

Activité 2.1 – Conservation des huiles végétales

Objectifs :

- ▶ Revoir la structure des acides gras.
- ▶ Revoir la définition d'un triglycéride.
- ▶ Connaître les facteurs responsables de la dégradation d'une huile.

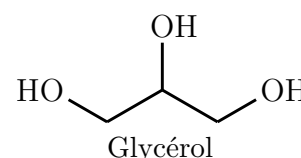
Contexte : Les vergetures sont des petites stries pouvant apparaître sur la peau, particulièrement au moment de la grossesse. Pour les prévenir, des massages à l'huile sont recommandés afin de nourrir la peau en profondeur et d'en conserver l'élasticité.

→ **Comment conserver les huiles végétales utilisées ?**

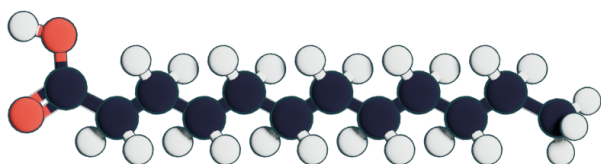
Document 1 – Les huiles végétales

Une huile végétale est composée de **triesters de glycérol** et **d'acides gras saturés** ou **insaturés**.

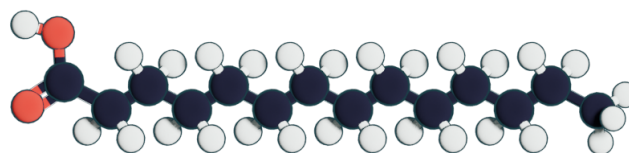
Par exemple, l'huile de coco est composée majoritairement de triesters **d'acide laurique** et **d'acide myristique**, et en quantité plus faible, d'autres acides tels que **l'acide oléique**. L'huile d'amande douce est composée en grande majorité de triesters **acides oléique** et **linoléique**. Comme elle rancit facilement, contrairement à l'huile de coco, il est nécessaire de l'acheter en petite quantité.



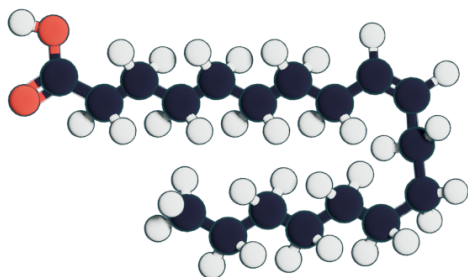
Modèles moléculaires de quelques acides gras :



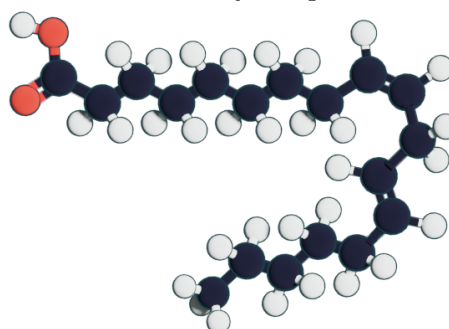
Acide laurique



Acide myristique



Acide oléique



Acide linoléique

1 — Préciser l'autre nom des triesters de glycérol et d'acides gras.

2 — À partir des modèles moléculaires des acides gras représentés dans le document 1, justifier le nom d'acide donné à ces espèces.

3 – Classer les acides gras du document 1 en acide gras saturés et insaturés. Justifier.

Document 2 – Dégradation des huiles végétales

Si les acides gras contenus dans une huile se dégradent, l'huile perd une partie de ses propriétés, change de couleur et développe une odeur de rance.

L'oxydation est le principal phénomène à l'origine de cette dégradation.

Le rancissement ne s'observe qu'avec des huiles contenant des graisses insaturées, car l'oxydation se fait au niveau des doubles liaisons carbone-carbone.

Certains facteurs accélèrent cette oxydation comme l'exposition au dioxygène de l'air, à des température élevée, à la lumière (UV), etc.

Au contraire certains facteur ralentissent cette oxydation, comme des température faibles, l'obscurité, l'absence de dioxygène, etc.

4 – Expliquer la différence de comportement d'une huile d'amande et d'une huile de coco face au rancissement.

Document 3 – Emballage d'une huile

L'emballage contenant un flacon d'huile d'amande douce mentionne « Précaution de stockage : Conserver à l'abri de la chaleur et de la lumière ».

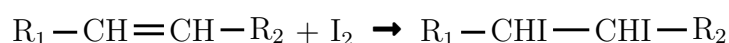
5 – Justifier ces recommandations de stockage.

6 – Justifier alors que le flacon en verre soit de couleur brune.

Document 4 – Indice d'iode d'une huile végétale

L'indice d'iode I_{iode} d'une huile est la masse de diiode I_2 , exprimée en gramme, se fixant sur les doubles liaisons des acides gras contenus dans 100 g d'huile.

