

Quand la chimie traverse les frontières...

Regards de chercheurs

Minh-Thu Dinh-Audouin

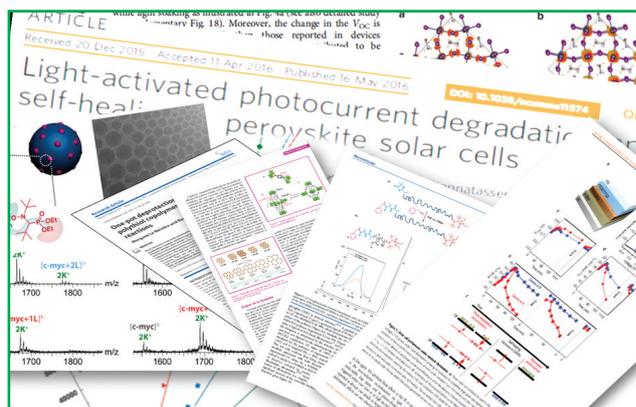
Invitons-nous à traverser les frontières, dans un voyage qui n'est pas habituel. Il est en fait habituel pour les chimistes, qui naviguent quotidiennement entre le macroscopique et le nanoscopique, le solide et le gazeux, l'organique et le minéral, le « naturel » et l'« artificiel »... Ils voyagent aussi entre laboratoires académiques et industriels, dont les frontières sont de plus en plus floues, tout comme les frontières entre les concepts scientifiques se dissolvent elles-mêmes parfois.

De même, entre une découverte scientifique et une innovation technologique, il n'y a parfois qu'un pas scientifique, mais souvent de grands pas financiers, réglementaires, administratifs ou politiques, avec des obstacles divers, économiques, sociaux, environnementaux, conceptuels, éthiques... et humains.

La chimie serait donc une voyageuse persévérante, qui nous invite chaque jour à traverser de plus en plus les frontières, nous surprenant par ses évolutions récentes : « *Le paysage scientifique a énormément changé ces dix dernières années* », constatait le 19 mai 2016 Jean-Pierre Djukic, président du Conseil scientifique de l'Institut de chimie du CNRS (INC), lors du colloque « Ruptures, évolutions, innovations : la chimie aux frontières », organisé conjointement par l'Institut de chimie du CNRS et le Conseil scientifique de l'Institut [1]. C'était une idée originale de faire appel à des témoignages de chercheurs, scientifiques, politologue, philosophe... pour réfléchir, sur la base de leurs parcours respectifs, aux conditions favorables à l'émergence des innovations en sciences. Ce colloque nous invitait à traverser les frontières et à entrer au travers des regards d'hommes et de femmes dans leurs quotidiens de chercheurs.

Il s'agissait, dans un débat ouvert, d'« explorer les facteurs qui ont pu déclencher ces dernières années des bouleversements dans la discipline et à ses interfaces », d'« apprécier les dimensions de la recherche aux confins des sciences chimiques », et de construire le futur de ces sciences « complexes, qui évoluent vite dans nos façons de travailler, de décrire les choses », annonçait Dominique Massiot, directeur de l'INC.

Les neuf conférenciers se sont prêtés au jeu en toute transparence, contribuant à des échanges enrichissants avec le public lors des deux tables rondes, animées par Ludovic Jullien, du laboratoire PASTEUR (Paris). Une réflexion d'autant mieux nourrie qu'elle mêlait le factuel et le ressenti, de la part de conférenciers aux parcours uniques, qui nous livraient leurs regards à travers des cheminements d'innovations scientifiques et/ou technologiques. Pour une fois qu'on avait des visages, des sentiments et des anecdotes derrière des résultats scientifiques, il y avait de quoi mettre plus d'humain et d'accessibilité à la science, ce à quoi le grand public n'a pas accès tant que le sujet n'est pas une technologie de rupture impactant directement son quotidien – ce qui est loin d'être évident car la chimie est souvent invisible



Graphes, tableaux, équations, schémas réactionnels... quelles histoires singulières cachent les découvertes scientifiques ?

derrière la technologie –, et tant que les chercheurs n'ont pas été interviewés...

Il faut pourtant rappeler que les historiens des sciences ont besoin de ces éléments précieux de compréhension du ressenti et du parcours du scientifique – notes personnelles, cahiers de laboratoires, correspondances, liens entre scientifiques (parenté, amitié, rivalité, conflit d'intérêts, etc.) –, et que toute aventure scientifique est aussi une aventure humaine...

Le monde de la recherche, un monde vivant

Un colloque pas comme les autres donc, puisqu'habituellement les scientifiques reportent dans leurs conférences et leurs publications principalement les résultats qui ont abouti, et bien sûr les meilleurs. Ici, les récits nous livraient tant les joies des aboutissements que les déceptions du chercheur, avec ses hésitations et ses frustrations. Déjà une frontière de franchise, entre le cerveau et le cœur !

