



# Chimie et bien-être :

Les produits de soins et d'hygiène

Lycée professionnel



## CE DOSSIER S'APPUIE SUR :

- Les programmes du tronc commun de tous les baccalauréats professionnels dans la discipline « Prévention-Santé-Environnement » - Thématique A : « L'individu responsable de son capital santé ».
- Les programmes spécifiques de physique-chimie pour les classes de première et de terminale Bac professionnel propres au groupement de spécialité 5.

Le groupement 5 rassemble les spécialités des baccalauréats professionnels mobilisant des compétences professionnelles qui nécessitent de solides connaissances dans le domaine de la chimie. Il réunit les spécialités de secteurs professionnels variés : industrie chimique, bio-industrie, cosmétologie, teinturerie, textiles, plasturgie, esthétique, gestion des pollutions et protection de l'environnement, verrerie, plastique et composite...

## MOTS-CLÉS :

savon, saponification, oxydoréduction, filtre U.V. chimique

## ANGLE CHOISI :

La chimie propose de multiples synthèses pour nos produits du quotidien dans le domaine de l'hygiène et des soins. Nous étudierons plus particulièrement la saponification et la synthèse d'un filtre anti U.V.

*L'offre de produits de soins et d'hygiène de plus en plus importante. © R. P*

## Beauté & Soins



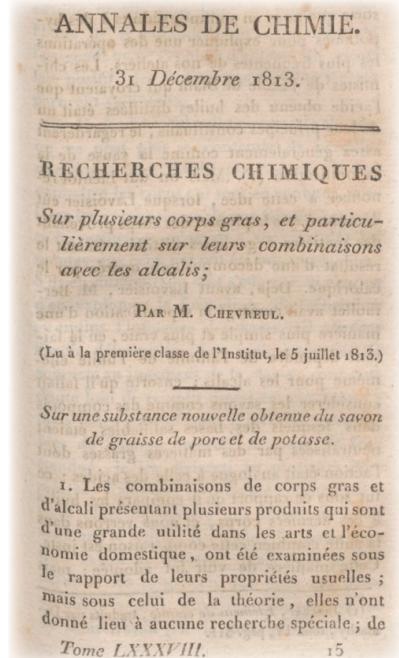
## A. INTRODUCTION

Depuis l'Antiquité, l'être humain cherche à nettoyer, protéger et embellir son corps grâce à des substances issues de son environnement.

Les Égyptiens utilisaient déjà des mélanges d'huiles parfumées. Les Grecs et les Romains fabriquaient des savons rudimentaires à partir de graisses animales et de cendres végétales. Cependant, c'est à partir du XIX<sup>e</sup> siècle, avec le développement de la chimie moderne, notamment les travaux de *Michel-Eugène Chevreul* sur les corps gras et la saponification, que les produits d'hygiène prennent une dimension industrielle.

Aujourd'hui, gels douche, shampoings, dentifrices, crèmes hydratantes, déodorants ou crèmes solaires reposent sur des formulations complexes où tensioactifs, polymères, conservateurs, parfums et d'autres composés chimiques interagissent pour garantir efficacité, sécurité et confort d'utilisation.

Nous allons aborder dans ce dossier quelques-uns de ces aspects.



Annales des Chimie © Gallica

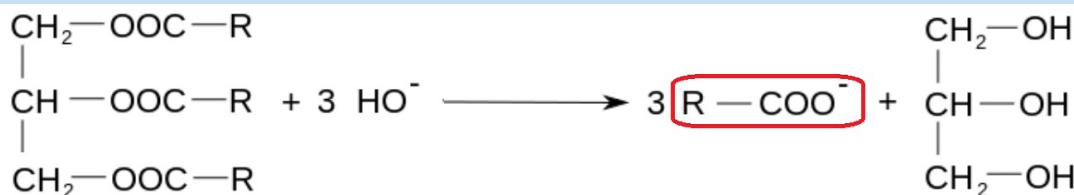
## B. COMMENT FABRIQUE-T-ON DU SAVON ?

Le savon est le produit d'une réaction chimique entre un corps gras (huile végétale, beurre végétal, matière grasse animale...) et une base forte (soude ou potasse). Pour la fabrication de savon solide, c'est la soude (hydroxyde de sodium contenant les ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{HO}^-$ ) qui est utilisée. La potasse (hydroxyde de potassium contenant les ions  $\text{K}^+$  et  $\text{HO}^-$ ) sert à la production de savons pâteux ou liquides (savon noir, savon de Marseille liquide).



