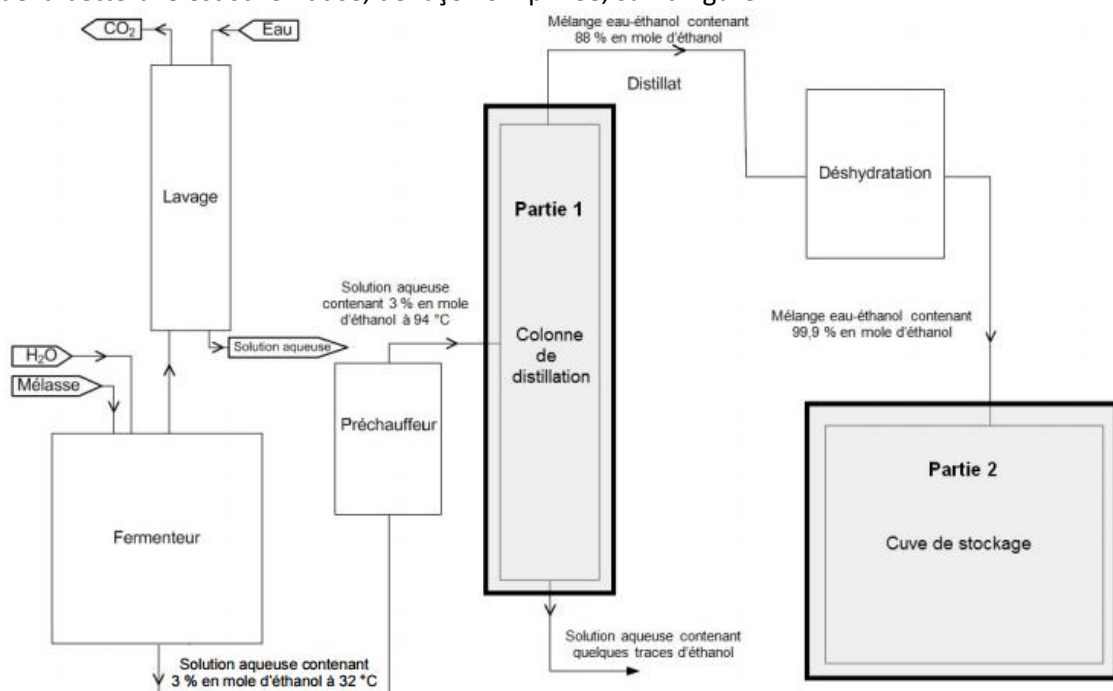


<b>NOM :</b>	<b>DEVOIR SPCL</b>	
<b>Prénom :</b>	<b>Distillation/ Mécanismes réactionnels</b>	
T STL	<b>Procédé de synthèse</b>	
	<b>Oscillateurs</b>	<b>20</b>
	08/10/2015	

**EXERCICE 1 : La production de bioéthanol****/12.5**

La production de bioéthanol a connu ces dernières années un grand développement. En effet, le bioéthanol remplace l'éthanol dérivé du pétrole comme réactif de synthèse et est devenu une alternative aux carburants fossiles. Le bioéthanol de première génération peut être obtenu à partir de mélasses issues de la canne à sucre, de la betterave ou des cultures céréalières. Le procédé de fabrication du bioéthanol à partir du sucre (saccharose  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) de la betterave est schématisé, de façon simplifiée, sur la figure 1.

