

1. Le génie chimique en France : la difficile genèse d'une science appliquée

Les disciplines d'ingénierie présentent un intérêt particulier pour la sociologie des sciences comme pour l'étude des processus d'innovation.

Au sein de la sociologie ou de l'économie des sciences, les débats sur la finalisation (Schäffer, 1983), le "mode 2" (Gibbons et alii, 1994) ou la "triple hélice" (Hertkowitz et Leydesdorff, 1997) ont réactivé dans le champ de l'étude sociale des sciences la question du rapport de celles-ci à la demande sociale, question peu traitée depuis les travaux anciens de Ben-David (1991). Ainsi, dans leur essai très remarqué, Gibbons et alii défendent l'hypothèse qu'émerge depuis quelques années un nouveau mode de production du savoir, centré sur les problèmes à résoudre tels qu'ils sont définis par l'industrie ou les pouvoirs publics, en rupture avec l'organisation académique des disciplines. La science pourrait se diriger alors vers une sorte de différenciation des disciplines rompant avec le mouvement de segmentation étudié naguère par Ben-David ou même par Mullins (1972), qui montre comment ce qui est au départ un simple réseau de chercheurs peut parvenir au statut de spécialité ou de discipline.

De leur côté, les recherches sur l'innovation (Mansfield, 1995, Steinmueller, 1995 ; Cohen, Florida & Goe, 1994) montrent que l'industrie fait de plus en plus appel à la recherche universitaire ou publique, en association avec ses propres structures de recherche et développement pour résoudre des problèmes qui nécessitent de mobiliser des réseaux scientifiques internationaux. Ces résultats peuvent renforcer les thèses du type "mode 2", mais l'observation des collaborations entre l'industrie et les organisations scientifiques montre que celles-ci n'impliquent pas nécessairement la disparition des disciplines, les organisations scientifiques impliquées dans ces collaborations relevant de spécialités institutionnalisées à des degrés divers.

Ces collaborations ne sont pas distribuées de façon homogène sur l'ensemble des spécialités et disciplines mais se concentrent au contraire sur certaines d'entre elles. C'est le cas des biotechnologies (souvent désignées aussi sous le terme de génie génétique) citées par Gibbons et alii comme exemple principal du mode 2. C'est le cas aussi du génie électrique : ce n'est pas un hasard si les départements d'electrical engeneering de Stanford et du MIT sont respectivement à l'origine de deux des plus importantes concentrations d'industrie de haute technologie, Silicon Valley et Route 128. La chimie est depuis longtemps une discipline de contact entre les entreprises et les organisations scientifiques : il suffit de rappeler les noms de Chaptal, Kuhlmann, Pasteur, Liebig, etc.

Pour la France, cette concentration peut s'évaluer en comparant les liens qu'ont avec l'industrie les équipes des différents départements scientifiques du Centre national de la recherche scientifique, le principal organisme de recherche, qui

regroupe environ 12000 chercheurs à temps plein (et autant de personnel de soutien) et concerne l'essentiel de la recherche universitaire par le biais des unités associées. Parmi les sept départements scientifiques, celui des sciences pour l'ingénieur, qui rassemble approximativement 10% des chercheurs ou enseignants-chercheurs représente un tiers des contrats entre le CNRS et l'industrie, 40% des bourses CIFRE (thèses co-financées par des entreprises) et plus de la moitié des créations d'entreprises par des chercheurs. Un autre domaine, la chimie (près de 20% des chercheurs CNRS, mais un poids moindre dans les autres organismes), émerge aussi avec plus d'un tiers des contrats CNRS - industrie, mais seulement 14% des bourses CIFRE et très peu de créations d'entreprises. Enfin, les sciences de la vie (biologie, pharmacologie, biotechnologies, etc.) dépasse les 10% pour les deux premiers indicateurs, atteignant même environ 20% pour le troisième. Autrement dit, trois départements sur sept, rassemblant environ 40% des ressources de l'organisme cumulent 82% des contrats avec les entreprises, 67% des bourses CIFRE et près de 90% des créations d'entreprises par les chercheurs. Chimie mise à part, ces diverses spécialités recouvrent des disciplines enseignées aux Etats-Unis dans les départements d'engineering et regroupées en France dans le département "science de l'ingénieur" du CNRS. C'est pourquoi nous utilisons le terme d'ingénierie afin de désigner des spécialités ou discipline entretenant des liens régulier avec l'industrie en dehors de la chimie.