L'indice d'iode d'un acide gras saturé est donc nul. On modélise la réaction du diiode I_2 sur un acide gras insaturé possédant une seule double liaison par l'équation :



C'est-à-dire que chaque double liaison réagit avec une molécule de diiode.

L'indice d'iode permet de déterminer le degré d'insaturation d'un acide gras.

Document 5 – Indices d'iodes de l'huile de coco et d'amande

L'indice d'iode d'une huile de coco est compris entre 6 et 11 g de diiode I_2 pour 100 g d'huile, alors que celui d'une huile d'amande douce est compris entre 92 et 109 g pour 100 g d'huile.

7 – Justifier qualitativement cette différence entre les deux huiles.

8 – En utilisant le document 4, déterminer la quantité de matière de diiode I_2 qui peut réagir avec une mole d'acide linoléique.

9 – Une quantité de matière $n(\text{linoléique}) = 0,010$ mol d'acide linoléique réagit avec une masse $m(I_2) = 5,1$ g de diiode I_2 . Calculer la quantité de matière de diiode et vérifier qu'on retrouve bien le nombre de doubles liaisons que contient une molécule d'acide linoléique.

Données : $M(I_2) = 254,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

On utilise la relation $n(I_2) = \frac{m(I_2)}{M(I_2)}$, soit

$$n(I_2) = \frac{5,1 \text{ g}}{254,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,020 \text{ mol}$$

On trouve donc $n(I_2) = 2 \times n(\text{linoléique})$, soit 2 doubles liaisons.

10 – Une quantité de matière $n(\text{linoléique}) = 0,020$ mol d'acide α -linoléique réagit avec une masse $m(I_2) = 15,2$ g de diiode I_2 . Calculer le nombre de double liaisons que contient une molécule d'acide α -linoléique.

On calcule la quantité de matière de diiode qui a réagit $n(I_2) = m(I_2)/M(I_2) = 0,060$ mol.

On trouve que $n(I_2) = 3 \times n(\text{linoléique})$, il y a donc 3 liaisons doubles dans l'acide α -linoléique.

Pour les plus rapides

11 – Donner les formules brutes des acides laurique, myristique, oléique et linoléique.

12 – Calculer la masse molaire des acides laurique, myristique, oléique et linoléique.

Données :

– $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

– $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

– $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

13 – Donner la formule topologique des acides laurique, myristique, oléique et linoléique.

Activité 2.2 – Hydrolyse des triglycérides

Objectifs :

- Connaître la réaction modélisant l'hydrolyse d'un triglycérides

Contexte : Comme les glucides, les triglycérides sont une source importante d'énergie pour notre organisme. La dégradation des acides gras constituant les triglycérides permet de produire de **l'adénosine triphosphate**, ou **ATP**, qui fournit l'énergie nécessaire aux réactions chimiques du métabolisme cellulaire.

→ Quelle réaction chimique permet de séparer les triglycéride en acide gras ?