L'idée d'un système vivant et ouvert ressort des propos de Dominique Massiot, qui introduisait la journée en posant d'emblée la question centrale : « *Comment établir des synergies, comment favoriser la cohérence pour faire évoluer le système, qui n'est pas un système immobile, mais un système vivant, auquel il faut donner l'occasion de se développer ?* » Avant de rappeler que la chimie est bien un système vivant au cœur de la société, à l'image du CNRS connecté à ses partenaires, universités, écoles, industriels, « *un des points forts de la chimie quand on la prend dans son ensemble.* » « *Des incitations à la mobilité doivent permettre le brassage thématique, géographique* », ajoutait Alain Fuchs, président du CNRS.

Un système vivant, dont il est utile de rechercher les moteurs, et ce qui peut le freiner... Retour sur une riche journée de témoignages.

Des moyens pour la recherche

De la matière et du matériel pour la chimie

La question des moyens pour la recherche est essentielle, et c'est particulièrement vrai pour la chimie, science éminemment expérimentale où la matière et les instruments sont utilisés quotidiennement (produits, verrerie, spectromètres...), et où leur qualité impacte directement sur la qualité des résultats, sur la faisabilité d'une étude. Ainsi, l'environnement matériel peut influencer la progression, voire l'arrêt d'un projet, et parfois, on prend conscience seulement quelques années plus tard, parfois après le décès du chercheur, que son sujet de recherche était un sujet émergent, voire de rupture.

Claudine Katan, de l'Institut des sciences chimiques de Rennes, cite quelques projets pionniers sur les pérovskites hybrides, dont ceux de Tsutomu Miyasaka et Akihiro Kojima au Japon en 2009. Elle mentionne aussi des travaux pionniers en France moins connus, qui ont amené leur contribution en termes de synthèse et propriétés structurales, mais qui ne se sont pas poursuivis au-delà de 2009, le laboratoire n'étant pas équipé de boîte à gants pour synthétiser proprement ces matériaux. On sait aujourd'hui que ces derniers sont à la base d'une nouvelle génération de cellules solaires qui ont connu à partir de 2012 une évolution impressionnante. Si bien que la presse grand public qualifiait de « fièvre pérovskite » cet engouement pour ces matériaux dont les rendements rivalisent avec les technologies au silicium. Cette question de l'environnement matériel est cruciale pour travailler sur des matériaux difficiles, instables et sensibles à l'eau, dont il faut pouvoir étudier les structures bidimensionnelles, les propriétés optiques, etc., précise Claudine Katan, qui note le manque de moyens en France.

Un point de vue relativisé par le témoignage de Valérie Gabelica, de l'Institut européen de chimie et biologie (Pessac), qui, venant de Belgique et travaillant en spectrométrie de masse, note l'avantage d'avoir accès en France à de grands instruments de recherche.

L'impact du financement sur l'innovation ?

La question du financement est cruciale, au point qu'elle peut dès le départ disqualifier un sujet de recherche, la difficulté étant de savoir sur quels critères choisir les sujets. Cela dépend des besoins, des logiques d'organisations et des modes de fonctionnement des laboratoires.

Dans l'industrie, le besoin économique sera décisif. Pour Caroline Tardivat, chercheuse à Saint-Gobain, l'innovation est inspirée par l'application : on essaye au départ d'identifier un produit qui soit performant, attire un marché, et qui soit faisable industriellement. L'entreprise a même formalisé le processus d'innovation avec des critères de sélection (coût, propriété industrielle, concurrence, durabilité, cycle de vie, hygiène, santé et environnement, etc.), et il suffit qu'un critère ne soit pas rempli pour que le projet échoue, et ce, à tout stade. Il arrive ainsi qu'un projet soit arrêté à un stade avancé, et il est difficile pour un manager de l'annoncer, tout comme pour un chercheur de l'entendre. Mais quand on sait qu'un projet n'a pas d'avenir, il faut savoir l'arrêter pour réinjecter l'argent sur des projets plus prometteurs : c'est une question de respect, ne serait-ce que pour les financeurs et les contribuables, ajoute Caroline Tardivat.

