



Séquence n°1

Avec quoi se lave-t-on ?

Avec quoi se lave-t-on ?

La réponse peut, de prime abord, sembler évidente ... avec du savon !

Cependant, quand on s'attarde sur le contenu des produits d'hygiène que mettent à notre disposition les différents manufacturiers, on découvre une réalité bien plus complexe, et parfois déroutante.



Illustration Wikipédia Creative Common

Au travers d'activités expérimentales, les élèves vont étudier la formulation de quelques gels lavants, mettre en évidence les différences de comportement et l'intérêt de certaines espèces chimiques.

Partie 1 Décodons les étiquettes.

Partie 2 Pourquoi avoir abandonné les savons ?

Partie 3 Des gels qui ne manquent pas de sel.

Partie 4 Essais de formulation.

Pour terminer cette séquence, il est possible de proposer de faire réaliser aux élèves un gel lavant pour les mains ; une synthèse d'éthanoate de linalyle ou une hydrodistillation d'huile essentielle de lavande peut alors compléter le thème.



Partie 1 : Décodons les étiquettes

Les gels lavants ont été popularisés dans les années 1980 ; aujourd’hui, on peut estimer que plus de 200 formulations de gels lavants pour les mains sont commercialisées.

ACTIVITE 1. Découvrons les étiquettes

- **Objectifs :** Lire les étiquettes des gels lavants
- **Ressources disponibles :** Documents donnant la composition des différents gels
- **Explication des consignes, des attentes ; tâches possibles :** les élèves interprètent la composition des gels lavants en utilisant leurs connaissances et des sources extérieures

Le document 1 reprend les informations présentes sur les flacons de quatre gels lavants largement diffusés en France.

La composition indiquée s’appuie sur les dénominations de l’International Nomenclature of Cosmetic Ingredients (INCI). Les noms sont différents de ceux attribués par les chimistes et peuvent faire référence à un mélange d’espèces chimiques et non à des corps purs.

Document 1 : Présentation de quatre gels lavants

Dénomination commerciale	Packaging	Composition
Baylis & Harding Wild Lavender & Geranium Savon liquide pour les mains		AQUA , SODIUM CHLORIDE, SODIUM LAURETH SULFATE, COCAMIDOPROPYL BETAINE, GLYCERIN, DISODIUM EDTA, PEG-7 GLYCERYL COCOATE, <u>PARFUM (FRAGRANCE)</u> , SODIUM BENZOATE, CITRIC ACID, POTASSIUM SORBATE, BENZOPHENONE-4, PEG-150 DISTEARATE, SODIUM HYDROXIDE, ASCORBYL PALMITATE, HEXYLENE GLYCOL, <u>CI 17200</u> , <u>CI 42090</u> , <u>EUCALYPTUS GLOBULUS OIL</u> , <u>LINALOOL</u> .
Le Petit Olivier Pur Savon Liquide De Marseille Parfum Lavande		AQUA , POTASSIUM COCOATE, GLYCERINE, DECYL GLUCOSIDE, PARFUM , POTASSIUM OLIVATE, HUILE DE COCOS NUCIFERA , HUILE DE FRUIT D'OLEA EUROPAEA , HYDROXYETHYLCELLULOSE, POLYSORBATE 60, TETRASODIUM GLUTAMATE DIACETATE, TOCOPHEROL, DISODIUM PHOSPHATE, SODIUM PHOSPHATE, <u>CI 17200</u> , <u>CI 42090</u> , <u>LINALOL</u> , <u>GERANIAL</u> , <u>COUMARINE</u> , <u>CITRONELLOL</u> , <u>ALCOOL ANISE</u>
Savon Liquide Mains Parfum Lavande CARREFOUR SOFT		AQUA, SODIUM LAURETH SULFATE, SODIUM CHLORIDE, COCAMIDOPROPYL BETAINE, GLYCERIN, SODIUM BENZOATE, PEG-4 RAPSEEDAMIDE, PARFUM, POTASSIUM SORBATE, GLYCERYL OLEATE, COCO-GLUCOSIDE, CITRIC ACID, POLYQUATERNIUM-7, <u>LAVANDULA OIL/EXTRACT</u> , <u>LINALOOL</u> , <u>LINALYL ACETATE</u> , <u>LAVANDULA ANGUSTIFOLIA FLOWER EXTRACT</u> , OCTADECYL DI-T-BUTYL-4-HYDROXYHYDROCINNAMATE, TOCOPHEROL, HYDROGENATED PALM GLYCERIDES CITRATE, SODIUM HYDROXIDE, <u>CL 16185</u> , <u>CL 42090</u> .



Savon Le Naturel Liquide Miel de Lavande		AQUA - POTASSIUM COCOATE - POTASSIUM OLEATE - POTASSIUM OLIVATE - SODIUM CHLORIDE - POTASSIUM CARBONATE - <u>MEL EXTRACT / HONEY EXTRACT</u> - PPG-5-CETETH-20 - <u>LINALOOL</u> - POTASSIUM SORBATE - POTASSIUM HYDROXIDE - GLYCERIN - <u>PARFUM / FRAGRANCE</u> - SODIUM BENZOATE - COUMARIN - TETRASODIUM GLUTAMATE DIACETATE - CITRAL - CITRIC ACID - BENZYL ALCOHOL .
--	---	--

Questions

1. Le gel lavant est-il un corps pur ?
2. Quel est la nature d'un mélange tel qu'un gel lavant ?
3. Quelle est la seule espèce chimique commune à tous ces gels lavants ?
4. Quelle est la position de cette espèce chimique dans la composition de ces gels lavants ? Pour quelle raison cette espèce chimique a cette position dans la liste des différentes substances ?
5. Quel critère a, selon vous, été choisi pour énumérer les différentes substances qui entrent dans la composition des gels lavants ?
6. Identifier au moins une autre espèce chimique courante qui entre dans la composition de ces gels lavants
7. Les espèces chimiques Sodium laureth sulfate, potassium cocoate, potassium olivate, potassium oléate et cocoamidopropyl bétaine ont la même fonction ; laquelle ?
8. Ces 4 gels lavants ont un point commun ; lequel ?
9. Quel est le rôle des substances soulignées ?

ACTIVITE 2. Y-a-t-il beaucoup d'eau dans un gel lavant ?

- **Objectifs :** Déterminer la teneur massique en eau de différents gels lavants.
- **Matériel :**
 - Quatre couvercles de boîtes de Pétri par groupe
 - Une balance au 1/100^{ème} par groupe
 - 4 Flacons de gels lavants pour les mains
 - Une étuve ventilée réglée à 65°C.
- **Ressources disponibles :** Documents définissant la teneur en eau, protocole et tableau de mesures.
- **Explication des consignes, des attentes ; tâches possibles :** Chaque groupe étudie les teneurs en eau des quatre gels, ils mettent à profit le temps d'attente pour réaliser l'activité 2.

DOCUMENT 2 : teneur en eau

La teneur en eau (%H₂O) s'exprime par le rapport :

$$\%H_2O = \frac{\text{Masse d'eau dans un échantillon analysé (g)}}{\text{masse de l'échantillon analysé}}$$

**DOCUMENT 3 : Détermination de la teneur en eau d'un gel lavant**

- Peser une boîte de Pétri, en utilisant une balance ayant une précision au 1/100ème de gramme. Reporter la masse exacte dans le tableau de mesures (document 3).
- Verser, dans la boîte de Pétri, un échantillon de gel lavant à analyser d'environ 5 g. Reporter dans le tableau de mesures la masse exacte de l'ensemble boîte de Pétri+ gel.
- Placer la boîte de Pétri dans une étuve ventilée portée à la température $\theta=65^{\circ}\text{C}$
- Après 30 minutes, relever, au brouillon, la masse de l'ensemble boîte de Pétri+ gel, puis replacer la boîte dans l'étuve.
- Faire un relevé de masse toutes les cinq minutes.

Lorsque la variation de masse entre deux mesures successives n'excède pas 0,05 g, vous pouvez considérer que toute l'eau a été éliminée.

Document 4 : Tableau de résultats

Gel	Masse de la boîte de Pétri (g)	Masse boîte de Pétri + gel au début (g)	Masse boîte de Pétri +gel après séchage complet	Masse de gel testé (g)	Masse d'eau évaporée (g)	Pourcentage d'eau dans le gel (%)
Baylis & Harding						
Petit Olivier						
SOFT						
Le Naturel						

Questions

1. Déterminer les teneurs en eau des quatre gels lavants.
2. Au vu de vos résultats expérimentaux, quel est le critère qui est choisi pour indiquer l'ordre des constituants qui entrent dans la composition d'un gel ?



ACTIVITE 3. D'où viennent les détergents ?

- **Objectifs** : Exploiter la base documentaire pour répondre aux questions.
- **Ressources disponibles** : Base documentaire présentant l'histoire des détergents et quelques formules semi-développées d'espèces chimiques entrant dans la formulation d'un gel lavant.
- **Explication des consignes, des attentes ; tâches possibles** : Les questions reposent principalement sur le document 6, certaines questions nécessitent de croiser les informations contenues dans plusieurs documents.

Document 5 : Une brève histoire des détergents

Selon une légende, le savon aurait été créé sur les pentes du **mont Sapoo**, montagne qui serait située près de Rome.

