

NE RIEN ECRIRE	Académie :	Session : 2022
	Concours :	
	NOM :	
	(en majuscule, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)	
	Prénoms :	
Né(e) le :	N° du candidat :	
DANS CE CADRE	Note :	

ACADEMIE : NANTES

SESSION : 2022

## CONCOURS EXTERNE ATRF

Adjoint technique principal de recherche et de formation de 2<sup>ème</sup> classe

**BAP B « Préparateur-trice en chimie et sciences physiques »**

**SESSION 2022**

EPREUVE ECRITE D'ADMISSIBILITE

Traitement de questions et résolution de cas pratiques et d'exercices relevant de l'emploi type correspondant à l'emploi à pourvoir.

Coefficient 3

**(Durée : 2 heures)**

**Vendredi 20 mai 2022 – de 10h à 12h**

- 1) Le sujet est constitué de **32** pages dont 7 pages d'annexes (page de garde incluse)
- 2) **Vous devez composer obligatoirement sur le dossier réponse.**
- 3) L'usage de la calculatrice est autorisé selon les dispositions de la circulaire du 17 juin 2021 (<https://www.education.gouv.fr/bo/21/Hebdo30/MENH2119786C.htm>) publiée au bulletin officiel de l'éducation nationale n°30 du 29 juillet 2021.

**ATTENTION :** Votre identité ne doit figurer que dans la partie supérieure de la bande en-tête de la copie ou des copies mise(s) à votre disposition. **Toute mention d'identité ou tout signe distinctif portés sur toute autre partie de la/les copie(s) que vous remettrez en fin d'épreuve mènera à l'annulation de votre épreuve.**

Dans le cas où vous repèreriez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous le signalerez très lisiblement sur votre copie, proposerez la correction et poursuivrez l'épreuve en conséquence. De même si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

## Exercice I : L'iode et sa composition

L'iode est l'élément de numéro atomique  $Z=53$ . Il existe sous la forme de 37 isotopes dont un seul est stable, caractérisé par son nombre de neutrons  $N = 74$ .

1.1 Que signifie le terme « isotope » ?

.....  
.....

1.2 Indiquer, pour l'isotope stable de l'iode, son nombre de :

Protons : ..... Électrons : ..... Nucléons : .....

Dans la classification périodique des éléments, l'iode se situe dans l'avant-dernière colonne avec, entre autres, le chlore et le brome.

1.3 À quelle famille chimique appartient l'iode ?

.....

1.4 Donner le nom et le symbole chimique de deux autres éléments présents dans la même colonne que l'iode.

.....  
.....

## Exercice II : Le diiode en solution

En solution aqueuse, le diiode est très peu soluble : sa solubilité vaut  $330 \text{ mg.L}^{-1}$ .

1.1 Pour préparer 50,0 mL d'une solution saturée en diiode, quelle masse minimale faut-il peser ?

.....  
.....

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

1.2 Calculer la concentration en mol.L<sup>-1</sup> d'une solution saturée en diiode.

Donnée : masse molaire atomique de l'iode : 126,5 g.mol<sup>-1</sup>

.....

.....

Sur l'étiquette du flacon de diiode, on trouve les pictogrammes suivants :



1.3 Associer à chaque pictogramme sa signification.

- Explosif ●
- Toxicité aigüe ●
- Inflammable ●
- Oxydant ●
- Danger pour la santé humaine ou la couche d'ozone ●
- Gaz sous pression ●
- Corrosif ●
- Risque grave pour la santé humaine ●
- Dangereux pour l'environnement ●



1.4 Quel document doit-on consulter si on souhaite davantage d'informations sur les dangers et la conduite à tenir pour manipuler ce produit chimique ?

.....

.....

La solubilité du diiode étant très faible dans l'eau, l'astuce consiste à rajouter de l'iodure de potassium au diiode solide : il se forme alors du triiodure I<sub>3</sub><sup>-</sup> dont les caractéristiques en solution sont les mêmes que le diiode.

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

1.5 Donner la formule chimique de l'iodure de potassium.

.....

1.6 Dans la liste des termes ci-dessous, entourer celui adapté à l'espèce triiodure  $I_3^-$  :

Atome

Molécule

Cation

Anion

1.7 Préciser les mesures que vous prendriez pour préparer une solution de diiode.

.....  
.....  
.....  
.....

## Exercice III : Utilisation d'une solution de diiode en TP

Un enseignant souhaite faire un TP autour de l'extraction liquide-liquide : l'objectif du TP est de séparer un mélange contenant des ions cuivre  $Cu^{2+}$  et du diiode.

Un volume  $V_0=500,0$  mL d'une solution  $S_0$  d'ions cuivre  $Cu^{2+}$  de concentration  $C_0=0,1$  mol.L<sup>-1</sup> et un volume  $V_1=100,0$  mL d'une solution  $S_1$  de diiode de concentration  $C_1=10^{-3}$  mol.L<sup>-1</sup> sont mélangés pour constituer le mélange final (solution S).

1.1 En quelques lignes, décrire le protocole de préparation de la solution  $S_0$ . On précisera en particulier la masse de sulfate de cuivre pentahydraté à peser.

*Donnée : masse molaire du sulfate de cuivre pentahydraté : 249,7 g.mol<sup>-1</sup>*

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

1.2 Calculer les concentrations en ions  $\text{Cu}^{2+}$  et en diiode dans le mélange final (solution S) en  $\text{mol.L}^{-1}$ .

.....  
.....  
.....

On donne quelques caractéristiques de solvants disponibles au laboratoire en **Annexe A**.

1.3 Expliquer pourquoi on ne peut pas utiliser l'éthanol comme solvant d'extraction.

.....  
.....  
.....

1.4 Quel solvant d'extraction choisirez-vous entre le dichlorométhane et le cyclohexane ? On justifiera le choix.

.....  
.....  
.....  
.....

1.5 Pour chaque résidu de ce TP, indiquer le bidon de récupération adéquat. On dispose des bidons suivants : acides, bases, sels métalliques, solvants halogénés, solvants non halogénés, évier.

Solution de sulfate de cuivre : .....

Cyclohexane : .....

Dichlorométhane : .....

La verrerie utilisée pour l'extraction est schématisée en haut de la page 6.

1.6 Quel est le nom de cette verrerie ?

.....

