

Interaction industrielle et transfert de technologie au CRPP

Didier Roux

La recherche est la source de progrès de l'humanité, progrès technologique certes, mais aussi progrès humain en général, ce qui passe par une meilleure compréhension du monde qui nous entoure. La recherche conduisant à de nouvelles technologies ou de nouveaux produits procède très largement des mêmes mécanismes que la recherche fondamentale et s'appuie très fréquemment sur ses progrès. Non seulement il n'y a pas d'opposition entre recherche industrielle et recherche fondamentale, mais elles se nourrissent très largement l'une de l'autre.

Dès l'origine et sous l'impulsion d'Adolphe Pacault, le Centre de Recherche Paul Pascal (CRPP) a su mêler science fondamentale et recherche finalisée. Sur une période de quarante années, ce laboratoire a souvent précédé les mouvements profonds qui ont accompagné l'évolution des relations entre la recherche publique et la recherche privée. Dans cet article, nous décrivons dans une première partie quelques éléments illustrant cette relation ; puis dans une seconde partie, nous essaierons d'en tirer des généralités concernant cette évolution replacée dans un contexte national et international.

Le CRPP : un laboratoire d'entrepreneurs à l'image d'Adolphe Pacault

Le Centre de Recherche Paul Pascal a très tôt développé des interactions fortes avec le monde industriel, ce qui a donné à la fois des sujets nouveaux, des développements industriels et des créations d'entreprises, sans oublier de nombreux débouchés sous forme d'emplois pour une grande partie des étudiants ayant été formés dans ce laboratoire. Sans décrire en détail les relations nombreuses et fortes qui se sont développées au cours des quarante dernières années, j'aimerais souligner celles que j'ai pu plus particulièrement suivre comme acteur scientifique et/ou comme directeur de ce laboratoire. Ceci permettra d'illustrer les mécanismes reliant les sciences fondamentales et finalisées et l'apport mutuel que l'on peut attendre de cette interaction. Si tous les sujets de recherche développés au CRPP n'ont pas donné lieu à une interaction avec l'industrie, la plupart en ont bénéficié. A. Pacault avait de toute évidence un côté entrepreneur, et cet esprit a certainement contribué à faire du CRPP un lieu d'échange et d'interaction particulièrement ouvert et sous plusieurs aspects pionniers.

Un sujet emblématique démontrant bien l'apport du monde industriel à la science fondamentale a été celui des colloïdes, et en particulier les recherches sur les microémulsions. La découverte des microémulsions s'est faite dans un laboratoire de chimie dans les années 1940 par deux chercheurs américains, T.P. Hoar et J.H. Schulman [1], qui travaillaient sur les émulsions et qui, en cherchant à nettoyer leurs instruments, ont ajouté un alcool long (du pentanol) à une émulsion. Le résultat surprenant a été

l'obtention d'un liquide limpide transparent, non visqueux, contenant autant d'eau que d'huile et sensiblement différent des émulsions dont il partait. Supposant qu'il s'agissait d'émulsions de très petites tailles (ce qui s'est longtemps après avéré faux [2]), ils ont décrit la stabilité de ces phases et quelques principes en régissant la fabrication [1].

Ceci est resté une curiosité de laboratoire pendant plus de trente ans, jusqu'à ce que la crise du pétrole des années 1970 contribue fortement à faire naître un intérêt grandissant pour ces phases. En effet, l'une des propriétés des microémulsions, lorsque ces phases sont en équilibre avec de l'eau ou de l'huile, est d'avoir une tension superficielle extrêmement basse (de plusieurs ordres de grandeurs plus faibles que la tension superficielle entre l'eau et l'huile). Or, lorsque l'on essaie d'extraire le pétrole d'un puits, plus de la moitié de ce pétrole reste piégé à l'intérieur de la roche. Même si on tente de « pousser » ce pétrole restant avec un gaz ou de l'eau, le succès de ces efforts reste très limité à cause de la tension superficielle qui garde les gouttelettes d'huile piégées dans les pores de la roche. Une façon efficace d'extraire ce pétrole est d'envoyer un liquide de basse tension superficielle permettant de débloquent ces gouttelettes.

