Viviane MAHIEU
Cécile MOUCHERON

centre de documentation pédagogique

La chimie des produits cosmétiques

Atelier de chimie - CUDEC

Les Cahiers du CeDoP

Le présent document est protégé par la législation sur le droit d'auteur. Il ne peut faire l'objet d'aucune reproduction, sous quelque support que ce soit, ni d'aucune communication au public, sous quelque forme que ce soit et moyennant quelque procédé technique que ce soit, sans l'autorisation expresse du titulaire du droit d'auteur.

© Université Libre de Bruxelles, 2003, pour l'édition graphique et la publication en ligne

CeDoP 2

LA CHIMIE DES PRODUITS COSMÉTIQUES

Viviane Mahieu
Cécile Moucheron

Centre universitaire de Didactique
pour l'Enseignement de la Chimie (CUDEC)

http://www.ulb.ac.be/sciences/cudec

Les succès remportés par les fascicules « La chimie dans la cuisine », « La chimie dans la maison » et « Qu'y a-t-il donc là-dedans ? » nous ont incités à préparer un nouveau dossier portant cette fois sur les produits cosmétiques.

Ce document est à la fois un fascicule documentaire, mais rassemble aussi des expériences simples qui peuvent être réalisées dans les établissements d'enseignement secondaire.

Nous espérons qu'il aidera les professeurs de chimie à illustrer leurs cours.

Nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont aidées par leurs apports divers à la réalisation de ce fascicule.

TABLE DES MATIERES

1. LES PRODUITS CAPILLAIRES 5

1.1 LE CHEVEU 5
Propriétés du cheveu 6
1.2 LES SHAMPOINGS 7
Composition d'un shampoing pour cheveux normaux 8
1.3 LES PRODUITS POUR PERMANENTES 9
Composition d'une préparation liquide pour permanente 9
1.4 DÉCOLORATION ET COLORATION DES CHEVEUX 10
Décoloration 10
Coloration 11
1.5 DÉMONSTRATION : FORMATION DE COLORANTS AZOÏQUES 12

2. PRÉPARATIONS COSMÉTIQUES 14

2.1 LES ROUGES À LÈVRES 14
2.2 MANIPULATION : BAUME ANTI-GERÇURES POUR LES LÈVRES 15

3. LES POUDRES 17

4. PRÉPARATIONS COSMÉTIQUES POUR LES SOINS DE LA PEAU 18

4.1 MODE D'ACTION DES CRÈMES ET LAITS COSMÉTIQUES 18
4.2 LES PRÉPARATIONS COSMÉTIQUES 18
4.3 MANIPULATION : PRÉPARATION D'UNE ÉMULSION EAU/HUILE: LE GOLDCREAM 19
4.4 MANIPULATION : COMMENT RECONNAÎTRE LA NATURE DE LA PHASE CONTINUE DANS UNE ÉMULSION? 20

5. LES DENTIFRICES 22

5.1 LES COMPOSANTS D'UN DENTIFRICE 22
5.2 MANIPULATION : PRÉPARATION D'UN DENTIFRICE 23
Première préparation 23
Deuxième préparation 23
5.3 MANIPULATION : COMPARAISON ENTRE UN DENTIFRICE MAISON ET UN DENTIFRICE COMMERCIAL 24

6. LISTE DES FORMULES 26

AUTRES TITRES DISPONIBLES DANS LA MÊME COLLECTION 29

1. Les produits capillaires

1.1 Le cheveu

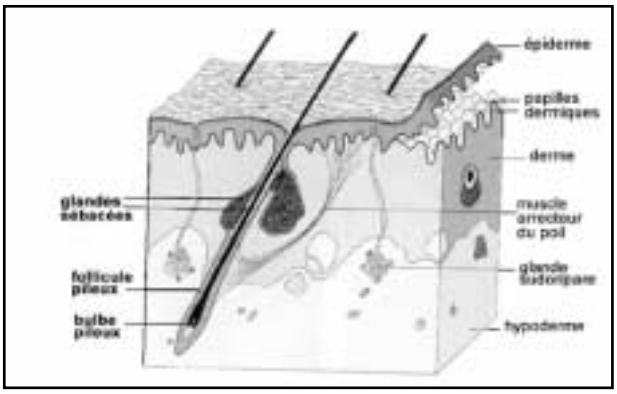


Fig. 1 : coupe de la peau

Les cheveux sont des parties différenciées des tissus épidermiques. Le cheveu s'enfonce dans le cuir chevelu dans une cavité appelée follicule pileux. A la base de ce follicule se trouve la racine du cheveu (fig. 2) dans laquelle s'effectuent les transformations biochimiques, ainsi qu'une tige kératineuse qui est inerte biologiquement. Le follicule pileux disparaît à la mort du cheveu et se reforme à la naissance d'un nouveau cheveu, montant et descendant dans le derme comme un yoyo !
La racine du cheveu comporte la papille dermique, des glandes sébacées, des vaisseaux sanguins capillaires, des muscles et est entourée d'un réseau de nerfs.
La kératinisation du cheveu se produit dans le dernier tiers de la racine, où il acquiert ses caractéristiques structurales.

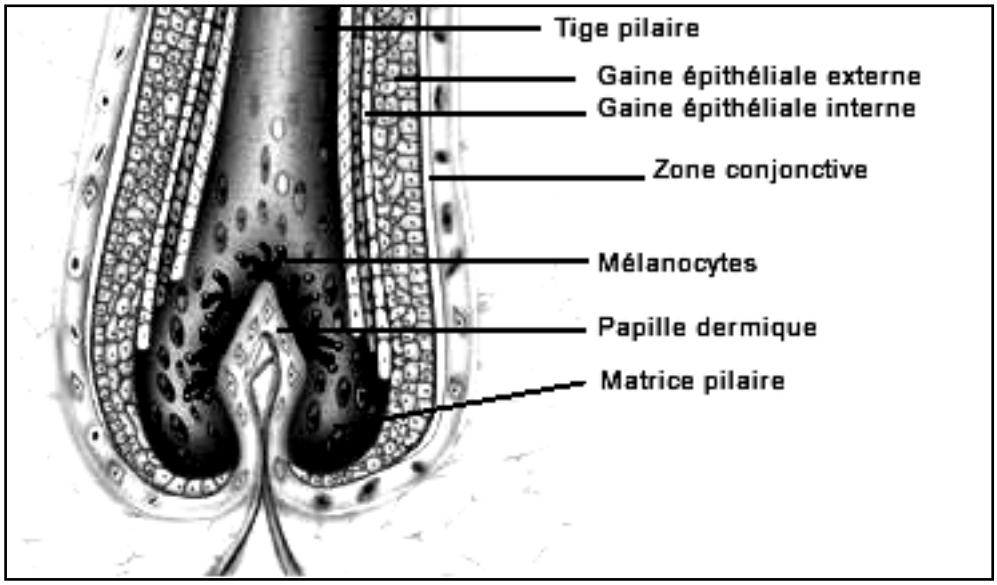


Fig. 2 : racine du cheveu

On distingue trois parties importantes dans le cheveu ou tige pilaire : le canal médullaire, le cortex et la cuticule. Le canal médullaire, appelé médulla ou moëlle, se trouve au centre de la tige et est entouré par une couche épaisse, très kératinisée : le cortex. Celui-ci est constitué d'un arrangement cylindrique de cellules allongées de 50 à 100 µm de long. La cuticule est une couche fine et dure constituée de lamelles de kératine emboîtées les unes dans les autres qui est particulièrement résistante aux agressions chimiques.
Dans le follicule en cours de croissance, de grands mélanocytes sont dispersés parmi les cellules proliférives qui formeront le cortex du poil et détermineront sa couleur.

