

Le protocole de cette synthèse est décrit ci-après :

- ① Dans un ballon, introduire 8,7 g d'acide salicylique, 10 mL de méthanol, quelques gouttes d'acide sulfurique et un barreau aimanté.
- ② Chauffer à reflux pendant 2 heures.
- ③ Refroidir le mélange réactionnel à température ambiante et ajouter environ 100 mL d'eau.
- ④ Transvaser le mélange dans une ampoule à décanter et ajouter 25 mL de cyclohexane. Séparer les phases.
- ⑤ Laver la phase organique avec une solution d'hydrogénocarbonate de sodium afin d'éliminer les acides restant dans la solution.
- ⑥ Séparer les constituants de la phase organique par distillation.

### Données :

- Propriétés des espèces chimiques de la synthèse à température ambiante (20 °C)

	Acide salicylique	Méthanol	Salicylate de méthyle	Cyclohexane	Eau
Formule brute	$C_7H_6O_3$	$CH_4O$	$C_8H_8O_3$	$C_6H_{12}$	$H_2O$
Masse volumique (g/mL)	1,44	0,80	1,17	0,79	1,0
$T_{\text{fusion}}$ (°C)	159	-98	-8,6	6,5	0
$T_{\text{ébullition}}$ (°C)	211	65	223	81	100
Solubilité dans l'eau	faible	très bonne	très faible	nulle	
Solubilité dans le cyclohexane	très bonne	bonne	bonne		nulle
Masse molaire moléculaire (g/mol)	138	32	152	84	18



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 :  /  /



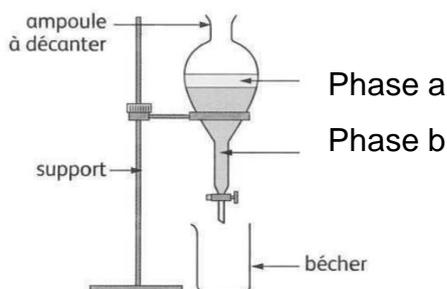
1.1

➤ Données de spectroscopie infrarouge

Liaison	C-C	C-O	C=O	C-H	O-H
Nombre d'onde (cm <sup>-1</sup> )	1000-1250	1050-1450	1650-1800	2800-3000	3200-3700

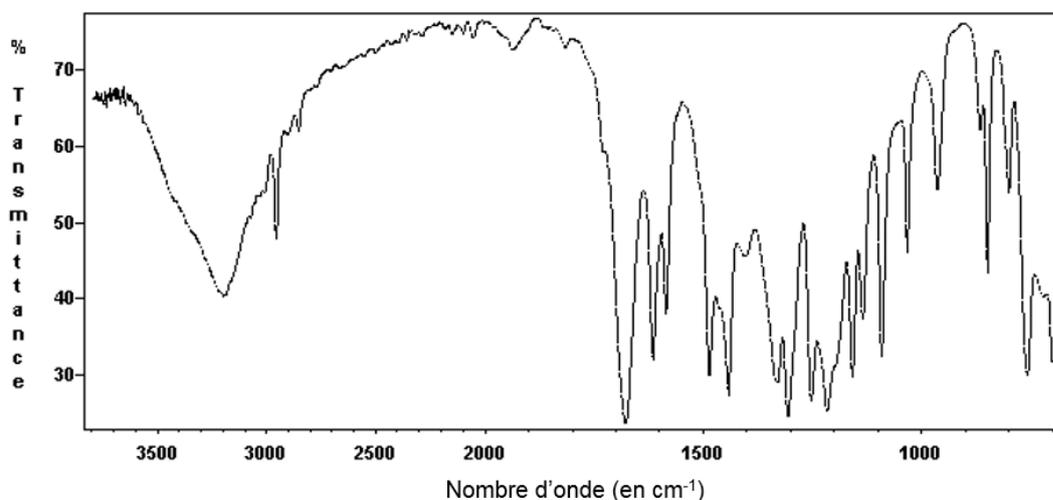
1. Justifier le nom « méthanol » donné au réactif CH<sub>3</sub>OH de la synthèse.
2. Nommer les groupes caractéristiques présents dans la molécule d'acide salicylique.
3. Donner et justifier l'état physique des réactifs à température ambiante (20 °C).
4. Justifier l'utilisation du chauffage à reflux lors de cette synthèse.

Le schéma ci-dessous représente l'ampoule à décanter utilisée dans l'étape 4 du protocole de synthèse.



5. Identifier le solvant contenu dans la phase a et celui contenu dans la phase b. Indiquer dans quelle phase se trouve le salicylate de méthyle. Justifier.

