responsable de laboratoire d'analyses / contrôle qualité (H/F)
- Spécialiste / Ingénieur Contrôle régulation / automatismes (H/F)
- Technicien chimiste (H/F)
- Technicien Contrôle industriel et régulation automatique (H/F)
- Technicien d'analyse chimie / physico-chimie (H/F)
- Technicien en métrologie et instrumentation (H/F)

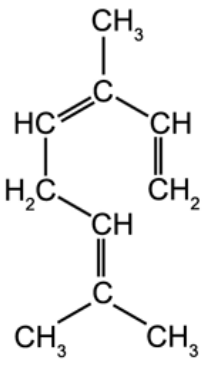
Exercice 1 : quelques notions du technicien …. / 7pts.

Pour chaque question donne la/les/aucune réponse(s) exacte(s).
Attention chaque mauvaise réponse fera perdre des points !

	A	B	C	R
1) Le spectrophotomètre :				
Une solution colorée absorbe :	toutes les radiations du spectre de la lumière blanche	principalement certaines radiations.	Une seule radiation	
Un spectrophotomètre affiche :	l'absorbance d'une solution.	la concentration d'une solution.	la couleur d'une solution colorée.	
L'absorbance d'une espèce colorée en solution est proportionnelle à :	la concentration molaire de l'espèce colorée.	la longueur d'onde choisie pour la mesurer.	l'épaisseur de la solution colorée traversée.	
2) On dispose de 10 mL d'une solution de concentration 50 mmol/L. On veut obtenir une solution de concentration 30 mmol/L.				
Quelle est la valeur du facteur de dilution ?	0.6	1,7	3	
Quel sera le volume total de la solution préparée ?	6,0 mL	6,3 mL	17 mL	
3) Un technicien doit préparer une solution aqueuse de permanganate de potassium ($KMnO_4$) de volume V_{sol} = 2,0 L à la concentration molaire C = 2,0 x 10^{-3} mol / L. M(K) = 39,1 g/mol M(Mn) = 54,9 g/mol M(O) = 16,0 g/mol				
Quelle quantité de matière de permanganate de potassium doit-il prélever ?	1,0 mmol	2,0 mmol	4,0 mmol	
En déduire la masse de permanganate de potassium qu'il doit peser.	316 g	0,32 g	0,63 g	

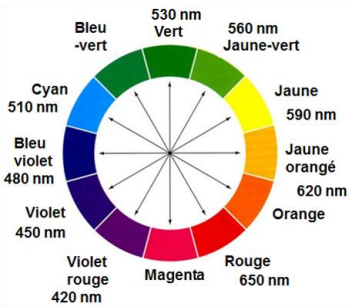
Exercice 2 : Le myrcène …. / 5 pts.

Le myrcène est un hydrocarbure (monoterpène) qui compose une part importante des huiles essentielles de différentes plantes, et notamment du houblon. En parfumerie, le myrcène est utilisé comme un intermédiaire dans la production de composés aromatiques variés comme le géraniol, le nérol, et le linalol. Dans le monde du brassage, le myrcène est considéré comme étant à l'origine de l'arôme de houblon frais (green hop aroma) et est fréquemment retrouvé dans les bières houblonnées à cru.



1) Indiquer sur quelle double liaison cette molécule peut présenter une conformation Z ou E.
2) Cette représentation est-elle de type Z ou E ?
3) Représenter la forme topologique de cette molécule.

