



LA PEAU AU QUOTIDIEN : PROTECTION ET EMBELLISSEMENT

Première barrière de protection de notre corps, la peau protège nos tissus et nos organes des agressions extérieures potentielles et joue d'autres rôles importants pour l'équilibre de notre santé comme ceux de régulateur des échanges de chaleur, de la synthèse d'hormones et de la protection immunitaire.

Les maladies de la peau sont nombreuses, souvent bénignes, parfois aux conséquences désagréables, mais elles peuvent devenir graves et même dangereuses quand il s'agit des cancers de la peau tels que les carcinomes et les mélanomes.

Depuis la plus Haute Antiquité, la beauté de la peau, son aspect, sa couleur jouent un rôle important à la fois pour notre moral et pour notre vie sociale.

Les valeurs changent selon les époques, les pays, les civilisations, les modes de vie, les âges et les sexes.

Traiter tous ces aspects dans un seul chapitre est impossible, nous nous limiterons donc à vous expliquer ce qui est important pour des adolescents des deux sexes pour protéger et embellir la peau afin de garder ce précieux capital pour le futur.



La cosmétique est une science dans laquelle depuis l'Antiquité la chimie tient une place importante

La chimie et ses technologies étaient déjà utilisées pour préparer les fards de l'Égypte ancienne : 40 jours étaient parfois nécessaires pour fabriquer certains composés chimiques indispensables à leur préparation¹.

Déjà à cette époque, protection et embellissement étaient liés : en effet un procédé chimique donnait naissance à deux composés, la laurionite et la phosgénite qui en plus d'embellir, détruisaient les bactéries et protégeaient les yeux des affections qui accompagnaient les crues du Nil.

Cependant à cette époque, on s'intéressait peu à la toxicité des produits et les Égyptiens qui maîtrisaient la chimie des solutions élaboraient des produits à base de galène, un sel de plomb heureusement interdit aujourd'hui en cosmétique.

L'Égypte ancienne a néanmoins transmis¹ une série de recettes pour protéger la peau de l'action du Soleil, de la sécheresse du désert et aussi du vieillissement naturel de la peau.

Comme aujourd'hui, la médecine gréco-romaine distinguait deux types de soins du corps (*Fig. 1*) :

- la **cosmétique** ou l'art de la toilette avec tous les produits de soins qui permettent de préserver la beauté naturelle : crèmes, pommades, onguents avec des recettes de préparation qui peuvent nécessiter parfois 20 ingrédients différents, était une pratique noble déjà très importante dans la vie quotidienne des personnes ;
- la **commotique** (nom donné par le médecin grec Claudius Galien) correspond aux produits de maquillage et consiste à modifier son apparence avec des produits qui confèrent à la peau un éclat, ou

1. Philippe Walter, « Chimie, dermo-cosmétique et Beauté », EDP sciences, 2016, p. 18.



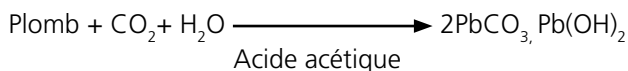
Figure 1

La cosmétique ou l'art de la toilette, la commotique ou l'art du maquillage.



des contrastes de couleur correspondant à un certain idéal de beauté qui change à travers les époques et les modes. La commotique n'a pas été sans danger pour la santé : un bon exemple est celui de la céruse, ce pigment appelé aujourd'hui, blanc de plomb, déjà décrit par des auteurs comme Platon et Aristophane et dont l'emploi fut dominant pour le maquillage jusqu'au ^{xix}^e siècle.

Des recettes permettant de fabriquer de grandes quantités de ce pigment blanc sont données dans les textes anciens, ils sont basés sur la réaction chimique :



Le succès de ce maquillage blanc à travers les âges s'explique par son pouvoir couvrant exceptionnel (peu de matière est nécessaire pour couvrir toutes les imperfections de la peau) et sa grande capacité de diffusion de la lumière (due à la taille des cristaux, voir remarque). Pourtant dès l'Antiquité, les médecins décrivaient les effets secondaires des produits cosmétiques au plomb et les vilaines taches induites par les réactions entre la peau et les composés au plomb.



Remarque

La cosmétique n'est pas une discipline futile et le défi de fabriquer des produits inoffensifs mobilise, depuis 40 ans, les efforts de recherche de l'industrie contemporaine des cosmétiques.

L'efficacité des molécules physiologiquement actives des produits cosmétiques, dépend beaucoup (comme pour les médicaments) des ingrédients qui sont ajoutés pour en améliorer l'utilisation et la conservation. L'ajout de ces ingrédients, qui peuvent être très nombreux, s'appelle la **formulation**.

La validation des propriétés effectives des produits cosmétiques est aujourd'hui impérative, et nous allons voir que la recherche fait appel à la fois aux méthodes d'analyses physico-chimiques et à des tests biologiques équivalents à ceux utilisés pour les médicaments, ce qui correspond à une évolution vers la dermo-cosmétique.

Les produits cosmétiques du XXI^e siècle

Le produit cosmétique : un médicament pour protéger la peau saine

Un produit cosmétique doit présenter une grande sécurité et ne pas avoir d'effets secondaires comme la cêruse d'autrefois. Cela n'empêche pas que certains cosmétiques puissent entraîner des réactions allergiques anormales mais leur fréquence doit être la plus faible possible. Il faut donc faire très attention aux nombreuses recettes de préparation cosmétiques qui « fleurissent » sur Internet et qui souvent émanent de non-professionnels n'ayant pas les compétences et la culture scientifiques suffisantes (Fig. 2).



La science de la formulation est, depuis l'Antiquité, un art qui fait largement appel à la chimie, décrit dans de nombreux ouvrages à toutes les époques. C'est l'ensemble des opérations qui consistent à mélanger des substances variées, pour fabriquer un matériau homogène et stable présentant un certain nombre de propriétés.



Remarque

Cosmétiques et médicaments ont des vocations différentes : un cosmétique ne peut pas ou ne doit pas traiter une maladie de la peau : c'est le champ d'action des médicaments, mais cette définition n'empêche pas qu'une même molécule puisse être utilisée dans les deux cas.



Figure 2

Les dangers des maquillages
« home made ».



Les différents types de cosmétiques

Comme autrefois, les cosmétiques sont toujours classés en deux catégories, les cosmétiques de soins et ceux d'embellissement (*Tab. 1*).

Les enjeux sociaux et économiques du marché sont importants : même dans les pays en voie de développement, la priorité pour une femme sera, après avoir nourri son enfant, la parure et la protection de sa peau du dessèchement provoqué par le Soleil et l'environnement.