Il ne s'agit pas ici de thématiques éphémères mais de spécialités et disciplines reconnues et institutionnalisées sous la forme de sections du CNRS ou du Conseil national des universités, enseignées dans des départements universitaires ou des écoles d'ingénieurs, dotées d'associations savantes et d'espaces de publication et de légitimation spécifiques. Autrement dit, contrairement à ce qu'affirment Gibbons et alii, les échanges entre les organisations scientifiques et l'industrie ne sont pas contradictoires avec une organisation de la science en disciplines. Dans la plupart des cas, ce qui constituait au départ des thématiques de recherche souvent à frontière de plusieurs disciplines instituées, a donné lieu à des constructions institutionnelles délimitant des espaces spécifiques au sein même du système académique. Ces constructions ne sont pas faites sans conflits de diverses natures avec les disciplines existantes et entre les différents projets d'institutionnalisation. C'est ainsi que la reconnaissance de l'informatique comme discipline s'est longtemps heurtée à la résistance des mathématiciens et a mis en jeu des définitions concurrentes (Mounier-Kuhn, 1987).

En même temps qu'elles conquièrent une légitimité académique, ces disciplines s'inscrivent aussi dans l'espace géographique sous la forme de départements de certaines universités, de centres de recherche, d'écoles d'ingénieurs, contribuant

ainsi à redessiner ce que l'on peut appeler la carte scientifique. Cette carte est importante parce que les liens entre les organisations scientifiques et l'industrie sont sensibles à des effets de proximité géographique et qu'une part importante de ces liens se construit dans un cadre local (Jaffé, 1989 ; Grossetti, 1995). La présence dans une université ou plus largement dans un "système scientifique local" (associant universités, écoles d'ingénieurs, centres de recherches non universitaires) de départements d'ingénierie constitue un potentiel spécifique dont peuvent éventuellement tirer partie les entreprises locales.

Les cartes scientifiques se modifient sans cesse mais pas de façon continue et uniforme. Elles se redessinent fortement dans certaines phases de rupture et restent stables durant de longues périodes. Les organisations scientifiques présentent en effet des temporalités spécifiques (temps de mise en place d'un nouvel enseignement, enchaînement des thématiques de recherche) et des effets d'irréversibilité relative (prime cumulative aux premiers arrivants), qui donnent aux périodes d'émergence d'une nouvelle spécialité ou discipline un poids important dans la structuration aussi bien scientifique que spatiale du champ qui leur est associé. En France, l'importation après-guerre de disciplines ou spécialités développées dans le monde anglophone a constitué l'un de ces moments de rupture. Dans le cas de l'informatique, on peut montrer que la carte des potentiels scientifiques actuels en ce domaine a l'essentiel de ses racines dans cette période (Grossetti et Mounier-Kuhn, 1995). C'est le cas aussi pour l'automatique (Grossetti, 1993).

Nous voudrions montrer qu'il en va de même dans un autre domaine des sciences de l'ingénieur, qui est actuellement appelé "génie des procédés", et dont le noyau central est constitué d'une spécialité qui s'est construite en France entre 1945 et 1955, le "génie chimique". Les deux principaux pôles français actuels, Nancy et Toulouse, se sont en effet constitués à ce moment là. Mais l'intérêt de l'exemple du génie chimique n'est pas seulement de contribuer à la validation d'un schéma de construction historique de la carte scientifique française dont les grandes lignes commencent à se stabiliser (Grossetti et alii, 1996). Il réside aussi dans la cristallisation sur un enjeu de désignation — et en l'occurrence sur un conflit de traduction de terminologie de l'anglais au français — d'une compétition mettant au prises des acteurs scientifiques inscrits dans des réseaux très différents, l'un national et proche du pouvoir politique, l'autre international. Enfin, comme toujours, la construction de la nouvelle spécialité s'effectue contre un existant — ici la chimie industrielle ou chimie appliquée — ce qui nous permet de cerner les logiques d'affrontement de l'ancien et du nouveau et les capacités de changement du système scientifique français.

1. Du "retard français en génie des procédés" au monopole de Nancy et Toulouse en génie chimique

Le 11 juillet 1990, le ministre de la recherche, Hubert Curien confie à Gilbert Gaillard, industriel et Président du Groupe français de génie des procédés la réalisation d'une enquête sur l'enseignement supérieur et la recherche en génie des procédés. Cette spécialité, qui se présente comme l'"ensemble des connaissances nécessaires à la conception, à la mise en oeuvre et à l'optimisation des procédés halshs-00476382, version 1 - 26 Apr 2010 de transformation physico-chimique ou biologique de la matière" (rapport Gaillard, Juin 1991, p.2), "accuse en France un important retard, tant sur le plan de l'enseignement que sur celui de la recherche, retard d'autant plus préoccupant que les pays les plus compétitifs sont précisément ceux où le Génie des Procédés connaît le plus grand développement" (p.3). Ce constat de faiblesse et la rhétorique qui l'accompagne s'inscrivent dans la longue tradition des "cris d'alarme" dénonçant le "retard français" dans de multiples domaines et débouchant presque invariablement sur un plan destiné à combler ce retard[1].

