

# SUJET

## 2020-2021

### PHYSIQUE-CHIMIE

### Première **Spé Maths**

### ÉVALUATIONS COMMUNES

Modèle CCYC : ©DNE																				
Nom de famille (naissance) : <small>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</small>																				
Prénom(s) :																				
N° candidat :											N° d'inscription :									
 Liberté - Égalité - Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE	<small>(Les numéros figurent sur la convocation.)</small>																			
Né(e) le :			/			/														

1.1

## ÉPREUVES COMMUNES DE CONTRÔLE CONTINU

**CLASSE** : Première

**E3C** :  E3C1  E3C2  E3C3

**VOIE** :  Générale  Technologique  Toutes voies (LV)

**ENSEIGNEMENT** : physique-chimie

**DURÉE DE L'ÉPREUVE** : 2 h

**CALCULATRICE AUTORISÉE** :  Oui  Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

**Nombre total de pages** : 9

### PARTIE A

#### Goût et couleur du sirop de menthe (10 points)

La plupart des sirops de menthe commerciaux partagent un goût mentholé et une couleur verte.

L'objectif de l'exercice est d'une part d'étudier des voies de synthèse de deux molécules au goût mentholé - la menthone et l'éthanoate de menthyle- et d'autre part, de proposer une méthode de dosage d'un colorant présent dans le sirop, le bleu patenté V, afin d'estimer la quantité maximale de sirop qui peut être consommé sans risque pour la santé.

#### 1. Goût de menthe : le menthol et ses dérivés

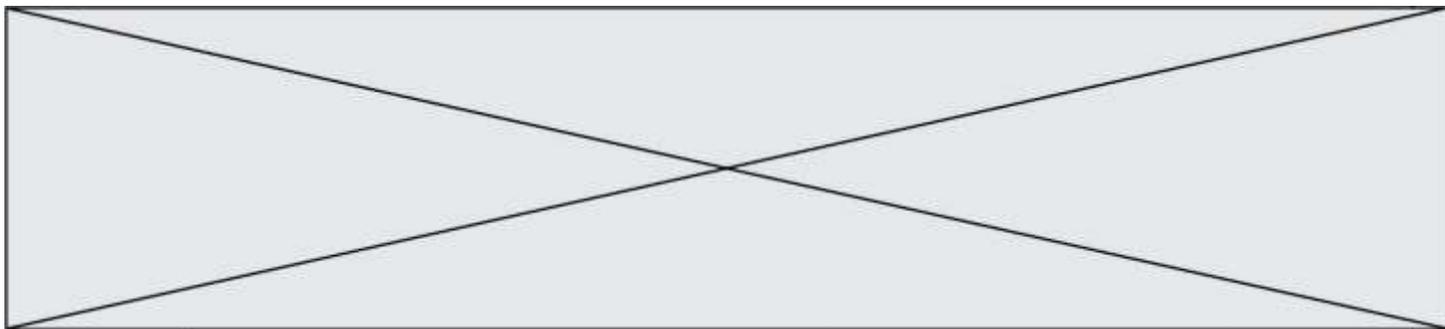
Le menthol tire son nom de l'essence de menthe. C'est un composé qui est utilisé fréquemment dans les industries agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique.

La menthone, qui entre dans la composition de certains parfums et arômes naturels, est obtenue par oxydation en milieu acide du menthol.

L'éthanoate de menthyle, présent dans l'huile essentielle de menthe, contribue à l'odeur et au goût de la menthe poivrée. Il peut être obtenu à partir d'acide éthanoïque et de menthol.

#### Données :

- Formules brutes et semi-développées du menthol, de la menthone et de l'éthanoate de menthyle :



menthol	menthone	éthanoate de menthyle
$C_{10}H_{20}O$	$C_{10}H_{18}O$	$C_{12}H_{22}O_2$

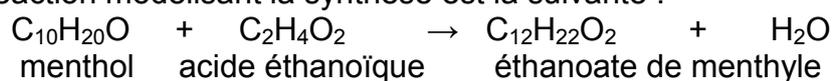
**1.1.** Indiquer les familles de composés auxquelles appartiennent le menthol, la menthone. Justifier.