On réalise le spectre infrarouge du produit obtenu après purification, ci-dessous.



Source : [www.fao.org](http://www.fao.org)





6. Justifier que ce spectre permet d'identifier la formation de salicylate de méthyle au cours de cette synthèse.

### Détermination du rendement

7. Déterminer les quantités de matière d'acide salicylique et de méthanol introduites initialement dans le milieu réactionnel.
8. Déterminer la quantité maximale de salicylate de méthyle qu'il est possible d'obtenir si la transformation est considérée comme totale.

A la fin de la synthèse on récupère une masse de 6,1 g de salicylate de méthyle.

9. Déterminer le rendement de cette synthèse.

### Dosage du salicylate de méthyle dans un gel anti douleurs

Les gels anti douleurs à base de salicylate de méthyle sont très largement répandus pour soulager temporairement des douleurs musculaires ou articulaires causées par des foulures, des entorses, de l'arthrite, des ecchymoses ou des maux de dos. Lors de l'application du gel anti douleurs, une partie du salicylate de méthyle va être absorbée par la peau et se retrouver dans l'organisme. Il a été reporté plusieurs cas d'intoxications sévères, voire mortelles, dues à une concentration trop importante de salicylate de méthyle dans l'organisme suite à l'utilisation excessive de ce gel. Il est donc très important de respecter les consignes d'utilisation.

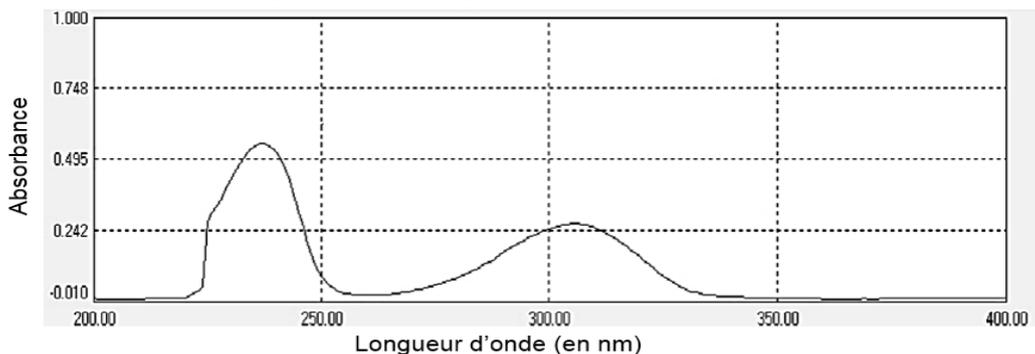
Une étude de 2012 montre que pour éviter tout risque d'utilisation de ce gel anti-douleurs, il ne faudrait pas qu'ils soient dosés à plus de 2,4 % (2,4 g de salicylate de méthyle pour 100 g de gel). Les limitations de concentration du salicylate de méthyle varient d'un pays à l'autre. La Norvège est stricte ; elle limite à 1 % en masse de salicylate de méthyle dans les gels pour la peau.

Source : RISKPROFILE Methyl salicylate CAS N o.119-36-8

On se propose de déterminer la concentration en masse de salicylate de méthyle dans un gel anti douleurs vendu en France par dosage spectrophotométrique.

### Donnée :

Spectre d'absorption du salicylate de méthyle dans du méthanol :



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



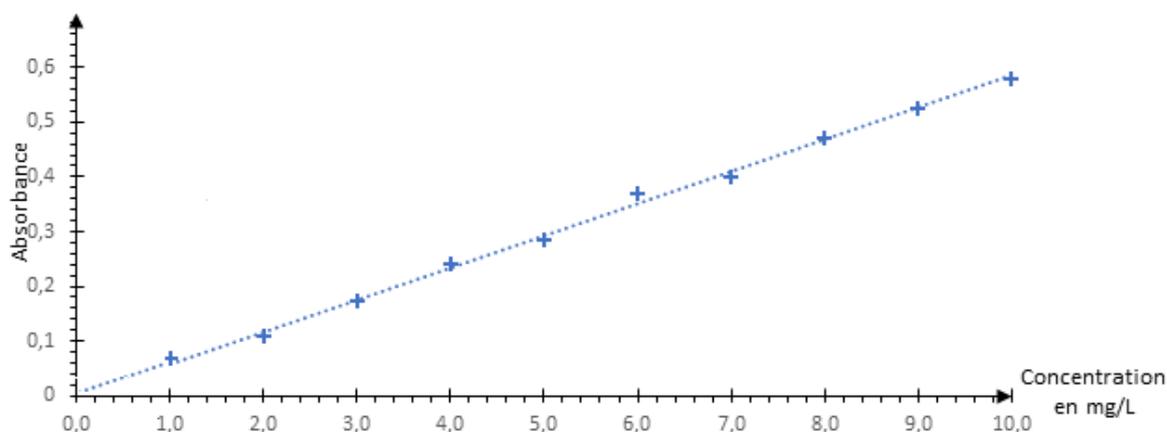
Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

On dispose d'un ensemble de solutions de salicylate de méthyle dissout dans du méthanol de concentration en masse variant de  $1,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  à  $10,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . On mesure l'absorbance de ces solutions à la longueur d'onde  $\lambda = 237 \text{ nm}$ .