Fabrication artisanale de savon aux plantes.  
© Hayati Kayhan

Prenons le cas d'un corps gras (triglycéride contenant ici trois chaînes carbonées R identiques) réagissant avec des ions hydroxyde  $\text{HO}^-$  de la base utilisée. L'anion formé, présent dans le savon, est encadré.



► 1. De quelle famille le triglycéride est-il porteur d'un groupement caractéristique ?

- cétone
- aldéhyde
- ester
- acide carboxylique
- alcool

► 2. En plus de l'anion formé, il se forme un autre composé organique. À quelle famille organique appartient-t-il ?

- cétone
- aldéhyde
- ester
- acide carboxylique
- alcool

La **saponification**, nom donné à la réaction de production d'un savon, est une réaction totale, réalisée en général à chaud pour augmenter sa vitesse. Elle se poursuit jusqu'à épuisement de l'un des deux réactifs. Réalisée à froid, elle devient lente. Il existe des savons dits « **surgras** » que l'on peut obtenir de trois façons :

- soit on réalise une **saponification classique** à chaud mais on augmente la quantité de triglycérides et on diminue celle d'ions hydroxydes ;
- soit on réalise une **saponification à froid** tout en diminuant la quantité d'ions hydroxydes mise en jeu. On arrête la réaction avant qu'elle ne soit totale.

»»» Dans ces deux cas, il reste donc à la fin une partie des triglycérides qui n'ont pas réagi.

- Soit, enfin, on ajoute au savon, préalablement obtenu par une réaction classique totale à chaud et qui a été lavé pour éliminer l'excès de soude, des huiles végétales non saponifiées. Ces huiles peuvent être d'une origine différente de celles qui ont servi à la première fabrication du savon. On peut par exemple ajouter de l'huile d'amande douce, « du beurre de karité, ... ».

»»» **Un savon surgras**, contenant donc de l'huile végétale non saponifiée, a l'avantage de nettoyer la peau sans la dessécher.

► **3. Si nous mélangeons trois moles de triglycéride et neuf moles d'ions hydroxydes  $\text{HO}^-$ , alors :**

- seul le triglycéride est le réactif limitant.
- le triglycéride est le réactif en excès.
- seul  $\text{HO}^-$  est le réactif limitant.
- $\text{HO}^-$  est le réactif en excès.
- nous sommes dans les proportions stœchiométriques.

► **4. Si nous mélangeons trois moles de triglycéride et dix moles d'ions hydroxydes  $\text{HO}^-$ , alors :**

- le triglycéride est le réactif limitant.
- le triglycéride est le réactif en excès.
- $\text{HO}^-$  est le réactif limitant.
- $\text{HO}^-$  est le réactif en excès.

► **5. Quand obtient-on à froid un savon « surgras » en considérant la réaction totale ?**

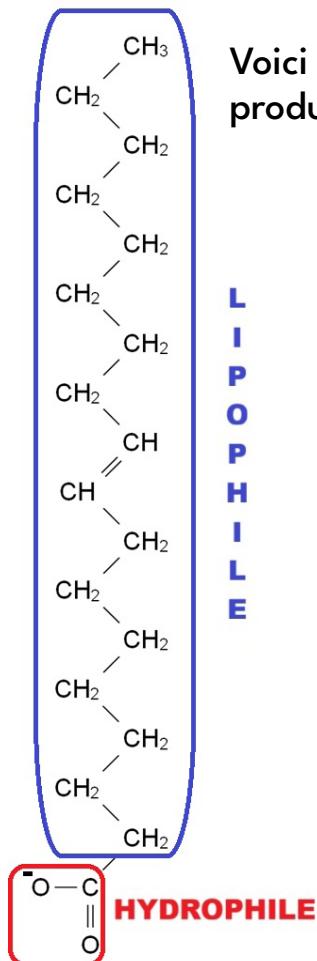
- Lors de la réaction de trois moles de triglycéride avec neuf moles d'ions hydroxydes  $\text{HO}^-$ .
- Lors de la réaction de trois moles de triglycéride avec dix moles d'ions hydroxydes  $\text{HO}^-$ .
- Lors de la réaction de quatre moles de triglycéride avec neuf moles d'ions hydroxydes  $\text{HO}^-$ .

**Pour en savoir plus**



sur la fabrication du savon, vous pouvez consulter le dossier « Comment fabrique-t-on du savon ? » Françoise Brénon et l'équipe « Question du mois » de Mediachimie.

