

Formation et emploi des ingénieurs dans quatre régions d'Europe

par Marie de Besses*

En Rhône-Alpes comme dans le Bade-Wurtemberg, la construction de la compétence des ingénieurs intègre des expériences professionnelles, les diplômes délivrés sont immédiatement reconnus par les employeurs et leurs mobilités se jouent en grande part sur les marchés internes d'entreprise. A ce modèle s'opposent la Lombardie et la Catalogne. De plus, l'émergence des dynamiques régionales n'uniformise pas ces situations. On est donc loin d'un espace professionnel des ingénieurs en Europe.

Cet article propose une analyse comparée des relations qui s'établissent entre la formation et l'emploi des ingénieurs, dans quatre régions d'Europe, le Bade-Wurtemberg, la Catalogne, la Lombardie, et Rhône-Alpes¹.

Une présentation rapide des caractéristiques industrielles et sociales de chacune des régions fournit en premier lieu les éléments contextuels nécessaires à l'analyse. L'articulation formation-emploi est alors abordée à trois niveaux. Le premier est celui des normes institutionnelles de formation et de diplôme. Le deuxième est celui des diverses pratiques qui insèrent une part d'expérience dans le cursus de formation, le troisième est celui des itinéraires professionnels des ingénieurs.

* **Marie de Besses** est enseignante-chercheur au Centre universitaire d'éducation et de formation pour adultes et membre associé de l'Institut de recherche sur la production et le développement de Grenoble. Elle travaille en particulier sur les liens entre changements dans l'organisation du travail et l'évolution de l'appareil de formation initiale et continue en utilisant la comparaison internationale. À paraître prochainement dans la revue *Economie et humanisme* : « Emploi féminin et contexte d'action locale. Les cas de la Sicile et de Rhône-Alpes ».

¹ L'auteur rend compte ici en partie d'un travail de recherches mené au sein de l'IREPD entre 1991 et 1992, portant sur le rôle de la formation dans les processus de changement des entreprises dans quatre régions d'Europe.

Chaque région est considérée comme un système « sociétal »² saisi en dynamique, ainsi que dans ses débats. Le parti de s'intéresser à la dimension régionale ne nous a pas détourné de la dimension nationale de l'effet sociétal. Cette dernière est fréquemment retenue dans l'exposé qui suit. En effet, les formes nationales déterminent l'essentiel de la régulation institutionnelle en Catalogne, Lombardie et Rhône-Alpes. L'effet national laisse par contre une certaine place aux spécificités institutionnelles régionales au Bade-Wurtemberg, dans le cadre du système fédéral allemand. L'hypothèse de l'étude est qu'il existe un effet sociétal propre à la région. Celui-ci se révèle pour le moment essentiellement dans les deux autres dimensions de l'articulation formation-emploi qui sont analysées. L'étude montre le rôle croissant des dynamiques locales dans les quatre régions, y compris en Rhône-Alpes, en matière d'institutions.

La présentation des quatre systèmes sociétaux permet de proposer des éléments de réponse à une question fortement débattue. Il s'agit de savoir si les change-

² L'étude se réfère à l'effet « sociétal » (Maurice, Sellier, Silvestre, 1982).

ments et les débats en cours dessinent des convergences. Va-t-on vers un espace professionnel des ingénieurs européens ? Pour répondre à cette question, nous avons repris trois éléments. C'est en premier lieu, celui de la place de l'expérience dans la construction d'une compétence reconnue d'ingénieur. C'est en deuxième lieu, celui de la part respective dans la formation des matières générales d'une part, et des domaines technologiques spécifiques d'autre part. C'est enfin, en troisième lieu, le rôle des dynamiques locales dans la régulation de l'offre de formation.

LE CONTEXTE DANS CHACUNE DES RÉGIONS

Les quatre régions étudiées ont été appelées les « quatre moteurs de l'Europe », en particulier pour leurs performances industrielles dans la décennie quatre-vingt. Dans chacune des régions, celles-ci s'enracinent selon des modalités spécifiques sur l'innovation, la recherche et la formation des ingénieurs.

L'étroite relation université – recherche – industrie propre à toute l'Allemagne remonte au XIX^e siècle (Massit, 1992). Depuis cette époque, la recherche est très développée dans les universités allemandes qui forment les ingénieurs. Plus que dans les autres pays européens, elle a pour mission de répondre à des besoins externes à l'université. Le Bade-Wurtemberg a mis à profit l'autonomie constitutionnelle des *Länder* allemands pour développer, dès 1976, un programme de soutien à l'innovation dans les PMI, par des subventions à l'investissement dans les nouvelles technologies, et en favorisant systématiquement l'accès de ces PMI aux laboratoires et institutions diverses de transfert de technologie implantés dans le *Land* (Massit, 1988 ; Veltz, 1989). Cette particularité s'articule avec une autre : la grande dispersion territoriale des institutions ressources en matière de formation technique supérieure et de transfert technologique (*Ministerium für Wirtschaft Mittelstand und Technologie*, 1990).

La Catalogne a été historiquement la première région industrielle espagnole. Cependant, elle connaît une grande dépendance technologique vis-à-vis de l'étranger. Cette dépendance traditionnelle s'est doublée ces dix dernières années d'une dépendance financière, avec la reprise de nombreuses industries catalanes par des groupes multinationaux (Perrin, 1992 ; Barcelo, 1990). La Catalogne souffre aussi du

centralisme madrilène : 41 % du potentiel privé de recherche est implanté dans la région de Madrid (Castells et Soler i Parellada, 1990). La formation des ingénieurs est fortement concentrée à l'université polytechnique de Barcelone.

Milan est beaucoup plus que la capitale de la Lombardie. C'est la capitale italienne de la technologie, et le principal centre décisionnel de l'économie italienne privée (Banque de France, 1990). La coopération entre le *Politecnico*, université qui forme les ingénieurs, et l'industrie lombarde a une longue histoire : depuis la première centrale thermique européenne en 1882 (Houssel, 1990), en passant par le prix Nobel de chimie en 1963 à G. Natta pour ses recherches sur les polymères développées dans l'entreprise Montecatini (*Politecnico*, 1988).

L'histoire industrielle de Rhône-Alpes renvoie plutôt à des territoires qui ont connu un développement autonome jusqu'aux années cinquante, avec des écoles couplées avec les spécialités industrielles locales : Lyon, Saint-Etienne, Grenoble. Cette dernière agglomération est souvent citée comme un modèle pour la France de relation étroite université-industrie. A la charnière du XIX^e et du XX^e siècle, c'est au sein d'un groupe social très petit que se sont recrutés les acteurs décisionnels de la « houille blanche » : patrons d'industrie, universitaires, ingénieurs (Morsel, Parent, 1991 ; Frappat, 1979). Cette logique de développement local autonome s'est effacée dans la période des « trente glorieuses » au profit d'une forte intégration dans l'espace national. Celle-ci se traduit de diverses manières :

- départ de centres privés de décision vers la région parisienne ;
- installation de grands centres publics de recherche en région lyonnaise et, dans une proportion plus forte, dans la région grenobloise ;
- intégration et mise en conformité de l'existant local de formation d'ingénieurs dans l'espace national ;
- création d'écoles d'ingénieurs impulsées par le gouvernement central.

