



# Epreuve de sélection aux EOES 2022

## Feuille de réponses

**Faculté des Sciences et Technologies,**

**Vandoeuvre-Lès-Nancy,**

**03 février 2022**

**Nom et Prénom :** .....

**Lycée :** .....

## Tâche n°1 : détermination de l'indice de saponification d'un beurre

### Activité 1 : préparation du dispositif expérimental de chauffage à reflux

#### a) Dispositif de chauffage à reflux

→ *Verrerie à utiliser pour prélever 25,0 mL de solution B de potasse alcoolique*

Pipette jaugée de 25,00 mL	1 point	(0 si pas indication « jaugée »)
----------------------------	---------	----------------------------------

→ *Précautions à prendre compte-tenu des informations*

Manipulation avec <b>lunettes</b> (toujours) et <b>gants</b> (car pictogramme corrosif pour la solution de potasse alcoolique) à l'écart de toute flamme car pictogramme inflammable (dû à la présence d'éthanol)
---

1,5 points soit 3 × 0,5 points, pas de justification demandée

→ *Matériel nécessaire pour la réalisation du chauffage à reflux*

Erlenmeyer à col rôdé, barreau magnétique, agitateur magnétique chauffant, pinces (2 doigts pour erlenmeyer, 3 doigts pour réfrigérant) et noix de fixation.	2,5 points soit 5 × 0,5 points
--	--------------------------------

Réfrigérant à boules, élévateur boy,	2 points soit 2 × 1 points
--------------------------------------	----------------------------

Ne pas accepter réfrigérant droit

#### b) Masse de beurre pesée

Masse de beurre pesée $m$ = la masse doit être comprise entre 1,4 et 1,7 g ( $\approx$ moitié de qité de beurre fournie)	(noter la masse avec toutes les décimales fournies par la balance : 1 point)
--	--

#### c) Heure de début de reflux

A noter afin de maintenir un reflux de 40 minutes	1 point
---	---------

### Activité 2 : essai à blanc

Volume versé à l'équivalence : $V_{0,E}$ = (courbe pH-métrique)	1 point + 15 points pour la courbe
	Axes/unités : 2 points Titre : 1 point Echelle : 1 point
Points correctement placés (lors des essais pH a varié de 13 à 2 sur un intervalle de 3 mL) : 4 points	Courbe lissée : 2 points Méthode des tangentes 3 points Point E placé correctement : 1point Détermination de $V_e$ : 1point
Courbe fournie si rien au bout de 2h	

### Activité 3 : titrage du contenu de l'erenmeyer

Volume versé à l'équivalence : $V_{I,E}$ = affichage de la burette (pas d'arrondi)	1 point
--	---------

**TOTAL POINTS**

**/ 26**

**Questions liées à la tâche n° 1**

1. Calculer la masse  $m_0$  d'hydroxyde de potassium à peser pour préparer **150,0 mL** de solution d'hydroxyde de potassium à **0,500 mol.L<sup>-1</sup>**.

$U = 150,0 \text{ mL}$        $C = 0,500 \text{ mol.L}^{-1}$

Masse molaire de l'hydroxyde de potassium  $M = 39,1 + 16,0 + 1,0 = 56,1 \text{ g.mol}^{-1}$       **1,5 points**

Masse  $m_0$  à peser :  $m_0 = C \times U \times M = 0,500 \times 0,150 \times 56,1 = 4,21 \text{ g}$       **2 points**

**- 0,5 point si CS faux**

2. Pour quelle raison la solution est-elle préparée avec de l'alcool et non avec de l'eau ?

La présence d'éthanol a pour but de faciliter la dissolution du beurre dans le milieu réactionnel afin qu'il puisse réagir avec la potasse, ce que ne permet pas l'eau.      **2 points**

3. Écrire l'équation du titrage de l'activité 2, définir l'équivalence d'un titrage, puis, calculer la concentration en quantité de matière  $C_B$  en hydroxyde de sodium dans la solution B.