Dans le milieu académique, c'est plus variable, et il est intéressant de voir l'impact des politiques scientifiques sur l'innovation. C'est l'objet de l'étude présentée par Jérôme

Aust, chargé de recherche à Sciences Po et spécialiste en finances de l'activité de recherche au Centre de sociologie des organisations. Si les logiques d'organisation sont plurielles, on note globalement un souci de valorisation économique de la connaissance scientifique qui s'est renforcé depuis les années 1970, ainsi qu'une généralisation du *financement sur projet*. Plusieurs évolutions ont été relevées, avec des incidences très fortes sur les possibilités d'innovation. D'une part, on note une division du travail croissante (évitant les conflits d'intérêts) au sein des collectifs de scientifiques associés aux financements : entre prospective, définition des orientations thématiques, sélection des projets et suivi. À cet égard, Alain Fuchs insistait dès l'introduction du colloque sur l'incompatibilité qu'il peut y avoir entre le critère de faisabilité, qui permet de se lancer dans le financement de projets avec le minimum de risques, et des critères favorables à l'émergence, par nature plus risqués, comme l'*interdisciplinarité* (voir plus loin), davantage basée sur un mécanisme collaboratif.

Malgré l'intention d'encourager les projets émergents par des financements sur projets, il y aurait eu un effondrement des taux de réussite par rapport aux années 1960, avec un retournement des logiques de sélection et un renforcement des biais : valorisation des sujets proches des experts et promotion de l'« excellente médiocrité » (privilégier les projets faisables mais non émergents dans un système compétitif). Cependant, on note que les chercheurs peuvent aussi très bien s'adapter au système en articulant les financements, entre recherche exploratoire et appliquée, et que certains champs de recherche repoussent les chercheurs car trop marqués par la valorisation économique.

Il n'en demeure pas moins qu'en toile de fond, la raréfaction des financements publics et les lourdeurs administratives marquent les chercheurs français : « *C'est le problème de la France, il est difficile de trouver des financements, on perd beaucoup de temps* », témoigne Christian Serre, de l'Institut Lavoisier de Versailles. Un processus long, sélectif et peu réactif, témoignent plusieurs chercheurs, dont Claudine Katan, qui mentionne les retards pris en France sur les pérovskites hybrides, pour des raisons administratives (30 à 50 pages de rapports pour des appels à projets), et un parcours du combattant pour le simple recrutement d'un postdoctorant, face à des partenaires étrangers qui ont des outils souples (des projets écrits en deux pages).

Le pari du financement à long terme

Dans la course aux financements, c'est parfois la force de conviction qui fait déclat auprès des financeurs, et « *quand le chercheur est convaincu, il est extrêmement convaincant !* », déclare Caroline Tardivat, racontant l'histoire d'un projet porté par un chercheur qui, au sein de l'unité mixte CNRS/Saint-Gobain, a su allier ses compétences en électrocatalyse avec celles de Saint-Gobain en céramique. Même si les applications restaient encore floues au départ, le projet valait la peine d'être financé sur le long terme, puisqu'il en est sorti un système catalytique innovant, dont la faisabilité a été démontrée, avant d'identifier une application sur les émissions automobiles. Il faut donc savoir laisser la place à l'innovation, on ne peut pas se reposer sur des financements instables, conclut Caroline Tardivat. Pour Claudine Katan, tant que le chercheur cherche à comprendre quelque chose, c'est toujours utile : « *Toutes les expériences, le savoir-faire et les rencontres accumulés au fil des années porteront leurs fruits un jour ou l'autre.* »

Un autre témoignage vient d'Odile Eisenstein, de l'Institut Charles Gerhardt de Montpellier (CNRS), qui mentionne une collaboration avec Sanofi, où elle a bénéficié d'un financement à long terme sur un sujet fondamental en chimie théorique, sans enjeu d'application immédiate. Une liberté dont ont aussi bénéficié Christian Serre, travaillant sur les solides hybrides poreux, et Renaud Nicolaÿ du Laboratoire de Matière Molle et Chimie (CNRS/ESPCI ParisTech), qui travaille sur les vitrimères : ces deux structures bénéficiaient d'un cadre relativement libre, sur une thématique donnée, laissant place à la créativité. Julien Nicolas, de l'Institut Galien Paris-Sud (CNRS), est également convaincu qu'il faut encourager la prise de risques et la science exploratoire multi-domaine, « science ouverte » que permettent difficilement les financements orientés vers l'applicatif. Valérie Gabelica met en outre l'accent sur la difficulté à pérenniser un projet, une fois passée la phase d'engouement liée à la nouveauté.

