

## Un biocarburant : L'ester méthylique de colza

Dès 1987, la France a autorisé la fabrication de biocarburants (carburants d'origine agricole), destinés à être incorporés aux carburants et au fioul domestique. Parmi eux, on trouve les esters méthyliques d'huiles végétales (E.M.H.V.) synthétisés à partir d'huile de colza ou d'huile de tournesol et de méthanol. Pour synthétiser l'ester de colza ou EMC, un laboratoire de recherche propose le protocole ci-dessous.

**Réactifs :** Les réactifs mis en jeu sont l'huile de colzas, considérée comme constituée principalement de trioléate de glycéryle, et le méthanol anhydre. La réaction est catalysée par une base forte. Comme on réalise la transformation en milieu anhydre, on choisit, comme catalyseur, l'ion méthanolate  $\text{CH}_3\text{O}^-$  au lieu de  $\text{OH}^-$  qui pourrait provoquer une réaction de saponification, non souhaitée.

Huile de colza :  $V_1 = 100 \text{ cm}^3$

Méthanol :  $V_2 = 30 \text{ cm}^3$  ;

Catalyseur : méthanolate de sodium  $m_3 = 0,5 \text{ g}$



### Opérations :

- Dans un ballon bicol de  $250 \text{ cm}^3$  muni d'une agitation, introduire  $0,5 \text{ g}$  de catalyseur puis  $30 \text{ cm}^3$  de méthanol. Adapter un réfrigérant ascendant à boules et une ampoule de coulée.
- Agiter pour dissoudre le catalyseur. Ajouter alors  $100 \text{ cm}^3$  d'huile de colza. Remplacer l'ampoule de coulée par un thermomètre qui indiquera la température du milieu réactionnel.
- Porter le milieu réactionnel à reflux, sous vive agitation pendant 30 minutes.
- Refroidir franchement le contenu du ballon et le transvaser dans une ampoule à décanter. Ne pas agiter, laisser les phases liquides se séparer.
- Récupérer la phase contenant l'EMC. Noter le volume récupéré.
- Placer  $50 \text{ cm}^3$  de cette phase dans un ballon de  $100 \text{ cm}^3$  puis adapter autour du ballon un montage de distillation. L'objectif de cette distillation étant d'éliminer les impuretés et de laisser l'EMC seul dans le ballon.
- Quand vous décidez d'arrêter la distillation, laissez bien refroidir le ballon avant de passer à la suite (pourquoi ? parce que si vous avez suffisamment poussé la distillation et largement épuisé le bouilleur en méthanol eh bien ça commence à chauffer très dur dans le ballon... attention aux doigts !!!).
- Mesurez le volume récupéré, un bon calcul de rendement vous attend.
- Analysez le produit (indice de réfraction officiel de l'EMC dérivé de l'acide oléique : 1,4522)

### Données :

nom du réactif ou du produit	méthanol	trioléate de glycéryle (huile de colza)	oléate de méthyle (EMC)	glycérol
masse volumique à $25 \text{ °C}$ (en $\text{g/cm}^3$ )	0,79	0,82	0,89	1,25
masse molaire (g/mol)	32	878	294	92
température d'ébullition (en $\text{°C}$ ) Patm	65	>200	>200	148

	Méthanol	EMC	Glycérol
Méthanol		miscible	miscible
EMC	miscible		non miscible

*Toutes les discussions qui suivent sont faites en considérant l'acide oléique comme principale chaîne présente dans les triglycérides de l'huile de colza.*

### **I. Préliminaires et approche théorique :**

1. L'oléate de méthyle (EMC) pourrait éventuellement être obtenu par une réaction d'estérification entre l'acide linoléique de formule  $C_{17}H_{33}CO_2H$  et le méthanol de formule  $CH_3OH$ . Sans développer le groupe ( $C_{17}H_{33}-$ ), donner la formule semi-développée du l'oléate de méthyle en faisant apparaître le groupe fonctionnel ester.

2. Ecrire l'équation-bilan de la réaction proposée dans cette question.

### **II. Etude du protocole :**

Montrer que dans les conditions expérimentales du protocole, le méthanol est en excès.

1. Calculer les quantités de matière des réactifs puis en déduire la masse maximale d'EMC que l'on peut ainsi espérer obtenir (masse théorique).

2. Calculer les différents rendements suivants :  
a) Rendement de la réaction

b) Rendement de la distillation

c) Rendement global de la synthèse

3. Quelle principale espèce parasite présente dans la phase contenant l'EMC élimine-t-on par distillation ? Justifier la réponse.