Au sommet de cette montagne étaient réalisés des sacrifices d'animaux.

Un mélange de cendres de bois, de graisse animale et d'eau s'écoulait le long de la pente et se transformait en savon avant de rejoindre la rivière, le Tibre.

Le linge lavé dans l'eau de la rivière en bas du mont était particulièrement propre.

Cela n'est, bien-sûr, qu'un mythe ; on trouve des recettes de fabrication du savon qui datent de plus de 500 ans avant notre ère au Moyen Orient. Les Romains eux-mêmes attribuaient cette invention aux Gaulois.

Le point commun entre toutes ces recettes archaïques est qu'elles faisaient intervenir des corps gras (graisse ou huile) d'origine animale ou végétale et des substance minérales alcalines (basiques, hydroxyde de potassium ou de sodium ou carbonate de potassium ou de sodium).

Au fil des siècles, les modes de fabrication n'ont cessé de se perfectionner, tant au niveau des ingrédients qu'au niveau des techniques opératoires.



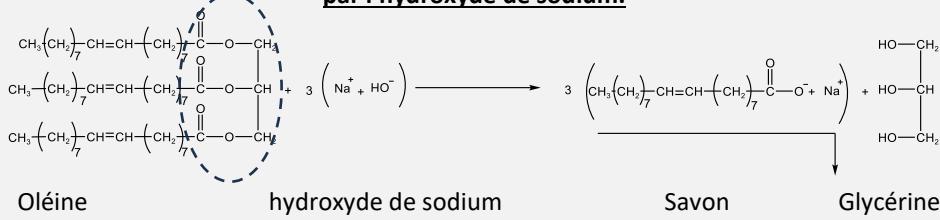
Un édit de Louis XIV, en 1688, va réglementer le « SAVON DE MARSEILLE », en imposant que sa fabrication soit faite exclusivement à base d'huile d'olive et de soude.

En 2003, un texte vient préciser la définition du SAVON DE MARSEILLE, qui doit être issu d'un procédé de fabrication faisant exclusivement intervenir des corps gras d'origine végétale, éventuellement animale, et qui exclut l'intégration de tout produit de synthèse.

Il a cependant fallu attendre le XIXème siècle pour que le chimiste Français Michel CHEVREUL découvre la structure chimique des corps gras et modélise la réaction de saponification. Les corps gras sont constitués d'un mélange de molécules qui ont une structure analogue à l'oléine mais avec des extrémités de longueur variable.

Les bases, telles que l'hydroxyde de sodium, vont détruire ces molécules pour former un mélange de carboxylates de sodium ou potassium, qui constitue le savon.

**Réaction de saponification de l'oléine (une des molécules constituant l'huile d'olive)
par l'hydroxyde de sodium.**



Le savon obtenu est un mélange d'espèces chimiques qui présentent des longueurs de chaîne carbonée différentes. La composition exacte du savon dépend de l'origine du corps gras utilisé.



Au début du XXème siècle, des additifs commencent à être ajoutés aux savons pour accroître leurs performances. L'addition de PERborate et SILicate permet d'améliorer l'efficacité des savon ; ainsi naît la marque Persil.

Durant l'entre-deux-guerres, les chimistes synthétisent des agents lavants alternatifs issus du pétrole. Le terme **détergent**, qui englobe ces nouvelles espèces chimiques et savons, est alors utilisé.

Lors de la seconde guerre mondiale, le commerce des huiles est perturbé, ce qui favorise le développement de ces nouveaux agents ; actuellement, les savons représentent moins de 10% des détergents utilisés pour l'hygiène corporelle.

Document 6 : Formules chimiques de quelques détergents entrant dans la composition des gels lavants.

Nom	Formule
Sodium lauryl sulfate SLS ou SDS	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{S}(=\text{O})_2-\text{O}^- \text{Na}^+$
Potassium oléate	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}=\text{CH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array} \text{O}^- \text{C}-\text{O}^- \text{K}^+$
Sodium laureth sulfate SLES	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{S}(=\text{O})_2-\text{O}^- \text{Na}^+$
Potassium cocoate	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\left(\text{CH}_2\right)_n-\left(\text{CH}\right)_o-\left(\text{CH}_2\right)_p-\left(\text{CH}\right)_q-\left(\text{CH}_2\right)_r-\text{O}^- \text{C}-\text{O}^- \text{K}^+ \\ \text{Mélange de molécules ayant une chaîne carbonée de longueur variable} \\ (\text{n}, \text{o}, \text{p}, \text{q} \text{ et } \text{r} \text{ compris entre 0 et 9}) \end{array}$
cocamidopropyl betaine	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{O}^-$

Questions

1. Le savon a-t-il été inventé par les Italiens ?
2. Le mont Sapo et le Tibre existent-ils ?
3. Est-il possible de fabriquer un savon en utilisant de la graisse de canard ?
4. Un parisien peut-il fabriquer un SAVON DE MARSEILLE ?
5. Le savon est-il un corps pur au sens chimique du terme ?
6. De nos jours, l'Homme utilise-t-il principalement des savons pour se laver ?
7. La marque Palmolive® a été créée en 1898 aux USA ; elle fabrique, depuis, des produits d'hygiène. En vous appuyant sur l'origine de la marque Persil®, proposer une origine pour le nom de la marque Palmolive®.
8. Parmi les gels proposés, identifiez, en vous appuyant sur les documents 1, 4 et 5, ceux qui peuvent être assimilables à un savon ?
9. Les gels assimilables à du savon peuvent-ils bénéficier de la dénomination « SAVON DE MARSEILLE » ?





Résultats d'expériences et dispositifs expérimentaux

Activité 1 Réponses aux questions	1. Un gel lavant est un mélange homogène constitué de plusieurs espèces chimiques, c'est donc une solution. 2. Les différentes substances sont classées par ordre décroissant de leur présence dans la composition du gel. 3. L'eau, AQUA, est la seule espèce commune 4. L'eau étant l'espèce chimique en plus grande quantité, elle peut être qualifiée de solvant. 5. On peut citer le chlorure de sodium, éventuellement l'hydroxyde de sodium 6. Ce sont des détergents ou tensioactifs ; leur rôle est de solubiliser dans l'eau de lavage les substances qui souillent la surface à nettoyer. 7. Les gels étudiés sont parfumés à la lavande. 8. Les substances soulignées sont des colorants et des parfums, parfois naturels, qui viennent conforter l'idée que l'on a un produit lavant à la lavande. L'huile essentielle de lavande n'est pas bleue, la coloration est purement artificielle, un des fabricants a fait le choix de simplement teindre son flacon.																				
Activité 2 Une température de consigne de 65°C va limiter le risque de brûlure et de dégradation des composés intervenant dans la formulation. L'évaporation est lente, une durée de 45 minutes est souvent nécessaire. Un essai de Dean-Stark a été tenté ; après avoir extrait la moitié de l'eau, une mousse abondante finit par se former. Le pourcentage en eau se calcule par le rapport, exprimé en pourcentage, de la masse d'eau sur une masse de gel. On trouve des pourcentages en eau de l'ordre de 80 à 85% pour les gels testés.	<table border="1"><thead><tr><th>Echantillon</th><th>Baylis</th><th>Savon naturel extra pur miel</th><th>Soft lavande</th><th>Petit olivier pur savon liquide</th></tr></thead><tbody><tr><td>$m_{\text{début}} (\text{g})$</td><td>4,95</td><td>5,19</td><td>5,31</td><td>5,01</td></tr><tr><td>$m_{\text{fin}} (\text{g})$</td><td>0,67</td><td>1,27</td><td>0,91</td><td>0,84</td></tr><tr><td>%H₂O</td><td>86,5 %</td><td>75,5 %</td><td>82,9%</td><td>83,2%</td></tr></tbody></table> <p>Les gels sont constitués d'eau à plus de 80% ; l'eau est le premier constituant nommé, on peut en déduire que l'ordre est établi en fonction de la teneur décroissante des espèces chimiques dans les gels lavants.</p>	Echantillon	Baylis	Savon naturel extra pur miel	Soft lavande	Petit olivier pur savon liquide	$m_{\text{début}} (\text{g})$	4,95	5,19	5,31	5,01	$m_{\text{fin}} (\text{g})$	0,67	1,27	0,91	0,84	%H ₂ O	86,5 %	75,5 %	82,9%	83,2%
Echantillon	Baylis	Savon naturel extra pur miel	Soft lavande	Petit olivier pur savon liquide																	
$m_{\text{début}} (\text{g})$	4,95	5,19	5,31	5,01																	
$m_{\text{fin}} (\text{g})$	0,67	1,27	0,91	0,84																	
%H ₂ O	86,5 %	75,5 %	82,9%	83,2%																	
Activité 3 Réponses aux questions	1. Non, le mythe du mont Sapo est une légende récente apparue au cours XIX ^{ème} ou XX ^{ème} siècle vraisemblablement. 2. Le mont Sapo n'a pas d'existence, mais le Tibre est le nom du fleuve qui traverse Rome. 3. Oui, même si on utilise quasi exclusivement des corps gras d'origine végétale. 4. Oui, le texte de référence impose l'utilisation de corps gras et de substances alcalines et exclut tout autre additif ; tout savon répondant à ce cahier des charges peut être qualifié de « Savon de Marseille ». 5. Non, le texte indique que les savons sont issus d'un produit naturel constitué d'un mélange de molécules et conduit, par saponification, à un mélange de carboxylates ; le savon n'est donc pas constitué d'une seule espèce chimique. 6. Non, l'homme n'utilise quasiment plus de savon pour se laver ; on en trouve actuellement dans quelques gels pour les mains et dans les produits bio. Les savons ont été remplacés par des détergents de synthèse, l'un des plus courants est le SLES (Sodium LaurEth Sulfate). Les détergents sont moins sensibles à la dureté de l'eau et peuvent être utilisés pour concevoir des gels ayant des pH proches de celui de la peau.																				