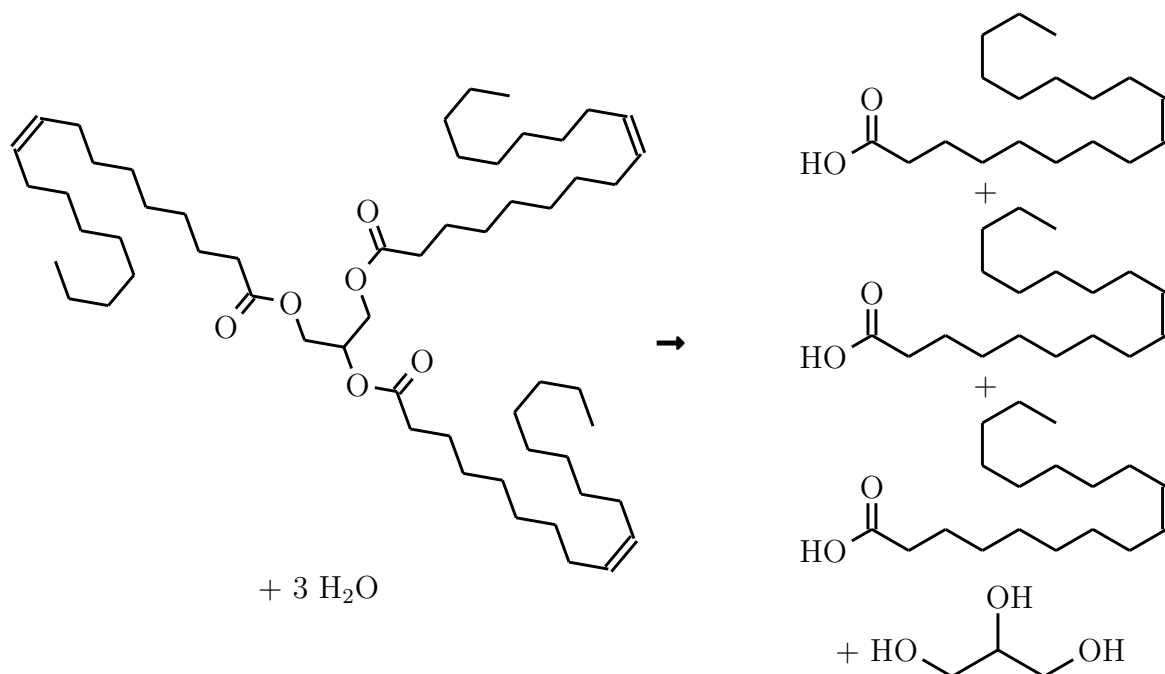
Document 1 – Hydrolyse de l'oléine

L'hydrolyse (du grec « hydro » : eau et « lysis » : briser) est une réaction chimique enzymatique dans laquelle une liaison covalente est rompue par action d'une molécule d'eau.

L'oléine est un triglycéride constituant 80 % de l'huile d'olive.

Un **triglycéride** est un triester du glycérol avec trois acides gras. Un triglycéride est **saturé** si les trois acides gras qui le compose sont saturés. Il est **insaturé** sinon.

Au cours de son absorption par l'organisme, **l'oléine** est **hydrolysée** à l'aide de la lipase pour former de **l'acide oléique** selon l'équation suivante :



La masse molaire de l'oléine est $M_{\text{oléine}} = 884 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1 — Donner le nom des deux molécules formées au cours de la réaction d'hydrolyse.

On a du glycérol, formé une fois, et de l'acide oléique, formé trois fois.

Dans le document 1, entourer les groupes caractéristiques de l'oléine et d'un acide oléique.

2 – Préciser si l'acide oléique est un acide gras saturé ou insaturé. Justifier.

C'est un acide gras insaturé, car il possède une double liaison entre deux carbones.

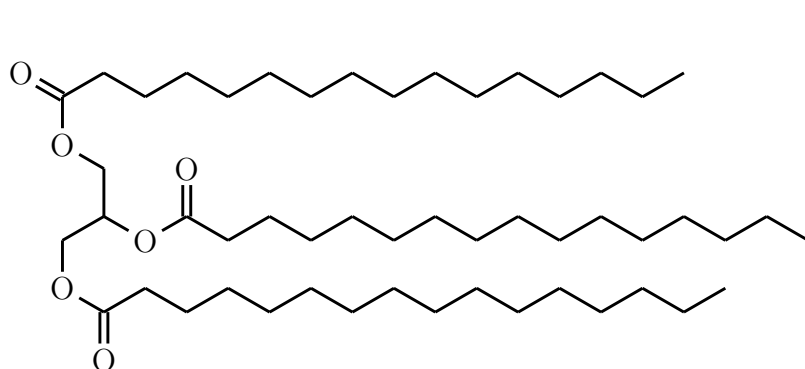
L'organisme hydrolyse une masse d'oléine $m_{\text{oléine}} = 8,84 \text{ g}$.

3 – La réaction est supposée totale. Calculer la quantité de matière d'eau n_{eau} qui a été transformé au cours de la réaction.

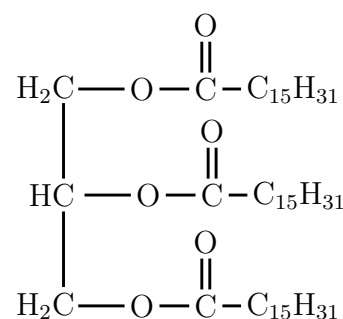
4 – Donner la quantité de matière d'acide oléique produite au cours de la réaction.

Document 2 – La palmitine

La palmitine est un des triglycérides les plus présents chez les être vivants, animaux ou végétaux.