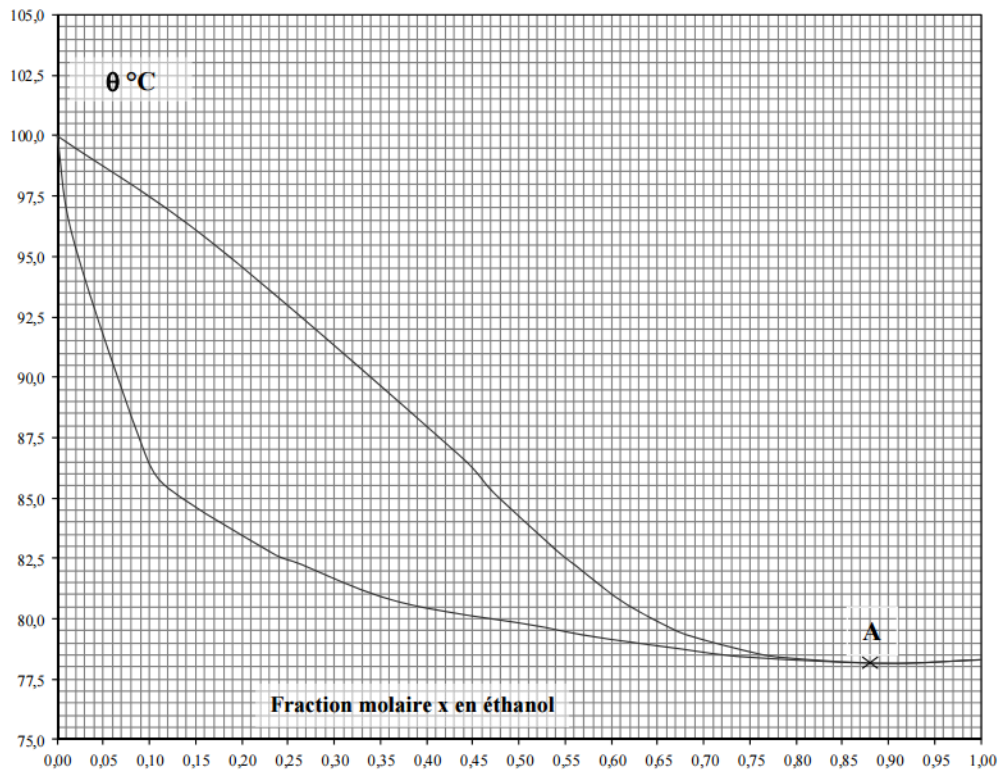
**Figure 1 : Descriptif de l'installation****I. Étude de la colonne de distillation : (5 points)**

La solution d'éthanol est séparée par un procédé de distillation. Il permet de récupérer en tête de colonne un mélange très enrichi en éthanol.

On considère que l'on distille une solution constituée uniquement d'eau et d'éthanol. À l'entrée de la colonne de distillation, la solution a une fraction molaire en éthanol  $x = 0,03$ .

- 1.1. Préciser, sur le diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur ci-dessous où se situent la courbe de rosée et la courbe d'ébullition.
- 1.2. Déterminer la température d'ébullition et la composition des vapeurs formées par le mélange à l'entrée de la colonne. Justifier graphiquement sur le diagramme.
- 1.3. Quel est le nom donné au mélange correspondant au point A sur le diagramme isobare ?
- 1.4. Déterminer la température et la composition des vapeurs en tête de colonne. Justifier graphiquement sur le diagramme.

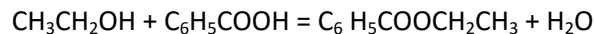
DIAGRAMME ISOBARE D'ÉQUILIBRE LIQUIDE-VAPEUR DU SYSTÈME EAU-ÉTHANOL P = 1,013 bar



## II. Deux utilisations du bioéthanol

### A. Synthèse d'un arôme (4,5 points)

Une entreprise souhaite élargir sa gamme d'arômes en proposant un bonbon aromatisé à la groseille. Cet arôme artificiel est constitué d'un ester, le benzoate d'éthyle, qui est préparé à partir d'éthanol  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  et d'acide benzoïque  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ . Cette transformation est lente et limitée. La réaction admet pour équation :



Pour tester la qualité du produit sur un échantillon, le technicien chargé de la synthèse, introduit dans un ballon un volume  $V = 50 \text{ mL}$  d'éthanol, une masse  $m_a = 3,00 \text{ g}$  d'acide benzoïque et  $1 \text{ mL}$  d'acide sulfurique concentré commercial. On obtient, après transformation et purification, une masse  $m_e = 2,25 \text{ g}$  d'ester.

**Données :** • Masses molaires :

– de l'éthanol  $M_{\text{ét}} = 46 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

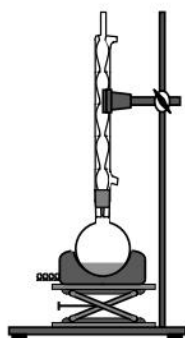
– de l'acide benzoïque  $M_{\text{ab}} = 122 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

– du benzoate d'éthyle  $M_{\text{be}} = 150 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