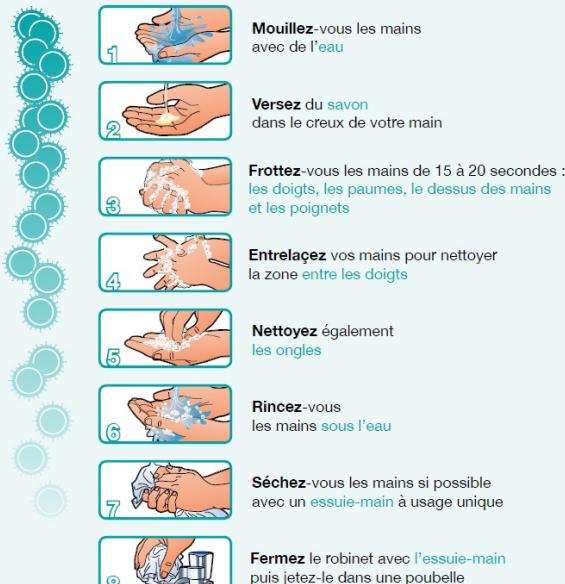
## C. QUELLES SONT LA STRUCTURE ET LE MODE D'ACTION D'UN SAVON À BASE D'HUILE D'OLIVE ?



Voici la **structure d'un savon**, contenant l'ion oléate, produit à partir d'huile d'olive et d'une base forte.

Ci-dessous figurent des préconisations concernant **le lavage des mains**.

## HYGIÈNE DES MAINS SIMPLE ET EFFICACE



**Si vous n'avez pas d'eau ni de savon, utilisez une solution hydroalcoolique pour adopter les mêmes gestes (étapes 2, 3, 4 et 5). Veillez à vous frotter les mains jusqu'à ce qu'elles soient bien sèches.**

#### Les gestes de chacun font la santé de tous



## ► 1. Donner la formule brute de l'ion oléate.

## ► 2. Pour quelle raison la tête de l'ion oléate est-elle hydrophile ?

### ► 3. Pour quelle raison la queue de l'ion oléate est-elle hydrophobe ?

#### ► 4. Lors de l'étape 3 du lavage des mains, que se passe-t-il ?

Schématiser la micelle formée piégeant une tache de graisse présente sur la main. Pour simplifier, on représentera ainsi l'ion oléate, avec sa queue hydrophobe à gauche et sa tête hydrophile à droite :



#### ► 5. Lors de l'étape 7 du lavage des mains, que se passe-t-il pour la micelle ?

### D. QUELLES SONT LES AVANCÉES RÉCENTES DANS LES PRODUITS D'HYGIÈNE ET DE SOINS ?

Le savon est un produit dont la fabrication n'a plus de secret depuis des siècles.

Pour d'autres produits d'hygiène et de soins, la chimie demeure active pour améliorer sans cesse leur composition.

Il suffit de regarder la composition d'un shampoing pour se rendre compte de la multitude de composés présents, chacun ayant sa propre fonction.



Étiquette d'un shampoing professionnel © Keratin

Zoom sur



Nous vous invitons à lire la fiche : « **Zoom sur la formulation et les matières premières dans la cosmétique** » © Mediachimie – Françoise Brénon.

Après sa lecture, riche en enseignements sur la composition de nos produits cosmétiques, voici ci-après un Q.C.M. permettant de vérifier que vous avez bien compris l'essentiel sur les anti-oxydants !

## ► 1. Les anti-oxydants ont pour rôle :

- d'oxyder certains composants présents dans les produits cosmétiques.
  - d'oxyder le dioxygène de l'air.
  - de réagir avec le dioxygène de l'air pour protéger les autres composants du produit cosmétique.
  - de réagir avec certains composants présents dans les produits cosmétiques.

## ► 2. Ces anti-oxydants sont donc :

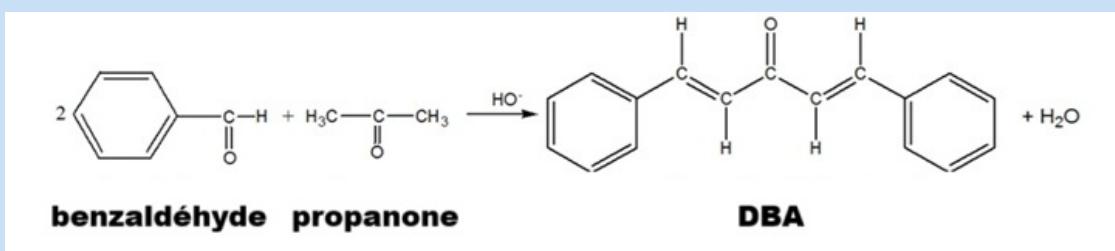
- oxydés.
  - réduits.
  - oxydés et réduits.
  - ni oxydés, ni réduits.