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

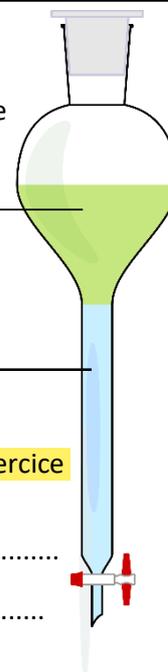
1.7 Annoter le schéma en précisant les compositions de chaque phase à l'issue de l'extraction.

.....

.....

1.8 Proposer un protocole permettant de confirmer les valeurs de la 2<sup>ème</sup> ligne de l'Exercice I:1.1Annexe A(densité) ?

.....  
.....  
.....  
.....



## Exercice IV : Étalonnage d'une solution de diiode

Pour étalonner une solution de diiode, on procède en deux étapes : titrage d'une solution contenant des ions thiosulfate puis titrage de la solution de diiode à l'aide de la solution titrée de thiosulfate.

### A - Titrage d'une solution de thiosulfate de sodium

Pour le titrage, on utilise comme étalon de l'iodate de potassium de formule  $KIO_3$ .

1.1 Calculer la masse molaire moléculaire de l'iodate de potassium.

Données : masses molaires atomiques ( $g \cdot mol^{-1}$ ) O : 16,0 K : 39,1 I : 126,9

.....  
.....

Dans un cahier de laboratoire, on trouve le protocole suivant « Préparer une solution en iodure de potassium de concentration  $C_{iodure}=0,1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ . Peser une masse  $m_{iodate}$  dans une coupelle puis la dissoudre dans une fiole jaugée de 50,0 mL. Prélever un volume  $V_{iodate}=10,0 \text{ mL}$ , un volume  $V_{iodure}=5 \text{ mL}$  puis ajouter 10 mL d'une solution d'acide sulfurique à  $1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  : la solution doit passer du jaune-orangé à l'incolore. Doser cette solution par la solution de thiosulfate contenue dans la burette ».

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

1.2 Compléter les lignes suivantes en indiquant pour chaque prélèvement la verrerie la plus adaptée :

Iodate : .....

Iodure : .....

Acide sulfurique : .....

1.3 Donner la formule brute de l'acide sulfurique.

.....

1.4 L'acide sulfurique peut être considéré comme un diacide fort : que signifient ces termes ?

.....

.....

.....

Pour préparer la solution d'iodure de potassium, on dispose au laboratoire d'une solution de concentration  $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ .

1.5 Quel est le nom donné à l'opération consistant à préparer une solution à partir d'une solution plus concentrée ?

.....

1.6 Quel volume de cette solution mère à  $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$  faut-il prélever pour préparer  $100,0 \text{ mL}$  d'une solution en ion iodure à  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  ?

.....

.....

.....

1.7 Ecrire les demi-équation relatives aux couples en présence.

Données : couples mis en jeu  $\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-(\text{aq})$  et  $\text{IO}_3^-(\text{aq})/\text{I}_2(\text{aq})$

.....

.....

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

1.8 En déduire la réaction entre les ions iodure et iodate.

.....

1.9 Entourer le terme qui caractérise cette réaction :

acide/base

oxydoréduction

complexation

précipitation

1.10 Pourquoi le protocole précise-t-il d'ajouter de l'acide sulfurique dans la solution ?

.....  
.....

1.11 Écrire la relation liant la quantité de matière initiale en iodate  $n_{\text{iodate}}$  et la quantité de diiode formée  $n_{\text{I}_2}$ .

.....

L'équation de dosage s'écrit :  $\text{I}_2 (\text{aq}) + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} (\text{aq}) \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} (\text{aq}) + 2 \text{I}^- (\text{aq})$ .

1.12 Écrire la relation liant la quantité de matière formée  $n_{\text{I}_2}$  et la quantité de matière ajoutée à l'équivalence  $n_{\text{thiosulfate}}$ .

.....

On souhaite un volume équivalent aux alentours de 15 mL.

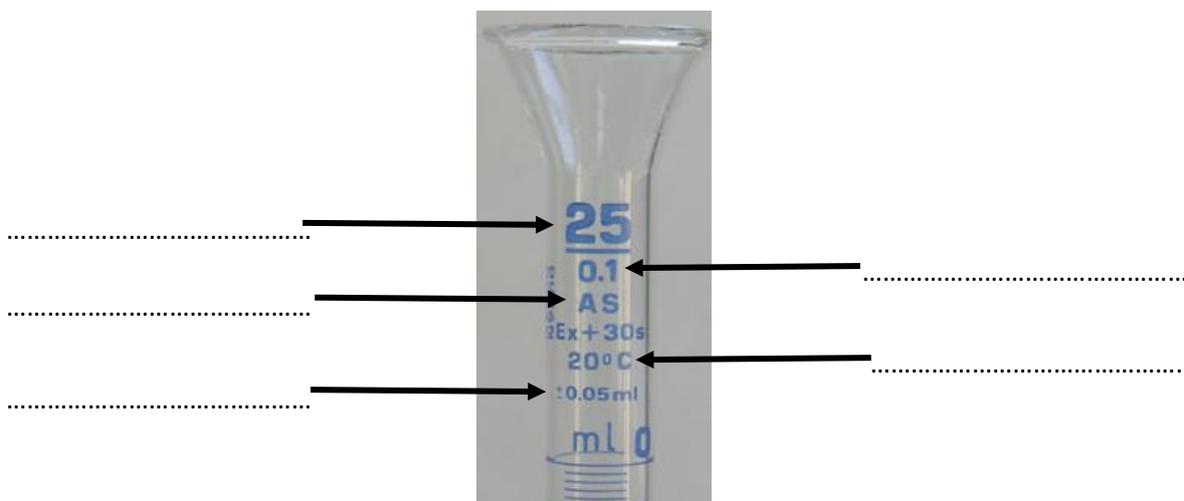
1.13 En déduire qu'il faut peser une masse de l'ordre de 0,05 g d'iodate de potassium.