	<ol style="list-style-type: none">7. La marque Palmolive® est une référence aux huiles de palme et d'olive qui étaient, à l'origine, utilisées par l'entreprise pour fabriquer des savons.8. Les gels Petit Olivier et Le naturel sont assimilables à des savons ; on y trouve, en début de liste, le composé cocoate de potassium, qui est un mélange de carboxylates de potassium issus de la saponification d'huile de coco.9. Non, leur composition fait intervenir des espèces chimiques qui ne sont pas issues de la saponification des corps gras ; les indications sur les flacons portent bien les mentions « savon » et « Marseille », mais pas la mention « savon de Marseille ».
--	--

Ce qu'il faut savoir faire :

Compétences	Capacités associées	Où dans cette partie ?
APP	Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée	Activité n°1 et 3
REA	Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.). Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité.	Activité n°2

Liens avec le programme de physique chimie de seconde

Thème	Notions et contenus	Où dans cette partie ?
Espèce chimique, corps pur, mélanges d'espèces chimiques, mélanges homogènes et hétérogènes.	Citer des exemples courants de corps purs et de mélanges homogènes et hétérogènes.	Activité n°1 et 3
Composition massique d'un mélange.	Établir la composition d'un échantillon à partir de données expérimentales. Mesurer des volumes et des masses pour estimer la composition de mélanges. Capacité mathématique : utiliser les pourcentages et les fractions.	Activité n°2



Partie 2 : Pourquoi avoir abandonné les savons ?

Depuis plusieurs décennies, les détergents de synthèse ont supplanté les savons traditionnels dans les produits d'hygiènes. Découvrez les raisons de ce désamour en répondant à deux questions :

- Tous les gels lavants sont-ils adaptés à notre peau ?
- Les gels lavants peuvent-ils être utilisés en toutes circonstances ?

Pour répondre à ces questions, vous allez préparer des solutions de gels et de savon de Marseille à des concentrations proches de leur concentration d'usage que vous soumettrez à des tests.

Document 1 : Gels étudiés

			
Baylis & Harding Wild Lavender & Geranium Savon liquide pour les mains	Le Petit Olivier Pur Savon Liquide De Marseille Parfum Lavande	Savon Liquide Mains Parfum Lavande CARREFOUR SOFT	Savon Le Naturel Liquide Miel de Lavande
Déturgent sans savon	Savon	Déturgent sans savon	Savon

ACTIVITE 1. Préparation de solutions pour la réalisation des tests

- **Objectifs** : Préparer des solutions de gel lavant et de savon de Marseille.
- **Matériel** :
 - Une balance au 1/100^{ème} par groupe
 - 5 fioles jaugées de 100,0 mL par groupe
 - Un entonnoir par groupe
 - Une pissette d'eau déminéralisée par groupe
 - Une coupelle de pesée par groupe
 - Une rappe ou couteau et une spatule par groupe
 - 4 flacons contenant chacun un des quatre gels
 - Savon de Marseille
- **Ressources disponibles** : protocoles, consignes, tableau de résultats en fin de partie.
- **Explication des consignes, des attentes ; tâches possibles** : Chaque groupe prépare des solutions des quatre gels et du Savon de Marseille, en suivant les protocoles fournis. Un remplissage en douceur des fioles et une homogénéisation douce limitent la formation de mousse.

**Document 2 : préparation de solutions de gel**

- Placer une fiole jaugée de capacité 100,0 mL, surmontée d'un entonnoir, sur une balance, et réaliser une tare.
- Verser, dans la fiole, une masse de gel voisine de $m_g = 3$ g à plus ou moins 0,1 g.
- A l'aide d'une pissette, rincer l'entonnoir pour entraîner tout le gel dans la fiole.
- Remplir délicatement la fiole jaugée à moitié avec de l'eau déminéralisée, homogénéiser délicatement le contenu.
- Ajuster au trait de jauge puis homogénéiser.
- Indiquer sur la fiole la nature du gel utilisé.
- Procéder de la même façon avec les autres gels.

Document 3 : préparation d'une solution de savon de Marseille

- Rapper un peu de savon de Marseille à l'aide du tranchant d'une lame ou d'une rappe.
- Dans un bécher, prélever une masse de savon voisine de $m_s = 0,15$ g.
- Entraîner la masse pesée dans une fiole jaugée de capacité 100,0 mL avec de l'eau déminéralisée.
- Remplir la fiole à moitié, homogénéiser délicatement pour solubiliser tout le savon. L'opération peut être longue.
- Ajuster au trait de jauge puis homogénéiser.

ACTIVITE 2. Tous les gels lavants sont-ils adaptés à notre peau ?

- **Objectifs** : Mesurer le pH des solutions préparées et le comparer au pH de la peau
- **Matériel** :
 - o 6 bêchers de 100 mL par groupe
 - o Un pH-mètre étalonné, un rouleau de papier pH par groupe
 - o Une pissette eau osmosée par groupe
 - o Du papier Joseph
- **Ressources disponibles** : protocoles, consignes, tableau de résultats en fin de partie.
- **Explication des consignes, des attentes ; tâches possibles** : Après une présentation de l'utilisation d'un pH-mètre, les groupes mesurent, en autonomie, le pH des différentes solutions, en respectant les consignes d'utilisation du pH-mètre.

Document 4 : Utilisation du pH-mètre

Le pH-mètre fourni a été préalablement étalonné pour qu'il fournisse des mesures correctes.

- Sortir la sonde de son tube protecteur, ne pas jeter la solution qu'il contient.
- Rincer la sonde avec un peu d'eau.
- Essuyer délicatement la sonde avec du papier Joseph.
- Plonger la sonde dans la solution à analyser.
- Attendre quelques instants que la valeur se stabilise et noter la valeur.
- Sortir la sonde et la rincer à l'eau.
- Si d'autres mesures sont à réaliser dans les minutes à suivre, plonger la sonde dans l'eau en attendant.
- Si les mesures sont terminées, essuyer la sonde avec un peu de papier, puis replacer la sonde dans son tube protecteur.

**Document 5 : mesures de pH**

- Placer chacune des solutions de gel/savon préparées dans un bécher de 100 mL.
- Mesurer le pH des différentes solutions préparées, en utilisant un pH-mètre ; reporter les mesures dans le tableau de résultats. Rincer la sonde à l'eau et l'essuyer entre chaque mesure.
- Placer un peu d'eau sur un poignet, puis frotter l'un contre l'autre les deux poignets ; à l'aide du papier pH, contrôler le pH de l'eau sur les poignets, qui sera assimilé au pH de la peau.

ACTIVITE 3. Les gels lavants peuvent-ils être utilisés en toutes circonstances ?

- **Objectifs** : Comparer la quantité de mousse produite par les différents gels et dans différentes conditions.
- **Matériel** :
 - Un support de tubes à essai par groupe.
 - 5 tubes à essai avec bouchons par groupe.
 - 2 éprouvettes graduées de 10 mL par groupe.
 - Un double décimètre par groupe.
 - Une pissette d'eau déminéralisée par groupe.
 - Eau salée à 40 g.L^{-1}
 - Eau dure ou Contrex
- **Ressources disponibles** : Protocole, tableau de résultats en fin de partie.
- **Explication des consignes, des attentes ; tâches possibles** : Des volumes identiques de solution préparées sont placées dans des tubes à essai ; après agitation, on mesure la hauteur de mousse. Les résultats sont consignés dans un tableau de mesures.

Document 6 : comparaison du pouvoir moussant

L'efficacité d'un détergent est souvent associée à sa capacité à produire beaucoup de mousse, vous allez comparer les différentes solutions sur ce critère.

- Placer, dans 5 tubes à essai, 10 mL, mesurés à l'éprouvette graduée, de chacune des solutions préparées.
- Boucher les tubes à essai, puis les agiter vigoureusement.
- Attendre 30 secondes puis mesurer, en cm, la hauteur de mousse formée.
- Ajouter, dans chaque tube, 5 mL d'une solution de chlorure de sodium de concentration en masse en chlorure de sodium égale à 40 g.L^{-1} . Agiter vigoureusement, puis relever la hauteur de mousse.
- Vider les tubes, les rincer à l'eau déminéralisée.
- Placer, dans 5 tubes à essais, 10 mL des solutions préparées + 5 mL d'une eau dure ($\text{TH}=35^\circ\text{F}$) ou 2 mL d'eau de Contrex.
- Boucher les tubes à essai, puis les agiter vigoureusement.
- Attendre 30 secondes puis mesurer, en cm, la hauteur de mousse formée.
- Reporter les résultats dans le tableau.



