





Le plongeur obtient les résultats suivants :

$h(\text{cm})$	0	10	20	30	40	50	60	70	80
$P(\text{hPa})$	1012	1023	1032	1042	1052	1062	1072	1082	1091

### Données :

- la loi fondamentale de la statique des fluides est donnée par la relation :  

$$P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$$
où  $A$  et  $B$  sont deux points d'un fluide au repos, d'altitudes respectives  $z_A$  et  $z_B$  (en mètre), où règnent les pressions respectives  $P_A$  et  $P_B$  (en pascal) ;
- masse volumique de l'eau :  $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  ;
- intensité de la pesanteur :  $g = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

- 1.1. Expliquer qualitativement le lien entre la pression et le comportement microscopique des entités qui constituent le fluide.
- 1.2. En utilisant une étude graphique, tester la loi fondamentale de la statique des fluides à partir des mesures consignées dans le tableau ci-dessus.
- 1.3. On considère que la loi fondamentale de la statique des fluides est vérifiée à 10 mètres de profondeur.


Estimer la valeur de la force pressante exercée par l'eau sur la surface du tympan d'un plongeur à cette profondeur.

On considère que le plongeur effectue la descente de la surface de l'eau jusqu'à 10 m de profondeur sans réaliser la manœuvre de Valsalva. Risque-t-il un barotraumatisme auriculaire ? Une réponse détaillée est attendue.

## 2. Le sens électrique chez les poissons

### Les poissons électriques

On appelle poisson électrique les poissons capables d'utiliser un courant électrique pour s'orienter, pour se protéger ou pour communiquer. La majorité de ces poissons vivent dans les eaux turbides ou ont une activité nocturne. Ils génèrent un champ électrostatique autour de leur corps. Un objet placé à proximité modifie la valeur de l'intensité locale du champ électrostatique. Par la suite, des récepteurs électriques situés dans la peau détectent le champ électrostatique et les modifications subies, ce qui permet au poisson de percevoir les caractéristiques de son environnement, détecter des proies et communiquer avec des congénères. Quelques espèces sont capables de produire des décharges électriques de forte

<b>Modèle CCYC : ©DNE</b> <b>Nom de famille (naissance) :</b> <small>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</small>	
<b>Prénom(s) :</b>	
<b>N° candidat :</b>	
<b>Né(e) le :</b>	
	<b>N° d'inscription :</b>

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

intensité, comme les anguilles électriques, les torpilles ou les silures électriques. Elles s'en servent pour se protéger contre des prédateurs, ou pour assommer des proies avant de les consommer.

Source : article « Poisson électrique » de Wikipédia en français.  
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Poisson\\_%C3%A9lectrique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Poisson_%C3%A9lectrique).

## Force et champ électrostatiques

Un objet possédant une charge électrique  $q_B$  placée dans un champ électrostatique  $\vec{E}$ , engendré par une charge électrique  $q_A$ , subit une action mécanique modélisée par une force électrostatique :

$$\vec{F} = q_B \times \vec{E}.$$

La force électrostatique est donnée par la loi de Coulomb :

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_R\epsilon_0} \times \frac{q_A \times q_B}{r^2} \vec{u}$$

avec  $\vec{u}$ , vecteur unitaire de même direction que la droite reliant les deux charges et orienté de A vers B,  $\epsilon_R$  et  $\epsilon_0$  deux constantes appelées permittivités diélectriques,  $q_A$  et  $q_B$  les charges,  $r$  la distance entre les deux charges.

Valeurs des permittivités diélectriques :

- permittivité diélectrique du vide :  $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$ ;
- permittivité diélectrique relative de l'air par rapport au vide :  $\epsilon_R = 1,00$  ;
- permittivité diélectrique relative de l'eau par rapport au vide :  $\epsilon_R = 78,5$ .

## Effets des champs électrostatiques sur la santé

Les champs électrostatiques peuvent provoquer des **réactions cutanées**. En effet, ils induisent au niveau de la peau des personnes exposées une modification de la répartition des charges électriques. Cette modification est perceptible surtout au niveau des poils et des cheveux (seuil de perception :  $10 \text{ kV.m}^{-1}$ , seuil de sensations désagréables :  $25 \text{ kV.m}^{-1}$ ).