**1.2.** La menthone peut être obtenue au laboratoire par oxydation du menthol par le trioxyde de chrome  $CrO_3$ .

Écrire la demi-équation électronique associée au couple menthone / menthol et justifier que le terme d'oxydation pour le passage du menthol à la menthone.

**1.3.** Synthèse de l'éthanoate de menthyle à partir d'acide éthanoïque et de menthol.

L'équation de la réaction modélisant la synthèse est la suivante :



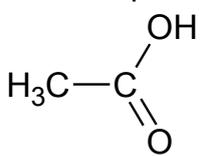
Protocole de synthèse en laboratoire :

- étape 1 : verser dans un ballon 15,6 g de menthol, puis, avec précaution, 11,0 mL d'acide éthanoïque pur, et enfin, quelques gouttes d'acide sulfurique concentré ;
- étape 2 : chauffer à reflux le mélange réactionnel durant 40 minutes environ ;
- étape 3 : verser le mélange obtenu dans un bécher contenant 100 mL de solution aqueuse de chlorure de sodium ;
- étape 4 : extraire la phase organique contenant l'éthanoate de menthyle à l'aide d'une ampoule à décanter ;
- étape 5 : laver la phase organique avec une solution saturée d'hydrogénocarbonate de sodium, on observe une effervescence ;
- étape 6 : agiter prudemment quelques instants en dégazant régulièrement, puis éliminer la phase aqueuse ;
- étape 7 : sécher la phase organique avec du sulfate de magnésium anhydre.

Modèle CCYC : ©DNE																			
Nom de famille (naissance) : <small>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</small>																			
Prénom(s) :																			
N° candidat :							N° d'inscription :												
 Liberté - Égalité - Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE																			
Né(e) le :																			
<small>(Les numéros figurent sur la convocation.)</small>																			

1.1

Quelques propriétés des espèces chimiques de la synthèse :

Nom	Formule brute	Masse molaire (g.mol <sup>-1</sup> )	Masse volumique (g.mL <sup>-1</sup> )	Miscibilité avec l'eau
Menthol	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O	156	0,89	partielle
Acide éthanoïque 	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	60	1,05	presque totale
Éthanoate de menthyle	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	198	0,92	très faible

- Électronégativités de quelques éléments :

O : 3,2                      C : 2,6                      H : 2,2

1.3.1. Justifier le nom de l'acide éthanoïque.

1.3.2. Indiquer l'intérêt d'utiliser un chauffage à reflux durant la synthèse.

1.3.3. Expliquer la très forte miscibilité de l'acide éthanoïque avec l'eau.

1.3.4. Justifier la présence de deux phases dans le bécher à l'issue de l'étape 3 du protocole.

1.3.5. Montrer que le menthol est le réactif limitant.

1.3.6. À la fin de la synthèse on a obtenu un volume égal à 13 mL d'éthanoate de menthyle.

Déterminer le rendement de la réaction.

## 2. Couleur du sirop : dosage du bleu patenté V

Dans de nombreux sirops commerciaux la couleur verte est obtenue en mélangeant deux colorants couramment utilisés dans l'industrie agroalimentaire : la tartrazine (E102) et le bleu patenté V (E131).