ACTIVITE 4. Synthèse et conclusion

- **Objectifs** : Exploiter les résultats obtenus pour trouver des explications au fait que les savons traditionnels ne soient quasiment plus utilisés pour l'hygiène corporelle, de nos jours.
- **Ressources disponibles** : Tableau de résultats + documents sur le pH de la peau et la dureté de l'eau.
- **Explication des consignes, des attentes ; tâches possibles** : Exploiter les mesures et les documents pour expliquer pourquoi les savons ne sont plus utilisés de nos jours.

Document 7 : tableau de résultats

Solution testée	Baylis & Harding	Petit Olivier	SOFT	Le Naturel	Solution de savon de Marseille	Peau
pH						
Solution seule Hauteur de mousse (cm)						X
Solution + sel Hauteur de mousse (cm)						X
Solution + sel Hauteur de mousse solution (cm)						X

Document 8 : Pourquoi le pH est-il important pour la peau ?

La peau est un organe complexe qui agit comme une barrière protectrice contre les agressions extérieures. Son pH acide naturel aide à maintenir cette barrière en empêchant la prolifération excessive de bactéries et en favorisant la rétention d'humidité.

Lorsque le pH de la peau est déséquilibré, cela peut entraîner des problèmes tels que la sécheresse, la sensibilité et même l'acné.

Le pH trop élevé peut altérer la flore bactérienne naturelle de la peau, ce qui rend notre peau plus vulnérable aux infections et aux irritations. D'un autre côté, un pH trop bas peut provoquer une sécheresse excessive et une irritabilité de la peau.

En plus de maintenir l'équilibre du pH, il est également important de choisir des produits de soin de la peau adaptés à notre type de peau. Chaque type de peau a des besoins spécifiques et nécessite des produits qui respectent son équilibre naturel.

Par exemple, les peaux grasses ont souvent un pH plus élevé, ce qui signifie qu'elles sont plus acides. Pour ces types de peau, il est recommandé d'utiliser des produits de nettoyage doux qui n'éliminent pas complètement les huiles naturelles de la peau. Cela permet de maintenir l'équilibre du pH et d'éviter une production excessive de sébum.

Les peaux sèches, quant à elles, ont souvent un pH plus bas, ce qui signifie qu'elles sont plus alcalines. Pour ces types de peau, il est important d'utiliser des produits hydratants qui aident à restaurer l'hydratation naturelle de la peau et à maintenir son équilibre pH.

Source : https://www.pharmashopi.com/quel-est-le-meilleur-ph-pour-le-gel-douche-pxl-1450_3446.html

**Document 9 : Les eaux**

L'eau que nous trouvons dans la nature est, en réalité, une solution dont la composition est liée au milieu qu'elle a traversé.

Les eaux des mers et océans sont ainsi caractérisées par une forte concentration en masse en chlorure de sodium.

Une eau prélevée dans une nappe phréatique se charge des minéraux qu'elle rencontre ; la présence de craie dans le sol conduit ainsi à des eaux ayant une concentration élevée en ion calcium. Une eau présentant une forte concentration en ions magnésium et calcium est qualifiée de dure.

Une eau dure n'est pas mauvaise pour la santé, mais elle présente de nombreux inconvénients pour un usage domestique, tels que l'entartrage des appareils et sanitaires.

Document 10 : savon de l'armée américaine WWII

« savon » développé par l'armée américaine durant la seconde guerre mondiale

Questions

1. L'échelle du pH est traditionnellement divisée en deux domaines, donner les limites et les noms de ces deux domaines.
2. En vous appuyant sur vos résultats expérimentaux et les documents, rédigez un texte de synthèse expliquant pourquoi les détergents de synthèse ont supplanté les savons.
3. Le document 10 est un sachet de savon (SOAP) mis à disposition des soldats de l'armée américaine durant la seconde guerre mondiale, en particulier durant la bataille du Pacifique.
Utiliser vos connaissances en sciences, anglais et histoire et géographie pour préciser si ce savon est analogue au savon utilisé durant les expériences. La réponse fournie sera argumentée



Résultats d'expériences et dispositifs expérimentaux

Activités 2 et 3					
Nom gel	Pain Savon de Marseille	Soft lavande carrefour	Baylis	Petit olivier	Petit olivier lavande
Solution test	0,45 g/100 mL	3 g de gel dans fiole 100 mL			
Remarque	Dissolution incomplète			Trouble, aspect nacré après 24 h	Aspect nacré après 24 h
pH	10,50	5,05	5,50	9,50	9,38
10 ml dans tube à essai, agitation, attente 30s hauteur mousse	5 cm	9 cm	7 cm	5 cm	5 cm
10 ml + 5 mL NaCl à 40 g.L ⁻¹	2 cm	7,5 cm	7 cm	5,5 cm	5 cm
5 mL + 10mL eau dure (35°F)	0 cm	3,5 cm	3,5 cm	0 cm	0 cm
10 ml + 5 mL eau dure (35°F)	2,5cm	4,5 cm	3,5 cm	1 cm	2cm
Commentaires					
<p>Pour la solution avec du savon de Marseille, même en utilisant une masse de 0,15 g, la dissolution est incomplète. Bien accentuer sur l'homogénéisation délicate des solutions de gel si vous ne souhaitez pas gérer des problèmes de mousse dans les fioles.</p> <p>Résultats obtenus avec des tubes plutôt larges et une agitation modérée. Si vos tubes à essais sont étroits et que vos élèves agitent très fort, alors la mousse risque d'être limitée par le bouchon. Dans ce cas, il est préférable de réaliser des mélanges de 8 mL de solution lavante + 4 mL d'eau dure ou salée</p> <p>Les gels à base de savon contiennent dans leur formulation des séquestrants : Phosphate, EDTA, tétrasodium glutamate dicétate qui vont complexer les ions calcium, ce qui permet de conserver un peu d'efficacité dans des eaux dures.</p>					

Activité 4	1. De pH=0 à 7, les solutions sont qualifiées d'acides ; les solutions qui ont des pH compris entre 7 et 14 sont basiques. 2. Les gels à base de savons ont un pH très élevé (10 à 11) qui peut favoriser des problèmes dermatologiques, contrairement aux gels à base de détergent qui ont un pH (5 à 5,5) proche de celui de la peau (5,5). Par ailleurs, les savons perdent leur efficacité, ils précipitent, dans les eaux dures ou salées (eau de mer), contrairement aux détergents modernes. La perte d'efficacité dans les eaux dures impose de surdosier les savons ; c'est le cas pour les lessives en poudre pour le linge, où la quantité de lessive est à ajuster en fonction de la dureté de l'eau. 3. Sur la pochette il est indiqué que ce savon peut être utilisé dans des eaux dures et dans l'eau de mer ; durant la seconde guerre mondiale, de nombreuses batailles ont eu lieu sur des îles du pacifique où l'eau douce était rare. Au regard des résultats expérimentaux, il ne peut s'agir d'un savon classique car ceux-ci perdent leur efficacité dans les eaux dures et salées. Les élèves, au vu des expériences réalisées, devraient être amenés à proposer que ces savons sont faits à partir de détergents de synthèse. En réalité ces savons sont réalisés à partir d'huile de coco. Les acides gras composant cette huile ont des chaînes carbonées relativement courtes. Les ions carboxylate ont des chaînes carbonées, hydrophobes, plus courtes, ce qui augmente leur caractère
Réponse aux questions	





	<p>hydrophile. Ils sont alors plus solubles dans l'eau et moins sensibles aux ions calcium ou sodium. A partir des années 1950, les détergents de synthèse ont remplacé les savons.</p> <p>L'émergence des savons de synthèse lors de la deuxième guerre mondiale a pour origine le fait que le commerce mondial des huiles, traditionnellement utilisées pour faire des savons, a été interrompu.</p>
--	--

Ce qu'il faut savoir faire :

Compétences	Capacités associées	Où dans cette partie ?
APP	Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée.	Activité n° 4
ANA	Procéder à des analogies.	Activité n° 4
REA	Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité.	Activité n°1 à 3
	Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.).	Activité n°1 à 3
COM	Présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente ;	Activité n°4

Liens avec le programme de physique chimie de seconde

Thème	Notions et contenus	Où dans cette partie ?
Les solutions aqueuses, un exemple de mélange.	Choisir et utiliser la verrerie adaptée pour préparer une solution par dissolution ou par dilution.	Activité n°1



Partie 3 : Des gels qui ne manquent pas de sel

Les gels lavants sans savon indiquent toujours dans leur composition, en deuxième, ou troisième position, la présence de **chlorure de sodium**. Cette position dans la composition permet d'affirmer que ce composé est présent en quantité importante ; avant de découvrir le rôle du chlorure de sodium, déterminons en quelle quantité il est incorporé dans les gels lavants.

ACTIVITE 1. Quelle quantité de chlorure de sodium les fabricants incorporent-ils dans leurs gels lavants ?