Les industriels du pétrole ont donc identifié l'intérêt d'utiliser ces microémulsions pour « laver » cette roche et récupérer ainsi une partie de ce pétrole restant [3]. Afin d'optimiser et de contrôler l'utilisation des microémulsions pour la récupération assistée du pétrole, les grands groupes pétroliers ont donc fortement incité les scientifiques universitaires à travailler sur la compréhension de la structure et de la stabilité de ces phases. Les outils incitatifs étaient bien évidemment classiques (contrats industriels, thèses, groupements mixtes, etc.). On a ainsi vu se créer partout dans le monde des équipes de fondamentalistes (physico-chimistes d'origine chimistes au départ, puis physiciens et physico-chimistes travaillant ensemble par la suite).

Assez rapidement et au fur et à mesure de la compréhension fondamentale, les universitaires ont découvert que ces phases étaient extrêmement intéressantes d'un point de vue fondamental, car elles correspondaient à une classe de problèmes illustrant le comportement thermodynamique de films minces soumis aux fluctuations thermiques et pouvant prendre différentes formes topologiques en fonction de la compétition entre l'énergie de courbure de ces films et l'entropie. Ceci est allé jusqu'à des liens avec la théorie des cordes. Pierre-Gilles de Gennes, dans sa lecture de prix Nobel, avait d'ailleurs noté cette connexion [4]. Ceci a donné lieu à un foisonnement de travaux très fondamentaux, qui se sont développés en s'éloignant fortement des applications qui avaient motivé l'intérêt initial.

Du point de vue des applications, il faut noter qu'assez vite (dès le début des années 80), la crise pétrolière ayant passé et le prix du pétrole ayant retrouvé un niveau trop bas pour rendre l'utilisation de microémulsions intéressantes, les compagnies pétrolières ont abandonné leurs études (et les

financements incitatifs qui allaient avec...), alors que le côté fondamental lui se développait indépendamment et prenait de l'ampleur. D'autres applications industrielles que celles initialement visées ont cependant été développées [5]. La leçon à tirer me semble assez claire : voilà un sujet qui, de façon évidente, avait un fort intérêt fondamental mais qui ne s'est révélé que sous l'impulsion des industriels. Des exemples de ce type sont nombreux, au CRPP comme ailleurs. L'un des principaux intérêts de l'interaction avec le monde industriel est la richesse sous-jacente de problématiques fondamentales liées à des applications.

Suite à ces travaux sur les microémulsions, l'activité sur les colloïdes du CRPP a donné lieu à de nombreux travaux en liaison avec le monde industriel et plusieurs « jeunes pousses » ont été créées (Capsulis, Rheocontrol, Ademtech...) qui toutes ont trouvé leur origine dans les travaux menés au CRPP. L'esprit d'entrepreneur d'A. Pacault a été ainsi récemment développé sous une forme nouvelle correspondant aussi à une évolution profonde du monde de la recherche qui a su dans les vingt dernières années opérer un rapprochement fort avec les applications, s'en nourrir et amener des solutions sur le marché.

L'exemple des sociétés Capsulis et Rheocontrol est intéressant de ce point de vue. En effet, après les travaux sur les microémulsions au CRPP, il s'est développé une activité intense en rhéophysique dont l'objectif était d'étudier l'effet de l'écoulement sur la structure des phases de tensioactifs en solution. Ces études associaient deux domaines du laboratoire, tous deux issus des intérêts scientifiques d'A. Pacault : les colloïdes et les structures hors d'équilibre. Au cours de ces études, nous avons découvert que sous écoulement, une phase lamellaire de tensioactifs se transformait spontanément en phase de vésicules multi-lamellaires qui pouvaient être, dans une seconde étape, dispersées dans l'eau. Indépendamment des aspects fondamentaux intéressants de cette découverte, un nouveau procédé de préparation de microcapsules avait été inventé. Ceci a donné lieu à la société Capsulis qui a permis la commercialisation de produits incorporant ce type de microcapsules (voir encadré). De plus pour ces études, comme souvent en sciences, de nouveaux appareils d'observation avaient dû être mis au point. Ceci a donné

