

## La chimie responsabilisée...



L'if (*Taxus baccata*), à la base du Taxotère®.  
© CNRS Photothèque/ALLORGE Lucile (UPR 2301, ICSN, Gif-sur-Yvette).

Avec un titre plus optimiste, reprenons notre réflexion à l'endroit où nous l'avions laissée dans notre dernière chronique<sup>(1)</sup>. Nous y montrions que la démarche intellectuelle consistant à ne retenir de la chimie que sa dimension épistémique, en considérant l'activité scientifique correspondante comme pure, fondamentale et déconnectée de ses applications, était risquée en termes non seulement d'incitation des chimistes à la responsabilité, mais aussi d'image sociale de la chimie<sup>(2)</sup>. Avant d'approfondir l'approche qui contredisait cette posture par des arguments d'ordre sociologique, interrogeons-nous tout de même quelques instants sur sa pertinence épistémologique.

En premier lieu, est-il réellement possible de tracer une frontière stricte et étanche permettant de distinguer, d'un côté des pratiques « purement » scientifiques, et de l'autre des *applications* de la science ? Car quand elle utilise des instruments issus des plus hautes technologies ou les concepts issus d'autres disciplines, la recherche la plus fondamentale en chimie se nourrit directement des applications d'autres sciences, voire de la chimie elle-même. C'est ce qui conduit parfois même à considérer la science comme relevant partiellement de la *technologie appliquée*. Ainsi les nanotechnologies, rendues possibles par les développements de techniques ultrasophistiquées, sont devenues une mine inépuisable de sujets de recherche

fondamentale. De même, lorsqu'un chercheur en électrochimie tente, à l'aide de microélectrodes connectées à un voltampéromètre cyclique, d'explicitier la réactivité de molécules organométalliques, il utilise des techniques issues de diverses disciplines pour pratiquer une science à son tour fondamentale. Mieux, il lui arrive même de perfectionner ces techniques à la lumière de ses expérimentations ; c'est ainsi que sont nées les ultramicroélectrodes. Que dire enfin des nombreux laboratoires de RMN théorique, dont les recherches (fondamentales) sont directement liées à l'existence de cette technique, mais aussi à ses applications et à son perfectionnement ?

Car l'intrication entre la science et ses applications se situe également dans l'intention : combien de dossiers de financement ne sont-ils pas rédigés, combien de recherches ne sont-elles pas conduites, dans la perspective des applications qui pourraient en résulter ? Lorsque Pierre Potier recherchait la vinblastine dans la pervenche de Madagascar avant de synthétiser la Navelbine®, lorsqu'il découvrait le Taxotère® en cherchant à synthétiser le taxol à partir de l'if américain, n'était-ce pas pour fabriquer des anticancéreux ? Et ne pratiquait-il pas pourtant une science chimique des plus nobles ? De la même manière, les synthèses conduisant à la vitamine B12 réalisées par Woodward allaient resservir dans une multitude de synthèses ultérieures. Enfin, les chercheurs en

toxicologie travaillant à comprendre les effets des nouvelles substances de synthèse sur les animaux et les humains le font dans le cadre d'un objectif très précis et particulièrement appliqué ; en cela, ils n'en font pas moins de la science.

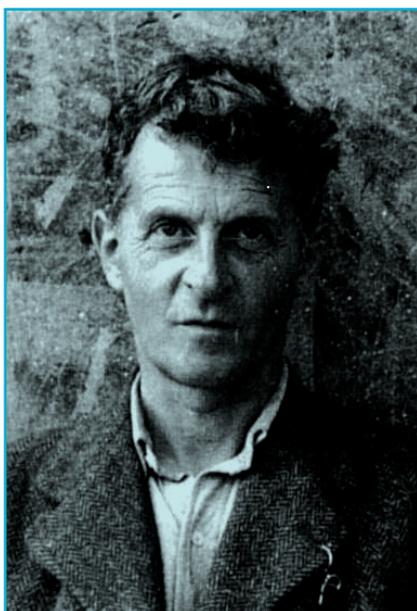
Les exemples pourraient être déclinés à l'infini. On peut certes comprendre l'envie de séparer la science de ses applications pour insister sur la spécificité de la découverte scientifique, de la démarche du chercheur, de son mode de production de la vérité ; pour éviter de voir la science ternie par des applications ignominieuses, ou encore les effets indésirables et imprévus de ses belles découvertes. Cette envie passe très certainement par le rejet de l'expression « science appliquée », qui établit un continuum (que d'aucuns considèrent mou et insatisfaisant) entre la noblesse de la pensée créatrice et l'avilissement du geste technique répété à l'infini. Mais elle risque également d'occulter les interdépendances majeures qui existent entre science et technologie, de donner de la production des connaissances l'image simpliste d'une ligne droite et descendante allant des recherches fondamentales aux applications. Une conception non seulement constamment contredite par les faits, comme nous l'avons montré plus haut, mais qui ne prépare pas non plus les esprits à la compréhension d'une science moderne, intégralement inscrite dans son tissu économique, technologique, environnemental, politique et social, et que certains sociologues des sciences ont par suite qualifiée de *postacadémique*<sup>(3)</sup>.

