



HAL
open science

L'académisation des savoirs techniques. La lente progression des sciences d'ingénieurs dans les universités et la recherche académique.

Michel Grossetti

► To cite this version:

Michel Grossetti. L'académisation des savoirs techniques. La lente progression des sciences d'ingénieurs dans les universités et la recherche académique.. Sciences, innovation technologiques et sociétés., Jul 2004, Tours, France. halshs-00476803

HAL Id: halshs-00476803

<https://shs.hal.science/halshs-00476803>

Submitted on 27 Apr 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Michel Grossetti
Centre d'étude des rationalités et des savoirs (Cers)
CNRS et Université de Toulouse-le-Mirail
5, Allées A. Machado
31058 Toulouse Cedex
Tel : 33 (0)5 61 50 36 69
Fax : 33 (0)5 61 50 38 70
Email : Michel.Grossetti@univ-tlse2.fr

Communication pour le Groupe de Travail « Sciences, innovation technologiques et sociétés », AISLF, Congrès de Tours, Juillet 2004

L'académisation des savoirs techniques. La lente progression des sciences d'ingénieurs dans les universités et la recherche académique.

résumé

Les relations entre la science et l'industrie ont fait l'objet d'innombrables analyses depuis qu'existent des recherches sociales sur les sciences : impact des besoins industriels sur les sujets de recherche ; « finalisation » de la science ; science « entrepreneuriale » ; etc. Je voudrais revenir dans cette communication sur l'essor de secteurs orientés vers la résolution de problèmes techniques au sein de la recherche « académique », c'est-à-dire des institutions de recherche extérieures aux entreprises (universités, centres de recherche gouvernementaux). La création en France entre 1883 et 1914 d'instituts techniques dans les universités et le développement pratiquement simultané aux États-Unis d'universités technologiques sont une des étapes de l'institutionnalisation d'une recherche « pour ingénieurs ». Le succès du Massachusetts Institute of Technology et la création puis le développement d'un département des « sciences pour l'ingénieur » au CNRS sont d'autres étapes. En m'appuyant sur diverses recherches, je voudrais argumenter l'idée selon laquelle on ne peut pas penser l'évolution des modes de production de la connaissance sans réfléchir à la place de cette part « industrielle » de la recherche académique. En particulier, la pression en faveur de recherches « appliquées » ou « finalisées » ne vient pas tant des industriels ou des politiques que des scientifiques engagés dans ce type de recherche. Relativement marginaux dans le monde académique au XIXe siècle, ces scientifiques ont peu à peu conquis des places dans le système institutionnel, notamment en faisant reconnaître des disciplines nouvelles, dédiées aux applications industrielles (toutes les variantes du génie, l'automatique, l'informatique, les biotechnologies, etc.).

Les rapports entre la science et l'industrie constituent un sujet inépuisable et toujours renouvelé de débat politique et d'analyse en sciences sociales, les deux aspects — normatif et analytique — se mêlant d'ailleurs allègrement. Un des aspects de ces débats concerne l'analyse historique des conceptions de la recherche scientifique, conceptions objectivables dans différents discours et pratiques. On pourrait varier les typologies, mais on peut dire qu'un premier type de discours met en scène au moins deux idéaux-types opposés : science « non finalisée » contre science « finalisée » (Shäfer, 1983), science « pure » contre science « entrepreneuriale » (Etzkowitz, 2002), science « appliquée » contre science « fondamentale » ; etc. On trouve aussi de nombreux discours qui vont à l'encontre de ces dichotomies toujours plus ou moins arbitraires et affirment qu'il n'y a que de la bonne et de la mauvaise recherche.

Les deux types de discours sont critiquables. Le premier type naturalise une différence entre les spécialités scientifiques qui est évidemment fluctuante. Le second type ignore des éléments de différenciation pourtant relativement faciles à objectiver. Par exemple, si l'on recense les contrats passés entre le CNRS et les entreprises, on se rend compte que les trois quarts d'entre eux concernent trois départements scientifiques (les sciences pour l'ingénieur, les sciences et technologies de l'information et de la communication et les sciences de la chimie) qui ne représentent qu'un quart des effectifs de l'organisme (Grossetti et Milard, 2003).

Je voudrais dans ce papier argumenter quatre idées.

1. Il existe bien deux grands types de projets définissant la place des institutions scientifiques académiques dans la société. Il s'agit de projets, c'est-à-dire d'ensembles constitués d'orientations idéologiques, d'idées, de discours et aussi de dispositifs juridiques ou matériels, de pratiques et d'habitudes. Dans le premier type de projet, les institutions académiques sont impliquées dans le progrès de l'industrie, travaillent en relation directe avec les industriels et participent aux efforts de développement local. Dans le second type de projet ces institutions sont détachées des pressions exercées par les éléments externes et sont centrées sur « la science pour la science ».

2. Ces deux types de projets existent depuis longtemps, même si chacun d'entre eux a connu des transformations (surtout le premier d'ailleurs). Ces types de projets ne se sont pas succédés dans le temps : il n'y a pas un mode 1 puis un mode 2 pour reprendre la terminologie de Gibbons et alii, ni de marche inéluctable vers une science entrepreneuriale comme l' imagine Etzkowitz. Chacun d'entre eux a connu des transformations. Parfois ont émergé des formes hybrides comme la constitution de spécialités académiques orientées vers la résolution de problèmes industriels (les « engineering sciences » des Américains et les « sciences pour l'ingénieur » des Français).

3. Ces projets émanent des scientifiques eux-mêmes. Le premier type de projet en particulier n'est en rien l'expression d'une demande initiale des industriels. Ses différentes variantes ont été conçues et mises en œuvre par des universitaires.

4. Une des formes de compromis entre les deux projets est la constitution de spécialités académiques « pour ingénieurs », les « engineering sciences » américaines et les « Sciences Pour l'Ingénieur » françaises.

Pour argumenter ces idées, je m'appuierai sur deux types d'exemples. Le premier est constitué par deux universités américaines incarnant assez bien les deux projets, le Massachusetts Institute of Technology (MIT) et l'université John Hopkins. Le second est le cas de la France, saisi à travers différents moments de l'évolution de ses institutions scientifiques.

1. Les États-Unis

Aux États-Unis n'existait au milieu du XIX^e siècle que quelques universités classiques conçues sur le modèle d'Oxford (Yale, Harvard, etc.). Dans la seconde moitié du siècle se sont mis en place trois autres types d'institutions : des universités orientées vers l'enseignement technique agricole effectuant une recherche très appliquée (les « Land Grant Universities ») ; les universités polytechniques, faisant de même dans les domaines industriels et les universités orientées vers la recherche scientifique « pure ». On peut trouver deux exemples de mise en œuvre des deux types de projets évoqués plus haut avec deux universités exemplaires des deux derniers types, le MIT pour les universités de type polytechnique, et l'université Johns Hopkins pour les universités orientées vers la recherche « pure ».

1.1. Le projet d'une science pour l'industrie : le MIT¹

Selon Henry Etzkowitz (2002), le MIT est le modèle d'un nouveau type d'université, qu'il appelle « université entrepreneuriale », dans lequel la recherche doit déboucher sur une forme de commercialisation des connaissances. Selon lui, le MIT a vu naître un certain nombre d'innovations institutionnelles qui caractérisent ce nouveau type d'université : consultation, capital risque, création d'entreprises à partir des résultats de recherche.

William Barton Rogers (1804-1882), professeur de géologie à l'université de Virginie, fonde le MIT en 1861. Il en est le président de 1862 à 1870. Son projet est très nettement orienté vers les collaborations entre universitaires et industriels : « Il n'y a pas de secteur de l'industrie pratique, que ce soit dans la construction, les usines ou l'agriculture, qui ne puisse être mieux pratiqué, et même amélioré dans ses procédés, par la connaissance de ses connections avec les lois et vérités de la physique et dont nous pourrions ajouter qu'il n'y a pas de catégorie d'opérateurs à qui l'enseignement de la science ne puisse être d'une utilité directe et substantielle et d'un bienfait matériel. » (William Barton Rogers, 1846, « A plan for a polytechnic school in Boston », repris en 1954 dans S. Prescott, *When MIT was Boston Tech*. Cambridge : MIT Press).