Source : <http://www.inrs.fr/risques/champs-electromagnetiques/effets-sante.html>

Un plongeur se trouve à 2,0 m d'une anguille électrique. En première approximation, on modélise une partie de l'anguille par un point placé en A et de charge unique  $q_A = 4,4 \times 10^{-12} \text{ C}$ .

**2.1.** Montrer que l'expression du champ électrostatique  $\vec{E}$  créé au point B par une charge  $q_A$  est donnée par la relation :

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_R\epsilon_0} \times \frac{q_A}{r^2} \vec{u}$$



- 2.2.** L'intensité du champ électrostatique décroît très vite avec la distance. En outre, les valeurs des champs électrostatiques créées par les poissons sont souvent faibles car l'eau, par rapport à l'air, divise par environ 80 l'amplitude du champ électrostatique. Justifier ces deux affirmations.
- 2.3.** Dans le cadre de cette modélisation, calculer la valeur du champ électrostatique ressenti par le plongeur. Ce champ est-il perceptible par le plongeur ? Justifier.
- 2.4.** Le champ électrostatique créé par un poisson électrique peut être assimilé à celui d'un ensemble composé de deux charges électriques de signes opposés.

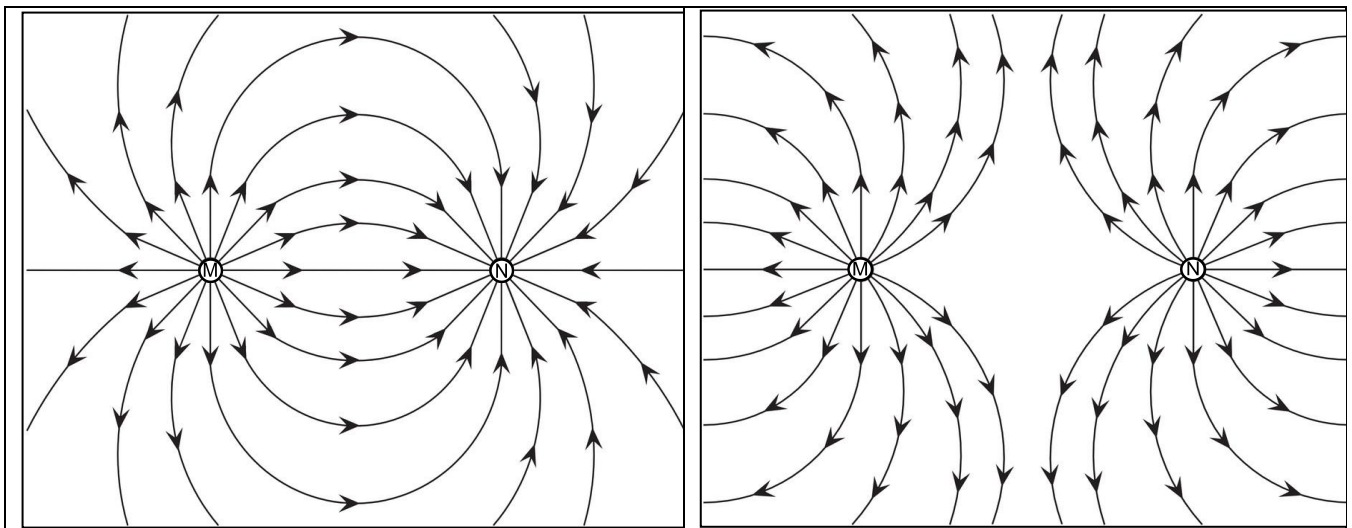


Figure 3.a.

Figure 3.b.

Lignes de champ électrostatique créé par un ensemble de deux charges électriques placées aux points M et N.

Pour chaque figure, donner le signe des charges placées aux points M et N.

Parmi les deux figures proposées, laquelle correspond au modèle du poisson électrique ?