Revenons à présent comme convenu à une appréciation plus sociologique de la chimie. Le point de vue que nous entendons défendre ici, et qui sous-tend une grande partie de la réflexion développée dans le cadre de nos chroniques, est que la conception que les chimistes se font de leur propre discipline et de ses relations avec la société, l'environnement, la connaissance académique et la culture en général, détermine une grande partie de ces relations et, par suite, de l'image sociétale de la chimie.

À cet égard, une pierre angulaire de la perception de la chimie par le grand public semble tourner autour de l'idée de responsabilité. Responsabilité à l'égard du devenir des découvertes, de

leur impact sur le monde technologique, des valeurs humaines qu'elles bousculent en apparaissant trop tôt ou trop vite, de leurs effets secondaires, de leurs ratés... Car la société exige désormais du chimiste qu'il réponde des applications auxquelles ses recherches ont conduit. Alors qu'une solution serait précisément de nier que de telles responsabilités lui échoient, de s'en dédouaner en séparant par exemple la recherche de ses applications, cette demande sociale l'oblige à se préoccuper des applications de la chimie, quelles qu'elles soient, et à les considérer comme faisant partie intégrante de sa discipline. Mais alors, comment à la fois lui éviter d'endosser des responsabilités qu'il n'a pas et lui permettre d'être reconnu pour ses « bonnes » découvertes ? Et comment surtout lui permettre de préserver sa foi dans une discipline qu'il a choisie par passion, alors que tombent les coups au rythme des accidents et des mises en cause ?

Une solution réside peut-être dans la réponse à la question que nous posons en conclusion de notre dernière chronique : est-il toujours pertinent de parler de « la » chimie ? La question peut surprendre et il est peut-être nécessaire de la reformuler : en d'autres termes donc, existe-t-il une unité si grande de ce que nous mettons usuellement derrière les pratiques de tous les chimistes confondus, pour justifier qu'on ne pense toujours ces pratiques qu'en tant que domaine unique et indivisible ? Autrement dit encore, la conception faisant de la chimie un champ épistémique<sup>(4)</sup> homogène, aux frontières bien définies, n'est-elle pas préjudiciable à sa redéfinition dans le contexte sociétal du XXI<sup>e</sup> siècle, très différent des conditions dans lesquelles elle a connu son âge d'or, entre la Révolution industrielle et la Guerre froide ? On comprend certes l'envie de préserver cette conception, au moment où les « sciences chimiques » se cherchent une place dans les organigrammes des instituts de recherche et où certaines entreprises, de cosmétiques par exemple, renient leur appartenance à la chimie pour ne pas effrayer les consommateurs de leurs produits. Mais la nouvelle donne scientifique, économique et sociale, d'où émergent les difficultés de communication que l'on sait, nécessite probablement plus une révolution en forme de changement de paradigme qu'une résistance corporatiste telle que celle qui a animé notre communauté ces dernières années.



Ludwig Wittgenstein (1889-1951).

