

# FORMULATION DES PARFUMS ET CHIMIE VERTE

Anthony Pichard, Monique Savignac, Jean-Claude Bernier

D'après l'article *Les 12 principes de la chimie verte comme moteur d'innovation pour la formulation des parfums* de Jean-Marie Aubry publié dans l'ouvrage « Chimie, dermo-cosmétique et beauté » EDP Sciences, 2017, ISBN : 978-2-7598-2077-1

Concevoir des molécules actives, tout en s'assurant de leur innocuité vis-à-vis de l'utilisateur et de l'environnement (principes de la chimie verte), c'est le nouveau défi des chimistes du 3<sup>e</sup> millénaire, en particulier dans le domaine de l'industrie des parfums.

## QU'EST-CE QUE LA CHIMIE DE FORMULATION ?

La formulation recouvre toutes les opérations nécessaires pour aboutir à un produit prêt à l'emploi respectant un « cahier des charges » précis (figure 1).

Il faut pour cela associer un grand nombre de matières premières, souvent non miscibles, pour obtenir un produit apparemment homogène à l'œil nu, mais hétérogène à l'échelle microscopique.

Dans une première étape, on doit synthétiser les molécules ou les matériaux. La deuxième étape consiste à faire intervenir le « formulateur » chargé d'associer un grand nombre de molécules actives et d'additifs au sein de structures complexes (émulsions, liposomes, gels, microcapsules...) de manière à répondre à un cahier des charges bien précis [1].

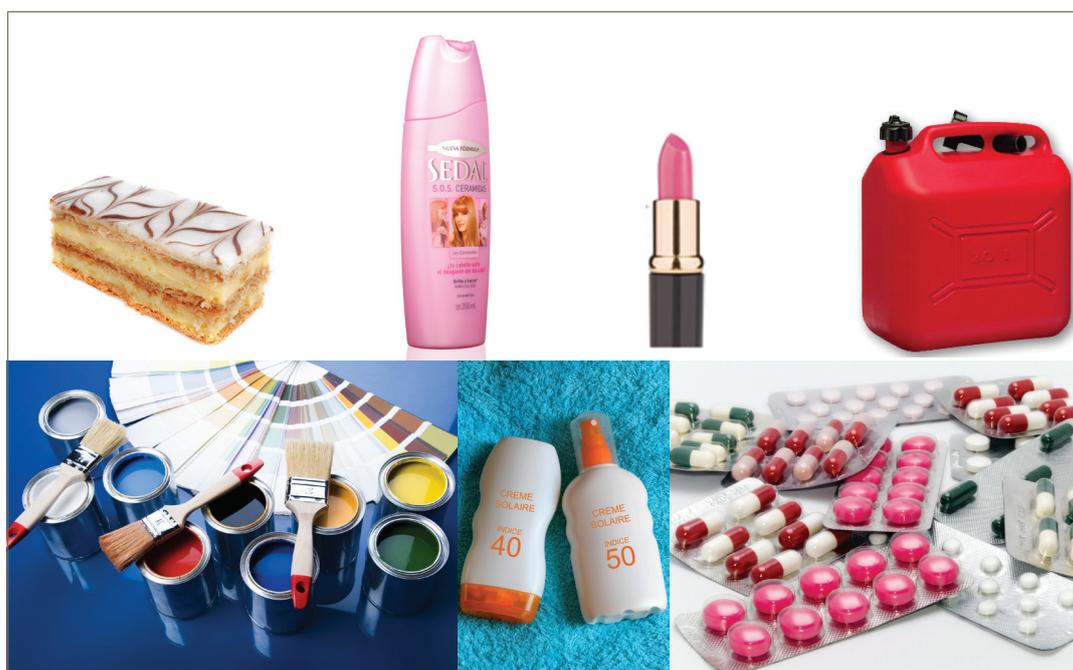


Figure 1 – La formulation concerne quasiment tous les secteurs du marché : agroalimentaire, pharmaceutique, produits d'hygiène, cosmétique, textile, matériaux, carburants, produits énergétiques, phytosanitaires, peintures, etc.



Figure 2 – 'évolution de la chimie de formulation à travers les âges.

## LA CHIMIE DE FORMULATION À TRAVERS LES ÂGES

La chimie de formulation, aussi ancienne que l'homme, a évolué au cours de l'histoire de l'humanité.

