Le diester

Bac S 2016 Inde (Pondichéry) (ancien programme) · Exercice 1 **4 points** **Durée conseillée 40 min**

1 Entourer, sur l'annexe, les groupes caractéristiques présents dans le méthanol et dans l'oléate de méthyle, puis nommer les fonctions associées.

Méthanol : groupe hydroxyle $-\mathrm{OH}$, fonction **alcool**.

Oléate de méthyle : groupe ester $-\mathrm{CO}-\mathrm{O}^-$, fonction **ester**.

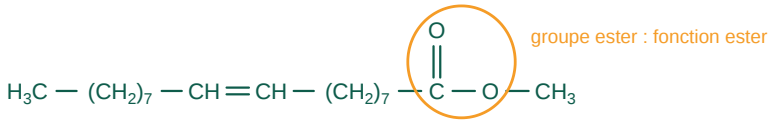
Méthanol : fonction alcool ; oléate de méthyle : fonction ester (annexe complétée ci-dessous).

PIÈGE
N'entourer que $\mathrm{C}=\mathrm{O}$ dans l'oléate de méthyle : on désignerait alors un groupe carbonyle. Le groupe ester comprend aussi l'oxygène relié au groupe $\mathrm{CH_3}$.

Méthanol



Oléate de méthyle



1 · Annexe complétée : groupes caractéristiques entourés et fonctions associées

2 Choisir le nom systématique de la glycérine parmi propan-1,2,3-trione, propan-1,2,3-trial et propan-1,2,3-triol. Justifier.

La glycérine possède trois groupes hydroxyle $-\mathrm{OH}$, portés par les carbones 1, 2 et 3 d'une chaîne à trois carbones : c'est un triple alcool, de terminaison « -triol ».

La glycérine est le **propan-1,2,3-triol**.

COMPRENDRE
La nomenclature actuelle écrit plutôt propane-1,2,3-triol : on garde le « e » de propane devant le préfixe multiplicatif « tri ».

MÉTHODE
Lire la terminaison : « -ol » pour un alcool, « -al » pour un aldéhyde, « -one » pour une cétone. La glycérine ne contient aucune double liaison $\mathrm{C}=\mathrm{O}$, ce qui écarte les deux autres noms.

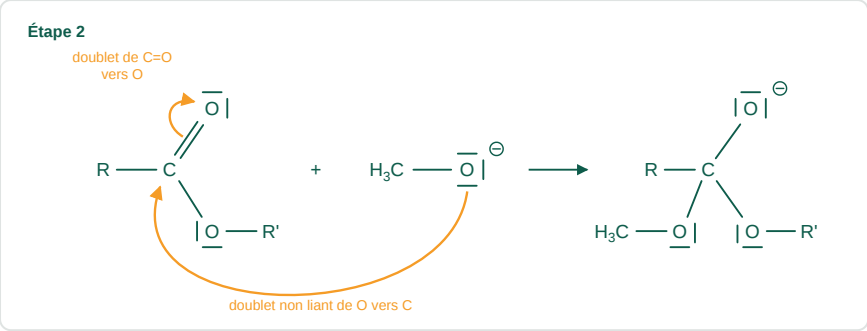
3 Compléter, sur l'annexe, l'étape 2 du mécanisme de transestérification à l'aide de flèches courbes.

L'oxygène de l'ion $\mathrm{CH_3O^-}$ est un site donneur de doublet ; le carbone du groupe ester, lié à deux oxygènes plus électronégatifs, est un site accepteur.

Deux flèches courbes : d'un doublet non liant de O (ion $\mathrm{CH_3O^-}$) vers C ; d'un doublet de $\mathrm{C}=\mathrm{O}$ vers O, qui devient porteur de la charge négative.

PIÈGE
Une flèche courbe part toujours d'un doublet (non liant ou liaison), jamais d'un atome ni d'une charge, et pointe vers l'atome accepteur. Tracée dans l'autre sens, elle ne rapporte aucun point.

MÉTHODE
Comparer réactifs et produit : une liaison formée et une liaison rompue imposent deux flèches. Sans la seconde, le carbone aurait cinq liaisons.



3 · Annexe complétée : flèches courbes de l'étape 2

4 Justifier le terme de catalyse basique associé à la transestérification et préciser l'espèce chimique qui en est à l'origine.