## E. LES CRÈMES SOLAIRES, ILLUSTRATION D'UNE CHIMIE INNOVANTE !

Pour éviter les coups de soleil, l'usage d'une **crème solaire** est recommandé. Certaines crèmes solaires contiennent des filtres chimiques constitués de molécules organiques qui absorbent les rayons ultraviolets (U.V.) à la place de la peau et donc la protège. Dans l'idéal, il faudrait appliquer de la crème solaire sur la peau toutes les deux ou trois heures pour être continuellement protégé.

Parmi ces molécules, on trouve par exemple la dibenzylidèneacétone (DBA) qui protège plus particulièrement des UV A.

## Voici l'équation chimique mise en jeu :



Pour effectuer cette synthèse, voici quelques informations et le protocole à réaliser :

**>>> Espèces chimiques mises en jeu lors de la synthèse :**

| Benzaldéhyde $C_7H_6O$   | Propanone (acétone)<br>$C_3H_6O$  | Dibenzylidèneacétone<br>(DBA)<br>$C_{17}H_{14}O$  |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ <math>M = 106 \text{ g.mol}^{-1}</math></li> <li>➢ <math>\rho = 1,04 \text{ g.cm}^{-3}</math></li> <li>➢ peu soluble dans l'eau froide, soluble dans l'éthanol</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ <math>M = 58 \text{ g.mol}^{-1}</math></li> <li>➢ <math>\rho = 0,79 \text{ g.cm}^{-3}</math></li> <li>➢ soluble dans l'eau et l'éthanol</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ <math>M = 234 \text{ g.mol}^{-1}</math></li> <li>➢ <math>T_f = 113^\circ\text{C}</math></li> </ul> |
|  |   |   |
|  |   |   |

**ÉTAPE 1 : Transformation des réactifs**

- Porter des gants et des lunettes de protection.
- Dans un erlenmeyer de 100 mL, introduire, sous la hotte, successivement :
  - 30 mL d'éthanol prélevé à l'éprouvette graduée,
  - 1,0 mL de propanone prélevée à la pipette jaugée,
  - 3,0 mL de benzaldéhyde prélevés à l'éprouvette graduée.
- À l'aide d'un agitateur magnétique, mélanger doucement le contenu de l'rlenmeyer.
- Prélever à l'éprouvette graduée 30 mL de solution d'hydroxyde de sodium à 1 mol/L qui sert de catalyseur. Les ajouter, **doucement et en plusieurs fois**, dans l'rlenmeyer en maintenant l'agitation douce.
- Laisser sous agitation le mélange pendant environ cinq minutes.  
Un solide jaune apparaît.

**ÉTAPE 2 : Isolement du produit synthétisé**

- Retirer le barreau aimanté de l'rlenmeyer avec la baguette magnétique.
- Filtrer le mélange réactionnel sur Büchner pour récupérer le solide synthétisé (DBA).
- Arrêter la trompe à eau, laver les cristaux avec de l'eau glacée et remettre l'aspiration.
- Récupérer tout le solide dans une **boîte de pétri préalablement pesée**.
- Mettre la boîte de pétri dans l'étuve pendant vingt minutes environ pour sécher les cristaux.
- Après une nouvelle pesée, calculer la masse de DBA produite.

## ► 1. Quel est le rôle de l'éthanol ? Justifier.

## ► 2. Calculer les quantités de matière initiales pour chaque réactif.

| Benzaldéhyde | Propanone |
|--------------|-----------|
|              |           |

## ► 3. En déduire que la masse maximale de DBA pouvant être produite vaut 3,3 g.

## ► 4. Calculer le rendement de votre synthèse sachant qu'il a pour expression :

$$R = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{max}}} \quad \text{Commenter.}$$

 Pour en savoir (BEAUCOUP) plus

- Le DBA présente une alternance de doubles et simples liaisons très étendue sur toute la molécule ce qui engendre une grande délocalisation des électrons et lui confère une capacité d'absorption des UV dans la gamme 330-350 nm (correspondant au domaine UVA).
- « La chimie peut vous sauver la peau »   
Jean-Claude Bernier et Catherine Vialle – Mediachimie.
- « Le vieillissement cutané : prévention et réparation »   
Philippe Piccerelle – Mediachimie.
- La chimie et les produits d'hygiène et de soins corporels.   
Constantin Agouridas, Jean-Claude Bernier, Danièle Olivier et Paul Rigny  
EDP Sciences et Mediachimie.

