

CLASSE : Terminale

VOIE : Générale

DURÉE DE L'EXERCICE : 0h42

EXERCICE 1 : 4 points

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : PHYSIQUE-CHIMIE

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui

Ancienne annale adaptée au nouveau programme. La numérotation des questions du sujet d'origine a été conservée.

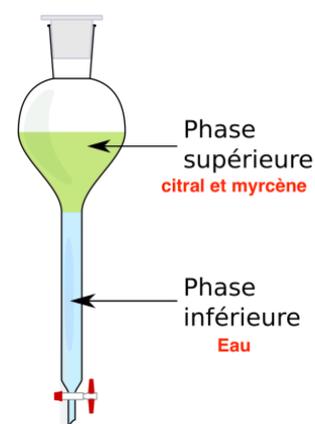
EXERCICE 1 De la citronnelle des indes à l'époxycitral

1. Obtention du citral à partir des feuilles de citronnelle des Indes

1.1.
 On récupère un mélange hétérogène d'eau et d'huile essentielle de citronnelle. L'huile essentielle de citronnelle est considérée comme un mélange homogène de citral et de myrcène.

Le citral et le myrcène ne sont pas solubles dans l'eau.

	Formule brute	Masse molaire (g·mol ⁻¹)	Masse volumique (g·mL ⁻¹) à 20 °C	Température d'ébullition (°C)	Solubilité dans l'eau
Citral	C ₁₀ H ₁₆ O	152	0,89	229	très faible
Myrcène	C ₁₀ H ₁₆	136	0,79	167	très faible
Époxycitral	C ₁₀ H ₁₆ O ₂	168	1,00	227	très faible



Leur masses volumiques (0,89 g·mL⁻¹ et 0,79 g·mL⁻¹) sont inférieures à celle de l'eau 1,00 g·mL⁻¹.

Ainsi, le citral et le myrcène seront au-dessus et l'eau en dessous.

1.2.
 Éléments du montage :

- 1 : Support élévateur
- 2 : Chauffe ballon
- 3 : Thermomètre
- 4 : Réfrigérant

1.3.
 Rôle des éléments 1 et 4 du montage :

- 1 : Support élévateur : permet de monter ou descendre le chauffe ballon.
- 2 : Chauffe ballon : permet de chauffer le mélange
- 3 : Thermomètre : mesure la température des vapeurs. Il permet ainsi d'identifier l'espèce chimique.
- 4 : Réfrigérant : condense les vapeurs. Il permet de recueillir les espèces sous forme liquide.

1.4.

	Formule brute	Masse molaire (g·mol ⁻¹)	Masse volumique (g·mL ⁻¹) à 20 °C	Température d'ébullition (°C)	Solubilité dans l'eau
Citral	C ₁₀ H ₁₆ O	152	0,89	229	très faible
Myrcène	C ₁₀ H ₁₆	136	0,79	167	très faible
Époxycitral	C ₁₀ H ₁₆ O ₂	168	1,00	227	très faible

Le citral a une température d'ébullition (229°C) supérieure à celle du myrcène (167°C).

Le myrcène est donc celui qui s'évaporerait en premier.

Ainsi, l'espèce chimique recueillie en premier dans l'erenmeyer est le myrcène.

2. Synthèse de l'époxycitral

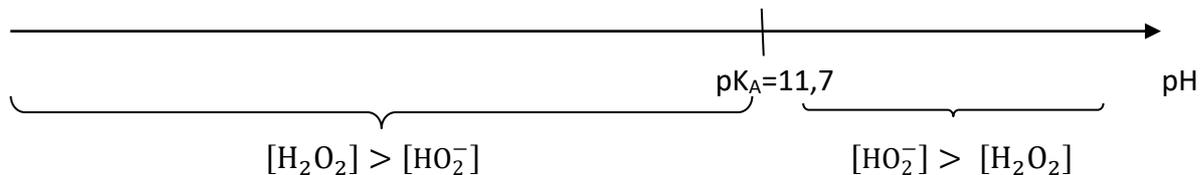
2.1.

D'après le sujet : « le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 appartient au couple acide/base $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})/\text{HO}_2^-(\text{aq})$ de pK_A égal à 11,7 à 20 °C »

HO_2^- est un réactif de la réaction de synthèse de l'époxycitral.