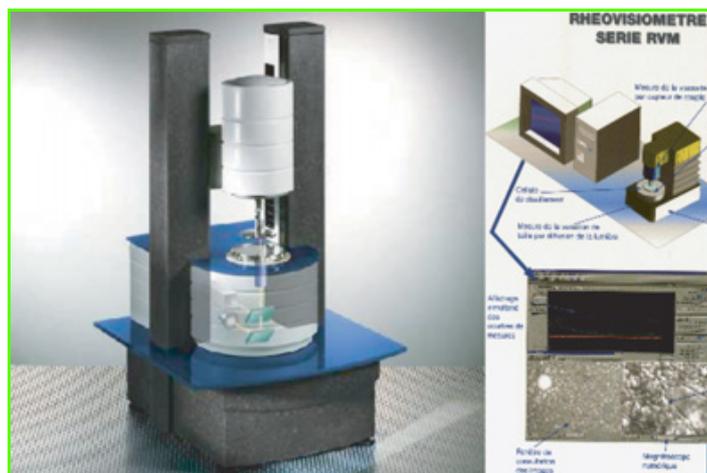
Encadré

Des produits issus du procédé de fabrication des microcapsules inventé au CRPP

Une gamme de produits vétérinaires pour traiter les chiens et chats, commercialisés par les sociétés Capsulis et Virbac, permet d'améliorer l'efficacité des produits actifs en les encapsulant dans des microcapsules multi-lamellaires.



À gauche : les produits à appliquer par pulvérisation ; à droite : photo par microscopie électronique des microcapsules sur les poils d'un chien.



Le rhéovisomètre de Haacke.

Issu des recherches menées au CRPP, il permet de mesurer le comportement rhéologique des fluides tout en visualisant leur texture par microscopie optique.

lieu par la suite à la création de la société Rheocontrol qui a ensuite développé pour la société Haacke un appareil dénommé le rhéovisomètre (voir figure).

Quels bilans et défis des interactions recherche fondamentale/recherche finalisée ?

L'ouverture vers l'extérieur a toujours été une marque de fabrique du CRPP. Apprendre à mieux travailler avec de grands groupes privés, collaborer efficacement avec des entreprises de plus petite taille, que ce soient de jeunes pousses de haute technologie mais aussi des PMI-PME, sont les outils indispensables de cette ouverture.

La situation actuelle française, bien qu'ayant fait récemment de très grand progrès, n'est pas satisfaisante. Un des outils les plus efficaces est l'embauche par l'industrie de docteurs formés dans des laboratoires de recherche. La formation par la recherche est indispensable pour aborder efficacement les problématiques de la recherche industrielle, que ce soit parce qu'elle offre, à un moment donné, la connaissance au plus haut niveau de l'état de l'art dans un domaine précis, mais aussi parce qu'elle apprend à gérer de façon autonome un projet ambitieux dans un environnement très souvent international. Jeune entrant dans un grand groupe, le chercheur mettra du temps à retrouver autant de responsabilités, mais il se souviendra très utilement de son apprentissage de jeune professionnel durant sa thèse. Le CRPP a largement contribué à cette relation : plus de la moitié des étudiants ayant effectué une thèse travaillent maintenant dans des entreprises industrielles. Il y a même des exemples de passage, trop rares, de chercheurs de la recherche publique vers le monde industriel. Pourtant, je peux témoigner sans état d'âme de l'enrichissement mutuel de ces deux cultures qui ont leurs propres règles mais partagent de nombreux points communs, parmi lesquels la démarche scientifique est certainement le plus important.

Plus généralement, concernant les relations entre l'industrie et la recherche publique, bien des choses peuvent être améliorées. Il faut d'abord arrêter de faire un procès d'intention aux uns et aux autres et remettre les responsabilités à leur place. Si c'est à l'État de financer la recherche publique et de veiller à son indépendance, en

particulier en laissant une très grande liberté sur le choix des sujets et des thématiques qui doivent être abordés, l'objectif principal que doit poursuivre l'État est l'excellence qui doit primer sur une vision, souvent faussée par le court terme, de la pertinence des sujets. C'est aux entreprises de décider des secteurs dans lesquels elles doivent investir pour se préparer aux évolutions des marchés. Si une recherche à court terme est indispensable pour conserver la compétitivité des produits sur les marchés existants, il ne fait aucun doute que les entreprises ont elles aussi une obligation de préparer l'avenir (en particulier sur les marchés émergents), et ceci ne peut se faire qu'en développant une vision long terme. Pour autant, une interface où les échanges et les interactions nombreuses doivent permettre d'avoir des répercussions jusqu'au cœur des dispositifs publics et privés est nécessaire. Parmi les sujets délicats, il y a celui de la protection industrielle. Après de nombreuses années pendant lesquelles il semblait normal que la propriété industrielle des travaux effectués en commun avec les laboratoires publics revienne aux industriels, il est apparu une volonté forte de l'État de demander que les organismes publics partagent une part de cette propriété. Si cette demande est légitime, il ne faut pas que, sous couvert de protection des investissements publics, on ne retrouve le balancier trop loin dans l'autre direction. Ce sujet délicat doit être cependant traité de façon pragmatique et non dogmatique. De ce point de vue, il y a encore un long chemin à suivre (des deux côtés).