**F. CONCLUSION**

La chimie est aujourd’hui un pilier fondamental des produits d’hygiène et de soins. Mais tout n’est pas figé car l’évolution des attentes des consommateurs (santé, bien-être, respect de la planète) pousse les scientifiques et l’industrie à innover dans la chimie cosmétique, en l’orientant vers le durable.

L’efficacité ne doit pas éclipser la sécurité car certains conservateurs ou agents chimiques peuvent provoquer des réactions indésirables (irritations, allergies). La formulation reste une affaire sérieuse, comparable parfois à celle de médicaments. L’essor des composants « naturels » ou « biosourcés » doit s’accompagner pour toute molécule, qu’elle soit synthétique ou naturelle, d’une évaluation très rigoureuse des risques encourus.

Ainsi la chimie dans les soins est à la fois un héritage, un présent incontournable, et un avenir plein de promesses mais à condition de rester vigilants, responsables et transparents.

**Si le domaine de la cosmétique vous intéresse,  
nous vous invitons à vous plonger  
dans les conférences du colloque  
« Chimie, dermo-cosmétique et beauté »  
qui a eu lieu le 17/02/2016 à la Maison de la Chimie.**

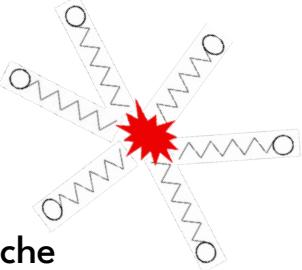


## RÉPONSES AUX ACTIVITÉS

### B. COMMENT FABRIQUE-T-ON DU SAVON ?

1. Ester
2. Alcool
3. Nous sommes dans les proportions stœchiométriques.
4. Le triglycéride est le réactif limitant.  
HO<sup>-</sup> est le réactif en excès.
5. Lors de la réaction de quatre moles de triglycéride avec neuf moles d'ions hydroxydes HO<sup>-</sup>.

### C. QUELLES SONT LA STRUCTURE ET LE MODE D'ACTION D'UN SAVON À BASE D'HUILE D'OLIVE ?

1. C<sub>18</sub>H<sub>33</sub>O<sub>2</sub><sup>-</sup>
2. C'est en raison du groupement carboxylate CO<sub>2</sub><sup>-</sup> qui, étant chargé, a des interactions attractives avec les molécules d'eau qui est un solvant polaire.
3. C'est en raison de la longue chaîne carbonée qui est apolaire et donc il n'y a aucune interaction attractive avec l'eau.
4. Voici la structure de la micelle avec la tâche de graisse au centre :  
*Nous avons bien entendu tout ceci dans les trois dimensions et les molécules d'eau entourent chaque micelle.*
5. Lorsque l'on se rince les mains à l'eau, la micelle, et avec elle la tâche de graisse, est entraînée par l'eau.

### D. QUELLES SONT LES AVANCÉES RÉCENTES DANS LES PRODUITS D'HYGIÈNE ET DE SOINS ?

1. Les anti-oxydants ont pour rôle de réagir avec le dioxygène de l'air pour protéger les autres composants du produit cosmétique.
2. Ces anti-oxydants sont donc oxydés.

### E. LES CRÈMES SOLAIRES, ILLUSTRATION D'UNE CHIMIE INNOVANTE.

1. L'éthanol est le solvant car les deux réactifs y sont solubles.
2. En appliquant  $n = \frac{\rho \times V}{M}$ , nous obtenons 0,029 mol de benzaldéhyde et 0,014 mol de propanone.
3. On peut donc considérer ici que les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques donc il se forme au maximum 0,014 mol de DBA. Or  $m = n \times M$  donc on forme au maximum 3,3 g.
4. En raison des pertes au cours des différentes étapes du protocole expérimental, le rendement R est bien inférieur à 100 %.

## ET APRÈS LE BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL ?

Rubrique professionnelle rédigée par F. Brénon et G. Roussel.

Les sociétés de produits de soins et d'hygiène couvrent la création de très nombreux produits qui englobent les soins d'hygiène du corps, de la peau et des cheveux, l'hygiène bucco-dentaire, l'hygiène féminine, le rasage et la dépilation, les déodorants, les produits de la santé et du bien-être, les couches pour bébé, l'entretien de la maison...