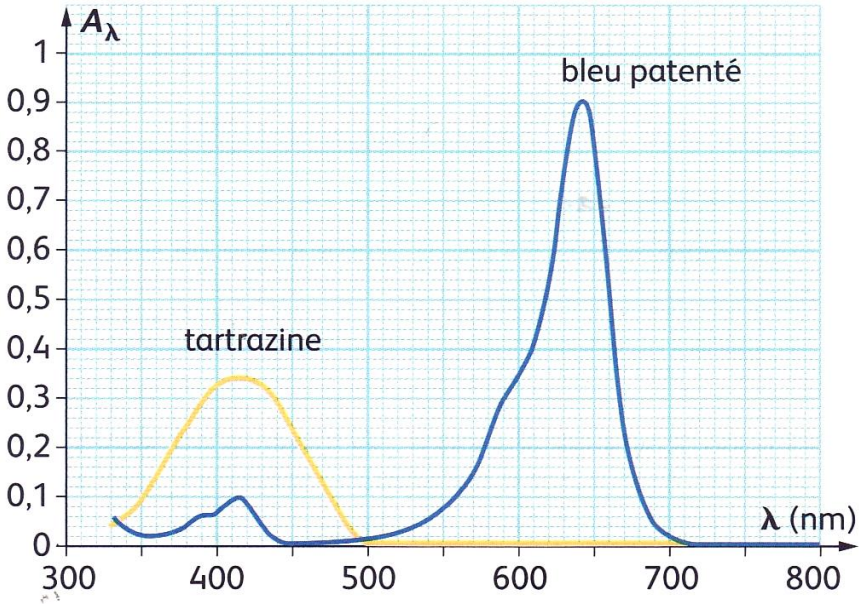
Exercice 3 : Des colorants / 8 pts



Plusieurs mesures d'absorbance réalisées à des longueurs d'onde différentes permettent d'évaluer les concentrations en solution d'un mélange d'espèces colorées.
La figure ci-après représente les spectres d'absorption de la tartrazine (notée *T*) à la concentration $c_T = 0{,}50 \times 10^{-5}$ mol·L^{-1} et du bleu patenté (noté *B*) à la concentration $c_B = 1{,}5 \times 10^{-5}$ mol·L^{-1} relevés dans une cuve de largeur $\ell = 1{,}0$ cm.

Une solution S contient un mélange du colorant T à la concentration molaire C_{1T} et du colorant B à la concentration C_{1B}. On dilue cette solution 5 fois afin de préparer 100mL de solution.
On mesure l'absorbance de la solution diluée à deux longueurs d'ondes différentes : on obtient pour la longueur d'onde la plus petite $A_T = 0{,}53$ et pour la deuxième longueur d'onde $A_B = 0{,}60$.

1) Expliquer la couleur de la solution de tartrazine notée T.
2) Quel volume de solution mère a-t-on utilisé ?
3) Dessiner une fiole.
4) A quelle longueur d'onde doit-on réaliser la mesure de l'absorbance de la solution pour le colorant T ? pour le colorant B ?
5) Calculer la concentration de la solution du colorant B dans la solution diluée.
6) En déduire la concentration C_{1B} du colorant B dans la solution S.



EXERCICE 4 : Dépollution par les crustacés /8 pts

Les métaux lourds tels que le cuivre, le cobalt ou le nickel peuvent se retrouver dans les eaux usées. Leur présence est dangereuse pour l'homme ; ils sont toxiques à faible concentration et s'accumulent dans l'organisme. On cherche des procédés permettant de dépolluer les eaux en métaux lourds.
Une piste prometteuse utilise le chitosane, molécule synthétisée à partir de la chitine elle-même extraite des carapaces de crustacés (crevette, crabe, homard…). Le chitosane s'associe aux ions métalliques pour former une nouvelle espèce chimique insoluble dans le milieu, que l'on isole par filtration.
On souhaite tester, en laboratoire, les propriétés du chitosane sur une eau polluée artificiellement respectivement au cuivre.

Problème :

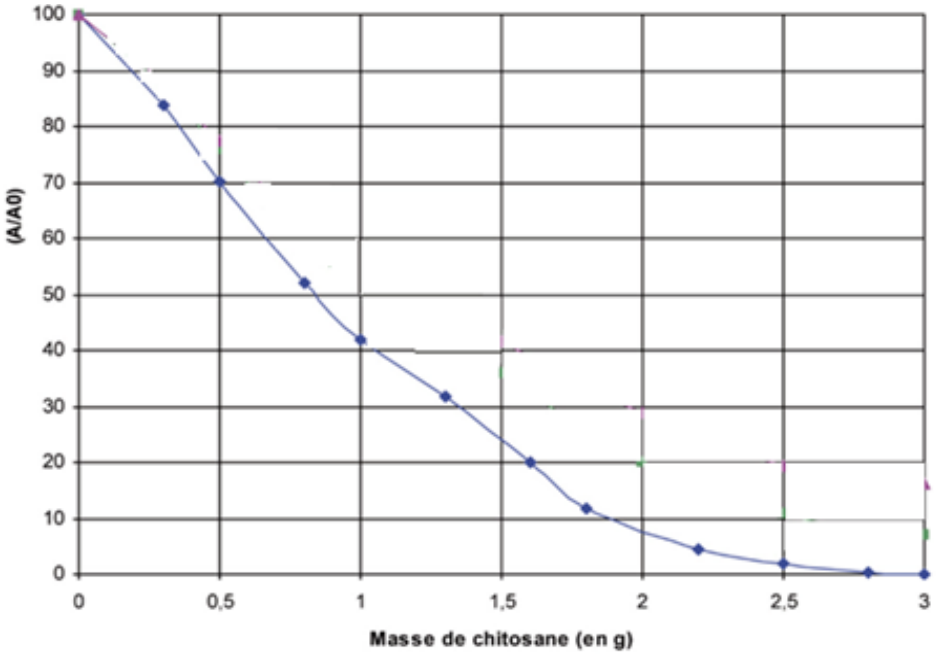
On dispose de 56 g de carapaces de crevettes. Cette masse de carapaces est-elle suffisante pour ramener 40 mL de la solution S_1 aux normes environnementales françaises de pollution des eaux en cuivre qui doivent être inférieur à 8 µmol/L ?