- **Objectifs** : mettre en œuvre un protocole de titrage des ions chlorure, afin de déterminer la composition en masse en chlorure de sodium d'un gel lavant
- **Matériel** :
 - Une burette de 25 mL + poubelle par groupe
 - Une balance au 1/100^{ème} par groupe
 - Un bêcher de 100 mL par groupe
 - Un erlenmeyer de 125 mL par groupe
 - Un agitateur magnétique avec turbulent par groupe
 - Une pissette d'eau déminéralisée par groupe
 - Une canne à pêche (tige magnétique de récupération de turbulent)
 - Une solution de nitrate d'argent de concentration en quantité de matière $C_{Ag}=5,0 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹
 - Un flacon compte-goutte de chromate de potassium à 500 g.L⁻¹ (ou éprouvette 10 mL + solution à 50 g.L⁻¹).
 - Un flacon de récupération des déchets
- **Ressources disponibles** : document d'introduction des titrages, documentation de présentation de la méthode de Mohr, tableau de résultats
- **Explication des consignes, des attentes ; tâches possibles.** Le document 2 présente, de manière simplifiée, la méthode de Mohr du titrage des ions chlorure. Si le titrage n'a pas encore été présenté aux élèves, le document 1 en présente le principe. Après la présentation de ces documents, les élèves vont réaliser le titrage.

**Document 1 : Dosage par titrage**

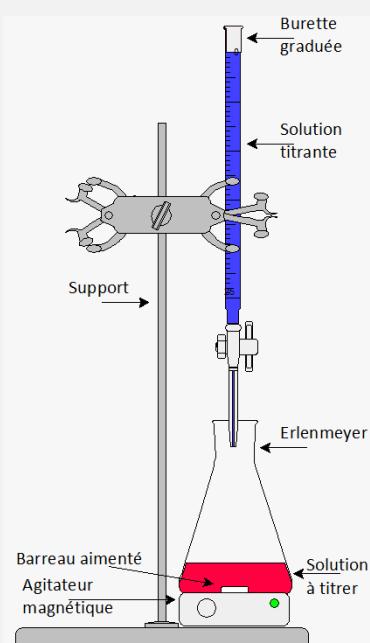
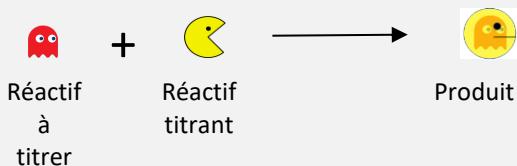
Doser une solution consiste à déterminer sa **concentration, ou composition**.

Un dosage par titrage, ou titrage, repose sur l'exploitation d'une transformation chimique entre

→ **Le réactif à titrer** (ou analyte) : espèce chimique dont on souhaite connaître la concentration dans une solution (solution à titrer).

→ **Le réactif titrant** : espèce chimique dont on connaît la concentration en solution (solution titrante)

Lorsque ces deux réactifs se rencontrent ils se **consomment** instantanément.



Dans la pratique, une quantité précise, en volume ou en masse, de solution à titrer est mise dans un erlenmeyer et on additionne progressivement la solution titrante avec une burette graduée.

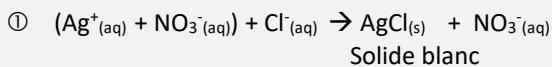
Au début du dosage, l'erlenmeyer contient l'espèce à titrer.	L'addition progressive de réactif titrant provoque la consommation progressive du réactif à titrer.	L'équivalence correspond au moment où on a ajouté juste suffisamment de réactif titrant pour consommer tout le réactif à titrer.

Le volume précis de réactif titrant nécessaire pour atteindre l'équivalence permet de déterminer la concentration, ou composition, de la solution titrée, en utilisant une relation mathématique.
L'addition d'une espèce chimique accessoire, indicateur coloré, permet de déterminer l'équivalence, en exploitant des changements de couleur.

**Document 2 : Titrage des ions chlorure par la méthode de Mohr**

Les ions chlorure et argent sont incompatibles en solution aqueuse et forment un précipité blanc. Cette réaction est mise à profit dans la méthode de Mohr.

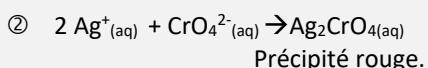
Une solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^{+}_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^{-}_{(\text{aq})}$) est progressivement versée dans un échantillon à analyser contenant des ions chlorure ; il se produit alors la transformation chimique modélisée par la réaction d'équation :



Karl Friedrich Mohr
Chimiste allemand à l'origine de nombreuses innovations dont la burette actuelle.

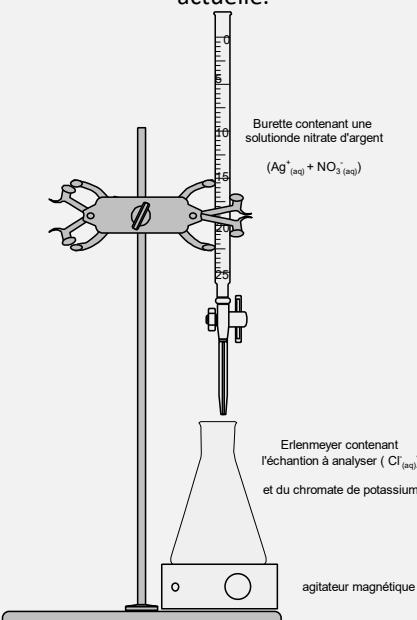
Une petite quantité de solution de chromate de potassium ($2 \text{ K}^{+}_{(\text{aq})} + \text{CrO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$), solution jaune, est aussi ajoutée à l'échantillon à analyser.

Lorsque la solution ne contient plus d'ion chlorure, les ions argent ajoutés en excès vont réagir avec les ions chromate pour former un précipité rouge brique :



Le passage d'une teinte jaune (solide blanc + ions chromate) à une teinte orangée (solide blanc + solide rouge + ions chromate) permet de repérer le moment où la quantité d'ions argent a été suffisante pour consommer tous les ions chlorure.

La connaissance du volume équivalent versé permet de connaître la quantité d'ions chlorure consommés.

**Document 3 : Titrage des ions chlorure dans un gel lavant**

- Conditionner et remplir une burette avec la solution de nitrate d'argent fournie.
- Tarer un erlenmeyer.
- Introduire dans l'rlenmeyer une masse de gel à analyser voisine de 1,5 à 1,7 g. Noter la masse exacte utilisée.
- Ajouter, à la pissette quelques millilitres d'eau, en rinçant les parois afin de diluer le gel.
- Ajouter environ 20 gouttes de chromate de potassium à la concentration de 500 g.L⁻¹
- Verser petit à petit la solution de nitrate d'argent dans l'rlenmeyer, en agitant.
- Cesser les ajouts dès que le mélange cesse d'être jaune éclatant et prend une coloration orangée. Noter le volume de nitrate d'argent versé.
- Réaliser deux essais avec chacun des gels sans savon.



Document 4 : Tableau de résultats

Gel testé	Masse de gel testé (g)	Volume de solution de nitrate d'argent versé (mL)	Masse de chlorure de sodium (g)	Pourcentage en masse de chlorure de sodium (%)	Pourcentage en masse moyen de chlorure de sodium retenu (%)
Baylis					
Soft					

Document 5 : Calcul de la masse équivalente de chlorure de sodium

La masse de chlorure de sodium dans l'échantillon à analyser peut être calculée par la relation ci-dessous :

$$m_{\text{NaCl}} = 2,92 \times 10^{-3} \times V_{\text{AgNO}_3}$$

Dans cette relation, le volume de solution de nitrate d'agent est exprimé en mL.

Questions

1. Calculer, pour vos différents dosages, la masse de chlorure de sodium analysée.
2. Déterminer, pour chacun de vos essais, le pourcentage en masse de chlorure de sodium.
3. Déduire la valeur moyenne des pourcentages en masse de chlorure de sodium dans les gels.
4. Peut-on dire, au vu de vos résultats, qu'un gel lavant est un produit particulièrement bien « assaisonné » ?
5. En vous appuyant sur vos activités précédentes, expliquez pourquoi on ne rajoute pas de chlorure de sodium dans les gels avec savon.

VALEURS NUTRITIONNELLES MOYENNES	POUR 100 g		POUR 45 g (2)
	Energie	2256 kJ 541 kcal	
Matières grasses dont saturées	34 g 2,7 g	15 g 1,2 g	
Glucides dont sucres	52 g 0,3 g	23 g 0,1 g	
Fibres	4,4 g	2,0 g	
Protéines	6,1 g	2,7 g	
Sel	1,3 g	0,59 g	

Composition d'un paquet de chips



Résultats d'expériences et dispositifs expérimentaux

Activité 1	Gel testé	Masse de gel testé	Volume de solution de nitrate d'argent utilisé	Pourcentage en masse de chlorure de sodium
L'équivalence correspond au moment où une teinte orangée vient remplacer le jaune éclatant des ions chromate... ne pas attendre que la solution devienne orange sanguine. On trouve des teneurs en chlorure de sodium plus importantes que celles que l'on retrouve dans la littérature (2 à 2,5%) ; on ne peut pas exclure que certains des solutés présents réagissent avec les ions argent et conduisent à une valeur en excès. Le chlorure de sodium joue un rôle d'épaississant : en solution, les détergents forment des structures nommées micelles. La forme la plus connue est une forme sphérique, les ions sodium vont favoriser la formation de micelles qui forment cylindriques qui vont s'entremêler, leur déplacement devient plus difficile, la solution devient visqueuse. Au-delà de 3% en chlorure de sodium, la solubilité du tensioactif devient insuffisante pour le maintenir en solution, il précipite. Le pourcentage de sel contenu dans un gel lavant est supérieur à celui que l'on rencontre dans des produits particulièrement salés, tels que des chips.	Bayliss	1,6 g env	19 mL env	3,5%
	Soft	1,6 g env	18 mL env	3,2%



Solution à l'équivalence

Réponses aux questions 4 et 5

4. La teneur en sel dans un gel lavant est nettement supérieure à celle d'aliments réputés très salés tels que des chips, on peut en conclure que la teneur en sel dans un gel lavant est élevée.