Parmi les plus importantes entreprises spécialisées dans les produits d'hygiène personnelle dans le monde, on compte L'Oréal (France), Procter & Gamble (USA, Pampers, Gillette, Ariel, etc.), Kimberly-Clark (USA, Kleenex, Cottonelle, ...), Unilever (USA, Gibbs, Monsavon, Rexona, Omo, ...), Colgate-Palmolive, Beiersdorf (Nivea, ...).

Pour ce qui est des produits spécifiques de la cosmétique (c'est à dire ceux relatifs aux soins de beauté), la France est leader mondial des cosmétiques avec environ 15% des parts du marché mondial. Parmi ses entreprises phares, il y a la société L'OREAL.

COSMETIC VALLEY est l'organisation qui rassemble, coordonne et accompagne les entreprises, les centres de recherche, les universités et les écoles de la filière française parfumerie-cosmétique. Il est le premier réseau mondial en parfumerie-cosmétique, par sa filière industrielle. Tous les métiers sont présents (sélection des matières premières et ingrédients, formulation, conditionnement, contrôles et tests, Injection plastique, packaging, logistique). Le secteur cosmétique se place au troisième rang des contributeurs au solde positif du commerce extérieur de la France.

On pourra consulter le site de *Cosmetic Valley* ici : 



Les chimistes sont très impliqués dans cette filière.

»» Pour découvrir ce qu'ils y font, consultez la fiche *Les chimistes dans la beauté et la dermo cosmétique.* 

## ET APRÈS LE BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL ?

Rubrique professionnelle rédigée par F. Brénon et G. Roussel.

### Quel que soit le Bac pro suivi ...

#### ➤ à dominante chimie ou biochimie comme :

- le Bac pro Laboratoire contrôle qualité ;
- le Bac pro Procédés de la chimie, de l'eau et des papiers cartons ;
- le Bac pro Production en industries pharmaceutiques, alimentaires et cosmétiques (PIPAC).

#### ➤ Ou avec une formation transverse :

- le Bac pro Maintenance des systèmes de production connectés (qui remplace le Bac pro Maintenance des équipements industriels) ;
- le Bac pro Pilotage de systèmes de production automatisée ;
- le Bac pro Bio-industries de transformation (BIT) ;
- le Bac pro Traitement des matériaux.

»»» **On peut travailler dans les entreprises du secteur « produits d'hygiène, cosmétiques et parfums en France ».**

**Citons quelques métiers** dont vous trouverez une description sur le site Mediachimie : Agent de laboratoire, Opérateur de production...

**Bien sûr un bachelier professionnel peut envisager de poursuivre ses études avec une formation en BTS.**



## ET APRÈS LE BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL ?

Rubrique professionnelle rédigée par F. Brénon et G. Roussel.

**Le BTS métiers de la chimie** axe la formation autour de trois pôles : l'analyse, la synthèse et la formulation. Il contient aussi une formation aux principes de la QHSSE (Qualité, Hygiène + santé, Sécurité, Sûreté, Environnement). La formulation est une discipline fondamentale dans la création des produits d'hygiène et les cosmétiques et l'analyse permet la caractérisation, la mesure de la pureté ou le suivi des réactions chimiques mises en œuvre en R&D, en procédés ou en production.

Ces entreprises ont des usines, donc une formation en **BTS Génie des procédés** permettra également une intégration dans ces entreprises.

»» Pour en savoir plus sur ce BTS consultez la page qui lui est consacrée : 

**Le BTS Bioanalyses et contrôles** permet aussi de répondre à certains besoins de ces industries. Il existe aussi un **BTS Esthétique-cosmétique** plus spécifique.

Technicien de laboratoire et analyses © Enilea



Citons quelques exemples de métiers de technicien(ne) dont les descriptions sont développées sur le site Mediachimie :

-  Technicien·ne de formulation
-  Technicien·ne de chimie
-  Technicien·ne d'analyse physico-chimique
-  Technicien·ne assurance qualité
-  Technicien·ne Contrôle industriel et régulation automatique
-  Technicien·ne de fabrication / production
-  Technicien·ne environnement
-  Technicien Génie des procédés / Génie chimique

»» Quelques vidéos de témoignages sont également disponibles sur la chaîne You Tube « Les Métiers de la chimie » de France chimie. Par exemple : le métier de Julie ; Technicienne de contrôle qualité.