La micro-dialyse :

technique qui grâce à une petite sonde permet de mesurer la concentration de la molécule recherchée pour étudier la pénétration en profondeur des produits sur des cellules de soutien responsables de l'élasticité de la peau dans le derme, ou sur des cellules de stockage de graisse dans les couches les plus profondes de la peau (pour les crèmes anti-cellulite).

Les cosmétiques d'embellissement

Ils colorent les cils, les lèvres et la peau. Ils peuvent aussi camoufler un problème dermatologique, nous n'en parlerons pas dans ce chapitre, ils sont décrits dans de nombreuses revues et des articles.

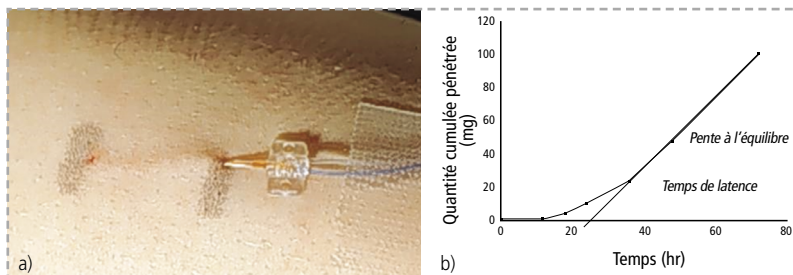
Les cosmétiques de soin

Les cosmétiques de soin pénètrent à travers la peau et ont des effets biologiques.

Ce passage à travers la peau est maintenant prouvé et suivi par des méthodes d'analyses pharmacologiques comme la micro-dialyse (*Fig. 3*).

Tableau 1 Les principales catégories de cosmétiques.²

Crèmes, émulsions, lotions, gels, huiles pour la peau
 Masques de beauté
 Fonds de teint (liquides, pâtes, poudres)
 Poudres pour maquillage
 Poudres à appliquer après le bain
 Poudres pour l'hygiène corporelle et autres poudres
 Savons de toilette, savons déodorants et autres savons
 Parfums, eaux de toilette et eaux de Cologne
 Préparations pour le bain et la douche
 Dépilatoires
 Déodorants et anti-sudoraux
 Produits de soin capillaire
 Teintures capillaires et décolorants
 Produits pour l'ondulation, le défrisage et la fixation
 Produits de mise en plis
 Produits de nettoyage (lotions, poudres, shampoings)
 Produits d'entretien pour la chevelure
 Produits de coiffage (lotions, laques, brillantine)
 Produits pour le rasage (savons, mousses, lotions et autres produits)
 Produits de maquillage et démaquillage
 Produits destinés à être appliqués sur les lèvres
 Produits pour soins dentaires et buccaux
 Produits pour soin et maquillage des ongles
 Produits pour soins intimes externes
 Produits solaires
 Produits de bronzage sans soleil
 Produits permettant de blanchir la peau
 Produits antirides

**Figure 3**

Mesure de la pénétration d'un actif cosmétique.
 a) Dispositif de micro-dialyse.
 b) Évolution de la quantité d'actif qui a pénétré en fonction du temps.

2. Philippe Humbert, « Chimie, dermo-cosmétique et beauté », EDP Sciences, 2016, p. 43.



Le derme est l'une des trois couches de la peau : l'épiderme en surface, l'hypoderme profonde et le derme qui se situe entre les deux et qui contient le collagène.

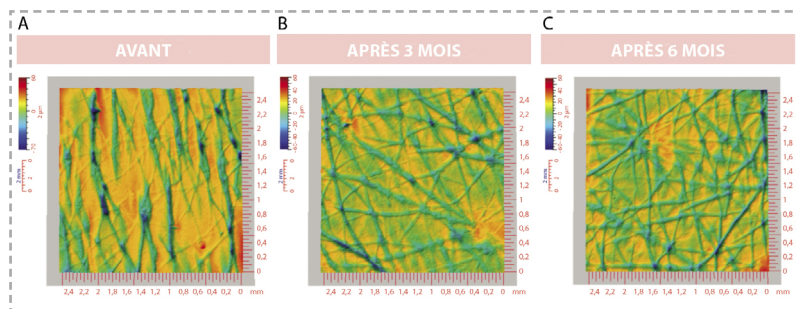
Figure 4

Effet d'une molécule active sur la reconstitution des fibres de collagène (en vert) du derme.



Le collagène : protéine responsable de la cohésion des tissus.

L'image en **microscopie électronique** des fibres de collagène du derme réalisée sur des petits prélèvements de peau (biopsie) ou sur des modèles de peau reconstruite permet d'étudier les effets biologiques (Figs. 4 et 5).



L'**hydratation** est évaluée par la mesure de la conductivité électrique à partir d'un appareil appelé **cornéomètre** (Fig. 5).

La **mesure de l'éclat du teint** est réalisée à partir de la mesure de la quantité de lumière réfléchie par la peau, à l'aide d'un appareil composé d'un microscope, d'un système d'éclairage, d'une caméra et de fibres optiques réparties sur un arc de cercle (Fig. 6).

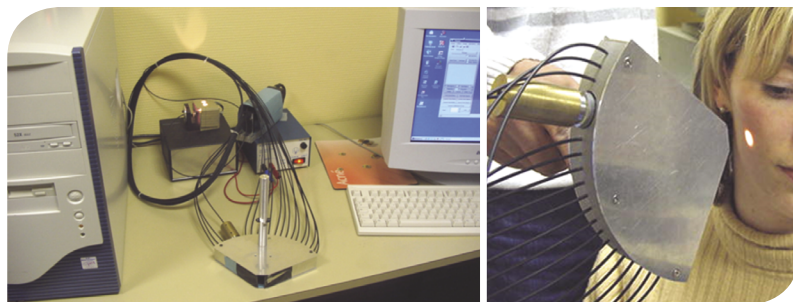


Figure 5

Cornéomètre : dispositif pour mesurer l'hydratation de la peau.

Figure 6

Système de mesure de l'éclat du teint.



L'**analyse de la micro-circulation sanguine** (Fig. 7) est nécessaire pour évaluer les effets de photo-protection, les effets anti-couperose

ou encore l'éclat du teint. Elle est explorée par la technique de **vidéocapillaroscopie** (Fig. 8).

Les **propriétés mécaniques** de la peau (notamment l'élasticité) sont évaluées sur des échantillons de peau reconstruite, par la mesure des forces développées dans une peau maintenue sous tension (Fig. 9).