*Donnée : la concentration de la solution de thiosulfate de sodium vaut environ  $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .*

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

1.14 On dispose au laboratoire de la verrerie suivante : annoter cette photo.



## B - Vérification d'une solution de Lugol

Une solution de Lugol, appelée également solution d'iodure de potassium iodée ou encore eau iodée, fait partie de la liste des médicaments essentiels de l'OMS grâce à son effet antiseptique. Un enseignant souhaite faire avec ses élèves le dosage d'une solution de Lugol. Il vous indique une partie du protocole dont les élèves disposent : on place la solution aqueuse de thiosulfate de sodium titrée dans une burette graduée de 25 mL. On introduit dans un erlenmeyer un volume  $V_0 = 20,0$  mL de la solution de Lugol. On ajoute 20 mL d'eau distillée, mesurée à l'éprouvette graduée. On verse la solution de thiosulfate de sodium jusqu'à observer un changement de couleur. On fera deux dosages : un grossier puis un précis, à la goutte près ».

2.1 Evaluer le volume de solution de thiosulfate de sodium à préparer pour que l'enseignant fasse son TP. On précise que l'enseignant dispose d'une seule classe, avec 2 groupes de 8 binômes.

.....  
.....  
.....  
.....

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

2.2 En déduire la masse de thiosulfate de sodium à peser pour préparer cette solution.

Données : Masse molaire moléculaire du thiosulfate de sodium :  $248,2 \text{ g.mol}^{-1}$   
La concentration de la solution de thiosulfate de sodium vaut environ  $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .

.....  
.....

Les élèves ont obtenu les volumes équivalents suivants (en mL) : 16,00 – 15,90 – 15,95 – 15,90 – 16,00 – 16,05 -16,00 – 15,95 - 8,00.

2.3 Calculer la valeur moyenne des volumes équivalents cohérents.

.....  
.....

2.4 En vous aidant de la réponse précédente, calculer la masse de diiode contenue dans le prélèvement de 20,0 mL de Lugol.

Masse molaire atomique de l'iode :  $126,9 \text{ g.mol}^{-1}$   
Données : La concentration de la solution de thiosulfate de sodium vaut  $1,01.10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .  
L'équation de dosage est  $I_2 (aq) + 2 S_2O_3^{2-} (aq) \rightarrow S_4O_6^{2-} (aq) + 2 I^- (aq)$ .

.....  
.....  
.....

2.5 En déduire la masse contenue dans 1 L de solution.

.....  
.....

2.6 Le Lugol existe sous forme de solution à 1 %, 2 % et 5 % (m/m) : quelle forme a été utilisée pour le TP ?

.....  
.....  
.....

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

## Exercice V : Étude cinétique de la décomposition de l'eau oxygénée A - Préparation de la cinétique

L'Annexe B présente le spectre d'absorption d'une solution de diiode en milieu ion iodure.

1.1 Quel est le nom de l'appareil qui a permis d'obtenir ce spectre ?

.....

1.2 L'ordonnée est l'absorbance : quelle autre grandeur aurait-on pu utiliser ?

.....

1.3 Dans quel domaine du spectre électromagnétique a-t-il été tracé ? On pourra s'aider de l'Annexe C.

.....

Pour les élèves, on ne dispose pas de l'appareil de la question 1.1 mais de colorimètres dont on peut régler la longueur d'onde sur quelques valeurs.

1.4 En vous aidant de la notice de l'appareil (voir Annexe D), indiquer la valeur de la longueur d'onde appropriée pour ce suivi cinétique (on justifiera brièvement la réponse).

.....

.....

.....

Pour relier absorbance et concentration en diiode, on prépare plusieurs solutions selon le tableau suivant :

Solution	1	2	3	4	5	6
Volume solution mère (mL)	0	2	4	6	8	10
Volume eau distillée	Qsp 10,0 mL					
Concentration diiode (mol.L <sup>-1</sup> )	0	0,4.10 <sup>-3</sup>	0,8.10 <sup>-3</sup>	1,2.10 <sup>-3</sup>	1,6.10 <sup>-3</sup>	2,0.10 <sup>-3</sup>

**NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE**

1.5 Quel est l'intérêt de la solution n°1 ?

.....  
.....

L'Annexe E donne la représentation graphique de l'absorbance mesurée à la longueur d'onde définie à la question 1.4 en fonction de la concentration en diiode.

1.6 Quelle loi est mise en évidence ? On précisera le nom, la formule de la loi ainsi que les noms et unités usuelles des grandeurs qui apparaissent.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

1.7 En déduire une relation numérique entre l'absorbance et la concentration en diiode  $[I_2]$ .

.....  
.....

## B - Suivi cinétique

On prépare un mélange contenant 18,0 mL d'une solution d'iodure de potassium de concentration  $C_{\text{iodure}} = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  et 10,0 mL d'une solution d'acide sulfurique de concentration  $C_{\text{acide}} = 2,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . À l'instant  $t=0$ , on verse rapidement 2,0 mL d'une solution d'eau oxygénée de concentration  $C_{\text{H}_2\text{O}_2} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  que l'on agite rapidement avant de transférer immédiatement une partie du mélange dans un cuve de spectrophotométrie.

2.1 Pourquoi est-il précisé « que l'on agite rapidement avant de transférer immédiatement ».

.....  
.....  
.....  
.....

**NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE**

**2.2** Calculer les quantités de matière initiales de chaque réactif.

.....  
.....  
.....

L'équation de la réaction de cinétique s'écrit :  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2 \text{I}^- (\text{aq}) + 2 \text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{I}_2 (\text{aq})$ .

**2.3** Quel est le réactif limitant ? On justifiera brièvement la réponse.

.....  
.....  
.....

**2.4** En déduire la quantité maximale de diiode formée.

.....  
.....

**2.5** Citer un exemple de dispositif de suivi EXAO (EXpérimentation Assistée par Ordinateur).

.....

L'**Annexe F** présente les résultats expérimentaux.

**2.6** En vous aidant de cette annexe, déduire les paramètres d'acquisition que l'on exprimera en minutes puis en secondes :

Période d'échantillonnage : .....

Durée d'acquisition : .....

**2.7** En vous aidant du graphique de l'**Annexe F** et de la question 1.8, calculer la concentration finale en diiode dans le mélange.

.....  
.....  
.....

**NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE**

**2.8** La réaction est-elle totale ?

.....  
.....  
.....

**2.9** L'enseignant souhaiterait faire cette réaction à une température plus élevée : quelle solution matérielle lui conseillez-vous ?

.....

### **Exercice VI : Propriétés physiques de l'iode**

**1.1** À température modérée, il est aisé de voir la sublimation du diiode : préciser les états physiques concernés par ce changement d'état.