Formule topologique de la palmitine

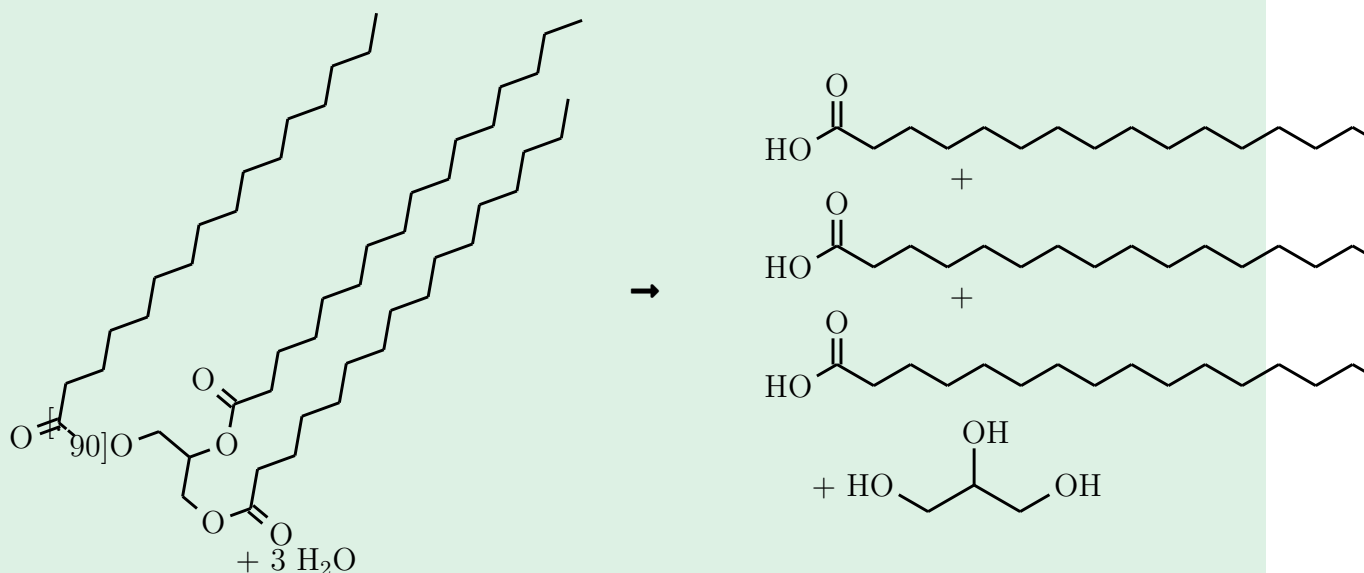


Formule semi-développée de la palmitine

5 – Indiquer si la palmitine est un triglycéride saturé ou insaturé. Justifier.

Elle est saturée, car elle ne possède pas de double liaison entre deux carbones.

6 – Donner la réaction d'hydrolyse de la palmitine.



Activité 2.3 – Brunissement d'une pomme

Objectifs :

- ▶ Étudier la dégradation d'une pomme et les facteurs physico-chimique responsables.

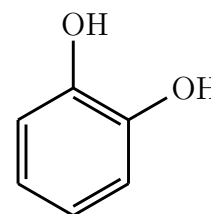
Contexte : Quand on coupe une pomme en tranches, si on laisse les tranches à l'air libre elle peuvent brunir.

→ **Comment expliquer et prévenir le brunissement d'une pomme ?**

Document 1 – Mécanisme de brunissement

Les pommes changent de couleurs à cause du brunissement **enzymatique**. Ce processus a besoin de trois éléments :

- du dioxygène.
- Une enzyme spéciale appelée polyphénol oxydase.
- Des polyphénols. Ce sont des molécules organiques cyclique contenant au moins un groupe hydroxyle OH lié à un cycle insaturé C_6H_{6-n} , (n = nombre de groupe hydroxyle).



↑ Benzène-1,2-diol :
exemple de polyphénol

Document 2 – Emplacement des enzymes et des polyphénols

Le **polyphénol oxydase** et les **polyphénols** se trouvent à l'intérieur des cellules d'une pomme. Le polyphénol oxydase se trouve dans de petits compartiments appelés chloroplastes, qui sont entourés d'une membrane. La plupart des polyphénols sont contenus dans d'autres tissus cellulaires.

Quand les cellules d'une pomme sont endommagées, l'enzyme et les polyphénols entrent en contact.

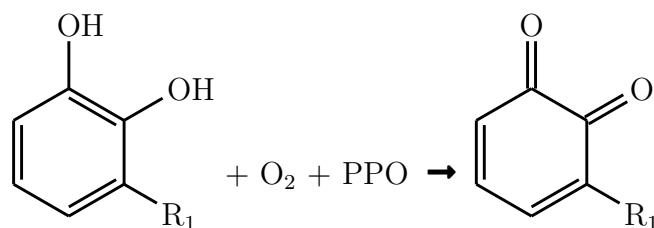
1 – Quelle est l'enzyme responsable du brunissement d'une pomme ?

2 – Expliquer pourquoi couper une pomme entraîne l'apparition d'un brunissement.

3 – Donner la formule semi-développée du benzène-1,2-diol. Entourer et nommer ses groupes caractéristiques.

Document 3 – Réaction chimique responsables du brunissement

Lorsque les **polyphénols** se mélangent au **polyphénol oxydase PPO** et au **dioxygène**, ils créent un composé appelé **ortho-quinone**.