La région Rhône-Alpes a commencé avant les lois de décentralisation de 1982 et 1983 à se doter d'institutions permettant d'intervenir au niveau régional en matière de recherche et de technologie (Massit, 1988). Cependant, aujourd'hui, malgré les transferts de compétence, les moyens qui relèvent d'une décision régionale restent modestes, en comparaison des financements nationaux.

Tableau 1
Flux de diplômes d'ingénieurs – Population active dans l'industrie

	France	Allemagne	Italie	Espagne
Diplômes d'ingénieurs délivrés par an	20 358	37 300 dont : 12 400 TU* et TH* 24 900 FH*	11 900	12 899 5 171 (ing. sup) 7 728 (ing. tech.)
Population active employée dans l'industrie (millions)	6,5	11,2	6,9	4,1
Nombre d'actifs employés dans l'industrie pour 1 ingénieur diplômé par an	319	360	580	793

* TU : *Technischen Universität*
 * TH : *Technischen Hochschulen*
 * FH : *Fachhochschulen*

Notes :

- 1 – Les informations contenues dans ce tableau n'ont que la valeur d'indications approximatives.
- 2 – Pour la première ligne, les principales raisons de l'inexactitude sont :
 – le champ disciplinaire diffère selon les pays (voir introduction du document) – les chiffres évoluent vite (voir statistiques françaises), à une vitesse qui diffère selon les pays et les filières. Il est regrettable de ne pas disposer de chiffres plus récents ;
 – Italie et France ont pour l'instant un seul standard de diplômes, alors que l'Allemagne et l'Espagne en ont deux. Les ingénieurs techniques espagnols, proches des techniciens supérieurs français, n'ont pas été pris en compte pour le ratio de la 3^e ligne du tableau.
- 3 – La deuxième ligne met en rapport le flux annuel de diplômés avec la population active employée dans l'industrie. Ce rapport indique dans quelle mesure le flux de diplômés ingénieurs offre des ressources pour le renouvellement des savoir-faire scientifiques et techniques dans l'industrie de chacun des pays.
- 4 – Les statistiques de population active sont les données 1992 publiées par EUROSTATS, sauf pour l'Allemagne où nous avons retenu les données 1991 pour rendre homogène toutes les statistiques, qui portent sur les anciens *Länder* de l'Ouest.

Cette rapide évocation du contexte permet de conclure à une assise historique de l'identité régionale au Bade-Wurtemberg, en Catalogne, et en Lombardie, alors que l'histoire récente de Rhône-Alpes montre une assez faible importance des dynamiques régionales et locales.

LA RELATION FORMATION-EMPLOI

FORMES INSTITUTIONNELLES : ÉVOLUTIONS ET DÉBATS ³

La diversité des standards en Espagne et en Allemagne

En Espagne, et en Allemagne, et très récemment en Italie, le terme ingénieur recouvre deux standards de formation et d'emploi, alors qu'il renvoie en France, à une norme unique, et à des formations différenciées.

C'est d'abord en Espagne, en 1957, qu'apparaît un standard « court » en 3 ans. Il s'agit d'une formation

académique, organisée dans les mêmes universités que celle des ingénieurs supérieurs. D'abord appelés *périti* (assistants ingénieurs), les ingénieurs techniques reçoivent légalement ce nom en 1971. L'ingénieur technique espagnol est plus proche du technicien supérieur français que de l'ingénieur (durée de formation, type d'emplois occupés).

Le cadre légal des *Fachhochschulen* (FH) s'établit en Allemagne entre 1968 et 1970, par accord entre les *Länder* et le gouvernement fédéral, et en reprenant un existant antérieur. Il s'agit d'un réseau dense : il y a 31 FH dans le Bade-Wurtemberg. Dans ce *Land*, la formation y dure plus longtemps que dans les autres *Länder*, environ 4,5 ans (la formation en centre est plus longue de deux semestres), comprenant 52 semaines de travail en entreprise. Le Bade-Wurtemberg fait partie des trois *Länder* allemands qui ont décidé officiellement que la recherche faisait partie intégrante de la mission éducative des FH. Ceci s'est concrétisé par la mise en place systématique, avec le soutien du ministère de l'Economie du Bade-Wurtemberg, au début des années quatre-vingt, de centres « *Steinbeis* » à côté des FH. Ce sont des structures associatives de recherche, ayant vocation à s'autofinancer par la prestation de services, de configuration

³ Voir tableau p. 42 et 43.

et d'importance très variables, et qui ont pour mission de s'adresser aux PME, de façon localisée, pour leur fournir conseil, formation et recherche. Il peut y avoir plusieurs centres « *Steinbeis* » associés à une même FH (de Bernardy, Neumann, Winterhalter, DATAR, 1991).

Dans ces deux pays, le standard de formation court alimente majoritairement l'accroissement des effectifs d'ingénieurs formés⁴. Dans chacune des régions, les deux standards de formation que nous avons décrits sont nettement différents en terme de formation. Nous verrons qu'il en est de même pour les autres aspects que nous allons traiter.

Les différenciations à l'intérieur d'un standard unique : le cas français

En France, les débats et les évolutions sur les formations d'ingénieurs peuvent être présentés très schématiquement autour de deux périodes :

- les années cinquante-soixante, avec la mise en place des écoles à préparatoire intégrée (Ecoles nationales d'ingénieurs, Instituts nationaux de sciences appliquées) ;
- les années quatre-vingt et quatre-vingt-dix, avec en particulier le développement des filières universitaires, et les Nouvelles formations d'ingénieurs (NFI) s'inspirant de l'alternance dans les FH allemandes.

⁴ Pour les chiffres dans chacun des pays, se reporter aux tableaux.

Depuis longtemps, en France, les débats articulent constat de pénurie et nécessité de diversification. Au XIX^e siècle, la formation des ingénieurs à l'école des Arts et Métiers devait avoir pour vocation de former les cadres de la production industrielle, ce à quoi ne répondait pas les écoles existantes. Des écoles intégrant le cycle préparatoire se sont ainsi développées entre 1950 et 1970 pour répondre à ces besoins.

