



## Limitation de l'empreinte carbone de Tara

### Mots clés

groupes caractéristiques ; estérification ; mécanismes réactionnels ; rendement d'une synthèse ; spectroscopie RMN.

Tara est un bateau équipé pour étudier les effets du changement climatique. Il est conçu pour des missions au niveau des pôles pour l'étude de la fonte des glaces comme pour des missions dans les océans plus chauds.

Même si la goélette Tara navigue le plus souvent à la voile, elle a parfois recours à ses moteurs alimentés en carburant dont on désire limiter le coût énergétique et l'empreinte carbone. Dans cette perspective, les biocarburants pourraient être un substitut ou un complément au gasoil.

### Le biodiesel

source : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/biocarburants#e2>

Les huiles végétales et les graisses animales ne peuvent pas être utilisées telles quelles pour l'alimentation des moteurs diesel modernes. Elles sont transformées par une réaction chimique appelées « transestérification ».

**La transestérification consiste à faire réagir un ester avec un alcool pour le transformer en un autre ester.**

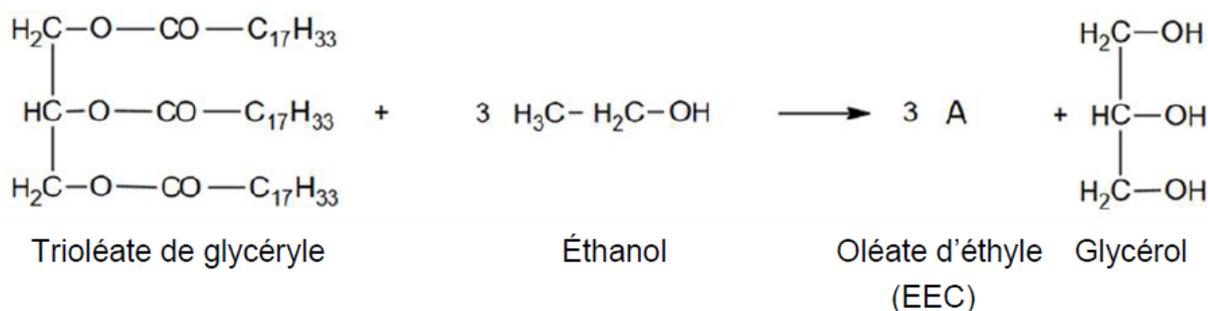
Si l'alcool utilisé pour effectuer cette transformation est de l'éthanol, on obtient un ester éthylique d'acide gras. Cette voie est encore peu développée car elle présente des contraintes techniques de production. Il s'agit cependant d'un procédé innovant qui offre des débouchés pour le bioéthanol dans la filière gasoil.



L'objectif de cette partie est l'étude de la synthèse d'un ester éthylique d'acide gras par transestérification : l'EEC ainsi nommé car il s'agit d'un ester éthylique d'une huile végétale issue des graines de colza.

L'huile de colza est composée majoritairement de trioléate de glycéryle.

Sa transestérification s'effectue en milieu basique [présence d'hydroxyde de potassium ( $K^+_{(aq)}$ ,  $HO^-_{(aq)}$ )] et en présence d'un excès d'éthanol. L'équation de la réaction chimique modélisant cette transformation est :

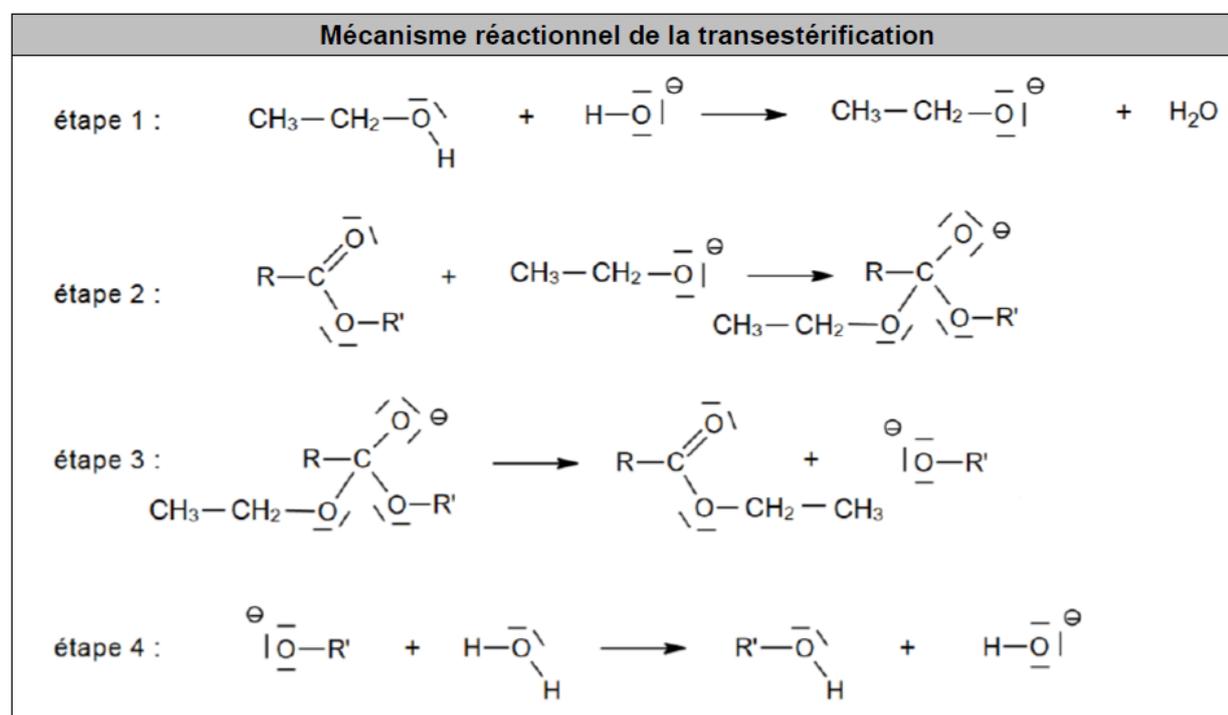


Données :

|                       | Formule brute                                  | Masse molaire (g·mol <sup>-1</sup> ) | Masse volumique (g·L <sup>-1</sup> à 15 °C) |
|-----------------------|--|--------------------------------------|---|
| Oléate d'éthyle (EEC) | C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub> | 310                                  | 880   |

- 1) Entourer les groupes caractéristiques du glycérol et nommer les fonctions chimiques associées.
- 2) Sans développer le groupe -C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>, donner la formule développée de la molécule A (oléate d'éthyle).
- 3) On donne ci-dessous les étapes élémentaires du mécanisme réactionnel d'une transestérification d'un ester simple.

Dans le cas du trioléate de glycéryle, la transestérification a lieu sur les trois groupes caractéristiques présents.



- 3.1. Indiquer ce que représentent les flèches courbes dans l'écriture d'un mécanisme réactionnel.
- 3.2. Compléter par des flèches courbes l'étape 2 du mécanisme élémentaire de transestérification
- 3.3. Écrire l'équation de la réaction chimique modélisant au niveau macroscopique la transestérification, modélisée au niveau microscopique par le mécanisme réactionnel écrit ci-dessus.

4) La transestérification de l'huile de colza se déroule en présence d'un excès d'éthanol. La chaîne de fabrication d'EEC montre que 1 150 kg d'huile de colza permettent d'obtenir 1 200 L d'EEC.

4.1. Montrer que cette transestérification permet d'obtenir  $1,06 \times 10^3$  kg d'EEC et déduire la quantité de matière d'ECC obtenue notée *nobtenue*.

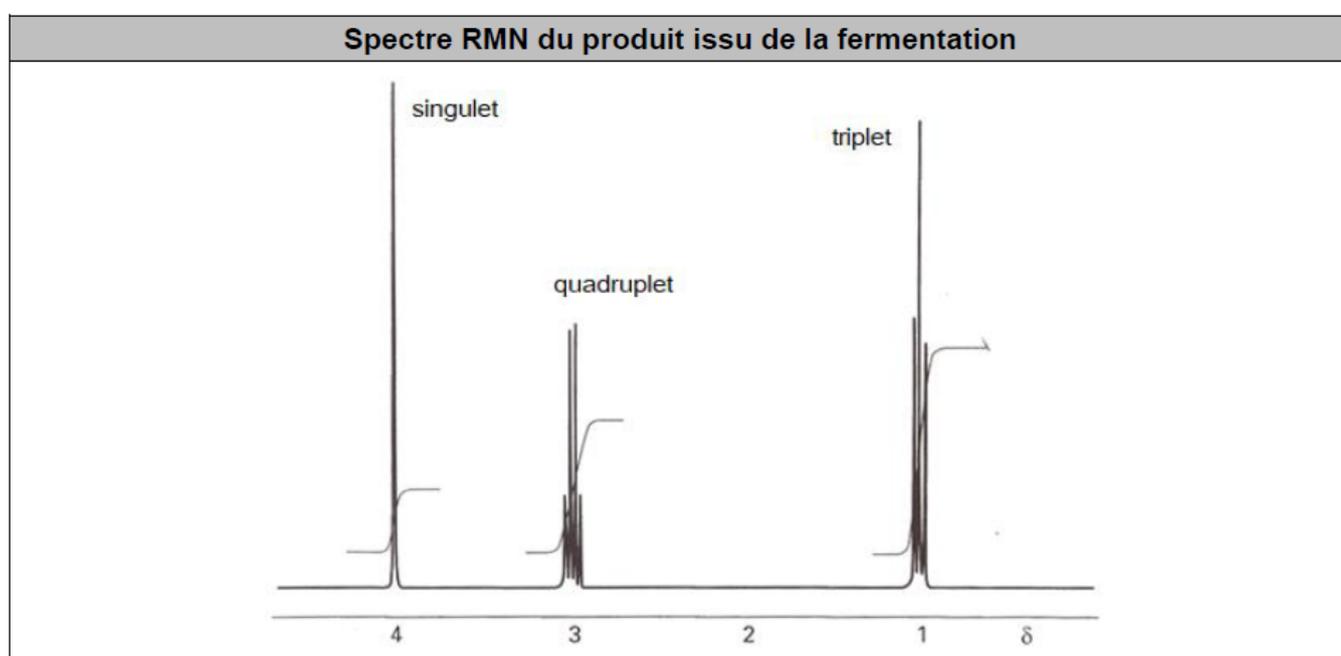
4.2. La valeur maximale de la quantité de matière d'EEC qu'il est possible d'obtenir avec cette réaction est  $n_{max} = 3,90 \times 10^3$  mol.

Déterminer la valeur du rendement de la synthèse d'EEC.

4.3. Expliquer l'intérêt de réaliser la synthèse de transestérification avec un excès d'éthanol.

5) Afin de valoriser la filière écologique, l'éthanol utilisé dans la transestérification est du bioéthanol provenant de la fermentation de matières premières végétales.

On cherche à vérifier que le produit issu de la fermentation est bien de l'éthanol en réalisant une analyse par spectroscopie RMN.



5.1. Montrer que le nombre de signaux présents dans ce spectre est en accord avec la formule semi-développée de l'éthanol.

5.2. En admettant que le proton du groupe  $-OH$  ne présente pas de couplage avec les autres protons de la molécule d'éthanol, justifier la multiplicité de chaque signal.