25 ans après sa fondation, en 1886, le MIT voyait s'installer à côté de ses locaux une société fondée par l'un de ses anciens étudiants, Arthur D. Little (1863-1935). La société Arthur D. Little (ADL) recrutait des consultants parmi les enseignants de l'institut : « Certains d'entre eux recevaient des avances annuelles de la part d'ADL, simplement pour ne pas travailler pour d'autres firmes. Souvent, en échange, ils recommandaient à leurs étudiants les plus doués de chercher du travail chez ADL. » (Etzkowitz, p.3). Ce dispositif fut par la suite renforcé par la création d'un fond de capital risque, à l'initiative d'un des présidents du MIT, Karl Compton, puis les entreprises créées à partir des résultats de la recherche furent incitées à s'installer sur un site situé entre le MIT et Harvard : « Ces exemples inspirèrent la vision du

¹ Je m'appuie dans cette partie pour l'essentiel sur l'ouvrage d'Henry Etzkowitz (2002).

trésorier du MIT, Horace Ford, d'une « route de la recherche » de firmes technologiques issues des recherches de l'Institut et devant s'établir entre le MIT et Harvard sur le Cambridge Memorial Drive. En fait, alors que quelques firmes technologiques comme Edwin Land's Polaroid Corporation s'étaient établies sur le Drive, la notion de route en tant que fil pour un collier de firmes technologiques fut réalisée sur une échelle plus vaste après la seconde guerre mondiale sur la route 128. Néanmoins, la vision de Ford du MIT comme source d'un complexe technologique commença à être traduite en développement économique régional au milieu des années trente, durant la présidence de Karl Compton. (Etzkowitz, p.3-4).

L'idée que la recherche effectuée au MIT devait nourrir le développement industriel fit débat au cours des années 1910, alors que s'affirmait ailleurs le modèle des universités de recherche « pure » comme Johns Hopkins. Ce conflit s'est cristallisé autour de la chimie et de ses applications. Le laboratoire de chimie physique créé par Alfred Noyes en 1903, très orienté vers une recherche « pure », était un des fleurons du MIT. En 1908 était fondé un laboratoire de chimie appliquée par William Walker, un enseignant très impliqué dans les affaires de la firme ADL. Noyes et Walker entrèrent rapidement en conflit, à la fois sur le plan institutionnel (Noyes voulant orienter le MIT vers la recherche pure alors que Walker souhaitait renforcer les liens avec l'industrie) et scientifique.

Little et Walker avaient contribué à la création en 1908 d'un "American Institute of Chemical Engineers" (AIChE), distinct de l'American chemical society (ACS) pour sortir de la dépendance des départements de chimie et se créer un espace dans les départements *d'engineering* (mécanique, électricité, etc.). Leur projet s'appuyait sur une conceptualisation nouvelle de l'activité du "chemical engineer", qui consiste à décomposer les multiples procédés chimiques en un certain nombre d'opérations élémentaires ("unit operations"), indépendantes dans leur principe du produit final et mettant en jeu un même type de propriétés physiques ou chimiques. La filtration, la sédimentation, le broyage, la distillation ou l'électrolyse en sont des exemples. Un procédé est alors l'enchaînement de plusieurs de ces opérations. Plutôt que d'étudier chaque procédé séparément, il apparaît plus intéressant aux tenants du génie chimique de développer et enseigner ces éléments de base directement dans l'objectif d'une extrapolation à l'échelle industrielle. Ces idées furent formalisés en 1915 dans un rapport sur l'enseignement du *chemical engineering* rédigé par A.D. Little, pour le président du MIT. Ce rapport, ainsi que la menace de démission de Walker finirent par entraîner le départ de Noyes en 1919 pour le Californian institute of technology, consacrant ainsi la victoire au sein du MIT de Walker, du génie chimique, et plus généralement d'une conception de la recherche effectuée en liaison avec l'industrie. L'un des éléments de cette victoire est l'académisation d'un savoir empirique, la décomposition en opérations unitaires, et la constitution d'une nouvelle spécialité d'ingénierie.

Le modèle du MIT se diffusa ensuite dans d'autres universités. Ainsi, c'est un diplômé du MIT, Frédérick Terman, qui transposa la modèle à Stanford et fut ainsi à l'origine de la Silicon Valley.

1.2. Le modèle américain de la science « pure » : Johns Hopkins²

Johns Hopkins était un riche industriel du transport ferroviaire qui fonda en 1870 une université à son nom à Baltimore. Le premier président, Daniel Coit Gilman (géographe,

² Cette partie s'appuie en grande partie sur l'article de Maryan Feldman et Pierre Desrochers (2001).

1831-1908) avait été président de l'Université de Californie auparavant. C'était un partisan d'une recherche indépendante des applications à court terme : « Une utilité lointaine est vraiment aussi respectable à rechercher qu'une application immédiate. Les tentatives pour obtenir un retour rapide ne sont pas toujours les plus sages. C'est parfois payant d'envoyer nos navires au-delà des mers, pour faire des investissements avec réflexion afin d'obtenir des retours lents mais sûrs. C'est toujours dans l'intérêt de la science » (discours inaugural de l'université).

Les orientations de Gilman lui attirèrent quelques critiques d'industriels (« Pourquoi l'université Johns Hopkins n'aurait-elle pas un département pour l'enseignement technique supérieur dans des buts industriels ? ... La tendance présente des responsables de l'université Johns Hopkins est d'apprécier beaucoup trop la scholastique classique et métaphysique du Moyen-Âge », un collaborateur d'un industriel membre du C.A. de J.H., W.T. Barnard, *Technical education in Industrial Pursuits with Special Reference to Railroad Service*, Baltimore, 1887), mais il tint bon (« Il n'y a rien de si utile que les abstractions », Gilman d'après Faraday) et Johns Hopkins se distingua bientôt par un nombre très élevé de publications scientifiques. La notion de recherche « pure » devint une des valeurs fondamentales du corps enseignant (« Le mot « utile » devrait être banni du vocabulaire de l'université » (discours du professeur de littérature Basil L. Gildersleeve en 1877). Gilman était aussi très réservé sur les départements d'ingénierie : « Nous avons aussi un département ingénierie auquel nous devons nous intéresser (...) mais nous devons nous rappeler que plus nous sommes attirés loin de nos fondements, plus nous orientons nos enseignements vers la technique au lieu de la culture, plus nous importons des méthodes plutôt que des principes. Si nous faisons cette erreur, nous aurons un excellent Polytechnique mais pas une université. » (discours inaugural).

En 1901, le chimiste Ira Remsen (1846 - 1927) succéda à Gilman. Remsen avait fondé le *American Chemical Journal* en 1879, contribué à l'invention de la saccharine (breveté contre son gré par son étudiant Constantin Falhberg). C'était lui aussi un adversaire acharné du « praticisme » et des liens avec les industriels, un partisan de la science pour la science.

Le projet universitaire de Johns Hopkins se diffusa lui-aussi dans le pays, notamment à travers l'activité de Henry Rowland (1848-1901), physicien, premier professeur de physique à Johns Hopkins et auteur d'un célèbre « plaidoyer pour la science pure » dans un discours devant l'Association Américaine pour l'Avancement des Sciences en 1883 : « J'affirme ici que chacun peut trouver du temps pour la recherche scientifique s'il le veut vraiment. Mais pourtant, la médiocrité nous envahit. Nos collègues et nos universités recrutent rarement des hommes de grande réputation et j'ai même entendu le conseil d'administration d'un collège bien connu affirmer qu'aucun professeur ne devrait faire de la recherche à cause de la perte de temps que cela représente. »³.

