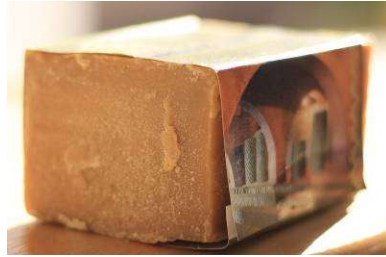




## Séquence n°1

# Les agro-ressources : de la fabrication à l'emballage d'un savon

---



On qualifie d'agro-ressources toutes les matières premières issues de l'agriculture humaine.

À l'avenir les agro-ressources pourraient constituer une véritable alternative aux hydrocarbures fossiles, tant en ce qui concerne le secteur énergétique que celui des matériaux et autres produits dérivés du pétrole. De nombreux pôles de compétitivité et organismes de recherche se consacrent au développement de nouvelles technologies utilisant les agro-ressources dans les domaines de l'agroalimentaire, de l'énergie, des matériaux, des textiles, de la pharmaceutique, de la cosmétologie et de la parfumerie.

Dans cette séquence on propose aux élèves de fabriquer un savon parfumé à la lavande en utilisant les matières premières issues de l'agriculture humaine.

Le projet est introduit par la présentation d'un savon du commerce dans son emballage. La problématique formulée peut être la suivante :

***Comment fabriquer le même produit fini, du savon parfumé à son emballage en utilisant les agro-ressources ?***

La séance se poursuit par une recherche bibliographique des agro-ressources (définition, domaine d'utilisation, enjeux...).

Les pistes de réflexion sur les activités possibles à faire et les questions associées sont mises en commun. A l'aide des agro-ressources, comment peut-on :

- fabriquer un savon
- parfumer le savon
- fabriquer l'emballage du savon
- fabriquer la colle permettant le collage de l'emballage et d'une étiquette ?



## PARTIE 1 : Comment parfumer le savon ?

La majorité des substances odorantes naturelles sont extraites des différentes parties des plantes. Les huiles essentielles sont contenues dans les fleurs (Rose, lavande, camomille...), les feuilles (Eucalyptus, niaouli...), les enveloppes des fruits (mandarine, citron...), dans l'écorce (cannelle) et même dans les racines de certaines plantes (Angélique, valériane...). Elles sont très peu solubles dans l'eau.

### ACTIVITE 1. L'hydrodistillation de la lavande

- **Objectifs** : réaliser l'hydrodistillation de la lavande à l'aide d'un protocole fourni afin d'extraire de la fleur son huile essentielle.
- **matériel** :
  - matériel pour réaliser une distillation simple (ballon bicol de 250 mL)
  - une éprouvette graduée de 100 mL ou plus
  - une balance
  - un grand bécher
  - un erlenmeyer de 100 mL (avec indication de volume)
  - de l'eau distillée
  - des fleurs de lavande
- **Explicitation des consignes, des attentes ; taches possibles** :
  - Lire le document 1 pour comprendre la technique d'extraction.
  - Réaliser le montage d'hydrodistillation à partir d'un montage témoin (l'utilisation d'un ballon bicol permet un montage à vide. Les élèves sont uniquement concentrés à reproduire le montage témoin)
  - Après validation du montage par le professeur, réaliser l'hydrodistillation en suivant le protocole
  - Répondre aux questions sur la compréhension de la technique d'extraction.

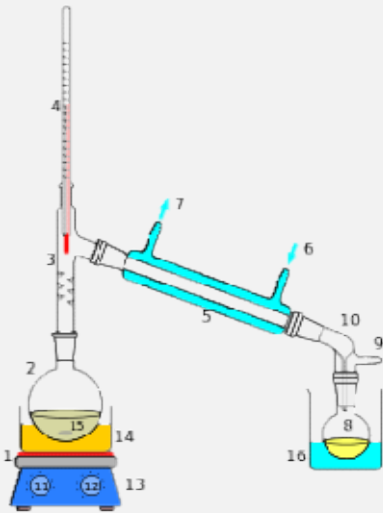
### DOCUMENT 1 : Hydrodistillation et entraînement à la vapeur

L'entraînement à la vapeur d'eau et l'hydrodistillation sont des procédés d'extraction ou de séparation de certaines substances organiques parmi les plus anciens, apportés par les Arabes au IX<sup>e</sup> siècle. Le but est d'emporter avec la vapeur d'eau les constituants volatils des produits organiques. La vapeur détruit la structure des cellules végétales et entraîne avec elle les espèces les plus volatiles comme les huiles essentielles. La vapeur, chargée de molécules organiques volatiles est ensuite condensée avant d'être récupérée dans un essencier (vase de décantation pour les huiles essentielles). Les parties insolubles dans l'eau de condensation qui surnagent sont ce que l'on nomme les huiles essentielles.

Source : wikipedia



**Document 2 : Expérience à réaliser**



1. A l'aide du matériel présent sur votre paillasse, réaliser le montage d'hydrodistillation.
2. Introduire 15 grammes de fleurs de lavande dans le ballon
3. Ajouter 3 grains de pierre ponce dans le ballon s'il n'y a pas d'agitation magnétique
4. Ajoutez 150mL d'eau dans le ballon
5. Mettre en route la circulation d'eau dans le réfrigérant. Brancher et allumer le chauffe-ballon (thermostat au maximum) pour porter le mélange à ébullition.
6. Recueillir le distillat dans l'erlenmeyer : **dès que le distillat coule dans l'erlenmeyer , régler le chauffage pour obtenir un débit de 1 à 2 gouttes par seconde.** Noter la température.
7. Recueillir environ 60-70mL de distillat et arrêter le chauffage. En attendant répondre aux questions

**Questions sur la technique d'extraction**

1. Reproduire le schéma du montage d'hydrodistillation sur votre compte-rendu, l'annoter et indiquer l'arrivée et la sortie de l'eau du réfrigérant.
  2. Distinguer les trois étapes de l'hydrodistillation.
1. De quoi est constitué le liquide récupéré appelé distillat ?