## PARTIE B

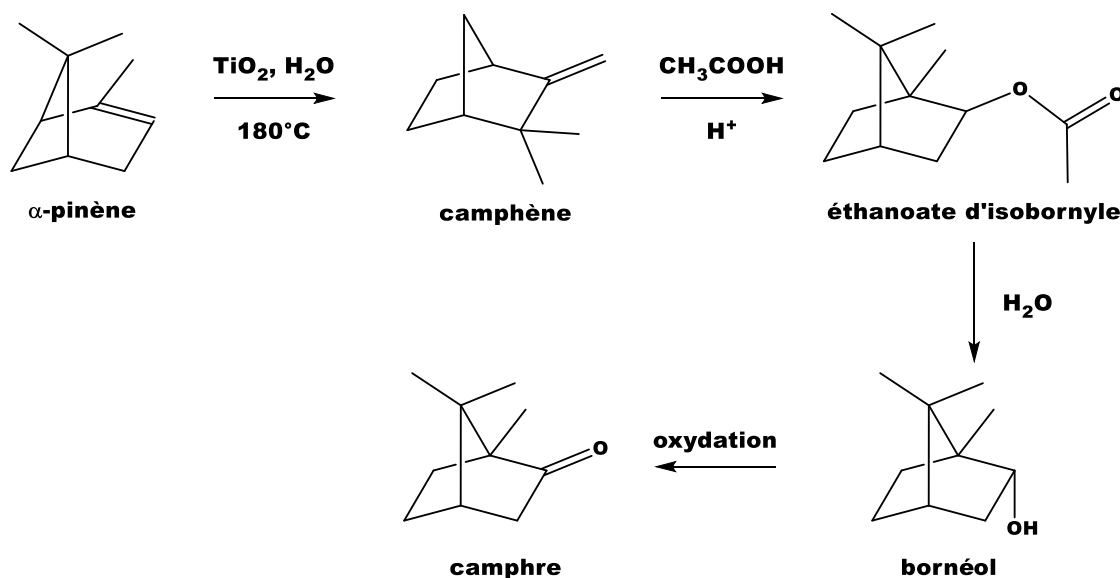
### Synthèse du camphre au service du sportif (10 points)

Le baume du tigre® est un onguent issu de la pharmacopée chinoise dont la commercialisation remonte à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. En particulier, le baume du tigre rouge® est très utilisé pour soulager les douleurs musculo-squelettiques ; il est donc particulièrement apprécié des sportifs.



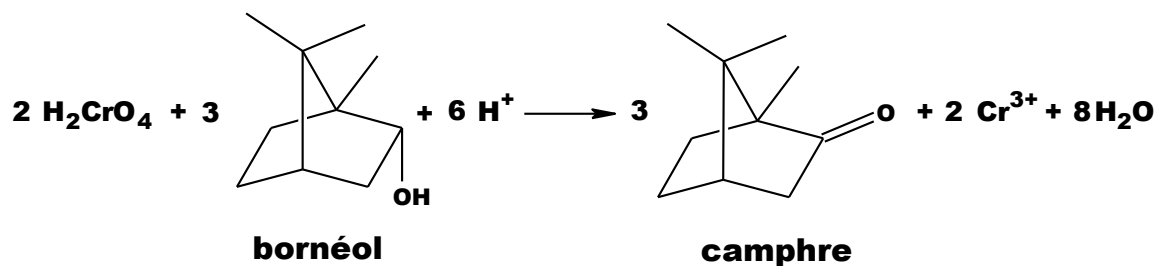
### Le baume du tigre

Le camphre constitue le principal composant du baume du tigre®. Historiquement, le camphre était d'origine naturelle : le plus anciennement connu semble avoir été le camphre de Bornéo, fourni par un grand arbre de l'île de Sumatra en Indonésie. Actuellement, la majorité du camphre produit en France est obtenue par une synthèse multi-étapes à partir de l' $\alpha$ -pinène extrait de la résine de pin. Cette synthèse est présentée ci-dessous.