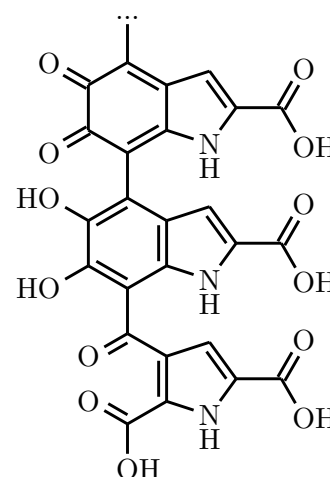


Ensuite, les molécules d'ortho-quinone se connectent ensemble pour former de longues molécules. Ce processus est appelé **polymérisation**. Il crée un composé appelé **mélanine**, qui donne à la pomme une apparence brune.

Document 4 – Conditions pour la formation de la mélanine

La polymérisation des polyphénols en mélanine ne se produit que sous certaines conditions.

- La réaction de formation de l'ortho-quinone a un rendement optimal à $\sim 20^\circ\text{C}$. Si les températures sont très élevées ou très basses, le polyphénol oxydase devient complètement inactif et ne réagit plus.
- Le pH de la pomme a un rôle important. La réaction de formation de l'ortho-quinone a un meilleur rendement pour un pH neutre.



↑ Eumélanine

4 – Quelle est la molécule responsable du brunissement de la pomme ? Citer un autre organisme vivant où cette molécule joue un rôle important.

5 – En utilisant les documents 3 et 4, proposer trois méthodes de conservation qui empêcheraient une pomme coupée de brunir.

TP 2.1 – Contrôler la fraîcheur d'un lait

Objectifs :

- ▶ Déterminer la fraîcheur d'un lait conformément aux normes de santé publique.

Contexte : En tant qu'inspecteur-ice Hygiène et Sécurité, vous avez prélevé du lait dans le réfrigérateur d'un restaurant.

→ Les client-es du restaurant peuvent-ils consommer sans risque ce lait ?

Document 1 – Le degré Dornic

Pierre Dornic, ingénieur agronome du XIX^{ème} siècle, a effectué de nombreuses recherches sur le lait et ses constituants. Dans l'industrie laitière, l'acidité d'un lait n'est pas exprimée par son pH mais par son degré Dornic : un degré Dornic (°D) correspond à une concentration de 0,1 g d'acide lactique par litre de lait.

Document 2 – Degré Dornic et fraîcheur du lait

Le pH du lait dépend de son état de fraîcheur. Il est d'environ 6,7 pour un lait frais puis il diminue au cours du temps. L'acidité naturelle du lait est due à la présence de nombreuses espèces chimiques, comme la caséine ou l'acide lactique.

Les bactéries qui prolifèrent dans le lait transforment le lactose, un sucre présent dans le lait, en acide lactique de formule $C_3H_6O_3$. Si la quantité d'acide lactique présente est trop grande alors le lait n'est plus frais et ne doit plus être consommé.

Pour éviter les troubles digestifs, le lait que nous consommons doit être frais.

Lorsque l'acidité augmente, la caséine (protéine) coagule : on dit que « le lait tourne ». L'acidité croît avec le temps, c'est donc un bon critère d'évaluation de la fraîcheur. La fraîcheur d'un lait est caractérisée par son degré Dornic °D.

18 °D		35 °D		50 °D	100 °D
Lait frais	Le lait caillé en chauffant	Le lait caillé à température ambiante	Le yaourt tourne	Yaourt « bulgare »	

Lire les documents et compléter le schéma du document 3.



Préparer le dispositif expérimental en suivant les consignes du document 4.



Réaliser un **premier dosage rapide** : Verser mL par mL la solution titrante de soude dans l'erlenmeyer. Quand la solution change de couleur et que la couleur persiste après agitation, noter la valeur approximative $V_1 = 4,5$ mL du volume de soude versé.