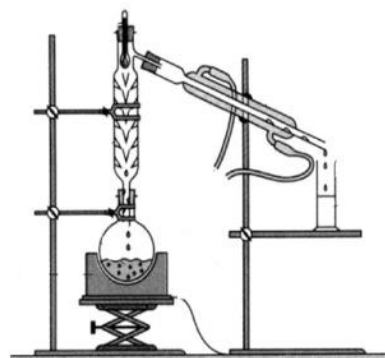
• Masse volumique de l'éthanol :  $\mu = 0,805 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$

• Températures d'ébullition :  $T_{\text{eb}}(\text{éthanol}) = 78^\circ\text{C}$  ;  $T_{\text{eb}}(\text{benzoate d'éthyle}) = 212^\circ\text{C}$

2.1. Choisir parmi les deux montages présentés celui utilisé pour réaliser la synthèse. Préciser le rôle du chauffage.



Montage 1



Montage 2

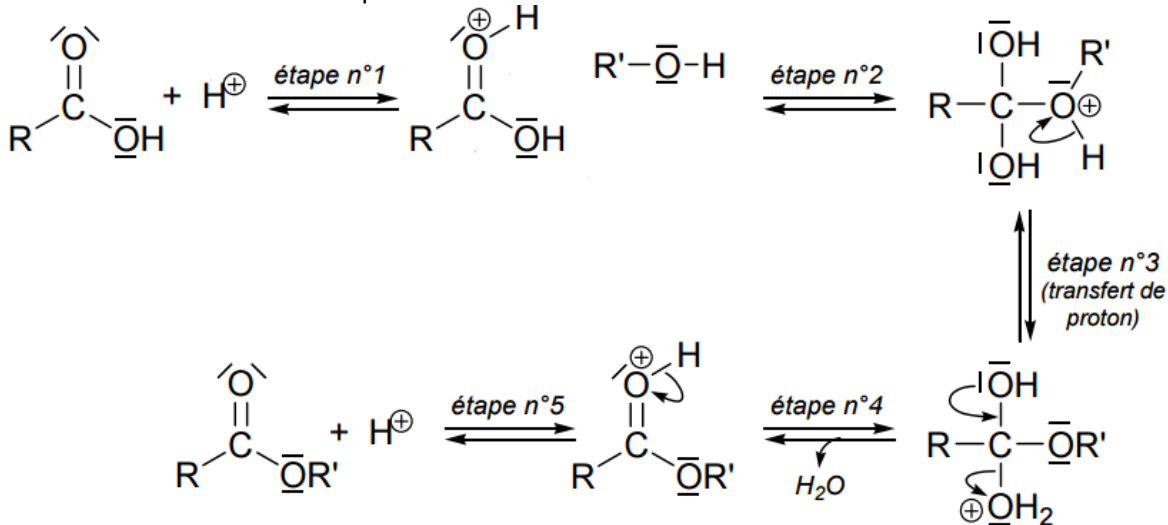
2.2. Compléter le tableau d'avancement ci-dessous de façon littérale.

Équation de la réaction		$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} = \text{C}_6\text{H}_5\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$			
Quantité de matière dans l'état initial (mol)	$x = 0$				
Quantité de matière dans l'état intermédiaire (mol)	$x$				
Quantité de matière dans l'état final théorique (mol)	$x = x_{\text{max}}$				

- 2.3. En déduire que l'éthanol a été introduit en excès.  
 2.4. Quel est l'intérêt d'utiliser un excès d'alcool ?  
 2.5. Calculer le rendement de la réaction.

**B. Mécanisme réactionnel :** (3 points)

Le mécanisme de la réaction est présenté ci-dessous.



- 3.1. Dessiner les flèches courbes représentant les transferts d'électrons dans les étapes 1 et 2.  
 3.2. Quel est le rôle des ions  $\text{H}^+$  ? Justifier la réponse en utilisant le document.  
 3.3. Indiquer les types de réaction mises en jeu dans l'étape n°2 et l'étape n°4.

**EXERCICE 2 : Un oscillateur dans l'émission Ford Boyard : l'épreuve de la cloche**

/7.5



Dans cette épreuve, le candidat est debout attaché sur un trapèze juste au-dessus de la salle du trésor... et donc des tigres ! Le trapèze fait initialement un angle  $\vartheta_0 = 20^\circ$  par rapport à la verticale. A  $t=0s$ , celui-ci est lâché sans vitesse initiale et fait un mouvement de va-et-vient. Ses équipiers vont alors tirer sur une corde pour donner de plus en plus d'amplitude au trapèze, tout comme si ils sonnaient une cloche. Ainsi, le candidat malmené pourra attraper l'indice qui se trouve suspendu en hauteur à condition bien sûr que l'amplitude des oscillations soit suffisante.