**ACTIVITE 2.Extraction de l'huile essentielle du distillat**

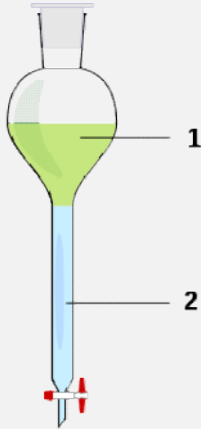
- **Objectifs** : utiliser une ampoule à décanter pour extraire l'huile essentielle du distillat pour pouvoir l'incorporer dans le savon.
- **matériel** :
  - le distillat de l'hydrodistillation
  - du sel solide
  - une spatule
  - une balance
  - une coupelle de pesée
  - deux béchers de 100 mL
  - une ampoule à décanter
- **Explication des consignes, des attentes ; taches possibles** :
  - Réaliser l'extraction en suivant le protocole et les consignes du professeur.
  - Comprendre l'étape du relargage.
  - Identifier les deux phases et expliquer leur position relative.

**Document 3 : Données physico-chimiques**

	Huile essentielle	eau	eau salée
densité	0,89	1	1,1
solubilité dans l'eau	faible		
solubilité dans l'eau salée	très faible		



#### Document 4 : Expérience à réaliser



1. Introduire le distillat dans une ampoule à décanter (schématisé ci-contre)
2. Ajouter 3 g de chlorure de sodium (sel) dans l'ampoule à décanter
3. En suivant les consignes du professeur, prendre l'ampoule à deux mains et l'agiter doucement, laisser échapper les gaz de temps en temps.
4. La reposer sur son support et la déboucher. Laisser les deux phases se séparer. (les étapes 2, 3 et 4 est l'opération de relargage)
5. Représenter l'ampoule à décanter et y indiquer clairement la nature des deux phases (notées 1 et 2 sur le schéma ci-contre) en justifiant leur position.
6. Pourquoi ajoute-t-on du sel au distillat ?
7. Recueillir l'huile essentielle dans un bécher.

### Résultats d'expériences et dispositifs expérimentaux

#### Activité 1

Les élèves réalisent le montage à vide (vérifié par le professeur) en reproduisant un montage témoin

On pèse la lavande dans le gros bécher et on l'introduit dans le ballon à l'aide d'un entonnoir (il faut pousser avec une spatule ou une baguette en verre).

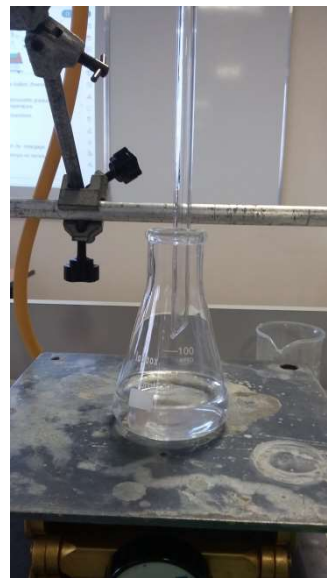
Avec une éprouvette graduée et l'entonnoir, on rajoute 150 mL d'eau.

On met le chauffage à fond et quand on voit la vapeur arriver au réfrigérant on surveille pour pas qu'il y ait un emballement. La lavande ne doit pas monter dans la colonne (baisser le chauffage si nécessaire). Il faut une à deux gouttes de distillat par seconde.

En utilisant les indications de volume marquées sur l'erlenmeyer, on arrête quand on a environ 60-70 mL de distillat.

On attend des élèves qu'ils nous disent que l'on a bien fait une hydrodistillation (par rapport à l'entraînement à la vapeur) car on a chauffé l'eau et la lavande ensemble.

Le distillat est un mélange d'eau et d'huile essentielle





Étape 1 : on chauffe l'eau et la lavande pour former de la vapeur.  
Étape 2 : la vapeur monte jusqu'au réfrigérant en entraînant l'huile essentielle.  
Étape 3 : La vapeur est liquéfiée dans le réfrigérant et coule dans l'erenmeyer.

**Activité 2**

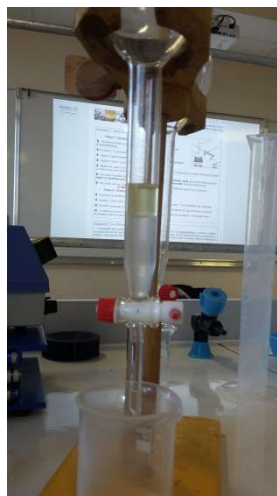
On ajoute du sel pour diminuer la solubilité de l'huile essentielle dans la phase aqueuse.

Après décantation, on sépare les deux phases. On a peu d'huile essentielle mais on la voit bien (au dessus car moins dense) quand l'ampoule à décanter se resserre vers le robinet.

Pour éviter les pertes, on demande aux élèves de s'arrêter avant la fin de la phase aqueuse.

On réunit toutes les extractions des groupes dans une ampoule à décanter et on sépare les deux phases.

On a extrait 0,5 mL d'huile essentielle par groupe que l'on conserve pour la fabrication du savon.



**Ce qu'il faut savoir faire :**

Compétences	Capacités associées	Où dans cette séquence ?
APP	Distinguer les trois étapes de l'hydrodistillation	Activité n°1
ANA	Justifier la composition du distillat	Activité n°1
	Justifier l'ajout de sel dans l'ampoule à décanter	Activité n°2
REA	Réaliser un montage de distillation simple	Activité n°1
	Faire le schéma légendé du montage	
	Suivre un protocole en respectant les consignes	Activité n°1 et 2
	Utiliser une balance et une éprouvette graduée	
Utiliser une ampoule à décanter	Activité n°2	
VAL	Interpréter la nature et la position des deux phases	Activité n°2
COM	Rédiger les questions de manière cohérente et compréhensible	Activité n°1 et 2

**Liens avec le programme de physique chimie de seconde**

Thème	Notions et contenus	Où dans cette séquence ?
<b>Constitution et transformation de la matière</b> 1.A. Description et caractérisation de la matière à l'échelle macroscopique	Espèce chimique Mélanges homogènes et hétérogènes Solution aqueuse Solvant, soluté	Activité n°1 et 2



## PARTIE 2 : Comment fabriquer un savon surgras

Les premiers savons ont été réalisés au Proche-Orient 2500 à 3000 ans avant notre ère. Selon Claude Galien, médecin grec du II<sup>ème</sup> siècle en traitant la graisse de mouton, de bœuf ou de chèvre par une lessive de cendres et de chaux. Au cours du premier millénaire, le savon reste généralement employé comme remède dans les maladies de peau.