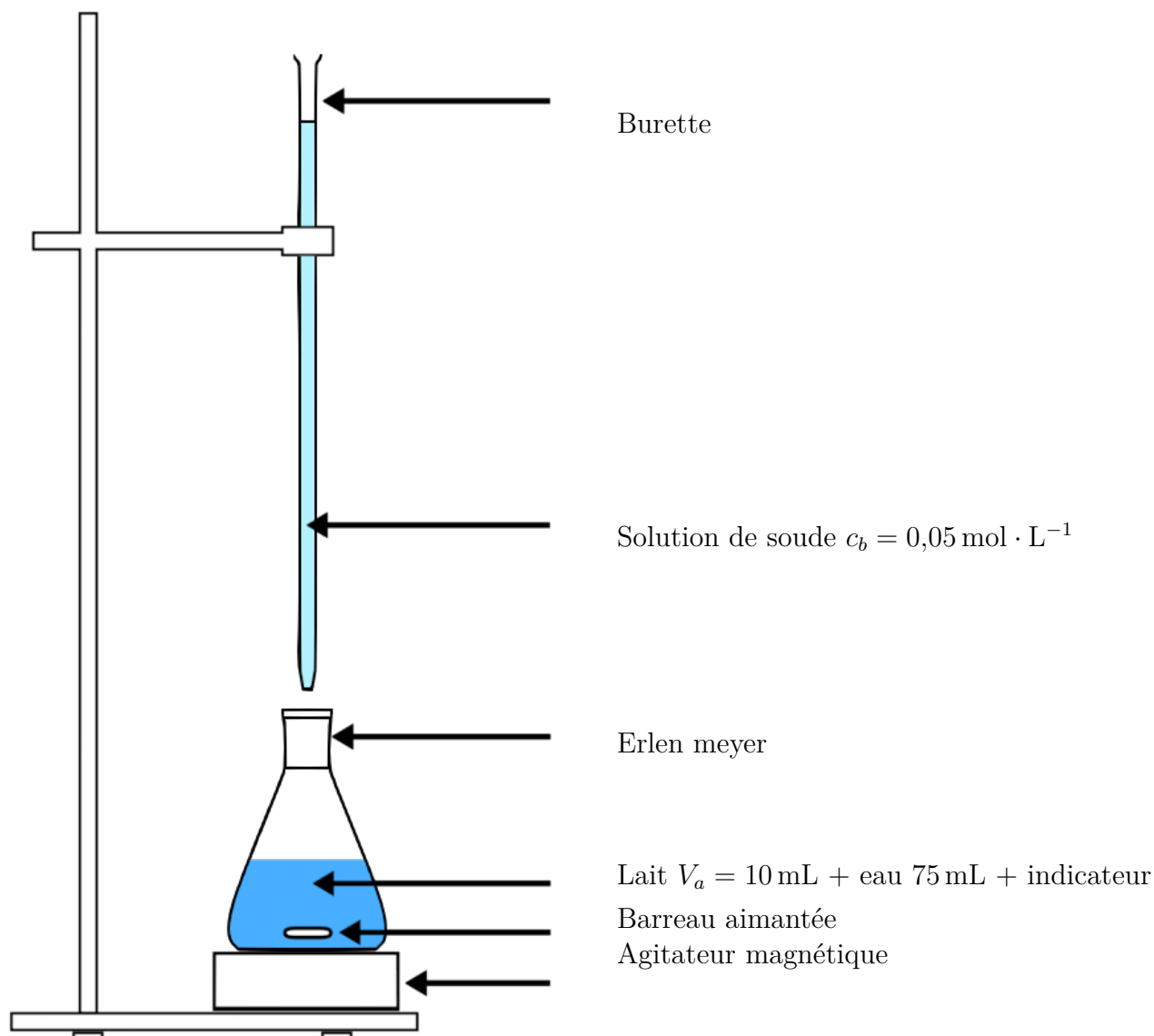
Réaliser un **deuxième dosage précis** :

- ▶ Toujours en agitant, recommencer le dosage de zéro.
- ▶ Verser rapidement jusqu'à $V_1 - 1$ mL, puis verser goutte-à-goutte.
- ▶ Arrêter de verser au changement de couleur et noter le volume de soude versé $V_e = 4,5$ mL

1 — Les ions hydroxydes HO^- et l'acide lactique $C_3H_6O_3$ sont présents initialement dans le milieu réactionnel lors du dosage. En déduire l'équation de la réaction acido-basique de dosage.

Couples acide/base : $C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-$ et H_2O/HO^-

Document 3 – Dispositif expérimental



L'acide lactique est complètement consommé par la solution de soude quand le pH de la solution augmente rapidement. C'est-à-dire quand l'indicateur coloré change de couleur.

Document 4 – Préparation du dispositif expérimental

- ▶ Préparation de la burette, à compléter avant tout dosage : Introduire la solution titrante de soude ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) de concentration $c_b = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (rincer au préalable la burette avec de l'eau distillée puis avec un peu de solution de soude).
- ▶ Prélever un volume $V_a = 10 \text{ mL}$ de lait de concentration molaire c_a inconnue en acide lactique à l'aide d'une pipette jaugée (rincée avec le lait) et les mettre dans un erlenmeyer de 250 mL.
- ▶ Ajouter 75 mL d'eau distillée et quelques gouttes de bleu de bromothymol. Le bleu de bromothymol est un indicateur coloré jaune en milieu acide et bleu lorsque $\text{pH} > 7,6$
- ▶ Mettre l'agitateur magnétique en marche.

Document 5 – Équivalence

Lorsque tous l'acide lactique a été consommé, on dit qu'on a atteint **l'équivalence**. La quantité de matière d'ions hydroxyde HO^- versée est alors égale au nombre de mole d'acide lactique contenu dans $V_a = 10 \text{ mL}$ de lait.

2 – Donner la relation entre la quantité de matière n_a d'acide lactique et la quantité de matière n_b d'ions hydroxyde.

3 – Exprimer n_a en fonction de c_a et V_a .

4 – Exprimer n_b en fonction de c_b et V_e .