Le philosophe Ludwig Wittgenstein (1889-1951) explicite à sa façon la remise en question que nous proposons : « *Les philosophes ont la fâcheuse tendance à vouloir penser qu'il y a une essence derrière un concept. En réalité, explique-t-il, beaucoup sont des concepts d'« air de famille ». Considère, par exemple, les processus que nous nommons « jeux ». Je veux dire les jeux de pions, les jeux de cartes, les jeux de balles, les jeux de combat, etc. Qu'ont-ils tous de commun ? Ne dis pas « Il doit y avoir quelque chose de commun à tous, sans quoi ils ne s'appelleraient pas des jeux » mais regarde s'il y a quelque chose de commun à tous. Car si tu le fais, tu ne verras rien de commun à tous, mais tu verras des ressemblances, des parentés, et tu en verras toute une série (...). Je ne saurais mieux caractériser ces ressemblances que par l'expression d'« airs de famille » ; car c'est de cette façon-là que les différentes ressemblances existant entre les membres d'une même famille (taille, traits du visage, couleur des yeux, démarche, tempérament, etc.) se chevauchent et s'entrecroisent »<sup>(5)</sup>. Ainsi, tous les domaines de ce que nous nommons « la chimie » ont évidemment quelque chose en commun : à commencer par le socle commun de connaissances*

acquis lors de leurs années d'études par ceux qui se reconnaissent comme chimistes ; en continuant par le concept de molécule et par les transformations de la matière ou, plus précisément comme le propose Hervé This<sup>(6)</sup>, les « réarrangements atomiques ». Mais cela suffit-il à assurer une homogénéité et une unicité à des pratiques aussi diversifiées que celles de ce que nous appelons la chimie ? Ne devrions-nous pas commencer par y voir simplement des *airs de famille*, susceptibles de faciliter notre rapport à cette hydre à plusieurs têtes ?

Une hypothèse que nous étudierons dans notre prochaine chronique.

**Richard-Emmanuel Eastes,**  
le 18 août 2009

### Remerciements

L'auteur adresse ses plus sincères remerciements à Edouard Kleinpeter, Antoine Blanchard, Bastien Lelu et Francine Pellaud pour leur relecture attentive et leurs précieux conseils lors de la rédaction de cette chronique.

(1) Retrouvez l'intégralité des chroniques sur le blog *Parlez-vous chimie ?* : [www.parlezvouschimie.org](http://www.parlezvouschimie.org)

(2) Cette posture est qualifiée d'*internaliste* par le sociologue Michel Callon (Callon M., *La science et ses réseaux*, Éditions La Découverte/Conseil de l'Europe/UNESCO, Paris, 1989, p. 66). La conception internaliste des sciences se caractérise par : « l'autonomie des connaissances ; le développement des concepts, théories et hypothèses indépendamment des influences extérieures ; la centration sur les contenus, le noyau dur de l'activité scientifique ; l'utilisation d'une méthode qualifiée de rationnelle ou d'expérimentale susceptible de résister aux contingences historiques et sociales ; la séparation tranchée entre le noyau dur et ses contextes. »

(3) Voir Nowotny H., Gibbons M., Scott P., *Repenser la science – Savoir et société à l'heure de l'incertitude*, Belin, Paris, 2003. D'autres chercheurs tels que Dominique Pestre vont plus loin en considérant qu'il en a toujours été ainsi, ce qui délégitime le qualificatif « postacadémique ». Voir par exemple : Pestre D., *Science, argent et politique*, Sciences en questions, Quae, Paris, 2003. Peut-être le phénomène est-il cependant devenu plus sensible ces dernières décennies et mérite-t-il, par suite, d'être nommé explicitement.

(4) Un *champ épistémique* est une aire de la connaissance structurée par un savoir particulier, lequel se forme indissociablement par l'articulation d'un projet cognitif (des concepts, des hypothèses, des représentations structurées) et d'un ensemble de pratiques.

(5) Wittgenstein L., *Recherches philosophiques*, Gallimard, 2005.

(6) This H., *La Sagesse du Chimiste*, L'œil neuf, Paris, 2009.