La fabrication du savon, par ébullition d'huile d'olive brute et d'une base, ne se développera qu'au XV<sup>ème</sup> siècle. Le savon tire son nom du premier centre de fabrication : Savona, port ligurien ouvert sur le golfe de Gênes.

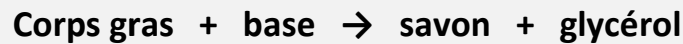
Pendant la guerre de 1939–1945, le savon était une denrée rare et les particuliers en fabriquaient alors souvent eux-mêmes.

### ACTIVITE 1. La réaction de saponification

- **Objectifs** : calculer les masses des réactifs à utiliser pour la fabrication du savon surgras.

**Explicitation des consignes, des attentes ; tâches possibles** : à partir des documents disponibles, les élèves doivent calculer la masse des réactifs

#### Document 1 : La réaction de synthèse du savon (la saponification)



Cette réaction est dite totale. Si on met le corps gras et la base dans les bonnes proportions, on aura à la fin plus de réactifs (corps gras et base) mais seulement les produits de la réaction (savon et glycérol).

#### Document 2 : Les réactifs

##### Les corps gras :

- **L'huile d'olive** : Prix d'excellence pour la reine des huiles de la savonnerie. Une huile d'olive pure fait un merveilleux savon, très doux, qui laisse une fine pellicule hydratante sur votre peau sans pour autant l'étouffer mais fait très peu de mousse. (*proportion : jusqu'à 100% de la masse des corps gras*)
- **L'huile de coco** : C'est la grande découverte qui a révolutionné la savonnerie moderne. Le motif principal pour incorporer cette graisse solide dans votre savon, c'est son effet ... moussant ! Employée en excès, elle peut avoir un effet asséchant sur la peau. (*proportion : de 10% à 30% de la masse des corps gras*)

##### La base :

- **La soude (NaOH)** : Pour obtenir un savon surgras il faut réduire la quantité de soude indiquée dans la table de saponification de 5 à 9 %. La quantité de soude étant insuffisante pour saponifier la totalité des huiles, il reste quelques pourcents d'huile non saponifiées dans le savon pour le plus grand bien de votre épiderme !

Pour dissoudre la soude, il faut de l'eau. Pour déterminer la quantité d'eau, nous vous recommandons d'utiliser 30% de la masse totale des huiles.

**Document 3 : La table de saponification**

La valeur de saponification d'un corps gras représente la masse de soude (NaOH) nécessaire à la saponification de 1 g de corps gras.

Corps gras	Tournesol	Olive	Coco	Cire d'abeille	Beurre de cacao
Masse de soude(g)	0,134	0,134	0,190	0,069	0,137

**Questions sur la fabrication du savon**

1. Expliquer le terme « surgras » pour un savon
2. Calculer la masse des réactifs (huile d'olive, huile de coco, soude et eau) nécessaire à la fabrication d'un savon surgras à 5 % sur une base de 100g de corps gras (proportion d'huile de coco : 20 %)
2. Que faudra-t-il marquer comme composition sur l'étiquette du savon ? Ne pas oublier l'huile essentielle de lavande qui sera introduit à la fin de la réaction.

**ACTIVITE 2. Fabrication du savon surgras**

- **Objectifs** : réaliser la réaction de saponification à l'aide d'un protocole fourni et en utilisant les masses calculées à l'activité 1
- **Matériel** :
  - deux béchers de 100 mL
  - un bécher de 150 mL résistant à la chaleur
  - un grand cristalliseur
  - deux thermomètres
  - une baguette en verre
  - pipette pasteur
  - une spatule
  - une plaque chauffante avec agitation magnétique
  - balance au centième de gramme et coupelle de pesée
  - éprouvette graduée de 50 mL
  - huile d'olive
  - huile de coco
  - huile essentielle de lavande (extraite et du commerce)
  - soude en pastille
  - eau distillée
- **Explicitation des consignes, des attentes ; taches possibles** :  
Suivre le protocole pour fabriquer le savon surgras en utilisant les masses de réactifs calculés à l'activité 1.





### Document 4 : Protocole expérimental

#### Préparation des corps gras

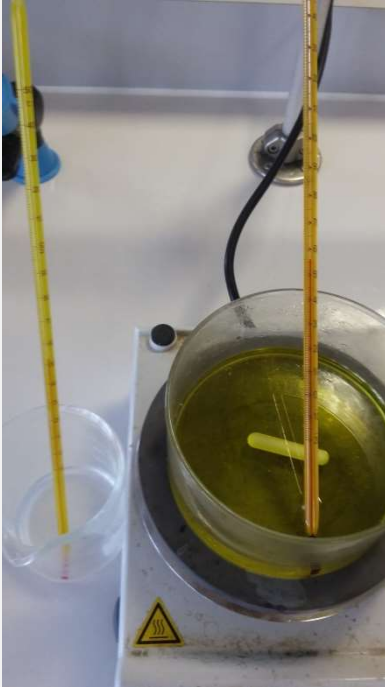
1. Peser dans deux béchers la quantité de corps gras voulue.
2. Placer les corps gras dans le cristalliseur et mettre en route la plaque chauffante. Faire fondre l'huile de coco et régler le thermostat pour avoir une température comprise entre 50°C et 60°C.

#### Préparation de la soude (gants)

3. Introduire la quantité d'eau nécessaire dans un bécher.
4. Peser exactement (ou arrondi à l'inférieur) la quantité de soude nécessaire et les introduire délicatement dans le bécher (attention ça chauffe). Agiter doucement avec une baguette en verre pour dissoudre la soude jusqu'à ce que la solution soit limpide.
5. Mesurer la température.