Doc 1 : Protocole et résultats.

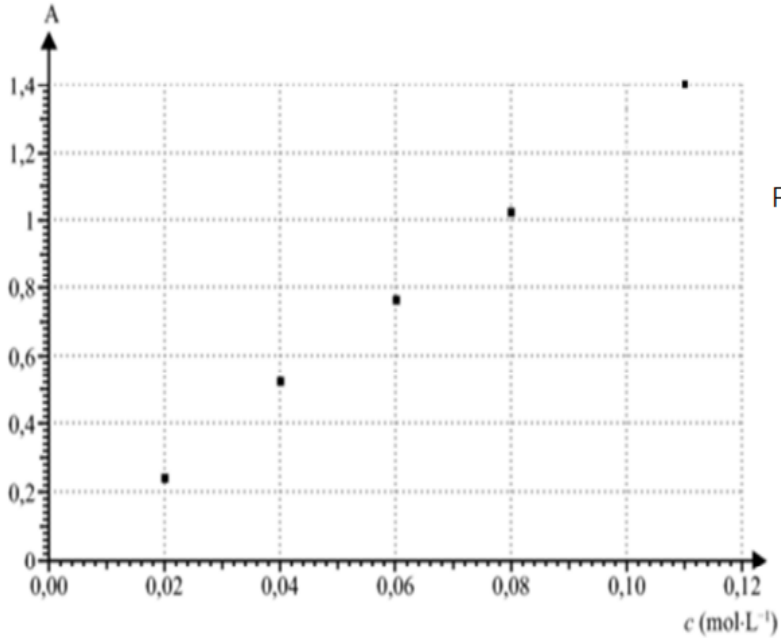
- Étape 1 : Préparation de la solution S_1 de sulfate de cuivre II (Cu^{2+} + SO_4^{2-}) de couleur bleue de volume V_0 = 40,0 mL et de concentration molaire C_0.
- Étape 2 : Analyse spectrale : on mesure à l'aide d'un spectrophotomètre l'absorbance $A_0(1)$.
- Étape 3 : Solubilisation et filtration du chitosane : on ajoute une même masse m de chitosane solide dans le bécher. On agite pendant trente minutes. On filtre la solution et on récupère le filtrat d'aspect limpide.
- Étape 4 : analyse spectrale : on mesure l'absorbance $A(1)$ du filtrat dans la gamme de longueurs d'onde.

L'étude est réalisée pour 40,0 mL de solution aqueuse à la même concentration molaire C_0 et différentes masses m de chitosane solide.

Les résultats obtenus sont exploités et conduisent aux tracés du graphe représentant l'évolution du rapport A/A_0 (exprimé en pourcentage) en fonction de la masse de chitosane ajoutée.



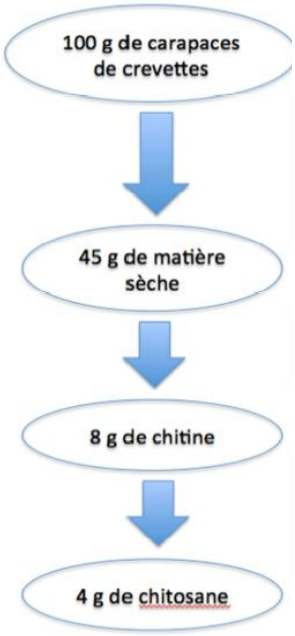
Document 2 : évolution de l'absorbance à 800 nm de solutions aqueuses de sulfate de cuivre II en fonction de la concentration molaire en sulfate de cuivre II



Pour la solution S_1

$A_0(1) = 1,26$

Doc 3 : des crevettes à la chitosane.