.....

On donne le diagramme PT de l'iode en **Annexe G**.

**1.2** Préciser les unités (noms et symboles) dans le système international de la pression et de la température.

Pression : .....

Température : .....

**1.3** Outre celle présente sur le diagramme PT et celle du Système International, citer une autre unité usuelle de la pression.

.....

**1.4** Le point triple d'une espèce correspond au point de pression et de température où les 3 états physiques solide-liquide-gaz co-existent : déduire du diagramme les coordonnées du point triple.

.....

.....

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

Dans les caractéristiques physiques de l'iode, on trouve notamment les informations suivantes :  
Conductivité électrique :  $8,0 \cdot 10^{-8} \text{ S.m}^{-1}$  ; enthalpie de fusion :  $7,824 \text{ kJ.mol}^{-1}$ .

1.5 Compléter le tableau ci-dessous.

Symbole de l'unité	Nom de l'unité	Grandeur physique associée
S	Siemens	Conductance électrique
m		
J		
mol		

## Exercice VII : l'iode dans le milieu médical

L'iode 131 est utilisé comme traceur radioactif notamment en scintigraphie : on injecte un isotope radioactif de l'iode qui se désintègre selon la réaction suivante  ${}^{131}_{53}\text{I} \rightarrow {}^{131}_{54}\text{Xe} + {}^0_{-1}\text{e}^-$ .

1.1 Donner le nom de l'élément chimique Xe apparaissant dans cette équation et son numéro atomique.

.....

1.2 Au cours de cette désintégration, les photons émis transportent une énergie  $E=2,6 \cdot 10^{-2} \text{ pJ}$ . Quelle est la longueur d'onde associée à ces photons ?

Données :  $E = h * c / \lambda$  ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $h=6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

.....

.....

Pour l'examen de contrôle de la thyroïde, on donne au patient une gélule d'iodure de potassium (ou de sodium) contenant une masse  $m=3 \cdot 10^{-8} \text{ g}$  d'iode.

1.3 Convertir la masse en nanogramme.

.....

## NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

**1.4** Combien de noyaux d'iode sont ingérés par le patient ?

*Données : nombre d'Avogadro  $N_a=6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$  ; masse molaire atomique iode 131 :  $131 \text{ g.mol}^{-1}$*

.....  
.....

L'iode ingéré possède une demi-vie  $t_{1/2} = 8$  jours : cela signifie qu'au bout de ce temps, il ne reste que la moitié du nombre de noyaux initial.

**1.5** Combien de noyaux reste-t-il au bout de 1 mois (on pourra simplifier le calcul en considérant que 1 mois = 32 jours).

.....  
.....  
.....  
.....

**1.6** Quel pourcentage de noyaux reste-t-il au bout de 1 mois ?

.....  
.....

Un autre isotope est désormais de plus en plus administré, l'iode 123 dont la durée de demi-vie est de 13,2 h.

**1.7** Quel est l'intérêt d'utiliser cet isotope plutôt que l'isotope 131 ?

.....  
.....  
.....

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

## Exercice VIII : Utilisation d'une lampe quartz-iode au laboratoire

### A - La source quartz-iode

Dans une lampe quartz-iode, on porte à incandescence un filament de tungstène contenu dans une ampoule en quartz contenant du diiode gazeux à basse pression. L'intérêt de ces lampes est, qu'à haute température, le gaz présent dans l'ampoule régénère partiellement le filament ce qui augmente sa durée de vie.

Au laboratoire, on utilise souvent ce type de lampe dont les caractéristiques sont données ci-dessous :

#### Caractéristiques techniques

- Puissance : 75 W nominale - Interrupteur basse puissance
- Type de source : halogène à foyer secondaire
- Tension : 12 V AC ou DC
- Condenseur : 79 mm asphérique antireflet
- Réglage : tirage latéral
- Porte-objet : diamètre 80 mm
- Ventilation : ventilation forcée
- Maintien : tige  $\varnothing$  10mm - L 100 mm
- Alimentation : douilles 4 mm (sécurité)

1.1 Donner la relation entre la puissance électrique, l'intensité du courant électrique et la tension aux bornes d'un dipôle. On précisera les unités de ces trois grandeurs.

.....

.....

.....

1.2 En déduire l'intensité du courant électrique nécessaire pour que la lampe fonctionne de manière optimale.

.....

.....

.....

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

1.3 Dans les schémas ci-dessous, sélectionner l'alimentation à utiliser pour la source blanche présentée ci-dessus



Un enseignant souhaite tracer le spectre de cette source pour la montrer à des élèves en classe.

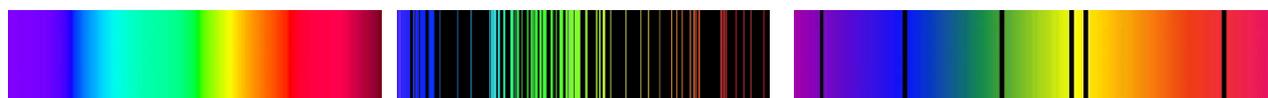
1.4 La source étant puissante, il est nécessaire d'ajouter un filtre anticalorique : quel est son rôle ?

.....  
.....

1.5 Proposer deux dispositifs, utilisés en lycée, qui permettent de montrer le spectre d'une lumière.

.....

1.6 Dans les images ci-dessous, préciser celui qui correspond au spectre que l'on peut obtenir en prenant une source quartz-iode (considérée comme une source blanche à incandescence).



## B - Utilisation d'une source quartz-iode

Pour une séance introductive sur les relations de conjugaison, un enseignant vous demande de lui préparer le matériel suivant : source blanche avec son alimentation, objet type « F », lentille de focale  $+5\delta$ , écran.

2.1 Calculer la distance focale de la lentille demandée.

.....  
.....

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

**2.2** Dans une boîte rangée au laboratoire, vous trouvez plusieurs lentilles sans aucune indication. Décrire un protocole permettant de déterminer rapidement les distances focales des lentilles utilisées.

.....

.....

.....

.....

.....

**2.3** La source quartz-iode est utilisée dans un montage tel que celui présenté ci-contre donner son nom :



.....

.....

## C - Autres sources utilisables en lycée

Pour le montage de la question précédente, il faut également pouvoir disposer d'une source laser.