#### Fabrication du savon

6. Quand la température de la soude et des corps gras est comprise entre 50°C et 60°C, mettre en route l'agitation magnétique, arrêter le chauffage et introduire doucement la soude dans le cristalliseur.
7. Agiter le cristalliseur de manière circulaire pour que le turbulent vienne remuer sur les bords.
8. Continuer pendant 30–45 minutes.
9. Ajouter 2 mL d'huile essentielle de lavande.
10. Bien remuer puis verser dans le moule.
11. Couvrir avec un film alimentaire.
12. Démouler après 24H si le savon est bien dur, sinon attendre qu'il soit bien dur.
13. Tester le pH du savon qui ne doit pas dépasser 10.
14. Laisser reposer au minimum 2 semaines.



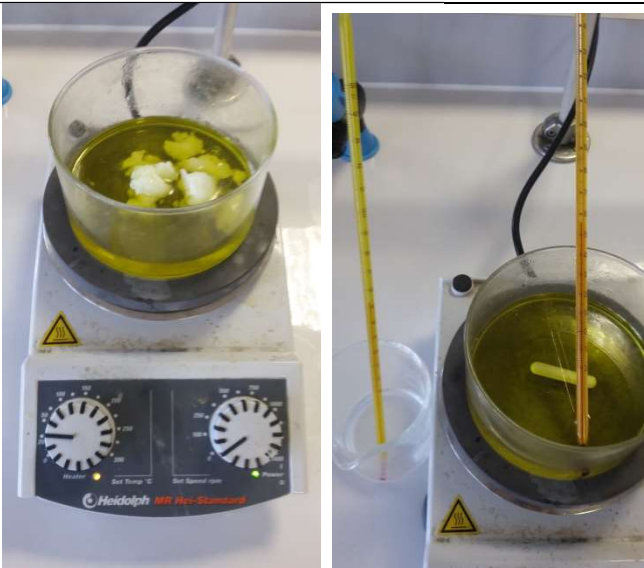
### ACTIVITE 3. Les propriétés du savon

- **Objectifs** : comprendre la propriété détergente, analyser le pouvoir moussant en fonction de la dureté de l'eau et mesurer le pH du savon
- **Matériel** :
  - ordinateur avec internet
  - trois tubes à essais
  - deux béchers
  - pipettes pasteurs
  - pissette d'eau distillée
  - baguette en verre
  - papier pH
  - le savon fabriqué à l'activité 2 ou du savon du commerce
  - 100 mL d'eau distillée étiquetée « eau douce »
  - 100 mL d'une solution avec des ions calcium et magnésium étiquetée « eau dure »
- **Explicitation des consignes, des attentes ; taches possibles** :
  - On demande aux élèves de faire des recherches sur internet pour expliquer ce qu'est un détergent, comment un savon agit (texte et schémas) et quel est le pH normal d'un savon classique.
  - À l'aide du matériel à disposition, on demande aux élèves de proposer un protocole expérimental afin d'analyser le pouvoir moussant du savon en fonction de la dureté de l'eau.



- Les élèves réalisent le protocole et conclure sur le pouvoir moussant d'un savon en fonction de la dureté de l'eau
- À l'aide du matériel à disposition, on demande aux élèves de proposer un protocole expérimental afin de mesurer le pH du savon.
- Les élèves réalisent le protocole, conclure sur la propriété acide, neutre ou basique du savon et indiquer si le savon à un pH normal.

## Résultats d'expériences et dispositifs expérimentaux

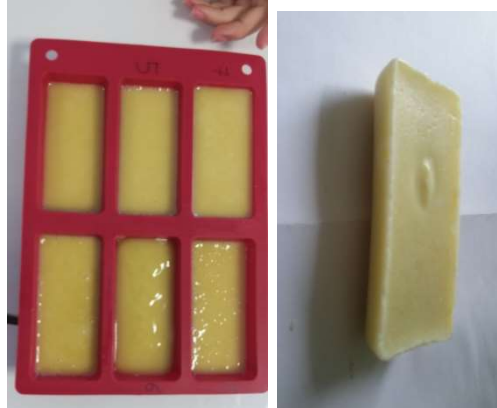
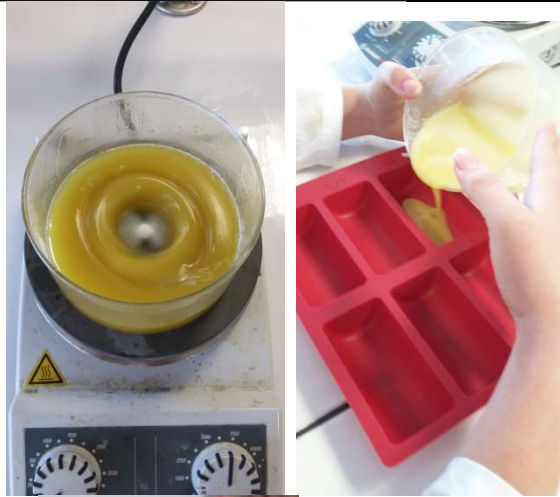
<p><b>Activité 1</b></p> <p>On attend les masses suivantes :</p> <p>huile d'olive = 80g          huile de coco = 20g          eau = 30 g (30 mL)          soude = 13,79g (ou un peu moins)</p> <p>La soude étant en défaut la composition du savon sera :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-savon</li> <li>-glycérol</li> <li>-huile essentielle de lavande</li> <li>-huile d'olive</li> <li>-huile de coco</li> </ul>	$m_{\text{corps gras}} = 100 \text{ g}$ $m_{\text{huile d'olive}} = \frac{80}{100} \times 100 = 80 \text{ g}$ $m_{\text{huile decoco}} = \frac{20}{100} \times 100 = 20 \text{ g}$ $m_{\text{eau}} = \frac{30}{100} \times 100 = 30 \text{ g donc } 30 \text{ mL}$ $m_{\text{soude}} = 0,134 \times 80 + 0,190 \times 20 = 14,52 \text{ g}$ $\text{surgras à } 5\% : m_{\text{soude}} = 14,52 - \frac{5}{100} \times 14,52 = 13,79 \text{ g}$
<p><b>Activité 2</b></p> <p>Quand on mélange la soude avec les huiles, on coupe le chauffage et on utilise l'agitateur magnétique pour mélanger.</p> <p>Il faut bouger le cristalliseur en faisant des ronds sur la plaque pour que le turbulent vienne mélanger aussi sur les bords.</p> <p>Cette méthode est dite « à froid » mais on utilise l'inertie thermique de la plaque chauffante.</p> <p>Les moules utilisés sont des moules de cuisines en silicone.</p> <p>Le film plastique sert à garder la chaleur de la réaction exothermique pour que la saponification se finisse dans les moules (pour être sûr de ne plus avoir de soude)</p> <p>On a enlevé le film plastique 24h après et on a démoulé la séance suivante (une semaine après) pour vérifier le pH (aux alentours de 9 parfait).</p>	



Après deux semaines de séchage les élèves ont eu leur savon ou demi savon qui sent bon la lavande.