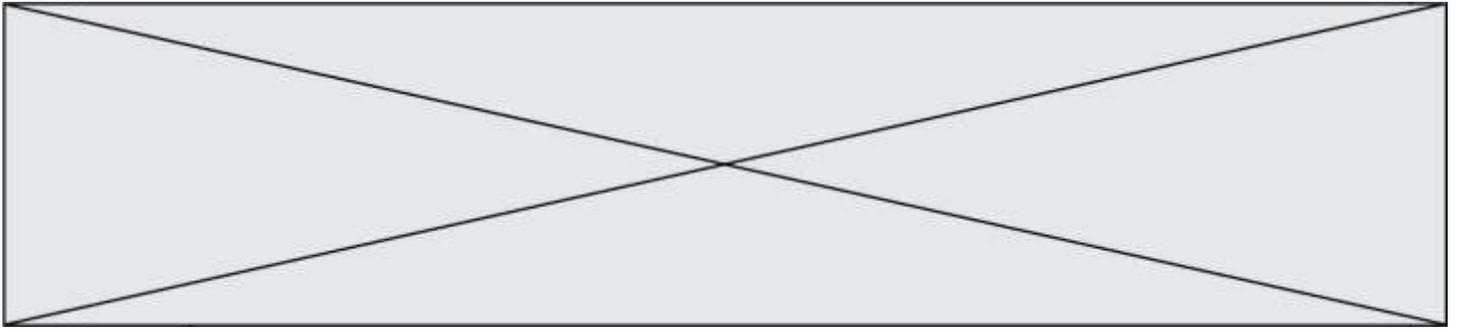
L'Autorité européenne de sécurité des aliments conseille que la consommation de bleu patenté V reste inférieure à 5 mg/kg de masse corporelle par jour pour toute catégorie de population (enfants, adultes, seniors).

<http://www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/pub/2818>

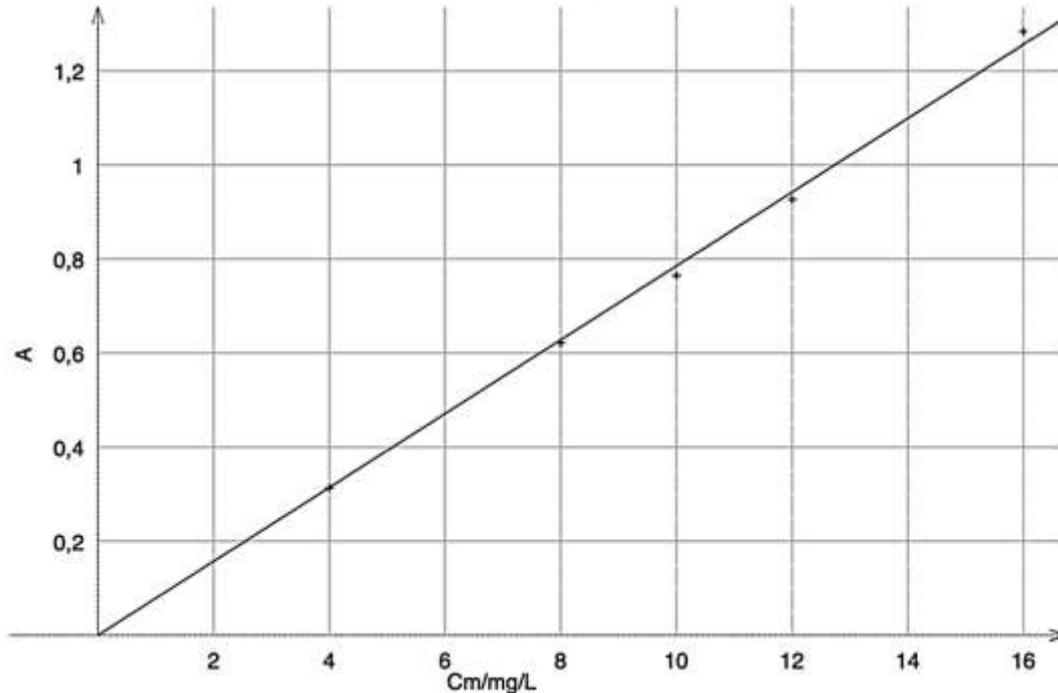
Pour déterminer le risque de dépasser cette recommandation européenne, on se propose d'effectuer un dosage du bleu patenté V dans un sirop commercial.