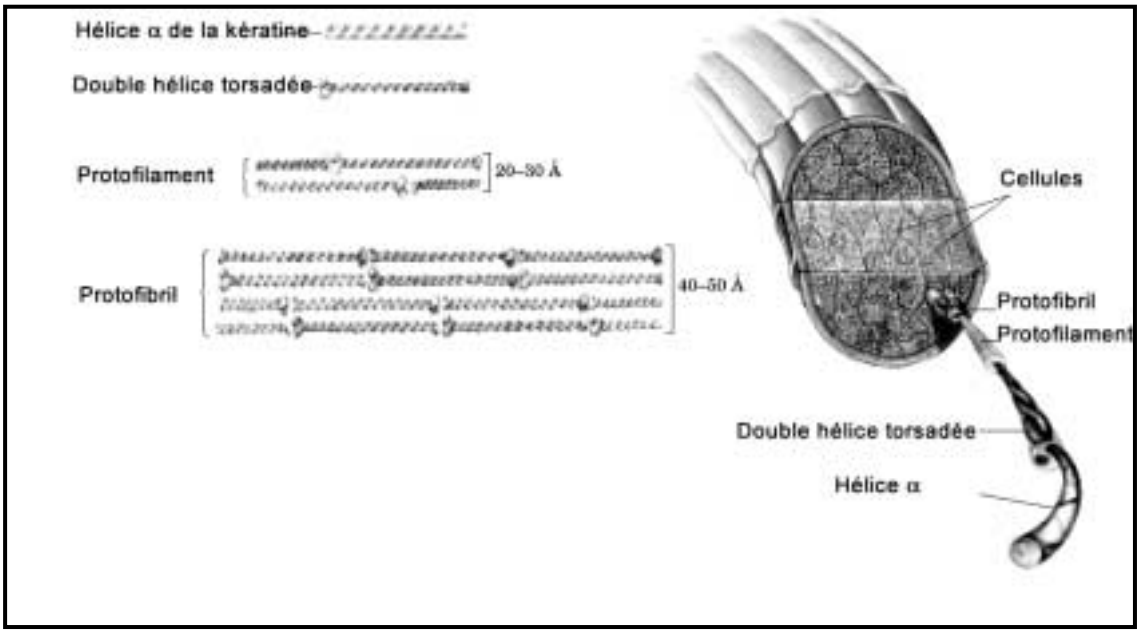


Fig. 3 : coupe transversale d'un cheveu

La kératine est une protéine constituée essentiellement de glycine et de leucine ainsi que d'un acide aminé soufré : la cystéine. La chaîne polypeptidique forme une hélice droite appelée hélice α dont la forme est maintenue par des ponts hydrogène (structure secondaire de la protéine). Plusieurs de ces hélices sont liées entre elles par d'autres ponts hydrogène et par des ponts disulfures. Ceux-ci sont sensibles à l'action des réducteurs.

Propriétés du cheveu

Malgré les écailles serrées de sa cuticule, le cheveu est perméable à l'eau et peut absorber jusqu'à 30% de son poids en eau. Sa longueur et son diamètre peuvent alors augmenter de 2% et jusqu'à 20% respectivement.

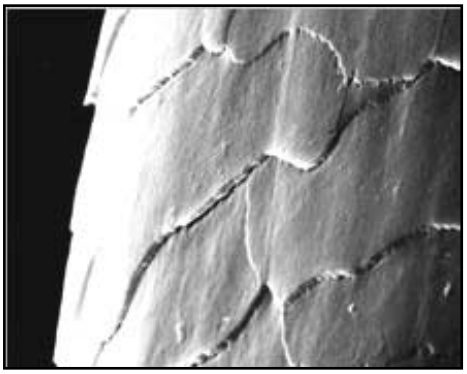


Fig. 4 : cuticule du cheveu

Fig.5 : hygromètre de Saussure

C'est cette propriété qui est utilisée dans l'hygromètre à cheveu qui mesure l'humidité de l'air. Cet appareil est composé d'un cheveu relié à une aiguille qui enregistre la variation de longueur du cheveu en se déplaçant devant un cadran gradué.

Les ponts hydrogène sont sensibles à l'humidité qui entraîne leur rupture. Lorsque le cheveu sèche, ils se reforment selon l'emplacement qu'ont alors les chaînes de kératine, ce qui peut modifier la forme du cheveu de manière provisoire. C'est cette propriété qui est utilisée lors des brushings et des mises en plis.

Cette modification est cependant provisoire et si l'on veut donner au cheveu une forme plus durable il faut agir sur les ponts disulfures, plus solides. Quand ceux-ci sont rompus par réaction chimique, les chaînes de kératine peuvent être déplacées et le cheveu devient malléable. Il est dès lors possible de friser un cheveu trop raide ou de défriser un cheveu trop bouclé.

1.2 Les shampoings

Les shampoings actuels ont été élaborés au cours des années soixante. Ils contiennent de 10 à 30 ingrédients. Un premier groupe est constitué des détergents, un second des substances auxiliaires tandis qu'un troisième contient des ingrédients actifs qui remplissent des fonctions particulières.

Les détergents doivent remplir différentes fonctions et répondre à de nombreux critères. Ils doivent laver de manière efficace, quelle que soit la dureté de l'eau, ne pas agresser la peau et les muqueuses, mousser de manière agréable, supporter un pH neutre ou légèrement acide, être compatibles avec les autres ingrédients, être biodégradables, ne pas produire de charge statique…
Parmi les détergents anioniques, ce sont les sulfates d'alkyles qui sont les plus couramment utilisés avec les sulfates d'éthers d'alkyles et les carboxylates d'éthers d'alkyles utilisés en présence des précédents ou de détergents amphotères.

Les substances auxiliaires que l'on ajoute aux shampoings augmentent leurs performances ou remplissent un but précis. On ajoute des polydiméthylsiloxanes pour améliorer le coiffage, des hydrolysats de protéines pour réduire le potentiel irritant des détergents ioniques, des esters de l'acide sulfosuccinique* pour leurs propriétés moussantes, des agents regraissants pour réduire l'effet dégraissant du lavage, des hydratants tels les polyols, des agents épaississants de manière à ajuster la viscosité de l'ensemble, tels les alcanolamides, des agents conservateurs comme un ester de l'acide p-hydroxybenzoïque, des agents complexants (EDTA), des absorbeurs UV, des antioxydants, des agents tamponnants…

Composition d'un shampoing pour cheveux normaux

Ingrédient *	% shampoing normal	% shampoing journalier	
Sulfate d'éther d'alkyle* (28%)	50	40	détergent
Amidopropylbétaïne* (30%)	-	5	détergent
Ester de l'acide sulfosuccinique* (30%)	-	5	agent moussant
Hydrolysat de protéine (30%)	5	5	
Alcanolamide*	3	3	épaississant et hydratant
Propylène glycol*	1	1	hydratant
Ingrédients auxiliaires, eau	Ad 100		

Remarques :
Ad 100 veut dire amener la solution à 100 %
* Les formules de certains ingrédients sont réunies en fin de fascicule, p. 26.

1.3 Les produits pour permanentes

La première action des produits destinés aux permanentes est de réduire partiellement (20%) les ponts disulfures au moyen d'un sulfite inorganique (1) ou d'un mercaptan (2) :

$$R\text{-}S\text{-}S\text{-}R + M_2SO_3 \leftrightarrows R\text{-}S\text{-}M + R\text{-}S\text{-}SO_3M \quad (1)$$

$$R\text{-}S\text{-}S\text{-}R + 2\ HS\text{-}CH_2\text{-}COO^- \leftrightarrows R\text{-}SH + HS\text{-}R + {}^-OOC\text{-}CH_2\text{-}S\text{-}S\text{-}CH_2\text{-}COO^- \quad (2)$$

Après « modelage » du cheveu à la forme souhaitée, l'oxydation permet de reformer les ponts disulfures. Toutefois, ceux-ci ne se reforment jamais dans leur position originale, ce qui fait que la permanente cause toujours une altération de la structure du cheveu.
Les formulations pour permanentes sont soumises à des contraintes légales : la proportion en agent réducteur ne doit pas dépasser 11% et le pH de la préparation ne peut être supérieur à 9,5 de manière à éviter les irritations de la peau et limiter les dommages causés aux cheveux. L'agent réducteur le plus utilisé est l'acide thioglycolique ou mercaptoacétique. Le pH est ajusté par la présence de bases inorganiques comme l'ammoniaque, le carbonate d'ammonium ou organiques comme la monoéthanolamine.
Parmi les agents oxydants, c'est le peroxyde d'hydrogène qui est le plus utilisé en solution acide de manière à ajuster le pH entre 2 et 4. Un autre oxydant habituel est le bromate de sodium qui présente moins de problèmes de stabilité que le peroxyde d'hydrogène.