5. Les savons classiques perdent leur efficacité en présence d'ions sodium. Ils sont alors peu solubles et forment moins de mousse.

Ce qu'il faut savoir faire :

Compétences	Capacités associées	Où dans cette partie ?
REA	Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité.	Activité n°1
	Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.)	Activité n°1
VAL	Comparer à une valeur de référence	Activité n°1

Liens avec le programme de physique chimie de seconde

Thème	Notions et contenus	Où dans cette partie ?
Corps purs et mélanges au quotidien. Composition massique d'un mélange.	Établir la composition d'un échantillon à partir de données expérimentales. Mesurer des volumes et des masses pour estimer la composition de mélanges.	Activité n°1



Partie 4 : Essais de formulation

Un gel lavant est une solution de plus de dix solutés, qui a été conçue par un chimiste, le formateur.

Ces solutés ont des rôles différents : détergents, épaississants, colorants, aromatisants, conservateurs...

Le formateur doit concevoir un produit attractif, efficace et à moindre coût, en combinant les différents ingrédients.

Le formateur va réaliser plusieurs mélanges de compositions différentes, avant d'aboutir au produit commercial.

Le chlorure de sodium, que l'on rencontre dans les détergents sans savon, a un rôle primordial ; nous allons formuler pour identifier son rôle et déterminer la composition idéale pour un gel lavant.



ACTIVITE 1. Réflexion préliminaire

- **Objectifs** : Proposer un encadrement du pourcentage en masse du principal tensioactif présent dans un des gels utilisés.
- **Ressources disponibles** : Document 1, rappel des mesures précédentes
- **Explication des consignes, des attentes ; tâches possibles.** L'élève doit exploiter les informations fournies et faire preuve de logique.

Document 1 : Bilan des informations recueilli sur le gel soft lavande de Carrefour



AQUA, SODIUM LAURETH SULFATE, SODIUM CHLORIDE, COCAMIDOPROPYL BETAINE, GLYCERIN, SODIUM BENZOATE, PEG-4 RAPSEEDAMIDE, PARFUM, POTASSIUM SORBATE, GLYCERYL OLEATE, COCO-GLUCOSIDE, CITRIC ACID, POLYQUATERNIUM-7, LAVANDULA OIL/EXTRACT, LINALOOL, LINALYL ACETATE, LAVANDULA ANGUSTIFOLIA FLOWER EXTRACT, OCTADECYL DI-T-BUTYL-4-HYDROXYHYDROCINNAMATE, TOCOPHEROL, HYDROGENATED PALM GLYCERIDES CITRATE, SODIUM HYDROXIDE, CL 16185, CL 42090.

Résultats des analyses précédentes

% H ₂ O en masse	% NaCl en masse
82,9	3,2

Questions

1. En exploitant le document 1, donner un encadrement de la composition en masse de « SODIUM LAURETH SULFATE », qui est le principal détergent entrant dans la formulation du gel Soft.

ACTIVITE 2. Préparation d'une solution de chlorure de sodium

- **Objectifs** : Préparer une solution de chlorure de sodium et déterminer sa masse volumique

- **Matériel :**

- Une balance au 1/100^{ème} par groupe
- Une pissette d'eau déminéralisée par groupe
- 2 bêchers de 100 mL par groupe
- Une pipette jaugée de 10,0 mL + une propipette par groupe



- Une éprouvette de 10 mL par groupe
 - Une spatule par groupe
 - Chlorure de sodium cristallisé
- **Ressources disponibles :** protocole, tableau de mesures et tableau de masses volumiques.
- **Explication des consignes, des attentes ; tâches possibles.** Après avoir préparé une solution de chlorure de sodium, les élèves doivent calculer sa composition en masse et élaborer un protocole pour déterminer sa masse volumique.

Document 2 : préparation d'une solution de chlorure de sodium

- Tarer un bêcher sur une balance.
- Peser une masse de chlorure de sodium $m_{\text{sel}}=5,0 \text{ g}$ de chlorure de sodium cristallisé.
- Ajouter dans le bêcher une masse d'eau $m_{\text{eau}} = 20,0 \text{ g}$.
- Homogénéiser l'ensemble jusqu'à dissolution complète du chlorure de sodium.
- La solution obtenue est par la suite appelée solution s.

Document 3 : tableau de mesures

m_{sel} réellement pesée (g)	m_{eau} réellement pesée (g)

Document 4 : masse volumique de solutions de chlorure de sodium en fonction du pourcentage massique en chlorure de sodium

% en masse de chlorure de sodium	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Masse volumique en $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ à 20°C	0,998	1,010	1,025	1,039	1,054	1,069	1,084	1,099	1,114	1,130	1,146	1,162

Questions

1. Calculer le pourcentage en masse de chlorure de sodium (%NaCl) dans la solution de chlorure de sodium préparée.
2. En utilisant le matériel disponible, proposer un protocole de détermination de la masse volumique de la solution de chlorure de sodium préparée. Après vérification, procéder à la réalisation du protocole.
3. Calculer la masse volumique (ρ_s) de cette solution de chlorure de sodium, exprimer le résultat avec trois chiffres significatifs.
4. La masse volumique (ρ_s) est-elle conforme à la valeur attendue fournie dans le document 4 ? Dans le cas contraire, proposer une explication.
5. Calculer précisément, à partir de la masse de solution préparée (m_s) et de la masse volumique mesurée (ρ_s), le volume de la solution de chlorure de sodium préparée (V_s). Exprimer votre résultat avec un nombre de chiffres significatifs adapté.
6. Calculer la concentration en masse en chlorure de sodium, C_{ms} , de la solution de chlorure de sodium préparée.

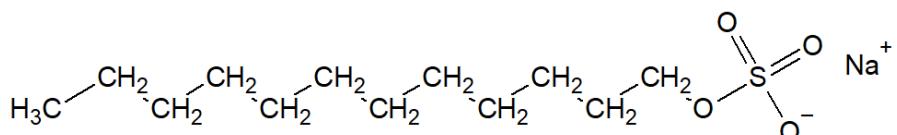
**ACTIVITE 3. Essais de formulation**

- **Objectifs :** Réaliser des solutions contenant des quantités variables de détergent, chlorure de sodium et eau, afin de déterminer la composition idéale d'un gel lavant à trois composants.
- **Matériel :**
 - Solution de chlorure de sodium préparée par les élèves
 - Une balance au 1/100^{ème} par groupe
 - Une pissette d'eau déminéralisée par groupe
 - 3 bêchers de 100 mL par groupe
 - Pipettes graduées de 10 mLx2 et de 2 mLx2 + propipette par groupe
 - 5 erlenmeyers de 50 mL + bouchon par groupe
 - Une plaque chauffante par groupe
 - Un thermomètre par groupe
 - Un agitateur en verre par groupe
 - Un cristallisoir par groupe
 - Une spatule par groupe
 - Solution de SDS à 17% en masse de SDS, 250 mL pour une classe de 12 élèves (SDS sodium dodecylsulfate ou sodiumlaurylsulfate cas 151-21-3 disponible auprès de nombreux fournisseurs :
 - Jeulin 21,88€ HT/250 g (https://jeulin.com/jeulin_fr/pr-245557.html)
 - Roth 67,6€ HT/kg (<https://www.carlroth.com/fr/fr/a-a-z/sds---sodium-laurylsulfate/p/5136.1>)
- **Ressources disponibles :** protocole, tableau de résultats
- **Explicitation des consignes, des attentes ; tâches possibles.** Les élèves vont se répartir la réalisation des différentes formulations. Après 10 minutes de repos, la comparaison des mélanges obtenus permettra de préciser quelle est la meilleure formulation pour un gel lavant. Il est possible de poursuivre au-delà de cette activité et de permettre aux élèves de produire leur propre gel lavant pour les mains.

Document 5 : le sodium dodécylsulfate

Les gels lavants sans savon sont tous constitués d'au moins trois composés chimiques : eau, un détergent et du sel.

Le sodium dodécylsulfate (SDS) est un des premiers détergents développés.



On le rencontre dans de nombreux produits d'hygiène (shampooing, mousse à raser...).

Certains pays l'utilisent comme additif alimentaire pour former des mousses (blanc en neige, gâteau)

Une solution aqueuse de composition en masse SDS=17,0% est mise à votre disposition.

Document 6 : Essais de formulation

Vous allez tester plusieurs formulations de gels lavants sans savon en vous limitant à trois ingrédients de base :

L'eau, le sodium dodécylsulfate en solution et le chlorure de sodium en solution.



En modifiant les volumes de ces trois liquides, vous préparerez des solutions de compositions variables.