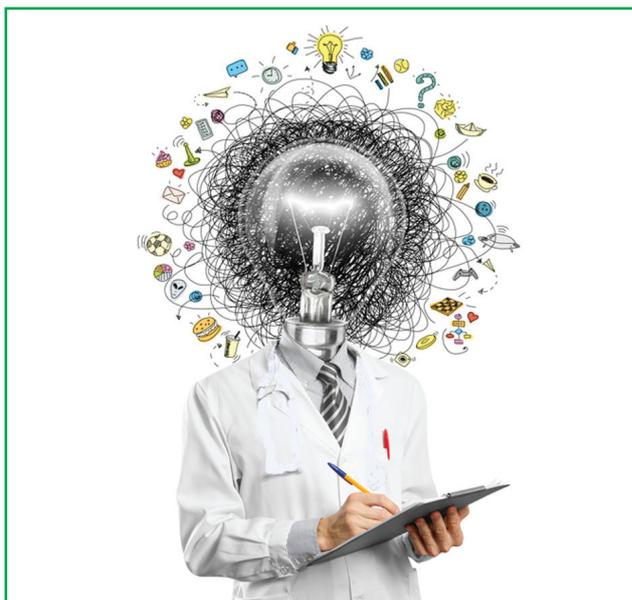
Des défis scientifiques et techniques

L'inspiration et la créativité du chercheur

Au-delà des impératifs financiers, les conférenciers revenaient souvent sur des défis qui restent avant tout scientifiques et techniques. Souvent, une idée originale peu coûteuse, l'ajout d'une liaison chimique, un changement de solvant, le passage d'un électrolyte liquide à un électrolyte solide (dans le cas des pérovskites hybrides par exemple), faisaient toute la différence et permettaient un saut scientifique qualitatif.

On trouve une illustration dans le domaine des polymères, avec les travaux menés par Renaud Nicolaÿ. L'équipe a créé une famille de polymères s'écoulant comme des thermoplastiques mais gardant la solubilité et la stabilité tridimensionnelle des thermodurcissables. La clé réside dans une simple réaction de transestérification permettant une dynamique au sein du matériau, où des liens vont s'échanger entre les chaînes polymères. Les chercheurs se sont lancés le défi de mettre en œuvre différents types de polymères à l'échelle industrielle. Pour les polyamides et le polyuréthane, les liens amides ne permettent pas de transamidification, mais l'ajout astucieux d'une conjugaison a permis des échanges rapides sans besoin de catalyse. Pour le passage aux squelettes carbone-carbone (polyéthylène, plexiglas...), le défi a été relevé en greffant des liens échangeables et en utilisant la réaction de métathèse. Deux idées simples qui permettront à l'équipe de déposer des brevets, avec un projet de start-up en vue.

Une autre prouesse peut être trouvée dans le domaine de la nanomédecine, racontée par Julien Nicolas, en collaboration avec la Faculté de pharmacie de l'Université Paris-Saclay. Il s'agit d'une véritable rupture scientifique qui partait de la simple idée originale qu'a eue un doctorant d'encapsuler des principes actifs hydrophiles, tels que l'anticancéreux gemcitabine, dans des polymères hydrophobes modifiés pour cibler des tumeurs. L'astuce était de faire une prodrogue en greffant réversiblement une molécule hydrophobe lipidique sur le principe actif pour faciliter son encapsulation. Après de longs mois d'échecs et de persévérance, les chercheurs ont testé le squalène, un lipide naturel très compact qui a conduit à un résultat inattendu où ils n'obtenaient pas une population homogène de principe actif encapsulé. De là l'audace a été poussée en testant le conjugué gemcitabine-squalène seul, sans polymère, et un véritable jackpot est tombé, avec des taux de chargement de principe actif battant les records et une activité anticancéreuse extrêmement



Par quel mécanisme ou par quelle alchimie émerge l'innovation ?
© leedsn – Fotolia.com

élevée *in vivo*. La méthode s'est en outre révélée robuste et polyvalente puisqu'elle a été appliquée à d'autres principes actifs anticancéreux, des antiviraux et des antibiotiques. Cette innovation de rupture a généré de nombreuses publications, des brevets et la création d'une start-up, avec à l'horizon une entrée en clinique.

Une nécessaire collaboration entre l'industrie et le milieu académique

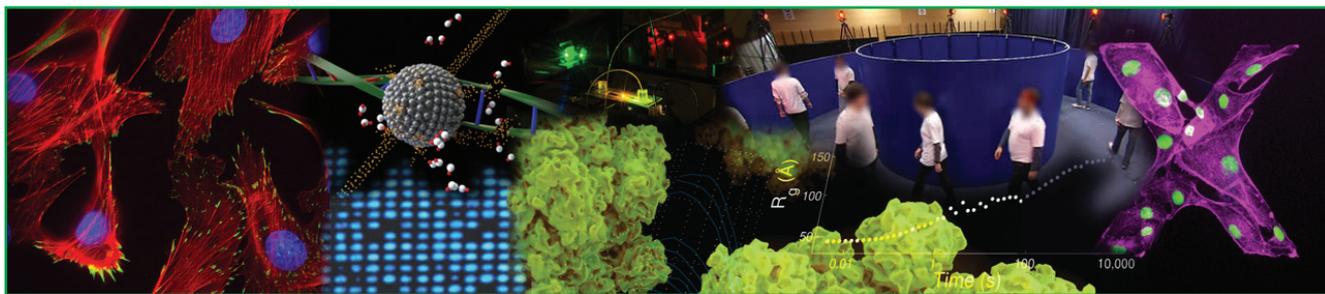
L'industrie fait aussi régulièrement face à des défis scientifiques et techniques, liés à des principes actifs, des matériaux, des formulations, de la chimie analytique, etc. Par exemple, Saint-Gobain a été confronté à de nombreuses problématiques scientifiques pour son procédé de fibrage pour faire de la laine de verre : composition du verre, matériaux, thermique du matelas, etc.