Selon leurs concepteurs, les formations différenciées mises en place récemment, NFI, filières universitaires, et nouvelles écoles, doivent permettre aux entreprises de disposer de profils professionnels différenciés pour occuper des fonctions vers lesquelles se dirigent rarement les ingénieurs formés dans les écoles recrutant sur concours (ministère de l'Éducation nationale, 1992). Pour que les étudiants de ces nouvelles formations obtiennent un diplôme d'ingénieur, les cursus ont été conformes aux normes définies par la Commission du titre de l'ingénieur, en particulier 5 ans d'études au minimum.

Le retour périodique de tels débats en France pose question. Est-il révélateur d'une pénurie d'ensemble du nombre d'ingénieurs diplômés, qui se manifesterait par une évasion généralisée des jeunes ingénieurs vers les segments de l'emploi les plus attractifs ? Ou bien signifie-t-il que les segments délaissés ne constituent pas des emplois en cohérence avec le standard des formations d'ingénieurs en France ?

Les milieux professionnels contestent le fonctionnement des formations en Allemagne, Espagne, Italie et France

En Allemagne, les milieux professionnels critiquent l'excessive longueur des cursus universitaires (*Technische Universität-TU*) qui met sur le marché des ingénieurs diplômés, âgés (28,4 ans en moyenne en 1989 - statistiques de la *Westdeutsche Rektorenkonferenz in OCDE*, 1992). Est également dénoncée l'insuffisance de la plate-forme de connaissances générales scientifiques des ingénieurs FH. Cette lacune ne permettrait pas les évolutions ultérieures du champ de compétence de ces ingénieurs (Adler, Dybowski, Schmidt, 1993). Cependant, ces critiques épargnent l'enseignant universitaire allemand. Celui-ci jouit d'un grand prestige auprès des industriels. Ce n'est pas seulement qu'il a reçu la même formation que la grande majorité des cadres dirigeants de l'industrie. C'est aussi qu'il est recruté par son université sur la valeur de son expérience industrielle (d'au

moins plusieurs années). Sa rémunération est fixée librement par l'université. Il est le plus souvent d'origine locale, fait partie du réseau local de cadres dirigeants, au sein duquel il a beaucoup d'influence (DATAR, 1991). Ceci est vrai également dans une certaine mesure pour l'enseignant en FH.

En France, la sélection des élèves ingénieurs par concours à l'issue des classes préparatoires est à la fois admirée et critiquée par les milieux professionnels. A la rentrée 1991, 50 % des étudiants entrent dans les écoles d'ingénieurs par ce mode de recrutement (MEN, 1992). Les élèves ainsi sélectionnés sont

crédités d'une très bonne capacité à l'abstraction, à la fois en terme d'efficacité et de puissance de travail. Mais, selon ces discours, cela ne prédispose pas particulièrement à s'impliquer dans le fonctionnement concret de la production industrielle.

En Espagne, comme en Italie, les milieux industriels critiquent fortement les universitaires qui gèrent les formations d'ingénieurs. Les universités polytechniques qui forment les ingénieurs n'ont pas un statut fondamentalement différent des autres établissements universitaires, et, en particulier, accueillent relativement largement en premier cycle. Dans ce cycle, se

réalise l'essentiel de la sélection, avec des taux d'échec importants. L'organisation de l'ensemble des études permet, comme en Allemagne, des passages à minima, et les études durent, en moyenne, 2 à 3 ans de plus que la durée minimale. Nous avons relevé des termes particulièrement critiques dans les écrits inspirés par les milieux professionnels italiens : « *conception académique de transmission des savoirs* », « *immobilisme qui entretient la carence qualitative de l'offre de formation et la carence quantitative de diplômés* » (Pazzi et Ribolzi, 1991 ; Pastore, 1991). Il faut éclairer les difficultés des enseignants universitaires italiens et espagnols par l'insuffisance notoire des moyens budgétaires qui leur sont accordés. Ces enseignants éprouvent de grandes difficultés à rendre compatibles une mission universitaire d'accueil qui induit l'ouverture, et une exigence rigoureuse de niveau qui se traduit en fin de cursus par un effectif faible de diplômés.

Dynamiques locales et émergence de nouvelles formations d'ingénieurs en Rhône-Alpes

Trois cas en témoignent. Ce sont l'Ecole supérieure de la plasturgie à Oyonnax, l'Ecole supérieure d'ingénieurs d'Annecy, et l'ouverture prochaine de l'Ecole supérieure d'ingénieurs de Valence. Ces trois écoles se mettent en place, d'abord par la volonté des entreprises locales de disposer à proximité d'une ressource en formation et en recherche technologique. Cette volonté est relayée par les collectivités locales, villes, départements, et région.

Dans le cas d'Annecy et de Valence, cette création s'insère dans le développement géographique universitaire, ce qui a permis de mobiliser les financements pour une école publique. Dans le cas d'Oyonnax, c'est une école privée. L'Etat et les collectivités locales contribuent à l'investissement dans la plateforme technologique dont cette école d'ingénieurs fait partie, mais le fonctionnement est assuré par les entreprises.

Ces trois écoles s'écartent du recrutement sur concours. Leurs maquettes pédagogiques conjuguent la réponse aux besoins de qualification des entreprises locales, et la satisfaction aux critères de la Commission du titre d'ingénieur. C'est une logique de proximité et de développement économique endogène qui joue un rôle central dans ces créations.

Cette mise en perspective des formes institutionnelles, des débats, et des évolutions en cours dans les quatre

régions incite à la prudence pour la comparaison des systèmes de formation. Il faut prendre en compte la diversité des standards et des modes de formation. La région peut être un espace pertinent pour cette analyse dans le cas du Bade-Wurtemberg. Par contre, le fait régional n'est qu'émergeant en Rhône-Alpes (Mouy, 1993). Catalogne et Lombardie constituent des cas intermédiaires.

La description de la relation formation-emploi s'attache dans la partie suivante aux diverses pratiques insérant l'expérience professionnelle dans le cursus de formation.

INSERTION DE L'EXPERIENCE DANS LE CURSUS DE FORMATION

Il s'agit là de toutes les pratiques qui mettent en relation directe l'élève ingénieur avec l'exercice du métier au cours de sa formation. Celles-ci peuvent prendre des formes diverses.

Les périodes en entreprise

Dans ce domaine, les FH constituent un archétype qui a acquis une grande notoriété en Europe.

Ce système de formation intègre des périodes importantes en entreprise dans le cursus de formation. Il est un des éléments de l'ensemble des formations en alternance en Allemagne, système qui constitue majoritairement l'enseignement professionnel dans ce pays. De nombreux travaux en ont rendu compte en France (en particulier Möbus et Sevestre, 1991 ; Möbus et Verdier, 1992). Les FH ont inspiré nettement la mise en place des NFI en France à partir de 1990. Ce modèle fait actuellement l'objet d'évolutions.