Composition d'une préparation liquide pour permanente

Mélange réducteur :

Ingrédient	%	Action
Thioglycolate d'ammonium (50%)	24	Réducteur
Hydrogénocarbonate d'ammonium	2	Régulateur de pH
Monoéthanolamide d'acides gras de noix de coco	0,5	Détergent et épaississant
Isooctylphénol éthoxylé	1	Détergent, émulsifiant
Isopropanol	2	
Divers	1	Parfum, opacifiant...
Eau	69,5	Solvant

La chevelure est lavée, essorée et les cheveux sont enroulés. On enduit ensuite les cheveux enroulés de la préparation réductrice qu'on laisse agir pendant 10 à 40 minutes. La préparation est ensuite rincée abondamment et le mélange oxydant est alors appliqué pendant 5 à 10 minutes pour reformer les ponts disulfures qui fixeront les nouvelles ondulations de la chevelure.

Mélange oxydant :

Ingrédient	%	Action
Peroxyde d'hydrogène (solution à 100 volumes)	10	Oxydant
Acide acétique	0,1	Acidifiant
Eau distillée	90	

1.4 Décoloration et coloration des cheveux

Décoloration

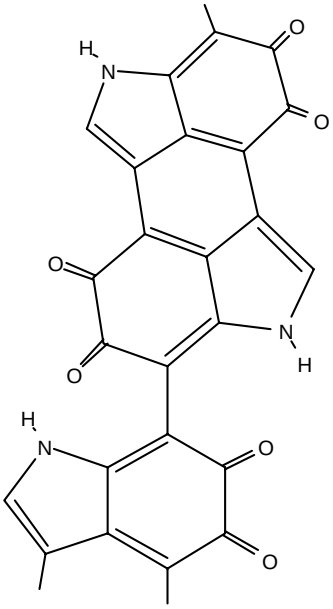


Fig. 6 : mélanine

Le processus de décoloration des cheveux est basé sur la destruction oxydative des mélanines qui constituent les pigments du cheveu. Les grains de mélanine (voir formule ci-contre) sont dispersés dans les cellules de la cuticule et particulièrement dans les cellules du. Cortex. Ils adhèrent à la kératine au moyen de résidus de polypeptides.
L'oxydation des mélanines s'effectue par le peroxyde d'hydrogène en présence d'ammoniaque ou par un mélange de peroxodisulfates et de peroxydes.

Le mélange oxydant altère aussi les composants polypeptidiques du cheveu au niveau des liaisons hydrogène et des ponts disulfures, des fonctions amides et amines, ce qui modifie radicalement la nature du cheveu.
Le peroxyde d'hydrogène, en milieu basique, réduit aussi les ponts disulfures de la kératine, ce qui dissocie les fibres et rend le cheveu plus accessible aux colorants ou à l'agent oxydant O_2.

$$H_2O_2 + 2\ OH^- \leftrightarrows O_2 + 2\ H_2O + 2\ e^-$$

$$R\text{-}S\text{-}S\text{-}R + H_2O_2 + 2\ OH^- \rightarrow O_2 + 2\ H_2O + 2\ R\text{-}S^-$$

Un cheveu décoloré est plus sec, plus cassant, plus difficile à peigner. Il devient aussi plus poreux et plus sensible à l'humidité. En revanche, il absorbe plus facilement les colorants et les préparations pour permanentes.

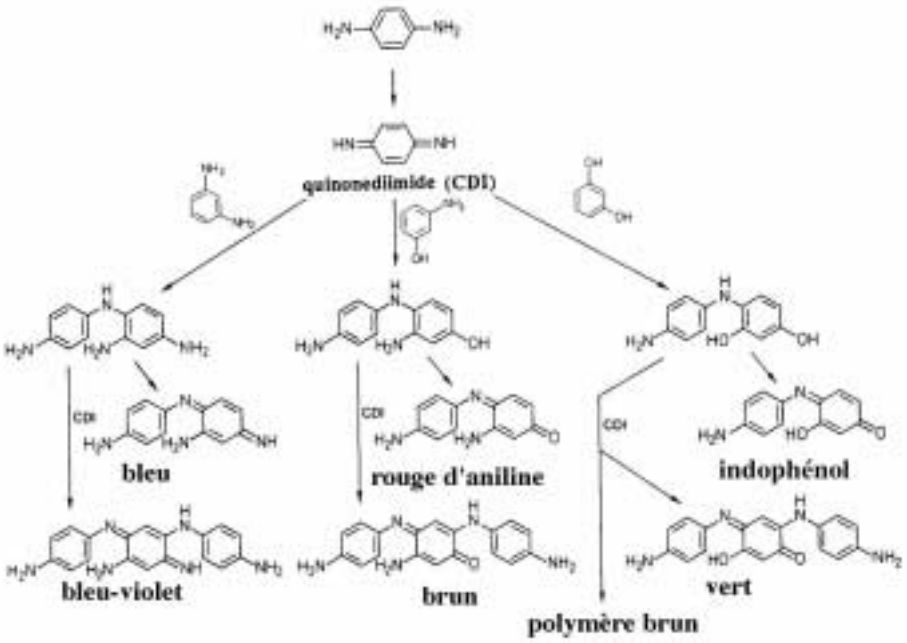
Les shampoings éclaircissants sont des solutions moussantes ammoniacales de détergents qui sont mélangées immédiatement avant l'usage avec une solution de peroxyde d'hydrogène à 6 %.

Coloration

Les substances utilisées pour la coloration du cheveu sont au départ des substances faiblement colorées ou incolores. C'est par réaction de polymérisation oxydative avec les agents oxydants que la coloration apparaît.
Pour obtenir une substance fortement colorée, on fait appel à des diamines ou des aminophénols. On appelle bases les diamines aromatiques ou les aminophénols dont les groupes fonctionnels sont en ortho ou en para l'un de l'autre et on appelle coupleurs les méta diamines et méta aminophénols.
Les bases et les coupleurs sont les précurseurs des colorants. Utilisés seuls, les coupleurs donnent des nuances faibles par oxydation.
La présence de groupes nitro sur le noyau benzénique donne des colorations jaunes, rouges ou violines tandis que les composés triaminés teignent en rouge ou brun et les diaminés en brun foncé ou noir. Suivant le résultat que l'on désire obtenir, il existe différents types de mélanges colorants.

La coloration permanente :

C'est une coloration définitive qui ne s'élimine pas au shampoing et dont l'action dure jusqu'à la repousse des « racines ». Elle colore en plus clair, dans le même ton, en plus foncé, en reflets et couvre aussi jusqu'à 100% des cheveux blancs.
Dans ce type de coloration, les colorants sont créés directement sur et dans le cheveu par une série de réactions successives : des réactions d'oxydation, de couplage ou de condensation qui se font en présence d'eau oxygénée en milieu ammoniacal.
Dans un premier temps, une base de type diamine aromatique est oxydée par le peroxyde d'hydrogène pour donner une quinonediimine qui réagit ensuite avec un coupleur pour former une diphénylamine qui peut soit encore réagir comme coupleur soit être oxydée de manière à former le colorant désiré (voir ci-après).