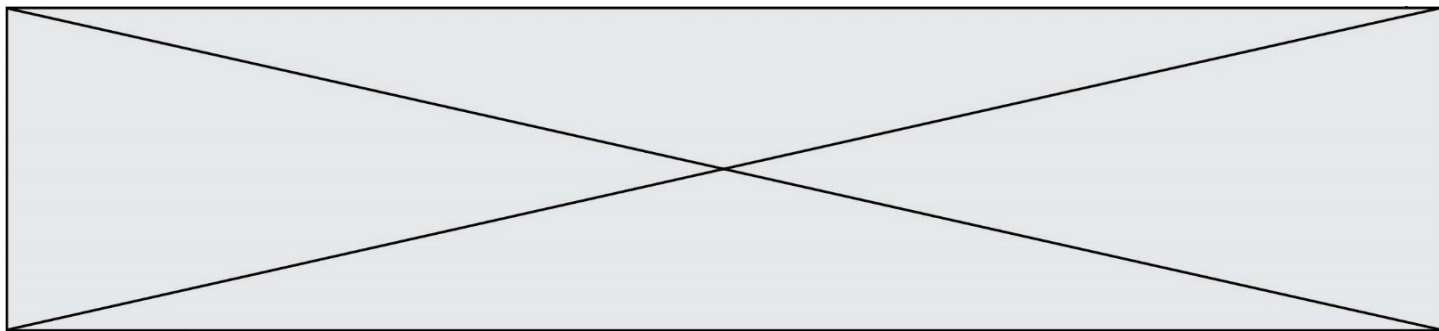


Cet exercice s'intéresse à la dernière étape qui permet de produire le camphre par oxydation du bornéol. avec comme oxydant l'acide chromique (réactif de Jones) ;

La transformation chimique peut être modélisée par la réaction chimique d'équation :



Le protocole de cette étape ainsi que les données spécifiques à ce dernier, sont fournis ci-après.










### Protocole de synthèse du camphre à partir du bornéol



- Étape 1** Dans un ballon bicol de 250 mL, placé dans un bain de glace, muni d'une agitation magnétique, d'un réfrigérant à eau et d'une ampoule de coulée, dissoudre 5,0 g de bornéol commercial dans 15 mL de propanone. Ajouter goutte à goutte 11,0 mL de solution d'acide chromique de concentration  $C = 2,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Enlever le bain de glace et attendre que la température du mélange atteigne la température ambiante.
- Étape 2** Introduire le mélange dans une ampoule à décanter de 250 mL contenant 120 mL d'eau et ajouter 25 mL d'éther diéthylique. Agiter, décanter et séparer la phase organique. Traiter deux fois la phase aqueuse avec chaque fois 25 mL d'éther diéthylique.
- Étape 3** Regrouper et laver les phases organiques avec successivement 25 mL d'une solution saturée de chlorure de sodium ( $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ), 25 mL d'une solution saturée d'hydrogénocarbonate de sodium ( $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$ ) et 25 mL d'une solution saturée de chlorure de sodium. Recueillir la phase organique dans un erlenmeyer. Sécher sur sulfate de magnésium anhydre. Éliminer le solvant grâce à un montage de distillation simple. Verser le résidu du ballon dans bécher taré, refroidir et recueillir les cristaux obtenus, les sécher.
- Étape 4** Déterminer la masse puis réaliser le spectre infrarouge du solide obtenu.

### Données

Données physico-chimiques relatives aux espèces chimiques mises en jeu dans ce protocole

Nom	Données physico-chimiques et pictogrammes
Acide chromique $\text{H}_2\text{CrO}_4$	Solution aqueuse d'acide chromique     
Propanone $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Température d'ébullition : 56 °C sous 1,013 hPa</li><li>• Densité : <math>d = 0,79</math></li><li>• Solvant organique miscible à l'eau et à l'éther diéthylique</li></ul>  