En 1912 toutefois, l'État du Maryland proposa 600000 dollars à l'université pour financer une formation d'ingénieurs, afin de répondre à la demande des étudiants qui devaient partir pour les instituts du Nord du pays. John Whitehead, professeur d'électricité appliquée et ancien étudiant de Rowland, fit le tour de 14 formations d'ingénieurs et conçut un programme assez « fondamentaliste », mais qui a évolué par la suite vers des enseignements plus pratiques.

³ Rowland tentera toutefois à la fin de sa vie, après quelques malheurs familiaux, de fonder une société à partir de ses travaux (la « Rowland Telegraphic Company », qui fut un échec)

Cela se traduit par un grand succès sur le marché du travail mais aussi par une réaction de professeurs des autres départements qui demandèrent dans les années 1940 le retour à une orientation plus théorique. Le compromis qui fut trouvé dans les années cinquante fut la notion d'« engineering sciences » (les diplômés recevaient le titre de « Bachelor of Engineering Science » à partir de 1941 et la « School of Engineering » fut rebaptisée « School of Engineering Sciences » en 1961). L'école fusionna par la suite avec le département de philosophie et le mot « ingénierie » disparut pratiquement de l'université.

Toutefois, après un rapport critique rédigé par un ancien de General Motors, la « School of Engineering » fut recréée en 1979.

2. Sciences pour ingénieurs et formes de la « demande industrielle » en France

Il ne s'agit pas pour moi d'écrire ici l'histoire complexe des spécialités d'ingénieurs, même limitée au cas de la France, ni d'analyser la création au CNRS d'un département spécifique, comme l'a très bien fait Ramunni (1995), mais de plutôt de m'appuyer sur quatre fragments de cette histoire sur lesquels j'ai travaillé pour insister sur deux points. Le premier est le statut de la demande industrielle, de formation ou de recherche, à laquelle les sciences pour l'ingénieur sont censées répondre. En revenant sur certains cas de création d'enseignements ou de laboratoires, il apparaît que cette demande est en grande partie construite par les universitaires cherchant à justifier des demandes de moyens ou la reconnaissance institutionnelle de leurs travaux. Le second point est la difficulté de dissocier la recherche des enseignements. Dans plusieurs cas, la demande des industriels, lorsqu'elle peut être identifiée, est d'abord une demande d'enseignement qui a des effets indirects sur la recherche à travers la double fonction des universitaires.

Le premier fragment d'histoire que j'utiliserai est le mouvement de création des instituts techniques des facultés des sciences entre 1883 et 1914, qui avait été étudiée par Harry Paul (1981) et André Grelon (1989). Nous sommes revenus sur ce mouvement dans le cadre d'une recherche collective sur les liens entre les villes et leurs institutions scientifiques (Grossetti, Grelon *et alii*, 1996) sur laquelle je m'appuierai ici. Le second fragment est la constitution du CNRS, un organisme orienté au départ vers la science « fondamentale », mais qui devra admettre en son sein, 25 ans après sa fondation, un département de « sciences pour l'ingénieur ». Le troisième fragment est l'histoire de deux spécialités d'ingénieurs, le génie chimique (Grossetti et Detrez, 2000) et le calcul numérique (plus tard informatique) (Grossetti et Mounier-Kuhn, 1995) toutes deux développées en France par des universités de province dotées d'instituts techniques devenus entretemps écoles d'ingénieurs. Le quatrième fragment est la création du département « sciences pour l'ingénieur » en grande partie à l'initiative de ces universitaires provinciaux.

2.1. Les instituts techniques des facultés des sciences : les savants à la conquête de l'industrie

On connaît la situation particulière de l'enseignement supérieur scientifique français avec le système des grandes écoles d'ingénieurs fondées pour certaines avant la révolution (Mines, Ponts-et-Chaussées, Artillerie), d'autres pendant (polytechnique, normale supérieure), d'autres encore durant le XIXe siècle (Centrale en 1826, l'École supérieure d'électricité en

1881, l'École de physique et chimie de la ville de Paris en 1882, etc.). A ces écoles s'ajoutent les Écoles des arts et métiers, elles aussi issues de l'ancien régime, et formant une élite ouvrière et technicienne. Le système est complété par des facultés des sciences, assez misérables jusqu'en 1875, puis rénovées et intégrées dans des universités à partir de 1996.

Harry Paul (1981) et André Grelon (1989) ont montré comment les facultés des sciences provinciales se sont lancées à partir de 1883 dans la création de nombreux instituts techniques capables de former des techniciens et des ingénieurs de production aussi bien que d'exécuter des recherches en collaboration avec les entreprises locales. Il s'agit d'institutions modestes (comme le MIT à la même époque d'ailleurs), qui recrutent leurs étudiants après le baccalauréat, parfois même sans ce diplôme. Le mouvement s'amorce dès le début des années 1880 avec les instituts de chimie de Lyon (1883) et Nancy (1889), se généralise largement au tournant du siècle, en s'appuyant sur les décrets du 25 juillet 1885 (qui donnent aux facultés le droit de posséder des biens ainsi que de recevoir des dons ou des subventions des collectivités locales). Un peu partout, souvent sur la base de cours du soir publics, de nouvelles chaires sont créées, puis s'autonomisent jusqu'à former des instituts qui trouvent leur organisation définitive avec un décret de 1897.

L'examen d'un certain nombre de créations de tels instituts (Nancy, Lille, Montpellier, Toulouse) montre que, contrairement à ce que l'on pourrait croire, à l'exception peut-être du cas de Grenoble, les industriels n'ont pas été à l'initiative de la mise en place de ces enseignements et de ces laboratoires, et n'y ont même pas toujours été associés. Ce sont au contraire les universitaires qui sont allés vers les collectivités locales et les milieux industriels pour les convaincre de l'intérêt de soutenir financièrement leurs projets d'enseignement ou de recherche. Ainsi même à Nancy, où l'on pensait que le groupe belge Solvay avait joué un rôle central dans la création des instituts de chimie et d'électrotechnique qu'il a largement financés, il s'avère que ce sont bien les universitaires Haller et Bichat qui sont à l'origine de tous les projets. Les subventions de Solvay ne sont pas liées à un besoin industriel que pourraient satisfaire les instituts, mais à une négociation avec les collectivités locales pour obtenir et conserver le droit d'exploiter certaines ressources locales (un gisement de sel gemme en particulier)⁴. Si la ville de Toulouse a pris en charge la création et l'entretien pour 20 ans d'une chaire d'électricité industrielle, c'est parce qu'un universitaire, Camichel, a réussi à convaincre les socialistes au pouvoir dans la municipalité de l'intérêt de cet enseignement pour le développement économique de leur région⁵. Les instituts de chimie de Lille, Montpellier et de Toulouse se sont créés dans le seul cadre universitaire, sans soutien particulier des collectivités locales ou des industriels.

André Grelon (1989) montre bien que les universitaires qui ont pris ces initiatives ne cherchaient pas à faire fortune en industrialisant leurs découvertes. Issus presque tous de l'École normale supérieure rénovée par Pasteur, ils étaient convaincus que la science peut contribuer au progrès économique (ce qui permettrait à la France de rattraper son retard sur l'Allemagne, principal modèle étranger de l'époque) et par là même au progrès social. Dans

⁴ F. Birck, "Le développement de l'enseignement supérieur à Nancy après 1870 ; une volonté politique", in M. Grossetti A. Grelon *et alii*, *op. cit.* ; Françoise Birck, "Des instituts annexes de facultés aux écoles nationales supérieures d'ingénieurs, à propos de trois écoles nancéiennes", in André Grelon et Françoise Birck (eds), *Des ingénieurs pour la Lorraine - XIXe et XXe siècle*, Editions Serpenoises, Metz, 1998, pp143-202

⁵ M. Grossetti et Béatrice Milard, "Toulouse devient scientifique", in M. Grossetti, A. Grelon *et alii*, *op. cit.* ; Michel Grossetti, "L'Université de Toulouse et l'essor des enseignements techniques supérieurs", in André Grelon et Françoise Birck (eds), *Des ingénieurs pour la Lorraine - XIXe et XXe siècle*, Editions Serpenoises, Metz, 1998, pp.401-416.

leurs discours, les laboratoires (la recherche) ne sont jamais séparés d'un enseignement dont ils forment le prolongement. Leurs projets ont parfois rencontré des résistances de la part de professeurs attachés à un enseignement académique, comme ce fut le cas à Toulouse où Sabatier et Camichel se sont confrontés aux critiques virulentes de l'un des professeurs de physique, Henri Bouasse.