La coloration directe :

C'est une coloration semi-permanente qui s'estompe au fil des shampoings. Elle colore en naturel, dans le même ton ou fonce légèrement, donne des reflets et permet aussi de camoufler les premiers cheveux blancs (jusqu'à 30%). Ce but est obtenu en utilisant des colorants qui ont une grande affinité pour la kératine et sont capables de pénétrer à l'intérieur de la gaine du cheveu. Une nuance naturelle ne peut être obtenue par un seul colorant, il faut en mélanger plusieurs en veillant à leur compatibilité. Ce sont en général des composés nonioniques ou cationiques de masse moléculaire peu élevée et de solubilité faible dans l'eau. Parmi ceux-ci, on trouve des nitrophénylène diamines, des nitroaminophénols ou des colorants azoïques qui sont solubilisés dans des solvants tels que le cyclohexanol, l'éther de glycol ou l'alcool benzylique que l'on mélange ensuite à de l'eau et à un shampoing.

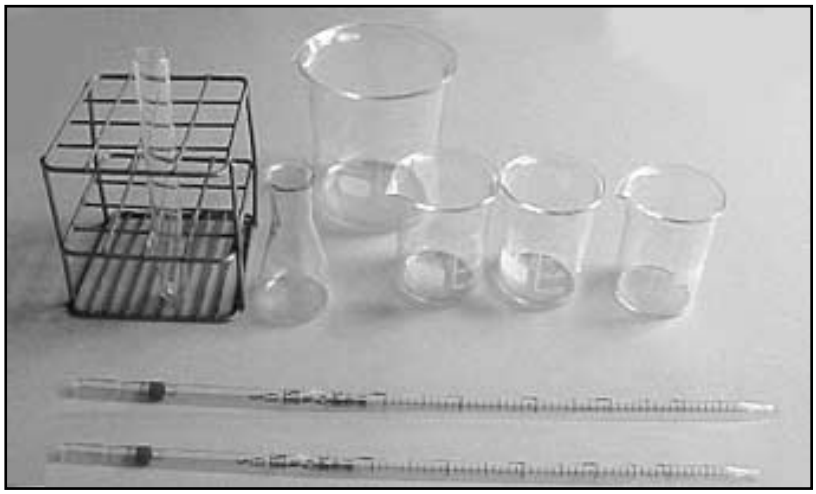
La coloration fugace :

Elle apporte une couleur légère dans le même ton, des reflets ou s'utilise pour embellir les cheveux gris. Elle disparaît au premier shampoing. Dans ce cas, les colorants sont déposés à la surface du cheveu. La plupart des colorants employés sont les mêmes que ceux que l'on utilise dans l'industrie textile et lainière, ce sont par exemple des colorants azoïques, anthraquinoniques ou triarylméthane.

1.5 Démonstration : formation de colorants azoïques

R.V. Stick, M. Mocerino, D.A. Franz, « Azo Dyes » J. Chem. Educ. 1996, vol. 73, pp.540-541. Dans cette démonstration qui peut se faire à l'aide d'un rétroprojecteur, on réalise la diazotation de la 4-nitroaniline que l'on couple ensuite avec différents phénols.

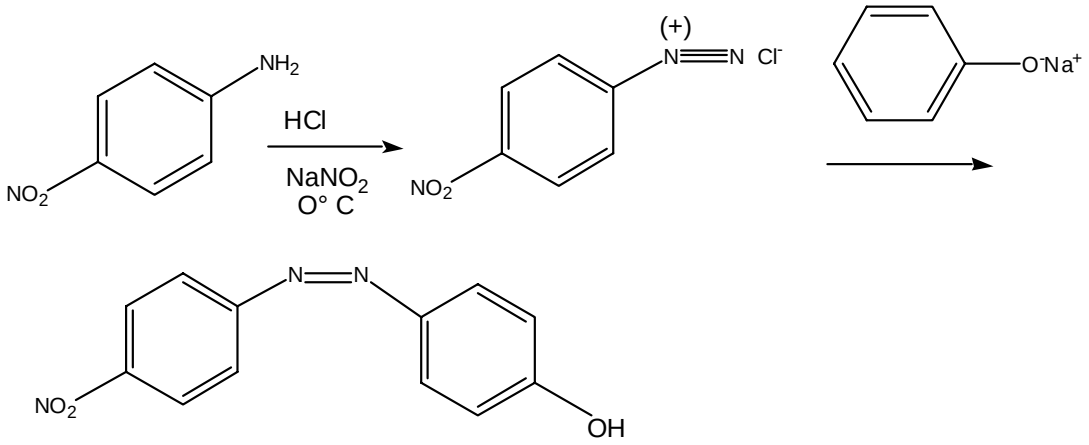
Matériel et produits :



1 erlenmeyer de 25 mL, 2 pipettes graduées de 5 mL, bain de glace, éprouvette et porte-éprouvette, 3 boîtes de pétri ou trois béchers. 4-nitroaniline, chlorure d'hydrogène concentré, nitrite de sodium, phénol, 1-naphtol, 2-naphtol, éthanol, hydroxyde de sodium

Mode opératoire :

On place 50 à 100 mg de 4-nitroaniline dans un erlenmeyer de 25 mL auquel on ajoute 1 mL d'HCl concentré. On ajoute ensuite 2 mL d'eau de manière à dissoudre le chlorhydrate formé. Le mélange est refroidi au bain de glace et on y ajoute ensuite goutte à goutte une solution de 100 mg de nitrite de sodium dans 2 mL d'eau. Le mélange qui contient maintenant le sel de diazonium est laissé dans le bain de glace.
On aura préparé trois béchers de 250 mL ou trois boîtes de pétri contenant respectivement 50 à 100 mg de phénol, 1-naphtol, 2-naphtol, dissous dans 10 mL d'éthanol auquel on ajoute 5 mL de solution de NaOH 2 mol/L et que l'on place sur le rétroprojecteur.
Le colorant azoïque est alors préparé en ajoutant une à deux gouttes de solution de sel de diazonium à chacune des solutions de phénols.
Le phénol donne un colorant rouge, tandis que le 1-naphtol et le 2-naphtol donnent respectivement des colorants bleus et pourpres.



2. Préparations cosmétiques

Depuis l'antiquité, le désir de beauté amène l'être humain à modifier et à améliorer son apparence. Toutes les préparations cosmétiques contiennent des composants destinés à prendre soin de la peau et à la protéger ainsi qu'une plus ou moins grande quantité de substances couvrantes et de colorants qui masquent les défauts, changent la teinte de la peau, du tour de l'œil, des lèvres ou des ongles.
Les agents colorants sont nombreux et consistent notamment en pigments minéraux tels que : le talc, l'oxyde de zinc, le kaolin*, l'oxyde de titane, qui donnent une couleur blanche, les oxydes de fer, de chrome, l'outremer*, etc... Autour des yeux, seuls sont admis des pigments inoffensifs pour les muqueuses et les yeux. Il existe aussi une législation pour les pigments présents dans les rouges à lèvres.

2.1 Les rouges à lèvres

Les rouges à lèvres servent à protéger les lèvres du dessèchement et des gerçures et à en améliorer l'aspect en en modifiant la couleur et le brillant.
Ils sont constitués d'un mélange d'huiles, de graisses et de cires auxquelles on ajoute des colorants, des conservateurs, des antioxydants et éventuellement des substances apaisantes et cicatrisantes.
Les ingrédients de base sont des cires comme les cires d'abeille, de carnauba* (provenant des feuilles du palmier carnauba), qui ont une température de fusion d'environ 80°C, qui sont relativement fermes et donnent un aspect lustré. Les paraffines, de température de fusion comparable, sont plus malléables. L'alcool cétylique* sert d'agent de liaison entre les ingrédients polaires et non polaires. La lanoline* offre l'adhésion et le brillant et l'huile de ricin est utilisée pour sa propriété d'agent mouillant pour les pigments. L'éosine a été utilisée longtemps comme pigment car elle adhère bien aux lèvres et les colore durablement mais elle est actuellement remplacée en grande partie par des pigments organiques insolubles et des oxydes de fer.
La préparation contient aussi des substances stabilisantes et des conservateurs : antioxydants qui empêchent le rancissement des graisses et antibactériens qui empêchent la prolifération des germes pathogènes pendant le stockage mais surtout pendant le temps d'utilisation.
Certaines substances sont ajoutées aussi pour préserver l'intégrité des lèvres : le palmitate ou l'acétate de la vitamine A*, l'allantoïne*, le panthénol*. Certains rouges contiennent aussi des filtres UV et des parfums pour masquer l'odeur naturelle des ingrédients.