Le domaine des procédés reste cependant le parent pauvre de la recherche, constate Caroline Tardivat, un domaine qui souffre d'un manque de publications de haut niveau, alors qu'il subsiste beaucoup de problématiques industrielles très intéressantes et complexes. « *Je milite pour que des gens du milieu académique viennent passer du temps chez nous dans l'industrie car c'est là qu'on voit quels sont les réels problèmes, les réels verrous technologiques. Ce sera un échange très intéressant pour l'industriel qui accède à des compétences scientifiques et pour le chercheur qui aura accès à la « vraie » réalité. C'est un levier d'inspiration* », insiste-t-elle.

Franchir les frontières entre le milieu académique et l'industrie, dans un sens comme dans l'autre, est donc devenu une évidence chez les chercheurs, qui sont aujourd'hui résolument ouverts au croisement des compétences, et même des disciplines. Une aventure qui pourtant ne va pas de soi...

L'interdisciplinarité : croiser les regards pour innover

L'interdisciplinarité est hautement souhaitable, mais n'est pas évidente : c'est l'idée qui ressort de ce colloque, dès son



L'interdisciplinarité est le pari du croisement de regards de chimistes, biologistes, physiciens, philosophes, sociologues, etc.
© Université Paris-Saclay.

introduction par Dominique Massiot : « *On est souvent thématiques dans nos disciplines, voire nos sous-disciplines, qui peuvent être réductrices. Il faut donc prendre un peu de hauteur et de recul et discuter de tous les outils qui devraient servir cette diversité, cette dynamique d'ensemble.* » Défi que s'efforce de relever chaque jour la Mission pour l'interdisciplinarité du CNRS [2], rappelle Alain Fuchs, en faisant des appels à projets souples, en organisant des séminaires et journées thématiques, en incitant à la mobilité pour faire du brassage thématique et géographique, afin de nourrir le collaboratif en plus du compétitif existant. Idée sur laquelle insiste Caroline Tardivat, pour qui il est important d'avoir une culture scientifique large. « *Il faut cultiver l'esprit de tolérance et le goût du pari !* », conclut Alain Fuchs dans son message d'introduction.

Pour Jean-Pierre Llored, docteur en chimie et en philosophie de la chimie, du Linacre College de l'Université d'Oxford, chaque domaine d'expertise a son domaine de compétences, de pertinences et ses limites, et l'ensemble des domaines d'expertise n'embrasse pas la totalité de ce qui est visé : il n'y a aucune visée totalisatrice. Ce qu'on vise, c'est donc l'émergence d'une forme collective d'intelligence qui respecte les différences entre les approches, mais qui n'est pas naïve non plus : il y a des tensions entre ces approches, sans pour autant être un facteur limitant, ajoute-t-il.

L'interdisciplinarité ne va pas de soi

S'il faut effectivement cultiver l'esprit de tolérance et le goût du pari, c'est que l'interdisciplinarité est un travail de longue haleine, réalité soulevée par Jean-Pierre Llored, qui rappelle l'étymologie du mot interdiscipline : *inter*, entre, dans l'entre-deux ; *disciplina*, action d'apprendre, de s'instruire ensemble.

Le fait de travailler ensemble, notamment avec les sciences humaines – sociologie, histoire des sciences, anthropologie, philosophie, épistémologie, etc. –, est effectivement peu valorisé pour des scientifiques, pour qui seuls les articles scientifiques comptent dans leurs évaluations, constate-t-il. Valérie Gabelica note la difficulté pour ceux qui travaillent sur des sujets interdisciplinaires de s'intégrer au niveau local. L'autre difficulté, ajoute-t-elle, est de rester à la fois à la pointe dans sa discipline de cœur et s'informer au plus haut niveau sur ce qui intéresse d'autres personnes. À ce sujet, Odile Eisenstein regrette que bon nombre de publications de chimie théorique ne soient pas lues par des expérimentateurs, et beaucoup de journaux ignorés par la communauté des chimistes. Avant de mentionner des querelles de clochers qui ont pu entacher le domaine de la chimie théorique, entre des partisans de la méthode *ab initio* et des partisans de la méthode de la fonctionnelle de la densité...

