Métropole 09/2009 EXERCICE I. LE MONOÏ DE TAHITI (6,5 points)

Issu de traditions millénaires, le monoï de Tahiti (produit cosmétique) vous assure de bénéficier des vertus de la fleur de Tiaré et de l'huile de coprah raffinée qui le composent ....
L'huile de coprah est très riche en acides gras saturés (45 % d'acide laurique notamment).
Endémique en Polynésie Française, la fleur de Tiaré présente des propriétés originales ....
Elle sécrète en effet une huile essentielle riche en alcools et en esters (salicylate de méthyle ....) connus pour leurs propriétés assainissantes et apaisantes.
« d'après le site Internet de l'Institut du Monoï »

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

Cet exercice a pour objectif d'étudier une utilisation de l'huile de coprah pour fabriquer du savon puis d'étudier quelques propriétés d'un ester présent dans la fleur de Tiaré.

Données **:**

Nom	Formule	Masse molaire
laurate de glycéryle	$C_{39}H_{74}O_6$	$M_1 = 638\ g.mol^{-1}$
laurate de sodium	$C_{12}H_{23}O_2Na$	$M_2 = 222\ g.mol^{-1}$
glycérol	$C_3H_8O_3$	$M_3 = 92,0\ g.mol^{-1}$

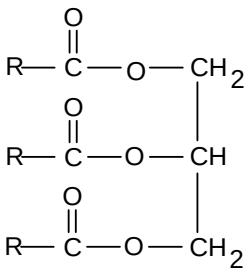
1. L'huile de coprah

Le savon de Marseille est fabriqué avec des huiles végétales telles que l'huile d'arachide, l'huile de coprah – au grand pouvoir moussant – et l'huile de palme.
On lit sur le site de la savonnerie "Le Sérail" : " La première étape de fabrication est le mélange des huiles végétales avec l'alcali auquel on va ajouter du sel de mer. La cuisson consiste à porter à ébullition la pâte pendant quatre heures à une température d'environ cent degrés."*
** alcali : nom générique d'une base. Exemples : soude (hydroxyde de sodium) ou potasse (hydroxyde de potassium).*

1.1. La transformation chimique de l'huile de coprah

1.1.1. Quel est le nom de la réaction chimique citée ci-dessus, qui met en jeu une huile et l'alcali ?

1.1.2. *L'huile de coprah est constituée d'un mélange de triglycérides de formule générale :*



Écrire l'équation de la réaction entre un triglycéride et l'hydroxyde de sodium en solution aqueuse ($Na^+ + HO^-$).

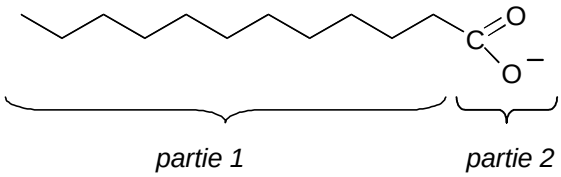
1.1.3. *On considère pour la suite que l'huile est constituée uniquement du laurate de glycéryle qui est un triglycéride de l'acide laurique. L'acide laurique a pour formule $CH_3 – (CH_2)_{10} – COOH$.*
Donner la formule semi-développée du savon obtenu, le laurate de sodium, par action de la solution de soude sur le laurate de glycéryle.

1.1.4. Dans une savonnerie, pour obtenir 1,0 tonne de savon, on utilise une masse $m_1 = 1,3$ tonne (soit $1,3 \times 10^3$ kg) de laurate de glycéryle et un volume $V_0 = 2,0\ m^3$ de solution d'hydroxyde de sodium de concentration $c_0 = 6,0\ mol.L^{-1}$. On note n_1 la quantité de matière initiale de laurate de glycéryle et n_0 celle d'hydroxyde de sodium.
Compléter **LE TABLEAU D'AVANCEMENT DE L'ANNEXE** puis calculer les valeurs de n_1 et de n_0.

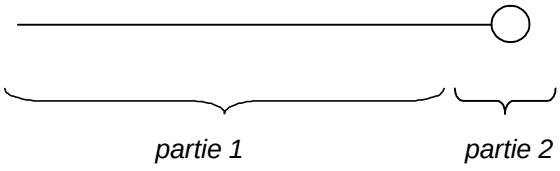
1.1.5. Montrer que l'avancement maximal est $x_{max} = 2{,}0 \times 10^{3}$ mol.
1.1.6. En déduire la masse maximale m_2 de laurate de sodium attendue.
1.1.7. Définir le rendement de la synthèse du savon puis le calculer.

1.2. Propriétés du laurate de sodium

1.2.1. *On peut représenter schématiquement l'ion actif du savon de la façon suivante :*



Pour simplifier, on peut représenter l'ensemble ainsi :



Reproduire le schéma simplifié et légender chaque partie à l'aide du vocabulaire suivant : hydrophile, hydrophobe, lipophile, lipophobe.