On a coupé tous les savons en deux pour être sur que le cœur est bien homogène (pas de liquide, de taches blanches etc.)

Si le savon paraît bizarre, il faut le jeter.





### Activité 3

On attend des élèves qu'ils parlent du côté amphiphile des molécules de savon et qu'ils parlent de la formation de micelles autour d'une tâche.

Le pH normal d'un savon classique se situe vers 9-10

#### Protocole :

- mettre un petit morceau de savon dans 2 tubes à essais
- ajouter dans un tube à essais de l'eau douce
- ajouter dans l'autre tube à essais de l'eau dure
- boucher les deux tubes et agiter énergiquement.

#### Observations :

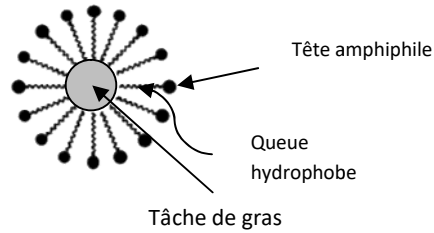
on observe que le pouvoir moussant du savon diminue avec la dureté de l'eau

#### Protocole :

- mettre un petit morceau de savon dans 1 tube à essais
- ajouter dans le tube à essais 2mL d'eau distillée
- agiter et laisser reposer 5 minutes
- À l'aide d'une baguette en verre, déposer une goutte de la solution du tube à essais sur un morceau de papier pH
- lire le pH

#### Observations :

on trouve un pH de 8-9, le savon est donc basique mais pas trop pour pouvoir l'utiliser.



**Ce qu'il faut savoir faire :**

Compétences	Capacités associées	Où dans cette séquence ?
APP	Rechercher et organiser les informations pour les calculs des masses et pour expliquer le terme "surgras".	Activité n°1
	Expliquer la propriété détergente du savon	Activité n°3
	Rechercher le pH normal d'un savon classique	
ANA	Donner la composition finale du savon	Activité n°1
	Proposer un protocole expérimental pour le pouvoir moussant du savon	Activité n°3
	Proposer un protocole expérimental pour mesurer le pH du savon	
REA	Réaliser les calculs des masses	Activité n°1
	Réaliser la saponification en suivant le protocole	Activité n°2
	Utiliser une balance et une éprouvette graduée	Activité n°2
	Réaliser les protocoles proposés	Activité n°3
	Mesurer un pH avec du papier pH	
VAL	Conclure sur le pouvoir moussant d'un savon en fonction de la dureté de l'eau	Activité n°3
	Confronter la valeur du pH du savon avec celle attendue	
COM	Rédiger les questions de manière cohérente et compréhensible	Activité n°1, 2 et 3

**Liens avec le programme de physique chimie de seconde**

Thème	Notions et contenus	Où dans cette séquence ?
Constitution et transformation de la matière 1.A. Description et caractérisation de la matière à l'échelle macroscopique	Espèce chimique Solution aqueuse Solvant, soluté	Activité n°1 ,2et 3
Constitution et transformation de la matière 2.B. transformation chimique	Modélisation macroscopique d'une transformation par une réaction chimique Réactif limitant Transformation chimique exothermique Synthèse d'une espèce chimique	Activité n°1 et 2



## PARTIE 3 : Comment fabriquer l'emballage du savon?

Les films conventionnels, en polyoléfines, constituent 2% des déchets domestiques. En 1989 par exemple, les français avaient consommé 75 000 tonnes de plastique sous forme de sacs d'emballage. Ces films deviennent polluants s'ils ne sont pas recyclés ou incinérés. Depuis le 1er janvier 2010, la commercialisation ou la distribution de sacs ou emballages en plastique non biodégradables sont interdites sur le territoire français. Dans ce contexte, le développement des films biodégradables a contribué de façon importante à la protection de l'environnement.

### ACTIVITE 1. Le plastique biodégradable

- **Objectifs** : comprendre l'impact du plastique sur l'environnement et introduire la notion de plastique agrosourcé
- **Explicitation des consignes, des attentes ; taches possibles** : Répondre aux questions relatives, aux matières plastiques et l'emballage biodégradable à l'aide des documents.

#### Document 1 : Les plastiques

Initiée il y a seulement une soixantaine d'années, la production de masse des matières plastiques s'est accélérée à une telle vitesse qu'elle a généré 8,3 milliards de tonnes, dont la plupart sont des produits jetables qui finissent par devenir des déchets. 91% des déchets plastiques ne sont pas recyclés

**Une fois à la décharge, le plastique continue de polluer pendant plusieurs centaines d'années**, le temps nécessaire à sa décomposition. Par exemple, un briquet met 100 ans à se décomposer, une serviette hygiénique 450 ans à se décomposer, un sac en plastique 450 et une bouteille d'eau peut mettre jusqu'à 1000 ans avant de disparaître complètement.

Chaque année, huit millions de tonnes de plastique sont rejetées en mer. Ces matériaux évoluent au gré des courants, s'agglutinent dans plusieurs zones des océans et menacent animaux et écosystèmes. Par exemple, la surface de la décharge flottante située dans l'océan Pacifique ferait trois fois celle de la France.

Source : <https://www.futura-sciences.com>

#### Document 2 : Les sacs biodégradables

##### Les sacs oxo biodégradables :

Ces sacs, issus du pétrole, ne présentent pas de différences visibles, alors qu'ils sont bien différents. Un additif est ajouté au polyéthylène, lors de la fabrication des sachets en plastique. Cet agent est un sel de métal de transition, le cobalt. Utilisé à de très faibles concentrations, il n'est pas nocif, mais permet une décomposition plus rapide de la structure chimique du plastique.