On prépare l'échelle de teinte suivante à partir d'une solution mère de bleu patenté V, notée S<sub>0</sub>, de concentration en masse égale à 16 mg·L<sup>-1</sup> :

Solution fille	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
Concentration en masse	12 mg·L <sup>-1</sup>	10 mg·L <sup>-1</sup>	8,0 mg·L <sup>-1</sup>	4,0 mg·L <sup>-1</sup>



On mesure l'absorbance de chaque solution à la longueur d'onde 630 nm où seul le bleu patenté V absorbe. Après modélisation, on obtient le graphique représentant l'absorbance  $A$  en fonction de la concentration en masse  $C_m$  en  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  :



Absorbance en fonction de la concentration en masse en bleu patenté V

Le fabricant de sirop conseille de diluer 7 fois le sirop (on ajoute de l'eau au sirop jusqu'à obtenir un volume 7 fois plus important que le volume du sirop pur) pour une dégustation optimale. La mesure de l'absorbance à 630 nm du sirop dilué 7 fois est égale à  $A = 0,512$ .

- 2.1. En déduire la concentration en masse en bleu patenté V du sirop dilué.
- 2.2. Pour une personne de 60 kg, déterminer le volume maximal de sirop dilué qu'elle peut ingérer en suivant la recommandation de l'Autorité européenne de sécurité. Conclure.

## PARTIE B

### Le littoral sous surveillance (10 points)

Le littoral, zone de transition entre terre et mer, est un milieu fragile soumis à de fortes pressions naturelles et anthropiques\*, et aux interactions entre celles-ci. Le littoral n'est pas une limite fixe et pérenne, mais au contraire, il s'agit d'une zone d'interface extrêmement sensible aux contraintes qu'elle subit. Cela conduit à des évolutions contrastées du trait de côte, qu'il est nécessaire de prévoir, en particulier dans un contexte de changement climatique

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

Liberté - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

avec une élévation attendue du niveau de la mer qui aura à terme des répercussions locales sur les sociétés littorales.

\* *anthropique* : relatif à l'activité humaine

[www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)

Le tableau ci-dessous présente les principales techniques utilisées pour réaliser des mesures topographiques (pour représenter sur un plan des formes du terrain) et bathymétriques (mesures de la profondeur du fond sous-marin) :

Sonar	Sondeur acoustique monofaisceau	Bathymétrie
	Sondeur acoustique multifaisceaux	
Lidar	Lidar aéroporté	Bathymétrie et topographie
	Scanner laser terrestre (TLS)	Topographie

Le sonar utilise un signal acoustique (en général ultrasonore).

Le lidar (light detection and ranging) utilise un signal électromagnétique obtenu par technologie laser.

Cet exercice se propose d'étudier quelques aspects de ces techniques.

### Partie 1 : le sondeur acoustique bathymétrique monofaisceau

Le sondeur émet, sous forme d'impulsions, une onde ultrasonore de fréquence réglable. Cette onde se propage vers le bas, à la verticale du bateau. Après réflexion sur le fond marin, elle est captée par le sondeur qui mesure la durée mise par le signal pour effectuer l'aller-retour (schéma a). Connaissant la célérité des ultrasons dans l'eau, il est possible d'en déduire la profondeur du fond sous-marin. Le déplacement du sondeur en surface permet d'obtenir une succession de mesures (schéma b).