Il existe des dispositifs d'évaluation *in vivo* et *in vitro* (Fig. 10) qui permettent d'étudier la traversée de la peau par une molécule qui peut parfois diffuser dans le corps.

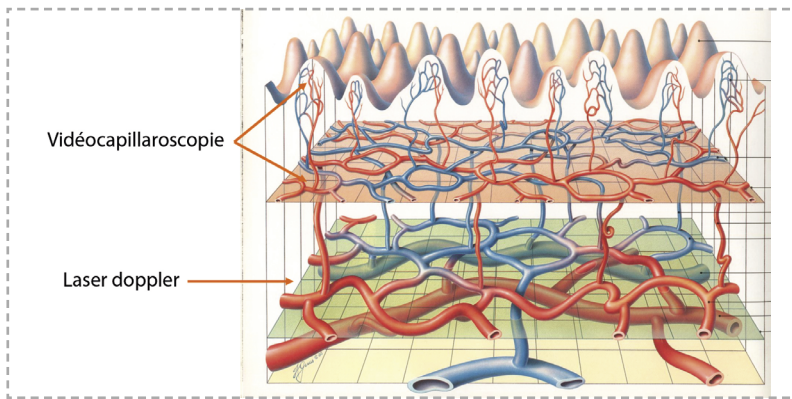


Figure 7

Évaluation de la micro-circulation sanguine : méthodes d'analyse en fonction de la profondeur des micro-vaisseaux étudiés.

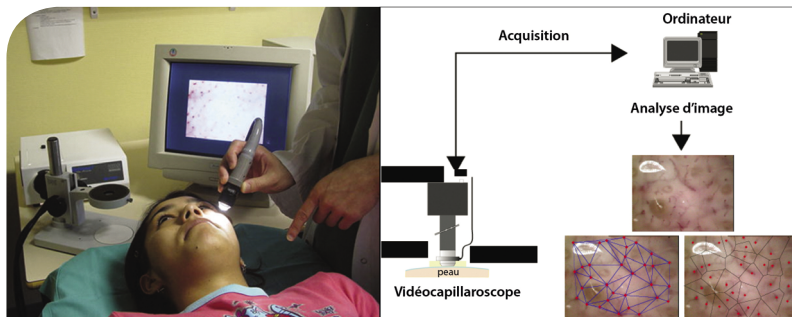


Figure 8

La technique de vidéocapillaroscopie et son principe de fonctionnement.

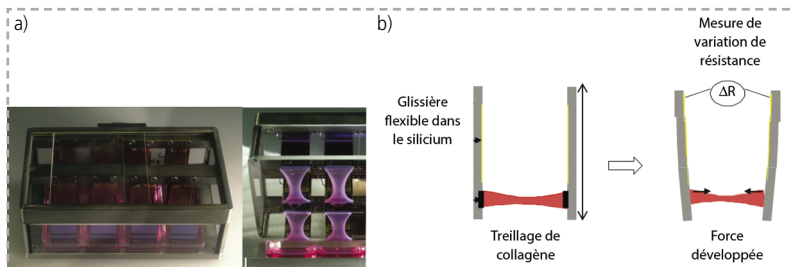


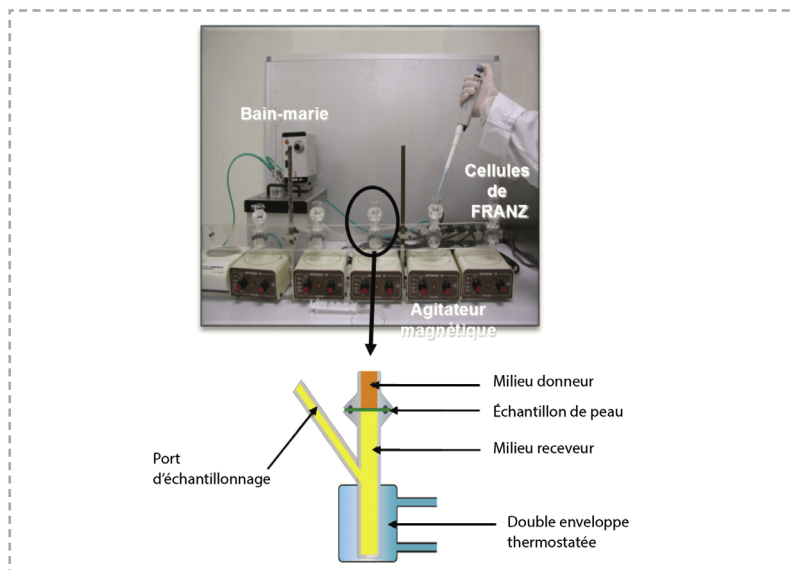
Figure 9

Mesure des forces développées dans un échantillon de peau reconstruite maintenue sous tension. a) Dispositif ; b) Principe de fonctionnement.



Figure 10

Dispositif d'évaluation du passage transcutané et principe de fonctionnement.



Remarque

La mesure du passage transcutané est importante. Le produit actif doit pénétrer mais pas les autres ingrédients comme les conservateurs (qui peuvent être toxiques tels les parabènes) qui sont ajoutés dans un tube de crème pour empêcher l'oxydation, la dégradation, le développement des microbes...

Par exemple, une crème à base de caféine utilisée pour traiter la cellulite est appliquée sur les cuisses, les fesses ou le ventre et trois heures plus tard, c'est l'équivalent de cinq tasses de café qui passent dans le sang ! Il est indispensable d'en avoir connaissance (Fig. 11).



Figure 11

Crème anti-cellulite et café.

Cependant, l'activité d'un cosmétique doit être prouvée par des méthodes scientifiques rigoureuses. Il ne suffit pas de tester un produit avec un avant et un après.

Il faut comparer les résultats avec un placebo constitué par les ingrédients du cosmétique sans les molécules dont on revendique l'activité.

Les effets doivent être durables pour démontrer que le principe actif agit sur les fonctions biologiques.

Ce travail ne peut être réalisé que par des scientifiques dans des laboratoires de recherches modernes bien équipés.

Les principaux effets des produits de soins cosmétiques sont résumés dans le *tableau 2*.



Remarque

Comme pour les médicaments, la formulation, c'est-à-dire la nature des ingrédients au sein desquels se trouve la molécule active, joue un rôle important sur le transport et l'activité de la molécule active et sur la non-toxicité du cosmétique.

Tableau 2 Classification des principes actifs de cosmétiques.