**3.1** Quelle est la particularité principale d'un laser ?

.....

.....

Il existe plusieurs types de laser couramment utilisés : He-Ne (émettant à 632,8 nm), diode laser (les plus courants émettent à 650 nm, rouge, et à 532 nm, vert).

**3.2** Les laser sont classés selon leur dangerosité : quelles classes sont autorisées en lycée ?

.....

.....

**NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE**

**3.3** Vous devez mettre en place une manipulation au bureau comportant notamment un laser, des objets métalliques, des lentilles. Quelles précautions prenez-vous ?

.....

.....

.....

.....

### **Exercice IX : Diode laser**

Les diodes laser sont souvent utilisées pour les manipulations élèves notamment pour leur facilité d'utilisation et leur faible coût. Bien qu'on puisse les alimenter directement à l'aide de deux ou trois piles de 1,5 V montées en série, il est plus avantageux d'utiliser un montage avec régulateur de tension pour prolonger sa durée de vie dont l'objectif est d'obtenir en sortie une tension fixe même si la tension d'entrée varie. Le schéma d'un tel dispositif est donné en **Annexe H**.

**1.1** Schématiser le montage en série de 3 piles.

**1.2** Aurait-on pu inverser le sens de la diode dans le montage ? Justifier la réponse.

.....

.....

.....

**1.3** Donner le nom du composant noté C1 ainsi que son unité.

.....

**1.4** Le composant RV1 est un potentiomètre dont on peut faire varier la résistance. Dans un laboratoire de lycée, citer un autre dispositif permettant de faire varier simplement la résistance.

.....

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

1.5 Dans un catalogue fournisseurs, pour le composant R1, on trouve les indications suivantes :  $10 \Omega - 1/4 \text{ W}$ . Donner la signification de ces indications.

.....  
.....  
.....

On peut montrer qu'avec ce montage, l'intensité du courant électrique qui parcourt la diode est liée à la résistance totale  $R=R1+RV1$  selon la relation  $I=1,25 / R$ .

1.6 Rappeler la loi d'Ohm en définissant les noms et les unités des grandeurs utilisées.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

1.7 Donner la plage de l'intensité électrique possible avec ce montage (qui correspond à une résistance du potentiomètre  $RV1=0$  et  $RV1=47 \Omega$ ).

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

1.8 La diode laser, dont on donne une partie des caractéristiques techniques en **Annexe I**, est-elle utilisable avec le montage proposé ? On justifiera la réponse.

.....  
.....  
.....  
.....

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

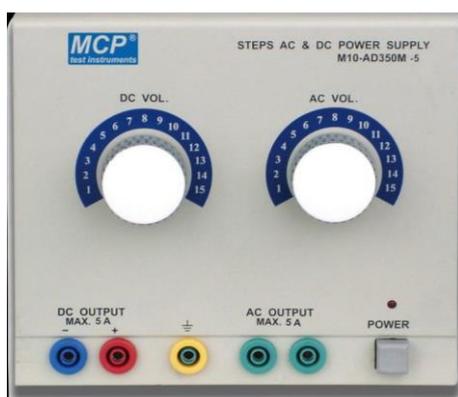
## Exercice X : Les ultrasons dans le domaine médical

Les ultrasons sont omniprésents dans le milieu médical car ils permettent de sonder le corps humain et d'en obtenir une image : l'avantage, par rapport à la méthode étudiée à l'**Exercice VII** ; est qu'elle n'implique aucune radiation. Un professeur souhaite montrer à ses élèves le principe de ce dispositif.

### A - Les ultrasons dans l'air

L'émetteur est alimenté en 12V continu. Dans un premier temps, on le règle sur « continu ».

**1.1** Indiquer sur le schéma ci-dessous les bornes de branchement à utiliser pour alimenter l'émetteur.



On branche la sortie de l'émetteur sur un oscilloscope : une copie de l'écran est donnée en **Annexe J**.

**1.2** Préciser la signification de l'indication « 10,0  $\mu\text{s/}$  » situé en haut à gauche de l'écran ?

.....  
.....

**1.3** Donner la sensibilité verticale de la voie 1.

.....

**1.4** Déduire de la copie d'écran les informations suivantes :

Période du signal : .....

Tension maximale : .....

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

La notice de l'émetteur indique que l'émetteur dispose d'un générateur à 40 kHz.

**1.5** À quelle grandeur physique correspond le terme « 40 kHz » ?

.....

**1.6** À partir de la question 1.4, vérifier que la valeur mesurée est compatible avec la notice.

.....  
.....  
.....  
.....

**1.7** Dans la liste des noms ci-dessous, entourer ceux qui caractérisent le signal obtenu :

Alternatif

Continu

Périodique

Sinusoïdal

Dans un second temps, on règle l'émetteur sur « salves ». On place en face de l'émetteur un récepteur à une distance  $d$  : on visualise le signal sur la voie 2 de l'oscilloscope.

**1.8** L'Annexe K présente la copie d'écran de l'oscilloscope pour une distance  $d = 48$  cm. En justifiant votre réponse, vérifier que le temps mis par le signal pour aller de l'émetteur au récepteur vaut  $\Delta t = 1,4$  ms.

.....  
.....  
.....  
.....

**1.9** Donner la relation liant la vitesse ( $v$ ) des ultrasons, la distance ( $d$ ) entre la source et le récepteur, et le temps ( $t$ ) mis par le signal pour atteindre le récepteur.

.....  
.....

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

**1.10** En déduire la vitesse des ultrasons, en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , dans les conditions de l'expérience.

*Donnée : distance entre l'émetteur et le récepteur = 48 cm*

.....  
.....  
.....

**1.11** Proposer une amélioration du protocole pour obtenir cette vitesse avec une meilleur précision.

.....  
.....  
.....

La vitesse du son dépend de la température selon la relation  $v = \sqrt{\gamma \cdot R_s \cdot T}$  où  $v$  est la vitesse des ultrasons (en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ),  $\gamma$  le coefficient de Laplace (sans unité),  $R_s$  la constante spécifique des gaz parfaits (en USI, Unité du Système International) et  $T$  la température (en USI).

**1.12** Quelle aurait été la vitesse de propagation des ultrasons si la manipulation précédente avait été effectuée à  $40\text{ }^\circ\text{C}$  ?

