

## Éléments de philosophie de la chimie

Le 11 septembre dernier, à l'École nationale supérieure des techniques avancées (Paris), un laboratoire de l'École Polytechnique, le CREA (Centre de recherche en épistémologie appliquée<sup>(1)</sup>) organisait une journée d'étude intitulée « Épistémologie de la chimie : synthèse et perspectives »<sup>(2)</sup>. Cette rencontre internationale réunissait des chimistes philosophes et des philosophes chimistes, dont le point commun semblait être une passion partagée pour l'analyse des sous-basements, des pratiques et des implications philosophiques de la chimie comme science et, depuis quelque temps, comme technoscience. L'objectif affiché de ce workshop : « identifier les bases possibles pour fonder une épistémologie de la chimie. » Nous y étions présents, pour notre part, convaincus qu'il ne peut y avoir de bonne *communication* de la chimie sans bonne *compréhension* de la chimie : « de l'intérieur » bien sûr à travers ses pratiques et les connaissances qu'elle produit, mais également « de l'extérieur » par l'analyse de ses aspects non seulement épistémologiques et philosophiques, mais également historiques, sociologiques et didactiques.

L'intérêt des philosophes pour la chimie, et des chimistes pour la philosophie, n'est pas nouveau. Les pratiques de transformation de la matière captivèrent même davantage l'attention des philosophes au XVIII<sup>e</sup> siècle qu'au XX<sup>e</sup>, Diderot allant jusqu'à la considérer comme le modèle d'une philosophie expérimentale<sup>(3)</sup>. Le chimiste Émile Meyerson (1859-1933), redécouvert récemment en France<sup>(4)</sup>, incarne à l'inverse « [ces] savants [...] qui viennent à la philosophie, désireux de scruter les principes ou de critiquer les valeurs de leurs propres recherches » (Andal, 1959)<sup>(5)</sup>.

Pourtant la philosophie de la chimie, en tant que discipline académique, est récente ; en atteste la parution d'un ouvrage de synthèse paru en 2005 sous le titre *Philosophy of Chemistry: Synthesis of a new Discipline*<sup>(6)</sup>, alors que l'International Society for the Philosophy of Chemistry<sup>(7)</sup> n'a qu'une vingtaine d'années d'existence. Et si la francophonie compte quelques philosophes de la chimie, tels Bernadette Bensaude-Vincent ou Isabelle Stengers, les deux seules revues à comité de lecture de ce domaine sont

américaine et allemande :

- *Foundations of Chemistry*, un journal d'histoire et de philosophie de la chimie traitant également de questions d'éducation, publié par Springer et dirigé par Eric Scerri.

- *Hyle: International Journal for Philosophy of Chemistry*, journal associé à l'Université de Karlsruhe et dirigé par Joaquin Schummer.

Nous anticipons les interrogations de certains lecteurs chimistes : « À quoi une *philosophie de la chimie* peut-elle bien servir ? En quoi peut-elle être utile à la pratique de laboratoire ? Ces philosophes connaissent-ils bien ce dont ils parlent ? » Mais surtout : « Quels sont leurs véritables objets d'étude ? » Nous tentons ici quelques éclairages...  
 • *La nature de la chimie*. C'est l'une des questions les plus intéressantes pour le chimiste : qu'est-ce que la chimie ? Les tentatives pour la définir sont nombreuses et rarement satisfaisantes ; pour certains, c'est l'étude des substances, pour d'autres, celle des réactions. L'étude de la structure, des propriétés et des transformations de la matière pour les uns, l'étude des réarrangements atomiques pour les autres ; si la première définition semble englober une partie de la biologie et de la physique, la seconde est circulaire puisqu'elle s'appuie sur ses propres concepts pour se définir. Or les philosophes possèdent des outils qui permettent de préciser ce que les chimistes font vraiment lorsqu'ils s'adonnent à la chimie.

• *Chimie et nature*. Comment la chimie fait-elle bouger la frontière entre le naturel et l'artificiel ? Entre le vivant et le non-vivant ? Comment modifie-t-elle par suite notre perception de la nature ? Nos valeurs morales ? Quelles sont les différences entre une molécule synthétisée dans un réacteur d'usine et celle, de même formule, présente dans les constituants d'un arbre ? Que désigne l'adjectif « chimique » ? Y a-t-il diverses manières de l'être ? Une substance peut-elle être chimique et naturelle à la fois ? Plusieurs de nos chroniques ont déjà porté sur ces questions<sup>(8)</sup>.