Souvent, les liens avec l'industrie se sont restreints à la formation d'une main d'œuvre qualifiée, mais dans quelques sites on peut observer de véritables recherches communes. Dominique Pestre (1990) a bien décrit la symbiose qui s'est développée dès le début entre des laboratoires grenoblois d'hydraulique et d'électricité et les entreprises spécialisées dans les mêmes domaines. A Toulouse, les recherches en hydraulique et en mécanique des fluides menées conjointement par le titulaire de la chaire d'électricité industrielle et des ingénieurs de la Compagnie du midi permettent de résoudre des problèmes importants apparus dans les conduites forcées. Dans la même université, le laboratoire d'électrochimie obtient dans les années trente des financements importants de la Société nationale des poudres et de la Société des produits azotés (ancêtre des explosives AZF) (Grossetti et Detrez, 2000).

Entre les deux guerres, la plupart des instituts ont été confrontés à des difficultés graves (déclin des effectifs, baisse des moyens financiers). Certains ont presque disparu (l'institut électrotechnique de Lille), d'autres ont survécu grâce à l'apport des étudiants étrangers, en particulier des juifs interdits d'études supérieures en URSS ou en Roumanie (Nancy, Bordeaux). Terry Shinn (1998) voit dans ces difficultés un échec de cette formule, mais c'est pourtant au sein de ces mêmes instituts, transformés progressivement en écoles nationales supérieures d'ingénieurs après la guerre⁶ que les « engineering sciences », comme le génie chimique par exemple, ont trouvé des conditions favorables à leur implantation en France.

2.2. La création du CNRS et le modèle de la science « fondamentale »

L'histoire de la création d'un organisme national de recherche censé permettre à la France de rattraper son « retard » sur les autres pays est trop longue et complexe pour être détaillée ici. Je me contenterai de dire qu'après de multiples tentatives, souvent peu soutenues par les pouvoirs publics, c'est finalement le projet d'un physicien fondamentaliste, Jean Perrin, qui parviendra à s'imposer, après 10 années de tentatives diverses, à la veille de la seconde guerre mondiale. Jean Perrin (1870-1942), Nobel 1926, élitiste (il avait l'habitude de distinguer « les hommes de première classe » du reste de l'humanité, voir Picard, 1990) et proche de la gauche de l'époque (membre fondateur de l'Union rationaliste), était hostile à l'idée d'une recherche orientée vers les applications : « La recherche de l'inconnu doit être poursuivie sans préoccupation pratique, précisément si on veut en tirer de grands résultats. Ce n'est pas en se donnant pour problème de voir nos organes à l'intérieur de notre corps, qu'on eût pu découvrir les rayons X. Ce n'est pas en voulant transmettre la force à distance qu'Ampère pût découvrir l'électromagnétisme qui a permis cette transmission. Ce n'est pas en cherchant à communiquer avec les antipodes qu'on eût découvert les ondes hertziennes, (...) » (citation à préciser).

Le CNRS est donc au départ une institution, très parisienne, extérieure aux universités et orientée vers la recherche fondamentale. Il faudra 25 ans pour que les universitaires de provinces orientés vers les applications industrielles, un peu sur le modèle du MIT,

⁶ A Grenoble, Toulouse et Nancy, les écoles d'ingénieurs issues des instituts ont été regroupées en 1970 au sein d'Instituts Nationaux Polytechniques qui ont à présent de statut d'université.

parviennent à imposer la création d'un département de « Sciences pour l'ingénieur » au sein de l'organisme.

2.3. L'importation des sciences d'ingénierie dans les facultés de province

Le génie chimique : les allers et retours entre l'industrie et les universités

L'importation du génie chimique en France s'est opérée après 1945 dans le cadre d'écoles d'ingénieurs liées à deux universités de province, Toulouse et Nancy.

La Société de Chimie Industrielle (SCI) et sa revue *Chimie et industrie* avaient été fondées en pleine première guerre mondiale (la première réunion de la société s'est tenue le 14 avril 1917) par un groupe d'universitaires et d'industriels de l'Est pour rattraper "le retard où se trouvait la France dans certains domaines des industries de la chimie.". (*Chimie et Industrie*, déc. 1953, p. 1059). La paix revenue, la SCI a constitué pour la chimie le principal lieu de confrontation et de diffusion des connaissances entre industriels et universitaires. Jusqu'à la seconde guerre mondiale, la chimie industrielle se développe en France à l'intersection de plusieurs mondes : l'État (qui finance les écoles et instituts de chimie), les écoles d'ingénieurs non universitaires (l'École de physique et de chimie industrielle de la ville de Paris par exemple), les instituts de chimie universitaires créés au début du siècle que j'ai évoqués plus haut et enfin, bien sûr, les grandes entreprises de l'industrie chimique.

Après cinq ans de guerre et d'occupation, la recherche française se reconstruit à la fin des années quarante sur de nouvelles bases, beaucoup plus centralistes qu'auparavant. Le CNRS, l'homogénéisation des instituts techniques des facultés des sciences transformés en Écoles nationales supérieures d'ingénieurs (ENSI) recrutant sur concours commun, la mise en place de la direction générale à la recherche scientifique et technique (DGRST) contribuent à définir une science d'État, un système scientifique national. Dans ce contexte, l'importation de la conception américaine du *chemical engineering* sera le fait d'universitaires provinciaux enseignant dans des écoles d'ingénieurs liées aux facultés des sciences.

Le mouvement commence à Toulouse où le directeur du laboratoire d'électrochimie, Joseph Cathala, qui avait travaillé dans des laboratoires de *chemical engineering* en Angleterre durant la guerre, demande dès 1946 la création d'une école de génie chimique. Le directeur de l'enseignement supérieur, Pierre Donzelot, accorde un soutien relatif au projet toulousain : la proposition de création d'une école nationale sera refusée mais l'université de Toulouse se verra accorder la transformation du diplôme d'ingénieur électrochimiste en diplôme d'ingénieur du génie chimique en 1948 et la création d'un institut de faculté en 1949.

Il est probable aussi que Donzelot contribue à alerter ses amis nancéens sur ces projets. En effet, Pierre Donzelot, formé à Nancy a été à partir de 1937 professeur de chimie physique à l'École supérieure des industries chimiques de Nancy (ESIC), dont il a pris la direction en 1942. Cette école, la plus ancienne des écoles de chimie universitaires, la première à avoir recruté sur concours est une des places fortes de la chimie industrielle, discipline que vient concurrencer le projet des toulousains, et elle ne peut que réagir à l'initiative de Cathala. Maurice Letort, directeur de l'école, fait inviter celui-ci à Nancy dès 1948 pour trois conférences, puis, profitant d'un congrès international en septembre de la même année, va passer plusieurs semaines aux États-Unis pour visiter les principaux départements de *chemical engineering*, dont celui du MIT. À la suite des voyages de Letort (et de certains de ses

collaborateurs) aux États-Unis, plusieurs enseignants américains viendront faire des cours à l'ESIC mais aussi dans d'autres écoles⁷.