Dans les textes anciens (comme par exemple le *Kosmêtikon* écrit par Cléopâtre), on retrouve la description de formules « secrètes » élaborées de façon empirique, basées sur l'association de matières naturelles provenant du règne animal, végétal ou minéral. Les premiers produits cosmétiques sont alors créés et également la conservation de la viande avec du sel, la préparation de la poudre noire pour les feux d'artifice, l'encre de Chine, etc.

L'évolution de la chimie à partir du XIX<sup>e</sup> siècle (pharmacie, peintures, détergents, matériaux de construction...) a permis d'obtenir des produits souvent plus performants et moins chers que les produits naturels (âge d'or de la chimie). Toutefois, les risques potentiels de ces nouveaux composés n'avaient pas encore été pleinement évalués.

La troisième grande période a débuté en 1973, lors du premier choc pétrolier qui déclençât une prise de conscience planétaire : la Terre ne dispose pas de ressources infinies et il faut donc les économiser et les recycler au maximum. De plus, la mise au point d'appareils d'analyse très performants (comme la spectrométrie de masse, la résonance magnétique nucléaire, la microscopie à très haute résolution) a permis de détecter la présence de certaines molécules pouvant poser des problèmes à la santé humaine et à l'environnement (figure 2).

Ces nouveaux éléments ont conduit à ce qu'on appelle « l'éco-conception » de matières premières

sans danger et biodégradables, en vue de les associer dans des formulations de plus en plus complexes.

Cependant, signalons que si la chimie présente certains risques (comme toute activité humaine), ceux-ci sont largement compensés par ses bienfaits (augmentation constante de l'espérance de vie, meilleure alimentation des hommes et meilleur accès aux soins et aux médicaments) (2).

## DE L'ÉCO-CONCEPTION DES PRODUITS À LA FORMULATION EN PARFUMERIE

Les « 12 principes de la chimie verte » (figure 3), édités par Anastas et Warner, servent de référence pour l'éco-conception des produits et la prise en compte de l'ensemble du « cycle de vie » des produits (figure 4). Ils mettent en avant la sélection de matières premières plus sûres, de solvants et d'additifs non toxiques, de composés biodégradables (3), la conception de formulations minimisant les risques d'accidents.

Prenons comme exemple l'un des parfums les plus célèbres au monde, le « N°5 de Chanel » dont la composition actuelle a évolué depuis sa création en 1951, conformément aux principes de la chimie verte. Le composé le plus emblématique de ce parfum était le musc cétone, présent en proportion très élevée (10 %). Très rare et très coûteux (150 000 €/kg), il était néanmoins très important en parfumerie. La toxicité de cette molécule a entraîné la mise en place de programmes de recherche pour découvrir de nouvelles molécules présentant une forte odeur de musc mais respectant les réglementations actuelles (figure 5).

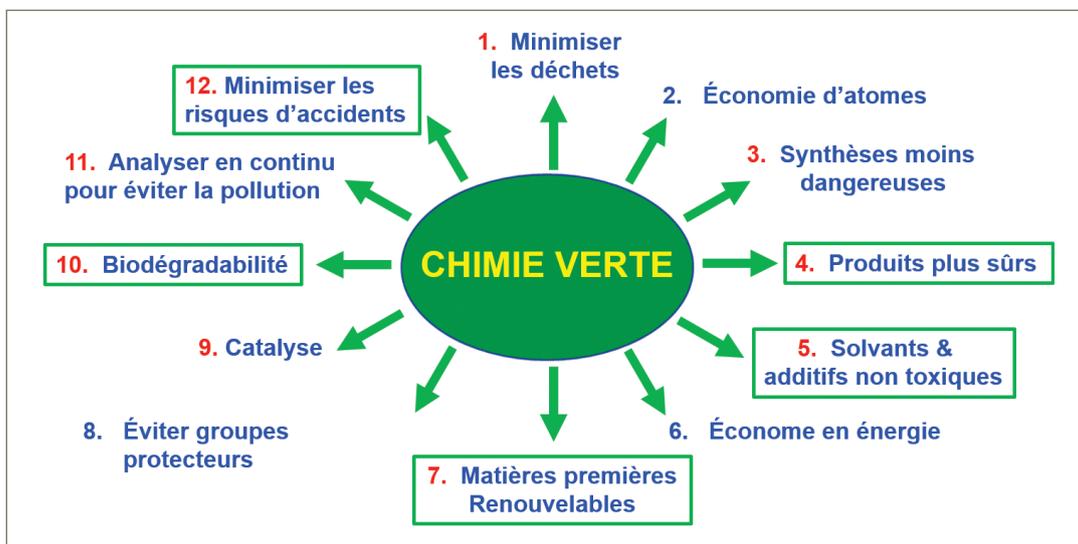


Figure 3 – Les 12 principes de la chimie verte, édités par P. Anastas et John C. Warner en 1998.