5 – En utilisant les 3 relations précédentes, donner l'expression littérale de c_a en fonction de c_b , V_e et V_a . Calculer la valeur de c_a .

6 – Calculer la quantité de matière n_a d'acide lactique contenue dans 1 L de lait.

7 – Calculer la masse d'acide lactique contenue dans 1 L de lait. **Donnée :** $M(\text{acide lactique}) = 90 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

8 – En déduire le degré Dornic du lait. Ce lait est-il frais ?

Activité 2.4 – Contrôle qualité d'un dessert à base de lait

Objectifs :

- Comprendre le principe de la Dose Journalière Admissible (DJA) et de la Dose Journalière Tolérable (DJT).

Contexte : Une inspectrice sanitaire contrôle un restaurant et réalise un prélèvement sur un dessert pour enfant.

→ Est-ce que ce dessert respecte les doses toxicologiques de référence ?

Document 1 – Dose Journalière Admissible (DJA) et Dose Journalière Tolérable (DJT)

Les **Doses Journalières** sont les quantités d'une substance, qu'une personne peut manger tous les jours de sa vie sans risques pour sa santé.

Les **Doses Journalières** sont estimées par des études scientifiques et exprimées en mg de substance par kg de masse corporelle, soit en $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

On distingue deux types de **Doses Journalières**

- **DJA** : pour les substances autorisées et ajoutées volontairement ;
- **DJT** : pour les contaminants présent involontairement (métaux lourds, radionucléides, composés organiques, etc.)

Document 2 – Lait de vache cru

Le lait de vache cru est le lait issu de la traite des vaches. Le lait est constitué à 87,5 % d'eau, de glucides, de protéines et de matières grasses.

Le lait peut-être contaminé par des polluants comme la mélamine, ou infecté par des micro-organismes. Ces micro-organismes peuvent venir de l'environnement (terre, paille, mouche, déjection, camion-citerne, etc.) ou être présents sur la vache (infection des mamelles).

Pour que les micro-organismes prolifèrent, il faut de l'humidité (de l'eau), de l'énergie (sous forme de chaleur), de la nourriture (contenue dans le lait) et en général du dioxygène.

Document 3 – Techniques de conservation des aliments

Pour tuer les micro-organismes, on peut augmenter la température d'un aliment pendant une certaine durée, avant de refroidir l'aliment rapidement.

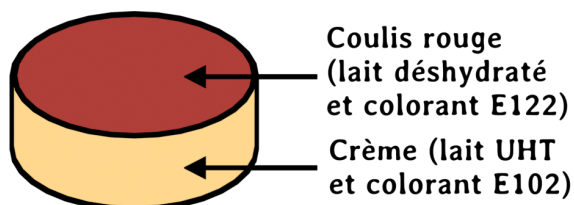
Technique	Pasteurisation	Stérilisation	
		Appertisation	Upérisation (UHT)
Température	Entre 65 °C et 100 °C	Environ 120 °C	Environ 140 °C
Durée	Quelques dizaines de secondes	Quelques secondes	Quelques secondes

Une autre technique et d'empêcher la prolifération des micro-organismes en retirant l'eau d'un aliment, c'est la **déshydratation**.

Document 4 – Doses toxicologiques de références

DJA ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)		DJT ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
E102	E122	Mélatamine
7,5	4	0,5

Document 5 – Gâteau à analyser



Document 6 – Analyse du dessert

E102 (jaune)	E122 (rouge)	Mélatamine
150 mg	50 mg	4 pg

1 – Indiquer les méthodes de conservations utilisées pour préserver le lait dans le gâteau à analyser. Identifier si les méthodes de conservations sont des procédés physiques ou chimiques.

2 – Calculer les masses maximales de colorant jaune E102, de colorant rouge E122 et de mélatamine qu'un-e enfant de 20 kg peut ingérer chaque jour.

3 – Le dessert peut-il être servi sans danger dans le restaurant ? Justifier en répondant à la problématique posée dans le contexte.

Activité 2.5 – Procédés de conservations des aliments

Objectifs :

- ▶ Connaître quelques procédés de conservations industriels
- ▶ Distinguer un procédé de conservation chimique et un procédé physique

Contexte : De nombreux organismes microscopiques sont présents naturellement dans les aliments et notre environnement. Des micro-organismes toxiques peuvent coloniser les aliments et les rendre impropres à la consommation.