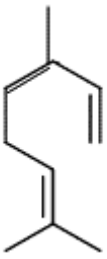


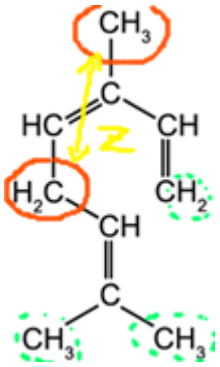
Correction de l'exercice 1 : quelques notions du technicien …. / 7pts.

	A	B	C	R
1) Le spectrophotomètre :				
Une solution colorée absorbe :	toutes les radiations du spectre de la lumière blanche	principalement certaines radiations.	Une seule radiation	B
Un spectrophotomètre affiche :	l'absorbance d'une solution.	la concentration d'une solution.	la couleur d'une solution colorée.	A
L'absorbance d'une espèce colorée en solution est proportionnelle à :	la concentration molaire de l'espèce colorée.	la longueur d'onde choisie pour la mesurer.	l'épaisseur de la solution colorée traversée.	A et C
2) On dispose de 10 mL d'une solution de concentration 50 mmol/L. On veut obtenir une solution de concentration 30 mmol/L.				
Quelle est la valeur du facteur de dilution ?	0.6	1,7	3	B car F=50/30 =1,7
Quel sera le volume total de la solution préparée ?	6,0 mL	6,3 mL	17 mL	C carVf= FVm = 1,7*10 =17
3) Un technicien doit préparer une solution aqueuse de permanganate de potassium ($KMnO_4$) de volume V_{sol} = 2,0 L à la concentration molaire C = 2,0 x 10^{-3} mol / L. M(K) = 39,1 g/mol M(Mn) = 54,9 g/mol M(O) = 16,0 g/mol				
Quelle quantité de matière de permanganate de potassium doit-il prélever ?	1,0 mmol	2,0 mmol	4,0 mmol	C car n = CV = 2*2 = 4 mmol
En déduire la masse de permanganate de potassium qu'il doit peser.	316 g	0,32 g	0,63 g	M = n*M = 4^E-3*(54.9+39.1+6*16)=0,63g

Correction de l'exercice 2 : Le mycrène …. / 5pts.

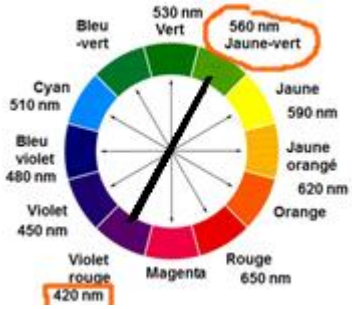
1) ++ Si sur un carbone présentant une double liaison il y a deux mêmes groupements, il n'y a pas de conformation Z ou E. Seul une double liaison présente une conformation Z/E.
2) + On a içi les 2 groupements lourds qui sont en position opposées, donc une conformation Z.
3) ++ Représenter la forme topologique de cette molécule.



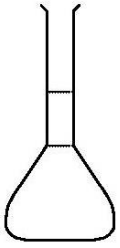


Exercice 3 : Des colorants /8 pts

1) L'absorbance maximale de la tartrazine se fait à la longueur d'onde de 410 nm (+). La solution aura comme couleur, la couleur complémentaire (+) soit d'après le cercle des couleurs du jaune-vert.



2) + On veut préparer 100mL et on dilue 5 fois. Il faut donc prélever 100/5 = 20 ml de solution.
3) + Dessiner une fiole.