*Données : coefficient de Laplace : 1,4 ;  $R_s = 287,1$  USI*

.....  
.....  
.....

## B - Principe de l'échographie

Un enseignant aimerait montrer le principe de l'échographie. L'émetteur et le récepteur sont côte à côte : ils sont en fait réunis dans un capteur, le HCSR04 dont on donne une partie des caractéristiques techniques (*datasheet*) en **Annexe L**.

**2.1** Indiquer la tension et son type d'alimentation du capteur.

.....  
.....

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

2.2 Indiquer le nombre et le nom des bornes de branchement de ce capteur.

.....  
.....

2.3 Donner les valeurs minimale et maximale de distance mesurables avec ce capteur.

.....

L'enseignant souhaite tester ce capteur avec un microcontrôleur. Dans un premier temps, il mesure la tension récupérée par le capteur en fonction du matériau pour déterminer le plus adapté.

2.4 Citer un microcontrôleur utilisé en lycée.

.....

Au préalable, l'enseignant a mesuré, pour différents matériaux, la tension de l'émetteur à ultrasons et la tension reçue par le récepteur en veillant à maintenir constante la tension de l'émetteur.

2.5 Quel appareil permet de mesurer une tension électrique ?

.....

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Matériau	Carton	Laine de roche	polystyrène	Mousse de polyuréthane expansé	Verre	métal	main
Amplitude (mV)	200	44	640	30	1000	1500	1000

2.6 À partir des résultats, déterminer le matériau le plus absorbant et le plus réfléchissant aux ultrasons.

.....  
.....  
.....

# FIN DU SUJET

# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

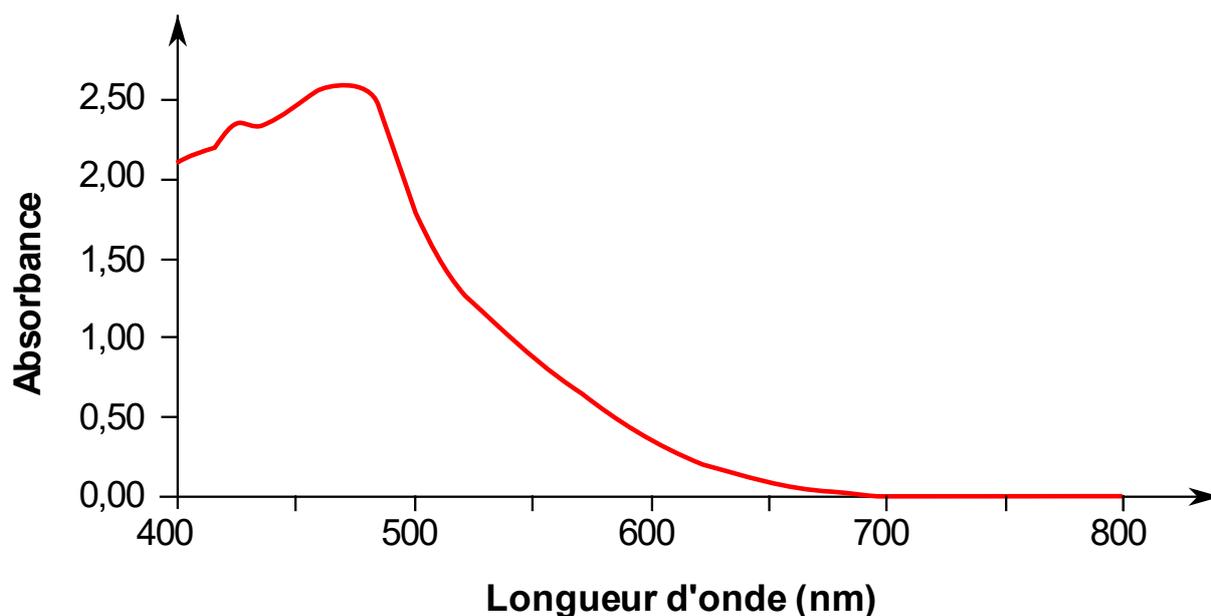
## Annexe A Caractéristiques des espèces du TP

<b>Solvant</b>	eau	éthanol	cyclohexane	dichlorométhane
<b>Densité</b>	1,00	0,79	0,78	1,3
<b>Miscibilité avec l'eau</b>	-	oui	non	non
<b>Solubilité du diiode</b>	faible	très élevée	élevée	élevée
<b>Solubilité du sulfate de cuivre</b>	très élevée	faible	presque nulle	presque nulle

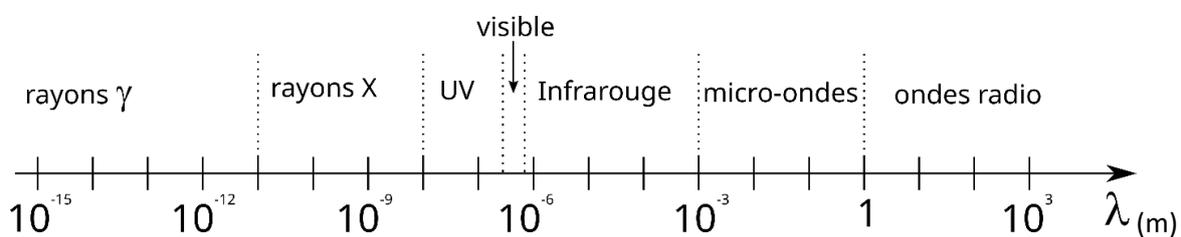
Cyclohexane	Dichlorométhane	Ethanol
		
<p>H225 Liquide et vapeurs très inflammables</p> <p>H304 Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires.</p> <p>H315 Provoque une irritation cutanée.</p> <p>H336 Peut provoquer somnolence ou vertiges.</p> <p>H410 Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.</p>	<p>H315 Provoque une irritation cutanée.</p> <p>H319 Provoque une sévère irritation des yeux.</p> <p>H336 Peut provoquer somnolence ou vertiges.</p> <p>H351 Susceptible de provoquer le cancer.</p>	<p>H225 Liquide et vapeurs très inflammables.</p> <p>H319 Provoque une sévère irritation des yeux</p>

**NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE**

Annexe B Spectre d'absorption d'une solution de diiode en milieu ion iodure



Annexe C Spectre électromagnétique

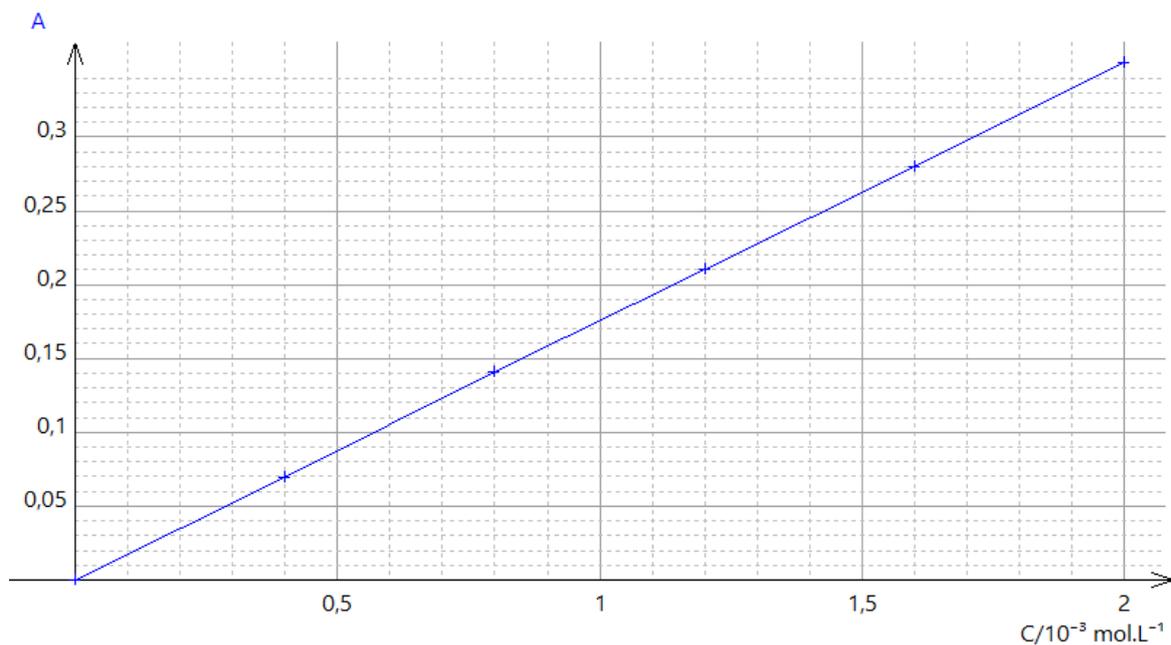


**NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE**

## Annexe D Quelques caractéristiques des colorimètres

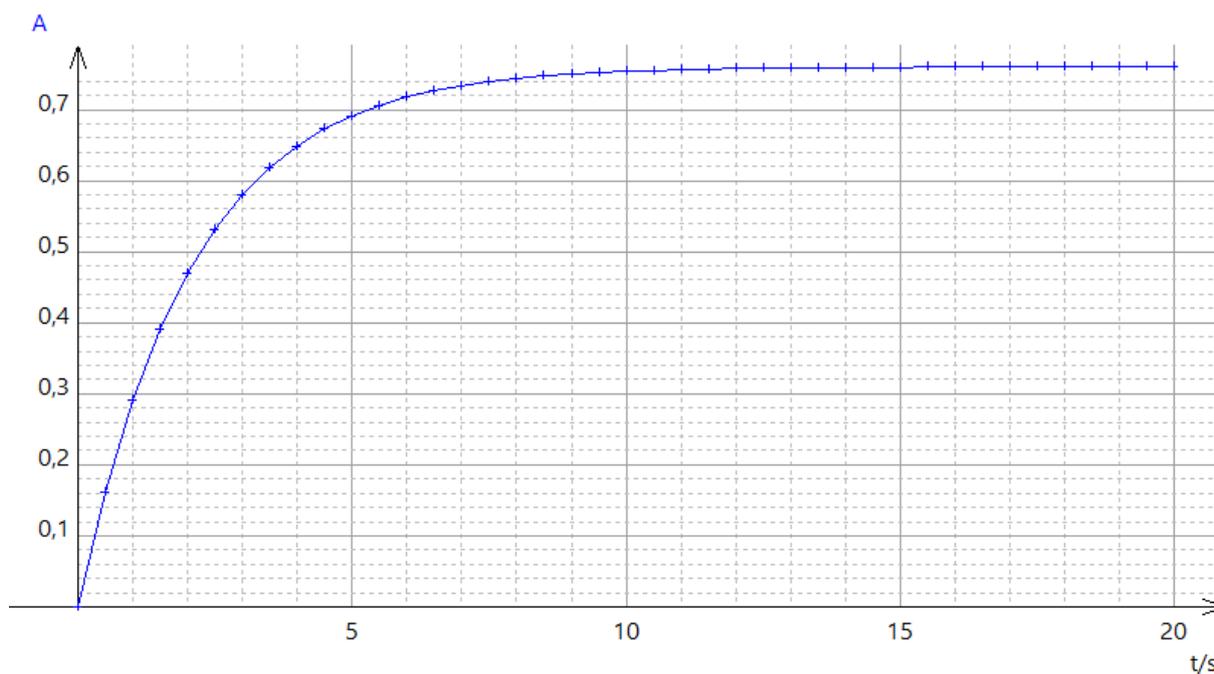
- Type de connexion : USB
- Livré avec : Câble USB
- Longueurs d'ondes commutables : 415 nm, 445 nm, 480 nm, 515 nm, 555 nm, 590 nm, 630nm, 680 nm et 940 nm