Exemple de formulation d'un rouge à lèvres :

Substance	%	Effet
Huile de paraffine*	30	graissant et lustrant
Vaseline*	20	graissant et lustrant
Cire d'abeilles	10	graissant et lustrant
Glycérine	1	agent humidifiant
Acide stéarique*	6,5	dispersant des pigments
Triéthanolamine	1,6	affine l'émulsion
Laques*	8	colorant
Solution d'éosine	22,9	colorant
Parfum	2	

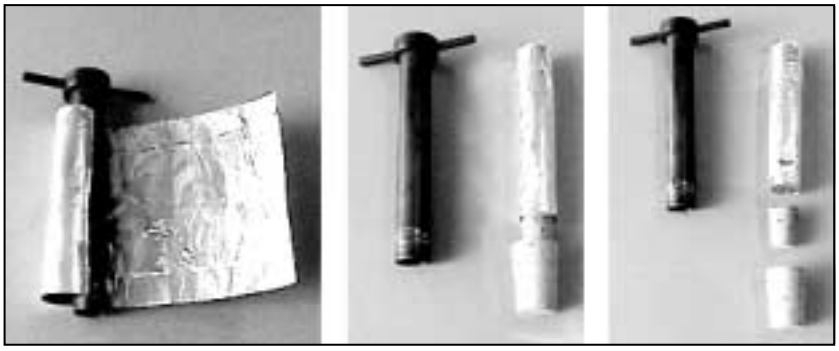
2.2 Manipulation : baume anti-gerçures pour les lèvres

Réf.: C. Most, Jr., « Antichap Lipstick and nonbonded interactions » J. Chem. Ed., p.194, vol.53, 1976
Test-Achats, Beauté mode d'emploi p.220,1985

Cette expérience permet d'illustrer le principe *« like » dissolves « like »* en examinant la dissolution immédiate des composants du baume et d'autre part son action imperméable qui illustre l'insolubilité mutuelle de substances de nature différente.
Le mélange a des propriétés thixotropes qui font que la surface du stick devient fluide lorsqu'on l'applique mais reste solide au repos.
La préparation du baume doit être effectuée dans des conditions d'hygiène et de propreté parfaites si l'on désire le tester ou s'en servir.

Préparation du tube :

Découper un rectangle de 12 x 10 cm dans une feuille d'aluminium. Replier sur 2 cm les deux côtés opposés de la longueur de 12 cm en aplatissant bien de manière à éviter les plis.



Enrouler la feuille d'aluminium autour d'un crayon épais ou d'un perce-bouchon n°6 et maintenir enroulé à l'aide de papier collant. Oter prudemment le perce-bouchon et le remplacer par un bouchon en liège en orientant le grand diamètre vers le haut. Placer

l'ensemble sur le petit diamètre d'un bouchon de diamètre supérieur à l'orifice et fixer le tout avec du papier collant avant l'opération de remplissage. Le plus petit bouchon peut servir à déplacer le baume vers le haut et le plus grand à empêcher le mélange fondu de s'écouler lors du remplissage.
Faire plusieurs tubes de la même manière.

Préparation du baume :

a) Cérat à la rose

Ingrédients et matériel :

Carmin* : 0,5 g
Cire blanche* : 50 g
Vaseline : 50 g
Essence de rose :
10 gouttes
Bécher de 250 mL, spatule, bain-marie, trépied et bunsen ou plaque chauffante, feuille d'aluminium, perce-bouchon, bouchons de liège, papier collant

Mode opératoire :

Dans un bécher propre placé dans un bain-marie, mélanger la cire et la vaseline en remuant avec la spatule. Ajouter ensuite le carmin et homogénéiser. Laisser refroidir un peu avant d'ajouter l'essence de rose, mélanger à nouveau et verser prudemment dans le ou les tubes en aluminium.

b) Cérat labial PBIV
(mémento de pharmacie galénique publié par l'association pharmaceutique belge.)

Substance	**%**
Cire blanche*	50
Paraffine liquide	24,5
Paraffine solide	24,5
Carmin*	0,4
Essence de géranium	0,1
Essence de bergamote	0,5

Mode opératoire :

Triturer le carmin en poudre avec une petite quantité du mélange préalablement fondu des trois premières substances. Lorsque le mélange est homogène, ajouter le reste de matières grasses puis, en agitant la masse presque refroidie, y incorporer les essences.

3. Les poudres

Ce sont des fards dont la couleur est atténuée. Les matières poudreuses doivent être finement pulvérisées et dotées d'un grand pouvoir couvrant.
Les composés les plus utilisés sont, par ordre de pouvoir couvrant décroissant, l'oxyde de titane, le lithopone (mélange de sulfure de zinc, de sulfate de baryum et d'oxyde de zinc), le sulfure de zinc et l'oxyde de zinc.
L'effet de blancheur provient de la réflexion de la lumière par la poudre.
Les différentes nuances obtenues pour les poudres proviennent du mélange de pigments blancs et colorés (principalement des oxydes de fer) que l'on ajoute à des matières de base comme le carbonate de magnésium, le kaolin* colloïdal ou le talc*. Par exemple, pour obtenir les différentes nuances de rose chair, il faut ajouter aux pigments colorés, une très faible quantité d'oxyde de titane, en raison de sa faible densité et de son pouvoir réfléchissant élevé.
Pour donner à la poudre une meilleure adhésion, on ajoute souvent du stéarate de zinc ou de magnésium qui la rend un peu plus grasse.

Exemple de formulation d'une poudre :

Composant	%
Stéarate de zinc	20
Stéarate de magnésium	15
Oxyde de zinc	15
Oxyde de titane	5
Kaolin*	10
Carbonate de calcium	25
Colorants	
Parfum	

4. Préparations cosmétiques pour les soins de la peau

La surface de la peau est légèrement acide (pH 6 environ), ce qui joue un rôle dans la défense de l'épiderme contre les agressions bactériennes. Ce manteau acide est fourni par les glandes sébacées.
La peau est exposée à de nombreuses attaques d'agents extérieurs : la lumière, les intempéries (les vents chauds déshydratent l'épiderme, les vents humides et salés enflamment la peau), en outre, les poussières rayent l'épiderme et ouvrent la porte aux microbes.
Le revêtement cutané est un gel protéique dans lequel les protides sont plus ou moins associés à des lipides et fortement gonflés d'eau. En moyenne, la peau contient 27% de protides et 70 % d'eau. Celle-ci contient en solution des sels minéraux et des glucides. La surface de la peau qui est kératinisée est moins hydrophile que les couches inférieures. Il semble en effet que la présence d'acides aminés soufrés dans la kératine ainsi que le grand nombre de ponts entre les chaînes de cette protéine en bloquent les fonctions hydrophiles. La teneur en lipides de la peau varie de 2,5 à 4 % et, chaque jour, nous en éliminons 2g au moyen des sécrétions sébacées. Ces lipides se trouvent sous forme de glycérides, d'acides gras et de lécithine fixés sur des protéines que l'on appelle alors lipoprotéines. Ces composés rendent les membranes cellulaires semi-perméables.