$\text{HO}^- (\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$       **1 point**

A l'équivalence, les réactifs sont apportés en proportions stœchiométriques.      **1 point**

Donc  $n(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{versés à l'équivalence}} = n(\text{HO}^-)_{\text{ini}}$       **1 point**

Soit  $C_A \times V_{0,E} = C_B \times V_B$

Donc  $C_B = C_A \times V_{0,E} / V_B$       **1 point**

Faire l'application numérique à l'aide du résultat obtenu.      **1 point**

**Si aide : - 0,5 point par aide**      **- 0,5 point si CS faux**

4. Écrire l'équation de la réaction de saponification d'un triglycéride (cette réaction est totale).

$$\begin{array}{c}
 \text{O} \\
 \parallel \\
 \text{CH}_2 - \text{O} - \text{C} - \text{R} \\
 | \\
 \text{CH} - \text{O} - \text{C} - \text{R}' \\
 | \\
 \text{O} \\
 \parallel \\
 \text{CH}_2 - \text{O} - \text{C} - \text{R}'' \\
 \text{triglycéride}
 \end{array}
 + 3 \text{HO}^- \xrightarrow{\text{à chaud}}
 \begin{array}{c}
 \text{CH}_2 - \text{OH} \\
 | \\
 \text{CH} - \text{OH} \\
 | \\
 \text{CH}_2 - \text{OH} \\
 \text{glycérol}
 \end{array}
 +
 \begin{array}{c}
 \text{O} \\
 \parallel \\
 \text{R} - \text{C} - \text{O}^- \\
 | \\
 \text{O} \\
 \parallel \\
 \text{R}' - \text{C} - \text{O}^- \\
 | \\
 \text{O} \\
 \parallel \\
 \text{R}'' - \text{C} - \text{O}^- \\
 \text{ions} \\
 \text{carboxylate}
 \end{array}$$

**3 points en tout ou rien**

**Si aide : - 0,5 point par aide**

5. Quel est le réactif limitant dans la réaction de saponification étudiée ? Justifier par des calculs.

On prendra ici pour la masse molaire du triglycéride  $M = 612 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

**Calcul de la quantité de matière de triglycéride introduite :**

Les triglycérides constituent la matière grasse du beurre et représente 82 % en masse du beurre. La masse de triglycérides introduite est donc  $m = 0,82 \times 1,50 = 1,23 \text{ g}$  si on pèse 1,50 g de beurre **2 points**

La quantité de matière de triglycérides introduite est de  $n_{tri} = m/M = 1,23/612 = 2,01 \times 10^{-3} \text{ mol}$  **2 points**

**Calcul de la quantité de matière d'ions hydroxyde introduite en supposant que  $C_B = 0,500 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ :**

$n_{hydro} = C_B \times V_B = 0,500 \times 25 \times 10^{-3} = 1,25 \times 10^{-2} \text{ mol}$  **2 points**

**Deux méthodes au choix possibles pour déterminer le réactif limitant**

**Utilisation d'un tableau d'avancement pour déterminer le réactif limitant :**

	Triglycéride	+	$3 \text{ HO}^- \rightarrow$	produits	
Etat initial	$2,01 \times 10^{-3}$		$1,25 \times 10^{-2}$		en mol
Pour avancement x :	$2,01 \times 10^{-3} - x$		$1,25 \times 10^{-2} - 3x$		<b>2 points</b>
La réaction est totale donc $x_{\text{final}} = x_{\text{max}}$ <b>1 point</b>					
Disparition du triglycéride pour $x = 2,01 \times 10^{-3} \text{ mol}$ <b>0,5 point</b>					
Disparition de $\text{HO}^-$ pour $x = 1,25 \times 10^{-2}/3 = 4,17 \times 10^{-3} \text{ mol}$ <b>0,5 point</b>					
Le réactif limitant est donc le triglycéride. <b>1 point</b>					

**Remarque, on peut utiliser une autre méthode (même nombre de points, barème en bleu) :**

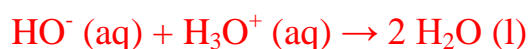
La réaction est totale		<b>1 point</b>
La quantité de $\text{HO}^-$ à apporter pour réagir avec tous les triglycérides est égale à $3 n_{tri}$		<b>2 points</b>
Cela correspond à $3 \times 2,01 \times 10^{-3} = 6,03 \times 10^{-3} \text{ mol}$		<b>0,5 point</b>
Cette quantité est supérieure à la quantité de $\text{HO}^-$ introduite		<b>0,5 point</b>
Le réactif limitant est donc le triglycéride.		<b>1 point</b>

**Si la masse de triglycéride est prise égale à 1,5 g, ne sanctionner que la première réponse**

**Si aide : - 0,5 point par aide**

6. Écrire l'équation de la réaction de titrage de l'activité 3 :

C'est la même que pour l'activité 2 :



0,5 point

7. Exprimer la masse  $m_B$  d'hydroxyde de potassium consommée par la masse  $m$  de beurre en utilisant uniquement la concentration  $C_A$ , les volumes  $V_{I,E}$ ,  $V_{O,E}$  et la masse molaire  $M$  de l'hydroxyde de potassium :

