Amérique du Sud 2026 Jour 2 CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/	
CLASSE : Terminale	**EXERCICE 2** : 5 points
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ :** PHYSIQUE-CHIMIE
DURÉE DE L'EXERCICE : 0h53	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui « type collège »

EXERCICE 2 : Un répulsif anti-moustique

Partie 1. Étude de la réaction entre l'acide m-toluique et la N,N-diéthylamine

Q1.

Le groupe caractéristique entouré sur la formule topologique de la molécule de DEET est le groupe amide.

Q2.

$CH_3 - CH_2 - NH_2^+ - CH_2 - CH_3$

Q3.

D'après l'énoncé, les couples acide-base mis en jeu sont :

$C_7H_7COOH(aq)$ / $C_7H_7COO^-(aq)$

$C_4H_{12}N^+(aq)$ / $C_4H_{11}N(aq)$

L'acide m-toluique réagit avec N, N-diéthylamine:

$C_7H_7COOH(aq) + C_4H_{11}N(aq) \rightarrow C_7H_7COO^-(aq) + C_4H_{12}N^+(aq)$

Partie 2. Étude de la réaction de Schotten-Baumann

Étude du mode opératoire

Q4.

$n = \frac{m}{M}$

$\frac{m}{M} = n$

$m = n \times M$

Or

$c = \frac{n}{V}$

$\frac{n}{V} = c$

$n = c \times V$

D'où

$m = c \times V \times M$

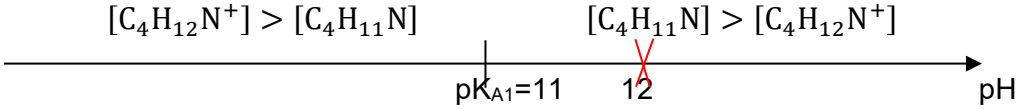
$m(NaOH) = c \times V \times M(NaOH)$

$m(NaOH) = 2{,}5 \times 100{,}0 \times 10^{-3} \times 40{,}0$

$m(NaOH) = 10{,}0\ g$

Q5.

Diagramme de prédominance du couple ion N,N-diéthylammonium / N,N-diéthylamine :



D'après le protocole : le pH est maintenu à 12.

$C_4H_{11}N$ est l'espèce prédominante : la forme acide-base présente en plus grande quantité dans le mélange réactionnel est la N,N-diéthylamine $C_4H_{11}N$.

Q6.
Calculons les quantités initiales des réactifs :
$n = \frac{m}{M}$

Or
$\rho = \frac{m}{V}$
$\frac{m}{V} = \rho$
$m = \rho \times V$

$n = \frac{\rho \times V}{M}$

Ainsi :
$n_A = \frac{\rho_A \times V_A}{M_A}$
$n_A = \frac{1{,}17 \times 12{,}0}{154{,}6}$
$n_A = 9{,}08 \times 10^{-2}$ mol

$n_B = \frac{\rho_B \times V_B}{M_B}$
$n_B = \frac{0{,}71 \times 12{,}0}{73{,}2}$
$n_B = 1{,}16 \times 10^{-1}$ mol

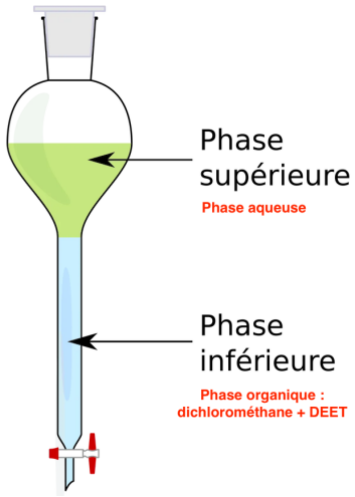
L'hydroxyde de sodium sert uniquement à maintenir le pH à 12 : ce n'est pas un réactif de l'équation de la réaction.

D'après l'équation de la réaction : A + B → DEET + HCl

$x_{max1} = \frac{n_A}{1} = \frac{9{,}08 \times 10^{-2}}{1} = 9{,}08 \times 10^{-2}$ mol
$x_{max2} = \frac{n_B}{1} = \frac{1{,}16 \times 10^{-1}}{1} = 1{,}16 \times 10^{-1}$ mol

$x_{max1} < x_{max2}$: $x_{max} = x_{max1} = 9{,}08 \times 10^{-2}$ mol, le chlorure de m-toluoyle (A) est le réactif limitant.
Ainsi, la N,N-diéthylamine (B) est bien le réactif en excès.

Q7.
Le DEET est très peu soluble dans l'eau et très soluble dans le dichlorométhane : il se trouve dans la phase organique.
Le dichlorométhane est très peu soluble dans l'eau : les deux phases ne sont pas miscibles.
La masse volumique du dichlorométhane (1,33 g·mL^{-1}) est plus grande que celle de l'eau (1,00 g·mL^{-1}).
Ainsi, la phase organique contenant le DEET est située en dessous de la phase aqueuse.