Pour entrer en FH, en sus de bons résultats scolaires, il faut avoir fait des études secondaires en apprentissage ou, à défaut, avoir travaillé un an en entreprise. Les deux semestres de stages en entreprise s'inscrivent dans une scolarité de 4,5 ans au Bade-Wurtemberg. Ainsi, un diplômé de FH a-t-il en principe travaillé dans une entreprise environ 2 ans, cette expérience étant en étroite articulation avec ses études secondaires et supérieures. Il arrive aujourd'hui de plus en plus fréquemment qu'accèdent à ces écoles des jeunes qui ont fait des études secondaires générales. Ceci renvoie aux débats sur la nécessité d'une meilleure formation générale des étudiants de FH.

Sur ce thème, il est difficile de parler de façon générale des écoles d'ingénieurs de Rhône-Alpes. La configuration minimale se compose d'un stage ouvrier de 1 à 2 mois en première année, d'un stage d'assistant-ingénieur entre la deuxième et la troisième année d'environ 2 mois, et d'un projet en troisième année qui représente 3 à 4 mois de travail, parfois articulé avec le stage de deuxième année. Cependant, aujourd'hui, la majorité des écoles ont des maquettes pédagogiques qui ont évolué, dans lesquelles ces périodes dévolues à l'application sont plus longues, les stages en entreprise pouvant représenter au total jusqu'à 10 mois, et le projet, souvent articulé avec un stage, plus de 6 mois de travail. En Rhône-Alpes, à la différence des trois autres régions, ces périodes en entreprise sont moins localisées. Elles peuvent être liées à des relations entre les laboratoires d'écoles et les entreprises ou centres de recherche, mais elles peuvent provenir également des contacts personnels de l'élève. Dans ce cas, la localisation de la famille de l'élève peut être décisive. Pour ces deux raisons, on trouvera un poids fort de la région parisienne pour les stages.

Les contacts directs que nous avons eu en Lombardie et en Catalogne dans les écoles d'ingénieurs nous ont permis d'observer d'autres pratiques.

L'imbrication études universitaires-vie professionnelle en Catalogne

L'étudiant qui arrive en 5^e année d'étude a pu avoir une expérience professionnelle. Ceci recouvre différentes situations.

D'une part, les études sont organisées en unités de valeur (*credits*) indépendantes, et le passage à minima est une pratique courante. De nombreux étudiants préparant le diplôme d'ingénieur supérieur prennent du retard dans la réussite de leurs *credits* et finissent leurs études en travaillant à temps partiel, voire à temps plein. En Espagne, il n'y a pas de bourses. Certains des emplois occupés par ces jeunes ingénieurs en fin de formation peuvent rentrer dans le cadre de contrats de travail dérogatoires, correspondant aux premières années d'expérience professionnelle.

D'autre part, des ingénieurs techniques en activité organisent leur temps de travail (généralement sans décharge d'heures) pour pouvoir suivre des *credits* dans le cursus d'ingénieur supérieur, et, pour certains, poursuivre jusqu'à l'obtention du diplôme d'ingénieur supérieur.

Les stages des étudiants de FH sont un des éléments qui constituent un tissu dense de relations, essentiellement locales, rapprochant ces écoles et les entreprises. Les enseignants ont tous au moins travaillé 3 ans dans l'industrie. Les spécialités enseignées et les maquettes pédagogiques font l'objet d'une concertation permanente avec les industriels locaux. Les centres *Steinbeis* dédiés au transfert technologique sont une dimension complémentaire de ces relations.

Au Bade-Wurtemberg, la scolarité des ingénieurs formés à l'université (TU) est exclusivement académique, mais un stage d'au moins 6 mois est exigé pour l'obtention du diplôme.

Les formations longues d'ingénieurs en Italie et en Espagne ne comprennent pas de stage, mais un mémoire dont l'importance peut être variable, et qui peut représenter entre 6 mois et un an de travail.

L'enseignant de 4^e ou 5^e année peut donc avoir en face de lui un public composé pour environ la moitié de professionnels.

En Espagne, le diplôme de fin d'étude délivré par l'université ne bénéficie pas d'une reconnaissance professionnelle réglementée. Pour l'obtenir, il faut avoir obtenu tous les *creditos* du cursus, et avoir réalisé et soutenu le mémoire de fin d'étude. Le diplôme de l'université, et donc le mémoire, sont indispensables pour obtenir le diplôme professionnel d'ingénieur. Celui-ci est décerné par l'organisation professionnelle à l'issue d'une procédure d'admission qui nécessite au moins deux années d'expérience. Diplôme professionnel et adhésion sont obligatoires pour exercer de façon indépendante.

Une part des étudiants qui ont obtenu tous les *creditos* du cursus d'ingénieur ne font pas le mémoire, travail qui prend de 6 mois à un an. Il n'y a pas de statistiques disponibles à ce sujet, mais nous avons recueilli des témoignages d'universitaires catalans qui estiment que cet arrêt des études sans mémoire pourrait concerner actuellement environ 15 % des étudiants. Le chiffre des diplômes délivrés minore la contribution réelle de l'université espagnole à la formation des ingénieurs.

Enfin, ce contexte donne une valeur particulière au mémoire. C'est un effort volontaire, souvent réalisé par une personne ayant déjà de l'expérience. Le thème retenu est alors lié à cette expérience. Le travail doit comporter, non seulement l'étude scientifique du problème, mais aussi l'étude de faisabilité économique (marché, prix de revient). Le professeur qui guide ce travail est donc confronté à la résolution de problèmes industriels. Le jury associe fréquemment des professionnels aux enseignants de l'université.

Le pré-recrutement en Lombardie

En Lombardie, les projets de fin d'étude sont fréquemment associés à des pré-recrutements des élèves ingénieurs un an avant la fin de leurs études. L'association des anciens élèves du *Politecnico* de Milan joue un rôle important et actif dans le rapprochement offre-demande d'emploi dans ce cadre de pré-recrutement. Le projet est défini en accord avec les enseignants du *Politecnico* et l'entreprise. Ces pratiques constituent autant de contacts directs entre les enseignants, guides du projet de l'étudiant, et les entreprises qui ont posé l'un de leurs problèmes comme sujet de projet. Cette procédure est particulièrement utilisée par les PMI qui estiment ainsi « gagner du

temps » par rapport à un recrutement après le diplôme. Ceci permet d'une part de repérer à l'œuvre les qualités du jeune ingénieur, et d'autre part, de compléter, par l'expérience, la formation exclusivement académique qu'a reçue l'étudiant. Pour le *Politecnico*, l'implication de l'entreprise est un gage de motivation de l'étudiant et de sérieux du projet.