1.2.2. Choisir en justifiant parmi les schémas 1.a et 1.b de la **figure 1** celui qui peut expliquer le mode d'action d'un savon.

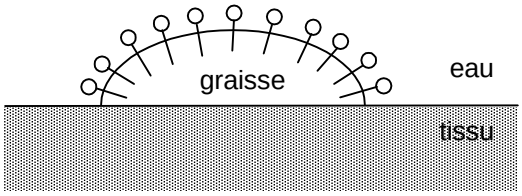


Schéma 1.a

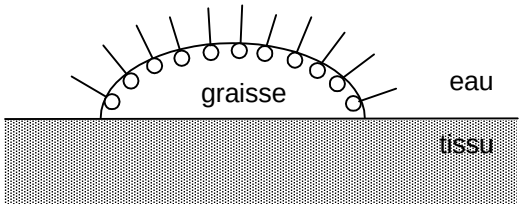


Schéma 1.b

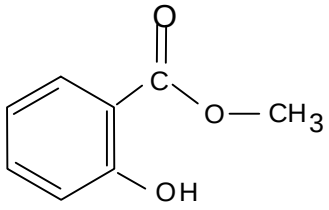
Figure 1

2. Le salicylate de méthyle issu de la fleur de Tiaré

Nom	***Formule***	***Température d'ébullition (pression 1 bar)***
acide salicylique	$HO\text{-}C_6H_4\text{-}COOH$	$\theta_1 = 211$ °C
méthanol	CH_3OH	$\theta_2 = 65$ °C
salicylate de méthyle	$HO\text{-}C_6H_4\text{-}COOCH_3$	$\theta_3 = 223$ °C

Le salicylate de méthyle, présent dans la fleur de Tiaré, est un composé moléculaire pouvant subir différentes réactions de décomposition ou de dégradation dont deux d'entre elles sont étudiées ci-après.

Sa formule semi-développée est :



2.1. Réaction d'hydrolyse du salicylate de méthyle

2.1.1. Recopier la formule, entourer et nommer les groupes caractéristiques de la molécule.

2.1.2. *En 1844, Auguste Cahours réalise l'hydrolyse du salicylate de méthyle, accédant ainsi à l'acide salicylique qui fut employé comme médicament contre les rhumatismes avant la synthèse de l'aspirine.*

L'équation de cette réaction est :

$$HO\text{-}C_6H_4\text{-}COOCH_3 + H_2O = HO\text{-}C_6H_4\text{-}COOH + CH_3OH$$

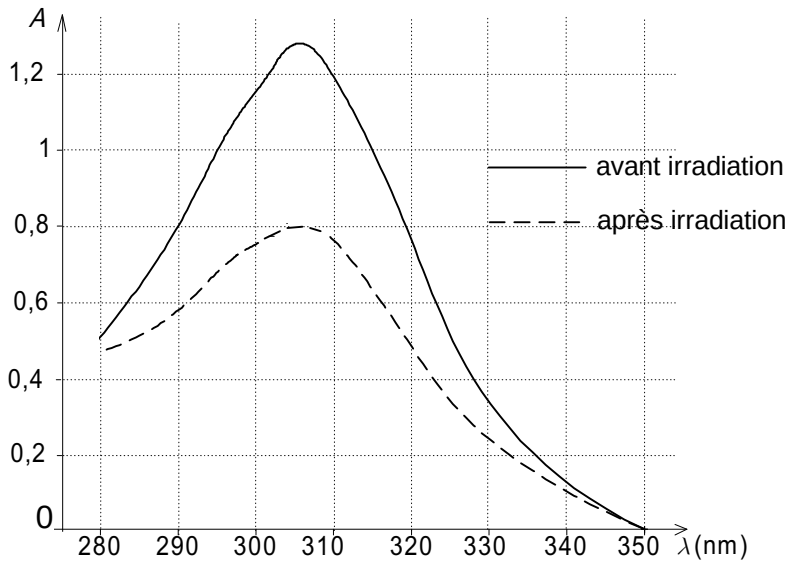
Citer une propriété caractéristique de cette réaction.

2.1.3. Citer un procédé permettant d'augmenter la vitesse de réaction.
2.1.4. Citer un procédé permettant d'obtenir davantage de produit par déplacement d'équilibre (On pourra s'aider des données de la question 2).

2.2. Dégradation photochimique du salicylate de méthyle
Comme nombre de composés moléculaires organiques, le salicylate de méthyle se dégrade sous l'action de la lumière. On étudie par spectrophotométrie la cinétique de sa décomposition.
Pour cela, on soumet des films contenant du salicylate de méthyle à un rayonnement de longueurs d'onde comprises entre 280 et 350 nm, à une température de 60°C. La puissance ainsi reçue par unité de surface du film est égale à environ 6 fois celle qui correspond à une irradiation solaire maximale.