Le milieu de la philosophie de la chimie n'est pas en reste, semble-t-il, avec une communauté internationale jeune et déjà très divisée par des querelles de pensées et d'approches de la philosophie, constate Jean-Pierre Llored, qui évoque un fossé existant entre la philosophie dite continentale et la philosophie dite analytique. Division désastreuse pour la pensée, alors que toutes les approches sont des ressources. Et d'ajouter : « *Il est absurde de couper l'arbre avant même qu'il ait poussé.* »

S'instruire ensemble, apprendre à faire de l'hybride...

C'est donc un travail humain, où des liens de confiance doivent s'établir, rappelle Jean-Pierre Llored. Des exemples de collaborations interdisciplinaires nous sont donnés à travers des récits de rencontres, parfois fortuites, en tout cas nourries par une volonté de sortir de sa discipline pour aller plus loin. Odile Eisenstein nous confie sa principale source de satisfaction : « *Quand je me dis qu'il y a quelque chose que j'ai fait qui n'est pas simplement creuser un sillon dans ma propre discipline.* » Pour Claudine Katan, tout réside aussi dans la curiosité, il faut aller vers l'autre, arriver à trouver un langage commun.

Le récit de Julien Nicolas dans le domaine de la nanomédecine nous a donné un exemple de croisement réussi entre différentes disciplines autour de la chimie et de la biologie, l'Institut Galien Paris-Sud étant pluridisciplinaire dans la composition même de l'équipe. Il en est convaincu : « *Quand on travaille sur des sujets de rupture, aux interfaces, on a des gens d'horizons divers, qui ont des regards différents sur un projet commun, ce qui peut être propice à l'innovation.* »

Un autre exemple de collaboration est raconté par Christian Serre, dans le domaine des hybrides cristallisés organiques-minéraux poreux développés par son équipe, qui s'est rapprochée d'une équipe de pharmaciens travaillant sur de l'encapsulation, l'idée étant d'encapsuler des solides hybrides pour des applications biomédicales. Les deux équipes ont surmonté l'obstacle de la biocompatibilité, ce qui a ouvert de nouvelles perspectives, soutenues par des financements français et européens, avec une intégration des projets dans l'industrie.

Pouvait-on imaginer que la philosophie elle-même pouvait nourrir la recherche et s'en nourrir pour faire émerger de l'innovation ? De premiers travaux interdisciplinaires mobilisant la philosophie et la chimie prouvent que l'innovation à la fois scientifique, technique et conceptuelle est rendue possible par ces collaborations. Jean-Pierre Llored mène par exemple des travaux sur l'analyse du cycle de vie, en vue de transposer à la chimie ce qui est réalisé en biologie. Les philosophes tentent d'apporter des éclairages sur les concepts

utilisés et sur les blocages méthodologiques rencontrés quand on passe d'une discipline à l'autre. Des travaux sont menés sur bien d'autres sujets : principe de précaution, risques chimiques, méthodes analytiques, micro-réseaux d'ADN, épistémologie des méthodes QSAR, ainsi que des travaux d'éthique appliquée : « *Il ne s'agit pas d'appliquer à la chimie des travaux éthiques développés ailleurs et qui peuvent être pertinents ailleurs, mais de voir proprement ce que font les chimistes et essayer de développer une éthique appliquée à ces travaux-là, et qui ait un sens pour ces derniers.* » Pour Jean-Pierre Llored, selon la façon dont nous modélisons les matériaux ou une molécule, les raisonnements que nous faisons peuvent bloquer la démarche scientifique, ce qui suggère que les limites de la science ne sont pas simplement scientifiques et technologiques. Un robot, aussi élaboré soit-il, ne remplacera donc pas l'humain...

L'humain au cœur de l'innovation

Les conférenciers ont tous mis l'accent sur l'importance de l'aspect humain dans la recherche : les projets sont portés par des hommes et des femmes avec du talent et des qualités humaines, autant d'ingrédients au cœur du processus d'émergence de l'innovation.

Des qualités humaines et un environnement favorable

Caroline Tardivat n'hésite pas à dire que tout repose sur le chercheur et ses étudiants, avec leurs qualités individuelles, et la clé de voûte d'un projet réussi est une équipe qui travaille bien ensemble, avec beaucoup de travail, d'engagement et de courage. C'est au manager de savoir mettre chacun en situation pour exprimer ses compétences propres : créativité, persévérance, capacité à mener un projet à terme, etc. Elle met également l'accent sur l'importance de la culture scientifique qui doit être large, ainsi que sur le réseau.