L'interaction entre nancéiens et toulousains se transformera un moment en conflit sur la nature du génie chimique, nouvelle forme d'application de la chimie pour les premiers, nouvelle discipline pour les seconds, avant que la seconde conception l'emporte à l'issue d'une "guerre des mots" acharnée (Detrez et Grossetti, 1998). Les deux centres finiront par partager jusqu'à nos jours une sorte d'hégémonie sur la nouvelle spécialité au sein du système scientifique français.

Ainsi, en France, le développement de l'enseignement du génie chimique ne doit rien aux industriels. Formalisée comme science par les universitaires américains, tant au niveau de l'enseignement que de la recherche, elle est importée par les universitaires français les plus proches structurellement des départements d'*engineering* américains, soit les enseignants des écoles de chimie dépendant des universités. Les seuls industriels intervenant vraiment dans l'affaire sont André Landucci (qui préside la commission des ENSI et fait partie du conseil d'administration de l'ESIC) et Maurice Brulfer, président de la puissante union des industries chimiques (UIC) et interlocuteur habituel du ministère. Président de l'association des anciens élèves de l'ESIC de Nancy, Brulfer donnera sa caution aux entreprises de développement de l'enseignement du génie chimique.

Les débuts des mathématiques appliquées et de l'informatique dans les universités françaises : l'enseignement comme lieu d'exercice de la demande industrielle

Le génie chimique n'est pas la seule science d'ingénieurs à trouver un terrain favorable dans les anciens instituts des facultés des sciences. Une bonne partie des laboratoires actuels d'électronique et d'automatique sont issus des anciens laboratoires d'électrotechnique par divisions successives⁸. A Grenoble, Toulouse et Nancy, les équipes d'automatique sont se sont autonomisées des laboratoires d'électricité entre 1955 et 1960 (Grossetti, 1993). Un des cas les plus intéressants est celui des mathématiques appliquées et de l'informatique, qui se développent dans le contexte supposé éthéré des mathématiques sous l'influence des écoles d'ingénieurs.

Dans les universités françaises, la recherche en informatique naît au sein des mathématiques appliquées et plus précisément du calcul numérique. Le calcul numérique est alors une branche renaissante des mathématiques, qui s'efforce d'acquérir, grâce à un travail de théorisation, un statut lui conférant une plus grande légitimité aux yeux des mathématiciens : on parle désormais d'« analyse numérique ». Il se préoccupe d'obtenir des solutions non par

⁷ E.L. Piret (Minnesota University), d'octobre 1950 à avril 1951, puis B.J. Dodge (Yale University, New Haven) en 1951, puis C.O. Bennett (Purdue University) et Mason, élève de E.L. Piret en 1952/53, A. Rose (Washington University, Saint-Louis) en 1953 et 1954.

⁸ Ainsi à Toulouse, la chaire l'électricité industrielle financée par la ville en 1907 (dont l'actuel Laboratoire d'électrotechnique et d'électronique, UMR 5528, 70 personnes, est l'héritier direct) a-t-elle donné naissance successivement au Laboratoire d'électrochimie (actuel Laboratoire de génie chimique, UMR 5503, 154 personnes) en 1920, à l'Institut de mécanique des fluides (UMR 5502, 156 personnes) en 1930, au Laboratoire de génie électrique (UMR 5003, 67 personnes) en 1955 et au Laboratoire d'automatique et de ses applications spatiales (actuellement Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes, UPR8001, 443 personnes) en 1967. Ces laboratoires regroupent 62% des effectifs toulousains des départements des sciences pour l'ingénieur et sciences et technologies de l'information et de la communication. Si l'on rajoute les 23% représentées par les équipes d'informatique dont la naissance a grandement été favorisée par la présence de l'école d'électricité, on voit que la création de cette chaire a pesé lourd sur les orientations de la recherche dans cette région.

des méthodes “analytiques” (donnant un résultat formel que l’on convertit ensuite en solution numérique en introduisant les paramètres du problème), mais par des méthodes d’approximations successives. Les spécialistes du calcul numérique cherchent des algorithmes susceptibles de résoudre des problèmes pour lesquels les méthodes formelles sont inefficaces (équations aux dérivées partielles par exemple) ou exigent un temps de calcul rédhibitoire (calcul matriciel). Avant l’arrivée des ordinateurs, ils travaillent à l’aide de calculatrices de bureau, parfois avec de plus gros matériels, machines à cartes perforées ou simulateurs analogiques.

En s’ajoutant à ces machines à partir de 1956, l’ordinateur renouvelle considérablement le domaine, d’abord en offrant des possibilités de calcul nettement supérieures, mais surtout en suscitant de nouveaux problèmes (méthodes de programmation, architecture des machines, reconnaissance des formes). Ces travaux constituent la base d’une nouvelle discipline que l’on baptisera par la suite informatique. Lorsque des équipes de “numériciens” existent dans une université dans la période 1955-1965, l’acquisition d’ordinateurs est immédiate et débouche sur l’émergence rapide de recherches en informatique. L’existence de recherches en calcul numérique est donc une condition suffisante pour le développement de l’informatique en tant que domaine de recherche dans une université. C’est aussi quasiment une condition nécessaire. On ne voit guère d’équipe d’informatique se constituer à partir de recherches en électronique, donc de l’aspect matériel des ordinateurs.

L’analyse de la situation des facultés où la recherche en informatique s’est développée tardivement montre l’existence de logiques sociales qui s’opposent au développement de la nouvelle discipline qui, en dehors du calcul numérique, ne trouve pas de cadre institutionnel et continue à être considérée comme un simple instrument (Bordeaux, Montpellier, Strasbourg). Si nous mettons de côté les cas de Paris et Lille, un peu plus tardifs que les autres ou obéissant à des logiques spécifiques, l’important est que dans les trois principaux pôles précurseurs (Grenoble, Toulouse et Nancy), c’est la présence d’écoles d’ingénieurs dans les facultés des sciences qui impose le recrutement de spécialistes du calcul numérique.

À l’époque considérée en effet, les facultés des sciences de Grenoble, Toulouse et Nancy ont pour point commun d’être dotées d’importantes écoles d’ingénieurs, en particulier dans les domaines de l’électricité (électrotechnique, électronique) et de la mécanique des fluides. Dans ces domaines, les enseignants et les industriels qui recrutent les diplômés considèrent que les ingénieurs ont de plus en plus besoin de maîtriser les techniques des mathématiques appliquées. Ainsi, dans un “vœu” adressé en avril 1950 aux diverses instances concernées (ministère, écoles d’ingénieurs, sociétés savantes, revues spécialisées), le président de la Société française des électriciens, Maurice Ponte, demande à ce que les écoles d’ingénieurs électriciens renforcent leurs programmes de mathématiques appliquées et prévoient, parallèlement à l’enseignement théorique, un enseignement pratique approfondi du calcul numérique, graphique et mécanique⁹. On peut donc estimer qu’il existe une « demande » pour les enseignements de mathématiques appliquées dans les écoles formant aux métiers de l’électricité.

Les écoles de Grenoble, Toulouse et Nancy, baptisées Écoles nationales supérieures d’ingénieurs (ENSI) après 1948, sont internes aux facultés : elles n’ont pas de corps

⁹ Archives du CNAM, dossier “Chaires de Mathématiques 1950”. Cette demande débouchera aussi sur la création d’un enseignement de mathématiques appliquées au Conservatoire National des Arts et Métiers (P-E. Mounier, Kuhn, “notice biographique d’Alexius Hocquenghem”, *Cahiers d’Histoire du CNAM*, n°6).

professoral autonome et doivent donc recourir à celui de la faculté¹⁰. Lorsque leurs responsables, universitaires eux-mêmes, veulent recruter un enseignant, ils doivent obtenir l'accord de leurs collègues de la faculté. A Grenoble et Nancy, cette caractéristique se traduit par le recrutement précoce d'un professeur de calcul numérique, soit avec l'accord des mathématiciens (cas de Grenoble), soit contre leur avis (cas de Nancy)¹¹.