On place les différents points de cette gamme d'étalonnage sur le graphique représentant l'absorbance en fonction de la concentration en masse de salicylate de méthyle ci-dessous et on modélise les résultats obtenus par une fonction affine représentée par la droite en pointillés.



Source : development of UV Spectrophotometric Method For Determination of Methyl Salicylate In Bulk And Semisolid Formulation Dhawal Dorwal

Pour préparer la solution S contenant du gel anti douleurs, on dissout  $6,0 \text{ mg}$  de gel anti douleurs dans du méthanol pour préparer  $100 \text{ mL}$  de solution. L'absorbance de cette solution est mesurée à la longueur d'onde  $\lambda = 237 \text{ nm}$  et vaut  $A_{\text{gel}} = 0,370$ .

10. Indiquer le nom du domaine électromagnétique dans lequel le spectre d'absorption a été réalisé.
11. Justifier le choix de la longueur d'onde utilisée pour effectuer le dosage.
12. Déterminer la concentration en masse de salicylate de méthyle dans la solution S contenant du gel anti douleurs.
13. Déterminer si ce produit pourrait être vendu en Norvège.

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





## PARTIE B

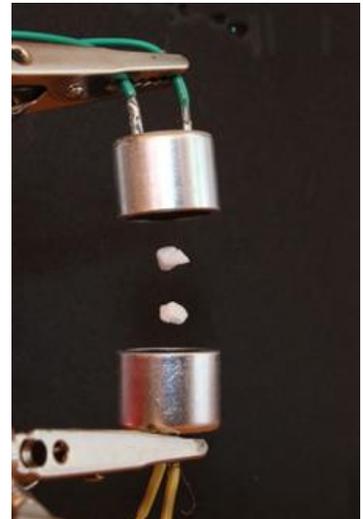
### Lévitacion acoustique (10 points)

Inventée dans les années 70 par la NASA pour la manipulation d'échantillons liquides sans contact physique, la lévitation acoustique vise à suspendre des objets dans un milieu en utilisant des ondes sonores, comme s'ils étaient maintenus par des doigts invisibles. Cette technique a des applications intéressantes, par exemple pour l'obtention de nouveaux matériaux pour l'électronique ou pour la synthèse de médicaments.

La lévitation acoustique de deux boules de polystyrène peut être réalisée au laboratoire en utilisant deux émetteurs à ultrasons.

Placés verticalement en vis-à-vis, ils émettent deux ondes ultrasonores de même longueur d'onde dont la superposition génère des zones horizontales de surpression de l'air, appelées « ventres », alternant avec des zones de dépression, appelées « nœuds ».

C'est au niveau de ces « nœuds » que les objets peuvent rester en suspension.



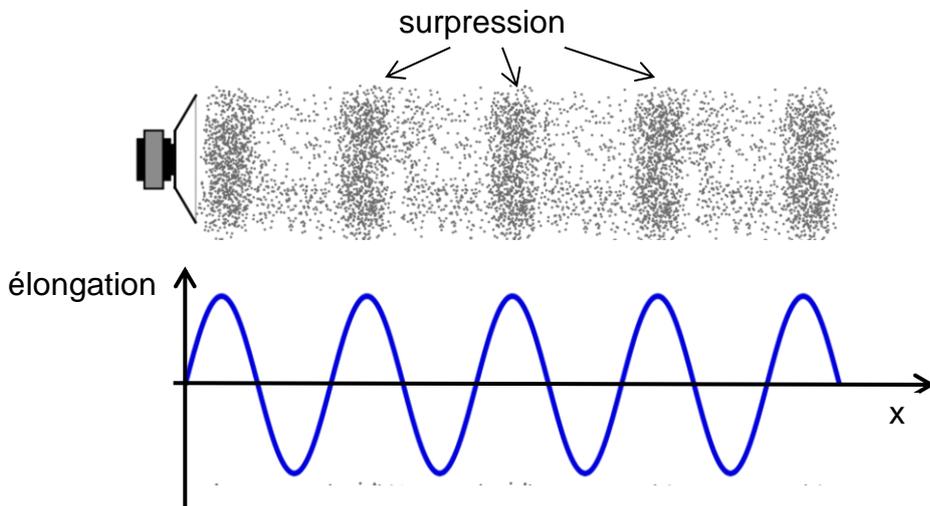
#### Données :