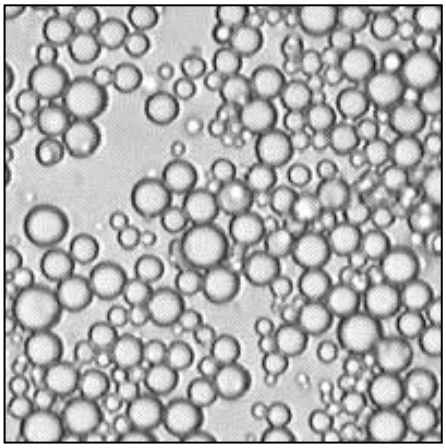
4.1 Mode d'action des crèmes et laits cosmétiques

Les cosmétiques peuvent avoir une action physique, physico-chimique ou chimique.
La peau étant une membrane semi-perméable, des molécules de petites dimensions peuvent diffuser au travers de sa surface, surtout si elles sont liposolubles.
La perméabilité de la peau peut être modifiée par la fixation d'ions sur les protéines superficielles.
Parmi les constituants des préparations cosmétiques, les protides peuvent se combiner avec les lipides de la peau : les kératines entrent en combinaison avec les lipides en donnant lieu à des lipoprotéines dont les caractèristiques physico-chimiques sont différentes de celles des molécules de départ et peuvent donner un aspect plus agréable à l'épiderme. Les hydrocarbures, par contre, ne donnent que des associations physiques (adhésion) et ne réagissent pas avec les constituants de l'épiderme.

4.2 Les préparations cosmétiques

Les préparations cosmétiques doivent présenter un certain nombre de qualités :

- être neutres ou légèrement acides ;
- ne pas être trop hygroscopiques ;
- ne pas être imperméables pour que l'élimination des déchets par l'organisme soit possible ;
- avoir une composition proche des sécrétions normales de l'épiderme et de sa composition physiologique ;
- pouvoir pénétrer dans la peau.



La plupart de ces préparations se présentent sous forme d'émulsions eau / huile ou huile / eau dans lesquelles de fines gouttelettes d'une des phases sont dispersées dans l'autre phase appelée phase continue.

Pour que l'émulsion soit stable, il faut ajouter un émulsifiant : substance tensioactive caractérisée par la présence dans la molécule d'une partie lipophile (chaîne carbonée) et d'une partie hydrophile ionisée ou non.

Fig.7 : Microphotographie d'une émulsion

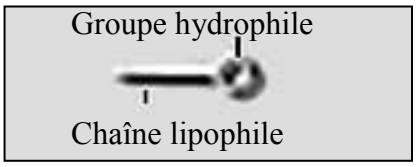


Fig. 8 : Schématisation d'une molécule tensioactive

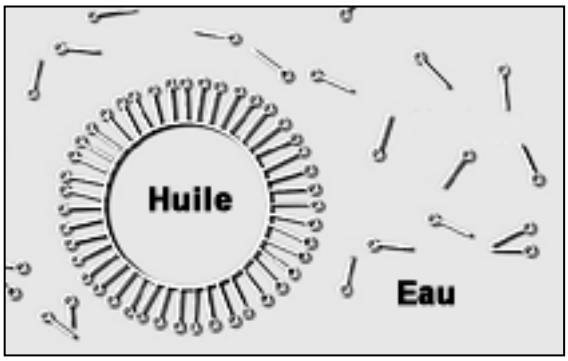
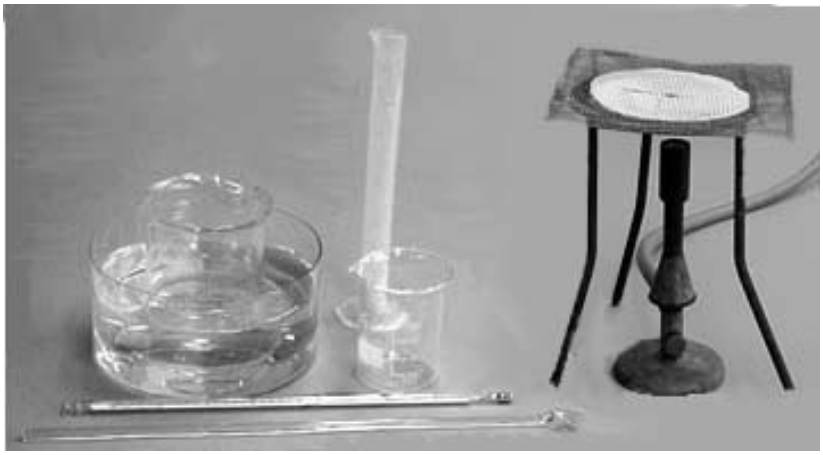


Fig. 9 : Représentation schématique d'une émulsion huile/eau contenant des molécules tensioactives

4.3 Manipulation : préparation d'une émulsion eau/huile: le goldcream



Produits et matériel :

Cire blanche* : 8 g
Blanc de baleine : 10 g
Huile d'arachide : 55 g
Eau : 20 g
Huile de ricin : 5 g
Bain-marie, béchers de 100 mL et 250 mL, agitateur, thermomètre, éprouvette graduée et plaque chauffante ou bunsen, trépied et plaque métallique

Mode opératoire :

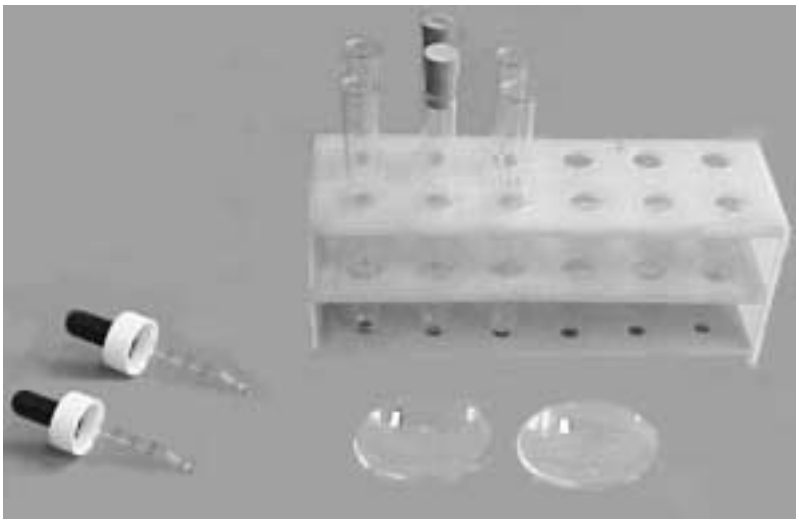
Introduire la cire, le blanc de baleine et l'huile d'arachide dans le bécher de 250 mL et faire fondre le mélange dans un bain-marie à 50 °C environ. Mesurer 20 mL d'eau que l'on transvase dans le bécher de 100 mL placé aussi dans le bain-marie à 50 °C. Lorsque le mélange huileux est fondu, ajouter l'eau en remuant continuellement pour obtenir une masse crémeuse. Ajouter ensuite l'huile de ricin.

4.4 Manipulation : comment reconnaître la nature de la phase continue dans une émulsion?

Un moyen simple de reconnaître la nature grasse ou aqueuse de la phase continue est d'ajouter à l'émulsion un mélange de colorants dont l'un est soluble dans les graisses et l'autre soluble dans l'eau : l'émulsion à phase continue grasse prendra la couleur du colorant soluble dans les graisses et l'émulsion à phase continue aqueuse prendra la couleur du colorant soluble dans l'eau.

Matériel et produits :

Emulsions diverses
Amaranthe
Jaune de beurre
Bleu de méthylène
Verres de montre
Pipettes ou cuillères



Mode opératoire :

A l'aide d'une petite cuillère, prélever une quantité de la taille d'un pois de chacune des émulsions à tester et les transférer sur chacun des verres de montre. Ajouter une pointe de spatule du mélange de colorants à chaque échantillon et mélanger (essuyer la spatule à l'aide de papier absorbant entre chaque prélèvement). Observer la couleur du mélange et en déduire la nature de l'émulsion.

Mélange de colorants :

1) amaranthe* (rouge), soluble dans l'eau et jaune de beurre (diméthylaminoazobenzène*), soluble dans les graisses.
2) bleu de méthylène* (bleu), soluble dans l'eau et jaune de beurre (diméthylaminoazobenzène*), soluble dans les graisses.