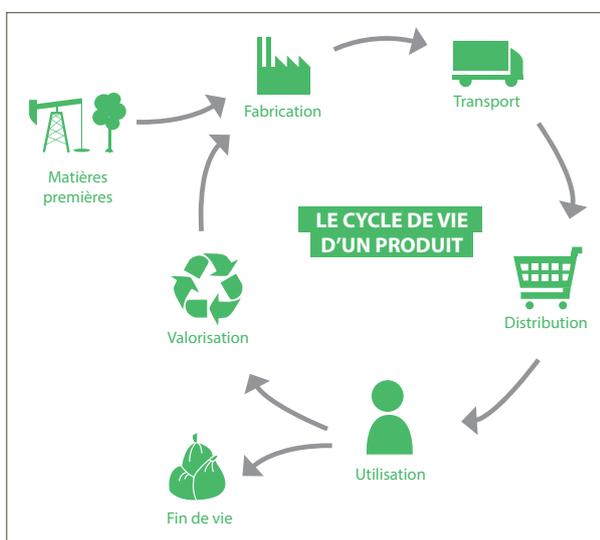


Figure 4 – Cycle de vie d'un produit, pour une durabilité de production.

## LA COPIE ET L'ÉCHEC AU SERVICE DE L'INNOVATION DANS LA PARFUMERIE FONCTIONNELLE

Une première méthode pour innover est de **s'inspirer d'un échec** ou d'un problème de formulation pour le

transformer en succès. Par exemple, l'introduction des enzymes, appelées lipases, a constitué un progrès décisif pour les détergents (4) parce qu'elles sont capables de faire disparaître sélectivement certaines taches tout en respectant le linge et les colorants synthétiques. Cependant, leur utilisation aurait pu s'avérer être un échec. En effet, en s'attaquant aux principaux constituants des taches grasses, les lipases produisaient une molécule à l'odeur très désagréable une fois le linge sec. La solution trouvée par les chimistes a été la création d'un « précurseur de parfum » : cette molécule, peu soluble dans la lessive, se dépose sur le linge en même temps que les lipases. Une fois au sec, l'enzyme et le précurseur de parfum réagissent pour former une molécule au parfum odorant qui couvre l'odeur désagréable issue de la dégradation des taches grasses (5). Cette idée a été reprise avec la création de nombreux précurseurs de parfums libérant des molécules parfumées sous l'influence de divers facteurs (pH, humidité, enzymes, chaleur, oxygène...).

La seconde technique souvent adoptée par les chimistes est de **copier une innovation** apparue



Chanel N°5, formule secrète de Ernest Beau (1921) mais on sait qu'elle contenait...

- **Notes de tête** : aldéhyde, néroli, citron, bergamote
- **Notes de cœur** : ylang-ylang, jasmin, rose de mai, iris, muguet
- **Notes de fond** : vétiver, santal, vanille, civette, cèdre et 10 % de musc cétone

Figure 5 – Chanel n° 5, le parfum rendu célèbre par Marilyn Monroe, contenait à l'origine un certain nombre de molécules relativement toxiques.

dans un domaine éloigné pour le transposer dans son domaine, c'est ce qu'on appelle la fertilisation croisée. Cela a été le cas pour la microencapsulation utilisée initialement pour l'encre des papiers autocopiants. En 1942, un jeune ingénieur nommé Barrett Green imagine utiliser une molécule incolore en milieu basique et violet sombre en milieu acide. Il emprisonne la forme incolore dans des capsules qui se briseront au contact du stylo. En étant libérée sur la feuille inférieure recouverte d'une substance acide, elle entraîne l'apparition d'une coloration violette qui

reproduit le texte de la feuille supérieure (figure 6). Ce concept a été copié en parfumerie (6), dans les pages des magazines : on peut y trouver des images de flacon de divers parfums, avec un rabat à l'intérieur duquel sont collées des capsules contenant le parfum. En tirant sur le rabat, le lecteur fait éclater les capsules et le parfum est émis. On retrouve également la microencapsulation dans certains déodorants non-aqueux à l'intérieur desquels les capsules libèrent leur parfum en étant peu à peu dégradées par l'humidité de la transpiration.