##### Les sacs biodégradables à base de végétaux (agrosourcés) :

Ce sac bio est fabriqué, à partir d'amidon de maïs ou de pomme de terre, mais comprend une partie de polyester d'origine fossile. Il se dégrade, en quelques mois et peut se composter. Pour répondre aux normes européennes, les fabricants de ce genre de sac doivent remplacer peu à peu, la quantité de polyester au profit d'amidon de maïs.

Bien que le sac en amidon paraisse pouvoir résoudre les problèmes, ce sachet biodégradable sera lui-même source de pollution si son usage se généralise. En effet, pour faire face à la demande de maïs, l'utilisation d'OGM semble inévitable, ainsi que l'utilisation d'engrais et de pesticides. À côté de ce problème écologique, il y a le problème lié, au fait d'utiliser des ressources alimentaires et donc, des terres agricoles et beaucoup d'eau, pour fabriquer des poches plastiques destinées à être rapidement jetées.



### Questions sur les plastiques

1. En quoi l'utilisation de plastiques constitue un problème pour l'environnement ?
2. Quels sont les avantages d'un plastique biodégradable ?
3. Qu'utilise-t-on comme matière première pour fabriquer des sacs biodégradables ?
4. Quels sont les problèmes que peuvent engendrer l'utilisation de plastiques agrosourcés ?

### ACTIVITE 2. Fabriquer un plastique à partir d'amidon de maïs

- **Objectifs** : réaliser un plastique biodégradable agrosourcé à l'aide d'un protocole fourni
- **matériel** :
  - bécher de 100 mL
  - balance et spatule
  - éprouvette graduée de 5 mL et de 50 mL
  - pipette graduée de 5 mL plus propipette
  - pipette pasteur
  - plaque chauffante avec agitateur magnétique
  - baguette en verre
  - pochette plastique
  - amidon de maïs (maïzena)
  - 100 mL de glycérol
  - eau distillée
  - colorant alimentaire
  - 100 mL d'acide chlorhydrique à  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$
  - 100 mL d'hydroxyde de sodium à  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$
- **Explicitation des consignes, des attentes ; taches possibles** :  
On demande aux élèves de réaliser le plastique en suivant le protocole.

#### Document 3 : Expérience à réaliser

1. Peser 5 g d'amidon de maïs et le placer dans le bécher de 100 mL
2. Ajouter dans celui-ci, dans l'ordre :
  - 5 mL de solution de glycérol (mesuré avec une éprouvette graduée)
  - 30 mL d'eau distillée
  - 5 gouttes de colorant alimentaire (à l'aide d'une pipette plastique)
  - 3 mL de solution d'acide chlorhydrique à  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  à l'aide de la pipette graduée.
3. Placer le bécher sur le dispositif de chauffage et agiter à l'aide de l'agitateur magnétique pendant une quinzaine de minutes.
4. Lorsque le mélange devient visqueux, continuer à agiter pendant 2 ou 3 minutes.
5. Neutraliser alors la solution visqueuse ainsi obtenue par l'ajout de 3 mL d'hydroxyde de sodium à  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  à l'aide de la pipette graduée.
6. Verser alors le contenu du bécher sur une pochette plastique (ou une plaque en verre) et étaler uniformément la solution (mais pas trop !).
7. Laisser sécher à l'air libre : on obtient une feuille plastifiée biodégradable agrosourcée !





## Résultats d'expériences et dispositifs expérimentaux

### Activité 1

les plastiques ne sont pratiquement pas recyclés. Ils mettent très longtemps à se décomposer. Ils forment donc une masse de déchets gigantesque en constante augmentation qui se retrouve dans la nature et menace animaux et écosystèmes.

Les plastique biodégradables ont l'avantage de se décomposer rapidement et peuvent même être compostés pour les agrosourcés

Les sacs biodégradables sont soit fabriqués à partir de pétrole avec un additif pour la décomposition soit fabriqués a partir d'agro-ressources comme l'amidon de maïs ou de pomme de terre.

Les sacs agrosourcés vont utiliser des ressources alimentaires, engendrer l'utilisation d'engrais et de pesticides. Utiliser beaucoup d'eau.

### Activité 2

Il faut bien chauffer.

Le mélange devient visqueux aux alentours de 15 minutes.

Faire attention car quand le mélange devient visqueux, le turbulent peut se bloquer et faire tourner le bécher sur la plaque.







Faire les formes que l’on veut sur la pochette plastique. Ni trop épais ni trop fin.  
En séchant, le plastique se rétracte et peut craqueler.



Quand le plastique est sec, on le détache de la pochette.



### Ce qu’il faut savoir faire :

Compétences	Capacités associées	Où dans cette séquence ?
APP	Rechercher et organiser l'information pour répondre aux questions	Activité n°1
REA	Réaliser l'expérience en suivant le protocole	Activité n°2
	Utiliser une balance, une éprouvette graduée et une pipette graduée	
COM	Rédiger les questions de manière cohérente et compréhensible	Activité n°1

### Liens avec le programme de physique chimie de seconde

Thème	Notions et contenus	Où dans cette séquence ?
Constitution et transformation de la matière 2.B. transformation chimique	Synthèse	Activité n°2



## PARTIE 4 : Comment fabriquer une colle à partir d'agro-ressources?

Le collage est l'une des premières techniques d'assemblage d'une structure que l'Homme ait utilisée en complément éventuel de celle du coincement pour l'emmanchement. L'attrait pour le collage n'est pas fortuit, il faut signaler que la nature a toujours été particulièrement généreuse, puisque de tout temps et en tout lieu, elle a mis à la disposition de l'Homme un grand nombre de produits adhésifs naturels d'origine végétale, animale et minérale (glu extraite de l'écorce tendre du houx, chair visqueuse du fruit du gui (utilisée par les Romains pour piéger les petits oiseaux), jus de gousse d'ail pressée (employé au début du XXe siècle par les lunetiers pour parfaire le maintien des verres dans leur monture), sève résineuse des conifères, miel (utilisés au Moyen Âge et au début de la Renaissance pour lier les pigments colorés et coller les feuilles d'or sur les manuscrits enluminés), caséine du lait (utilisée au début XXe siècle dans l'aéronautique naissante)...etc.