L'analyse de ces pratiques fournit deux enseignements. Le premier est que le volet « expérimental » est présent dans les formations dans les quatre régions, selon des modalités différentes. Il est très normalisé, développé et intégré au cursus de l'ingénieur FH, moins développé et surtout organisé de façon diverse selon les écoles pour l'ingénieur rhône-alpin. Il constitue un espace de transition entre la formation et l'emploi en Catalogne et Lombardie. Le deuxième enseignement ressort des pratiques dans les FH allemandes, en Catalogne et Lombardie : ce sont des contacts directs entre les enseignants et les entreprises, et donc par nature, des relations localisées. Nous avons vu que ce n'était pas toujours le cas en Rhône-Alpes.

LES ITINÉRAIRES PROFESSIONNELS

Nous dessinerons succinctement quatre archétypes, le cheminement d'élite en Allemagne, en France, et en Italie, l'activité de recherche en France et sa signification en termes d'itinéraire professionnel, le cheminement de l'ingénieur de production FH allemand, et le consultant lombard. Nous préciserons également dans quel espace géographique se jouent ces itinéraires professionnels.

L'élite

En France et en Allemagne, se dégage très nettement, un modèle du cheminement de l'élite (Suleiman, 1979 ; Bauer et Bertin-Mouroit, 1987).

En Allemagne, les ingénieurs universitaires ayant fait une thèse (voir ci-dessous) forment un groupe professionnel extrêmement influent, dans la haute administration, dans les fonctions dirigeantes des grandes entreprises allemandes, et dans la vie politique. Si l'on considère le parcours d'un docteur-ingénieur universitaire, il s'agit d'un cheminement d'excellence qui se déroule sur le long terme. (Massit, 1992 ; Tessaring, 1989 in OCDE 1992).

En France, les grandes écoles qui recrutent sur concours forment un ensemble hiérarchisé de façon historique avec, au sommet, Polytechnique. La réfé-

rence d'excellence de l'espace professionnel des ingénieurs français est une école qui forme les cadres supérieurs des grands corps techniques de l'Etat. Les ingénieurs qui sortent de Polytechnique, et (ou) des écoles d'ingénieurs qui sont des écoles d'application de Polytechnique, commencent leur carrière dans les services de l'Etat, mais vont fréquemment ultérieurement dans les états-majors des grandes entreprises. Ces différents postes sont occupés par des personnes qui ont en commun plus qu'un profil professionnel, une vision de l'impératif industriel bâtie dans les services de l'Etat.

L'Italie, et plus particulièrement la Lombardie, a une version de nature différente du cheminement de l'élite, dont il est rendu compte dans les supports de notoriété édités par le *Politecnico* de Milan (*Politecnico*, 1988). C'est un itinéraire « schumpeterien », passant par une contribution du jeune ingénieur à l'innovation dans un premier temps, débouchant souvent sur la création d'une entreprise dans un deuxième temps. Le succès de ces PMI s'appuie sur un très grand dynamisme, technologique et marchand. Ceci éclaire la vitalité du tissu lombard de PMI.

La recherche en France : un métier ou une initiation à la vie industrielle

L'activité des laboratoires de recherche rattachés aux écoles d'ingénieurs s'est fortement développée en Rhône-Alpes ces dix dernières années. En terme de

formation, ceci s'est traduit par la croissance du nombre des élèves ingénieurs qui font un DEA en double cursus en 5^e année. Ce cursus est largement recommandé par les enseignants aux bons élèves. Certains poursuivent par une thèse. Ce parcours peut aujourd'hui s'inscrire en continuité d'études dans une grande école recrutant sur concours, alors qu'auparavant, l'obtention du diplôme mettait très généralement un point final aux études. Les habilitations de DEA et de formations doctorales, le plus souvent en partenariat inter-écoles, ou écoles-universités scientifiques locales, se développent rapidement. L'activité des laboratoires se réalise en collaboration étroite, assez souvent locale, avec les grands centres de recherche publics et privés, avec les départements recherche-développement des grands groupes industriels privés, ainsi qu'avec de petites sociétés de service spécialisées dans l'innovation (Boisgontier et de Bernardy, 1988), en particulier par le biais de conventions d'accueil pour des étudiants en thèse.

Les filières de formation d'ingénieurs, issus des maîtrises scientifiques et techniques développées dans les universités françaises, sont récentes (à partir de 1974). Leur croissance est forte (+20 % d'entrées en formation entre 1990 et 1991 – MEN, 1992). Leurs débouchés sur les troisièmes cycles et la recherche se développent également, vers le secteur public ou privé ou les carrières universitaires.

Le rapport Decomps (Decomps, 1989) et celui du CADAS (CADAS, 1991, déjà cité) s'accordent pour convenir qu'en sélectionnant « un type particulier d'intelligence et de vertus : don pour le raisonnement déductif et abstrait, rapidité, précocité, capacité de travail et concentration supérieure à la moyenne »... les grandes écoles préparent bien à la recherche et à la réflexion stratégique.

Cependant, l'emploi dans la recherche peut s'inscrire dans deux parcours professionnels différents.

Dans le premier, la recherche est un passage en début de carrière, « une école de formation à la vie industrielle » (Cossalter, 1988). Ceci est confirmé par les statistiques sur l'insertion des ingénieurs (Bouffartigue, 1992). Il peut s'agir d'une carrière au sein d'un grand groupe. Celle-ci se déroule dans l'espace territorial du groupe, y compris à l'étranger, et peut conduire vers les fonctions de direction.

L'autre modèle est une orientation plus durable dans la recherche, et peut se réaliser au sein de structures publiques ou privées (grands groupes industriels) de recherche, ou dans des petites socié-

tés de service dédiées à l'innovation. Ce deuxième modèle peut se conjuguer avec une plus grande stabilité géographique et favorise l'intégration de l'ingénieur dans des réseaux professionnels de connaissance directe.

Nous pouvons rapprocher ce qui se passe en France de ce qui se passe sur ce point au Bade-Wurtemberg et en Lombardie.

Au Bade-Wurtemberg comme dans toute l'Allemagne, il y a longtemps que la recherche est très étroitement articulée avec la vie des entreprises, que cette recherche soit financée par l'Etat fédéral, ou le *Land*, qu'elle se déroule à l'université, dans les FH, ou dans les centres de recherche parapublics. Ceci est particulièrement net au Bade-Wurtemberg. On peut parler d'un système de recherche, tant les relations qui unissent recherche privée et recherche publique sont nombreuses. Par les évolutions en cours, la recherche en Rhône-Alpes se rapproche de ce qui se passe au Bade-Wurtemberg.