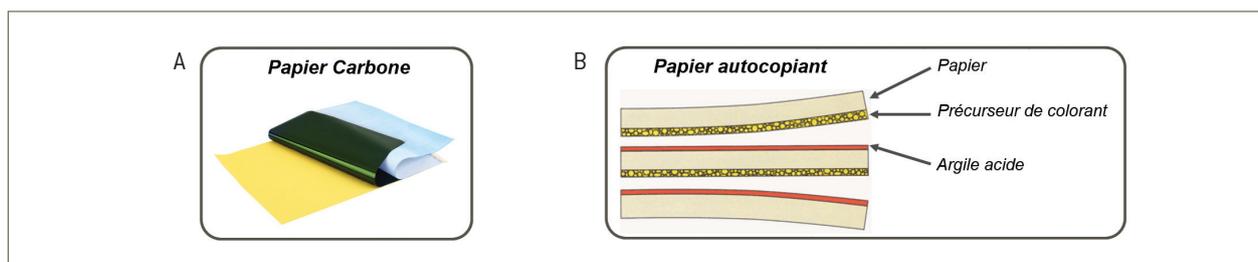


Figure 6 – A) Le papier carbone, ancêtre de la photocopie ; B) Le papier autocopiant, ingénieuse utilisation de l'encapsulation dans le domaine de l'imprimerie.

## L'ÉCLOSION D'UNE CHIMIE DE FORMULATION VERTE

Un processus vertueux et irréversible a été enclenché dans l'ensemble de l'Union européenne par le programme REACH (enRegistration, Evaluation et Autorisation des produits CHimiques) afin de mieux protéger la santé humaine et l'environnement contre les risques liés aux substances chimiques, tout en favorisant l'industrie chimique de l'UE. Il encourage également des méthodes alternatives pour l'évaluation des dangers liés aux substances afin de réduire le nombre d'essais sur animaux (7).

Toutes ces nouvelles contraintes génèrent de formidables défis scientifiques pour les chimistes qui doivent désormais prendre en compte les principes de la chimie verte pour concevoir de nouvelles matières premières associant efficacité et innocuité (8). Le « formulateur » doit, quant à lui, mieux appréhender le mécanisme des formules existantes pour en créer de nouvelles aussi efficaces, mais constituées des ingrédients encore autorisés. Enfin, l'application des

principes de la chimie verte a conduit à l'émergence de nouvelles activités telles que les affaires réglementaires et l'analyse des cycles de vie des produits.

### POUR EN SAVOIR PLUS

- (1) Zoom sur la formulation et les matières premières dans la cosmétique  
<http://www.mediachimie.org/node/2193>
- (2) Une peur verte de la chimie (Chimie et... junior)  
<http://www.mediachimie.org/node/1784>
- (3) Nouveaux actifs et nouveaux ingrédients  
<http://www.mediachimie.org/node/1335>
- (4) Un exemple de réaction biochimique : les enzymes mènent la danse  
<http://www.mediachimie.org/node/1784>
- (5) Ingrédients odorants et design olfactif  
<http://www.mediachimie.org/node/551>
- (6) La microencapsulation : une technologie de choix pour la formulation d'actifs – « Un point sur ... »  
<http://www.mediachimie.org/node/492>
- (7) Les enjeux de la recherche en toxicologie et en écotoxicologie dans le cadre de la mise en œuvre de REACH  
<http://www.mediachimie.org/node/1256>
- (8) La chimie des plantes avenir de la cosmétique  
<http://www.mediachimie.org/node/2186>

Jean-Claude Bernier, professeur émérite de l'Université de Strasbourg, ancien directeur scientifique des sciences chimiques du CNRS

Anthony Pichard, professeur de physique chimie

Monique Savignac, professeur honoraire d'université, spécialité de recherche : synthèse organique

Grégory Syoën, professeur agrégé, chef de projet Mediachimie-Fondation de la maison de la chimie