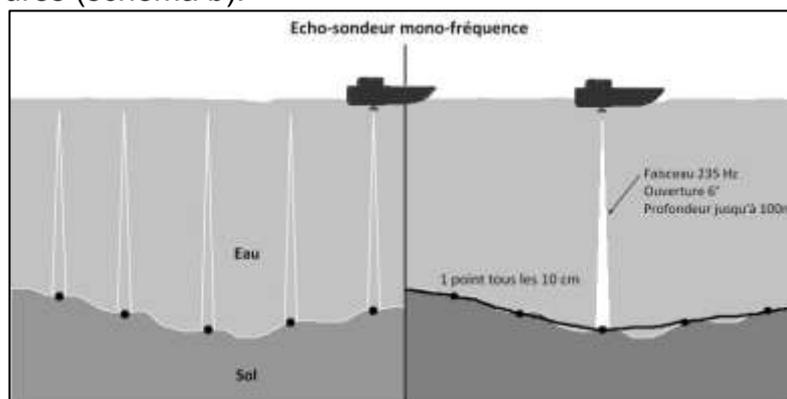


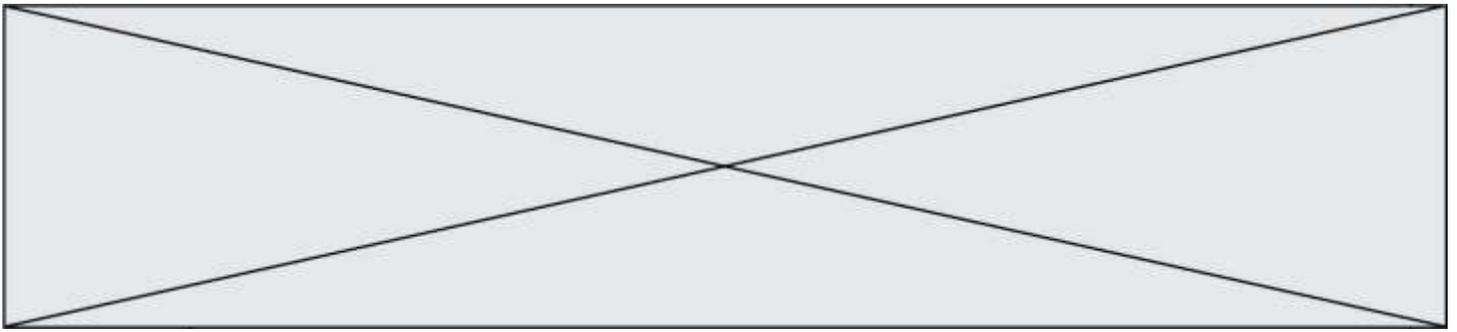
Schéma a

Schéma b

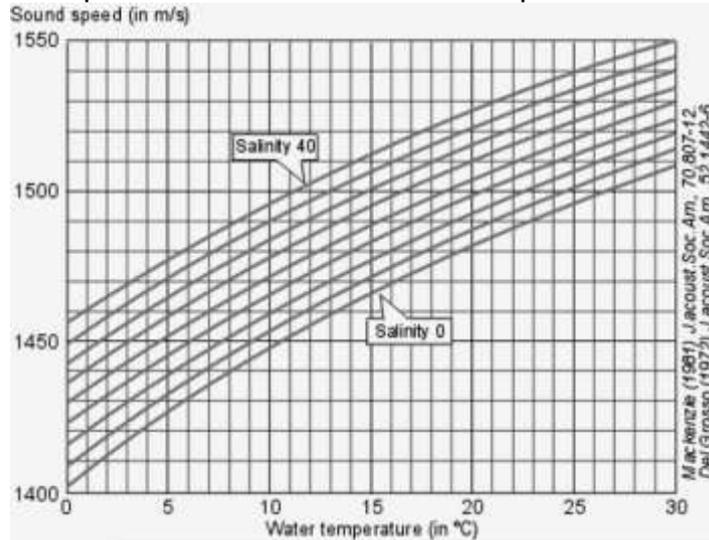
Principe de la mesure bathymétrique monofaisceau  
d'après <https://escadrone.com/drones-marins/bathymetrie-drone/>.

Le technicien qui utilise le sondeur peut modifier la fréquence des ultrasons en fonction de la profondeur du fond sous-marin qu'il désire étudier.

Plein océan	Grands fonds	Plateaux continentaux	Petits fonds
10 kHz	40 kHz	200 kHz	400 kHz



La célérité des ultrasons dépend de la salinité et de la température de l'eau de mer :



Célérité du son (en m/s) en fonction de la température (en °C) et de la salinité (en g/L).  
 Welcome to SIMRAD Training Course Basic Acoustic By Kjell Eger Kongsberg Maritime AS, Simrad

1.1. Les ondes ultrasonores sont des ondes mécaniques. Rappeler la définition d'une onde mécanique progressive. Parmi les deux schémas a et b proposés ci-dessous, lequel modélise le mieux la propagation des ultrasons ? Justifier.