Qtité de matière d'ions hydroxyde introduite dans l'erenmeyer à col rôdé :  $C_B \times V_B = C_A \times V_{O,E}$  **2 points**

Qtité de matière d'ions hydroxyde restant à la fin du chauffage à reflux et titrée par la solution d'acide chlorhydrique après chauffage à reflux :  $C_A \times V_{I,E}$  car réaction mole à mole entre  $\text{HO}^-$  et  $\text{H}_3\text{O}^+$  **1 point**

Qtité de matière d'ions hydroxyde consommée par la masse  $m$  de beurre:  $C_A \times V_{O,E} - C_A \times V_{I,E}$  **1 point**

Masse  $m_B$  d'hydroxyde de potassium consommée par la masse  $m$  de beurre :  $m_B = C_A \times (V_{O,E} - V_{I,E}) \times M$

**1 point**

8. En déduire une expression de l'indice de saponification  $I_S$  du beurre en mg de KOH/g de beurre, en **précisant les unités à utiliser pour chacune des grandeurs utilisées.**

L'indice de saponification est la **masse de KOH, exprimée en mg, consommée par gramme de beurre** pour cette réaction.

$$I_S = C_A \times (V_{O,E} - V_{I,E}) \times M / m$$

**2 points**

$C_A$  en  $\text{mol.L}^{-1}$                        $V_{O,E}$  et  $V_{I,E}$  en **L**                       $M$  en  $\text{mg.mol}^{-1}$                        $m$  en g **1 point**

9. Calculer l'indice de saponification  $I_S$  du beurre, le résultat étant donné sous forme de nombre entier.

$$M = 56,1 \times 10^3 \text{ mg.mol}^{-1}$$

$C_A$  voisin de  $0,600 \text{ mol.L}^{-1}$  (valeur fournie par le laboratoire)

Valeurs de  $V_{O,E}$  et  $V_{I,E}$  en **L** correspondant aux résultats expérimentaux

Résultat sous forme d'un nombre entier

**2 points (application numérique correcte et résultat sans décimale)**

Afin d'avoir un regard critique sur la valeur numérique obtenue pour l'indice de saponification, on souhaite calculer le score-Z associé à ce résultat (**voir annexe 7 de la feuille d'activités**)

10. Calculer la moyenne  $I_{S(ref)}$  (sous forme d'un nombre entier) des 15 mesures d'indice de saponification du beurre fournies en annexe 7.

Moyenne : 225

1,5 points

- 0,5 point si CS faux

11. Calculer l'écart-type d'échantillon (avec 3 chiffres significatifs) des 15 mesures d'indice de saponification du beurre fournies en annexe 7.

Ecart-type : 12,1 (accepter 12,2 si arrondi par excès)

2 points

- 0,5 point si CS faux

12. Calculer le score-Z associé à votre résultat et le commenter.

Si par exemple  $I_S = 220$   $Z = (220 - 225)/12,1 = -0,413$  En valeur absolue  $Z$  est inférieur à 2 donc le résultat est acceptable.

Si en valeur absolue  $Z$  est supérieur à 3, le candidat pourra évoquer soit une erreur de manipulation (temps de chauffage insuffisant, mauvais repérage de l'équivalence) soit la variabilité des échantillons de beurre.

1 point pour le calcul

1 point pour commentaire

13. Un candidat ayant oublié de mettre en marche le dispositif de chauffage a obtenu une valeur du volume équivalent  $V_{I,E}$  très légèrement inférieure à  $V_{0,E}$ . Expliquer pourquoi l'oubli de mise en place du chauffage a eu cette conséquence.

Si on ne chauffe pas, la réaction de saponification n'aura pas lieu et seuls les acides gras éventuellement présents pourront réagir avec les ions hydroxyde (réaction de type acide-base).

Ces acides gras sont en faible quantité (sauf si le beurre a ranci) et par conséquent, ils consommeront peu d'ions hydroxyde. Le volume  $V_{I,E}$  sera donc proche de  $V_{0,E}$  (légèrement inférieur s'il y a un peu d'acide gras).

3 points

**TOTAL POINTS**

**/ 43,5**

## **Tâche n° 2 : analyse par CCM des glucides du lait**

### **Activité 1 : préparation du matériel pour la CCM**

→ *Nature des dépôts à effectuer pour mettre en évidence les deux principaux glucides contenus dans un lait ½ écrémé et distinguer un lait demi-écrémé d'un lait sans lactose*

D'après la présentation des activités, le glucide le plus abondant dans le lait est le lactose ( $49 \text{ g.L}^{-1}$ ). Il y a également en plus faible quantité du glucose ( $70 \text{ mg.L}^{-1}$ ), (le troisième glucide par ordre d'importance est le galactose).

