

CHIMIE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE : UNE RENCONTRE INNOVANTE

Par Mme Isabelle RICO-LATTES*

Le Développement Durable, au cœur des préoccupations de notre société, doit pouvoir répondre aux besoins des générations actuelles sans compromettre la capacité des générations futures à subvenir à leurs propres besoins, dans un environnement préservé. C'est donc un processus qui doit concilier l'économie, le social et l'écologie, et qui établit ainsi un cercle vertueux entre ces trois pôles : un développement, économiquement efficace, socialement équitable et respectueux de l'environnement.

La Chimie est un secteur économique majeur au niveau mondial comme au niveau national. L'industrie chimique est en effet un des secteurs-clés de l'industrie française. Elle figure en tête des secteurs industriels derrière l'automobile et au premier rang des secteurs exportateurs. Elle est le deuxième producteur et le deuxième exportateur en Europe après l'Allemagne.

Pourtant, la chimie est souvent mal perçue en raison des problèmes de pollution qu'elle a pu engendrer. Les préoccupations de l'opinion, des élus et des décideurs à propos de la santé, de la qualité de l'environnement et, plus généralement, du développement durable,

*Directrice de Recherche CNRS et conseillère au CESER –Midi-Pyrénées. Communication présentée à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse à la séance du 23 octobre 2014.

conduisent donc l'Industrie comme la Recherche académique à s'engager dans une révision radicale des modes de conception, de production, d'utilisation et d'évaluation des ressources chimiques.

Ces objectifs ne pourront être atteints qu'en prenant en compte deux facteurs liés simultanément à l'évolution de notre société qui exige de plus en plus un respect de l'environnement et à la protection de la santé des êtres vivants. Ces deux facteurs s'inscrivent dans des domaines à la fois réglementaires et volontaristes. Il s'agit :

- Des obligations liées à l'application des règlements, plus particulièrement européens et, en premier lieu, le règlement REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*).
- Et l'adoption des principes de chimie verte, associés aux trois paramètres du développement durable : Economique, Sociétal et Environnemental, ce qui peut se résumer par la mise en place de « la Chimie Pour le Développement Durable ».

Le règlement européen REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*), entré en vigueur en juin 2007, qui impose l'établissement de données très précises sur les propriétés chimiques, les effets toxicologiques et l'impact sur l'environnement de toute molécule pour son maintien ou sa mise sur le marché, modifie complètement la vision et l'avenir de la chimie. Cette réglementation constitue en effet un formidable appel pour la recherche puisqu'elle va conduire à concevoir un grand nombre de produits de substitution, aux effets sur l'homme et l'environnement plus explicites et mieux contrôlés. C'est d'ailleurs une des questions (substitution et innovation chimique) qui a été posée lors du Grenelle de l'Environnement.

Dans ce contexte, **l'innovation** est plus que jamais une composante majeure de la compétitivité des industries chimiques,

mais aussi des institutions de recherche. Il s'agit de créer de nouvelles molécules non-toxiques, d'utiliser les ressources renouvelables plutôt que fossiles, de concevoir de nouveaux procédés de synthèse plus économes en énergie, mais aussi de mieux prendre en compte le contexte socio-économique et culturel de la chimie, et finalement de mieux évaluer et prévenir les impacts sur la santé humaine et sur la qualité des milieux.

L'enjeu central d'une **Chimie au service du Développement Durable** est donc de construire une recherche fondamentale forte et interdisciplinaire contribuant au développement d'une chimie intégrant pleinement la notion de Durabilité. Cette démarche accompagne en amont la prise de conscience de la nécessité d'une chimie « pensée autrement », respectueuse de l'environnement, véritable **Chimie Ecologique**.

Cet axe de recherche, en pleine expansion, peut se décliner dans de nombreux domaines et particulièrement dans le secteur de la santé.

Chimie Durable au service de la santé

La mise au point de produits au service de la santé (médicaments, produits dédiés à la parapharmacie, biomatériaux) comprend souvent deux phases.

Il s'agit tout d'abord de définir une série de molécules actives, imaginées et optimisées en fonction de la propriété recherchée. Ces nouvelles molécules pourront être bioactives pour un médicament ou pour un produit destiné à la parapharmacie. Elles pourront également présenter une propriété physique ou physicochimique particulière pour un biomatériau.

Puis, à partir du ou des principes actifs, on doit rechercher quelle est la meilleure forme de préparation et d'administration, c'est-à-dire la meilleure présentation ou « formulation ». La formulation pharmaceutique et parapharmaceutique constitue donc une étape cruciale destinée généralement à accompagner par un ou plusieurs

excipients les molécules actives pour qu'elles soient, d'une part, stables et, d'autre part, délivrables au mieux au niveau de l'organisme.

Dans ce contexte, nous avons imaginé un concept original visant à développer des molécules actives à caractère amphiphile conduisant par leur auto-organisation à des systèmes moléculaires organisés et nouvelles formulations pharmaceutiques ou parapharmaceutiques, mettant en œuvre ce que nous appelons **le principe de l'économie moléculaire**.

Nous avons déjà, dans des travaux antérieurs, imaginé et appliqué ce principe d'économie moléculaire à la réactivité dans les systèmes moléculaires organisés. En effet, en concevant selon ce principe les constituants des systèmes moléculaires organisés simultanément comme des réactifs, nous avons par ce concept limité de manière originale les ingrédients de systèmes réactionnels organisés ainsi formulés (micelles, vésicules, microémulsions) tout en les rendant très performants comme milieux réactionnels en synthèse organique.