Les hydratants	Humectants et rétenteurs d'eau (glycérol, acide hyaluronique) Régulateurs de la perte insensible en eau (PIE) (réparation de la barrière cutanée) : sphingolipides, céramides, lécithine Occlusifs (huile, baume, beurre de karité)	
Les anti-âges	Les antirides (AHA, rétinol, peptides de type matrikine) Régénérants du tissu (diterpènes, triterpènes, isoflavone) Anti-poches (complexes multi-actifs) Anti-cernes (idem) Raffermissants du visage	Lissants du relief cutané Relaxants (musculaires, nerveux) Tenseurs (protéine végétale, marine) Améliorateurs de l'éclat du teint Nutritifs, vitamines
Les aminicissants	Lipolytiques Inhibiteurs de la lipogénèse Inhibiteurs de la différenciation adipocytaire	Anti-cellulite Actifs drainants Raffermissants du corps
Les blanchissants	Éclaircisseurs du teint Inhibition du bronzage	Réduction des taches de sénescence
Les régulateurs de la séborrhée	Anti-peau à tendance acnéique Matifiants	Stimulateurs de la séborrhée sur peau ultra-sèche
Les antioxydants	Anti-radicalaires	Anti-irritants/anti-inflammatoires
Les actifs capillaires	Stimulateurs de la croissance du cheveu Anti-chute	Anti-repousse-pois

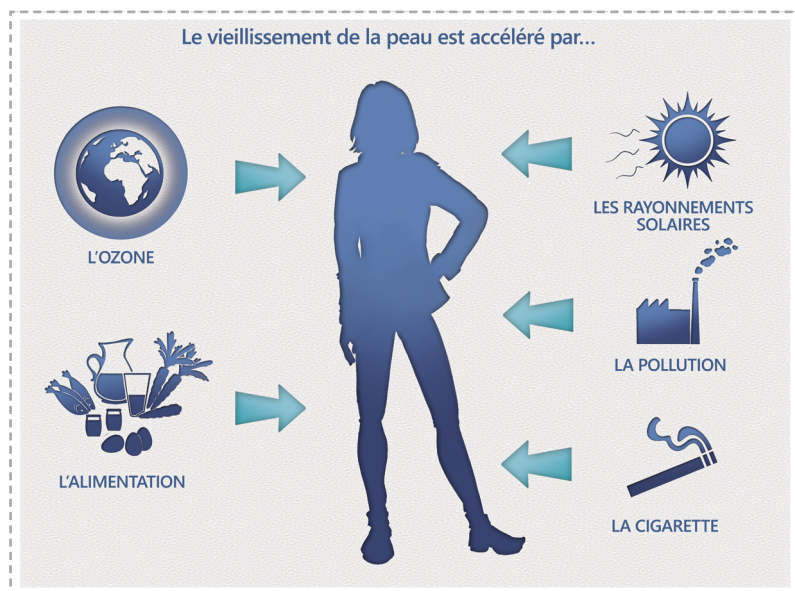


Les produits de soins cosmétiques pour une peau jeune

Une peau même très jeune, doit être hydratée et protégée des effets négatifs de l'environnement (Fig. 12).

Figure 12

Les facteurs environnementaux nocifs pour la peau.



La pollution ajoute ses effets à ceux du Soleil, pour favoriser même chez les sujets jeunes, le photo-vieillessement de la peau. La peau doit être notamment protégée de la pollution par les métaux lourds et par l'ozone.

Elle doit aussi être préservée de l'infection : dans le cas de la photo-protection, c'est aussi le rôle des cosmétiques d'augmenter les défenses immunitaires.

Les cosmétiques d'hydratation

Une peau déshydratée perd non seulement sa souplesse et ses propriétés mécaniques mais aussi ses propriétés de défenses (Fig. 13).

Notre corps est constitué de 70 % d'eau et la peau lui sert de barrière pour l'empêcher de la perdre : il faut limiter la perte par notre peau à un demi-litre par jour, sans tenir compte de celle qui s'évacue par la sueur, les urines et la respiration (Fig. 13).

Pour empêcher la déshydratation, il faut avant tout boire.



Remarque

Il faut savoir que plus la peau se dessèche, moins elle aime l'eau : prendre un bain la déshydrate davantage !

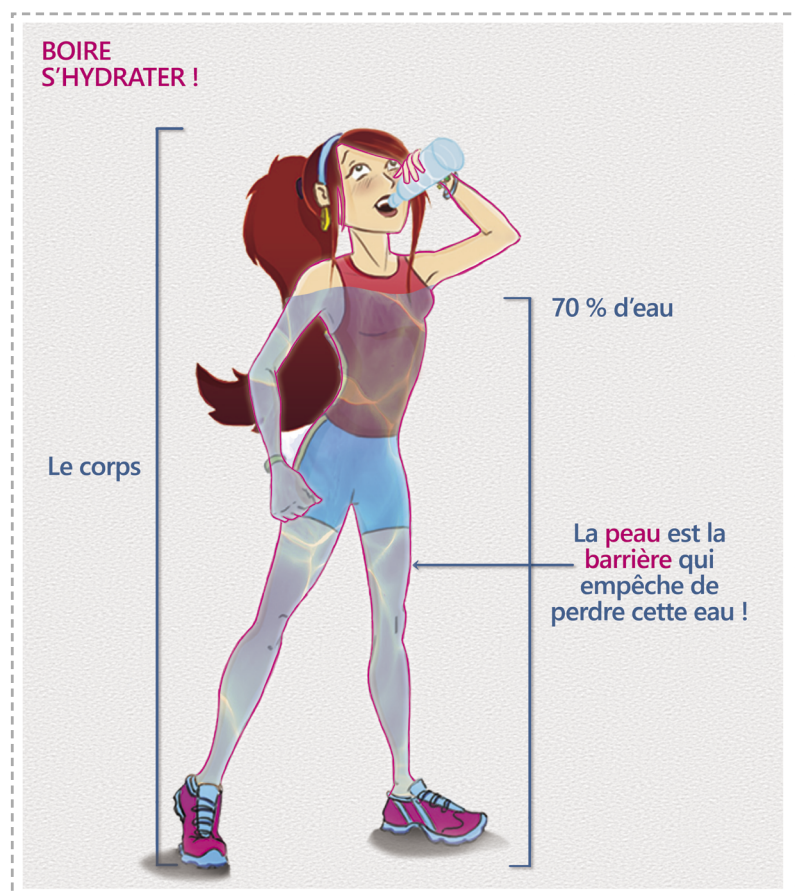


Figure 13

L'hydratation passe par l'eau.