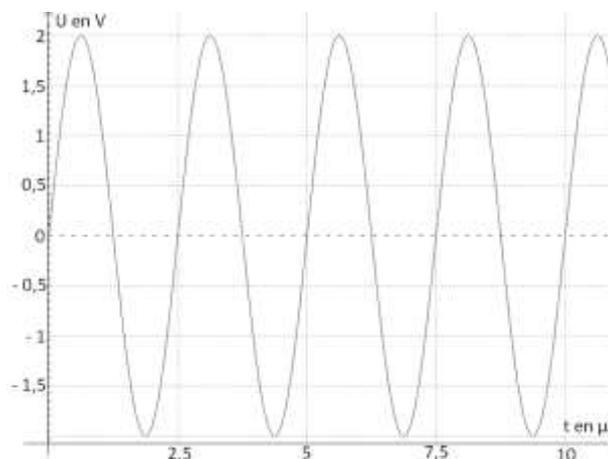


(a) Propagation le long d'une corde



(b) Propagation le long d'un ressort

1.2. Le signal simulé ci-dessous possède les mêmes caractéristiques temporelles que celles du signal émis par le sondeur acoustique prévu pour effectuer des mesures près du littoral. Les réglages effectués sont-ils cohérents avec l'utilisation prévue ?



Simulation du signal émis par le sondeur acoustique

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

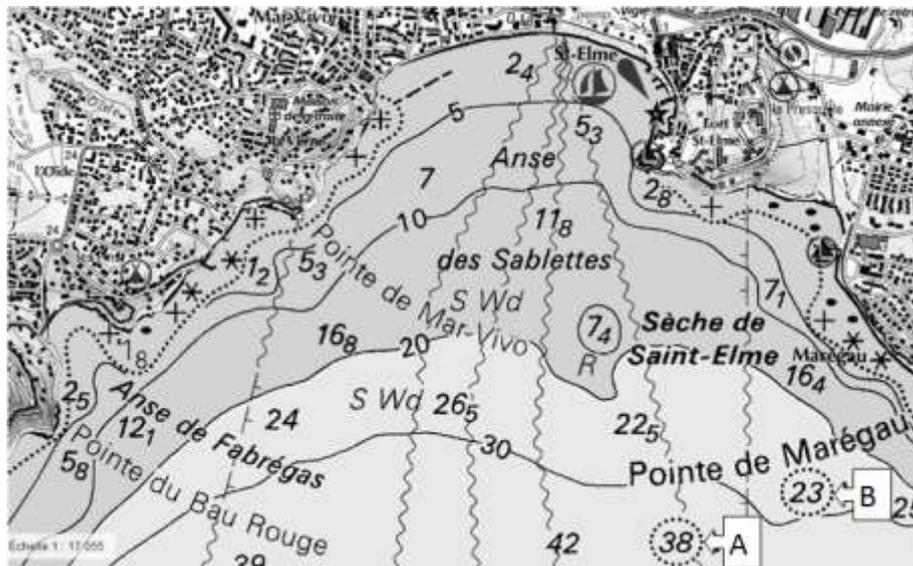
(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

Liberté - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

- 1.3. Les valeurs moyennes de température et de salinité de la mer à Toulon au mois de mai sont les suivantes : température 16 °C, salinité 35 g.L<sup>-1</sup>.
- 1.3.1. Grâce au document *Célérité du son (en m/s) en fonction de la température (en °C) et de la salinité (en g/L)*, déterminer, dans ces conditions, la valeur de la célérité des ultrasons dans l'eau de mer.
- 1.3.2. Lors de la mesure, le retard  $\Delta t$  entre l'émission et la réception du signal vaut  $\Delta t = 50,9$  ms. La mesure correspond-elle à une mesure effectuée au-dessus d'une profondeur correspondant à la zone A ou à la zone B, repérées sur la carte ci-dessous ? Justifier la réponse par un calcul.



Carte littorale de l'anse des Sablettes (Var) – Géoportail.gouv

- 1.4. On s'intéresse dans cette question aux mesures faites pour la zone de 42 mètres de profondeur. Cette zone se trouvant à moins de 300 mètres du littoral, la réglementation maritime exige que la vitesse d'un navire doive rester inférieure à 3 nœuds.