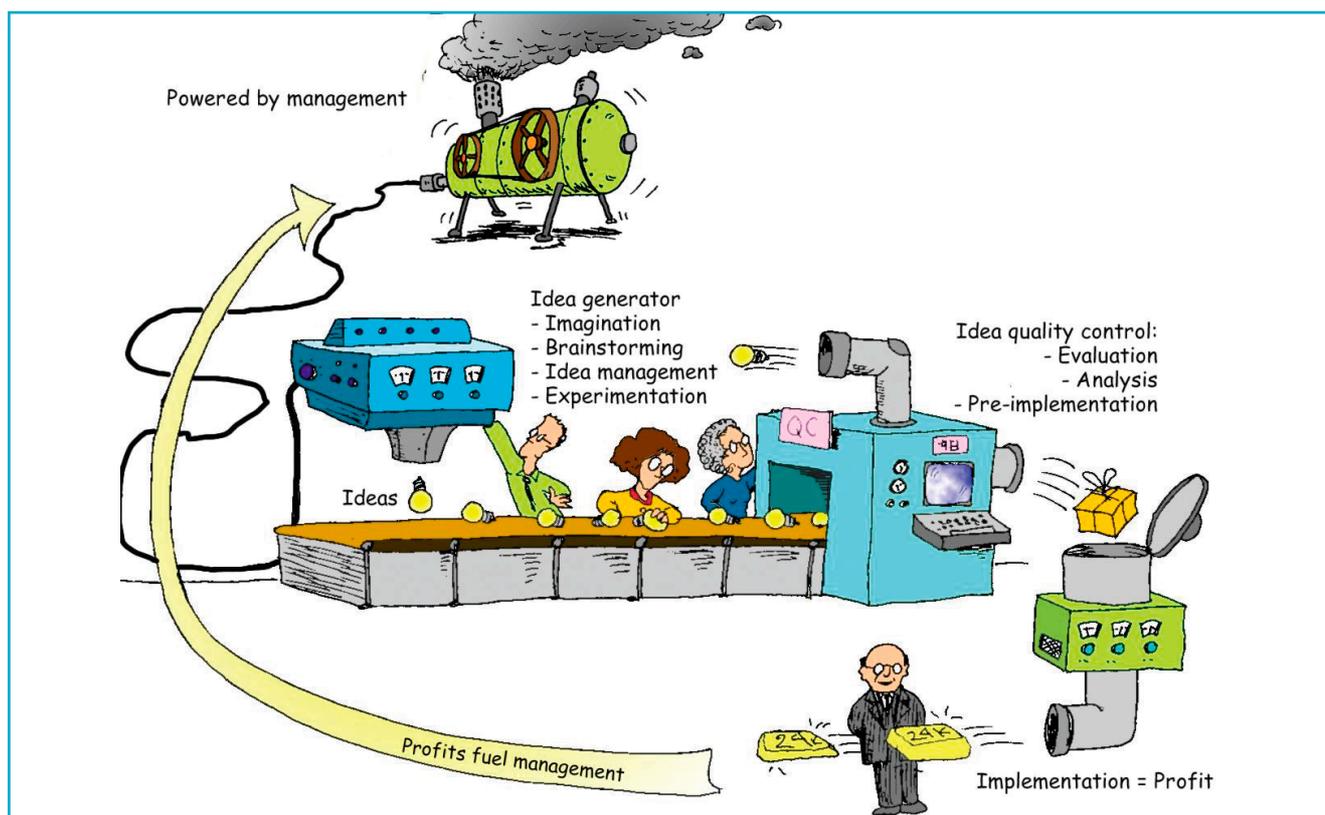


Photo : S. Querbes

**Richard-Emmanuel Eastes** est agrégé de chimie, responsable du programme Communication-Éducation-Valorisation-Éthique du Département d'Études cognitives à l'École normale supérieure, Président de l'association Les Atomes Crochus et membre du Bureau de la Commission Chimie et Société.

## Polémiques

## Invention, innovation, créativité ?



© Jeffrey Baumgartner ([www.jpb.com/innovation/index.php](http://www.jpb.com/innovation/index.php)).

Le dernier bilan de la Direction de la politique industrielle (DPI) du CNRS montre des résultats super encourageants. Plus de 12 % des chercheurs et ingénieurs du centre avaient déjà déposé une demande de brevet, ce qui représente en réalité près du quart des personnels des instituts susceptibles de mener des recherches avec applications industrielles (dur dur de déposer un brevet en histoire médiévale !). Le bilan des brevets exploités et des redevances largement supérieures au fonctionnement de la valorisation et à l'entretien du portefeuille de brevets (plus de 3 000) est lui aussi très positif. Au moment où la crise financière et industrielle fait prendre conscience d'un nouveau virage de la mondialisation, et quand les économistes nous disent que c'est en temps de crise qu'il faut investir massivement dans l'innovation, c'est plutôt une bonne nouvelle pour la recherche publique.