Il faut donc faire un dépôt de solution de glucose, un dépôt de solution de lactose, un dépôt de lait demi-écrémé et un dépôt de lait sans lactose.

**2 points**

→ *Précautions à prendre pour cette manipulation*

Les manipulations, comme toujours en chimie, se font avec des **lunettes**, d'autant plus que les 3 constituants du mélange peuvent irriter ou provoquer de graves dommages aux yeux.

Les trois constituants de l'éluant sont corrosifs d'où l'utilisation de **gants**.

La butan-2-one et le méthanol sont très inflammables donc manipulation **loin d'une flamme**.

Le méthanol est toxique par inhalation, la butan-2-one peut provoquer somnolence et vertiges donc **manipulation sous hotte**.

**2 points**

**(4 × 0,5 points)**

Il faudra préparer à l'avance la cuve de CCM afin qu'elle se sature en vapeurs (**ce point sera évalué dans la grille de manipulation**).

**TOTAL POINTS**

**/ 4**

**Questions liées à la tâche n° 2 :**

1. Calculer les rapports frontaux  $R_f$  du glucose et du lactose.

Le rapport frontal du glucose est le rapport de la distance dont a migré le glucose (identifiable à l'aide du spot obtenu avec la solution de glucose) sur la distance dont a migré l'éluant. Idem pour lactose.

Pour information, résultats d'essais, de gauche à droite :

L = lactose    G = Glucose    LS = Lait sans lactose donc filtrat (lait lactel bio sans lactose) Lait = lait avec lactose (lait lactel Bio demi-écrémé)

$R_f$  (lactose) = 0,25 à 0,33

$R_f$ (glucose) = 0,46 à 0,58 (**valeurs indicatives : toute valeur cohérente est acceptée**)



**2 points pour les calculs corrects de  $R_f$**

2. Conclure quant aux glucides contenus dans un lait demi-écrémé.

On observe une tache à la même hauteur que celle du spot correspondant à la solution aqueuse de glucose pour les 2 laits donc présence de glucose dans les 2 laits (tache éventuellement plus intense dans le lait sans lactose car il contient davantage de glucose). **1 point**

On observe une tache à la même hauteur que celle du spot correspondant à la solution aqueuse de lactose uniquement pour le lait demi-écrémé car c'est le seul qui contient du lactose. **1 point**

On peut éventuellement observer une autre tache (plus intense pour le lait sans lactose) qui correspondrait au galactose.



3. Commenter les différences entre les résultats de la CCM pour le lait demi-écrémé et pour le lait sans lactose.

Le lait sans lactose ne doit pratiquement plus contenir de lactose (moins de 0,1 %) mais davantage de glucose et de galactose car le lactose est transformé en glucose et galactose. **1 point**

4. Quelle est la formule brute du glucose ? Calculer sa masse molaire.

La formule brute est  $C_6H_{12}O_6$  **1 point**

La masse molaire du glucose est  $M = 6 \times 12,0 + 12 \times 1,0 + 6 \times 16,0 = 180 \text{ g.mol}^{-1}$  **1 point**

5. Que peut-on dire du glucose et du lactose ?

Ils ont la même formule brute mais pas la même formule semi-développée: ce sont des isomères. **1 point**

6. Sur le site <https://www.produits-laitiers.com>, on trouve cette affirmation concernant le lait sans lactose : “Des dégustations à l’aveugle ont même montré qu’il plaît davantage aux consommateurs que le lait classique, car **le fait de dégrader le lactose augmente son pouvoir sucrant, ce n’est qu’une impression puisque le taux de sucre reste le même.**”. Pouvez-vous expliquer dans le document ci-dessus la phrase marquée en gras ?

Par hydrolyse, une mole de lactose donne uniquement une mole de glucose et une mole de galactose donc lors de l’hydrolyse enzymatique la masse totale de sucre est conservée, ce qui est en accord avec : « le taux de sucre reste le même » dans l’article.