## Annexe E Courbe donnant l'absorbance en fonction de la concentration pour le diode

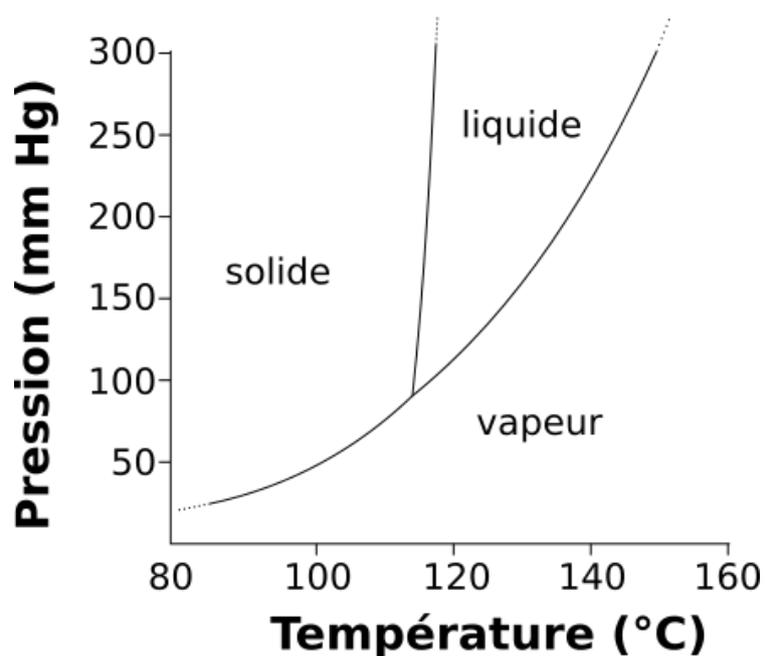


**NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE**

Annexe F Suivi cinétique de la réaction

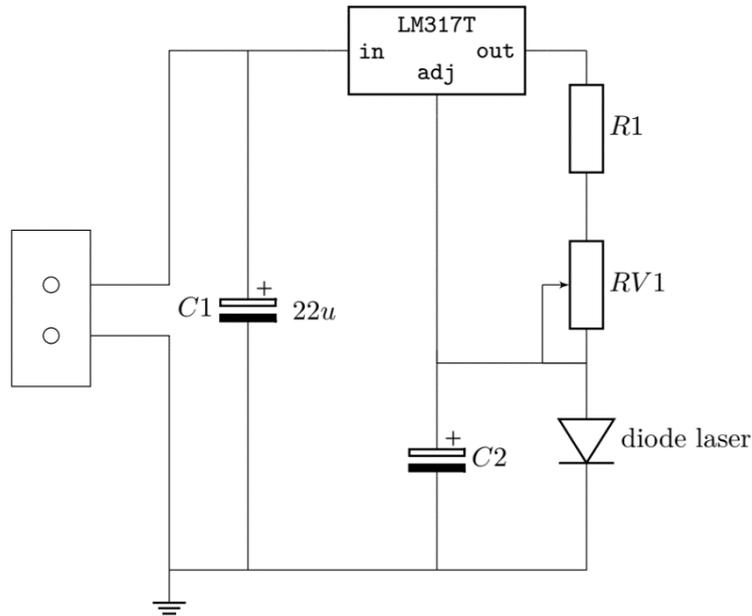


Annexe G Diagramme PT de l'iode



# NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

## Annexe H Schéma de principe de l'alimentation de la diode laser



## Annexe I Caractéristiques techniques de la diode laser utilisée

Characteristics (Tc=25°C)

Parameter	Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
Threshold current	$I_{th}$	–	–	25	35	mA
Operating current	$I_{op}$	$P_o=5mW$	–	33	45	mA
Operating voltage	$V_{op}$	$P_o=5mW$	–	2.3	2.7	V
Output efficiency	$\eta$	$2mW/(I(5mW)-I(3mW))$	0.4	0.6	1.0	W/A
Monitor current	$I_m$	$P_o=5mW, V_r(PD)=15V$	0.08	0.20	0.50	mA
Beam divergence	$\theta_{//}$	$P_o=5mW$	6.0	8.5	12.0	deg.
	$\theta_{\perp}$		24	28	34	deg.
Beam tolerance	$\Delta\theta_{//}$	$P_o=5mW$	-3	0	+3	deg.
	$\Delta\theta_{\perp}$		-4	0	+4	deg.
Emission point accuracy	$\Delta XYZ$	–	-100	0	+100	$\mu m$
Lasing wavelength	$\lambda$	$P_o=5mW$	650	658	666	nm
Astigmatic difference	$A_s$	$NA=0.55, P_o=3.5mW$	–	5	10	$\mu m$

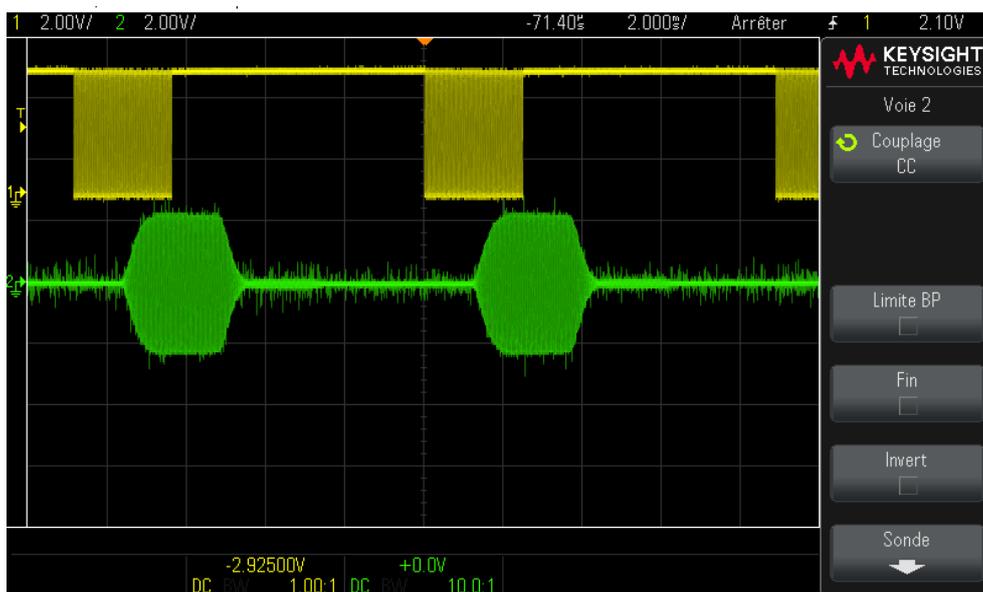
Caution:  $\theta_{\perp}$  and  $\theta_{//}$  are defined as full width at half maximum.  
Operation temperature is regulated by case temperature; Tc

**NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE**

Annexe J Copie d'écran pour l'émetteur réglé en "continu"



Annexe K Copie d'écran pour l'émetteur en « salves »



**NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE**

## Annexe L Caractéristiques techniques du capteur d'échographie



**Wire connecting direct as following:**

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

### Electric Parameter

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
MeasuringAngle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm