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

Michel Grossetti, Claude Detrez

▶ **To cite this version:**

Michel Grossetti, Claude Detrez. Le génie chimique en France : la difficile genèse d'une science appliquée.. EASST'98 general conference, 1998, Inconnue, France. halshs-00476382

HAL Id: halshs-00476382
https://shs.hal.science/halshs-00476382

Submitted on 26 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.

Claude Detrez

Ecole des Mines

Route de Teillet

81013 Albi CT Cedex 09

Tel. : 33 (0)5 63 49 31 64

Fax : 33 (0)5 63 49 30 99

E-mail: detrez@enstimac.fr

Michel Grossetti

Centre d'étude des rationalités et des savoirs (Cers)

Universite de Toulouse le Mirail

5, allees Antonio Machado

31058 Toulouse Cedex

tel : 33 (0)5 61 50 36 69

fax : 33 (0)5 61 50 49 61

E-mail : Michel.Grossetti@univ-tlse2.fr

paper for EASST'98 general conference, Oct. 1-4, 1998 (version française)

How to import a science : the beginning of chemical engineering in France

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 une 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 dé-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'ingenieur, 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 œuvre et à l'optimisation des procédés*

de tranformation 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 réthorique 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 situtation 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 une 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 devrons 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

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 pasé 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.

2. Le chemical engineering ou la grammaire des procédés

La chimie est probablement le premier domaine scientifique où la recherche et les applications industrielles se sont trouvées associées étroitement. Il n'est donc pas surprenant que dans la plupart des départements d'enseignement de la chimie figurent dès le départ des cours de "chimie industrielle" ou "chimie appliquée" dont l'objet est de présenter les multiples procédés permettant de produire industriellement tel ou tel composé. Brevetés ou non, ces procédés, qui portent souvent le nom de leur inventeur, résolvent au cas par cas les problèmes d'industrialisation. Considérés comme une application de la chimie, ils sont répertoriés par secteurs d'activité et types de produits. Il suffit de parcourir un numéro d'avant guerre de la revue française *Chimie et industrie* pour se faire une idée de ce genre d'inventaire allant de la métallurgie à la boulangerie ou la laiterie en passant par les chaux et les ciments, les colorants, la céramique, les caoutchoucs et succédanés, etc.

L'idée de base du génie chimique, autour de laquelle s'est élaborée la doctrine de la discipline, est que l'on peut déceler dans ces multiples procédés différents un certain nombre d'opérations élémentaires ("unit operations"), indépendantes 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'electrolyse font partie de ces opérations. 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 production à l'échelle industrielle.

Dans une conférence faite en 1951 devant la Société de Chimie Industrielle, Barnett J. Dodge, professeur de chemical engineering à Yale s'essaie à un rapide historique de sa discipline. Si le terme de "chemical engineering" lui semble avoir été utilisé dès la fin du siècle dernier dans certaines universités américaines (Dodge signale qu'un cours portant cette désignation était professé au M.I.T. en 1888[2]), le premier manuel comportant selon Dodge "le germe du concept d'"unit operation"" est le *Handbook of chemical engineering*, publié en 1901 par un ingénieur anglais Georges E. Davis à partir conférences faites à Manchester en 1888[3]. La création en 1908 de l'"American institute of chemical engineers", qui comprend au départ seulement quarante membres, correspond au projet de fonder une cinquième branche de l'engineering aux côtés des génies civil, mécanique, électrique, minier et métallurgique (les deux derniers étant associés) : "*Dans cette association du Génie chimique aux autres branches plus anciennes et mieux connues de la profession d'ingénieur, vous déduirez justement qu'aux Etats-Unis, le Génie chimique est presqu'unanimement considéré comme une branche de la profession à égalité avec les autres branches principales. Bien qu'il ait été développé à partir de la chimie et que dans ses premiers jours l'enseignement du Génie chimique ait été généralement placé sous l'égide de la section (department) de chimie, cela n'est plus vrai dans la plupart de nos écoles. Aujourd'hui, presque sans exception, le département du Génie Chimique est organisé dans des écoles d'ingénieurs*

conjointement avec les départements de mécanique, d'électricité, plutôt que dans les Facultés des Sciences avec la chimie, la physique, les mathématiques, etc." (p.704-705).

Dans la plupart des textes évoquant l'histoire du génie chimique, la première définition des opérations unitaires est attribuée à l'ingénieur américain A.D. Little dans un texte de 1915 à l'occasion d'un rapport au président du MIT. Un ouvrage de Walker, Lewis et Mac Adam (tous enseignants au MIT) paru en 1923, et intitulé "Principles of Chemical Engineering" donne le cadre général nouvelle discipline. L'AIChE (American Institute of Chemical Engineers) se développe contre l'ACS (American Chemical Society) qui en reste à la notion de chimie industrielle : "*Le terme "chimie industrielle" a été, à une certaine époque, largement utilisé aux Etats-Unis pour désigner l'ensemble des enseignements destinés à former le type d'homme qui aurait à appliquer la chimie dans l'industrie. On l'appelait un "chimiste industriel". Cela est probablement dû au fait que ces enseignements se sont développés sous la responsabilité des départements de chimie. De nos jours, l'expression "Chimie industrielle" est encore utilisée aux Etats-Unis, mais elle a perdu beaucoup de son sens et a été largement supplantée par l'expression "génie chimique"*"" (Dodge, p.705). Dans un texte de la même année, Edgar L. Piret signale que l'on formait depuis le début des années quarante aux Etats-Unis autant d'ingénieurs du génie chimique que de chimistes (le chimiste américain étant celui "*qui reçoit un enseignement sensiblement analogue à celui de l'ingénieur chimiste français traditionnel, c'est-à-dire qui est habitué surtout au travail de laboratoire*") (p.192). Les partisans du génie chimique le définissent donc comme une science de l'ingénieur portant sur la conception de dispositifs industriels de réalisation des procédés chimiques, ayant son propre corpus de connaissances (les opérations unitaires) et nécessitant un apprentissage des appareillages industriels.

Il semble que jusqu'à la seconde guerre mondiale, on n'observe pas en Europe de développement correspondant. Même en Grande-Bretagne, patrie de certains des précurseurs, le chemical engineering, pourtant doté aussi d'une association, l'Institution of Chemical Engineers (IChemE) qui s'oppose à la Society of Chemical Industry (SCI), il ne semble pas que la discipline ait connu un grand essor. Selon Joseph Cathala, fondateur de l'Institut de Génie Chimique de Toulouse, qui a passé la guerre en Grande Bretagne : "*A l'exception de l'Imperial College à Londres et surtout de l'Université de Leeds, on peut dire que l'enseignement du Génie Chimique ne s'est introduit sous une forme distincte que depuis 1936. Pour certaines universités, c'est la pression de la guerre qui a imposé l'enseignement de cette discipline. Il est actuellement donné à Londres (Imperial College of Technology et University College), à Manchester, à Birmingham, à Leeds, à Glasgow et également à Treforest, dans une école des mines dépendant de l'Université du Pays de Galles. Nous avons pu l'été dernier, visiter ces divers centres d'enseignement et nous rendre compte, que si les Universités Britanniques disposent du personnel et des cadres spécialisés necessaires à l'enseignement du Génie Chimique, toutes manquent à peu près complètement des installations semi-industrielles indispensables à l'étude réelle des "opérations fondamentales" et à la formation des ingénieurs qui doivent les pratiquer*" ("demande de création d'une école nationale supérieure du génie chimique", 8 février 1947). Cette analyse est confirmée par la nomination par le Department of Scientific and Industrial Research, en avril 1949 d'une commission d'enquête sur "*l'insuffisance des recherches sur le Génie Chimique en Grande Bretagne*" (Marle, 1952, p.98).

En Belgique, une commission d'étude pour l'enseignement professionnel et technique dans l'industrie chimique est créée en décembre 1945 par la Fédération des industries chimiques de Belgique. En 1947, la commission remet au Ministère un rapport qui "*met l'accent sur la nécessité de supprimer une grande partie des cours descriptifs et encyclopédiques de chimie industrielle, pour les remplacer par ce qu'on appelle en France le "génie chimique" et en Amérique, "the unit operations of chemical engineering"*"" (Hanus, 1952, p.246).

En Allemagne, les recherches sur les appareillages chimiques étaient très avancées, avec une société savante spécifique, la "Deutsche Gesellschaft für Chemisches Apparatewesen" (DECHEMA) fondée en 1926 par Max Buchner, chimiste et directeur des usines Riedel-de-Haen, à Seelze, près de Hanovre. Buchner est aussi à l'origine de la revue *Die Chemische Fabrik*, fondée en 1927 et devenue par la suite *Chemie-Ingenieur-Technik*. Des chaires d'université sont consacrées aux appareillages chimiques, à l'Ecole technique supérieure de Karlshrue et à Dantzig. Cependant, en 1952, dans un bilan consacré à l'appareillage chimique en Allemagne, O. Fuchs déplore le manque de manuels consacrés à la chimie physique ou aux appareillages et le fait que : "*En Allemagne, probablement plus de la moitié des chimistes destinés à s'engager plus tard dans la carrière industrielle font encore leurs études dans les universités. En général à l'exception de Göttingen, ils y éprouveront des difficultés sérieuses à compléter leurs connaissances du côté technique et à apprendre quelque chose concernant le génie chimique*" (Fuchs, 1952, p.106).

En France, nous verrons que le génie chimique est inconnu avant 1945 et que la question du développement de cette spécialité ne se posera vraiment au niveau national qu'à partir de 1950. Les européens sont donc au sortir de la guerre tous confrontés à ce qui apparaît comme une spécialité scientifico-technique américaine, jugée unanimement décisive pour le développement des industries chimiques, mais inconnue ou très peu développée dans leurs instituts de recherche ou d'enseignement. Une coordination européenne des efforts des uns et des autres se met progressivement en place. En 1950 une mission de l'Organisation Européenne de Coopération Economique (OECE) est envoyée aux Etats-Unis pour étudier l'appareillage du génie chimique[4]. L'année suivante à Paris, lors du XXIVe congrès de la Société de Chimie Industrielle (SCI) et durant le premier Salon de la Chimie (qui comprend un grand hall du "génie chimique" où sont présentés des appareillages industriels) se tient la première Conférence européenne de génie chimique. Certains des participants se retrouvent l'année suivante en mai, à Francfort sur la Main pour des conférences sur le génie chimique lors du Rassemblement Européen des Arts Chimiques, un grand salon d'exposition d'appareillages chimiques, organisé par la DECHEMA (le dixième salon de ce genre — ACHEMA — pour cette organisation). La résolution est prise à ce moment de constituer une Fédération Européenne de Génie Chimique. Une commission de travail est créée par le Comité européen des arts chimiques (organisateur du rassemblement), avec des représentants de l'Allemagne, la France, la Grande Bretagne et l'Italie. Elle se réunit à Paris en novembre 1952, avec des représentants de la Suisse et de la Belgique, puis à Zurich en mars 1953. L'assemblée constitutive de la nouvelle fédération se réunira le 20 Juin 1953 lors du XXVIe congrès de la SCI à Paris. Il est intéressant de remarquer que si les allemands et les français (la DECHEMA et la SCI) apparaissent comme les piliers de la nouvelle organisation (dans laquelle figurent des organisations espagnoles, belges, portugaises, suisses, finlandaises, hollandaises et hongroise), l'IChemE en est absente. Celle-ci organise les 21, 22 et 23 mars 1955 à Londres, avec la collaboration de l'Agence Européenne de Productivité de l'OECE, une Conférence internationale sur "le rôle et la formation de l'ingénieur de génie chimique en Europe". Deux mois plus tard, du 14 au 22 mai se tient le premier congrès de la Fédération Européenne du Génie Chimique à Francfort sur la Main[5].

Ainsi, en dix ans, entre 1945 et 1955, le génie chimique est devenu familier aux Européens, avec des départements d'enseignement, des associations scientifique et des cohortes d'ingénieurs spécialisés qui commencent à entrer dans les entreprises. Il est intéressant de voir comment cette transformation s'est passée dans le cas de la France, où la chimie industrielle était très puissante. La Société de Chimie Industrielle a dû affronter l'irruption du génie chimique dans le paysage et s'y adapter au point de voir sa revue, *Chimie et Industrie* devenir *Chimie et industrie - Génie Chimique* en 1966, symbolisant le triomphe de la nouvelle spécialité. Nous verrons qu'à la faveur de cet affrontement entre l'ancien et le nouveau, les rapports de forces entre pôles scientifiques français se

sont modifiés. Mais auparavant, il est nécessaire de présenter succinctement la Société de chimie industrielle, et à travers elle le champ de la chimie appliquée en France.

3. La chimie industrielle en France de 1917 à 1950

Dans le numéro de *Chimie et Industrie* de décembre 1953, l'éditorial (non signé mais probablement rédigé par le directeur Jean Gérard) revient sur la fondation de la revue et de la Société de chimie industrielle : "*La première guerre mondiale (...) avait brusquement révélé le retard où se trouvait la France dans certains domaines des industries de la chimie. Ce pays qui, au début du siècle précédent, jouissait d'un incomparable prestige, au point que nous voyons le jeune Liebig venir se perfectionner à Paris — à cette époque La Mecque des chimistes — dans les laboratoires de Thénard et Gay-Lussac, ce pays s'était laissé dangereusement distancer par l'Allemagne. Il en était d'ailleurs de même pour la Grande Bretagne, qui avait été le berceau des colorants organiques de synthèse. Aussi le réveil fut-il rude. L'urgente nécessité de parer aux besoins de la défense du sol national envahi fut un des facteurs décisifs de la réaction française. C'est dans ces circonstances qu'un groupe d'hommes, à la tête desquels il convient de citer Paul Kestner et Jean Gérard, reconnurent la nécessité de créer une Société de Chimie Industrielle, ainsi qu'une revue scientifique, technique et économique, consacrée aux applications de la chimie. C'est en ces termes que le programme de cette Association se trouve esquissé dans une sorte de manifeste signé Albin Haller et publié, en décembre 1917, dans le numéro de lancement de "Chimie et Industrie" — nom que devait porter le nouveau périodique*" (C&I, déc. 1953, p. 1059). Albin Haller, alsacien d'origine, président d'honneur de la nouvelle société avec Henri Le Chatelier, avait été le fondateur en 1889 de l'Institut de chimie de Nancy (voir F. Birck, 1998). Jean Gérard, secrétaire général, né à Nancy avait étudié à la Faculté des sciences de Nancy en 1907. Paul Kestner, président du bureau, né à Mulhouse, y avait fréquenté l'Ecole de chimie avant de diriger les usines Kuhlmann à Lille et un laboratoire à l'Ecole polytechnique de Zurich. Les membres fondateurs forment donc ce que l'on pourrait appeler un réseau de la France de l'Est[6] complété par Camille Matignon, professeur au Collège de France, bourguignon formé à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes et à l'Institut industriel du Nord, rédacteur en chef de la revue jusqu'en 1934.

Chimie et Industrie commence à paraître tous les mois à partir du 1er Juin 1918. Il s'agit d'une publication sur papier glacé comportant des photographies et une pagination importante. On y trouve des articles de fond présentant une technique ou un aspect théorique, un passage en revue systématique de tous les procédés par secteur industriel (colorants, boulangerie, colles, etc.) ainsi que des articles économiques ou juridiques et un suivi de l'activité des diverses sociétés scientifiques consacrées à la chimie. La SCI a des correspondants dans le monde entier (y compris aux Etats-Unis mais il s'agit en général de membres de l'American Chemical Society) qui rédigent de brèves notes d'information. La revue rend compte aussi des congrès de la société, dont le premier se tient en 1920 à Paris. Ces congrès sont des manifestations importantes : le congrès de Barcelone en 1929 rassemble des participants de 20 nations autour d'une centaine de conférences ; l'année suivante à Liège on passe à un millier de participants de 22 nations assistant à 130 conférences ; en 1931 à Paris, 160 communications et 25 nations… La SCI bénéficie manifestement de moyens importants. La Maison de la Chimie, ouverte en 1934, lui donne un cadre imposant.

La revue comprend de très nombreuses contributions d'industriels, les universitaires étant plus rares. Les instituts de chimie provinciaux sont très peu présents[7]. Toutefois, par deux fois le congrès est organisé en province : en 1933 à Lille et en 1938 à Nancy. Parmi les universitaires particpant aux

congrès ou publiant dans la revue on trouve des nancéens (Travers, Seigle), des toulousains (Sabatier et Cathala dans les congrès) et quelques autres (de la faculté des sciences catholique de Lyon, l'EPCI Paris ou la faculté des sciences de Bordeaux). Les instituts de chimie sont peu présents avant les contributions de Joseph Cathala, directeur du laboratoire d'électrochimie de la faculté de Toulouse et d'Alexandre Travers, directeur de l'Ecole Supérieure des Industries Chimiques de Nancy (en 1937 tous les deux).

On ne trouve aucune trace de la notion de génie chimique dans Chimie et Industrie jusqu'au numéro d'Août 1951, dans lequel figure un article important d'Edgar L. Piret, présenté ainsi "Professeur à l'Université du Minesota (…) "Visiting professor" à l'Ecole nationale Supérieure des Industries Chimiques (Faculté des sciences de l'Université de Nancy) et à l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris (Faculté des Sciences de l'Université de Paris), Fulbright Research scholar 1950-1951".

L'article, intitulé "Qu'est-ce que le génie chimique ?", est précédé d'une courte préface de Maurice Letort, directeur de l'ENSIC qui indique que "*Le professeur Edgar L. Piret, (...) a passé, durant l'hiver 1950-1951, plusieurs mois à l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques (...) pour aider au développement de la nouvelle discipline d'inspiration américaine qu'on dénomme le "Génie Chimique". Dans la première des conférences qu'il a données dans cette Ecole, le professeur Piret a défini d'une façon générale le Génie Chimique, ses méthodes et ses buts, en montrant clairement le caractère particulier de cette discipline nouvelle qui, en aucun cas, ne doit être considérée comme une simple addition de la chimie et du génie mécanique. C'est cette conférence que nous avons la bonne fortune de pouvoir publier intégralement ci-desssous.*" (p.189). Dans une section consacrée à l'importance et à la tendance actuelle du génie chimique, Piret montre l'importance de la discipline aux Etats-Unis en termes d'effectifs d'enseignants et d'étudiants et aborde la situation dans les autres pays et en particulier en France : "*cette branche du génie s'est développée surtout aux Etats-Unis, et il est nécessaire de bien réaliser son importance. En Angleterre et récemment en Belgique, certains efforts ont été entrepris pour développer des programmes similaires. En France, les efforts ont été jusqu'à présent presqu'uniquement ceux de Mr Cathala, pionnier français dans ce domaine, dont la persévérance a réussi à créer une première installation à Toulouse. (...) Après des efforts préliminaires qui se poursuivent régulièrement depuis la réforme en 1936, par le professeur Travers, l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques de Nancy s'est intéressée au domaine du Génie Chimique, et elle amorce maintenant un développement beaucoup plus considérable qui, s'il est vigoureusement poursuivi et soutenu, sera une contribution importante et essentielle à l'avenir économique de la France*". Suit la note de bas de page suivante : "*L'auteur signale ici la compréghension et l'effort de M. Gibert et des professeurs de Nancy sous la direction de M. Letort, et de l'administration de la Faculté des Sciences et de l'Université en vue de créer à Nancy un enseignement de génie chimique. Il adresse également ses remerciements à M.G. Chaudron, directeur de l'Ecole Nationale de Chimie de Paris, qui lui a demandé d'exposer les principes du nouvel enseignement devant les professeurs de la Sorbonne et de son Ecole. L'auteur apprécie aussi l'intérêt que porte à ses efforts M. Donzelot, Directeur Général de l'Enseignement Supérieur au Ministère de l'Education Nationale. Ces efforts ont été poursuivis grâce à la nomination de l'auteur comme Fulbright Research Scholar for France 1950-1951, en application et par les fonds du Fulbright Act (Public law 584, 79th Congress) et administré par la commission Franco-Américaine d'Echanges Universitaires.*" (p.193).

A partir ce ce moment, le Génie Chimique devient une préoccupation importante pour la SCI et sa revue. Plusieurs éditoriaux lui sont consacrés (octobre 51, décembre 51, mai 52, etc.), ainsi que d'autres articles, en particulier en Novembre 1951 celui déjà cité de Barnett J. Dodge, Professeur de Chemical Engineering à Yale, "La profession d'ingénieur du génie Chimique. sa conception aux

Etats-Unis", transcription d'une conférence faite de la SCI le 25 mai 1951. Comme Piret, Dodge signale les efforts faits à Toulouse puis à Nancy : "*Cette profession, qui est très importante et très développée aux Etats-Unis, de nos jours, ne l'est pas particulièrement en France et en Europe en général, où elle n'est pas très bien comprise. En France, on commence seulement à la développer dans quelques centres comme Nancy et Toulouse. A Toulouse, c'est déjà une réalité : on est en train de donner un enseignement qui est vraiment le génie chimique, sous l'impulsion de M. le Professeur Cathala. A Nancy, cet enseignement est seulement à l'état de projet*" (p.703).

La SCI organise des conférences sur le Génie Chimique lors du premier Salon de la Chimie et de son XXIVe congrès. Ces conférences constituent la première session du Génie Chimique organisée par le Centre de Perfectionnement Technique, du 22 au 24 Novembre 1951. Les conférenciers viennent pour une bonne part de l'Institut du Génie Chimique de Toulouse (Cathala, Garin, Gardy, Jayles, Leclerc, Laville, Potier, 9 conférences en tout). Gibert de Nancy donne trois conférences. Une autre est faite par Dauphin de l'Institut de chimie de Clermont-Ferrand). Une seconde session est organisée lors du deuxième salon en Juin 1953 avec à nouveau une forte présence des toulousains (Cathala, Jayles, Gardy, Leclerc, Potier, Laville, 9 conférences), Gibert de l'ENSIC, Dauphin (Clermont-Ferrand) et Trotel (Ecole Nationale des Industries Agricoles) (chacun une conférence).

Le génie chimique prenant de plus en plus d'importance dans la revue, celle-ci se dote d'un supplément intitulé *Génie Chimique* en 1955, puis prend le nom de *Chimie et Industrie - Génie Chimique* en 1966.

En quinze ans, la chimie industrielle a du accepter et intégrer la nouvelle spécialité. Si nous revenons sur le tournant de 1951, nous pouvons énumérer les lieux, institutions et acteurs qui semblent en être le cœur.

Il y a tout d'abord Joseph Cathala et l'Institut du Génie Chimique de Toulouse qu'il dirige. C'est apparemment en 1951, le seul centre où s'enseigne et se pratique le génie chimique tel que le conçoivent les américains. Nous trouvons ensuite l'Ecole Nationale des Industries Chimiques de Nancy, qui se lance dans le Génie Chimique sous l'impulsion de son directeur, Maurice Letort, avec l'aide d'un professeur invité, Piret. Celui-ci signale d'action du directeur de l'enseignement supérieur Pierre Donzelot, qui est un ancien directeur de l'école de Nancy. Enfin, l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris est censée elle aussi bénéficier de la venue de Piret, mais cela ne débouche pas sur un développement significatif de la nouvelle discipline dans cette école. Nous devons donc à présent examiner de plus près les protagonistes de ce qui apparaît comme une bifurcation scientifique reconfigurant à la fois les contenu et le paysage institutionnel de ce que l'on appelait alors la chimie industrielle.

4. Le génie chimique nouvelle science : le projet de création de l'Institut de génie chimique de Toulouse

Le 16 janvier 1947 paraît le décret réorganisant les formations d'ingénieurs dépendant du ministère de l'éducation nationale et créant les Ecoles Nationales Supérieures d'ingénieurs (ENSI). Cette nouvelle formule a pour objectif d'unifier sous un même statut les instituts techniques des facultés

des sciences créés selon des logiques diverses entre 1883 et 1939 (Grelon, 1989). Le décret prévoit en particulier de généraliser le recrutement par concours expérimenté depuis 1936 à l'Institut de Chimie de Nancy (le plus ancien des instituts techniques) et de rendre ce concours national. Une procédure est mise en place pour que les instituts puissent accéder à ce nouveau statut qui exige d'eux des conditions spécifiques de niveau d'enseignement, d'organisation, de recrutement. Une commission présidée par A. Landucci examine les caractéristiques des diverses écoles de chimie françaises et conclura en février 1948 que « *les écoles de Nancy et Physique et Chimie de Paris étaient conformes aux critères de la commission, tandis que l'Institut de Chimie de Paris, l'école de Lyon, l'école de Mulhouse pouvaient également être classées comme nationales supérieures, à condition d'apporter quelques modifications de détail* ». À cette première liste a été rajouté Strasbourg qui « *a considérablement modifié son enseignement au cours de l'année 1947, et qui (...) a une position psychologique importante à défendre* »[8]. Finalement à cette liste des écoles de chimie ayant droit au titre d'École Nationale Supérieure il sera aussi rajouté l'Institut d'Electrochimie et d'Electrométallurgie de Grenoble qui forme à une spécialité. Les autres écoles ou instituts non nationalisables devant devenir des instituts spécialisés, régionaux ou même écoles de techniciens selon le niveau estimé par la commission. L'institut de chimie de Toulouse devra attendre de longues années avant de rejoindre le gotha.

L'ambiance est donc plutôt à la sélection qu'à l'ouverture de nouvelles structures. Pourtant, le 8 février 1947, trois semaines seulement apès la parution du décret, Joseph-Marie Cathala, directeur du laboratoire d'électrochimie de Toulouse propose tout simplement à la direction de l'enseignement supérieur la création d'une école nationale supérieure de génie chimique.

Joseph-Marie Cathala

Né le 4 décembre 1892 à Castelnaudary (Aude), huitième d'une famille de 14 enfants, Joseph Cathala est étudiant à la Faculté des sciences de Toulouse à partir de 1909. Il obtient sa licence es sciences physiques en 1911, puis un diplôme d'études supérieures de sciences physiques (mention chimie) en 1913 à la suite d'un travail (hydrogénation catalytique des alcools nitrés) effectué dans le laboratoire de Paul Sabatier. Après quelques mois passés à Marseille sur une bourse d'agrégation, Sabatier lui obtient en février 1914 un poste de préparateur auprès de Camille Matignon, tiulaire de la chaire de chimie minérale du Collège de France. Il travaille avec M. Fréjacques sur la synthèse catalytique de l'ammoniac et avec Matignon en chimie analytique pour la Société norvégienne de l'Azote (dont le laboratoire est dirigé par un français). Ses recherches sont retardées par la guerre (création d'un laboratoire de recherche et d'essais pour la société l'hélice intégrale — hélices d'avions) et par un accident qui le rend 6 mois indisponible (la chimie est plus dangereuse que les mathématiques !), mais il soutient finalement en Juin 1927 son doctorat es sciences physique.

Il part presque immédiatement au Québec, à l'Université Laval, pour y enseigner la chimie minérale et analytique, d'abord en tant que chargé de mission du Ministère de l'Instruction Publique, puis en 1928 sur un poste de professeur. Il racontera après guerre que c'est lors de ce séjour qu'il a l'occasion de « *voir les énormes progrès, presque insoupçonnés encore en Europe, de l'industrie chimique aux Etats-Unis et au Canada* »[9] et de visiter probablement les départements de « chemical engineering » américains. Il dira aussi avoir eu également des « *contacts étroits avec l'expérience pédagogique si intéressante que poursuit la puissante "American Chemical Society" depuis la guerre dans les pays de langue anglaise* », en prônant l'enseignement en chimie de l'atomisme et de la statique chimique[10].

Il rentre en 1930 en France pour être chargé du service de la chaire de chimie de la faculté des sciences de Toulouse. Il succède en 1931 à Sabatier dans la chaire de chimie générale (chaire transformée pendant la guerre en chaire de chimie-physique et électrochimie) de la faculté. Vers 1932, il prend la direction du laboratoire d'électrochimie de l'université, après le départ anticipé à la retraite en 1931 du directeur de ce laboratoire, Giran. Il entreprend alors une transformation importante de ce laboratoire au départ modeste en véritable "usine chimique d'enseignement" dotée d'une matériel performant qu'il présente fièrement lors d'une communication au XVIIe congrès de chimie industrielle à Paris, en 1937 ("La formation technique des candidats-ingénieurs au Laboratoire d'électrochimie de l'Université de Toulouse"). L'équipement du laboratoire est en partie financé par les industriels présents localement : la Société des Produits Azotés et le Service des Poudres.

En 1940, il part à Londres et se voit affecté aux Poudreries Royales (ROF), avec pour mission le développement d'ateliers de production d'acide nitrique et d'oxygène. Il noue à cette occasion des contacts avec des spécialistes du chemical engineering au Royal Technical College de Glasgow et surtout à l'Imperial College of Technology de Londres (Pr D.N. Newitt), ce qui l'amènera à adhérer en 1946 à l'« Institution of Chemical Engineers » (IChemE), l'organisme professionnel de qualification des « chemical engineers », dont il sera par la suite vice-président en 1959, et qui reconnaîtra, pour la première fois hors du Commonwealth, l'Institut de Génie Chimique comme un organisme apte à former des « graduate » en « chemical engineering ».

Les arguments présentés pour la création d'une école de génie chimique

Dans un document accompagnant la demande de création de la nouvelle école, on trouve trois textes qui fournissent l'argumentation de cette proposition. Le premier, intitulé "Le génie chimique et son enseignement" présente le génie chimique tel qu'il est pratiqué et enseigné aux Etats-Unis et en Grande Bretagne selon Cathala. Le second, "Début d'un laboratoire d'électrochimie à l'université de Toulouse" présente l'organisation et l'instrumentation du laboratoire d'électrochimie considéré comme la base d'un laboratoire de génie chimique. Le troisième, "Création à Toulouse d'une école nationale supérieure du génie chimique" est la demande proprement dite. L'examen de ces textes nous permet de saisir l'argumentation et les ressources mobilisées par Cathala tout en soulevant un certain nombre de questions.

Le premier texte commence par l'évocation des deux bombes atomiques lachées par les américains sur le Japon. Pour Cathala il s'agit d'une véritable prouesse industrielle : "*il est clair que la production de la bombe atomique a nécessité autre chose que des connaissances purement théoriques. Nous sommes habitués à progresser par sauts successifs de quelques kilos par jour, puis quelques tonnes : il faut des mois, parfois des années pour vaincre toutes les difficultés successives*". Or, "*fin Mai 1942, on pouvait produire par mois 15 tonnes d'oxyde d'uranium à 1% d'impureté* (…) *Fin juin on produisait déjà une tonne par jour* (…) *A la fin de 1942, on avait réussi à produire artificiellement environ 500 micro-grammes de l'élément plutonium avec une pile à "fission nucléaire"* (…) *La première pile industrielle était construite fin Novembre 1943 (...) On commençait les opérations de séparation du plutonium le 20 décembre 1943. On en avait déjà produit 190 mg le 1er février 1944* (…) *En Aout 1944, les japonais recevaient les bombes qui leur furent fatales*". Cathala est formel : si les américains ont réussi c'est qu'ils disposent de méthodes de travail et de cadres capables de mettre ainsi rapidement au point un procédé à l'échelle industrielle.

Il souligne (non métaphoriquement) alors : "*Le succès de nos alliés est incontestablement dû au fait que depuis plus de 30 ans il s'est créé chez eux une nouvelle discipline chimique, le"Chemical Engineering".*"

On retrouve ici le classique argument de la science comme élément de supériorité militaire, déjà présent dans les revendications des partisans de la création des universités ou dans les projets de développement de la chimie à la fin du siècle précédent.

Suit une définition du "Chemical engineering ou génie chimique" : "*la branche spéciale de la chimie qui a pour objet de concevoir, calculer, dessiner, construire, et faire fonctionner l'appareillage dans lequel on réalisera une réaction chimique quelconque à l'échelle industrielle. A cette discipline particulière, correspond le terme spécifiquement français de "génie chimique" qui doit venir s'ajouter dans l'art de l'ingénieur aux spécialité que nous connaissons déjà avec le Génie Militaire, le Génie Civil ou le Génie Rural. Le Génie chimique constitue réellement une véritable discipline scientifique puisqu'il possède des méthodes originales pour la solution de problèmes qu'il envisage d'un point de vue particulier, bien que certains de ces problèmes puissent appartenir en propre à certains domaines de la physique appliquée.*"

Nous verrons plus loin que la question de la traduction de chemical engineering est importante. En proposant génie chimique, Cathala cherche à imposer un nouveau terme correspondant à une science nouvelle et non la simple reformulation de la chimie industrielle, chasse gardée des nancéens.

Le texte débouche alors sur la présentation du concept d'"Unit process" traduit dans ce texte par Cathala en "opération fondamentale" et par la suite plutôt par "opération unitaire" que Cathala présente ainsi "*toute opération industrielle, quelle que soient les matières premières qu'elle traite, fait passer ces diverses matières par une succession d'opérations distinctes. Ces opérations restent toujours identiques à elles-mêmes dans leur principe si les modalités d'applications varient suivant la nature des produits fabriqués*" (….). Suivent plus loin divers exemples ("*séparation électrique ou magnétique, séparation hydraulique, flottation, décantation, filtration, contrifugation*, (…)"). Cette présentation correspond bien à la définition de l'Unit Operation donnée dans les ouvrages américains, ce qui montre que Cathala connait effectivement ces travaux, même si dans certains textes postérieurs, sa conception des opérations unitaires montre une certaine confusion entre les notions distinctes pour les auteurs américains de Unit Operation (opérations plutôt de type physique) et Unit Process (processus chimiques).

Considérant avoir suffisamment démontré la spécificité du génie chimique comme méthode industrielle et comme domaine de recherche, Cathala attaque la question de la formation avec une partie consacrée à l'enseignement du génie chimique aux etats-Unis et en Grande Bretagne. Premier point, le génie chimique exige des installations à grande échelle, et coûte donc cher : "*c'est grace à leurs ressources financières extrèmement importantes que les Universités américaines ont pu envisager sans méfiance la perspective d'installer des laboratoires de Génie Chimique où l'on puisse travailler à l'échelle semi-industrielle*". Or, "*toutes les Universités américaines d'une certaine importance possèdent à l'heure actuelle un "Department of Chemical engineering" extrèmement bien outillé au point de vue équipement semi-industriel avec les facilités correspondantes d'atelier et de personnel. Les rapports n° 134 et 135 préparés durant leur séjour aux Etats-Unis mar nos collègues et amis de la mission scientifique en Grande Bretagne, Mrs ACAT et MARSZACK donnent sur ce sujet des renseignements extrèmement précieux*". En Grande

Bretagne, la situation est un peu différente parce que les départements manquent souvent de matériel, mais les industriels et le gouvernements font des efforts pour corriger ce point.

L'insistance sur les installations et leur coût prépare l'argument que l'on trouvera dans les textes suivants : à Toulouse il y a déjà tout ce qu'il faut, cela coutera donc moins cher.

Ayant démontré l'importance du génie chimique en général, Cathala présente dans le second texte son laboratoire comme étant particulièrement bien adapté au développement de recherche et d'enseignements dans ce domaine. Il commence par un retour sur les débuts du laboratoire : "*En 1930, lorsque nous avons été appelé à prendre la succession du Professeur Sabatier à Toulouse, nous nous étions rendu compte par un séjour de trois ans au Canada de l'importance que prenait dans l'industrie américaine le Génie Chimique. Nous espérions pouvoir modifier progressivement l'enseignement donné aux candidats au diplôme d'Ingénieur chimiste de l'Université de Toulouse en vue de les initier à cette discipline nouvelle, la transition s'étant révélée impossible, sans heurts, par suite de traditions trop solidement ancrées, nous avons cherché, dans une organisation plus modeste, la liberté d'action nécessaire pour faire la preuve expérimentale de l'intérêt pédagogique du Génie Chimique pour la formation des ingénieurs. Nous avons eu la chance de pouvoir prendre la responsabilité complète de la préparation à un autre diplôme d'Ingénieur délivré par l'Université de Toulouse, le diplôme d'Ingénieur Electrochimiste.*". Une traduction vraisemblable de ce passage est que, succédant à Sabatier, le fondateur de l'Institut de chimie, prix Nobel et patron incontesté de la science toulousaine, Cathala voulait prendre la direction de l'ICT mais en a été écarté (Mignonac en avait alors pris la direction) et a dû se rabattre sur le laboratoire d'électrochimie.

Cathala décrit ensuite sa politique pour l'électrochimie : élévation du niveau en portant la scolarité à deux ans (les élèves sont déjà diplômés, il s'agit d'une formation complémentaire), et surtout recherche de subventions auprès des industriels de la région : "*Des dons matériels extrèmement généreux au début de 1936 nous permettaient d'amorcer la création d'un laboratoire semi-industriel où l'on puisse effectuer des opérations en "semi-grand". Soit que l'on veuille enseigner la pratique des Opérations Fondamentales du Génie Chimique, soit que l'on se préoccupe seulement de perfectionner par des recherches nouvelles la technique de ces opérations, le laboratoire semi-industriel est également indispensable*". Des crédits publics venant compléter ces subventions, "*Nous avons pu ainsi faire construire un atelier disposant d'une surface de travail de plus de 900 mètres carrés. A l'heure actuelle, nous y possédons en ordre de marche un matériel industriel extrêmement important rassemblé spécialement, aussi bien pour l'enseignement du Génie Chimique que pour les recherches particulières à cette discipline scientifique*". Et il conclut : "*Absolument unique en France, notre organisation constitue pour l'industrie chimique une véritable plateforme d'essais pour l'industrialisation d'une réaction chimique quelconque. Cette industrialisation est, par définition, l'objet même du Génie Chimique*.".

Un lecteur de ce rapport pourrait s'étonner que Cathala, qui dirige le laboratoire d'électrochimie depuis 1932 n'ait pas évoqué auparavant ses ambitions en matière de génie chimique. C'est ce qui justifie peut-être le paragraphe suivant : "*Les conditions particulières de notre activité à Toulouse ne nous ont pas permis d'aller aussi vite que nous l'aurions désiré. Nous avons dû procéder très prudemment, sans trop affirmer ni même laisser soupçonner l'importance de la création entreprise : le mot de "Génie Chimique" n'a jamais été prononcé avant 1945.*". Là encore se lit l'existence possible d'un conflit entre Cathala et les chimistes locaux, en particulier Mignonac, successeur de Sabatier à la tête de l'ICT. Il est très possible aussi que le mot "génie chimique" n'ait pas été prononcé avant 1945 parce que Cathala, bien que convaincu de la nécessité d'une pédagogie à échelle quasi-réelle, n'avait pas encore saisi la possibilité de définir une nouvelle discipline à partir

des opérations unitaires, possibilité qu'il a pu entrevoir uniquement lors de son séjour en Grande Bretagne, alors que le chemical engineering a pu se doter d'un corps de doctrine plus formalisé que lorsqu'il était au Québec. On aurait alors affaire à une relecture stratégique de sa propre histoire faisant apparaître très tôt un projet précis qui s'est peut-être formé en plusieurs étapes : d'abord projet pédagogique impliquant une instrumentation particulière, puis projet plus général saisissant l'opportunité de s'appuyer sur la légitimation fournie par le chemical engineering. Dans les deux cas on s'inspire des Etats-Unis, mais au départ il ne s'agit que de moyens pédadogiques alors que par la suite il s'agit d'un projet scientifique d'ensemble.

Le génie chimique est d'une importance capitale pour l'industrie. Il faut le développer en France. Cela coûte cher, mais à Toulouse le matériel du laboratoire d'électrochimie et l'expérience de son directeur permettront d'y parvenir dans de bonnes conditions pourvu que l'administration veuille bien prêter son concours au projet. Il n'y a donc plus qu'à énoncer la conclusion dans le troisième texte en quelques phrases bien soulignées : "*La France ne peut se passer d'avoir une Ecole spécialisée pour la formation d'Ingénieurs du Génie Chimique* (…) *Grace à l'œuvre que nous avons pu mener à bonne fin depuis 1935, le Ministère de l'Education Nationale dispose à Toulouse des éléments matériels essentiels pour la création immédiate de cette école. Pour reconstituer ailleurs ce qui existe à Toulouse, il faut prévoir des dépenses très élevées, de l'ordre de 30 millions de francs au minimum.* (…) *Nous suggérons donc que la création indispensable de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs du génie Chimique se fasse à Toulouse* (…). Il reste toutefois un léger problème : "*Nous devons signaler toutefois, que la présence à Toulouse d'un Institut de Chimie, délivrant un diplôme d'Ingénieur Chimiste soulève un certain nombre de difficultés. Il y aura lieu de se demander s'il faut maintenir suivant la formule actuelle les deux organismes existants, qui n'ont entre eux aucune espèce de liens administratifs ou pédagogiques ou bien s'il faut envisager une refonte complète de tout l'ensemble*". Mais la solution est évidente : "*Pour cette seconde éventualité, nous suggérerions que le diplôme d'Ingénieur Chimiste et le diplôme d'Ingénieur Electrochimiste de l'Université de Toulouse disparaissent l'un et l'autre pour ne laisser finalement qu'un seul diplôme : le diplôme de l'Ecole Nationale Supérieure du Génie Chimique*".

Dans la foulée, le 26 mars, le conseil de l'université demande la transformation du diplôme d'ingénieur électrochimiste de l'Université de Toulouse en diplôme d'ingénieur du génie chimique. La commission des Ecoles Nationales Supérieures[11] refusera la proposition de Cathala pour la création d'une école, mais le diplôme sera bien créé quelques temps après la demande de l'université (la demande est partie le 26.03.47 et l'arrêté ministériel est paru le 17.03.48). Ne baissant pas les bras, les toulousains demandent à deux reprises (25 juin 1948 et 28 janvier 1949) la création d'un Institut de génie chimique de l'Université de Toulouse (statut équivalent à celui de l'institut de chimie), ce qui est décidé par le nouveau directeur de l'enseignement supérieur, Pierre Donzelot, le 11 avril 1949. L'institut sera assimilé aux ENSI en 1953 et deviendra en 1975 l'ENSIGC.

Le projet de Cathala a donc fini par aboutir et assurer au pôle toulousain une place importante dans la carte du génie chimique en France.

Quels sont les ingrédients de ce tournant ? Il y a d'abord les caractéristiques d'une trajectoire individuelle, rare pour un universitaire français de cette époque, par la mobilité géographique et par l'expérience de l'industrie acquise lors des deux guerres. À chaque fois Cathala garde des contacts avec ses anciens employeurs (expert du syndicat des héliciens, puis conseiller des Poudreries Royales britanniques) et conserve les thèmes de ses travaux industriels dans ses recherches à l'université (caractéristiques des bois pour les hélices d'avion, procédés de fabrication ou de

concentration d'acide nitrique, de fabrication d'acide sulfurique). Il constitue ainsi un réseau dont les composantes essentielles sont d'une part les spécialistes anglo-saxons du chemical engineering et d'autre part certains industriels français (en particulier au Service des Poudres[12] et dans l'industrie des produits azotés[13]). Plutôt gaulliste, il a certainement des liens avec les réseaux de la France libre. Par contre il est jusqu'à la guerre un peu marginal dans le système toulousain (cela changera lorsqu'il reviendra en 1946 auréolé de son statut de participant à la victoire) ainsi que dans le milieu de la chimie industrielle universitaire dominé par les nancéens (qui sont eux plutôt de gauche et liés à la résistance intérieure).

Son projet se situe à un moment de reconstruction (donc de relative instabilité) de la société française en général, du système scientifique français (avec en particulier la réforme des ENSI), du système scientifique toulousain (avec le départ à la retraite ou le décès de divers scientifiques — Sabatier meurt en 1941 — qui pour beaucoup étaient en place depuis le début du siècle et avaient assuré la longue transition de l'entre-deux-guerres en l'absence d'une génération perdue par la guerre), et surtout de sa propre trajectoire (il vient de rentrer à Toulouse et doit tout remettre en route). Ses atouts sont bien présentés dans l'argumentation : il est le seul spécialiste du chemical engineering à l'anglo-saxonne en France et il dispose d'une instrumentation performante. Il dispose aussi du soutien de la Faculté des sciences, ce qui n'a pas toujours été le cas.

Le directeur de l'enseignement supérieur Donzelot lui accordera un certain soutien, mais il est probable aussi qu'il contribue à alerter ses amis nancéens sur ses projets[14]. Ne serait-ce que parce qu'il fait expertiser le rapport[15] rédigé par Cathala sur le bilan de l'IGC naissant (24/8/1949) par Maurice Letort, directeur de l'ENSIC. En effet, Pierre Donzelot, formé à Nancy (mathématiques spéciales), a été à partir de 1937 professeur de chimie physique à l'Ecole Supérieure des Industries Chimiques de Nancy, dont il a pris la direction en 1942[16]. L'ESIC, la plus ancienne des écoles de chimie universitaires, la première à avoir recruté sur concours, une des places forte de la chimie industrielle que vient concurrencer le génie chimique. Comment réagit-elle ?

4. La réplique nancéenne : la conversion au génie chimique de l'Ecole nationale supérieure des industries chimiques de Nancy

Donzelot, personnage de la résistance lorraine sera brièvement maire de Nancy à la libération avant de devenir recteur puis directeur de l'enseignement supérieur (il sera par la suite délégué du ministère de l'éducation nationale aux Etats-Unis puis à partir de 1957 directeur des constructions universitaires au moment du lancement des premiers campus français). Sa carrière prenant une tournure plus administrative, il est remplacé en 1946 à la tête de l'ESIC par Maurice Letort, qui sera l'artisan du virage de l'école vers le génie chimique. Letort est un universitaire au parcours plus “continental” que celui de Cathala (ingénieur de l'Institut de chimie de Paris, thèse à la Sorbonne en 1937 après un séjour à Liège, séjours à Prague en 1938 et 1939).

Dans un article de fond (sobrement intitulé "Le génie chimique" le texte est celui d'une conférence inaugurale prononcée le 10 novembre 1960 au centre de perfectionnement en génie chimique à Paris) paru dans *Chimie et industrie* en 1961, Maurice Letort évoque son premier contact avec la notion de chemical engineering : « *Je me souviens fort bien de l'époque où, pour la première fois, j'entendis la locution nouvelle de "Chemical Engineering" qu'on a traduite par "Génie Chimique" plutôt que "Art de l'Ingénieur des Industries Chimiques". C'était pendant l'occupation au début de*

l'année 1943 (...) De fait, ce n'est qu'en 1948, au cours d'un voyage aux Etats-Unis, que j'ai pu me former une opinion claire de ce que représente effectivement le génie chimique. ». Il est clair que la "prise de conscience" est postérieure à celle de Cathala qui demandait dès 1947 un école de génie chimique en donnant toutes les définitions classiques de la discipline.

Le modèle américain

Probablement alerté par Donzelot sur les projets de Cathala, Letort 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 (du 28 août au 25 octobre) pour visiter les principaux départements de « chemical engineering », dont celui du MIT. C'est à l'occasion de ce voyage qu'il rencontrera E.L. Piret, à Minneapolis. Il y retournera en 1951 et en 1953 avant de se tourner vers l'Europe avec Londres en 1953, Birmingham, Delft, Zürich, notamment. Un de ses collaborateurs, P. Le Goff ira pour sa part passer 3 mois aux Etats-Unis et au Canada durant l'hiver 1955-56 afin de développer ensuite à Nancy l'enseignement de génie chimique que R. Gibert aura d'abord initié[17].

À la suite des voyages de M. Letort aux USA, plusieurs enseignants américains viendront faire des cours à l'ENSIC de Nancy mais aussi dans d'autres écoles. C'est d'abord comme nous l'avons vu E.L. Piret (Minnesota University), d'octobre 1950 à avril 1951 qui aidera beaucoup, par ses discussions avec R. Gibert notamment, à la mise en place du nouveau hall de travaux pratiques de génie chimique de l'ENSIC, B.J. Dodge (Yale University, New Haven) en 1951[18], 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.

Les premiers enseignements de génie chimique à Nancy sont mis en place en 1949 par R. Gibert (4,5 heures par semaine en troisième année), avant transformation en 1951 des cours de physique industrielle, professés antérieurement par Arnu, qu'il intègre dans ses propres enseignements. Ses cours concernent essentiellement les échanges thermiques, la circulation des fluides et des opérations unitaires du type distillation, absorption, filtration, flottation, décantation, extraction, évaporation, broyage.

R. Gibert sera titulaire en 1955 de la première chaire de génie chimique en France. Ensuite, P. Le Goff, débutant en 1954 par des enseignements de distillation, reprendra cette charge en 1959, après le départ de R. Gibert. À noter sur le plan pédagogique la mise en place en 1956 d'un projet industriel dans le cadre duquel les élèves avaient à calculer, dimensionner des ateliers industriels pour la fabrication de produits chimiques commandés par une société d'ingéniérie, fictive et « dirigée » par P. Le Goff.

5. La compétition pour l'hégémonie de la "guerre des mots" à la course aux équipements

Les nancéens opèrent donc à partir de 1949 une transformation des enseignements de l'ENSIC pour

former des spécialistes du génie chimique et constituer un pôle important dans ce domaine. La compétition avec Toulouse est alors ouverte et va prendre plusieurs formes. D'abord, Letort va tenter, sans trop de succès d'ailleurs, de contester le fait que le génie chimique constitue véritablement une discipline distincte de la chimie industrielle, pour laquelle l'école de Nancy est un centre très important (Toulouse étant pratiquement inexistant dans le champ de la SCI). Ensuite, les deux pôles vont se livrer à une compétition pour les équipements d'enseignement et de recherche qui rappelle beaucoup celle qui s'est instaurée dans les années 1957-1967 entre les laboratoires de mathématiques appliquées de Grenoble et Toulouse (Grossetti et Mounier-Kuhn, 1995).

La guerre des mots

La traduction du terme "chemical engineering" et du vocabulaire spécifique de la spécialité sont l'occasion de débats dans lesquels la compétition entre les pôles scientifiques se perçoit aisément. C'est vrai par exemple à l'échelle européenne où les allemands chercheront à imposer une définition du génie chimique incluant la construction des matériels, ce qui correspond à la vision de la DECHEMA, mais entre en contradiction avec les conceptions des autres participants. Mais, ce qui nous intéresse ici, c'est la petite guerre à laquelle vont se livrer les nancéens et les toulousains.

Nous avons vu comment Cathala argumente la présentation du génie chimique comme science nouvelle dans sa demande de 1947. Il defendra ce point de vue à plusieurs reprises par la suite, en particulier lors des conférences du centre de perfectionnement technique de 1951 et 1953 : "*nous prétendons que l'ingénieur du génie Chimique doit être un homme nouveau et non simplement un chimiste capable de parler le langage du mécanicien et préparé à lui imposer son point de vue*" (conférence de 1951, p.7). En octobre 1951, Cathala publie dans le numéro inaugural d'une nouvelle revue franco-anglaise éditée à Londres, *Chemical Engineering Science - Génie Chimique*, (n°1, Oct.1951), un article intitulé "Le génie chimique"[19]. L'introduction du terme génie chimique est revendiquée en note de bas de la première page: "*Nous avons été amené à introduire le terme nouveau de GENIE CHIMIQUE pour rendre d'une manière correcte le contenu de CHEMICAL ENGINEERING devenu depuis bientôt trente ans d'un usage courant dans les pays anglo-saxonx et spécialement l'Amérique du Nord*". Le terme revient ensuite 39 fois en majuscules dans l'article, ce qui contribue probablement à renforcer le choix de traduction de Cathala.

Dans le système français de formation des ingénieurs, le terme Génie Chimique demande à être situé. Pour cela, Cathala devra développer une argumentation éthymologique spécifique. Ainsi, dans une conférence faite en 1957 devant la branche Belge de la SCI[20], il revient longuement sur l'éthymologie du mot ingénieur pour renforcer la différence entre l'ingénieur du Génie Chimique et l'ingénieur chimiste : "*L'Engineer est l'homme versé dans l'art d'utiliser l'engin, l'outil ou la machine. (...) le Chemical Engineer doit être capable d'utiliser rationnellement les outils, les divers appareillages indispensables aux fabrications de l'industrie chimique moderne. Il doit être capable de les améliorer, de les créer au besoin. L'Ingénieur du Génie Chimique est donc un technicien essentielllement différent du Chimiste même si en France, celui-ci est appelé Ingénieur-Chimiste. Au XIXe siècle, en français, le terme d'ingénieur est devenu de plus en plus un terme de qualification, un titre devant garantir un certain niveau d'instruction, niveau d'ailleurs indépendant d'une technique particulière, car la notion d'outil a disparu. Ne parle-t-on pas maintenant d'ingénieur de recherches, d'ingénieur d'organisation, etc. ?*" (p.668-669). L'enjeu est de justifier ce qui peut sembler un pléonasme dans l'expression Ingénieur du Génie Chimique, ingénieur et

génie ayant la même racine. Il s'agit donc de dénier aux Ingénieurs-Chimistes la maîtrise des outils, pour les ramener au statut de chimistes de laboratoire, afin de faire de la place pour les spécialistes du génie chimique tel que l'entend Cathala à la suite des américains.

Pour Cathala, il s'agit donc sur tous les fronts de définir un espace nouveau, justifiant des formations et organisations nouvelles. A l'inverse, à Nancy, on recherche plus la continuité.

Le 3 décembre 1947, Letort adresse un courrier au recteur demandant de remplacer sur le diplôme remis aux élèves de l'école qu'il dirige le mot "ingénieur-chimiste" par "Ingénieur des Industries Chimiques", afin de souligner la différence avec les autres écoles de chimie, dont certaines "sont pitoyables". En 1950, dans une allocution pour le centenaire de naissance de Haller[21], Letort explique que les besoins de l'industrie "*exigent de l'ingénieur chimiste moderne une connaissance approfondie de cette discipline nouvelle qui lui est propre, et qu'on appelle maintenant le "Génie Chimique" ou, comme nous le faisons à Nancy, physico-chimie industrielle*" (p. 950). L'année siuvante, lors d'une conférence faite dans le cadre du XXIVe congrès de la SCI à Paris, et publié dans Chimie et Industrie, Letort revient à la charge, après une référence à Cathala, pour indiquer que "*le génie chimique contient une part importante de chimie-physique ..." (p.14) et que la dénomination d'ingénieur du génie chimique "n'est pas heureuse mais elle est commode (...) on a dit que le "génie chimique n'est pas de la chimie", ce qui est vain. La chimie est en effet la science de transformer la nature des corps et l'art d'opérer cette opération avec le meilleur rendement*" (p.15). De la même façon, dans son article de 1961 cité plus haut, Letort regrette qu'"*on"* (Cathala) *ait préféré "génie chimique" à "art de l'ingenieur des industries chimiques*".

En effet les industries chimiques, c'est le territoire de l'ENSIC (Ecole Nationale Supérieure des *Industries Chimiques*), alors que le génie chimique c'est un territoire nouveau donc à prendre, ce que Cathala s'est employé à faire. Dès lors, on comprend qu'après avoir cité la définition de l'American Institute of Chemical Engineers (qu'il traduit ainsi : "*L'art de l'ingénieur, dans l'industrie chimique, c'est l'application des principes des sciences physico-chimiques, ainsi que des sciences économiques et des relations humaines, au développement de procédés par lesquels la matière est traitée en vue de lui faire subir des changements d'état physique, de composition chimique ou de contenu d'énergie*"), il revienne à la charge en trouvant très large cette définition : "*sans vouloir me lancer dans une querelle de mots qui serait assez vaine, je pense qu'il vaut mieux traduire ici "chemical engineering" par "art de l'ingénieur des industries chimiques" comme je l'ai fait*.". Il donne ensuite la version européenne, jugée plus restreinte, à partir d'une réunion tenue en 1955 à Londres sur "le rôle et la formation de l'ingénieur du génie chimique". Ce n'est qu'ensuite qu'il signale que "*Antérieurement à cette réunion de Londres, le professeur Joseph Cathala, Directeur de l'Institut de Génie Chimique de Toulouse avait proposé la définition suivante*". La définition de Cathala est jugée excellente, moyennant un léger ajout. Il ne lui sera plus fait référence ensuite mais la définition de Cathala et l'ajout de Letort sont repris dans le résumé.

Pierre Le Goff, collaborateur de Letort défendra le même point de vue dans une conférence faite le 21 mars 1962 à Mons en Belgique. Il indique que "*ce sont les canadiens de langue française, qui assistaient à cette évolution des méthodes pédagogiques nord-américaines ont alors inventé la locution "Génie Chimique" pour traduire l'expression américaine "Chemical engineering", par analogie avec les autres formes de génie : génie rural, génie civil, génie maritime, génie militaire etc...*" (p.7), ce qui peut être vu comme une façon d'éviter la référence à Cathala. La continuité avec le reste de la chimie est affirmée à nouveau : "*dans le programme que nous appliquons à Nancy, le Génie chimique est essentiellement comme l'application industrielle de la chimie physique*" (p.16).

Dans l'article de *Chemical Engineering Science - Génie Chimique* évoqué plus haut, Cathala écrit au contraire que "*ce serait méconnaître gravement le caractère du génie chimique si on ne le considérait que comme une branche un peu spéciale (et probablement inférieure) de la Physico-Chimie*" (p.5). Remarquons aussi que le terme d'"art", revendiqué par les nancéens est renvoyé au statut de notion pré-scientifique par Cathala. dans le même article : "*à notre avis l'"unit Operation" marque pour l'industrie chimique la rupture complète d'avec les procédés de "l'homme de l'art", il fait rentrer toutes les opérations si complexes des fabrications chimiques dans le cadre solide de la technique scientifique*"(p.4).

Ce débat latent entre les deux groupes, à Toulouse et à Nancy, qui font à peu près la même chose aussi bien au niveau de l'enseignement que de la recherche[22], traduit un double enjeu. Il y a tout d'abord, comme toujours dans la construction d'un nouvel space disciplinaire le débat général entre les tenants de la rupture (ici Toulouse) et ceux de la continuité (Nancy). Il y a aussi plus spécifiquement, un conflit de pouvoir entre un challenger qui a pris l'initiative (Cathala) et entend régner sur le nouvel espace qu'il cherche à circonscrire, et un dominant d'un champ existant (celui de SCI) qui cherche à tirer parti de cet avantage antérieur.

La compétition entre les deux centres provinciaux se traduit aussi par un certain parallélisme dans les équipements d'enseignement et de recherche.

La course à l'équipement

A Nancy, à côté des enseignements théoriques une place importante est prévue pour les travaux pratiques pour lesquels un hall de génie chimique doit être construit : c'est à ce sujet qu'est programmée, dès le 25 avril 1951, une réunion associant P. Donzelot, M. Letort, E.L. Piret, M. Brulfer (industriel, président de l'Association des anciens élèves de l'ESIC, trésorier de la SCI), E. Urion (doyen de la faculté), et le recteur J. Capelle. La réunion qui a finalement lieu le 5 mai est un échec, le doyen Urion souhaitant ce nouveau département dans un institut indépendant.

Le projet ne pourra finalement aboutir, sous la pression de P. Donzelot et M. Letort, que le 13 avril 1953, avec l'attribution par le ministère d'un crédit de 100 millions pour la création de ce département[23] de 1500 m2, sur les terrains de l'ENSIC, et la nomination de P. Le Lec (ENS de mécanique de Nantes) qui fera notamment la conception et se chargera de la réalisation d'une vingtaine de manipulations de travaux pratiques. Il sera fait appel à un bureau d'étude privé, une première en la matière semble-t-il, (la CECA, dont M. Brulfer est le président) qui est agréé par le ministère le 25 avril 1955.

Autrement dit, les nancéens, s'appuyant sur leurs réseaux nationaux, parviennent à rattraper les toulousains dans la course à l'équipement puisque ceux-ci sont engagés au même moment dans un projet d'équipement de grande envergure. En 1951 est signée en effet une convention mettant à disposition gratuitement pendant 20 ans un terrain de 80 000 m2 environ[24] qui fait partie de la Poudrerie Nationale de Toulouse (premier projet d'aménagement en janvier 1952). Situé sur l'île d'Empalot à proximité de la poudrerie et de l'ONIA, ce terrain deviendra la propriété de l'Éducation Nationale en mai 1955 contre une somme de 29 millions versée à la Défense Nationale. Les premiers travaux démarrent en août 1957 et se dérouleront en plusieurs tranches (avec des montants respectifs de 400, 300 et 300 (puis 500) millions de francs pour les trois premières). En septembre

1959 les ateliers d'essais semi-industriels et de constructions mécaniques sont opérationnels à Empalot, l'opération totale de déménagement de l'institut étant prévu à cette époque pour octobre 1961.

L'« entreprise » IGC comportera alors toute une série de bâtiments : une école d'ingénieurs, une école de techniciens, un atelier de constructions mécaniques, un atelier d'essais semi-industriels, des laboratoires de recherche, une « *usine chimique d'enseignement dans laquelle (les) étudiants appliqueront réellement le proverbe "c'est en forgeant qu'on devient forgeron"* », un bâtiment administratif, une cité universitaire pour le personnel (enseignants inclus) et les étudiants.

Dans cette compétition pour les équipements, les deux centres se surveillent mutuellement et s'imitent, aboutissant à une organisation finalement très comparable.

6. Réseaux nationaux et européens contre réseaux anglophones

Les deux centres ont un certain nombre de point communs qui peuvent contribuer à expliquer leur implication dans le développement du génie chimique.

Tout d'abord, on se situe dans les deux cas dans le système universitaire, et plus précisément dans cette partie orientée vers la formation des ingénieurs qui s'est constituée au début du siècle avec les instituts techniques des facultés des sciences. L'école de Nancy est un ancien institut de la Faculté des sciences, le Laboratoire d'électrochimie de Toulouse dépend de la Faculté des sciences et forme des ingénieurs en année complémentaire. Les "grandes écoles" nationales, ne dépendant pas des universités n'ont pas investi dans la nouvelle spécialité au moment de son émergence.

Les deux centres ont eu dans leurs rangs de grandes figures de la chimie du début du siècle, Sabatier à Toulouse, Grignard et Haller à Nancy, tous tournés vers les applications industrielles de leur discipline. Les deux Facultés des sciences comportaient des laboratoires d'électrochimie. Enfin, les deux centres étaient partie prenante de la Société de Chimie Industrielle, principale association professionnelle de chimie appliquée.

Au-delà de ces éléments communs résident un certain nombre de différences.

La première concerne le développement des instituts de chimie. Celui de Nancy, le plus ancien, a le premier pris le virage du recrutement sur concours (en 1936) et de l'élévation du niveau scientifique, alors qu'il semble que l'institut de chimie de Toulouse, malgré un certain développement, ait plus vécu sur les acquis de Sabatier.

Une autre différence importante réside dans le parcours des acteurs individuels impliqués. A Nancy, on a affaire à un ensemble relativement homogène et solidaire d'universitaires impliqués dans un même projet alors qu'à Toulouse, on est plutôt devant l'entreprise d'un individu, d'abord marginal puis en situation plus favorable, qui recrute des collaborateurs pour constituer une équipe à son service.

Liée à la précédente et peut-être la plus importante est la différence dans les réseaux respectifs des nancéens et des toulousains. Les premiers, bien implantés dans la chimie industrielle nationale et dans la SCI, bénéficient de la présence de certains des leurs à des positions de pouvoir au sein des instances nationales : Jean Gérard secrétaire de la SCI ; Pierre Donzelot directeur de l'enseignement supérieur ; Travers, organisateur à Nancy du XVIIIe congrès de la SCI ; Brulfer représentant de l'industrie française à la Conférence Marshall ; etc. A l'inverse, avant la guerre, Cathala n'a de relations qu'avec certains industriels précis, et les toulousains sont peu présents au plan national. Par contre, après son passage en Grande Bretagne, Cathala possède une bonne connaissance du Génie Chimique et des travaux qui sont conduits dans ce cadre et il a de surcroît noué des relations avec les spécialistes anglais du domaine (il sera membre de l'IChemE). Donc en 1947/48, moment clé du basculement vers le génie chimique des centres toulousains et nancéens, les toulousains ont des liens avec des spécialistes anglo-saxons de la discipline, alors que les nancéens bénéficient surtout d'une bonne implantation dans les milieux du pouvoir national, tout en ayant des liens européens dans le cadre de la SCI. Le voyage de Letort aux Etats-Unis et l'arrivée à Nancy de Piret ont pour effet d'étendre le réseau nancéen à certains spécialistes américains.

Comparaison entre Nancy et Toulouse au moment du basculement vers le génie chimique

	Toulouse	Nancy
Organisation et enseignement	1947 : demande de création d'une école	1948 : bourse Piret
	1948 : diplôme	1949 : nouveaux enseignements
		1955 : Chaire de génie chimique de Gibert en 1955
	1949 : institut	1950-51 : matériel
Guerre des mots	Génie Chimique	Art de l'Ingénieur des Industries Chimiques
	Opérations Fondamentales	Opérations unitaires
	Science	Art
Acteurs		
	Cathala + collaborateurs	Donzelot - Letort - Gibert - Le Goff

Réseaux		
Scientifiques	IChemE	SCI puis AICE
politiques	-	Dir. Ens. Sup.; Com. Marshall
Industriels		
	ONIA, poudres	Brulfer UIC

La compétition entre le challenger (Toulouse) et le tenant (Nancy) se solde donc par une sorte de match nul, le premier parvenant à conquérir une place importante dans le nouvel espace disciplinaire, le second évitant d'être écarté de cet espace. Dans cette compétition, la victoire de Cathala dans la "guerre des mots" est certainement très importante : en obtenant à la fois la transformation du titre délivré par l'institution qu'il dirige ("ingénieur electrochimiste" devenant "ingénieur du génie chimique"), et l'acceptation au niveau européen et national du terme "génie chimique", il s'impose et impose son équipe comme référence nationale en la matière tout en définissant un nouvel espace dans lequel les nancéens, devenus alors challengers, vont devoir se situer. Les nancéens conservent tout-de-même une position dominante, partagée avec l'institut toulousain, dont ils contrôlent le développement grâce à leur réseau national (Donzelot demandant à Letort, directeur de l'école de Nancy d'évaluer un rapport de Cathala sur l'institut toulousain).

Conclusion : sciences appliquées et disciplines

Au-delà des remodelages de la carte scientifique française, cette histoire nous éclaire sur quelques uns des processus d'institutionalisation d'une spécialité de science appliquée.

En effet, la chimie industrielle ressemble par bien des points à ce que Gibbons *et alii* décrivent comme le "mode 2" d'organisation des sciences : orientée vers les applications industrielles ; pluridisciplinaire (on y traite de problèmes physiques ou mécaniques pour les matériels de réalisation des procédés chimiques) ; impliquant aussi bien des universitaires que des industriels ; évaluée par ses résultats concrets ; etc. Or voici qu'une partie des spécialistes de ce domaine revendiquent l'existence d'une nouvelle discipline universitaire, certes au sein des départements d'engineering et non dans les départements académiques, avec un corps de concepts et des méthodes spécifiques, un enseignement autonome, donc quelque chose qui se rapproche beaucoup du "mode 1". Ils y parviennent en faisant accepter aux administrations d'Etat et aux industriels que cette nouvelle discipline est plus efficace pour l'industrie que l'ancienne chimie industrielle, parce qu'elle possède un degré supérieur de rationalité, à la fois au niveau de la production de nouveaux savoirs, mais aussi pour ce qui concerne la formation des ingénieurs. Ce succès est d'abord obtenu aux Etats-Unis puis va être transposé aux pays européens, par le biais de politiques de développement économique (Plan Marshall, OECE, etc.) et de réorganisation des institutions

scientifiques. Il est intéressant de noter que c'est précisément après 1945 que cette conversion du "mode 2" au "mode 1" s'opère en Europe. Cela permet de discuter l'hypothèse de de D. Pestre (1997) selon laquelle la fin de la guerre marque le début d'un changement d'organisation de la science au profit d'un "mode 2" structuré par les Etats. L'institutionalisation du Génie Chimique montre que ce changement peut tout-à-fait s'accompagner de la construction d'un nouvel espace académique et universitaire, autrement dit d'une nouvelle discipline.

Enfin, et ceci ne s'applique qu'au cas français, il faut souligner que comme pour l'informatique ou l'automatique (Grossetti, 1995), l'introduction d'une innovation de science appliquée telle que le génie chimique s'est faite d'abord, non dans le cadre des "grandes" écoles d'ingénieurs parisiennes censées être orientées vers les besoins industriels, mais dans des formations d'ingénieurs universitaires, à la foi académiques (les enseignants font de la recherche, ont des chaires universitaires, font des cours en Faculté, etc.) et au contact avec l'industrie (elles forment des ingénieurs). Autrement dit une sorte d'équivalent des départements d'engineering des universités américaines.

Bibliographie

Aubry Jacques, "L'Institut chimique de Nancy et l'Ecole supérieure des industries chimiques de 1887 à 1946", in *Centenaire de l'Icn - Ensic 1887 - 1987*, Institut national polytechnique de Lorraine, Vandoeuvre, 1987.

Ben-David John, *Essays on the social organization and ethos of science*, éditée et préfacée par Gal Freudenthal, University or California Press, 1991

Birck F., 1998, "Des instituts annexes des facultés aux écoles supérieures d'ingénieurs, à propos de trois écoles nancéiennes", in A. Grelon et F. Birck, *Des ingénieurs pour la Lorraine. XIXe - XXe siècles*, ed. Serpenoise, Metz

Cathala J., "L'Institut du Génie Chimique de Toulouse", *Achema-Jahrbuch*, 1959/1961

Cathala J., "Le génie chimique", *Chemical Engineering Science*, n°1, octobre 1951.

Cathala J., "Le Laboratoire d'électrochimie de l'Université de Toulouse", *Science et Industrie*, numéro hors-série : l'Energie Electrique en France, 1935.

Cathala J., 1957, "L'Ingénieur du Génie Chimique et les besoins de l'Industrie", *Belgische Chemische Industrie*, t. XXII, n°6

Cohen W.; Florida R.; Goe R., 1994, "University-laboratory research centers in United States", Conference "University Goals, Institutional Mechanisms and the Industrial Transferability of Research", Stanford University, 18-24 March.

Detrez C., 1998, "L'évolution de l4ecole nationale supérieure de chimie de Nancy vers le génie chimique", in A. Grelon et F. Birck, *Des ingénieurs pour la Lorraine. XIXe - XXe siècles*, ed. Serpenoise, Metz

Dodge B.J., 1951, "La profession d'ingénieur du génie Chimique. Sa conception aux Etats-Unis", *Chimie et Industrie*, vol 66., n°5

Fuchs O., 1952, "L'appareillage chimique en Allemagne", *Chimie et Industrie*, vol. 68, N°1

Gibbons M., et al., 1994, *The new production of knowledge, The dynamics of science and research in contemporary societies*, Sage, Londres

Gingras Y., 1991, "L'institutionnalisation de la science en milieu universitaire et ses effets", *Sociologie et société*, vol 23, pp.41-54

Godin B., 1998, "Writing Performative History : is This the *New Atlantis* ?", Social Studies of Science 28(3)

Grelon André, "Les écoles d'ingénieurs et la recherche industrielle", *Culture technique*, n° 18, 1988, pp. 232-238.

Grelon André, "Les universités et la formation des ingénieurs en France (1870-1914)", *Formation et Emploi*, n°27-28, 1989.

Grelon André. (dir.), *Les ingénieurs de la crise*, EHESS, 1986.

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 M., 1995, *Science, industrie et territoire*, Presses Universitaires du Mirail, Toulouse

Grossetti M., 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 M. 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

Grossetti M., Grelon A., Birck F., Déré A.-C., Detrez C., Emptoz G., Idrac M., Laurens J.-P., Mounier-Kuhn P.-E., Milard E., Canévet J.-C., Marseille C., Spiesser M.,"Villes et Institutions Scientifiques", rapport pour le PIR-VILLES, CNRS, Juin 1996

Hanus A., 1952, "Conception actuelle de la formation des ingénieurs chimistes en Belgique", *Chimie et Industrie*, vol. 68, n°2.

Hetzkowitz H. et Leydesdorff L. (eds), 1997, *Universities and the Global Knowledge Economy. A Triple Helix of University-Industry-Governement Relations*, Pinter, London and Washington

Jaffé A., 1989, "Real effects of academic research", *American Economic review*, 79

Landucci A., "La formation de l'ingénieur-chimiste", Conseil d'Administration de l'UIC, 12/2/1948, *Bulletin des Anciens Elèves ICN-ENSIC*, avril 1948.

Letort M., "Formation de l'ingénieur-chimiste", Congrès National des Ingénieurs de France, Toulouse, 4 juin 1949.

Letort M., 1961, "Le génie chimique", *Chimie et Industrie*, vol 86, n°3, pp.53-63

Mansfield, 1995, "Academic research underlying industrial innovations : sources, characteristics and financing", *Review of economics and statistics*, 77

Marle, 1952, "Une enquête britannique sur le Génie Chimique", *Chimie et Industrie*, Vol.68, n°1

Grossetti M., Grelon A., Birck F., Déré A.-C., Detrez C., Emptoz G., Idrac M., Laurens J.-P., Mounier-Kuhn P.-E., Milard E., Canévet J.-C., Marseille C., Spiesser M., "Villes et Institutions Scientifiques", rapport pour le PIR-VILLES, CNRS, Juin 1996

Mounier-Kuhn P.-E., 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 P.-E., 1996, "Un programme national : la mécanique des fluides", in Grossetti et alii, "Villes et Institutions Scientifiques", rapport pour le PIR-VILLES, CNRS, Juin 1996

Mullins N.C., 1972, "The dévelopment of a Scientific Spéciality : the Phage Group an the Origins of Molecular Biology", *Minerva*, vol.19, pp.52-82

OECE, "Le rôle et la formation des ingénieurs du génie chimique", projet AEP n˚27, Londres, 21-23/3/1955.

Pestre D., 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.

Piret E.L., 1951, "Qu'est-ce que le génie chimique ?", *Chimie et Industrie*, vol 66, n°2

Schäffer W. (ed), 1983, *Finalization in science. The social orientation of scientific progress*, Dordrechet, Reidel

Steinmueller E., 1995, "Basics research and industrial innovation", in Dodgson et Rothwell, *The handbook of Industrial innovation*, Edward Elgar

Weingart P., 1997, "From "finalization" to "mode 2" : old wine in new bottles ?", Social science information, Sage, Londres, 36(4), pp.591-613

Sources

Archives de l'école de chimie de Nancy, courrier d'A. Mauduit.

Archives de l'ENSIC, courrier de M. Letort du 29/11/48 adressé à P. Donzelot, Dr. Ens. Sup.

Archives ENSIC, courrier de M. Letort du 29/11/1948 en réponse à une demande de P. Donzelot du 25/1/1948

Archives ENSIC, courrier du 26/1/1953 de M. Letort adressé au doyen

Archives ESIC, courrier adressé à A. Landucci, 5/9/47

Archives ESIC, courrier de Ch. Courtot au doyen, 26/10/41

Archives ESIC, courrier M. Brulfer du 2/10/1944 adressé à P. Donzelot

Archives ESIC, note interne non signée du 12/8/1942

Archives ESIC, Rapport sur le fonctionnement de l'école en 1942-1943, daté du 20/10/1943

archives IChemE, Rugby, GB, 1946

Archives ICN, divers courriers de la SPCC à A. Travers, datant des années 1934-35-36 portant sur des commandes de produits chimiques pour l'ICN

Chimie et Industrie, 1920 à 1966

Conférence à la Société de Chimie Industrielle, 25 mai 1951, Chimie et Industrie, vol 66, n˚5, novembre 1951

Conférence Inaugurale du Cycle de Perfectionnement en Génie Chimique, M. Letort, 6/3/1961

Cours inaugural de Monsieur le Professeur J. Cathala, *Bulletin de l'Association des Ingénieurs et Elèves de l'Institut de Chimie de Toulouse*, n˚11, juin 1932

Hommage à P. Donzelot, discours de M. Letort, le 7 mai 1966, à l'occasion du 75e anniversaire de la fondation de l'ICN

J. Cathala, "Laboratoire d'Electrochimie", arch. Faculté des Sciences/IGC, tiré à part postérieur à février 1935, p 2

J. Cathala, Publication n˚ 54 du Laboratoire d'Electrochimie,

J. Cathala, Publication n˚52 du laboratoire d'Electrochimie, 1948,

J. Cathala, Rapports des 15/7/1948 et 31/7/1949 sur le fonctionnement des 2 premières années du nouveau diplôme, , transmis le 24/8/1949 à P. Donzelot, Directeur des Enseignements Supérieurs

M. Letort, "rapport moral sur le fonctionnement de l'ENSIC", Archives ENSIC, 1946-1956, 6/3/1956

---

[1] A la fin du siècle dernier, Charles Lauth dénonçait l'absence d'un enseignement supérieur technique en chimie (Grelon, 1989), ce qui lui vaudra de parvenir à fonder l'Ecole de physique et chimie de Paris. Dans les années trente le Minsitère de l'air faisant le contat d'une carence grave dans le domaine de la mécanique des fluides lançait un plan de rattrappage (Mounier-Kuhn, 1996). En 1966 était mis en place le Plan calcul destiné à combler le retard français en matière d'ordinateurs. En 1982, ce sera le tour de l'électronique. Et la liste est loin d'être exhaustive !

[2] Il s'agissait d'un cours en quatre ans débouchant sur un diplôme baptisé "Chemical engineering degree", professé par Lewis M. Norton. D'autres universités ont suivi cet exemple par la suite : University of Pennsylvania et Tulane University.

[3] G.E. Davis a donné douze conférences à la Manchester Technical School en 1887, ces conférences étant publiées en 1888 dans *The Chemical Trade Journal* (Cf. *The Chemical Engineer*, n°455, December, 1988, pp.17-20).

[4] Elle comprend entre autres trois universitaires enseignant le Génie Chimique : Andreasen (Copenhague, Danemark), Terjessen (Trondheim, Norvège) et Kurt G.K. Perters (Vienne, Autriche).

[5] S'est créée depuis la Gesllschaft fur Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (VDI-GVC), qu'on peut traduire par "société pour l'étude des procédés et du génie chimique".

[6] Outre les membres cités, la société comprenait huit membres d'honneur (Adophe Carnot, Joseph Gillet, Léon Lindet, Maurice Prud'homme, Elie Reumaux, Paul Sabatier, Jean-Louis Schloesing et Ernest Solvay) ainsi que six vice-présidents (F. Binder, R.-P. Duchemin, L. Levy, C. Matignon, L.

Pralon et E. Straub). Plus tard, un ingénieur de l'institut de chimie de Nancy, Maurice Deschiens, entrera au bureau de la société et prendra une place centrale dans l'organisation des congrès de la société. La première réunion de la SCI s'est tenue le 14 Avril 1917.

[7] Parmi les universitaires publiant dans la revue figurent entre autres, pour ce qui est des Français, des enseignants de la Faculté catholique de Lyon, de l'Ecole de chimie de Paris (ECP), de l'Ecole de Physique et de Chimie Industrielle de la Ville de Paris (EPCI), de la faculté des sciences de Bordeaux, de l'Ecole de metallurgie de Nancy, et enfin vers la fin des années trente, de l'Ecole supérieure des industries chimiques de Nancy (ESIC). Dans les congrès, les universitaires français présentant des communications sont issus des mêmes organismes et de quelques autres (Ecole de chimie de Mulhouse ; Ecole centrale ; institut de chimie appliquée de Lille ; institut d'électrochimie de Grenoble, Ecole de céramique à Sèvres ; Institut du Pin à Bordeaux ; Conservatoire national des arts et métiers ; Ecole de papéterie, institut technique de Marseille, faculté des sciences de Dijon; Ecole nationale supérieure du pétrole de Strasbourg ; Faculté des sciences de Toulouse ; etc.).

[8] A. Landucci, "La formation de l'ingénieur-chimiste", Conseil d'Administration de l'UIC, 12/2/1948, Bulletin des Anciens Elèves ICN-ENSIC, avril 1948

[9] Note biographique concernant le Professeur J. Cathala, archives IGC, anonyme, rédigée postérieurement à 1959

[10] Cours inaugural de Monsieur le Professeur J. Cathala, Bulletin de l'Association des Ingénieurs et Elèves de l'Institut de Chimie de Toulouse, n°11, juin 1932

[11] Présidée par A. Landucci, ancien élève de l'Ecole de Chimie de Paris et membre du Conseil d'administration de l'Ecole Supérieure des Industries Chimiques de Nancy.

[12] Principalement Fauveau du Laboratoire Central des Poudres. D'autres industriels sont présents dans les réseaux de Cathala : Moreau de l'ONIA, Blanchard de la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine, Bellier de la Société Vieille Montagne, Fréjacques de la Compagnie Alais Froges et Camargues (avec lequel Cathala a des liens familiaux), Monnier des "Charrues Fondeur" (Notice d'information de l'Institut de Génie Chimique, 1949, p. 2 à 7).

[13] il bénéficie là des liens tissés par son prédécesseur à la direction du laboratoire d'électrochimie, Henri Giran. Hughes Gall, une des figures de la Société de Chimie Industrielle et directeur de la SPA à Lannemezan figure comme "membre collaborateur" en 1924 du laboratoire de Giran. M. Gall, Galey et Dourthe (des Forces Motrices de la Garonne), Corcoral J. de la Compagnie Générale Industrielle de Carmaux, Fabaron P. de Mercus Garabet (dans l'ariège), et Houzelot des usines St Gobain (Paris) sont des "membres collaborateurs" du laboratoire pour l'intérêt qu'ils portent à divers titres aux activités du laboratoire de H. Giran. Bulletin de l'Association des Ingénieurs Electrochimistes, N°2, 1924

[14] Il n'est pas impossible que Donzelot et les nancéens aient aussi été alertés sur le génie chimique par Piret qui aurait participé à une commission d'experts envoyés dans le cadre du plan Marshall. Nous n'avons pu vérifier ce point.

[15] courrier de Donzelot du 2/9/49 à Letort

[16] Maurice Letort, "Eloge du recteur Pierre Donzelot", Hommage à Pierre Donzelot, ENSIC, Nancy, 7.05.66.

[17] M. Letort, "rapport moral sur le fonctionnement de l'ENSIC", Archives ENSIC, 1946-1956, 6/3/1956

[18] Conférence à la Société de Chimie Industrielle, 25 mai 1951, Chimie et Industrie, vol 66, n°5, novembre 1951. voir plus haut.

[19] sous-titré "Historique de son développement - Son objet et ses méthodes - Programme de notre revue".

[20] conférence pupliée sous le titre “L’ingénieur du génie chimique et les besoins de l’industrie”, dans *Begische Chemische Industrie*, T.XXII, n°6

[21] Bulletin de la Société Chimique de France, 5e série, t 17, 1950

[22] Il existe toutefois des différences de conception sur certains points. Le terme “unit operation”, traduit par Cathala en “opération fondamentale”, est toujours traduit par “opération unitaire” à Nancy. Mais surtout, dans certains textes, Cathala inclut dans les “opérations fondamentales” aussi bien les “unit operations” (transformations physiques) que les “unit process” (transformations chimiques), là où les nancéens, fidèles en cela aux définitions américaines les plus courantes alors, distinguent soigneusement les deux. En fait, cette distinction n’est pas alors stabilisée et Cathala continuera longtemps de définir l’ensemble des “opérations” comme un tout marqué par des différences de complexité des phénomènes, introduisant le terme de “phénomène d’échange” à une époque. Mais il ne semble pas que ces différences aient été l’objet d’un débat, même implicite, entre les deux centres.

[23] Archives ENSIC, courrier du 26/1/1953 de M. Letort adressé au doyen

[24] J. Cathala, "L'Institut du Génie Chimique de Toulouse", Achema-Jahrbuch 1959/1961