Ainsi à Grenoble, Jean Kuntzmann, qui est un mathématicien "pur" (normalien préparant un doctorat en algèbre), engagé par l'université dès 1942 (il est alors prisonnier de guerre et ne prendra effectivement ses fonctions qu'en 1945) est sollicité dès son arrivée par le responsable des formations d'ingénieurs pour enseigner le calcul numérique : *"revenant à la vie civile après cinq années de guerre et de captivité, il ne me semblait pas évident que je devais reprendre mes activités mathématiques là où je les avais laissées, c'est-à-dire dans une algèbre désincarnée. J'étais donc assez réceptif aux appels extérieurs. Or, le directeur de l'IPG, M. Esclangon, désirait développer dans cette école l'enseignement mathématique."* (Kuntzmann, 1992). Kuntzmann ne se contente pas d'assurer des enseignements pour les ingénieurs, il oriente résolument ses travaux de recherche vers les mathématiques appliquées et le calcul numérique.

Les écoles d'ingénieurs de Nancy cherchent aussi à mettre sur pied des enseignements de calcul numérique, mais se heurtent aux mathématiciens locaux parmi lesquels dominent les "bourbakistes", a priori peu intéressés par les applications. En 1951, les responsables des écoles veulent faire nommer un spécialiste des mathématiques appliquées, Jean Legras, alors que les mathématiciens locaux, appuyés par la majorité des professeurs de la faculté, défendent la candidature de Jean-Pierre Serres, considéré alors comme le meilleur mathématicien de sa génération (il sera nommé au Collège de France à 30 ans). Un bras de fer oppose les responsables des écoles et de la faculté à l'ensemble de la communauté mathématique française de l'époque, principalement composée de normaliens. Finalement, les partisans des mathématiques appliquées ont gain de cause, notamment grâce à l'intervention décisive du directeur de l'École nationale supérieure d'électricité et de mécanique, Georges Goudet : *"(les directeurs d'écoles) ont insisté auprès du ministère [...] Et j'ai été nommé contre l'avis des [...] Mathématiciens de Nancy. Dès que je suis arrivé, j'ai fait des cours à l'école d'électromécanique, à l'école de brasserie"* (Jean Legras, entretien de 1991). Legras ouvre aussi des enseignements de licence puis de troisième cycle.

Pour comprendre le poids des écoles d'ingénieurs et la résistance qui lui est opposé, il est nécessaire de revenir brièvement sur le contexte institutionnel et social des universités française de l'époque.

Bien que la vie universitaire implique différentes catégories professionnelles (administratifs, techniciens, assistants), l'essentiel des enjeux est concentré pour la période étudiée sur un type d'acteur détenant tout le pouvoir, les universitaires de haut rang, maîtres de conférences et surtout professeurs. Ils sont les seuls à disposer d'un réel pouvoir d'initiative et de décision permettant d'ouvrir un nouvel enseignement ou de créer une équipe de recherche. La plupart

¹⁰ Les ENSI peuvent seulement, sur leurs ressources propres, rémunérer des intervenants extérieurs et des chargés de cours. La création des Instituts nationaux polytechniques en 1970 modifiera cette situation et les écoles pourront recruter leurs propres enseignants.

¹¹ Toulouse constitue un cas particulier dans la mesure où si les écoles d'ingénieurs sont étroitement associées au développement de l'informatique en fournissant de nombreux étudiants de thèse et en mettant en place une filière de formation du même type que celle de Grenoble, elles ne sont pas à l'origine du recrutement de celui qui sera à l'origine des recherches en calcul numérique parce qu'il s'agit d'un physicien (Emile Durand).

sortent de l'école normale supérieure qui détermine en grande partie leurs références, leurs valeurs ainsi que les relations sociales qui structurent leur milieu professionnel. Dans un tel contexte, le conflit de Nancy révèle les résistances que pouvait rencontrer dans les facultés de l'époque l'émergence d'une discipline réputée "appliquée". Ces résistances s'expliquent à la fois par un effet alors assez général de dévalorisation de la recherche appliquée et par jeu des rapports internes aux systèmes scientifiques locaux.

Le faible prestige du calcul numérique au sein des mathématiques¹² est un aspect d'une tendance plus générale de relégation des sciences les plus appliquées au bas des hiérarchies scientifiques françaises. Ce point mériterait à lui seul une analyse détaillée que je ne peux développer ici, mais il revient dans tous les témoignages comme un incontournable élément explicatif de la passivité ou des réactions négatives des mathématiciens face à l'émergence des spécialités appliquées. Dans le cas des facultés qui ont ignoré la recherche en informatique durant la période des débuts et qui ont tenté de rattraper leur retard par la suite, c'est plutôt la passivité qui domine : il n'y a pas forcément d'opposition explicite, mais la question du développement du calcul numérique, puis de l'informatique, est soit ignorée (Lyon, Marseille), soit éludée (Bordeaux, Montpellier). Lorsqu'une initiative se fait jour et touche des enjeux importants, la réaction est en général hostile : conflit ouvert à Nancy ; difficultés rencontrées par Kuntzmann à Grenoble : *“L’attitude à notre égard des mathématiciens (purs) a été toute différente (de celle des physiciens). Leur désir essentiel était de préserver leur pureté de toute contamination.”* (Kuntzmann, 1992, p.15). *“Il y avait une rivalité avec les mathématiciens purs, qui craignaient que nous ne prenions leurs places [...] Quand on a construit les bâtiments du campus, nous avons été les premiers installés parce que nous manquions de place. On nous a construit un bâtiment plus grand que celui des maths pures parce qu’il fallait loger les machines”* (Jean Kuntzmann, entretien, 1990).

L'opposition aux mathématiques appliquées n'est pas le seul fait des mathématiciens "purs", elle résulte aussi des compétitions locales entre disciplines : tant que le calcul numérique, puis l'informatique, se cantonnent à du service (centres de calcul) et à l'enseignement des techniques (programmation), il n'y a pas d'opposition importante. Leur constitution en tant que domaine scientifique à part entière, par le recrutement d'enseignants de haut rang, est en revanche une source de conflits. Si les écoles d'ingénieurs, essentiellement dirigées par des physiciens, ont joué un rôle initial décisif dans le recrutement de mathématiciens appliqués à Grenoble, Toulouse et Nancy, les mêmes physiciens n'ont pas toujours vu ensuite d'un bon œil le développement d'un domaine scientifique nouveau au sein de la faculté : *“Les jeunes loups de la physique [...] Veulent être les premiers par le prestige et croître sans limites. Une initiative de taille modeste leur plaît, car elle montre la vitalité de Grenoble. Mais si elle prend trop d’amplitude, elle leur paraît une rivale”* (Kuntzmann, 1992, p.15).

Les blocages disciplinaires passifs ou actifs constituent une situation défavorable au développement des mathématiques appliquées. Les cas où celles-ci, le calcul numérique en particulier, arrivent à émerger sont finalement des exceptions dans lesquels ces blocages sont levés sous l'effet de logiques dont la principale résulte d'une configuration institutionnelle particulière telle que celle qui prévaut au sein des systèmes scientifiques de Grenoble, Nancy et Toulouse. La configuration du système scientifique local qui caractérise les trois sites pionniers a pour effet de placer à un moment donné au premier plan l'impératif de l'enseignement des mathématiques appliquées et d'introduire dans le système de recrutement

¹² L'informatique se trouvera confrontée à l'opposition des mathématiciens qui lui dénieront longtemps le statut de discipline (Mounier-Kuhn, 1987).

(Nancy) ou d'orientation scientifique des enseignants déjà présents (Grenoble) une rupture par rapport à la hiérarchie qui prévaut au sein des mathématiques, cette hiérarchie étant contournée par le recrutement d'un physicien à Toulouse. Dans les trois cas, la présence des écoles explique les initiatives visant à développer les mathématiques appliquées, et/ou l'aboutissement de ces initiatives, rendu possible par le poids des écoles dans la configuration interne des facultés.