### **III. Quelques questions se référant à la visite de l'usine Diester de Bassens :**

Contrairement à notre protocole, le process industriel nécessite que l'huile subisse quelques traitements préalables pour éliminer les polluants de la réaction :

**Eau :** provenant de l'huile (tolérance : 0,05%) ; provenant du méthanol (tolérance : 0,1%). Consomme le catalyseur, génère des savons à partir de l'huile.

**Acides gras libres :** provenant de l'huile (tolérance : 0,05%). Consomment le catalyseur, génère des savons.

**Phospholipides :** provenant de l'huile (tolérance : 5 ppm). Gênent la séparation ester/glycérine.

1. Retrouver les formules des composés suivants :

a) Acide gras libre :

b) Phospholipide :

2. Retrouver les équations des réactions parasites :

a) Hydrolyse des esters :



b) Saponification des esters:

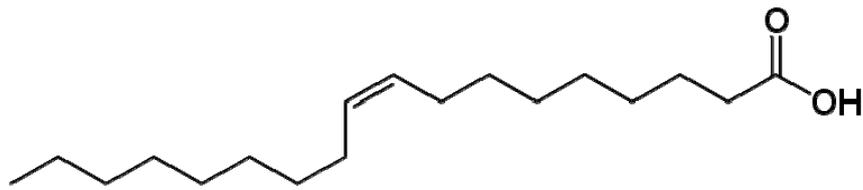
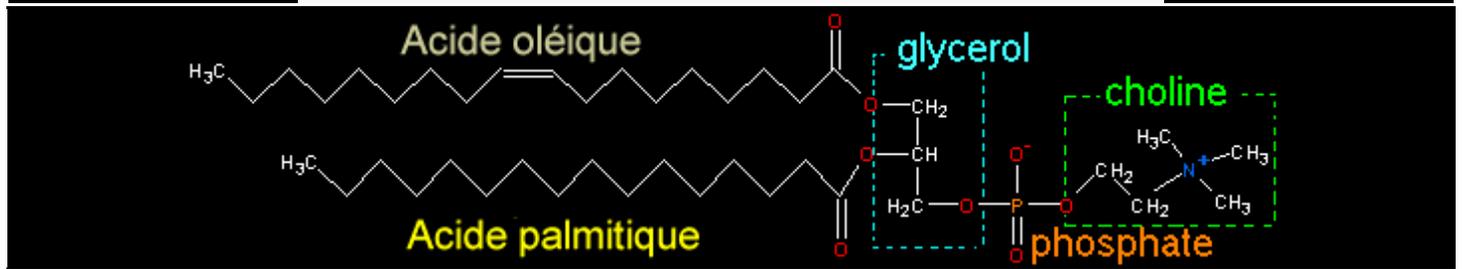


c) Salification des acides gras libres :



# Quelques données supplémentaires

## Les propriétés des phospholipides



Acide oléique

Les [lipides](#) du groupe des oméga-6 sont des [acides gras](#) polyinsaturés. Le terme "oméga-6" vient du fait que la double liaison de la chaîne carbonée de l'acide, en comptant depuis l'extrémité opposée au groupe [carboxylique](#), est située sur la sixième [liaison carbone-carbone](#)

### Les acides gras de la famille des oméga-6

Nom	Désignation biochimique	Désignation chimique
<a href="#">acide linoléique</a>	18:2 (n-6)	acide octadécadiène-9,12 oïque
<a href="#">acide gamma-linolénique</a>	18:3 (n-6)	acide octadecatriène-6,9,12 oïque
<a href="#">acide eicosadiénoïque</a>	20:2 (n-6)	acide eicosadiène-11,14 oïque
<a href="#">acide dihomo-gamma-linolénique</a>	20:3 (n-6)	acide eicosatriène-8,11,14 oïque
<a href="#">acide arachidonique</a>	20:4 (n-6)	acide eicosatetraène-5,8,11,14 oïque

L'acide linoléique est le plus petit oméga-6, précurseur de la famille des oméga-6. Le terme "précurseur" signifie que les autres acides de la famille peuvent être synthétisés à partir de l'acide linoléique. Le corps humain peut ainsi métaboliser l'acide arachidonique (qui a un rôle physiologique important) si l'acide linoléique est suffisamment abondant dans l'alimentation.

Liste des principaux acides gras du groupe oméga-9 :

- l'[acide oléique](#) (18:1)
- l'[acide gadoléique](#) (20:1)
- l'[acide érucique](#) (22:1)
- l'[acide nervonique](#) (24:1)

Les oméga-9 sont liquides à température ambiante, ils supportent bien la chaleur et peuvent donc être utilisés pour la cuisson.