Pour Christian Serre, les débuts de carrières sont particulièrement propices à l'innovation car le jeune chercheur est moins parasité par des évaluations. Renaud Nicolaÿ ajoute qu'il est important que les jeunes soient très libres au départ, avant d'être pris par des contraintes qui éloignent le chercheur de ce qui l'a motivé pour faire ce métier, notamment pour les enseignants-chercheurs.

L'expérience de mobilité de Claudine Katan dans des laboratoires de tailles diverses lui permet de se dire très favorable à une diversité d'environnements : « *Le CNRS est riche en termes de diversité de parcours, il faut absolument préserver cela.* » A été soulevé le problème pour la France des chercheurs de talent qui s'expatrient : « *Il faut détecter les jeunes talents avant qu'ils n'aillent exercer à l'étranger, et pour cela les recruter dès le premier postdoc* », pense Julien Nicolas.

L'importance de la communication

Que ce soit pour obtenir des financements, communiquer au sein d'une équipe, en France et à l'étranger, l'importance de la communication revient régulièrement. Entre brevets et articles, en passant par des conférences dans sa propre communauté scientifique ou en dehors, et parfois des interviews dans la presse grand public, la façon de communiquer peut orienter de manière décisive un cheminement de recherche. Christian Serre soulève la question des contraintes qu'il peut y avoir avec les financements sur projets : « *Il faudrait davantage de souplesse, il faut quand même publier des articles.* »

L'équipe de Claudine Katan avait quant à elle engagé une démarche forte de communication auprès des journalistes pour alerter la communauté française sur l'émergence des pérovskites hybrides dans le monde.

On relève un autre retard de la France, en philosophie de la chimie, « *une science qui cherche à être reconnue et qui comme telle doit se démarquer du modèle de la philosophie des mathématiques et celle de la physique [...] Il y a donc là une recherche de légitimité du milieu institutionnel* », alerte Jean-Pierre Llored, dont une partie du travail consiste à nourrir une communauté autour de la philosophie de la chimie, à travers divers moyens de communication : revue internationale *Foundations of Chemistry* dont il est rédacteur en chef adjoint, livres qu'il coordonne [3], colloques internationaux qu'il organise, etc.

Enfin, le sujet de la communication est présent dans le cadre de collaborations, notamment interdisciplinaires, où Valérie Gabelica note l'importance de la proximité géographique. Son projet de recherche l'a amenée à rencontrer des chimistes théoriciens, des physiciens et des biologistes, « *ce qui s'est fait naturellement grâce aux rencontres entre personnes* », en dépit des barrières de langage qui séparent deux disciplines : « *Quand on essaye de faire l'interface entre des disciplines, il faut du temps pour se comprendre.* » C'est aussi pour être au plus près au quotidien avec des personnes ayant besoin d'appliquer les outils en spectrométrie de masse, qu'elle avait développés pendant une quinzaine d'années en Belgique, qu'elle a décidé de venir en France. Une mobilité qu'encourage vivement Odile Eisenstein, pour qui il est hautement souhaitable que les chercheurs parlent de leurs disciplines dans des congrès d'autres disciplines, en témoigne sa propre expérience où ses étudiants ont intégré le laboratoire suite à ses conférences. Un courage de se déplacer et de parler, dit-elle, car s'il est certes important d'avoir la proximité de chercheurs dans sa propre discipline, il faut aussi se diversifier sous peine de « *mourir scientifiquement quand on est isolé* »...

Les histoires d'innovations sont des histoires singulières, avec leur part de hasard

On a évoqué les outils incitatifs, les environnements propices à l'innovation, mais avant tout, « *les histoires d'innovations sont des histoires singulières* », soutient Jérôme Aust. Dans la même idée, Caroline Tardivat qualifie de « *conjonction astrale* » ce concours de circonstances rare qui mène à certaines innovations, en décrivant des travaux réalisés sur des céramiques poreuses, parce que les qualités individuelles étaient là, qu'il y avait une bonne synergie des compétences, un financement sur la durée, et parce qu'il y a eu les bonnes rencontres...

Aussi les échanges des tables rondes ont notamment porté sur la question d'« *être là au bon moment, au bon endroit, avec les bonnes personnes* », pour parler d'un certain facteur chance régulièrement évoqué, entre autres pour allier des compétences complémentaires.

Les bonnes rencontres, c'est aussi une belle histoire que nous raconte Valérie Gabelica, qui titre d'ailleurs sa conférence : « *La spectrométrie des acides nucléiques, une histoire de rencontres* ». Et pour cause, tout a commencé pendant son doctorat dans un laboratoire de spectrométrie de masse, où un lien amoureux s'était noué avec un étudiant en licence qui se trouvait deux étages au-dessus d'elle, dans un laboratoire qui étudiait la biophysique des acides nucléiques. Ils ont eu l'idée d'étudier les acides nucléiques par spectrométrie

de masse, et leurs directeurs leur ont donné leur chance, ce qui a été le départ d'un thème de recherche novateur qui a suscité immédiatement un intérêt dans la communauté scientifique, leur ouvrant de nombreuses collaborations, avec de nouveaux défis.