Par contre, une mole de lactose de PS 0,30 donne une mole de glucose de PS 0,25 et une mole de galactose de PS 0,20. Comme le lactose est le principal sucre du lait, l’hydrolyse enzymatique augmente le pouvoir sucrant (facteur multiplicatif voisin de  $(0,20 + 0,25)/0,30 = 1,5$ ) ce qui est en accord avec « le fait de dégrader le lactose augmente son pouvoir sucrant ». **3 points**

7. Comment faudrait-il procéder pour préparer 50,0 mL d’une solution de glucose à 6,00 g de glucose par litre (masse à peser, verrerie, protocole de dissolution) ?

Masse de glucose à peser :  $6,00 \times 50 \times 10^{-3} = 0,300 \text{ g}$  **1 point**

Fiole jaugée de 50,0 mL préalablement rincée à l’eau distillée.

Mettre un peu d’eau distillée dans la fiole.

Verser le glucose dans la fiole à l’aide d’un entonnoir à solide, ajouter de l’eau jusqu’à mi-hauteur dans la fiole en rinçant l’entonnoir.

Agiter doucement sans boucher la fiole pour dissoudre le glucose.

Ajouter de l’eau distillée dans la fiole jusqu’au trait de jauge.

Boucher et agiter pour homogénéiser.

**3 points pour le protocole complet**

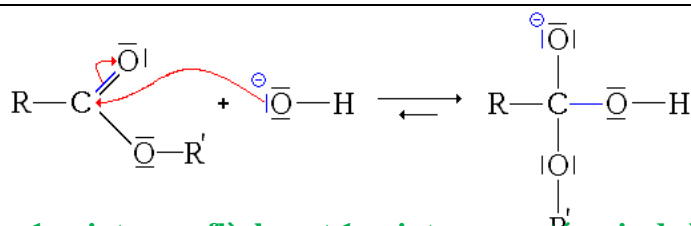
**- 0,5 point par oubli (rinçage ou autre)**

**- 0,5 point si aide**

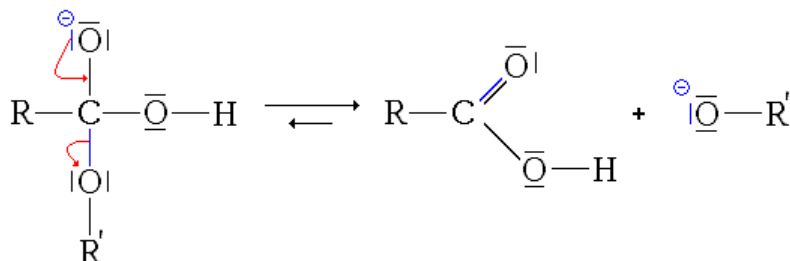
8. Quelle serait la concentration en quantité de matière de cette solution de glucose ?

La masse molaire du glucose est de  $180 \text{ g.mol}^{-1}$ . La concentration en quantité de matière de cette solution de glucose est donc  $C = 6,00/180 = 3,33 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . **2 points**

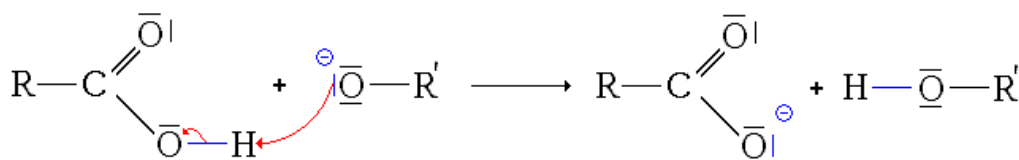
9. Représenter les flèches courbes rendant compte du mécanisme des trois étapes de la réaction de saponification d'un ester. Pour chacune des trois étapes, indiquer en dessous la catégorie de la réaction.



Première étape : addition **1 point pour flèches et 1 point pour catégorie de la réaction**



Seconde étape : élimination **1 point pour flèches et 1 point pour catégorie de la réaction**



Troisième étape : réaction acide-base **1 point pour flèches et 1 point pour catégorie de la réaction**

QCM sur l'ensemble des activités : cocher la bonne réponse (attention barème dégressif)

**3,5 points (0,5 point par réponse exacte et - 0,25 point par erreur)**

	Vrai	Faux
Le glycérol est aussi appelé butan-1,2,3-triol.	×	
Le méthanol contient 1 carbone.	×	
Un ester est obtenu par la réaction d'un alcool avec un acide carboxylique.	×	
Le glucose contient une fonction aldéhyde.	×	
La masse molaire du lactose est $190 \text{ g.mol}^{-1}$ .		×
L'acide oléique est un acide gras saturé.		×
Dans 100 g de beurre, il y a au maximum 16 g d'eau.	×	

**TOTAL POINTS / 26,5**

**TOTAL POINTS / 100**