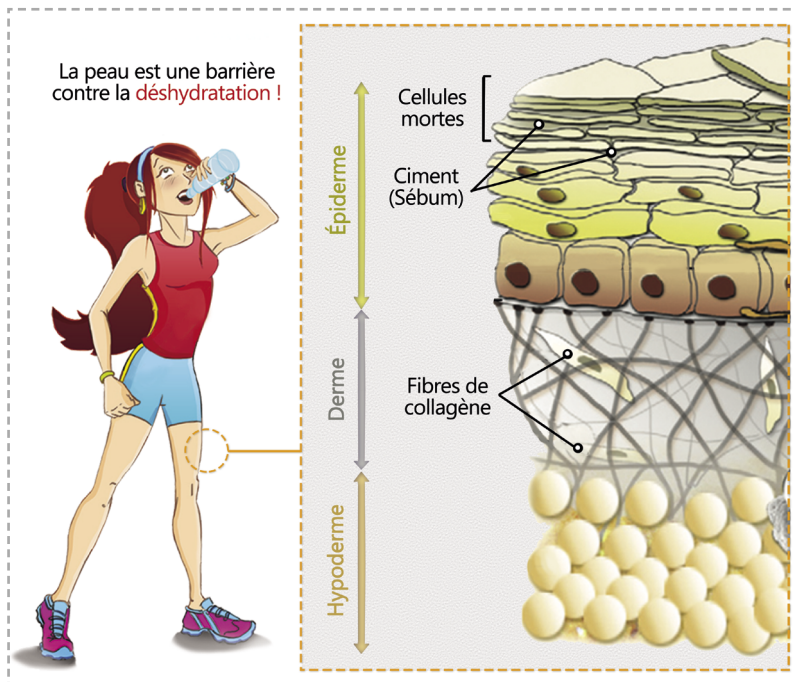


Comment conserver l'effet barrière à la déshydratation de la peau ?

Les acteurs de l'hydratation cutanée sont représentés sur la *figure 14*.

Figure 14

Les acteurs de l'effet barrière de déshydratation de la peau.



La couche la plus externe de la peau et de l'épiderme est naturellement recouverte d'une **émulsion** composée de cellules mortes reliées entre elles par un **ciment** riche en molécules organiques huileuses (**lipides**) et en substances hydrophiles. Parmi les lipides, les **céramides** jouent un rôle important.

Par ailleurs, l'épiderme **fabrique** naturellement en continu un **ensemble de molécules capables de garder l'eau**. Cet ensemble est constitué d'acides aminés, de sucres, d'acides organiques, d'ions et d'**urée**.

Les produits actifs pour l'hydratation de la peau sont donc :

- les huiles ou les céramides qui aident à reconstituer la barrière cutanée ;
- l'acide hyaluronique constituant naturel du derme qui agit comme une éponge pour stocker l'eau ;
- le collagène protéine des tissus de soutien.

Des molécules récemment découvertes permettent de « booster » l'action des aquaporines.



Remarque

On sait maintenant que l'urée joue un rôle très important dans l'hydratation de la peau. Depuis quelques années, on sait aussi que le transport de l'eau s'effectue *via* des molécules de protéines particulières hydrophiles : les **aquaporines**.

Comment choisir un soin hydratant ?

La **formulation** est très importante pour l'efficacité des soins hydratants : l'eau seule n'est pas intéressante, l'huile seule non plus : ce sont les **émulsions** qui sont efficaces.

L'aspect naturel et la chimie verte

Toutes les molécules synthétisées par l'homme existent dans la nature, encore faut-il savoir où les trouver, et comment les extraire pour les utiliser dans de bonnes conditions.

C'est un très long travail de recherche qui s'est beaucoup développé dans l'industrie cosmétique ces dernières années.

En cosmétique, on aime s'inspirer de la nature et il faut sans cesse se demander « comment la chimie peut-elle toujours mieux mimer et valoriser la nature ? ».

La matière première d'origine animale a disparu de l'industrie cosmétique et l'utilisation de ressources issues de la pétrochimie devient de plus en plus rare. Il reste la « **chimie verte** »³, c'est-à-dire sourcer et transformer de manière durable la matière pour développer des produits cosmétiques. Cette démarche est mise en œuvre et va durer.

Avant de travailler sur les plantes, tout commence par une enquête sur le terrain (souvent digne d'une aventure d'Indiana Jones !) (*Fig. 15*) pour choisir les plantes potentiellement intéressantes et puiser, dans la biodiversité végétale, les ingrédients cosmétiques d'aujourd'hui et de demain grâce aux connaissances traditionnelles et aux découvertes modernes.



Remarque

Il n'y a pas de différence entre les propriétés d'une molécule synthétisée par l'homme et cette même molécule extraite d'une substance naturelle végétale, animale ou minérale.



Figure 15

L'utilisation des plantes en cosmétique est un long parcours.

3. « Chimie et expertise – Sécurité des biens et des personnes », EDP Sciences, 2014, p. 56.