La recherche, une histoire de cœur ?

Une autre histoire de cœur, c'est aussi la relation du chercheur avec son sujet de recherche, un sujet qu'il porte profondément. Tout peut effectivement commencer avec un coup de cœur pour un sujet. En témoigne Julien Nicolas, qui a décidé de s'orienter vers la vectorisation en assistant à un séminaire sur le sujet. « Pour certaines idées, il faut avoir la passion de cette idée », renforce Valérie Gabelica. L'idée même de paternité d'un sujet de recherche a été mise en avant comme une caractéristique du milieu académique, et pour mieux transmettre un sujet, autant transmettre aussi sa passion. Il faut que le jeune se sente vraiment possesseur de l'idée, et non dépendant, ajoute Odile Eisenstein. On a même parlé d'énergie et d'influx psychologiques liés à la pratique quotidienne de la recherche, et qui durent dans les laboratoires académiques ; la dépossession peut être un véritable déchirement...

De la chimie, de l'humain : l'émergence d'une chimie en tant que science sociale

Comme nous l'ont fait ressentir les conférenciers, l'humain, avec sa pensée, ses sentiments et ses mains habiles à la paillasse, est particulièrement au cœur de la chimie, elle-même interagissant avec la société, les politiques, les financeurs, les consommateurs, etc. Jean-Pierre Llored va jusqu'à dire que la chimie est une « science sociale », en citant Gaston Bachelard pour montrer à quel point elle est ancrée dans la société et comment il conviendrait de l'étudier davantage : « Quand la leçon de choses se donne comme choses, l'acide sulfurique et le sucre, elle est déjà une leçon de choses sociales. De même l'hydrogène et l'oxygène sont à bien des égards, si l'on ose s'exprimer ainsi, des gaz sociaux, des gaz de haute civilisation ! » [4].

Ces aspects sont pris en compte depuis peu en philosophie de la chimie.

En effet, les produits de la chimie peuvent modifier les performances de notre organisme, nous soigner, ou modifier notre vie quotidienne. S'inspirant des travaux de l'ethnologue Leroi-Gourhan, il soutient qu'il y a anthropisation de l'environnement ; la production industrielle transforme l'environnement : « En cette période d'écologisation de la pensée, les symboles humanisent l'environnement, et en retour les corps chimiques peuvent modifier ce que nous sommes et participer à la définition de ce que nous sommes, ce que l'on nomme l'homínisation. » Dans ce contexte, on comprend d'autant mieux la légitimité de réfléchir et de construire une éthique propre à la chimie. Une réflexion est d'ailleurs menée sur la définition de danger d'un produit, une notion loin d'être anodine quand on sait qu'elle définit le champ d'application de REACH, rappelle Jean-Pierre Llored.

Riche en témoignages authentiques, le colloque nous a permis de comprendre, dans une dimension plus humaine, comment peuvent émerger les innovations en sciences, et en particulier dans une science singulière, ouverte et vivante qu'est la chimie. Cette journée en est ressortie passionnante, nous donnant l'occasion rare de nous sentir plus proches des scientifiques. Encore une frontière qui tombe !

Note et références

- [1] <https://chimie.sciencesconf.org>
- [2] www.cnrs.fr/mi
- [3] Dont *The Philosophy of Chemistry: Practices, Methodologies, and Concepts*, Cambridge Scholars Publishing, 2013. Un autre ouvrage collectif est prévu courant 2017 aux Éditions Hermann : *La chimie, cette inconnue ?*
- [4] Bachelard G., *Le matérialisme rationnel*, PUF, Paris, 1953.



Minh-Thu Dinh-Audouin

est journaliste scientifique à *L'Actualité Chimique**, coordinatrice de la collection de livres « Chimie et... ».

* SCF, 28 rue Saint-Dominique, F-75007 Paris.
Courriel : dinh@lactualitechimique.org

45
Sc
21

Culture
iencesChimie



ENS



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE, DE
L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR ET DE
LA RECHERCHE

Mis à disposition
CAPES et
AGRÉGATION
aux épreuves orales

Site de ressources en Chimie pour les enseignants

Thèmes en lien avec les

PROGRAMMES
D'ENSEIGNEMENT

Contenu validé par des

CHERCHEURS

Articles, Vidéos, Diaporamas

AGENDA, ACTUALITÉS

événements, conférences, parutions
scientifiques...

http://culturesciences.chimie.ens.fr