- Placer un cristallisoir sur une plaque chauffante, placer dans ce cristallisoir une hauteur d'eau d'environ 2 cm.
- Ajuster la puissance de la plaque chauffante pour quelle maintienne la température de l'eau à environ 40°C.
- Concertez-vous avec deux autres binômes pour vous répartir la préparation des solutions suivantes ; un groupe préparera les solutions de 1 à 5, un autre les solutions de 6 à 10 et le dernier celles de 11 à 15.
- Dans un erlenmeyer de 50 mL, introduire successivement, en utilisant des pipettes graduées, les volumes de solution indiqués dans le tableau de préparation. Veiller à respecter l'ordre d'introduction des solutions.

Formulation	1	2	3	4	5
Volume de solution de SDS (mL)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Volume d'eau (mL)	2,0	1,2	0,7	0,4	0,0
Volume de solution de chlorure de sodium (mL)	0,0	0,8	1,3	1,6	2,0
Volume total (mL)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0

Formulation	6	7	8	9	10
Volume de solution de SDS (mL)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Volume d'eau (mL)	2,0	1,2	0,7	0,4	0,0
Volume de solution de chlorure de sodium (mL)	0,0	0,8	1,3	1,6	2,0
Volume total (mL)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0

Formulation	11	12	13	14	15
Volume de solution de SDS (mL)	7,0	5,0	3,0	1,0	0,5
Volume d'eau (mL)	3,4	5,4	7,4	9,4	9,9
Volume de solution de chlorure de sodium (mL)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Volume total (mL)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0

- Tremper les erlenmeyers dans le Bain-Marie, en l'homogénéisant délicatement, durant deux à trois minutes. Ne pas insister si le solide formé ne se dissout pas.
- Identifier, à l'aide d'un marqueur, les 5 erlenmeyers préparés.
- Après cinq minutes d'attente, aligner les 15 formulations réalisées et reporter vos observations dans le tableau de résultats.



Document 6 : Tableau de résultats

Formulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Volume préparé (mL)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Masse de SDS (g)	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,19	0,85	0,51	0,17	0,09
Masse de NaCl (g)	0,00	0,16	0,26	0,32	0,40	0,20	0,26	0,32	0,40	0,46	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
%masse de SDS	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	9,9	7,1	4,3	1,4	0,7
% masse NaCl	0,0	1,3	2,2	2,7	3,3	1,7	2,2	2,7	3,3	3,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
Apparence	Fluide	X													
	Visqueux														
	Gel														
	Solide														

Question

1. Compléter le tableau de résultats, en indiquant, pour chaque formulation, le pourcentage en masse en SDS et en chlorure de sodium dans la formulation préparée. Les masses volumiques de tous les liquides seront prises égales à $1,0 \text{ g.mL}^{-1}$.
2. Pour chacun des mélanges confectionnés, indiquer si le mélange est fluide (semble s'écouler comme de l'eau), visqueux (s'écoule comme une huile), comme un gel (s'écoule avec difficulté) ou solide (un solide insoluble s'est formé et opacifie complètement le mélange).
3. Identifier le rôle du chlorure de sodium dans la formulation d'un gel lavant.
4. Identifier le mélange qui semble avoir la formulation la plus intéressante pour faire un gel lavant.
5. Expliquer quel peut être l'intérêt pratique et commercial, ou psychologique, d'inclure du chlorure de sodium dans un gel commercial.

Résultats d'expériences et dispositifs expérimentaux

Activité 1 Réponses aux questions	1. Le SLES est en deuxième position dans la liste, donc sa teneur doit être comprise entre celle de l'eau et celle de NaCl, soit entre 82,9% et 3,2%. Comme la somme des teneurs ne peut excéder 100%, la teneur maximale en SLES, compte tenu de l'analyse partielle, est $100-82,9-3,2=13,9\%$. Au bilan, sa teneur est comprise entre 3,2 et 13,9%.
--------------------------------------	---



Activité 2 Réponses aux questions	<ol style="list-style-type: none"> $\% \text{ NaCl} = 20,0 \%$ Le meilleur choix à réaliser est d'utiliser la pipette jaugée de $V_p=10,0 \text{ mL}$. La solution préparée a alors une masse $m_p=11,5 \text{ g}$. La masse volumique est donc $r_{\text{sol}}=\frac{m_p}{V_p}=\frac{11,5}{10,0}=1,15 \text{ g.mL}^{-1}$ On retrouve une valeur proche de la valeur de référence. Les sources d'erreurs sont : écart de température par rapport à la valeur de référence, volume de solution prélevé (tolérance verrerie), masse mesurée (tolérance balance) et qualité du manipulateur, qui est peu expérimenté. Le volume de solution préparé est donc $V_{\text{sol}}=\frac{m_{\text{sol}}}{r_{\text{sol}}}=\frac{25,0}{1,15}=21,7 \text{ mL}$ $Cm_{\text{NaCl}}=\frac{m_{\text{NaCl}}}{V_{\text{sol}}}=\frac{5,00}{21,7 \times 10^{-3}}=230 \text{ g.L}^{-1}$
---	--

Activité 3															
Résultats élèves groupe SL															
Formulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Volume préparé (mL)	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
Masse de SDS (g)	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,02	0,77	0,51	0,26	0,09
Masse de NaCl (g)	0,14	0,22	0,26	0,30	0,34	0,20	0,26	0,30	0,36	0,40	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
%masse de SDS	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	8,9	6,7	4,4	2,3	0,78
% masse NaCl	1,3	2,1	2,4	2,8	3,2	1,8	2,4	2,7	3,3	3,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Appar ence proba ble	Fluide	XX	XX	X			X					XX	X	XX	XX
	Visqueux				X			X	X	X					
	Gel										X	XX			
	Solide			X	X	X							X		

Réponses aux questions	<ol style="list-style-type: none"> Introduits dans certaines proportions, il va augmenter la viscosité des solutions. Les élèves jugent les gels en fonction de leur perception, ils ont du mal à appréhender la notion de viscosité et souvent ils notent gel quand ils obtiennent quelque chose de très visqueux qui peine fortement à s'écouler. Les solutions assimilables à des gels sont celle qui contiennent plus de 10% de SDS et des teneurs en chlorure de sodium de l'ordre de 2 à 3 %. L'intérêt pratique est qu'il va pouvoir tenir dans la main. L'intérêt commercial et psychologique est que l'on associe, à un aspect épais, l'idée d'un produit présentant une forte teneur en substance active, alors qu'en réalité la viscosité est obtenue par l'introduction d'une espèce chimique abondante et d'un montant modique.
------------------------	---

**Annexe : Remarques pour la mise en œuvre de l'activité**

Dans la littérature, on trouve que la solubilité du SDS est limitée à 100 g.L^{-1} , mais, dans la pratique, sa solubilité est bien plus grande. Le SDS se présente sous forme d'un solide pulvérulent blanc ayant une faible densité. Les poussières sont irritantes pour les voies respiratoires.

Remarque : aux Etats Unis le SDS est aussi utilisé pour la préparation de blancs en neige.

La dissolution du SDS prend quelques minutes sous agitation mais peut être accélérée par tiédissement.

Deux séries d'essai ont été réalisées.

Deux solutions aqueuses de SDS ayant des taux massique $P_{mSDS1}=12\%$ et $P_{mSDS2}=16,4\%$, ont été utilisées ; les solutions obtenues ont des masses volumiques de $1,0 \text{ g.mL}^{-1}$.

Deux solutions de chlorure de sodium ayant des taux massiques $P_{mNaCl1}=15\%$ et $P_{mNaCl2}=20\%$ ont été utilisées lors des essais. Ces solutions ont une masse volumique de l'ordre de $1,1$ à $1,15 \text{ g.mL}^{-1}$.

Veiller à bien prendre du chlorure de sodium pour les préparations et non pas des solutions de sel. Un essai réalisé à partir de sel alimentaire a donné des résultats peu satisfaisants et non reproductibles (Présence d'un antiagglomérant E535 et autre soluté).

Lors des formulations il est préférable de mettre la solution de sel en dernier.

Généralement, un précipité se forme là où tombe la solution de chlorure de sodium. Une agitation de 2 ou 3 minutes dans un bain marie à 40°C , permet d'accélérer la dissolution de ce précipité. Si le précipité persiste au-delà de cette durée, inutile d'insister.

Il est préférable d'attendre une dizaine de minutes pour observer l'aspect du gel, l'épaississement est parfois graduel. Un précipité peut parfois se former quelques minutes après le mélange, si la teneur en sel est voisine de 3%.

Des gels stables et très visqueux (viscosité équivalente ou supérieure au gel lavant) ont été obtenus avec des mélanges contenant environ 14% de SDS et entre 2,5 et 3% de chlorure de sodium.

Attention, une agitation trop forte emprisonne alors des bulles d'air, ce qui peut laisser penser que c'est un précipité. Au-delà de 30 minutes, les gels conservent le même aspect.



Des teneurs plus faibles en chlorure de sodium (inférieures à 2%) conduisent à des viscosités moindres, le liquide s'apparente plus à une huile.

Au-delà de 3% de chlorure de sodium, un précipité persistant se forme.

La diminution de la teneur de SDS se traduit, sans surprise, par une baisse de la viscosité, une augmentation de la teneur en chlorure de sodium au-delà de 3% conduit toujours à la formation d'un précipité. Le précipité apparaît parfois après un temps de latence de quelques minutes. Une élévation modérée de température (30 à 40°C) permet souvent d'observer la re-dissolution du solide.