2.2.1. *La courbe donnant l'évolution de l'absorbance du film contenant du salicylate de méthyle en fonction de la longueur d'onde est représentée sur la* ***figure 2*** *avant irradiation et après quelques heures d'irradiation :*

Figure 2



Quelle est la longueur d'onde optimale pour l'étude de l'absorbance du film ? Justifier.
2.2.2. Dans quel domaine du spectre électromagnétique (ultraviolet, visible, infrarouge) cette longueur d'onde se situe-t-elle ?
2.2.3. D'après la **figure 2**, comment expliquer la différence d'absorbance du film contenant du salicylate de méthyle, avant et après irradiation ?
2.2.4. *Pour l'étude cinétique, on expose les films à l'irradiation pendant des durées déterminées, puis on mesure l'absorbance du film pour une longueur d'onde de 306 nm.*
Dans les conditions de l'expérience, l'absorbance étant proportionnelle à la quantité de matière de salicylate de méthyle restant, on obtient la courbe d'évolution temporelle de l'avancement x de la réaction de dégradation donnée sur **LA FIGURE 3 DE L'ANNEXE.**
L'étude cinétique montre que la dégradation du salicylate de méthyle est lente. Dans cette étude, la vitesse peut s'écrire : $v = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt}$, où V est une constante
D'après la courbe de la **FIGURE 3 DE L'ANNEXE**, comment évolue la valeur de la vitesse de cette réaction au cours du temps ? Justifier.
2.2.5. Donner la définition du temps de demi-réaction d'une transformation chimique.
2.2.6. Déterminer le temps de demi-réaction pour la dégradation du salicylate de méthyle en expliquant la méthode utilisée. Faire le tracé nécessaire sur **LA FIGURE 3 DE L'ANNEXE PAGE 12.**
2.2.7. *L'Institut du Monoï vante les propriétés assainissantes et apaisantes de la fleur de Tiaré. Compte-tenu des propriétés absorbantes du salicylate de méthyle dans l'ultra-violet, on peut envisager de l'utiliser dans la composition de crèmes solaires*.
D'après le résultat obtenu à la question 2.2.6, est-il envisageable de l'utiliser pour une durée d'exposition d'une demi-journée ?

ANNEXE À RENDRE AGRAFÉE AVEC LA COPIE

ANNEXE DE L'EXERCICE I

Question 1.1.4. tableau d'avancement

Équation		$C_{39}H_{74}O_6$ + 3 Na^+ + 3 HO^- = 3 ($C_{12}H_{23}O_2^-$ + Na^+) + $C_3H_8O_3$				
État du système	avancement (mol)	quantités de matière (mol)				
État initial	0	n_1	n_0	n_0		
État en cours de transformation	x					
État final	x_{max}					

Questions 2.2.4 et 2.2.6.

Évolution de l'avancement de la réaction de dégradation du salicylate de méthyle sous irradiation à 306nm

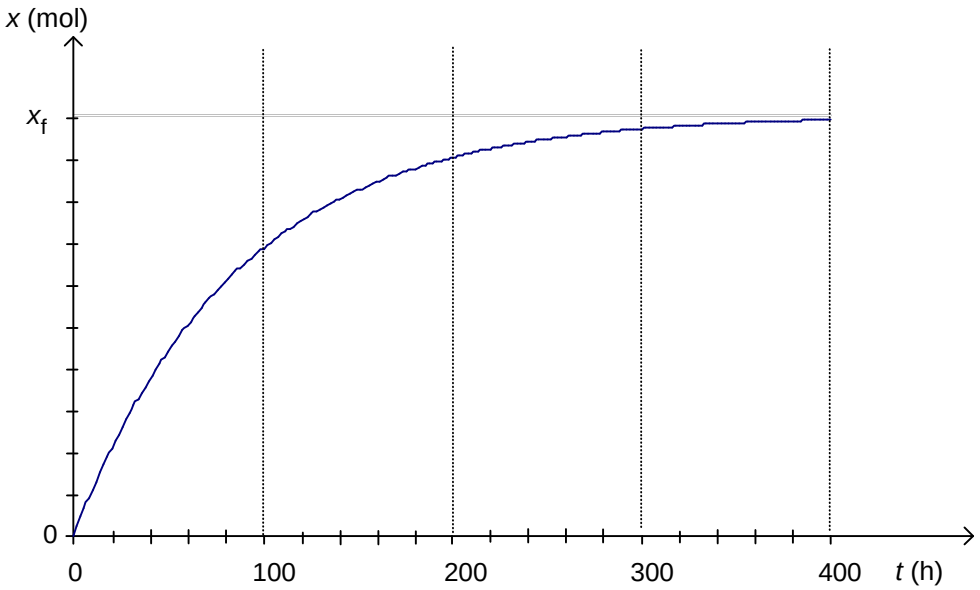


Figure 3