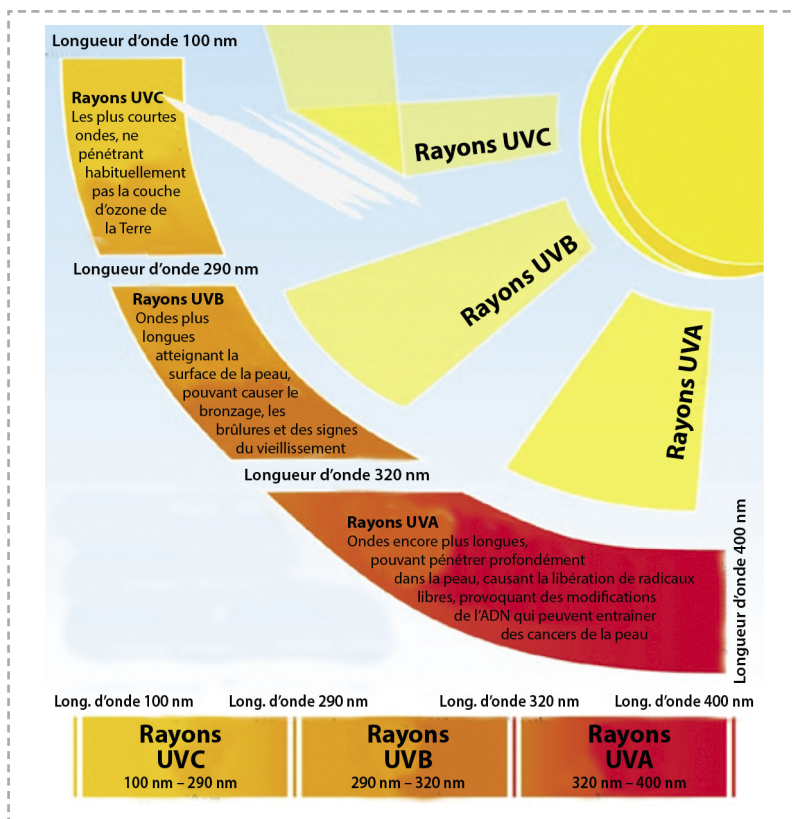


La protection solaire

On sait maintenant que le plus important facteur d'agression de la peau est le rayonnement solaire ultra-violet. Ce sont les UVA et les UVB (*Fig. 16*) qui sont dangereux car fort heureusement les autres rayonnements UV du Soleil ne pénètrent pas l'atmosphère.

Figure 16

Les effets du rayonnement solaire sur la peau.



Ils entraînent des dégâts cutanés pour les UVB au niveau de l'épiderme et pour les UVA au niveau du derme (*Fig. 17*). Ce sont les UVA les plus dangereux.

Ils vont occasionner pour les uns ou pour les autres soit des inflammations de la peau (coup de soleil classique), soit des vieillissements prématurés de la peau.

Les UV sont distribués pour moitié en été et pour l'autre moitié, les trois saisons restantes.

Il faut donc aussi se protéger des UV au printemps, en automne et en hiver.

S'exposer aux UV, ce n'est pas seulement se mettre sur une chaise longue à la plage ou au bord d'une piscine, c'est aussi être exposé au Soleil dans la rue, ou travailler à côté d'une fenêtre, voire même être toute la journée face à un ordinateur qui lui même diffuse des UV.

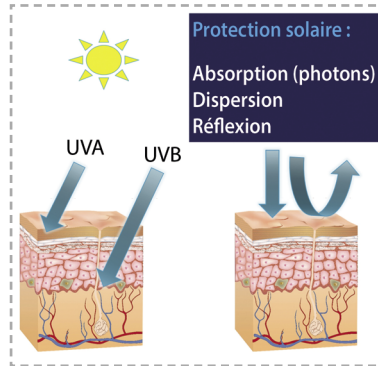


Figure 17

Action des UVA et des UVB sur la peau effet protecteur des filtres solaires.

Les acteurs chimiques et les cibles : le stress oxydant de la peau

Le stress oxydant est la situation dans laquelle la peau n'est plus capable de faire face à toutes les agressions liées aux espèces réactives de l'oxygène (Fig. 18).

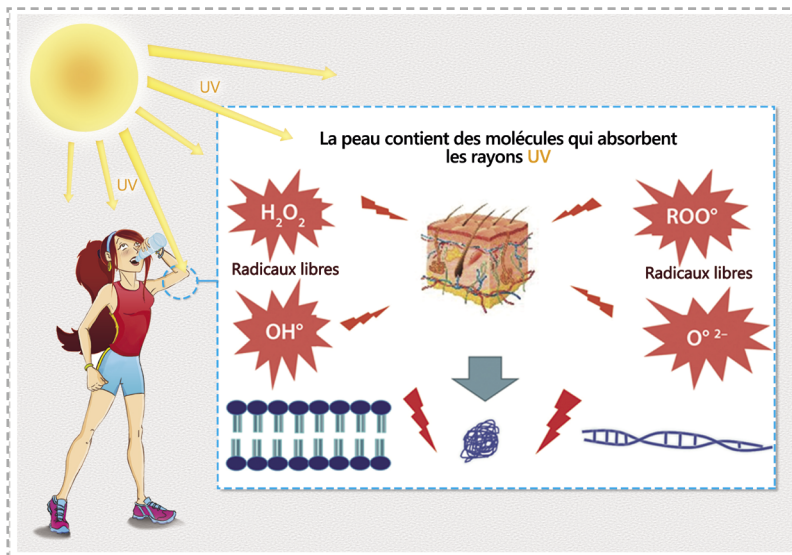


Figure 18

Les radicaux libres sont des espèces réactives de l'oxygène qui agressent la peau et qui lorsqu'elles sont trop nombreuses sont à l'origine de dégâts cellulaires et génétiques.

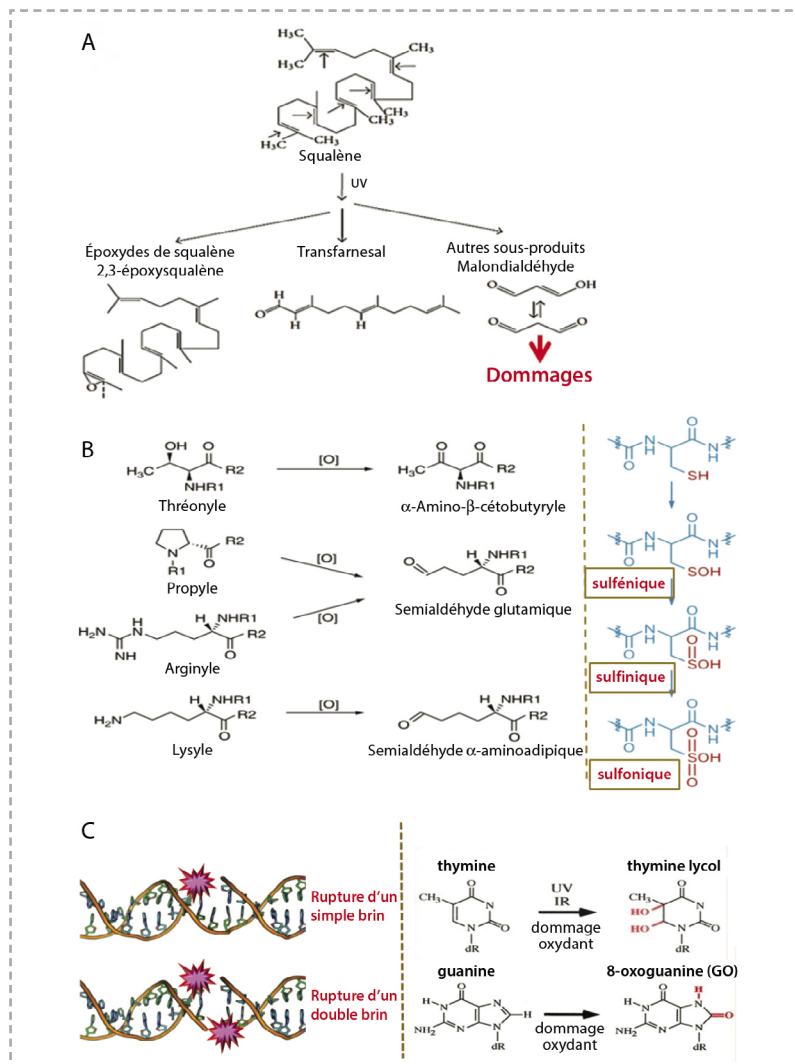
Dans la peau, des molécules-relais appelées **chromophores** absorbent les UV et utilisent leur énergie pour s'activer chimiquement et former des espèces réactives très oxydantes, les radicaux libres.