Pour une efficacité maximale, la technique consiste à tirer sur la corde lorsque le trapèze est à son point le plus haut afin d'en augmenter l'amplitude à chaque oscillation.

On peut trouver dans les archives de l'émission, la participation d'artistes comme Amel Bent pour cette épreuve. C'est son expérience qui est étudiée dans ce sujet.

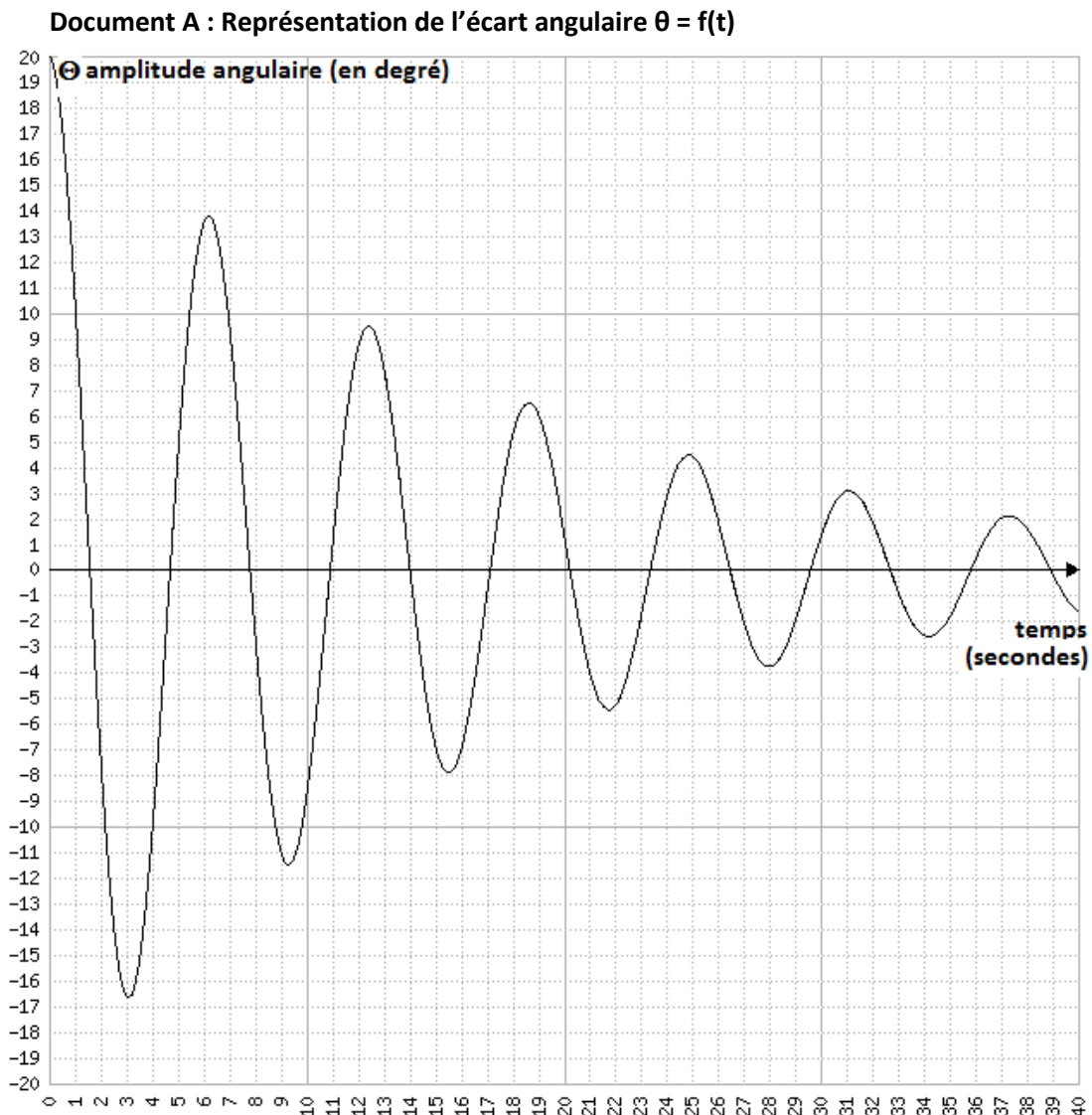
**1. Etude des oscillations libres du système {Amel + trapèze} (2,5 points)**

On étudie dans un 1<sup>er</sup> temps, le mouvement du système sans l'intervention des autres coéquipiers. Il effectue, alors, des oscillations libres avant de s'immobiliser au bout d'une minute.