4) + On se place ou l'absorbance est maximale. Pour le colorant T à 410 nm et le colorant B à 645 nm.
5) ++ On sait que pour le colorant bleu à C_B= 1,5.10-5 mol/L on a A_B = 0,90. On relève pour la solution diluée une valeur de A1 = 0,60. L'absorbance étant proportionnelle à la concentration, $C_{1diluéB}$ = 0,6 x $1,5.10^{-5}$ / 0,90 = $1,0.10^{-5}$ mol/L
6) + La concentration C_{1B} du colorant B dans la solution S est 5 fois plus importante : C_{1B} = 5 x $C_{1diluéB}$ = $5,0.10^{-5}$ mol/L

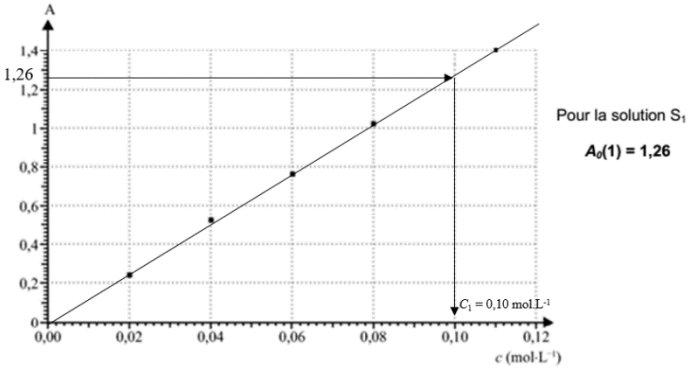
EXERCICE 4 : DÉPOLLUTION DES EAUX / 8 pts

Extraire		56 g de carapace de crustacés Norme 8 µmol/L 100 g de carapaces → 4 g de chitosane
Analyser	unités	8 µmol/L = 8000 mmol/L
	Détermination concentration solution de départ	Doc 2 par lecture graphique : c = 0,10 mol/L
Réaliser	Masse de chitosane	D'après le document 3, à l'aide de 100 g de carapaces de crevettes on peut obtenir 4 g de chitosane. Ainsi par proportionnalité, on détermine la masse de chitosane contenue dans 65 g de carapaces de crevette : 100 g de carapaces → 4 g de chitosane 56 g de carapaces → *m* g de chitosane *m* = 2,25 g de chitosane disponible.
	Rapport A/A_0	On utilise la courbe $A/A_0 = f(m)$ La lecture graphique donne A/Ao = 5 %
	Détermination de la concentration en ions cuivre dans la solution S_1 après traitement :	On vient d'établir que A/Ao = 5/100 , donc *A* = 5 x Ao / 100 = 5 x 1,26 / 100 = $6,3\times10^{-2}$ Cette valeur de *A* est trop petite pour faire une lecture graphique sur la courbe *A* = f(*C*) . $A_0(1) = k.C_0$ et $A = k.C$ En isolant : $k = \frac{A_0(1)}{C_0} = \frac{A}{C}$ alors $C = \frac{A.C_0}{A_0(1)} = \frac{6,3.10^{-2} \times 0,10}{1,26} = 5.10^{-3}$ mol/L
com		

Détermination de la concentration en ions cuivre(II) dans la solution S_1 avant traitement :

Le document 2 montre, si l'on relie les points, que la courbe représentative de *A* = f(*C*) est une droite passant par l'origine. On retrouve la loi de Beer-Lambert : *A* = *k*.*C*.

Par lecture graphique, on trouve C_0 = 0,10 mol.L^{-1}.



Détermination de la masse de chitosane disponible :

D'après le document 3, à l'aide de 100 g de carapaces de crevettes on peut obtenir 4 g de chitosane.

Ainsi par proportionnalité, on détermine la masse de chitosane contenue dans 65 g de carapaces de crevette :

100 g de carapaces → 4 g de chitosane

56 g de carapaces → *m* g de chitosane

m = 2,25 g de chitosane disponible.

Rapport A/A_0 pour *m* = 2,25 g de chitosane :

On utilise la courbe $A/A_0 = f(m)$

La lecture graphique donne A/Ao = 5 %

Détermination de la concentration en ions cuivre(II) dans la solution S_1 après traitement :

On vient d'établir que A/Ao = 5/100 , donc *A* = 5 x Ao / 100 = 5 x 1,26 / 100 = $6{,}3\times10^{-2}$

Cette valeur de *A* est trop petite pour faire une lecture graphique sur la courbe *A* = f(*C)* .

Procédons par calcul :

$A_0(1) = k.C_0$ et $A = k.C$

En isolant k on a : $k = \frac{A_0(1)}{C_0} = \frac{A}{C}$ alors $C = \frac{A.C_0}{A_0(1)} = \frac{6{,}3.10^{-2}\times0{,}10}{1{,}26} = 5.10^{-3}$ mol/L

Cette valeur étant bien supérieur à 8 µmol/L, la masse de crustacé n'est pas suffisante.