En Lombardie, bien que les laboratoires des écoles d'ingénieurs travaillent en relation étroite avec les entreprises, cela ne se concrétise pas habituellement par le recrutement de docteurs ingénieurs dans l'industrie privée. Comme en Espagne, la thèse prépare essentiellement aux carrières universitaires. Cependant, nous avons vu, à propos des cheminements d'élite que la recherche en entreprise peut être une voie pour une carrière promotionnelle dans l'industrie, comme en France. Mais ceci passe par des cheminements plus ouverts, avec davantage de mobilité volontaire. Un des critères de réussite est la création d'entreprise, ou la position professionnelle de cadre dirigeant.

L'ingénieur de production « *Fachhochschulen* »

Les ingénieurs FH sont appréciés par les entreprises industrielles allemandes, car, de l'avis unanime, ils sont directement opérationnels à la fin de leurs études. Ils évoluent plus fréquemment dans les tâches d'encadrement de la production, et les activités connexes à celle-ci. Cependant, à part dans les petites entreprises, l'ingénieur FH allemand accède rarement à des postes de cadre dirigeant. Il gagne nettement moins qu'un ingénieur universitaire au début de sa vie professionnelle (Tessaring, 1989 in OCDE, 1992). Une étude comparative italienne (Pastore, 1991) indique pourtant, qu'autour de 30 ans, la rémunération d'un ingénieur TU et d'un ingénieur FH peuvent être relativement voisines, pour deux

raisons : le premier travaille depuis moins longtemps, et le deuxième a eu beaucoup plus d'opportunités pour progresser rapidement dans des fonctions hiérarchiques d'encadrement de la production. Ceci confirme que la carrière de l'ingénieur TU s'apprécie sur le long terme, à la différence de l'ingénieur FH.

Le consultant lombard

Les formes de l'emploi des ingénieurs en Italie et leurs modes de régulation diffèrent de ce qui se passe dans les trois autres pays européens de notre étude. Dans l'ensemble de l'Italie, 3 ans après l'obtention de leur diplôme, 35,7 % des jeunes ingénieurs sont établis en tant que professionnels indépendants, 28,8 % sont salariés (non-cadres dirigeants), 16,4 % sont cadres dirigeants⁵ (Bussi - statistiques ISTAT - 1989 in OCDE, 1992). Pour la Lombardie, (Ire, 1992), 21,6 % des « *laureati* » en activité sont professionnels indépendants, 52 % sont salariés (non-cadres dirigeants), 19,6 % sont cadres dirigeants⁶. On note qu'en Lombardie, il y a un peu moins d'ingénieurs qui deviennent professionnel indépendant, et un peu plus, qui deviennent cadres dirigeants. Ceci est à rapprocher de la densité du tissu de PME en Lombardie.

Il faut analyser cette situation dans un contexte structurel de pénurie d'ingénieurs, qui caractérise toute l'Italie, et particulièrement la Lombardie. Le statut indépendant convient aux ingénieurs, car il leur assurerait une rémunération meilleure que le statut de salarié. Le recours à un consultant permet aux PMI de bénéficier selon des modalités flexibles des compétences d'un ingénieur dont elles ne souhaitent pas assumer la rémunération à temps plein. Les relations consultants-entreprises sont assez souvent fidélisées⁷.

L'emploi des jeunes ingénieurs est caractérisé par une assez forte mobilité volontaire, à rattacher à ce contexte. La paie du jeune ingénieur est nettement inférieure à celle d'un ingénieur expérimenté, car l'expérience est indispensable pour être qualifié et reconnu comme tel. Le parcours idéal d'un jeune ingénieur est de commencer par travailler dans une entreprise réputée formatrice, avec une rémunération relativement faible, puis de monnayer cette compétence acquise en devenant salarié d'une entreprise plus rémunératrice, ou consultant.

⁵ Les compléments à 100 % de ces pourcentages renvoient à des situations particulières peu significatives pour notre propos.

⁶ *Idem* note 5.

⁷ Il ne s'agit que d'opinions recueillies en Lombardie et non d'informations chiffrées.

La présentation des itinéraires professionnels individuels complète le constat de diversité. En Bade-Wurtemberg, l'espace professionnel des ingénieurs est divisé en deux segments, bien différenciés et dissociés. En Rhône-Alpes, la hiérarchisation des écoles et des diplômés a pour correspondance la polarisation de l'emploi, qui s'établit dès le début de la vie professionnelle. En Lombardie, la divergence des carrières procède de modes concurrentiels, la réussite se traduit par des statuts de responsabilité et d'autonomie (indépendant, cadre dirigeant). La diversité des carrières dans les régions s'enracine sur la diversité des formations ainsi que sur celle des pratiques permettant l'acquisition de compétences par l'expérience. Les formes sociétales de l'emploi des ingénieurs ont aussi un rôle actif dans la structuration de l'appareil de formation. Ce peut être pour en conforter les formes dominantes, en particulier parce que des ingénieurs ayant les diplômes plus renommés ont des positions professionnelles influentes (TU et grandes écoles françaises). Mais on a vu également que les milieux professionnels ont la capacité de susciter des débats et des évolutions du système de formation, comme par exemple, l'accroissement de la formation générale des ingénieurs FH, la mise en place d'une formation courte en Lombardie, ou la création de nouvelles écoles en France selon une logique localisée.

L'approche sociétale et l'attention portée aux différents modes de relations entre la formation et les entreprises nous a permis de montrer qu'il y a autant de systèmes formation-emploi que de régions étudiées. L'analyse d'un élément de chaque système doit nécessairement être conduite au vu de l'ensemble du système. Nous pouvons prendre un exemple qui montre l'intérêt de l'usage d'une approche sociétale. Si l'on observe le caractère académique de la formation des ingénieurs lombards indépendamment du reste, on peut se demander comment des ingénieurs ainsi formés ont pu jouer un rôle décisif dans le dynamisme industriel de cette région. Ceci se comprend si l'on ajoute à cette caractéristique en terme de formation une deuxième, propre à l'emploi, qui est constituée de toutes les pratiques de transition et de mobilité qui permettent au jeune ingénieur d'apprendre par l'expérience dans les premières années de sa vie professionnelle. On pourrait analyser cette réalité en considérant que, puisque le système de formation a un défaut (l'académisme), le système d'emploi y remédie (par une transition). Ayant fait le choix de considérer le système sociétal formation-emploi dans son ensemble, c'est donc uniquement à ce niveau d'ensemble que nous pouvons proposer des appréciations. Le système lombard permet à des PMI de recourir à des ingénieurs, soit par l'embauche

de jeunes, soit par le recours à des consultants, y compris dans un contexte de pénurie. Par contre, le caractère concurrentiel de ces modes d'emploi fragilise ces mêmes PMI, en particulier quand il s'agit de conduire des innovations de produits et de processus.