Aujourd'hui, nous proposons d'appliquer cette démarche aux formulations thérapeutiques et biomédicales afin de concevoir de nouveaux agents de formulation apportant simultanément l'activité recherchée. Soulignons que ce principe d'économie moléculaire (à ne pas confondre avec le principe d'économie d'atomes issu des douze principes de la chimie verte établis par P. ANASTAS et coll.) peut s'inscrire dans le cadre d'une chimie au service du développement durable. Ainsi, dans le domaine pharmaceutique ou dermocosmétique, la mise en œuvre de ce principe conduit à une démarche que nous pourrions qualifier de « **galénique verte** ».

Cette nouvelle approche est fondée sur les propriétés physicochimiques d'auto-organisation supramoléculaire dans laquelle le principe actif mis au point de manière spécifique est amphiphile. Il devient alors le propre acteur de sa formulation et l'activité thérapeutique est étroitement liée à la nature des assemblages ainsi formés, comme par exemple des micelles.

En partenariat avec l'industrie, nous avons ainsi mis sur le marché deux formulations de ce type mises au point à partir de composés amphiphiles bioactifs, le sélectiose® et l'effectiose®, produits par un procédé vert sans solvant, à partir d'un sucre, le rhamnose (matière première également verte issue des graines de Faveira Tree) :

- TriXera +, une formulation originale traitant les peaux atopiques (et l'eczéma) commercialisée en pharmacie par la Société Pierre Fabre Dermocosmétiques depuis Novembre 2007

Du rhamnose au traitement de l'eczéma ...



- Triacneal, une formulation originale pour le traitement de l'acné commercialisée également par la Société Pierre Fabre Dermocosmétiques depuis août 2010.

L'originalité de la démarche vient du fait qu'à partir de ce principe original d'économie moléculaire, nous avons pu aboutir à la commercialisation de formulations pharmaceutiques diversifiées.

En conclusion ...

Encadrée par un ensemble de principes dont elle s'est volontairement dotée, et par un règlement (REACH) qui va limiter l'accès à certaines matières premières, la chimie doit satisfaire aux impératifs du développement durable. Le processus de développement de la chimie doit donc concilier l'économie, le social et l'écologie avec un programme de développement économiquement efficace, socialement équitable et respectueux de l'environnement. Face à ces différentes contraintes, la solution qui s'impose est de pratiquer la « bioéconomie » en intégrant l'écologie à l'économie, et réciproquement.

C'est donc au niveau même de la conception que les chercheurs doivent agir, ce qui exige un effort de créativité et une réelle pratique de l'interdisciplinarité, afin de sortir de la séquence classique extraire-produire-distribuer-jeter, et d'appliquer la séquence des trois « r »: réduire-réutiliser-recycler.

Pour concevoir cette nouvelle pratique, il faut donc que la chimie dépasse l'écoefficacité pour atteindre l'écoconception, et qu'elle dialogue à ce titre avec les autres disciplines. Cette démarche intégrative a aussi pour objectifs de construire une relation apaisée de cette Science avec la Société et de contribuer à la mise en place de conditions efficaces pour une Innovation réussie au niveau industriel, primordiale pour notre économie.

Lorsque l'on décline les domaines d'activités et de recherche en chimie, il apparaît en effet constamment en filigrane les questions sociétales. Ce lien étroit entre chimie et société « oblige » donc à se poser la question de la place de la chimie dans la société et à favoriser plusieurs chantiers et actions, associant plus étroitement chercheurs académiques et industriels.

Il faut donc encourager et promouvoir des plages de dialogue et de réflexion entre chercheurs académiques et industriels sur la relation entre la chimie et la société, prenant en compte les critères de durabilité. Le règlement REACH est certainement une porte d'entrée pour ce dialogue qui doit être promu au niveau régional. Mais d'une manière générale, tous les questionnements de société autour de la chimie sont une porte d'entrée pour ce dialogue.

Cette communication et ce dialogue doivent aussi s'inscrire dans l'espace de l'interdisciplinarité. Le partage des rôles de ces sciences dans le concept de la durabilité s'appuiera ainsi sur le décroisement de la discipline chimie et permettra une meilleure acceptabilité sociétale de ses applications, mettant en lumière également les progrès et réussites liées à l'utilisation de la chimie.

Enfin, c'est par le biais des enseignements à tous niveaux, qu'une véritable culture de la responsabilité associée à des réponses aux demandes de la société sera efficacement diffusée. Cet enseignement, existant parfois de manière fragmentaire, nécessiterait une harmonisation au niveau national.

Bibliographie

- RICO-LATTES I., C.BASTIEN-VENTURA. *Enjeux interdisciplinaires de la Chimie Durable*, « La Chimie Durable : au-delà des promesses », Paris : CNRS Editions, 2011, 35 -47.
- RICO-LATTES, Isabelle, Christophe CARTIER. « Le département Chimie du CNRS s'engage pour le développement durable », in *L'Actualité chimique*, n° 307, avril 2007.

ANASTAS, P.T., J.C WARNER. *Green Chemistry: Theory and Practice*, New York : Oxford University Press ,1998.

RICO-LATTES, I. « Economie moléculaire et auto-formulation de principes actifs amphiphiles. Une stratégie innovante au service de la santé », *l'Actualité Chimique*, 366 (2012) et références citées.