Un enregistrement vidéo des oscillations est effectué, au cours du mouvement du système. Après traitement avec un logiciel de pointage des différentes positions prises par le centre de gravité du système. On obtient la courbe du **document A**.

A l'aide du **document A** et de vos connaissances répondre aux questions suivantes.

1.1. Qualifier le régime des oscillations du système à choisir parmi les termes : harmonique, pseudo-périodique, apériodique, amorti, non-amorti. Justifier.



1.2. Déterminer la durée moyenne  $T$  entre 2 valeurs maximales successives, à l'aide du **document A**.

1.3. Cette durée peut-elle être appelée période temporelle ? Justifier.

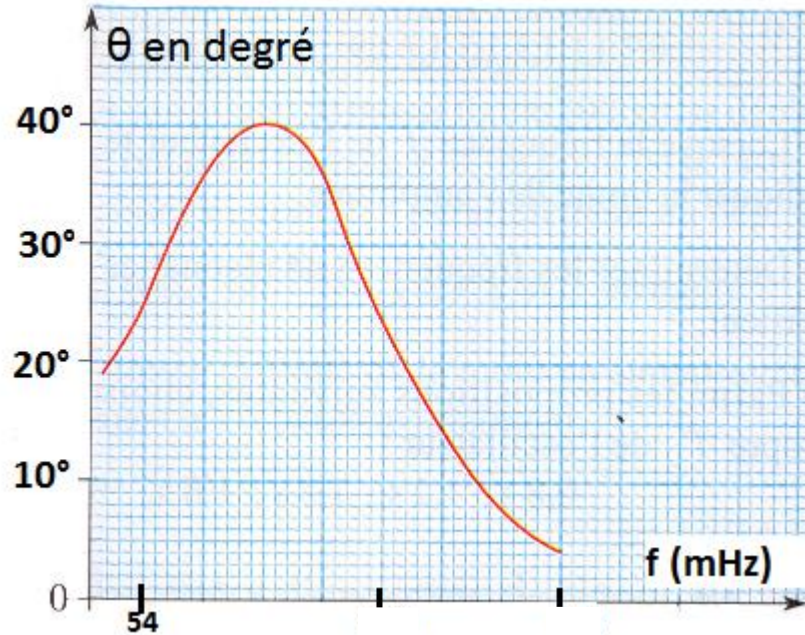
1.4. Citer un autre exemple d'oscillateur.

**2. Etude des oscillations forcées du système (5 points)**

Avant l'émission, pour s'entraîner, les coéquipiers d'Amel Bent tirent sur la corde et tentent d'imposer différentes fréquences d'oscillations comprises entre 100 mHz à 200 mHz.

L'équipe remarque que pour une fréquence particulière  $f_0$ , le système oscille avec un écart angulaire maximal très grand par rapport à la valeur initiale qui permet, sans plus d'effort de leur part, d'atteindre l'indice suspendu.

Document C : courbe représentant l'écart angulaire en fonction de la fréquence  
 $\theta = g(f)$



- 2.1. Quel nom donne-t-on à ce phénomène ?
- 2.2. A l'aide du document C, déterminer la valeur de la fréquence  $f_0$ .
- 2.3. Comment appelle-t-on  $f_0$  ? La durée trouvée à la question 1.2. est égale à la période propre du système. Calculer la valeur de la fréquence propre et la comparer avec  $f_0$ .
- 2.4. En déduire la condition pour observer le phénomène de résonance.
- 2.5. Déterminer la bande passante à -3dB :  $\Delta f = f_2 - f_1$ .
- 2.6. Calculer le facteur de qualité :  $Q = \frac{f_0}{\Delta f}$
- 2.7. On dit que la résonance est floue, lorsque la courbe  $\theta = g(f)$  a une forme aplatie, aigüe dans le cas contraire. On montre de manière expérimentale, que plus le facteur de qualité est grand et plus la résonance est aigüe ( $Q > 2$ ) Que dire de la résonance dans ce cas de figure ?

**BON TRAVAIL**