DIVERSITÉ ET CONVERGENCES

L'approche sociétale nous permet de dégager trois convergences, qui sont en même temps fondatrices de diversité. La première concerne la place de l'expérience dans la construction de la compétence, la deuxième a trait à la dialectique formation générale-formation professionnelle, la troisième, le rôle grandissant des régulations localisées, rapproche Rhône-Alpes des trois autres régions.

LA PLACE DE L'EXPÉRIENCE

Les marchés internes jouent un rôle plus ou moins important selon les régions. Nous faisons l'hypothèse que, dans les quatre régions, le rôle de la carrière en interne en tant que référence et logique d'embauche devrait décroître de façon générale, en raison des stratégies d'externalisation des grands groupes, et plus généralement, de l'incertitude à terme. Il en découlera que l'exigence d'opérationnalité rapide devient première pour l'employeur, quel qu'il soit. Dans ce contexte, l'acquisition de compétences par l'expérience prend une place importante, à côté d'autres critères.

Chaque système sociétal a construit sa réponse à cette exigence. Les différences entre les systèmes sont de deux ordres. Dans certains cas, cette acquisition d'expérience est entièrement intégrée à la formation (cas de l'ingénieur FH), parfois elle est totalement externalisée (cas de l'ingénieur lombard ou catalan), parfois, elle est partiellement intégrée (cas de l'ingénieur français). Le deuxième type de différences porte sur la reconnaissance du diplôme. Ou bien, le diplôme obtenu à l'issue de la formation est reconnu dès le début de la vie professionnelle par les employeurs (cas français et allemand), ou bien, celui-ci n'a pas valeur professionnelle et doit être confirmé par les premières années d'expérience (ingénieur catalan et lombard). Ces différences dessinent deux modèles. D'un côté, il y a les systèmes allemands et français dans lesquels se conjuguent une certaine internalisation de l'expérience (plus ou moins complète selon les cas) et une reconnaissance professionnelle immédiate

du diplôme. D'un autre côté, il y a les systèmes italiens et espagnols dans lesquels se conjuguent l'externalisation de l'expérience, l'absence de reconnaissance du diplôme délivré à l'issue de la formation et un diplôme professionnel post-expérience pour les ingénieurs indépendants.

Cette dualité des modèles permet de comprendre les difficultés du débat sur une norme européenne de diplôme d'ingénieur. Si l'on s'attache à la valeur du diplôme délivré à l'issue de la formation, le débat est insoluble, puisque, dans leur logique d'ensemble, certains systèmes sont alors tronqués de la composante

d'expérience, alors que d'autres ne le sont pas. Enfin l'enjeu du diplôme diffère selon les systèmes. S'agit-il de normaliser des carrières au sein de marchés internes, ou s'agit-il de certifier une qualité pour des marchés externes ? Suivant la réponse à cette question, la solution diffère. La normalisation par la formation conviendrait à la régulation par le marché interne, car il revient à l'entreprise qui emploie d'apprécier la valeur spécifique de l'expérience pour son marché interne. La normalisation externalisant l'expérience conviendrait pour la régulation par le marché externe, dans lequel il revient à l'entreprise qui recrute de s'informer sur la valeur de cette expérience.

Tableau 2
Organisation des études d'ingénieur

	France	Allemagne	Italie	Espagne
Durée des études à partir de la première année d'études supérieures (minimum officiel)	5 ans	TU*, TH = 6 ans FH = 4 ans, mais 4,5 ans dans le Bade-Wurtemberg	<i>Lauréa</i> = 5 ans <i>Lauréa breve</i> 3 ans, mise en place depuis 1992	Ing. sup. ns, 5 ans en Catal. Ing. tech. = 3 ans
Sélection	Accès par CPGE : 50 % environ. Accès sur dossier à l'issue du bac. Accès possible séquentiel sur titres.	TU, TH : <i>Numerus clausus</i> : la sélection se fait sur les notes obtenues en fin de scolarité secondaire et par un système de file d'attente. FH : sélec. sur notes second., et avoir suivi une formation pratique ou un stage	<i>Numerus clausus</i> en cours de généralisation : test d'accès. Essentiel de la sélection en cours d'étude, surtout 1 ^{er} cycle. Environ 1/3 des étudiants obtiennent le diplôme	Réforme en cours qui intègre au secondaire l'année de préparation à la <i>Selectividad</i> . <i>Numerus clausus</i> sur les notes de la <i>Selectividad</i> . Sélection importante en cours d'étude. Environ 50 % des étudiants obtiennent le diplôme
Stages, alternance	Stages intégrés, mais courts (2 à 6 mois)	TU, TH : pas de stage organisé par l'Université, mais 6 mois exigés pour le diplôme FH : 1 an au total de périodes en entreprises	Pas de stage, mais le projet de fin d'étude peut se faire avec une entreprise	Pas de stage, mais le projet de fin d'étude peut se faire avec une entreprise
Spécificités du corps professoral	Essentiellement, enseignants permanents de carrière	Dans les disciplines de sciences de l'ingénieur, tous les enseignants ont travaillé dans l'industrie (en moyenne, 7 ans)	Essentiellement, enseignants permanents de carrière	Essentiellement, enseignants permanents de carrière

Sources statistiques :

France : ministère de l'Éducation nationale, 1993.

Allemagne : Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, 1994.

Italie : 1992 - ISTAT.

Espagne : Ministerio de Educacion y Ciencia, 1992.

* Signification des sigles, tableau 1.

LE DILEMME FORMATION GÉNÉRALE- FORMATION PROFESSIONNELLE

Nous avons évoqué le caractère paradoxal des discours des milieux professionnels sur ce qu'ils attendent des formations d'ingénieur. Les demandes exprimées paraissent antinomiques. L'ingénieur doit être un généraliste, mais aussi un spécialiste, l'homme d'un métier technique, mais aussi un manager, doit commencer sa carrière jeune tout en ayant eu une formation complète, être un concepteur ayant le goût du concret...

Il n'y a pas de réponses possibles en termes de formations initiales monolithiques. Celles-ci résident plutôt dans le développement complémentaire de modes diversifiés de formation au sein de chaque système sociétal, mais aussi de passerelles favorisant la mobilité au sein de cette diversité. C'est donc le système dans son ensemble, constitué de cursus diversifiés,

d'itinéraires de mobilité, mais aussi de passages de la formation à l'emploi, et de l'emploi à la formation, qui dessine les profils professionnels diversifiés dont ont besoin les entreprises. S'inscrivent dans cette logique, les évolutions du système catalan, favorisant les passages d'ingénieur technique à ingénieur supérieur, le développement des formations continues d'ingénieurs en France pour les techniciens supérieurs expérimentés, les débats allemands récents sur la validation des diplômes professionnels à l'université, condition pour aménager le passage d'ingénieur FH à ingénieur TU (Adler, Dybowski et Schmidt, 1993). Chaque système sociétal doit construire sa solution, car celle-ci doit se loger dans l'existant, sans en remettre fondamentalement en cause les caractères dominants (de Besses, 1993).