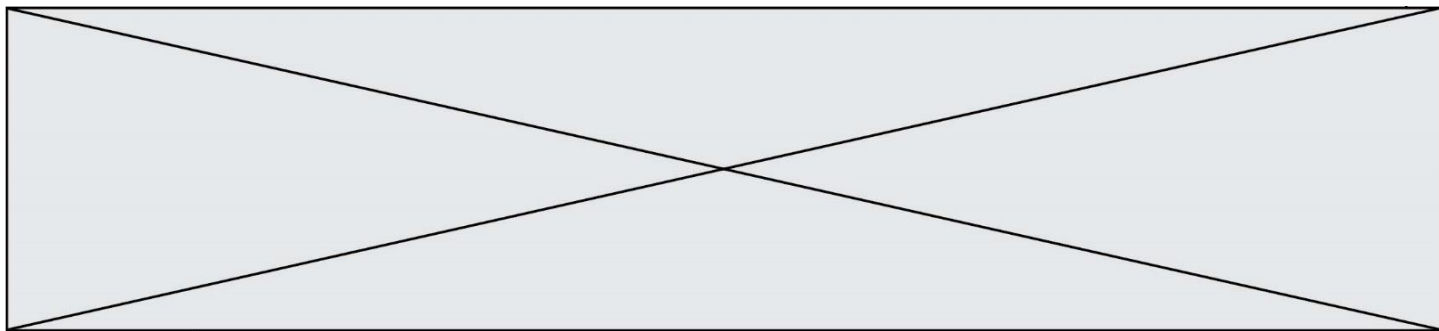
Éther diéthylique $C_4H_{10}O$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Température d'ébullition : 34 °C sous 1,013 hPa</li> <li>Densité : <math>d = 0,71</math></li> <li>Solvant organique très peu miscible à l'eau</li> </ul>  
Bornéol $C_{10}H_{18}O$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Masse molaire <math>M = 154,2 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}</math></li> <li>Température de fusion : 208 °C</li> <li>Solubilité : presque insoluble dans l'eau ; très soluble dans l'éthanol ; soluble dans l'éther de pétrole, dans la propanone et l'éther diéthylique</li> </ul>
Camphre $C_{10}H_{16}O$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Masse molaire <math>M = 152,2 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}</math></li> <li>Température de fusion : 175 - 177 °C</li> <li>Solubilité : peu soluble dans l'eau ; très soluble dans l'éthanol ; soluble dans l'éther diéthylique</li> </ul>

Données de spectroscopie infrarouge :

Liaison	Nombre d'onde ( $\text{cm}^{-1}$ )	Bande d'absorption
O-H libre	3580 - 3650	Bande forte et fine
O-H liée (pont hydrogène)	3100 - 3500	Bande forte et large
O-H (acide carboxylique)	2500 - 3300	Bande forte et large
$C_{\text{tri}}\text{-H}$ ( $C_{\text{tri}}$ : carbone trivalent)	3000 - 3100	Bande moyenne
$C_{\text{tet}}\text{-H}$ ( $C_{\text{tet}}$ : carbone tétravalent)	2800 - 3000	Bande forte
C-H de CHO (aldéhyde)	2650 - 2800	Bande moyenne
C=O (aldéhyde, cétone)	1650 - 1730	Bande forte
C=O (acide carboxylique)	1690 - 1760	Bande forte
C=C	1625 - 1685	Bande moyenne
$C_{\text{tet}}\text{-H}$	1415 - 1470	Bande forte
C-O	1050 - 1450	Bande forte

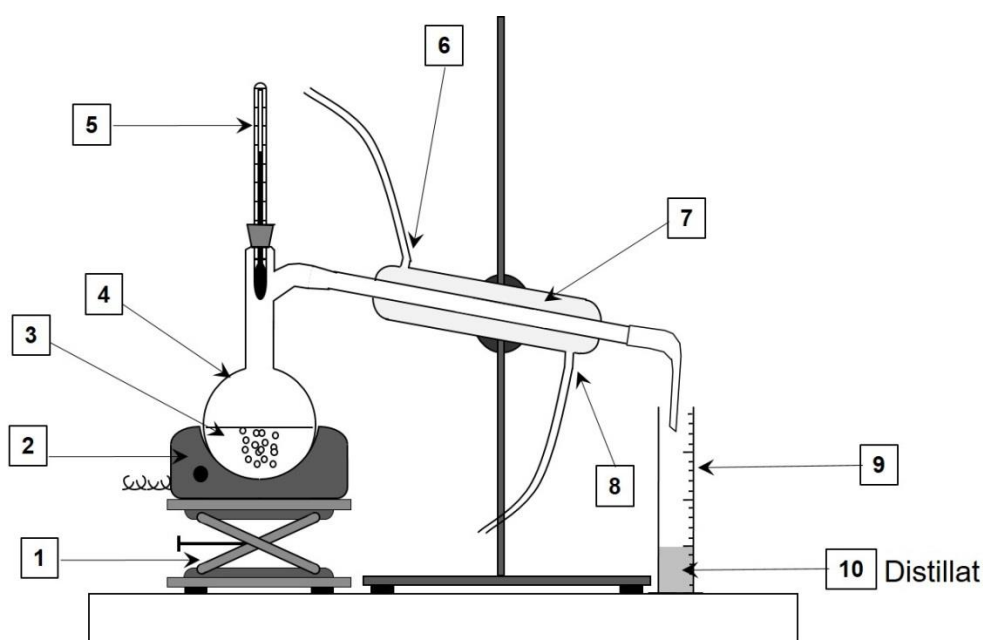
1. Indiquer, en justifiant, les précautions à prendre lors de cette étape de la synthèse.