### ACTIVITE 1. Comment fabriquer une colle à partir de lait?

- **Objectifs** : trouver les grandes étapes de la fabrication de la colle à partir de documents.
- **Explicitation des consignes, des attentes ; tâches possibles** :  
Lire les documents et répondre aux questions

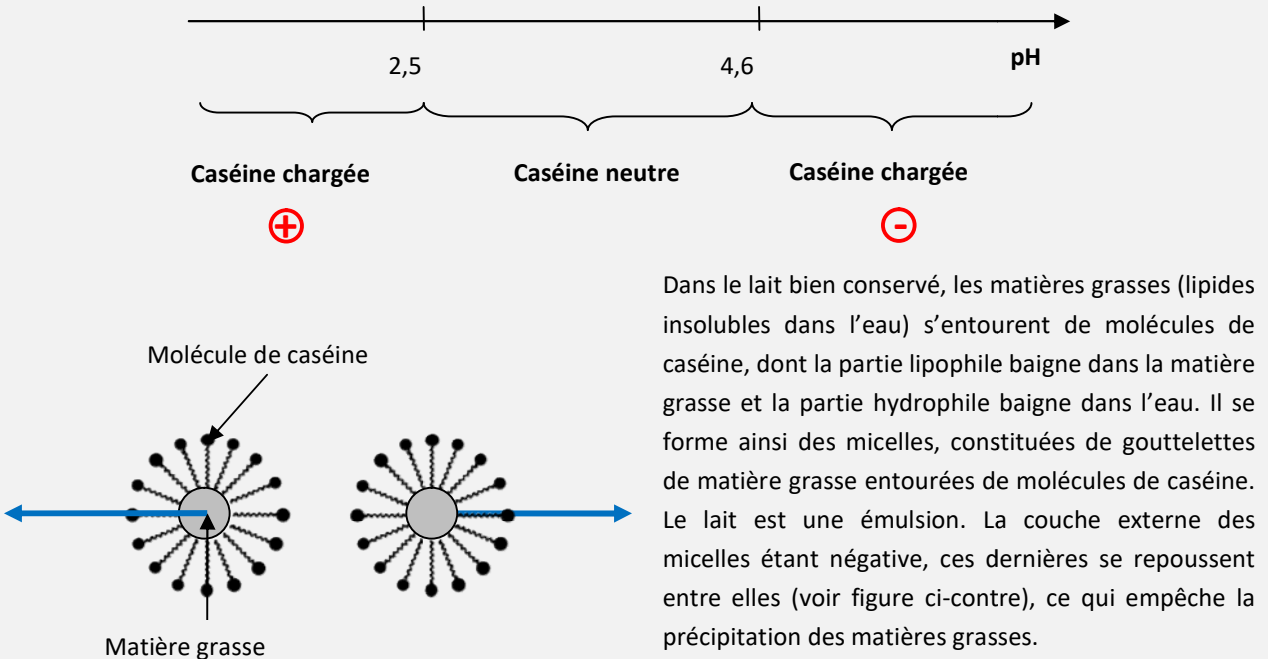
#### Document 1 : Le lait

Le lait est un mélange complexe et instable d'eau (87%) et de nutriments (l'extrait sec : 13%) constitués de lipides, de protéines, de glucides et de matière saline. Les protéines les plus abondantes dans le lait sont les caséines. Le pH du lait bien conservé est égal à 6,5.

#### Document 2 : Les caséines

Ce sont des macromolécules composées d'une longue chaîne carbonée et azotée dite lipophile, car peu soluble dans l'eau et possédant une affinité pour les graisses, et d'un bout de chaîne dit hydrophile, car soluble dans l'eau. On dit que la caséine est amphiphile ou encore que c'est un tensioactif.

La charge électrique de la caséine varie avec le pH (voir diagramme ci-dessous) :





En faisant diminuer le pH du lait, on diminue la répulsion électrostatique entre micelles, et on peut ainsi provoquer leur précipitation sous forme d'un coagulum de matière grasse et de caséine : le caillé. Pour obtenir **un caillé** de bonne consistance, il est nécessaire de chauffer le lait modérément (40 à 50°C) et de faire varier lentement le pH. En éliminant les matières grasses du caillé qu'il contient, il reste l'ingrédient principal d'une colle : la colle à la caséine utilisée dans la fabrication des bouchons de liège, des contre-plaqués, des charpentes lamellées-collées, etc.

### Document 3 : Données physico-chimiques

**Acétone (propanone)** : Très soluble dans l'eau, bon solvant des matières grasses.

**Caséine** : Insoluble en solution aqueuse acide et dans l'acétone. Soluble en solution aqueuse basique.

### Document 4 : La colle à la caséine de lait

Cette recette est simple à mettre en œuvre, est garantie sans aucun solvant, elle est écologique et économique.

- Peser la caséine.
- Diviser sa masse par quatre pour obtenir la masse de chaux éteinte(\*) à ajouter.
- Diviser sa masse par dix pour obtenir la masse de craie(\*) à ajouter.
- Mélanger les trois constituants jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène. Il peut être nécessaire d'ajouter de l'eau.

(\*) Chaux éteinte : hydroxyde de calcium  $\text{Ca}(\text{HO})_2$

Craie : carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$

Source : <http://www.espritchabane.com>

### Document 5 : Matériel à utiliser

Plaque chauffante ; dispositif de filtration sur Büchner ; lait entier ; Carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$  ; Solution d'acide éthanoïque à  $1 \text{ mol.L}^{-1}$  ; Acétone (propanone) ; hydroxyde de calcium  $\text{Ca}(\text{HO})_2$  ;

### Questions sur la méthode de fabrication

1. Pourquoi peut-on dire que le lait est une émulsion ?
2. Identifier les trois grandes étapes permettant de réaliser de la colle à partir de lait
3. Pour chaque étape, justifier l'utilisation du matériel proposé dans le document 5.