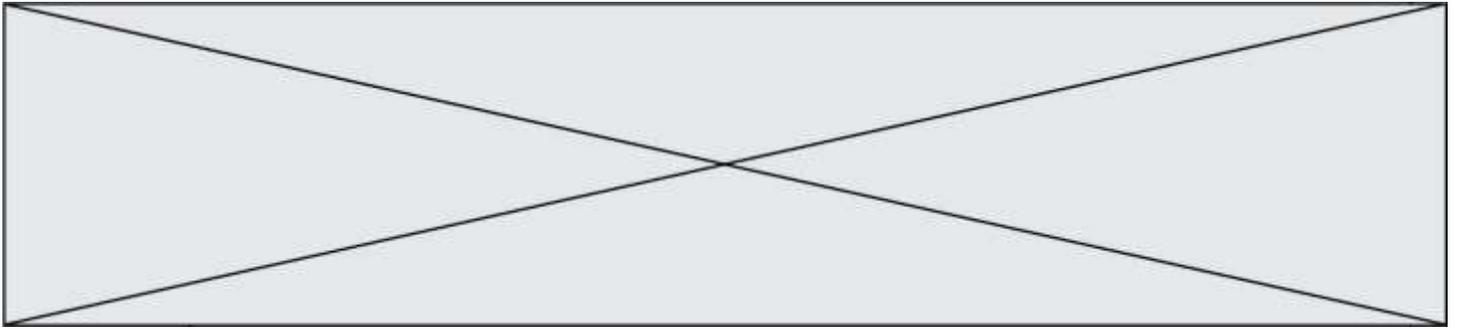
Dans les zones de fonds inférieurs à 100 mètres où la hauteur d'eau sous quille est peu critique, l'incertitude horizontale totale acceptée est : IHT = 5 mètres + 5 % de la profondeur.

Le fabricant présente dans sa documentation un fonctionnement du sondeur à 10 impulsions par seconde : ce fonctionnement vous paraît-il adapté aux mesures pour la zone de 42 mètres de profondeur ?

*Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.*

Données :

- 1 nœud = 1 mile nautique par heure ; 1 mile nautique = 1,852 km.



## Partie 2 : le LIDAR

Le principe de télémétrie du lidar est similaire à celui du sonar : l'onde électromagnétique émise se réfléchit sur une surface (le sol ou le fond marin) ; la mesure de la durée mise par le signal pour effectuer l'aller-retour permet de calculer la hauteur ou la profondeur, connaissant la vitesse de propagation de l'onde dans le milieu considéré (air ou eau).

Un lidar topographique utilise une seule longueur d'onde (en général  $\lambda = 1064 \text{ nm}$ ) alors qu'un lidar bathymétrique émet deux longueurs d'onde différentes :  $\lambda = 1064 \text{ nm}$  (qui se réfléchit à la surface de l'eau) et  $\lambda = 534 \text{ nm}$  (qui pénètre dans l'eau et se réfléchit sur le fond marin)

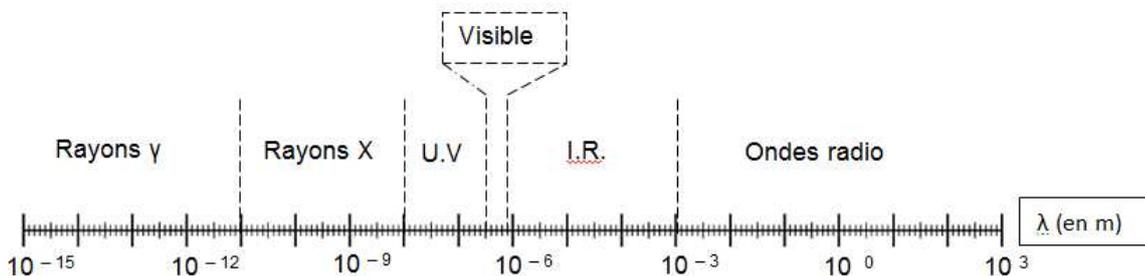
Cette partie s'intéresse au rayonnement issu d'un laser de type YAG dopé au néodyme (laser Nd-YAG) dont un extrait de la notice se trouve ci-dessous :