C'est en effet un thème bien français d'autoflagellation, courant dans les médias généralistes, presque aussi vendeur que les potins « people », que celui de notre retard à l'innovation et de l'image des chercheurs en baskets faisant la sieste dans des labos chauffés

et éclairés (sic). Cette vision caricaturale mérite un peu mieux et il importe plus de se pencher sur les concepts de l'innovation pour voir comment on peut faire.

Contrairement à certains discours publics, les pratiques industrielles et la réalité des processus de réalisation montrent que l'innovation est distincte de la recherche et de l'invention technologique. L'esprit cartésien français s'intéresse plus à l'invention qu'à l'innovation, cette dernière n'est réalisée pour l'entreprise et l'économie que si elle se traduit dans l'activité commerciale et opérationnelle. Dans une économie à la française (ou européenne), avec des coûts salariaux bien plus élevés que ceux des pays en émergence, l'innovation est l'ensemble des processus qui renouvellent la demande pour les biens et services et transforment le modèle économique. C'est donc un facteur clé pour permettre aux entreprises d'éviter la concurrence par les prix et les coûts. Dans ces conditions, la R & D ne peut plus, à elle seule, nourrir la compétitivité de l'économie en France et en Europe. Nous savons bien qu'il y a d'excellents chercheurs, des compétences et une R & D performante dans plusieurs pays émergents

(souvent formés par nous en Europe ou aux États-Unis). Il nous faudra donc en plus de la créativité en matière d'idées de nouveaux marchés, de design et de conception de nouveaux produits. L'esprit latin (ou français) face à l'esprit anglo-saxon (ou japonais) présente quelques différences à cet égard (*tableau 1 p. 6*).

Prenons comme exemple le tube cathodique, vieille invention qui consiste à visionner un signal par balayage d'un spot d'électrons sur un écran fluorescent. La créativité va consister à inventer sur la même technique la transmission d'images. Le concept crée la télévision et on fait ses gammes d'abord en noir et blanc sur des oscilloscopes, puis sur de petits meubles en bois, des écrans plus grands, carrés, puis ce sont les images en couleurs, les tubes à écrans plats en 16/9, les écrans plats à LCD puis super plats à LED... C'est comment nous faire changer de télé tous les trois ans avec des innovations incrémentales où la technologie a sa place, bien sûr, mais au service du design, de la publicité, de la mode...

Ne pas confondre innovation et invention : l'invention est unique, elle dépend

des capacités inventives d'un chercheur ou d'un groupe de recherche et des moyens dont ils disposent ; l'innovation est multiple, car elle est adoptée par des utilisateurs, des clients, des ouvriers... et un marché ! L'invention, si elle n'est pas intégrée à une offre, une demande, un modèle économique, ne donne lieu à aucune innovation. Les innovations protégées par des brevets inexploités en sont un exemple. Par contre en chimie, la découverte par les chimistes de Dupont des polymères tels que le néoprène et le nylon au milieu des années 1930 allait envahir les marchés de l'après-guerre grâce aux textiles, à l'automobile et aux multiples applications.

Il est donc temps de fusiller un certain nombre d'idées reçues par les penseurs évaluateurs (les idées, pas les penseurs) :

- L'innovation ne relève pas forcément d'une technologie nouvelle. L'innovation non technologique constitue une part importante des entreprises. L'hypermarché, le Club Med, le vélib' sont des innovations françaises qui relèvent de nouvelles conceptions des services.

- Le niveau d'innovation d'une entreprise ne se mesure pas forcément au nombre de brevets qu'elle détient : c'est un indicateur de l'activité de recherche à moduler avec la qualité des brevets (voir l'Europe et la Chine !), avec les brevets de protection, avec le type d'entreprise. Dans l'alimentaire, un nouveau yaourt ou une recette de crème ne peuvent être brevetés.