Faisons le diagramme de prédominance du couple acide/base $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})/\text{HO}_2^-(\text{aq})$:

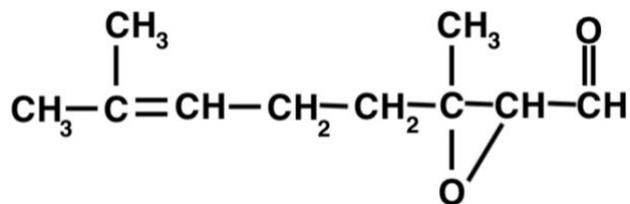
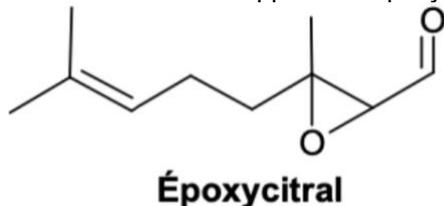


Pour que HO_2^- (qui est un réactif) soit présent, il faut que le pH soit supérieur à 11,7.

C'est pourquoi il est nécessaire que le milieu réactionnel soit très basique, avec un pH proche de 14, pour réaliser la synthèse de l'époxycitral.

2.2.

Formule semi-développée de l'époxycitral :



2.4.

Calculons la quantité de matière de citral introduite dans le mélange :

$$n_{\text{Citral}} = \frac{m_{\text{Citral}}}{M_{\text{Citral}}}$$

Or

$$\rho_{\text{Citral}} = \frac{m_{\text{Citral}}}{V_{\text{Citral}}}$$

$$\frac{m_{\text{Citral}}}{V_{\text{Citral}}} = \rho_{\text{Citral}}$$

$$m_{\text{Citral}} = \rho_{\text{Citral}} \times V_{\text{Citral}}$$

D'où

$$n_{\text{Citral}} = \frac{\rho_{\text{Citral}} \times V_{\text{Citral}}}{M_{\text{Citral}}}$$

$$n_{\text{Citral}} = \frac{0,89 \times 1,0}{152}$$

$$n_{\text{Citral}} = 5,9 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Méthode 1 pour trouver la masse d'époxyctal maximale sans tableau d'avancement :

Calculons la masse d'époxyctal maximale qu'on peut théoriquement atteindre lors de cette synthèse :

$$n_{\text{époxyctal max}} = \frac{m_{\text{époxyctal,max}}}{M_{\text{époxyctal}}}$$

$$\frac{m_{\text{époxyctal,max}}}{M_{\text{époxyctal}}} = n_{\text{époxyctal max}}$$

$$m_{\text{époxyctal,max}} = n_{\text{époxyctal max}} \times M_{\text{époxyctal}}$$

Or sachant que les ions HO_2^- sont en excès dans le mélange réactionnel :

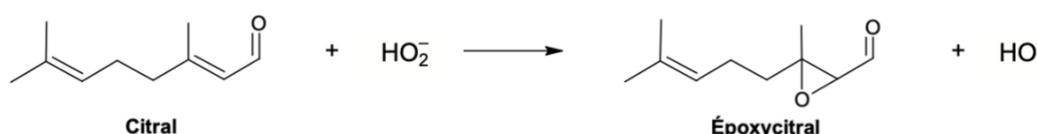
$$n_{\text{époxyctal max}} = x_{\text{max}} = \frac{n_{\text{Citral}}}{1} = 5,9 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

D'où

$$m_{\text{époxyctal,max}} = 5,9 \times 10^{-3} \times 168$$

$$m_{\text{époxyctal,max}} = 0,99 \text{ g}$$

Méthode 2 pour trouver la masse d'époxyctal maximale avec tableau d'avancement :

Équation				
État initial	$5,9 \times 10^{-3}$	Excès	0	0
État intermédiaire	$5,9 \times 10^{-3} - x$	Excès	x	x
État final	$5,9 \times 10^{-3} - x_f$	Excès	x_f	x_f

$$5,9 \times 10^{-3} - x_{\text{max}} = 0$$

$$-x_{\text{max}} = -5,9 \times 10^{-3}$$

$$x_{\text{max}} = 5,9 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Calculons la masse d'époxyctal maximale qu'on peut théoriquement atteindre lors de cette synthèse :

$$n_{\text{époxyctal max}} = \frac{m_{\text{époxyctal,max}}}{M_{\text{époxyctal}}}$$

$$\frac{m_{\text{époxyctal,max}}}{M_{\text{époxyctal}}} = n_{\text{époxyctal max}}$$

$$m_{\text{époxyctal,max}} = n_{\text{époxyctal max}} \times M_{\text{époxyctal}}$$

$$m_{\text{époxyctal,max}} = x_{\text{max}} \times M_{\text{époxyctal}}$$

$$m_{\text{époxyctal,max}} = 5,9 \times 10^{-3} \times 168$$

$$m_{\text{époxyctal,max}} = 0,99 \text{ g}$$

Le rendement est défini par :

$$\eta = \frac{m_{\text{époxyctal,reel}}}{m_{\text{époxyctal,max}}}$$

$$\eta = \frac{0,95}{0,99}$$

$$\eta = 0,96$$

$$\eta = 96 \%$$