Le bilan établi à cette occasion fait apparaître une carte très particulière. Deux pôles universitaires de province, Nancy et Toulouse concentrent selon les auteurs 50% des chercheurs et enseignants, 36% des flux de troisième cycle et 47% des flux d'ingénieurs. Ils devancent de très loin Grenoble (13% des chercheurs et enseignants, mais 19% des flux d'ingénieurs à égalité avec Toulouse), Compiègne (8% des chercheurs et enseignants) et Lyon (6%), le reste se dispersant entre les régions méditerranéennes et Paris qui, avec seulement 11% des chercheurs et enseignants, 12% des flux d'ingénieurs et 19% des troisième cycle se trouve dans une position bien inhabituelle. Même si la concentration de la recherche publique à Paris est beaucoup moins nette dans les domaines les plus proches de l'industrie (pour le CNRS les département sciences de la chimie et sciences pour l'ingénieur en particulier) que dans les autres, très rares sont les spécialités où Paris n'apparaisse pas comme le pôle français le plus important (Grossetti, 1995).

Cette carte s'explique en partie par la définition retenue par les auteurs du rapport pour le génie des procédés, définition qui fait la part belle au génie chimique mais tend à exclure des secteurs comme celui des matériels de combustion ou certains aspects de la plasturgie. Si l'on tient compte du fait que Grenoble est surtout présent par son Ecole de Papèterie, la carte du génie des procédés cache une carte encore plus contrastée qui est celle du génie chimique, domaine dans lequel le duo Nancy - Toulouse apparaît en situation assez hégémonique avec deux institutions importantes : l'Ecole nationale supérieure des industries chimiques de Nancy (ENSIC) et l'Ecole nationale supérieure d'ingénieurs du génie chimique de Toulouse (ENSIGC).

La première de ces écoles est le plus ancien institut de chimie fondé dans une faculté des sciences en France (en 1889), dont les responsables choisissent à partir de 1950 de réorienter résolument les enseignements et la recherche vers le génie chimique, en invitant un spécialiste américain reconnu de la spécialité, Edgar L. Piret. La seconde est fondée en 1949 pour délivrer un diplôme reconnu par le Ministère un an plus tôt.

On ne peut donc comprendre la situation actuelle sans remonter au moment où le génie chimique s'est constitué en France en tant que discipline à la fois au niveau de la recherche, de la formation des ingénieurs et de l'enseignement universitaire, c'est-à-dire dans l'immédiat après-guerre. Nous verrons alors comment des universitaires impliqués dans ce qu'on appelait alors la chimie industrielle sont parvenus à définir et faire reconnaître le génie chimique, et par la même occasion à se faire reconnaître dans cette nouvelle spécialité en s'appuyant sur leurs acquis, sur leurs réseaux, nationaux ou internationaux et sur l'existence dans les universités anglophones d'une spécialité nommée *chemical engineering*.

La période 1945 - 1955 constitue un moment de structuration à partir duquel les positions se stabiliseront jusqu'à la période actuelle. Mais pour comprendre les ressources dont disposaient nos acteurs nancéens et toulousains dans ce moment critique, nous devons revenir en arrière et saisir leur position dans le milieu de la chimie industrielle qui avait lui aussi ses sociétés savantes, ses écoles spécialisées, ses revues. L'association dans les deux cas d'un institut de chimie et d'un laboratoire d'électrochimie, l'implication des nancéens et toulousains dans les cercles de la chimie industrielle, où les universitaires étaient relativement rares constituent des similarités générales qui [halshs-00476382](#), version 1 - 26 Apr 2010 nous aideront à comprendre le relatif parallélisme d'après-guerre tout en laissant la place à des spécificités importantes (formes institutionnelles différentes, réseaux internationaux différents).

Mais auparavant, afin de mieux comprendre ce qui s'est passé en France durant cette période, il est nécessaire de présenter la construction du *chemical engineering* aux Etats-Unis et en Europe ainsi que ses rapports avec la chimie industrielle.