- L'opposition PME innovante et grand groupe amorphe est à regarder de plus près. Selon l'OCDE, plus du double des grandes entreprises comparées aux PME développent des innovations en interne (40 % contre 20 %). Les grandes entreprises ont des

ressources plus grandes et variées ; elles peuvent prendre des risques et amortir plus facilement les échecs ; elles s'appuient sur leurs marques et leur réseau commercial pour lancer un nouveau produit. À l'inverse il est vrai, les PME ont un meilleur partage de la connaissance, une grande flexibilité et une plus faible bureaucratie.

- L'innovation ne s'accompagne pas non plus forcément d'une hausse de prix. C'est surtout l'occasion d'offrir une plus forte valeur au client auquel on fait payer le prix (le filtre à particules en automobile par exemple). Mais on peut aussi assister à des innovations associées à des prix bas : les compagnies aériennes « low coast », les portables après quelques années.

Reste enfin un problème philosophique : innovation incrémentale ou innovation de rupture ?

Quel est le chercheur qui n'a pas rêvé de révolutionner le monde et d'avoir une idée qui en cascade va affecter tous les secteurs de l'économie et de la vie humaine ? Les ruptures fondamentales sont souvent imprévisibles et donc difficiles à programmer, la modestie des planificateurs dût-elle en souffrir. On n'invente pas tous les jours le moteur à explosion, la lampe à incandescence ou plus près de nous Internet. De nombreuses innovations ne sont pas aussi radicales mais peuvent avoir un impact considérable dans un secteur ; la photo numérique et la disparition de l'argentique, la téléphonie mobile et la disparition programmée du fixe en sont des exemples. À l'échelle d'une entreprise, un nouvel alliage, une formulation innovante, un procédé plus économe, sans révolutionner le secteur, peuvent procurer un avantage économique et commercial à court et moyen termes. Il est tentant

pour les politiques publiques et européennes de se focaliser sur les grands défis et sur l'innovation technologique ou l'innovation de rupture. Ce faisant, elles se privent des multiples avancées positives et des effets multiplicateurs de l'innovation incrémentale.

C'est donc en réalité le cumul d'innovations qui détermine le succès. Pour que quelques innovations réussissent, il est indispensable d'en initier un grand nombre car le succès de quelques best-sellers ou de blockbusters finance les nombreux échecs. C'est ce que n'ont pas encore compris certains présidents d'université et malheureusement quelques grands conseillers. Dans une guerre picrocholine bien française, ils veulent gérer la valorisation et la propriété intellectuelle au niveau local, alors qu'avec un réseau international, ses chargés d'affaires ou négociateurs de la DPI, sa filiale FIST<sup>(1)</sup> et son portefeuille de brevets, le CNRS paraît bien mieux armé. D'un côté, sur plusieurs milliers de brevets, on peut se permettre statistiquement d'avoir quelques dizaines de succès et amortir les dépenses ; de l'autre côté, quels espoirs improbables et quelles dépenses induites avec un portefeuille de quelques dizaines au mieux ! Quelle image et quelle perte d'énergie devant les enjeux sociétaux urgents qui attendent la nation en cette période.

Ce qui peut paraître plus important, c'est que l'on multiplie les contacts, que l'on approfondisse au cours des partenariats les discussions entre chercheurs, commerciaux, producteurs et clients, pour ne plus s'arrêter à l'invention ou au brevet mais aller vers l'innovation par la créativité, le design, la demande, l'inattendu, et que vivent les vendredis de « sérendipité »<sup>(2)</sup>.

**Jean-Claude Bernier,**  
le 13 juillet 2009

(1) FIST SA : France Innovation Scientifique et Transfert SA ([www.fist.fr](http://www.fist.fr)).

(2) van Andel P., Bourcier D., *De la sérendipité dans la science, la technique, l'art et le droit. Leçons de l'inattendu*, l'Act Mem, 2009.



**Jean-Claude Bernier**

est vice-président de la Société Chimique de France.

Perception à la française	Perception à l'anglo-saxonne
Innovation = invention technologique	Innovation créatrice et de nouveaux usages
Priorité aux secteurs de haute technologie	Secteurs des industries créatives (multimédias, cinéma, musique, architecture, design, pub...)
Acteur essentiel : la recherche publique et privée	Facteur essentiel : la créativité
Credo en la création d'entreprises et aux grands groupes	Appui sur les petites et moyennes entreprises

Tableau I.