Les radicaux libres sont des molécules qui possèdent un électron célibataire, qui pour s'associer à un autre électron va essayer de réagir avec tout et très rapidement. Le radical hydroxyle $\text{OH}^\bullet$ est un véritable missile qui attaque la plupart des cellules biologiques.

Figure 19

Les effets des radicaux libres sur la molécule d'ADN.



Le squalène qui est un lipide du **sébum**, couche protectrice de la peau, peut être peroxydé rapidement donc détruit sous l'effet des UV ou de l'ozone.

Ce processus entraîne non seulement la perte de la protection de surface, mais en plus les petites molécules qui sont produites lors de ces oxydations sont elles-mêmes très réactives.

C'est toute la barrière des protéines de la peau qui est ainsi touchée et qui conduit parfois à la mort cellulaire ou à des processus inflammatoires.

La molécule d'ADN (Fig. 19C) est aussi endommagée. Les radicaux libres sont capables de casser la double hélice soit en simple brin, soit en double brin, entraînant ainsi des perturbations dans l'organisation du matériel génétique.

Même si la nature nous a doté de systèmes de réparation de l'ADN efficaces et fidèles, les cassures sont introduites de façon aléatoire et des risques de réparation ou de recombinaisons parfois aberrantes peuvent être favorables à l'évolution vers un cancer quand l'oxydation est fortement augmentée sur une peau régulièrement exposée au soleil.



Remarque

Le derme plus que l'épiderme qui se renouvelle en permanence, est affecté par l'oxydation car le collagène du derme ne se renouvelle pas et accumule ainsi les dégâts.

La protection solaire

Plusieurs stratégies doivent être combinées pour se protéger efficacement.

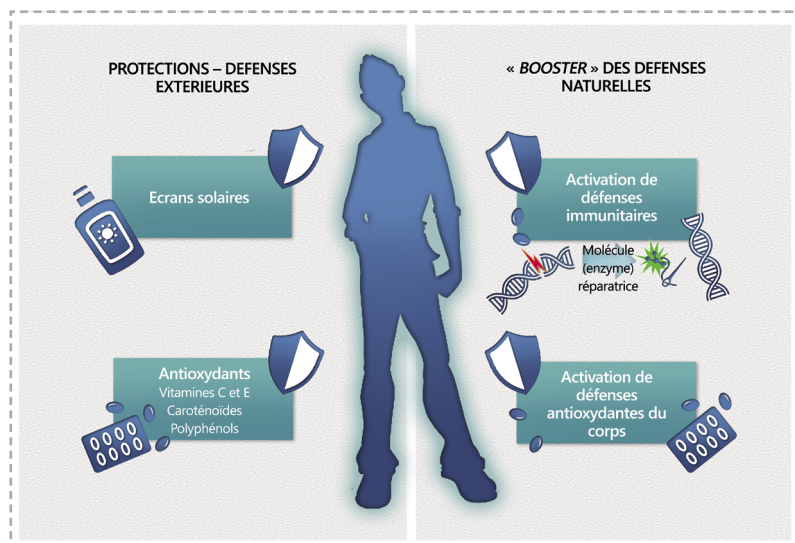


Figure 20

Se protéger contre le stress oxydant.

Les filtres solaires (Fig. 20) arrêtent les rayonnements UV grâce à des molécules appliquées sur la peau qui absorbent, dispersent ou réfléchissent ces rayonnements.



Ces molécules doivent être stables à la lumière et avoir un très large spectre d'absorption des UVA et UVB.

Les écrans minéraux à base d'oxyde de titane (TiO_2) ou d'oxyde de Zinc (ZnO_2) ont un large spectre et sont les plus efficaces (Tab. 3).

Tableau 3 Propriétés des filtres solaires minéraux.

Écrans minéraux	Avantages	Inconvénients
Dioxyde titane Oxyde de zinc	Large spectre Photo-stables Peu allergisants Non toxiques Efficaces Absorption systémique nulle	Indice réfraction élevé Aspect peu esthétique Sensation granuleuse Texture



Remarque

Pour une efficacité maximum, il est nécessaire d'associer les filtres et la formulation des produits solaires n'est pas simple.

Il est regrettable que le public soit peu enclin à les utiliser en raison de leur apparence un peu blanche.

Il existe des molécules organiques spécifiques de la protection UVB, d'autres spécifiques de la protection UVA et d'autres encore qui ont un spectre beaucoup plus large (Tab. 4).

Tableau 4 Propriétés des filtres solaires organiques.

Spectre absorption	Classe chimique	Exemples
UVB	Aminobenzoate	Octyl diméthyl PABA
	Cinnamates	Octyl méthoxycinnamate 2-Éthoxyéthyl p-méthoxycinnamate
	Salicylates	Octyl Salicylate, Homosalate
	Autres familles	Octocrylène Acide Sulphonique Phénylbenzimidazole
UVA	Dérivés dibenzoylmetnane	Avobenzone ou Butyl Méthoxydibenzoylméthane
	Camphre	Téreprtalydène Dicamphor Sulfonic
	Anthranylates	Menthyl Anthranilate
UVA/UVB (large)	Benzophénones	Oxybenzone Sulisobenzone
	Dérivés triazine	Bisotrizole ou Trétabutylméthylphénol méthylène-bis Benzotriazolyl Bémotrizinol ou Bis-éthoxyphénol Méthoxyphéyltriazine Éthythexyltriazone

Les antioxydants sont ajoutés soit pour piéger de façon directe les radicaux libres soit de façon indirecte, leurs produits d'oxydation.

Il existe aussi des formules solaires ou de soins quotidiens contenant **des molécules d'enzymes capables de réparer l'ADN** ou les protéines, cependant pour être efficaces, ces formules doivent impérativement pénétrer là où il faut et quand il faut, ce qui reste très complexe.