• *La chimie est-elle réductible à la physique quantique* ? Une littérature fournie explore ce sujet en analysant les pratiques et la manière dont les chimistes construisent leurs théories, en lien avec les connaissances issues de la physique. Une question qui,

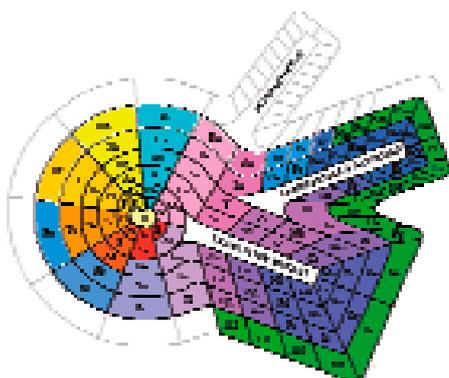
comme celle de savoir si la biologie est réductible à la chimie, se résout partiellement en considérant que la chimie est mieux caractérisée par ses pratiques et ses objectifs que par ses fondements épistémologiques.

• *Le rapport des concepts de la chimie à la réalité extérieure*. La chimie manipule des concepts abstraits pour décrire des entités invisibles, voire inaccessibles : elle pose donc aux philosophes la lancinante question de leur réalité (en dépit de leur opérationnalité). Qu'est-ce qu'un état de transition ? Une structure de résonance ? L'aromaticité ? La molécule représente la plus petite entité représentative d'une substance, mais n'importe quel chimiste sait bien que les propriétés de ladite substance disparaissent dès que l'échantillon est réduit à moins d'une centaine de molécules... L'énergie même nécessaire pour rompre un dimère de molécules d'eau n'est pas très éloignée de celle qui permet de casser la liaison O-H. Des notions philosophiques, telle l'idée d'*affordance*, permettent de résoudre certaines de ces difficultés conceptuelles.

• *Quel est le statut ontologique des éléments chimiques* ? Dans quelle mesure peut-on dire qu'il y a du sodium dans le chlorure de sodium ? Comment faut-il définir la notion d'élément chimique pour pouvoir dire qu'il existe du sodium dans le chlorure de sodium ? Quels liens y a-t-il entre la représentation de la classification périodique et ses significations (voir *figure*)<sup>(7)</sup> ?

Telles sont quelques-unes des questions dont débattent les philosophes chimistes et les chimistes philosophes lorsqu'ils se rencontrent ; des questions qui ne se réduisent pas aux interrogations métaphysiques sur l'origine de la dissymétrie des acides aminés dans le vivant, ou aux questions d'éthique suscitées par la production de substances qui changent définitivement notre rapport au monde. Un article d'Eric Scerri, dont nous conseillons par ailleurs la lecture, donnait en 2000 une vision simple et claire des enjeux de cette discipline sous le titre *Philosophy of Chemistry – A New Interdisciplinary Field* ?<sup>(9)</sup>

Dans notre prochaine chronique, nous nous intéresserons plus particulièrement à la définition de la notion d'élément chimique, dont la compréhension pose des problèmes



Représentation de la classification périodique des éléments extraite du site de la Société internationale de philosophie de la chimie.

particulièrement complexes en termes de communication.

**Richard-Emmanuel Eastes,**  
le 20 septembre 2010

- (1) [www.crea.polytechnique.fr](http://www.crea.polytechnique.fr)
- (2) [www.crea.polytechnique.fr/LeCREA/ateliers.htm](http://www.crea.polytechnique.fr/LeCREA/ateliers.htm)
- (3) Pépin F., Diderot : la chimie comme modèle d'une philosophie expérimentale, *La Découverte*, 2010.
- (4) Telkes-Klein E., Émile Meyerson, de la chimie à la philosophie des sciences, *Bulletin du Centre de recherche français de Jérusalem*,

- 18, mis en ligne le 07/01/2008, consulté le 20/09/2010. <http://bcrcfj.revues.org/index112.html>
- (5) Andal A., Gaston Milhaud (1858-1918), *Revue d'histoire des sciences*, 1959, XII, p. 96.
- (6) Baird D., Scerri E., McIntyre L., *Philosophy of Chemistry: Synthesis of a new Discipline*, Boston Studies in the Philosophy of Science, Springer, 2005.
- (7) <http://ispc.sas.upenn.edu>
- (8) Retrouvez l'intégralité de ces chroniques sur le blog Parlez-vous chimie ? ([www.parlezvouschimie.org](http://www.parlezvouschimie.org)).
- (9) Journal of Chemical Education (<http://tinyurl.com/34xa89s>).