Seconde – Sciences et laboratoire

Thème 5 : Mélanges et formulation

Séquence n°1 : Avec quoi se lave-t-on ?

Résultats expérimentaux

	masse soluté (g)	masse eau (g)	% masse	$\rho \text{ g.mL}^{-1}$	solutions	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Solution SDS	10,2	80	11,3	1,0	Volume en mL	10,0	8,0	6,0	10,0	8,0	6,0	8,0	4,0	6,0
Solution Nacl	15,0	85	15,0	1,1		0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	2,0	3,0	2,5
Eau				1,0		2,0	4,0	6,0	2,0	4,0	6,0	2,5	5,5	4,0
			Vtotal			12,5	12,5	12,5	13,0	13,0	13,0	12,5	12,5	12,5
			%SDS			13,1	10,5	7,9	12,6	10,1	7,6	10,5	5,2	7,9
			%NaCl			0,6	0,6	0,6	1,2	1,2	1,2	2,4	3,6	3,0
												Fluide	gel fluide	trouble ou précipité
	masse soluté (g)	masse eau (g)	% masse	$\rho \text{ g.mL}^{-1}$	solutions	10	11	12	13	14	15	16	17	
Solution SDS	4,0	20,4	16,4	1,0	Volume en mL	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Solution Nacl	5,0	20,0	20,0	1,15		0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	
Eau				1,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
			Vtotal			8,8	8,9	9,0	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	
			%SDS			14,9	14,7	14,6	14,4	14,3	14,1	14,0	13,8	
			%NaCl			1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	
										viscosité croissante	Gel très visqueux		solide	

Les solutions préparées par un groupe de S&L ont été reprises pour élargir la plage de formulation par ajout progressif d'eau.

Formulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
%masse de SDS	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	8,9	6,7	4,4	2,3	0,78
%masse de NaCl	1,3	2,1	2,4	2,8	3,2	1,7	2,2	2,5	3	3,3	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Immédiat	F	F	V	V	G	V	V	V	G	G	V	F	F	F	F

Formulation	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
%masse de SDS	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	8,6	6,2	4,1	2,1	0,7
%masse de NaCl	1,2	1,9	2,2	2,6	2,9	1,7	2,2	2,5	3	3,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
immédiat	F	F	V	V	G	V	V+	V+	G	G	V	F	F	F	F
Après 15 min	F	V	G	G	G	V	V+	G	G	S	V	V	V-	F	F
Après 45 min	F	V	G	G	S	V	V+	G	S	S	V	V	V-	F	F

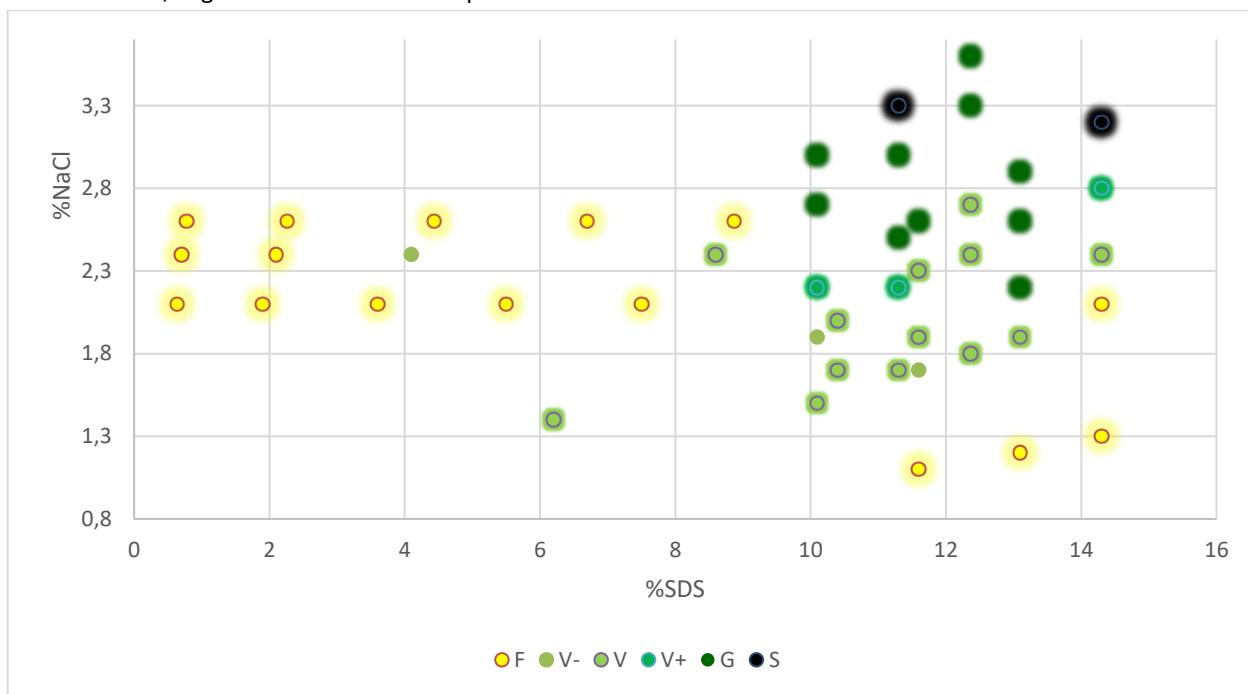
Formulation	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	43	44	45	46
%masse de SDS	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	7,5	5,5	3,6	1,9	0,64
%masse de NaCl	1,1	1,7	1,9	2,3	2,6	1,5	1,9	2,2	2,7	3,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Immédiat	F	F	V	V	G	V	V-	V	V+	G	F	F	F	F	F
Après 15 min	F	V-	V	V	G	V	V-	V+	G	G	F	F	F	F	F
Après 45 min	F	V-	V	V+	G	V	V-	V+	G	G	F	F	F	F	F



Formulation	47	48	49	50	51	
%masse de SDS	10,4	10,4	10,4	9,1	9,1	
% masse NaCl	1,7	2	2,3	2,4	2,7	
Immédiat	V	V	V+	V	V	
Après 15 min	V	V	V+	V+	V	
Après 45 min	V	V	V+	V+	G	

F : fluide
V-, V et V+ : visqueux à viscosité croissante
G : gel
S : solide

Les gels sont obtenus pour des teneurs en sel comprises entre 2,5 et 3% et des teneurs en SDS supérieures à 10 %. Au-delà de 3%, le gel est vraiment très visqueux et contient souvent du SDS non solubilisé.



Malgré de nombreux essais, les solutions ne sont pas toujours stables dans le temps et finissent par se prendre en masse (phénomène réversible, il suffit de tiédir les solutions à 25°C pour retrouver un mélange homogène).

L'aspect visqueux ou gel se maintient pendant plusieurs dizaines de minutes, ce qui est suffisant pour mettre en évidence le rôle du chlorure de sodium par les élèves.

Il est possible de poursuivre les activités en proposant aux élèves de fabriquer leur propre gel.

Les gels à base de SDS moussent beaucoup. Le SDS est légèrement irritant pour la peau, il est donc recommandé de limiter son usage au lavage des mains.

Les élèves peuvent partir de la formulation choisie, mais il est alors conseillé d'ajouter :

- Un petit peu d'acide pour faire baisser le pH à environ 6, afin d'améliorer la tolérance de la peau : 0,2 à 0,3 g d'acide citrique pour 100 g de gel.
- Un conservateur de type acide benzoïque 0,2 à 0,3 g pour 100 g de gel.
- Si les élèves ont réalisé de l'hydrodistillation de lavande, il est possible d'incorporer une goutte d'huile essentielle et un peu de colorant alimentaire bleu brillant (E133) pour aboutir à un gel lavant à la lavande.

Les gels commerciaux ont bien-sûr une formulation plus affinée. Le détergent de base est du SLES (sodium lauryl éther sulfate) moins agressif pour la peau ; d'autres détergents viennent compléter son action, des épaississants et des stabilisateurs de gel supplémentaires sont aussi ajoutés.

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

Compétences	Capacités associées	Où dans cette partie ?
APP	Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée.	Activité n°1
ANA	Choisir, élaborer, justifier un protocole.	Activité n°2
	Faire des prévisions à l'aide d'un modèle.	Activité n°2
REA	Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité	Activité n°2 et 3
	Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.).	Activité n°2 et 3
VAL	Identifier des sources d'erreur, estimer une incertitude, comparer à une valeur de référence.	Activité n°2
COM	Utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés ;	Activité n°3

Liens avec le programme de physique chimie de seconde

Thème	Notions et contenus	Où dans cette partie ?
Écriture du résultat. Valeur de référence.	Écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure. Comparer qualitativement un résultat à une valeur de référence.	Activité n°1
Corps purs et mélanges au quotidien Composition massique d'un mélange.	Établir la composition d'un échantillon à partir de données expérimentales. <i>Mesurer des volumes et des masses pour estimer la composition de mélanges.</i>	Activité n°1,2 et 3
Les solutions aqueuses, un exemple de mélange. Solvant, soluté. Concentration en masse, concentration maximale d'un soluté.	Déterminer la valeur de la concentration en masse d'un soluté à partir du mode opératoire de préparation d'une solution par dissolution	Activité n°1