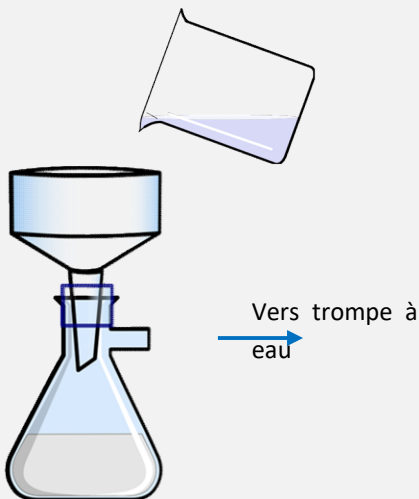
### ACTIVITE 2. Réaliser la colle à partir de lait

- **Objectifs** : Réaliser la synthèse de la colle à l'aide d'un protocole fourni
- **matériel** :
  - bécher de 250 mL (résistant à la chaleur)
  - deux béchers de 50 mL
  - pot en verre (style pot de yaourt)
  - plaque chauffante avec agitation magnétique
  - thermomètre
  - pipette graduée de 10 mL + propipette
  - baguette en verre
  - papier pH
  - dispositif de filtration sur Büchner



- éprouvette graduée de 5 mL
  - un verre de montre
  - balance + coupelle de pesée + spatule
  - pince en bois
  - deux morceaux de bois
  - pissette d'eau distillée
  - pipette pasteur
  - Lait entier
  - acétone
  - Hydroxyde de calcium solide
  - Carbonate de sodium solide
  - Acide éthanoïque à 10%
- **Explicitation des consignes, des attentes ; taches possibles :**
- Suivre le protocole pour fabriquer la colle à partir de lait.
  - Coller deux morceaux de bois pour vérifier l'efficacité de la colle

**Document 6 : Expérience à réaliser**



1. Introduire environ 50 mL de lait dans le bécher de 250 mL et le porter à environ 40°C en agitant.
2. Ajouter alors doucement au goutte à goutte, à l'aide d'une pipette graduée 10 mL d'une solution d'acide éthanoïque à 10%.
3. Vérifier à l'aide de papier pH que le pH du lait est compris entre 4 et 5. Si ce n'est pas le cas, rajouter quelques gouttes d'acide éthanoïque.
4. Filtrer sur le filtre Büchner garni d'une gaze. Laver le gâteau à l'aide de 10 mL environ d'eau distillée froide et filtrer à nouveau.
5. Transférer le gâteau dans le bécher initial et ajouter 5 mL d'acétone. Agiter soigneusement. Filtrer sur le Büchner garni d'un rond de papier filtre. Essorer soigneusement le gâteau en laissant sous vide au moins 5 min.
6. Essuyer le gâteau avec du papier absorbant et le transférer dans un verre de montre.
7. Dans un pot en verre, à l'aide d'un agitateur en verre, mélanger soigneusement environ 4 g de caséine extrait précédemment, 1 g d'hydroxyde de calcium et 0,4 g de carbonate de sodium. Ajouter goutte à goutte de l'eau distillée en agitant jusqu'à obtention d'une pâte homogène.

**Résultats d'expériences et dispositifs expérimentaux**

**Activité 1**

Le lait est une émulsion car c'est un mélange d'eau et de graisse. La caséine (tensioactif) stabilise l'émulsion

On vérifie dans un premier temps l'identification des trois étapes

Étape 1 : Faire un caillé pour extraire la caséine et la matière grasse du lait

On utilisera la plaque chauffante pour chauffer au alentour de 40-50°C.

On utilisera l'acide éthanoïque pour diminuer le pH et obtenir le caillé

On utilisera la filtration sur Büchner pour séparer le caillé obtenu du lait

Étape 2 : Séparer la caséine et la matière grasse du caillé

On utilisera l'acétone pour dissoudre la matière grasse



On vérifie en suite le matériel à utiliser pour les étapes.

On utilisera la filtration sur Büchner pour récupérer la caséine  
Étape 3 : réalisation de la colle  
On utilisera la caséine  
On utilisera de l'hydroxyde de calcium,  $\text{Ca}(\text{HO})_2$   
On utilisera du carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$

**Activité 2**

On fait cailler le lait, puis on filtre pour récupérer la caséine et la graisse.



On ajoute de l'acétone pour dissoudre les graisses et on filtre pour récupérer la caséine.



On mélange la caséine, l'hydroxyde de calcium et le Carbonate de sodium avec un peu d'eau pour obtenir une pâte. On peut mettre plus d'eau pour une pâte plus « liquide ».





Ça colle.



**Et pour faire la même à la maison...**

- Porter 10 cL de lait à ébullition
- Mettre le jus d'un ½ citron en mélangeant (ou du vinaigre blanc)
- Filtrer avec un filtre à café sur un entonnoir pour récupérer les grumeaux
- Essorez soigneusement entre deux feuilles papier essuie-tout Et voilà, vous obtenez la caséine !
- Mélanger dans une tasse la caséine avec 1 cL d'eau
- Ajouter 1 cuillère de bicarbonate de soude alimentaire
- Mélanger, la pâte devient lisse et brillante : la colle maison est prête !



**Ce qu'il faut savoir faire :**

Compétences	Capacités associées	Où dans cette séquence ?
APP	Rechercher et organiser l'information pour : - expliquer le terme émulsion - déterminer les trois étapes de la fabrication	Activité n°1
ANA	Proposer le matériel à utiliser pour les 3 étapes	Activité n°1
	Vérifier l'efficacité de la colle	Activité n°2
REA	Réaliser la colle en suivant le protocole	Activité n°2
	Utiliser une balance, une éprouvette graduée et une pipette graduée	
COM	Rédiger les questions de manière cohérente et compréhensible	Activité n°1

**Liens avec le programme de physique chimie de seconde**

Thème	Notions et contenus	Où dans cette séquence ?
<b>Constitution et transformation de la matière</b> 1.A. Description et caractérisation de la matière à l'échelle macroscopique	<b>Mélanges homogènes et hétérogènes</b> Espèce chimique Solution aqueuse Solvant, soluté	Activité n°1 et 2
<b>Constitution et transformation de la matière</b> 2.B. transformation chimique	<b>Synthèse</b>	Activité n°1 et 2