L'ion hydroxyde HO^- est consommé à l'étape 1 puis régénéré à l'étape 4 : c'est un catalyseur.

À l'étape 1, il capte un ion H^+ du méthanol : c'est une base, d'où le terme de catalyse basique.

Le catalyseur est l'ion hydroxyde HO^-, apporté par l'hydroxyde de potassium KOH.

COMPRENDRE
Un catalyseur accélère la transformation sans figurer dans son équation. Ici il fabrique l'ion méthanolate, bien meilleur donneur de doublet que le méthanol.

5 Justifier qu'une transestérification de l'huile de colza soit nécessaire avant son incorporation au gazole.

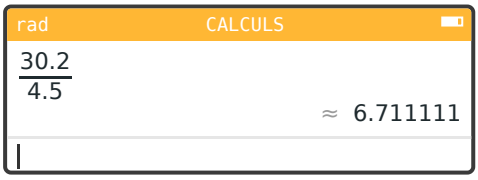
Données utiles viscosité à 40 °C : gazole 2 à 4,5, huile de colza 30,2, Diester 4,5 ; indice de cétane : gazole 51, huile de colza 35, Diester 49 à 51

L'huile de colza est environ sept fois plus visqueuse que le gazole (30,2 contre 4,5 au plus) et son indice de cétane est trop faible (35 contre 51) : elle s'écoule mal et s'auto-enflamme difficilement.

Le Diester a une viscosité (4,5) et un indice de cétane (49 à 51) voisins de ceux du gazole, contrairement à l'huile.

COMPRENDRE
Le tableau donne la viscosité en « mm/s » : l'unité correcte d'une viscosité cinématique est le $mm^2 \cdot s^{-1}$. Cette coquille ne change rien à la comparaison, faite entre valeurs de même unité.

À LA CALCULATRICE



6 Déterminer le volume de Diester obtenu théoriquement à partir de 1150 kg d'huile si la transestérification est totale. Expliquer un éventuel écart avec les 1200 L annoncés.

Données utiles $m_h = 1150\ \text{kg}$; $M_h = 884\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_D = 296\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\rho_D = 880\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3} = 880\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$

Méthanol en excès, transformation totale : d'après l'équation, $n_D = 3\,n_h$ avec $n_h = \dfrac{m_h}{M_h}$.

Comme $m_D = n_D\,M_D$ et $V_D = \dfrac{m_D}{\rho_D}$:

$$V_D = \frac{3\,m_h\,M_D}{M_h\,\rho_D} = \frac{3\times 1150\times 10^3\times 296}{884\times 880} = 1{,}31\times 10^3\ \text{L}$$

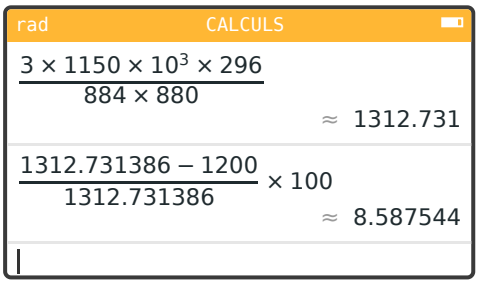
Le schéma annonce environ 9 % de moins : en pratique la transformation n'est pas totale et la séparation entraîne des pertes ; de plus l'huile réelle est un mélange d'esters, pas du trioléate pur.

$V_D = 1{,}31\times 10^3$ L, supérieur aux 1200 L annoncés : rendement réel inférieur à 100 %, huile assimilée à un seul constituant.

PIÈGE
Oublier le coefficient 3 de l'équation (on trouverait 438 L), ou garder la masse en kg avec des masses molaires en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

COMPRENDRE
Trois chiffres significatifs, comme les masses molaires et la masse volumique. Pour obtenir des litres, on écrit $\rho_D = 880\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$: un $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ vaut exactement un $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.

À LA CALCULATRICE



7 Citer un avantage et un inconvénient à l'ajout d'un agrocarburant comme le Diester dans le gazole.

Avantage : ressource renouvelable, au bilan carbone réputé meilleur que celui du gazole fossile, et presque sans soufre (environ 0 contre 350 mg/kg).

Inconvénient : sa production occupe des terres cultivables, au détriment des cultures alimentaires.