Il existe de nombreuses sortes d'antioxydants (Fig. 21).

Enfin, on peut prévenir le stress oxydant en utilisant **des produits qui stimulent les propres défenses de la peau**, ce qui requiert d'être au plus proche dans le temps, de l'induction du stress.



Remarque

Attention les antioxydants ne sont pas toujours la panacée : ils peuvent avoir des effets contraires s'ils sont surdosés, certains sont réactifs à la lumière et les laboratoires doivent tenir compte de ces données pour concevoir des produits efficaces et sûrs.



Figure 21

Quelques antioxydants connus.

La sécurité des produits cosmétiques

Deux domaines de recherche sont stratégiques pour les cosmétiques :

- l'absorption cutanée afin qu'ils soient effectivement efficaces ;
- la tolérance locale qui couvre plusieurs domaines importants (irritation cutanée et oculaire, corrosion, inconfort et picotement, allergie, photo-toxicité, etc.) pour la sécurité des consommateurs.

Pour évaluer et prévenir le risque après application topique sur la peau, il est essentiel de connaître le plus tôt possible le passage transcutané, chez l'homme, des nouveaux principes actifs et des ingrédients qui les accompagnent.



Pour cela, il a fallu d'une part, anticiper les aspirations sociétales et supprimer l'expérimentation animale, d'autre part modéliser la peau humaine pour mieux comprendre tout en tenant compte de la diversité des peaux. 40 ans d'efforts ont été nécessaires pour supprimer l'expérimentation animale.

Dans un premier temps, la peau humaine provenant de résidus opératoires de chirurgie esthétique s'est avéré un modèle intéressant mais insuffisant. Près de 15 ans de recherches ont été nécessaires pour mettre au point un modèle pertinent de peau reconstruite pour l'évaluation *in vivo* chez l'homme. Ce n'est qu'en 1998 que l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économique) a reconnu cette méthode.

Les modèles de peaux humaines reconstruites, et en particulier ceux contenant un épiderme et un derme vivants, ont permis de comprendre les effets du rayonnement solaire.

En 20 ans, deux résultats majeurs ont été obtenus avec ces outils qui n'auraient pas été obtenus par la simple recherche clinique :

- la très forte contribution des UVA longs aux désordres biologiques en lien avec l'immunosuppression et l'inflammation ;
- la lumière du jour dans les différentes régions du monde est surtout riche en UVA et selon les latitudes, les doses d'UVA reçues peuvent varier d'un facteur de 1 à 6.

Il est donc essentiel de se protéger avec des produits de jour couvrant surtout le spectre UVA et non UVB, comme c'était le cas il y a encore quelques années.



L'hyperpigmentation désigne des dépôts de mélanine excessifs dans la peau.

C'est aussi grâce aux peaux reconstruites que l'on a compris les phénomènes d'hyperpigmentation, ce qui a permis de concevoir des technologies efficaces pour en empêcher la formation.

Compte tenu de la diversité physico-chimique des matières premières utilisées, d'origine naturelles ou non, **la tolérance aux produits et ingrédients** a mobilisé et mobilise encore les efforts de l'industrie cosmétique pour mettre au point des protocoles d'évaluation prédictive des cosmétiques, et ces méthodes doivent être validées par les autorités européennes.



Historique des méthodes validées et reconnues par les instances européennes

1998 Corrosion cutanée

1999 Adsorption percutanée

2001 Corrosion chimique

2002 Photo-toxicité

2008 Irritation cutanée, irritation oculaire, sensibilisation, reprotoxicité, géno-toxicité/mutagénicité, toxicocinétique, carcinogénicité, toxicité chronique, toxicité à doses répétées.

2002 OCDE : irritation/corrosion

2004 OCDE : skin corrosion

2010 OCDE : skin irritation

Beaucoup de progrès ont été réalisés depuis 30 ans mais tout n'est pas réglé.

Une seule méthode ne suffit pas pour tester la très grande diversité physico-chimique des ingrédients et des produits.

Ces méthodes font appel à des études cliniques, des données de physico-chimie, de pénétration cutanée, des résultats de tests *in vitro*, mais aussi, pour les produits finis, aux résultats de cosméto-vigilance qui remontent du marché.

Les recherches évaluent la toxicité et les effets biologiques néfastes sur plusieurs types cellulaires sur des modèles et les comparent avec l'exposition réelle chez l'homme.

Par ailleurs il y a dans le cadre du règlement européen REACH, des dispositions spécifiques aux produits cosmétiques : « cosmetic products safety reports ».

Pour chaque produit, il faut constituer des dossiers très complets, ce qui occasionne un travail considérable pour les grands groupes qui mettent plusieurs milliers de formules par an sur le marché.



Remarque

Il reste encore de grands défis qui ne sont pas spécifiques à l'industrie cosmétique, connaître les effets des faibles doses répétées sur le court et le long terme.



Conclusion

Parmi les grands défis scientifiques auxquels doit faire face l'industrie cosmétique figure la prédiction des effets secondaires graves pouvant conduire au retrait du produit du marché, comme cela est arrivé dans le domaine du médicament ces vingt dernières années.

Grâce à une recherche de haut niveau, développée dans le cadre de partenariats scientifiques internationaux, les effets secondaires graves sont exceptionnellement rares. Il s'agit en général d'effets inattendus, non détectables par les processus classiques d'évaluation et de sécurité. C'est arrivé en 2013, un agent dépigmentant utilisé en Asie a déclenché des traces de dépigmentation irréversibles sur plus de 14 000 consommateurs (1 %).

On saurait maintenant détecter préventivement de tels effets lors du développement d'une nouvelle molécule. Cela démontre qu'il ne faut pas jouer aux apprentis sorciers, la cosmétique est une science complexe. Comme les médicaments, les produits cosmétiques ont des effets biologiques, non seulement les molécules actives, mais aussi les ingrédients qui y sont ajoutés pour améliorer leur facilité d'utilisation.

La formulation d'un produit cosmétique (nature et quantité des constituants du mélange) est une affaire de professionnel, les fabriquer soi-même, comme cela devient la mode, peut conduire à des effets secondaires très néfastes. C'est aussi vrai avec des composants d'origine naturelle, car les molécules actives sont les mêmes et ont les mêmes propriétés physico-chimiques et biologiques (bonnes ou mauvaises), qu'elles soient synthétisées par l'homme ou extraites de substances naturelles.