Les modestes équipes de numériciens créées à la faveur de cette configuration se sont retrouvées en situation de quasi-monopole. En devenant des laboratoires d'informatique, elles ont connu un essor considérable, bénéficiant d'une manne régulière de ressources de tous ordres (moyens de calcul, financements, postes)¹³. Elles ont aussi construit des relations durables avec l'industrie informatique de l'époque : l'équipe de Grenoble a développé des logiciels pour Bull et effectué des calculs pour d'innombrables partenaires alors que celle de Toulouse perfectionnait un calculateur de la Société d'électronique et d'automatique (SEA). Lors de la création en 1975 du département des Sciences Pour l'Ingénieur, elles rejoindront les équipes de mécanique des solides ou des fluides, d'électronique ou de génie chimique pour constituer un ensemble institutionnel autonome¹⁴.

2.4. La création des « Sciences pour l'ingénieur » au CNRS

Après la seconde guerre mondiale, le CNRS connaît un essor rapide et un certain nombre de réussites scientifiques, mais il reste très concentré à Paris et toujours complètement séparé des universités. Celles-ci se transforment. L'afflux d'étudiants à partir du milieu des années cinquante, la création des campus « à l'américaine », la fondation de nouvelles universités, tout cela contribue à leur donner un nouveau visage. Une nouvelle génération d'universitaires, souvent passés aux États-Unis, cherchent à réformer le dispositif de recherche français pour se rapprocher du « modèle américain ».

Les colloques sur l'enseignement supérieur et la recherche de Caen en 1956, Grenoble en 1957 et à nouveau Caen en 1966, sont autant d'occasion de débattre des réformes à engager. De ces colloques naîtront plus ou moins directement de nouvelles institutions comme les Instituts Nationaux de Sciences Appliquées, les Instituts Universitaires de Technologie ou les Écoles Nationales d'Ingénieurs. C'est aussi au cours de ces colloques que certains universitaires de province commencent une sorte de lobbying en faveur de leurs spécialités. Ils avancent masqués. Ainsi lors du premier Colloque de Caen, Maurice Letort, ancien directeur de l'école de chimie industrielle de Nancy, intervient-il en tant que représentant « du Centre de Recherche des Charbonnages de France » pour demander « Quel parti la recherche industrielle peut retirer de la recherche fondamentale ? » (Ramunni, 1995, p.17).

Mais il faudra attendre la première crise du pétrole pour qu'une véritable opportunité s'ouvre pour eux d'obtenir une meilleure place au CNRS. En juillet 1973, au cours d'un séminaire Direction Générale à la Recherche Scientifique et Technique sur « La planification et

¹³ Justifiant ainsi d'un certain point de vue les craintes de leurs adversaires !

¹⁴ Ramunni (1995) a montré comment cette création est le résultat d'une longue série de débats (les colloques sur la recherche et l'enseignement scientifique de Caen en 1956 et 1966 et de Grenoble en 1957) et d'un projet initial qui divisait chaque département existant dans l'organisme en une partie « fondamentale » et une partie « de transfert ». Les « sciences physiques pour l'ingénieur », seules rescapées de l'affaire auraient pu être accompagnées des « sciences chimiques pour l'ingénieur », « sciences de la vie pour ingénieurs », etc.

l'administration de la recherche » à Gif sur Yvette, on voit apparaître l'expression « Sciences de l'Ingénieur » sous la plume de l'un des responsables de l'organisme, Pierre Creyssel : « Les « sciences de l'ingénieur...apparaissent comme des sciences intermédiaires entre les sciences de l'analyse et les sciences de l'action, entre recherche fondamentale et recherche appliquée ». (Ramunni, p.30). Un groupe de travail est formé pour réfléchir à cette notion. il comprend entre autres Giralt, un automaticien de Toulouse : « Les Sciences Pour l'Ingénieur mélangent efficacement des travaux purement fondamentaux de caractère souvent très théorique et des travaux d'adaptation qui impliquent généralement une collaboration étroite avec les ingénieurs. » (Ramunni, 1995, page 43).

Il existe à cette époque des divergences entre les chimistes, les physiciens et les biologistes sur la définition des SPI. Seuls les physiciens veulent un nouveau département. Les chimistes considèrent que leur discipline est déjà une SPI et les biologistes veulent créer des « sciences du transfert », considérant que les applications sont encore à venir dans leur domaine. (rapport de conjoncture 1974, cité dans Ramunni, page 48-49). Une liste des spécialités de SPI issues de la physique est établie : mécanique des solides ; mécanique des fluides ; énergétique et thermodynamique ; électrotechnique ; électronique ; optique ; automatique, science des matériaux. La partie sur l'automatique rédigé par le toulousain Jean Lagasse, le directeur du Laboratoire d'Automatique et de ses Applications Spatiales, émanation du laboratoire d'électricité lié à l'ancien Institut électrotechnique de Toulouse (Ramunni, p.53).

Le 18 décembre 1974 se tiennent à la Maison de la Chimie des « Assises sur la recherche fondamentale et l'énergie ». Lagasse, délégué pour l'énergie au CNRS, fait l'exposé introductif des assises. A la mi-juin 1975 : Lagasse « simule » le nouveau département (Jean Lagasse, « Essai de définition du secteur des « Sciences physiques pour l'ingénieur », document interne du CNRS de Juin 1975, cité par Ramunni, p.68). Le 3 novembre 1975 un nouveau conseil interministériel sur la recherche crée une direction du CNRS pour « Les sciences physiques pour l'ingénieur » avec 3 sections : « informatique, automatique, analyse de systèmes, traitement du signal », « électronique, électrotechnique, optique », « mécanique, énergétique » (commune avec chimie).

Les universitaires provinciaux ayant travaillé à l'importation en France des spécialités d'ingénierie sont parvenus à leurs fins. Le nouveau département leur permet d'obtenir des moyens, des postes, des promotions rapides. Les politiques incitatives de la DGRST conduites dès cette époque favorisent les échanges avec l'industrie qui, après une phase de tâtonnement, vont connaître une forte croissance à partir du milieu des années quatre-vingt.

Conclusion

Je n'ai pas évoqué les développements les plus récents de cette confrontation des deux types de projets, comme la loi « Bay-Dole » aux États-Unis (qui permet aux universités de breveter des résultats obtenus sur financements publics), la Loi sur l'Innovation en France (qui encourage les créations d'entreprises par les chercheurs), qui favorisent plutôt le deuxième projet, c'est-à-dire l'intégration de la recherche à la sphère économique. Cette intégration est le fruit des efforts d'une partie des universitaires (ceux qui ont défendu à plusieurs moments de l'histoire projet d'une science orientée vers les besoins de l'industrie) qui ont cherché sans cesse à intéresser les industriels et ont fini par y parvenir. Pour autant, le projet d'une science « fondamentale » n'est pas mort, comme l'ont bien montré en France les débats récents qui ont eu lieu à l'occasion du mouvement « Sauvons la recherche ».

On peut penser qu'il y a entre ces deux projets une sorte de « tension essentielle » qui structure les rapports du monde scientifique et des autres secteurs de la société. Une des façons de suivre les déplacements de l'équilibre toujours précaire résultant de cette tension est de s'intéresser à cette forme hybride que constituent les spécialités académiques les plus orientées vers les échanges avec l'industrie ou avec d'autres formes de « demande sociale ».