Quelles sont les émulsions à phase continue grasse, à phase continue aqueuse ?
Remplir le tableau ci-dessous en testant des émulsions diverses :

Nom de l'émulsion	Couleur	Type d'émulsion
1		
2		
3		
4		

5. Les dentifrices

On utilise un dentifrice pour éliminer les débris de nourriture et la plaque dentaire de la partie accessible de la surface des dents.
Un dentifrice contient d'une manière générale un abrasif, un humectant, un liant, un détergent, un ou plusieurs conservateurs et un ou plusieurs agents thérapeutiques. Il se présente sous forme de poudre, de pâte ou de gel. Les formes les plus populaires sont les pâtes et les gels dont 5 milliards de tubes sont vendus dans le monde chaque année.
La formulation d'un dentifrice varie d'un fabricant à l'autre mais contient en général de 10 à 40 % d'abrasif, de 20 à 70 % d'humectant, de 5 à 30 % d'eau, de 1 à 2% de liant, de 1 à 3 % de détergent, de 1 à 2 % d'aromatisant et de 0,1 à 0,5 % d'agent thérapeutique.

5.1 Les composants d'un dentifrice

1) Abrasif :
On utilise divers abrasifs pour éliminer la plaque dentaire. Il s'agit de la craie ($CaCO_3$), la terre de diatomées, $Al(OH)_3$, $Ca_3(PO_4)_2$ et la silice amorphe SiO_2. Le choix du ou des abrasifs est conditionné par leur pouvoir d'abrasion : trop faible il est inefficace, trop important il raye l'émail qui recouvre les dents.

2) Humectant :
Il prévient le durcissement du mélange. On utilise dans ce but des polyalcools à chaîne courte : le glycérol qui donne une sensation de chaleur ou le sorbitol* qui donne une sensation de fraîcheur.

3) Liant :
Le liant a pour fonction d'empêcher les solides de se séparer de la préparation. Ce sont des molécules à longue chaîne telles le sel de sodium de la carboxyméthylcellulose* ou l'hydroxyméthylcellulose, l'agar-agar*, la gomme adragante*, les glycérés d'amidon.

4) Détergent :
Les détergents les plus souvent utilisés sont le laurylsulfate de sodium, le sarcosinate de sodium et le dodécylbenzènesulfonate de sodium*.

5) Aromatisant :
Ce sont des combinaisons d'huiles essentielles insolubles dans l'eau telles l'huile de menthe poivrée, de girofle ou d'anis. Elles sont dispersées dans le milieu grâce au détergent. Souvent, à elles seules, elles représentent la partie la plus coûteuse du dentifrice.

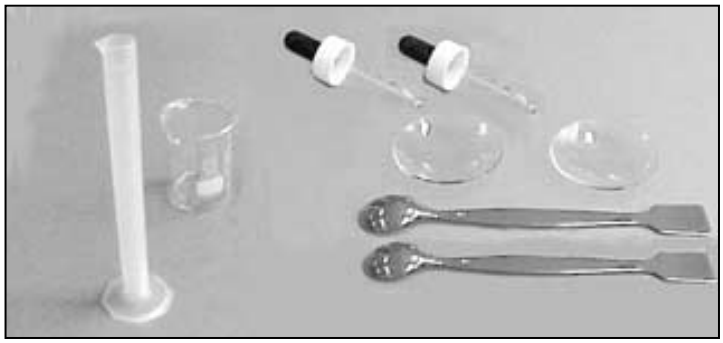
6) Agents thérapeutiques :
Ce sont par exemple des dérivés fluorés destinés à prévenir la carie dentaire et des agents anti-bactériens.

7) Conservateurs :

Certaines substances présentes dans les dentifrices peuvent favoriser le développement de bactéries. C'est pourquoi on y ajoute des conservateurs tels les benzoates.

5.2 Manipulation : préparation d'un dentifrice

Première préparation



Matériel et produits :

10 mL de glycérine
0,5 g de cellulose
6 g de gel de silice
1 g de dodécylsulfate de sodium*
Eau déminéralisée
Sirop coloré (menthe, grenadine)
Eprouvette graduée de 25 mL, balance, 2 spatules, compte-gouttes, bécher de 100 ml, verres de montre ou feuille de papier pour les pesées

Mode opératoire :

Mesurer 10 mL de glycérine à l'aide de l'éprouvette graduée et transvaser dans le bécher. Ajouter 0,5 g de cellulose et mélanger délicatement. Ajouter 20 mL d'eau déminéralisée et ensuite 3 g de gel de silice. Mélanger et rajouter 3 g de gel de silice en mélangeant à nouveau. Ajouter 1 g de dodécylsulfate de sodium et quelques gouttes du sirop coloré choisi. Mélanger à nouveau.
Remarque : puisque le dentifrice ne contient pas de conservateur, il ne peut être conservé longtemps.

Deuxième préparation

Matériel et produits :

Plaque chauffante ou bunsen, trépied et toile métallique
1 bécher de 250 mL
2 gobelets en plastique
1 éprouvette graduée de 25 mL
1 balance
1 compte-gouttes
1 spatule ou abaisse-langue
15 g de glycérine
15 g d'amidon
20 g d'hydrogénophosphate de calcium
1 g de dodécylsulfate de sodium
Eau déminéralisée
Sirop de menthe ou de grenadine

Mode opératoire :

Dans un gobelet, peser 15 g d'amidon et les transvaser dans le bécher. Peser 15 g de glycérine que l'on transvase aussi dans le bécher. Mesurer 20 mL d'eau et ajouter au contenu du bécher. Mélanger convenablement à l'aide de la spatule et chauffer en continuant à agiter jusqu'à l'obtention d'une pâte un peu épaisse et translucide. Cesser le chauffage et ajouter à la pâte 20 g de sel de calcium. Remuer et, lorsque le mélange est refroidi, ajouter en mélangeant à nouveau 1 g de dodécylsulfate de sodium et quelques gouttes de sirop pour aromatiser et colorer le dentifrice.
Remarque : puisque le dentifrice ne contient pas de conservateur, il ne peut être conservé longtemps.

5.3 Manipulation : comparaison entre un dentifrice maison et un dentifrice commercial

D'après A. Trantow : « Brushing Up on Chemistry », J. Chem. Ed., vol.79, octobre 2002, pp.1168A-1169A.

Principe :

Par cette manipulation, on compare l'efficacité d'un dentifrice maison et d'un dentifrice commercial en testant leur aptitude à enlever des taches colorées présentes sur des coquilles d'œufs.

Matériel et produits :

Plaque chauffante, gobelet en plastique, bécher de 250 mL, cylindre gradué de 100 mL et 25 mL, compte-gouttes, papier absorbant, cuillères à café, bicarbonate de soude (hydrogénocarbonate de sodium), sel, glycérine, dentifrice commercial, colorants alimentaires, vinaigre, œufs durs, feutre noir indélébile.

Mode opératoire :

1) Coloration des œufs :
Verser environ 120 mL d'eau dans le bécher et amener à ébullition sur la plaque chauffante. Retirer de la source de chaleur et ajouter 5 mL de vinaigre et 20 gouttes de colorant alimentaire.
Immerger un œuf dans la solution colorée le temps nécessaire à la coloration de la coquille. Le sortir ensuite et le placer sur un papier absorbant.

2) Préparation du dentifrice :
Dans le gobelet en plastique, placer deux cuillères de bicarbonate de soude et un quart de cuillère de sel, mélanger.
Ajouter trois quarts de cuillère de glycérine au mélange précédent, mélanger le mieux possible et ajouter de l'eau au compte-gouttes jusqu'à obtenir une consistance proche de celle d'un dentifrice commercial.

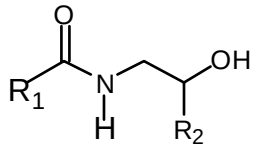
3) Test d'efficacité :
Rincer les œufs colorés à l'eau et les frotter avec la brosse à dent. Observer ce qui se passe.
A l'aide du marqueur, tracer une ligne divisant la surface de l'œuf en deux. Écrire M (pour maison) sur une des moitiés et C (pour commercial) sur l'autre.
Mettre un pois de dentifrice commercial sur la brosse à dent et effectuer cinq allers-retours avec la brosse sur la partie de l'œuf marquée C. Après rinçage de la brosse et de l'œuf, procéder de même avec le dentifrice maison sur la partie marquée M de l'œuf.
Comparer l'efficacité des deux dentifrices.