Q8.

$$\eta = \frac{m_{DEET}^{exp}}{m_{DEET}^{th}}$$

Avec :

$m_{DEET}^{th} = n_{DEET}^{th} \times M_{DEET}$

$m_{DEET}^{th} = x_{max} \times M_{DEET}$

$m_{DEET}^{th} = 9{,}08 \times 10^{-2} \times 191{,}3$

$m_{DEET}^{th} = 17{,}4\ g$

D'après le protocole : $m_P = 14{,}1$ g

$$\eta = \frac{m_{DEET}^{exp}}{m_{DEET}^{th}}$$

$$\eta = \frac{14{,}1}{17{,}4}$$

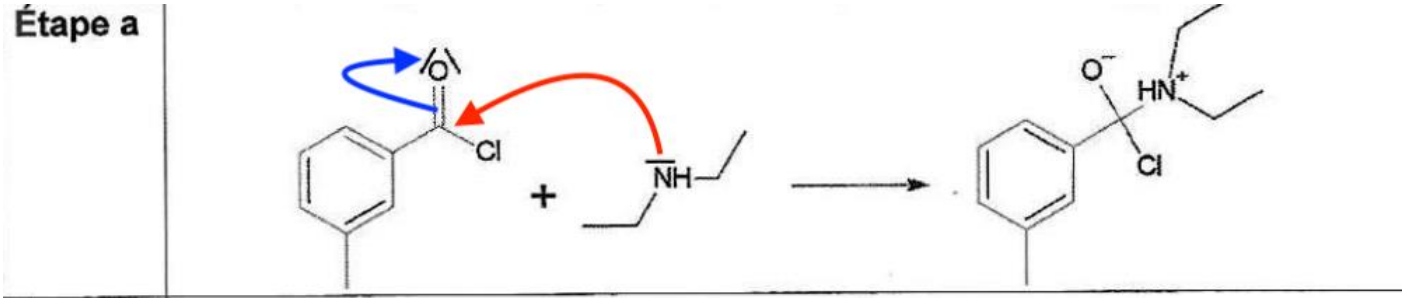
$\eta = 0{,}81$

$\eta = 81\%$

Le rendement est inférieur à 100 % alors que la transformation est totale : une partie du DEET a été perdue lors du traitement du milieu réactionnel (transfert, extraction, filtration).
Le rendement est élevé : la synthèse est efficace.

Étude du mécanisme réactionnel

Q9.



D'après les données : χ(H) ≈ χ(C) < χ(Cl) < χ(O).
L'atome de carbone du groupe C=O est lié à l'oxygène et au chlore, plus électronégatifs que lui : il porte une charge partielle positive δ+ : c'est le site accepteur.

L'atome d'azote de la N,N-diéthylamine possède un doublet non liant : c'est le site donneur.

Lors d'une formation de liaison, le doublet d'électrons se déplace du site donneur vers un site accepteur.

Ainsi, la flèche va du doublet non liant de l'atome d'azote vers l'atome de carbone.

Lors d'une rupture de liaison, la flèche part de la liaison vers l'atome le plus électronégatif.
La liaison C=O se rompt : la flèche va de cette liaison vers l'atome d'oxygène, qui porte alors une charge négative.

Q10.

Étape b : le groupe -Cl est perdu sous forme d'ion Cl^- et la liaison C=O se reforme : c'est une réaction d'élimination.
Étape c : l'ion HCO_3^- capte un ion H^+ cédé par le groupe $-NH^+$: c'est une réaction acido-basique.

Identification du produit obtenu

Q11.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho_P = \frac{m_P}{V_P}$$

$$\rho_P = \frac{14{,}1}{14{,}2}$$

$$\rho_P = 0{,}99\ g \cdot mL^{-1}$$

D'après les données : $\rho_{DEET} = 1{,}00\ g \cdot mL^{-1}$

La masse volumique du liquide P est très proche de celle du DEET.
Hypothèse : le liquide P est du DEET, pur (ou presque pur).

Q12.

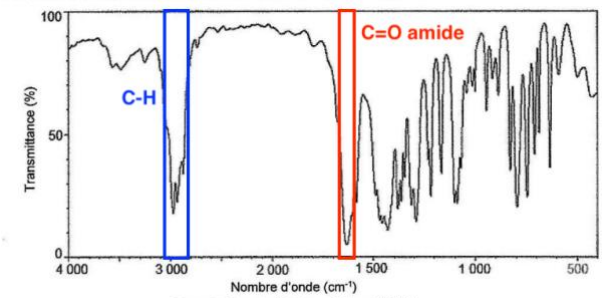


Figure 3. Spectre IR du produit synthétisé

Source: d'après Spectral Database for Organic Compounds SDB

Liaison	Nombre d'onde (cm^{-1})	Largeur de la bande	Intensité d'absorption
C–H	2 800 – 3 000	fine (bandes multiples)	faible
C=O amide	1 630 – 1 670	fine	forte
C=O dans 	1 770 – 1 820	fine	forte
N-H amine	3 300 – 3 500 1 560 – 1 640	large	moyenne

Le spectre présente un pic fort et fin autour de 1630 cm^{-1} caractéristique d'une liaison C=O d'amide.

Le spectre présente un pic autour de 2970 cm^{-1} caractéristique d'une liaison C-H.

Le spectre ne présente pas de pic autour de 1770 - 1820 cm^{-1} caractéristique d'une liaison C=O du chlorure de m-toluoyle : le réactif A n'est plus présent.

Le spectre ne présente pas de bande large autour de 3300 - 3500 cm^{-1} caractéristique d'une liaison N-H d'amine : le réactif B n'est plus présent.

Le DEET possède un groupe amide : la bande C=O amide est présente, les bandes des réactifs sont absentes.

L'hypothèse émise à la question Q11 est confirmée : le liquide P est bien du DEET.