Bibliographie

- Ben-David John, 1991, *Essays on the social organization and ethos of science*, éditée et préfacée par Gal Freudenthal, University of California Press, 1991
- Birck Françoise, 1998, "Des instituts annexes des facultés aux écoles supérieures d'ingénieurs, à propos de trois écoles nancéiennes", in André Grelon et Françoise Birck, *Des ingénieurs pour la lorraine. XIXe - XXe siècles*, Ed. Serpenoise, Metz
- Böhme, Van Den Daele et Hohlfeld, 1983, "Scientification of technology", in Schäffer W. (ed), *Finalization in science. The social orientation of scientific progress*, Dordrecht, Reidel
- Detrez Claude et Grossetti Miche, 1998, "How to import a science : the beginning of chemical engineering in France", Communication pour EASST'98 General Conference, Lisbon, Oct. 1-4, 1998
- Etzkowitz, Henry, 2002, *MIT and the rise of entrepreneurial science*, Londres et New-York, Routledge.
- Etzkowitz Henry et Leydesdorff Loët (eds), 1997, *universities and the global knowledge economy. A triple helix of university-industry-government relations*, Pinter, London and Washington
- Etzkowitz Henry, Webster Andrew et Healey Peter (eds), 1998, *Capitalizing knowledge. New intersections of industry and academia*, SUNY, 1998.
- Feldmann Maryann P. et Desrochers Pierre, 2001, « Truth for Its Own Sake : Academic Culture and Technology Transfer at Johns Hopkins University », *Minerva*
- Gibbons Mickael, Limoges Camille, Nowotny Helga, Schwartzman Simon, Scott Peter et Throw Martin, 1994, *The new production of knowledge, the dynamics of science and research in contemporary societies*, Sage, Londres
- Gingras Yves, 1991, "L'institutionnalisation de la science en milieu universitaire et ses effets", *Sociologie et Société*, vol 23, pp.41-54
- Godin Benoît, 1998, « Writing performative history : the new new atlantis », *Social Studies of Science*, 28 (3), pp.465-483.
- Godin Benoît et Gingras Yves, 2000, « Impact de la recherche en collaboration et rôle des universités dans la production des connaissances », *Sciences de la société*, n°49, pp.11-26.
- Grelon André, 1988, "Les écoles d'ingénieurs et la recherche industrielle", *Culture technique*, n° 18, pp. 232-238.
- Grelon André, 1989, "Les universités et la formation des ingénieurs en France (1870-1914)", *Formation et emploi*, n°27-28.
- Grelon André et Birck Françoise, *Des ingénieurs pour la lorraine. XIXe - XXe siècles*, ed. Serpenoise, Metz
- Grossetti Michel (dir.), *Université et territoire, un système local d'enseignement supérieur, Toulouse et Midi-Pyrénées*, Presses universitaires du Mirail, coll. "Villes et territoires", 1994.
- Grossetti Michel, 1995, *Science, industrie et territoire*, Presses universitaires du Mirail, Toulouse
- Grossetti Michel, 1993, "les débuts de l'informatique et de l'automatique dans les universités de Grenoble, Toulouse et Nancy", communication pour le 3e colloque d'histoire de l'informatique, Sophia-Antipolis, 13-15 octobre 1993
- Grossetti Michel et Mounier-Kuhn Pierre, 1995, "les débuts de l'informatique dans les universités - un moment de la différenciation des pôles scientifiques français", *Revue Française de Sociologie*, XXXVI, n°2, pp.295-324.
- Grossetti Michel, Grelon André, Birck Françoise, Déré Anne-Claire, Detrez Claude, Emptoz Gérard, Idrac Michel, Laurens Jean-Paul, Mounier-Kuhn Pierre-Eric., Milard Béatrice, Canévet Jean-Claude, Marseille Chistine, Spiesser Michel, "Villes et institutions scientifiques", rapport pour le PIR-VILLES, CNRS, juin 1996, 350p.

- Grossetti Michel et Detrez Claude, 2000, "Sciences d'ingénieurs et sciences pour l'ingénieur. L'exemple du génie chimique", *Sciences de la société*, n°49, pp.63-85
- Kuntzmann Jean, 1992, "Naissance et jeunesse de l'IMAG", IMAG, Grenoble
- Lecuyer Christophe., 1992, "the making of a science-based technological university : Karl Compton, James Kilian and the Reform of M.I.T., 1930-1957", *Historical studies in physical sciences*, n°23, 1.
- Merton Robert K., 1938, "Motive forces of the new science", chapitre 5 de *Science, technology and Society in the Seventeenth-century England*, repris dans le chapitre 11 de Robert K. Merton, 1973, *The sociology of science*, Univ of Chicago Press.
- Merton Robert K., 1942, "Science and technology in a democratic order", *Journal of legal and political sociology* (repris dans Merton, 1973)
- Merton Robert K., 1973, *The sociology of science*, Univ of Chicago Press.
- Mounier-Kuhn Pierre-Eric., 1987 "Le comité national et l'émergence de nouvelles disciplines au CNRS : le cas de l'informatique 1946-1976", Mémoire de DEA, Centre « science, technologie et société », CNAM, Paris.
- Mounier-Kuhn Pierre-Eric, "Notice biographique d'Alexius Hocquenghem", *Cahiers d'Histoire du CNAM*, n°6
- Mounier-Kuhn Pierre-Eric, 1996, "Un programme national : la mécanique des fluides", in Grossetti *et alii*, "villes et institutions scientifiques", rapport pour le PIR-VILLES, cnrs, juin 1996
- Mustar Philippe, 1995, *Science et innovation - annuaire raisonné de la création d'entreprises par les chercheurs*, Economica
- Ndiaye Pape, 1996, "Du nylon et des bombes. Du Pont de Nemours, le marché et l'Etat, 1910-1960", thèse d'histoire, EHESS.
- Nowotny Helga, Scott Peter, and Gibbons Michael, 2001, *Re-thinking science : knowledge and the public in an age of uncertainty*, Londres, Polity Press.
- Paul H.P., 1980, "Apollo courts the Vulcains - The applied science institutes in nineteenth century french science faculties" in C. Fox et G. Weisz, *The organization of Science and technology in France, 1808-1914*, MSH, pp.155-182.
- Pestre Dominique, 1990, "Louis néel, le magnétisme et grenoble. Récit de la création d'un empire physicien dans la province française, 1940-1965", *Cahiers pour l'histoire du CNRS*, n°8, 1990, éditions du cnrs
- Pestre Dominique, 1997, "La production des savoirs entre académies et marché. Une relecture historique du livre "the new production of knowledge" édité par M. Gibbons", *Revue d'économie industrielle*, n°79, pp.163-174.
- Picard Jean-François, 1990, *La république des savants. la recherche française et le CNRS*, Flammarion.
- Piret Edgar L., 1951, "Qu'est-ce que le génie chimique ?", *chimie et industrie*, vol 66, n°2
- Ramunni Girolamo, 1995, *Les sciences pour l'ingénieur. Histoire du rendez-vous des sciences et de la société*, Paris, Editions du CNRS
- Rowland, Henry Augustus. "A Plea for Pure Science." *Proceedings of the American Association for the Advancement of Science* 32 (1883): 105-126. Also in *Science* 2 (1883): 242-250 Schaffer W. (ed), 1983, *Finalization in science. The social orientation of scientific progress*, Dordrecht, Reidel
- Shinn Terry, "Hiérarchie des chercheurs et formes des recherches", *Actes de la recherche en sciences sociales*, 74, 1988, pp. 2-22.
- Shinn Terry, 1998, "The impact of research and education on industry. A comparative analysis of the relationship of education and research systems to industrial progress in six countries", *Industry and higher education*, October 1998, pp.270-289
- Shinn Terry, 1999, "Change or mutation ? Reflections on the foundations of contemporary science", *Social Sciences Information*, Sage, Londres, 38 (1), pp. 149-176
- Shinn Terry, 2000, « Formes de division du travail scientifique et convergence intellectuelle. La recherche technico-instrumentale », *Revue Française de Sociologie*, Vol.41, n°3, pp.447-473
- Shinn Terry, 2001, « Strange cooperations : the U.S. research-technology perspective », in Joerges Bernward et Shinn Terry, 2001, « Instrumentation between Science, State and Industry », Kluwer academic publishers, Dordrecht/Boston/Londres
- Weingart P., 1997, "From "finalization" to "mode 2" : old wine in new bottles ?", *Social science information*, Sage, Londres, 36(4), pp.591-613