6. Liste des formules

acide stéarique : acide octadécanoïque

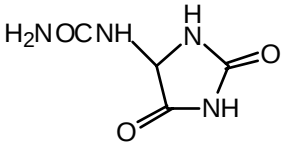
agar-agar : glue ou gelée provenant du traitement de certaines algues marines (Gelidium algae, Gracilaria) que l'on trouve principalement dans l'Océan Indien et dans le Pacifique.
Desséché, il se présente sous forme de filaments ou en poudre et, traité par les acides, sous une consistance de gélatine dénommée commercialement Gélose. Bien que proche du galactose, il n'est pas digéré.

alcanolamides :

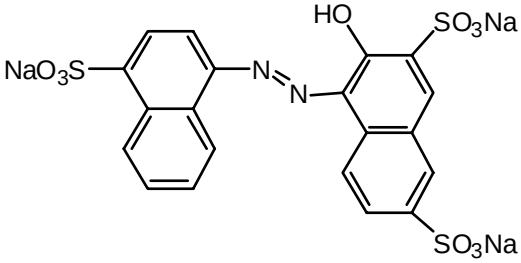


alccol cétylique : hexadécan-1-ol

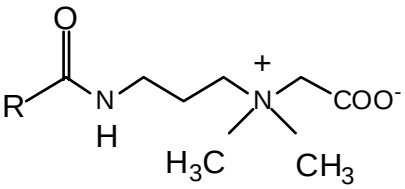
allantoïne : (2,5-dioxo-4-imidazolimidyl)urée



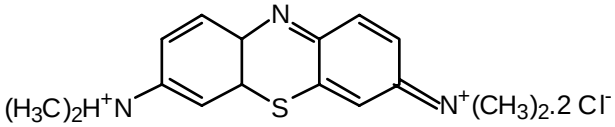
amaranthe :



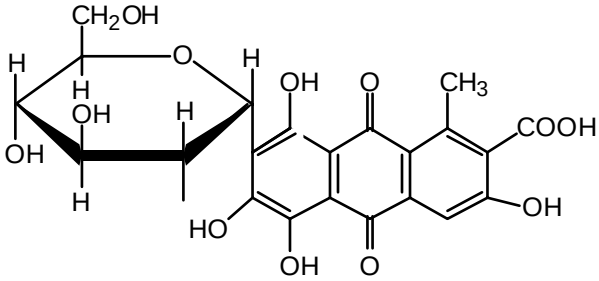
amidopropylbétaïne :



bleu de méthylène :



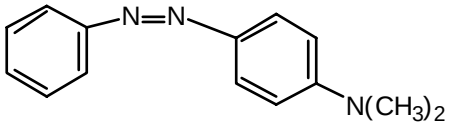
carmin :



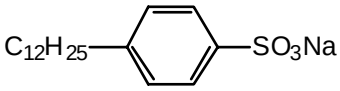
cire blanche : cire d'abeilles décolorée, formée d'alcools gras monohydroxylés de nombre de carbones compris entre 24 et 36, estérifiés par des acides gras linéaires contenant jusqu'à 36 carbones et d'hydrocarbures à nombre impair de carbones (21 à 33).

cire de carnauba : graisse exsudée par les pores des feuilles du palmier à graisse du Brésil. Sa dureté peut être attribuée à la présence d'esters d'acides gras non saturés, hydroxylés, contenant environ 12 carbones.

diméthylaminoazobenzène :

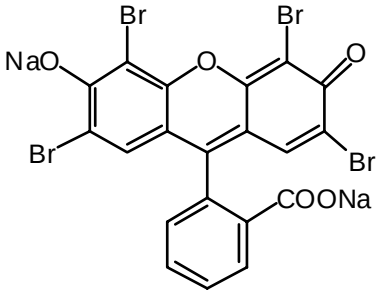


dodécylbenzènesulfonate de sodium :



dodécylsulfate de sodium : sel de sodium de l'alcool laurique.

éosine :



esters de l'acide sulfosuccinique : NaOOC—CH_2—$CHSO_3Na$—COOR

gomme adragante : gomme qui exsude d'arbrisseaux du genre astragale, mélange complexe de polysaccharides contenant l'acide D-galacturonique, des sucres et des traces de cellulose et d'amidon.

huile de paraffine : mélange d'hydrocarbures provenant du pétrole

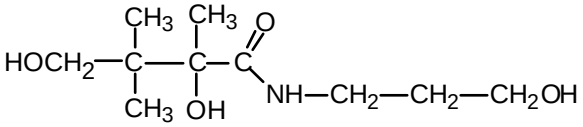
kaolin : argile à porcelaine composé essentiellement de silicate d'aluminium hydraté de formule approximative $H_2Al_2Si_2O_8.H_2O$

lanoline : graisse provenant de la laine, mélange complexe d'esters et de polyesters d'alcools de hauts poids moléculaires et d'acides gras.

laque : une laque est un pigment insoluble dans l'eau, formé d'un colorant soluble dans l'eau précipité sur un substrat minéral insoluble avec lequel il forme un chélate.

outremer : pigment bleu proche du lapis-lazuli, obtenu en brûlant un mélange de kaolin, Na_2CO_3 ou Na_2SO_4, du soufre et du carbone, ce qui donne un aluminosulfosilicate dont la formule approximative est $Na_7Al_6Si_6O_{24}S_3$.

panthénol :



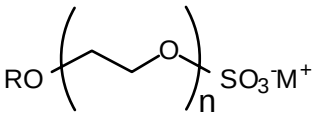
propylène glycol : propane-1,2-diol

sodium carboxyméthylcellulose: Obtenu par réaction du sel de sodium de la cellulose avec de l'acide chloroacétique.

sarcosinate de sodium : sel de sodium de la N-méthylglycine ou acide N-méthylaminoacétique.

sorbitol : $CH_2OH\text{-}(CHOH)_4\text{-}CH_2OH$

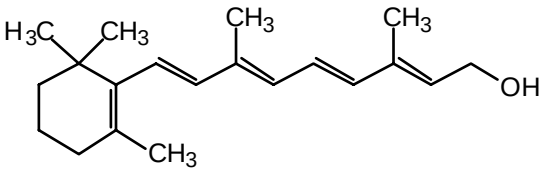
sulfate d'éther d'alkyle :



talc : silicate de magnésium hydraté de formule $Mg_3(Si_3O_5)_2(OH)_2$

vaseline : système colloïdal composé d'hydrocarbures branchés solides et liquides à haut point d'ébullition.

vitamine A :



Autres titres disponibles dans la même collection

Chimie

- Cours de chimie (4ème) selon la méthode d'apprentissage des sciences expérimentales par l'autonomie
- CD-ROM : Dossier « le lait »
- La chimie dans la cuisine
- La chimie dans la maison
- Qu'y a-t-il donc là-dedans ?

Biologie

- Biomécanique d'un os de poulet
- Découverte du monde bactérien et fongique
- Extraction d'ADN
- La génétique du chat domestique
- Ultrastructure cellulaire

Physique

- Histoire de l'électricité
- Imagerie par résonance magnétique nucléaire
- L'ordinateur au laboratoire de physique : utilisation du logiciel Excel
- La conservation de la quantité de mouvement
- La matière sombre : un grand problème de l'astrophysique contemporaine
- Le laboratoire de physique. Suggestions pour une autre approche
- Le mouvement oscillant et diverses applications en physique, biologie et écologie
- Les lois de Kirchhoff
- Les superpositions d'ondes et diverses applications, notamment dans la vie courante
- Précis de cinématique
- Précis de dynamique
- Quelques expériences de physique : cinq leçons facilement réalisables en classe
- Quelques problèmes de biomécanique
- CD-ROM : un album photo de l'univers
- Une brève histoire de la météorologie : des premiers balbutiements au réchauffement de la planète