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

### Le CIR en question ?

Deux rapports successifs, en mars 2010 du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, puis les conclusions de la Mission d'évaluation et de contrôle (MEC) déposées à l'Assemblée nationale en juillet ont attiré l'attention et les critiques sur un dispositif profondément réformé en 2008 : le « crédit impôt recherche » (CIR).

Pour inciter les entreprises à développer leurs activités en R & D, tout un arsenal existe en France ; les nouvelles dispositions du CIR et le statut de jeune entreprise innovante (JEI) ont été les mesures phares de la réforme de 2008. Sans entrer dans les détails, la réforme du CIR :

- simplifiait et élargissait l'assiette des déductions fiscales en prenant la totalité des dépenses de R & D et non plus leur simple accroissement ;
- renforçait le taux de crédit en passant de 10 à 30 % jusqu'à un plafond de 100 millions d'euros (5 % au-delà) ;
- avec une mesure supplémentaire à laquelle nous étions sensibles : la prise en compte du double du salaire durant 24 mois pour l'embauche d'un jeune docteur dans l'assiette de déduction.

Après cette réforme, la France est devenue le pays de l'OCDE qui apporte le plus fort soutien aux dépenses de R & D des entreprises. À lui seul, le CIR représente une dépense fiscale de 4,1 milliards d'euros en 2008 et de 5,8 milliards en 2009 avec le remboursement anticipé du plan de relance (bien mieux que la TVA des restaurateurs !). On comprend qu'à l'ouverture de la chasse aux niches fiscales, des

observateurs avisés et la représentation nationale aient souhaité en sonder l'efficacité.

Un des indicateurs de l'effort de recherche est la dépense intérieure de recherche et de développement (DIRD) et son pourcentage rapporté au PIB (produit intérieur brut). De 1992 à 2007, il a décliné de 2,33 à 2,06 % et avec 40,2 milliards d'euros en 2008, il amorçait une timide remontée à 2,07 %. Cette faiblesse française, comparée aux États-Unis, au Japon et à l'Allemagne, est due à l'anémie des dépenses privées. Car si la part des dépenses de R & D des administrations (publiques) est dans la bonne moyenne des pays de l'OCDE (0,76 % du PIB), la part des entreprises reste scotchée à 1,30 % (contre 1,93 % aux États-Unis et 1,77 en Allemagne). La réforme du CIR avait clairement pour but de doper ces dépenses pour les porter au total, suivant les résolutions du Conseil européen de Barcelone en 2002, à 3 % du PIB en 2010 ; nous en sommes bien loin.

Pourtant, le CIR a permis au financement public de la R & D des entreprises d'atteindre puis de dépasser le niveau de 1995 avec 0,35 % du PIB, fraction plus importante qu'au Canada ou aux États-Unis (0,22 %), pays qui ont la réputation de soutenir fortement la R & D privée.

On pourrait alors se demander pourquoi les résultats ne sont pas à la hauteur de ces aides ?

Les rapports concluent que la faible augmentation de 2008-2009 dans un

contexte de crise conjoncturelle est probablement due au CIR qui a eu un effet d'amortisseur de la crise. On sait, hélas, qu'en période de vaches maigres, la recherche constitue souvent la variable d'ajustement, et on a déjà connu des coupes sombres dans les centres de recherche (avec leurs conséquences quelques années plus tard). Le simple maintien des volumes de dépenses entre 2007 et 2008 constitue déjà un résultat positif. Il faut aussi se rappeler que les piètres chiffres globaux de la R & D privée sont à mettre en balance avec la « désindustrialisation » de la France où les secteurs les plus intensifs en R & D (chimie, machines d'équipements, machines électriques, technologies de l'information et des communications (TIC), transports) voient leur poids décliner face à un positionnement sectoriel des services et autres domaines peu utilisateurs de R & D.