- extrait de la fiche technique des émetteurs à ultrasons :
  - émetteur à ultrasons 40 kHz ;
  - tension maximale : 50 Vpp ;
  - pression acoustique : > 110 dB @ 10 V – 30 cm ;
  - température d'utilisation : - 20°C à + 70°C ;
  - dimensions : diamètre 10 mm ; hauteur 7 mm ;
- volume d'une sphère de rayon  $R$  :  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$  ;
- intensité du champ de pesanteur terrestre :  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$  ;
- célérité du son dans l'air dans les conditions de l'expérience :  $c = 343 \text{ m.s}^{-1}$  ;
- masse volumique du polystyrène expansé :  $\rho = 20 \text{ kg.m}^{-3}$ .

#### 1. Étude de l'onde ultrasonore émise par un émetteur

Une onde sonore correspond à la propagation dans un milieu matériel, le plus souvent l'air, d'une surpression produite de manière périodique par la vibration d'une membrane de haut-parleur par exemple.



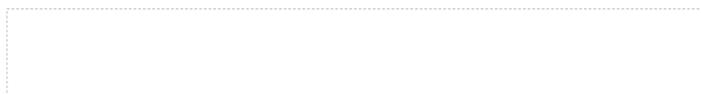


D'après <https://commons.wikimedia.org>

- 1.1. Proposer deux adjectifs pour caractériser l'onde sonore représentée ci-dessus et préciser la nature de la grandeur physique associée à l'élongation de cette onde.
- 1.2. Cette onde présente une « périodicité spatiale ».
  - 1.2.1. Expliquer l'expression « périodicité spatiale ».
  - 1.2.2. Recopier l'allure de la courbe représentée ci-dessus, donnant l'élongation en fonction de la distance  $x$  à une date  $t_0$  donnée, en précisant la grandeur caractéristique associée à cette périodicité spatiale.
  - 1.2.3. On note  $T$  la période temporelle de l'onde sonore. Donner, en justifiant, l'allure de la courbe donnant l'élongation en fonction de la distance  $x$  à la date  $t_0 + \frac{T}{2}$ .
- 1.3. Pourquoi utilise-t-on le terme « ultrasonore » pour l'onde émise par les émetteurs utilisés pour l'expérience de lévitation acoustique réalisée au laboratoire ?

## 2. Analyse de l'expérience de lévitation acoustique.

- 2.1. On peut établir que les nœuds où les billes de polystyrène peuvent léviter sont distants de  $\frac{\lambda}{2}$ ,  $\lambda$  étant la longueur d'onde des ondes ultrasonores utilisées.
  - 2.1.1. En utilisant la photo de l'expérience donnée en début de sujet et les caractéristiques géométriques des émetteurs, estimer la valeur de la longueur d'onde des ondes ultrasonores utilisées.





**2.1.2.** Rappeler la relation entre longueur d'onde  $\lambda$ , fréquence  $f$  et célérité  $c$  du son dans l'air.

**2.1.3.** Le résultat obtenu à la question **2.1.1** est-il compatible avec la valeur de la fréquence des ondes donnée par le constructeur ? Argumenter la réponse.

**2.2.** Le diamètre d'une bille de polystyrène peut être estimé à 2,5 mm.

**2.2.1.** Vérifier que la masse  $m$  de la bille est de l'ordre de 0,16 mg.

**2.2.2.** Déterminer la valeur de la force exercée par l'air sur chaque bille.

**2.2.3.** Dans une approche simplifiée, on cherche à expliquer la lévitation de la bille de polystyrène par l'existence de la force  $\vec{F}_A$  exercée sur tout corps immergé dans un fluide de la part de celui-ci, appelée poussée d'Archimède, verticale, dirigée de bas en haut et dont l'expression de la norme  $F_A$  est donnée par :

$$F_A = \rho_{\text{fluide}} V g$$

où  $\rho_{\text{fluide}}$  est la masse volumique du fluide,  $V$  le volume du corps immergé et  $g$  l'intensité de la pesanteur.

- Que peut-on alors dire des masses volumiques de l'air et du polystyrène ?
- Critiquer cette approche sachant que la valeur de la masse volumique de l'air à 20 °C est 1,2 kg.m<sup>-3</sup>.