Caractéristiques d'un laser Nd-YAG
Mode de fonctionnement : continu ou impulsionnel
Durée de l'impulsion : 1 à 20 millisecondes
Énergie maximale par impulsion : 150 joules
Puissance de crête maximale : 30 kilowatts
Amplificateur laser : grenat d'aluminium et d'yttrium dopé au néodyme
Longueur d'onde : 1064 nanomètres
Poids d'un laser de puissance : plusieurs centaines de kilos

D'après [www.cea.fr](http://www.cea.fr)

### Données :

- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$  ;
- la célérité  $c$  des ondes électromagnétiques dans le vide (et dans l'air) est supposée connue de l'élève ;
- constante de Planck  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$  ;
- domaine des ondes électromagnétiques :



- 2.1. À quel domaine de longueurs d'ondes appartient le rayonnement émis par le laser Nd-YAG ? Justifier.
- 2.2. Calculer la valeur de l'énergie d'un photon émis par le laser Nd-YAG.
- 2.3. Un diagramme énergétique simplifié de la partie émission du laser Nd-YAG est fourni **en annexe à rendre avec la copie**.
  - 2.3.1. Vérifier, par un calcul, que les niveaux d'énergie mis en jeu lors de l'émission du faisceau laser sont les niveaux E2 et E4.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

 Liberté - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

2.3.2. Représenter cette transition par une flèche sur le diagramme **en annexe à rendre avec la copie**.

2.4. Déterminer l'ordre de grandeur du nombre maximal de photons émis pendant une impulsion.

**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**

Partie 2 : diagramme de niveaux d'énergie du laser Nd YAG

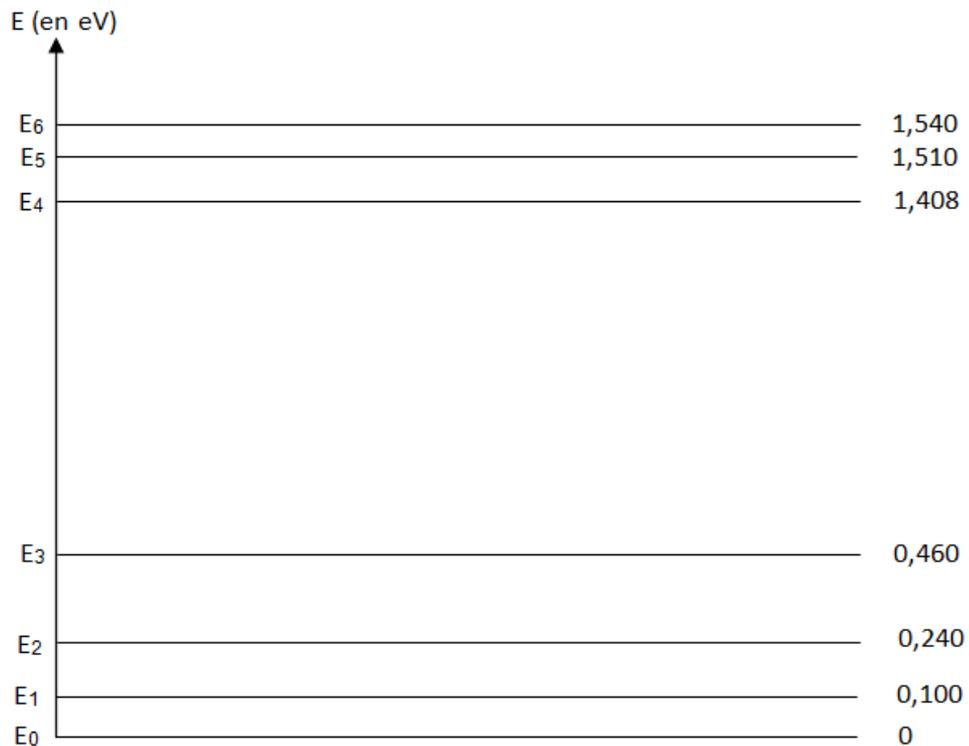


Diagramme d'énergie simplifié de l'ion néodyme  $\text{Nd}^{3+}$