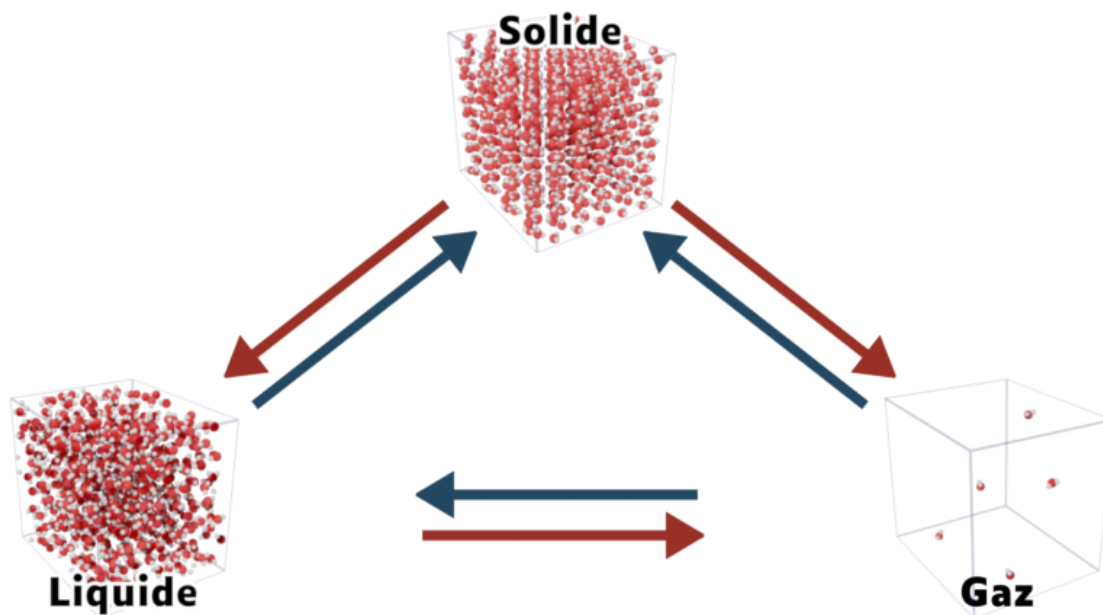
→ Quels procédés de conservations peut-on utiliser pour limiter la prolifération de micro-organisme ?

Document 1 – Conservation des aliments

Les procédés de conservation des aliments cherchent à préserver leurs propriétés gustatives, nutritives et leur comestibilité.

La conservation d'un aliment implique d'empêcher la croissance de micro-organisme (microbes ou bactéries) et de retarder l'oxydation des corps gras pour que les corps gras ne deviennent pas rances. Les méthodes de conservation peuvent modifier l'environnement physique des molécules qui composent l'aliment, ou transformer chimiquement les molécules qui composent l'aliment.

 Nommer tous les changements d'états sur le schéma ci-dessous.



Document 2 – Procédé physique et chimique de la conservation

Pour améliorer le temps de conservation d'un aliment on peut utiliser

Un procédé chimique

Un procédé chimique agit par modification des molécules de l'aliment ou par ajout d'une espèce chimique (conservateur, anti-oxydant).

Un procédé physique

Un procédé physique modifie l'environnement dans lequel se trouve les molécules de l'aliment (température, état physique).

Document 3 – Quelques méthodes de conservation

Procédé	Principe	Physique ou chimique ?
La salaison	L'aliment est salé. Le sel diminue la quantité d'eau disponible pour le développement des bactéries.	
Le sucrage	L'aliment est sucré. Le sucre diminue la quantité d'eau disponible pour le développement des bactéries.	
La lyophilisation	L'aliment est congelé, puis l'eau est complètement évaporée sous vide par sublimation.	
La déshydratation	L'eau présente dans l'aliment est évaporée dans un endroit chaud et sec.	
La fermentation	Des bactéries non-toxiques consomment le dioxygène et empêchent l'apparition de bactéries nocives.	
Saumurage	L'aliment est trempé dans un bain d'eau salée, ce qui prévient l'apparition de bactéries.	
La stérilisation	La température élevée tue tous les micro-organismes.	
La réfrigération	Le froid ralentit les réaction chimiques et la prolifération des bactéries.	
La congélation	L'eau solide ne permet pas aux bactéries de se développer et le froid ralentit les réaction chimiques.	
La surgélation	La surgélation est une congélation dû à un abaissement de température inférieure à -20°C à cœur de l'aliment, en moins de vingt minutes. La surgélation permet de conserver toutes les qualités du produit et d'arrêter le développement des bactéries.	
L'atmosphère contrôlée	L'air ambiant est remplacé par un gaz inerte, ce qui prive les bactéries de dioxygènes.	
Additifs conservateur	Des molécules minérales ou organiques aux propriétés anti-bactérienne sont ajoutées dans l'aliment pour en améliorer la conservation. Ces additifs sont désigné par un code type E2XX, (E200, E210, etc.)	
Le fumage	La fumée contient des molécules bactéricides.	
L'huile	L'huile empêche l'oxygène d'arriver à l'aliment en remplaçant l'eau dans l'aliment.	



Pour chaque méthode de conservation, indiquer si c'est un procédé physique ou chimique.