Le monde industriel doit avoir conscience que l'investissement de l'État dans la science est un bien public et qu'il ne procède pas de la même logique que le bien privé. Pour le bien public, la recherche de l'excellence doit se faire dans un environnement d'une très grande liberté et les choix des sujets de recherche doivent rester en grande partie dictés par les acteurs eux-mêmes. Quant aux industriels, ils doivent être capables d'orienter leurs efforts vers des thématiques correspondant non seulement aux enjeux de courts termes auxquels ils sont confrontés, mais aussi de construire une vision long terme des besoins des marchés. Pour ce faire, il ne fait aucun doute qu'ils doivent trouver dans une recherche publique de qualité, à la fois la formation de leurs cadres mais aussi des acteurs préparés aux défis qu'ils ont à relever.

Le CRPP : un centre d'excellence scientifique au cœur d'innovations industrielles

Il faut donc admettre que loin de se voir comme des métiers différents, la recherche fondamentale et la recherche

finalisée s'appuient largement l'une sur l'autre, et le fait d'avoir la possibilité d'aborder ces deux facettes permet de renforcer l'une et l'autre. C'est une véritable richesse d'avoir les deux au sein d'un même laboratoire et encore plus pour un chercheur, au cours de sa carrière, de pouvoir s'intéresser avec la même exigence et la même curiosité à ces domaines connexes. De ce point de vue, la physico-chimie, domaine de prédilection d'A. Pacault, est emblématique. Science d'interface et science de l'interface, vue par certains comme un sous-produit de la chimie et par d'autres comme de la physique s'intéressant à des domaines peu académiques, c'est une science qui a su amener de grands scientifiques à des problématiques nouvelles qui quelquefois par leurs complexités rebutaient les scientifiques plus académiques [6]. C'est très souvent par l'intérêt des applications potentielles que ces domaines ont pu se développer et acquérir leurs lettres de noblesses. Ceci a fréquemment aussi permis aux domaines les plus fondamentaux de faire d'importants progrès.

Notes et références

- [1] Hoar T.P., Schulman J.H., *Nature*, **1943**, 152, p. 102.
- [2] Friberg S.E., Bothorel P. (eds), *Microemulsions: Structure and Dynamics*, CRC Press, Boca Raton, **1987**.
- [3] Mittal K.L., *Handbook of Microemulsion Science and Technology*, Promod Kumar Ed., CRC Press, **1999**.
- [4] "One of the great successes in this field has been the invention of the "sponge phase" of microemulsions. But, more generally, it is amusing to learn from these people that there is some overlap in thought between the highbrow string theories and the descriptions of soaps!", Pierre-Gilles de Gennes, http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1991/gennes-lecture.pdf
- [5] Bidyut K.P., Moulik S.P., Uses and applications of microemulsions, *Current Science*, **2001**, 80(8).
- [6] Pierre-Gilles de Gennes en a été longtemps l'exemple le plus évident, mais il ne faut pas oublier les pionniers des cristaux liquides (J. Friedel) ou des polymères (P. Flory) et de bien d'autres matériaux.



Didier Roux

est directeur de la R & D et de l'Innovation de Saint-Gobain* et membre de l'Académie des sciences.

* Saint-Gobain, Les Miroirs, 18 avenue d'Alsace, 92096 La Défense Cedex.
Courriel : didier.roux@saint-gobain.com



Le CNRS fête ses 70 ans !

Créé le 19 octobre 1939 à l'initiative du physicien et prix Nobel Jean Perrin, le Centre national de la recherche scientifique est devenu au fil d'une histoire riche et mêlant grands projets, découvertes et aventures humaines, un acteur incontournable de la recherche internationale.

Pour célébrer cet anniversaire, le CNRS vous propose :

- la parution de l'ouvrage *Histoire du CNRS de 1939 à nos jours - Une ambition nationale pour la science* de Denis Guthleben et d'un numéro spécial de *La revue pour l'histoire du CNRS* ;
- un séminaire (organisé par le Comité pour l'histoire du CNRS) : « L'aventure européenne du CNRS » avec une conférence par mois jusqu'en mai 2010 à Paris ;
- une exposition itinérante de photos anciennes inédites : « Quoi de neuf dans le passé ? » ;
- et sur tout le territoire, des événements à ne pas manquer !

Retrouvez le programme et plus encore sur le site consacré à l'événement :

www.cnrs.fr/70ans