Les rapports soulignent par ailleurs un renforcement de l'attractivité de l'Hexagone et des résultats à confirmer sur l'emploi. En effet, l'AFII (Agence Française pour les Investissements Internationaux) relève en 2008 comme en 2009 près de 640 décisions d'investissement et montre que la France est le pays européen qui a le mieux résisté puisque nous sommes maintenant le premier pays pour les investissements étrangers en Europe ; 41 projets d'implantation de centres de R & D sont aussi annoncés, avec à la clé 2 100 emplois créés. On sait bien sûr que les raisons de ces implantations

sont diverses : la qualité des universités et centres de recherche publique, la qualité des infrastructures, l'éducation, les marchés potentiels, les sous-traitants... Mais l'argument d'allègement fiscal et celui du meilleur dispositif de soutien à la recherche sont aussi mis en avant comme facteurs de différenciation dans la compétition mondiale.

Sur un volet qui nous tient à cœur, celui de l'embauche des jeunes docteurs, la prise en compte à 200 % du salaire d'un nouveau chercheur a fait passer l'assiette déclarée de 30 à 77 millions d'euros, ce qui semble montrer un recrutement amélioré. La direction scientifique de Rhodia confirme que malgré la crise de liquidité en 2009, le CIR a permis de ne pas supprimer de postes et de maintenir l'embauche en recherche de jeunes docteurs, alors qu'elle était gelée dans d'autres secteurs.

Tout serait-il beau au « pays de Candy » ? Que nenni... Les critiques les plus graves tiennent à l'effet d'aubaine et aux astuces fiscales que semblent avoir pratiqués une vingtaine de grands groupes. Pour échapper au plafond des 100 millions d'euros, ils ont

imputé à leurs PME filiales (existantes, créées ou rachetées) les dépenses de R & D permettant de toucher le CIR au taux de 30 %. L'augmentation anormale de PME filiales rattachées entre 2007 et 2009 est apparue suspecte, d'autant que le crédit d'impôt retourne au holding, sans assurance d'atterrir *in fine* aux équipes de R & D des « filiales ». Les secondes critiques visent le secteur des services (banques, cabinets conseils, assurances, informatique...) qui, malgré une intensité de recherche plutôt faible, reçoit de 30 à 40 % du CIR. La ministre répond que les statistiques sont faussées car le nouveau classement INSEE assimile des holdings d'industries manufacturières à ce secteur. Il n'en est pas moins vrai qu'une meilleure définition et un contrôle amélioré des objets et travaux de R & D, qui dans la réforme de 2008 paraissent encore trop vagues, seraient nécessaires, en se référant par exemple aux définitions et méthodologies de l'OCDE dites du *Manuel de Frascati*.

Les bonnes intentions du gouvernement pour relancer la R & D privée, et par là l'emploi des docteurs et ingé-

nieurs en recherche, n'ont pas encore donné de résultats spectaculaires, mais ce n'est pas en un ou deux ans que l'on inverse une tendance. La réforme a buté sur deux faits : la crise économique 2008-2009, et la chasse aux bonnes failles de fiscalité qui est un sport national. Quelques propositions sont faites par la MEC, qui permettraient de pallier certains défauts et d'économiser de 800 à 1 400 millions d'euros sans toucher à son esprit, par quelques aménagements de la loi. Souhaitons pouvoir, avec quelque recul d'ici trois à cinq ans, lire ses effets positifs, à moins que d'ici là, le rabot des niches fiscales lui ait coupé les ailes !

Jean-Claude Bernier,  
le 1<sup>er</sup> septembre 2010



Jean-Claude Bernier  
est vice-président  
de la SCF.



## Look to Alfa Aesar for Unique and Novel Products

Innovation and new product development remain at the heart of what we do at Alfa Aesar. In recent months we have introduced over 1200 new items into our product range, many of which are unique and only available from Alfa Aesar. Featured in this latest batch of new products are:

- Arylhomopiperazines
- Analytical Standards
- Boronic Acids
- Chiral Diamines
- Fluoroaromatics
- Nanomaterials
- Pure Metals
- Rare Earth Sputtering Targets
- Silanes and Silanols

To request a free copy of the Research Chemicals Catalogue Addendum, contact Alfa Aesar at 0800 03 51 47 or email [FrVentures@alfa.com](mailto:FrVentures@alfa.com). A full listing of products can be accessed at [www.alfa.com/fr/html/new2.html](http://www.alfa.com/fr/html/new2.html).

[www.alfa.com](http://www.alfa.com)

**Alfa Aesar**  
A Johnson Matthey Company