2. Caractériser chacune des étapes du protocole en utilisant les termes suivants : analyse du produit synthétisé ; transformation des réactifs ; isolement du produit synthétisé.
3. Justifier l'utilisation de l'éther diéthylique dans l'étape 2 du protocole.

Le schéma du montage de distillation simple est donné ci-dessous.



4. Sans reproduire le schéma, indiquer sur votre copie chaque nombre de la légende ainsi que le terme associé. Préciser quelle(s) espèce(s) chimique(s) est(sont) présente(s) dans le distillat (10).
5. À l'aide des couples d'oxydo-réduction :  $\text{H}_2\text{CrO}_4 / \text{Cr}^{3+}$  et camphre / bornéol, retrouver l'équation de la réaction de synthèse et justifier que le bornéol subit bien une oxydation.
6. Montrer que l'acide chromique et le bornéol ont été introduits dans les propositions stœchiométriques.
7. Montrer que la masse maximale de camphre que l'on peut former à l'issue de la synthèse vaut  $m_{\text{théorique}} = 5,0 \text{ g}$ .

Une synthèse réalisée au laboratoire en suivant ce protocole a permis d'obtenir 2,2 g de solide.



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.)

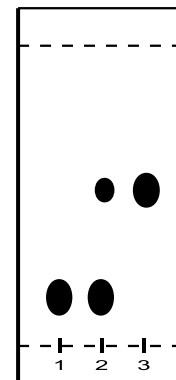
Né(e) le :  /  /

 Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

8. En supposant que le solide obtenu est du camphre pur, déterminer le rendement de cette synthèse.

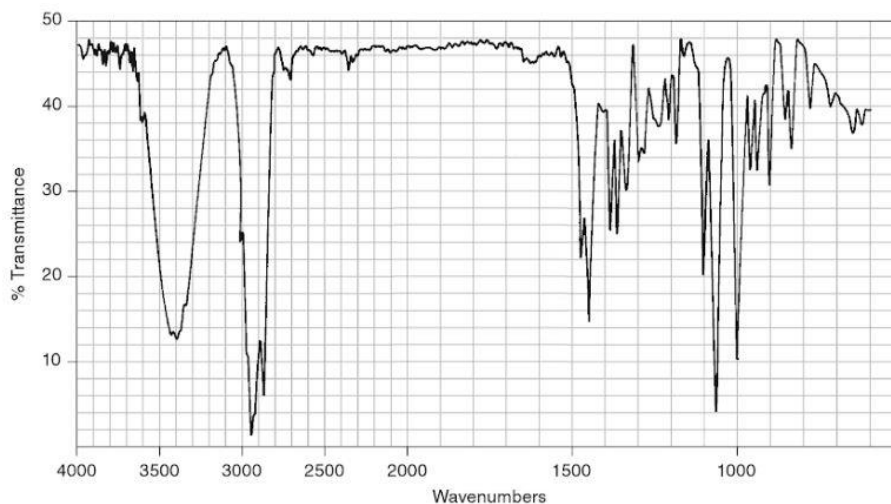
Lors de la synthèse au laboratoire, le technicien a réalisé une chromatographie sur couche mince. Il a noté sur son cahier de laboratoire :  $R_f(\text{camphre}) = 0,52$  attendu dans les conditions de la CCM et il a reproduit ci-contre le chromatogramme obtenu après élution et révélation.



1. Prélèvement au début de la transformation
2. Prélèvement en cours de transformation
3. Prélèvement en fin de transformation

9. Analyser l'allure du chromatogramme obtenu et indiquer les informations qu'il fournit sur la synthèse.

Le spectre IR du bornéol commercial est fourni ci-dessous. Il représente la transmittance (en %) en fonction du nombre d'onde (wavenumbers en anglais) exprimé en  $\text{cm}^{-1}$ .



Donald L. Pavia, George S. Kriz, Gary M. Lampman, Randall G. Engel. *A Small Scale Approach to Organic Laboratory Techniques*, p. 256.

10. Donner les principales modifications attendues sur le spectre IR du solide obtenu par rapport celui du bornéol si le solide est du camphre pur.