À titre d'exemple, une telle approche permet de proposer des éléments de réponse au débat français sur

Tableau 3
Articulation formation-emploi et recherche

	France	Allemagne	Italie	Espagne
Correspondance statut, titre, diplôme, classification	Usage du titre libre, usage du diplôme réglementé, vaut qualification. 50 % environ de ceux qui usent du titre n'ont pas le diplôme (ingénieurs reconnus par leurs entreprises)	Le diplôme confère le titre et la qualification. Le Doctorat est le critère social de sélection des cadres dirigeants	Le diplôme de fin d'études n'est pas un titre professionnel. Celui-ci est protégé par la loi et obtenu après un examen d'Etat avec l'ordre professionnel (indispensable pour les professions indépendantes)	Le diplôme de fin d'études n'est pas un titre professionnel. Celui-ci est réglementé par la Constitution. Pour signer un projet, il faut avoir une compétence reconnue et validée par le Collège professionnel de sa spécialité
Débouchés et statut professionnel	Environ 90 % des ingénieurs diplômés deviennent salariés des entreprises privées ou nationalisées	Salariés dans le privé ou le public FH : encadr. prod. TU : rech., puis encadr. sup. ent.	36 % : prof. indép. 16 % : cadres dirigeants 29 % : salariés	Info. recueillies insuffisantes le + souvent salariés des ent.
Mémoire de fin d'études	Le mémoire de dernière année représente 3 à 6 mois de travail	TU, TH : mémoire représentant 2 à 6 mois de travail. Mémoire plus limité pour les FH.	Mémoire de fin d'études (6 mois à 1 an de travail).	Ing. sup. et ing. tech. : projet de fin d'études environ 6 mois.
Doctorat	2 ans après le diplôme	2 à 3 ans après le diplôme	2 à 3 ans après le diplôme	2 à 3 ans après le diplôme
Débouchés du doctorat	Université Recherche publique et privée	Université Recherche publique et privée. Direction ent.	Université Recherche publique	Université Recherche publique

Sources statistiques :

France : ministère de l'Éducation nationale, 1993.

Allemagne : Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, 1994.

Italie : 1992 - ISTAT.

Espagne : Ministerio de Educacion y Ciencia, 1992.

l'ingénieur de production. Il s'agit d'un terme qui peut recouvrir différentes réalités. Ce peut être l'ingénieur qui réalise les études nécessaires à la production industrielle, activité qu'il est possible de confier à un débutant. Ce peut être le chef d'atelier. Celui-ci doit avoir une bonne connaissance concrète de l'activité de production et donc de l'expérience. Ce peut être enfin le directeur de production ou le directeur d'usine. Ce poste est attractif pour un ingénieur confirmé, à la différence du poste de chef d'atelier. Alors que l'ingénieur FH peut devenir chef d'atelier dès le début de sa vie professionnelle, il n'en est pas de même de l'ingénieur français débutant, car l'expérience intégrée à sa formation n'est pas aussi importante. On pourrait concevoir une solution qui consisterait à rajouter quelques mois de stages dans une formation d'ingénieur français pour le préparer à être chef d'atelier très rapidement. Il nous paraît peu probable que cette modification d'un élément du système social soit une solution. En effet, l'explication de la différence tient pour partie à la nature des formations, mais aussi au fait qu'il n'y a pas en France deux standards de formation, et enfin à l'ensemble des formes spécifiques qui régissent la mobilité chez les ingénieurs français. Le système français a construit d'autres solutions. De tels postes constituent des objectifs promotionnels satisfaisants pour des techniciens supérieurs expérimentés, nombreux en France. Ce parcours peut être conforté par un diplôme d'ingénieur obtenu par la voie de la formation continue.

Il nous reste à présenter une troisième convergence qui rapproche Rhône-Alpes de ce qui se passe dans les trois autres régions.

LE DÉVELOPPEMENT DES DYNAMIQUES LOCALES

Pour la mise en œuvre des périodes d'application en entreprise intégrées au cursus de formation, la proximité géographique de l'institution de formation et de l'entreprise facilite les contacts directs entre les trois types d'acteurs concernés, les enseignants, les élèves ingénieurs, et les cadres de l'entreprise. Il en est de même dans les pratiques intermédiaires entre la formation et l'emploi en Catalogne et Lombardie. Ces contacts favorisent la coordination entre les différents modes d'apprentissage. D'autre part, par ce biais, les enseignants ont une connaissance sans cesse actualisée de la façon dont les problèmes techniques de leur spécialité se posent dans les entreprises. Enfin, ceci fournit aux cadres d'entreprise des réseaux relationnels pour le transfert technologique.

La fréquence de ces relations directes, dont l'archétype sont les FH allemandes, favorise les adaptations réciproques du système de formation et des modes de travail dans les entreprises, et donc la plasticité des systèmes sociétaux. Ils constituent une forme privilégiée de la socialisation des activités économiques, bien qu'il ne s'agisse pas de relations marchandes (Dunford, 1992). Ces relations peuvent prendre une forme instituée avec la participation de cadres d'entreprises locales aux instances de concertation influentes en matière de formation. L'école et ses activités de recherche constituent ainsi un élément fondateur d'un système local d'innovation (Bureth et Llerena, 1992), favorisant un développement économique endogène (Marshall, 1900).

La création de nouvelles écoles en Rhône-Alpes selon cette logique localisée se réalise selon une logique de « niches ». Pour que le projet soit porté par les industriels locaux, il doit nécessairement refléter fidèlement leurs besoins en terme d'emploi d'ingénieurs. L'école « localisée » est attractive auprès de futurs élèves, non par son classement dans la hiérarchie nationale des écoles, mais par ses caractéristiques propres. La perspective de faire ses études et travailler « au pays » peut compter dans le choix de l'étudiant. La proximité géographique et relationnelle de l'école avec les milieux professionnels locaux permet d'espérer un emploi dans la région. L'origine du candidat peut être également un critère de recrutement pour les PMI situées hors des zones métropolitaines qui redoutent les départs volontaires. La langue peut constituer un motif d'attachement régional en Catalogne (usage du catalan) et au Bade-Wurtemberg (dialectes locaux), les difficultés économiques de logement dans un contexte d'incertitude peuvent aussi jouer un rôle.

La localisation facilite grandement la mise en œuvre de passerelles entre l'emploi et la formation à travers la formation continue. Celle-ci s'est fortement développée dans les quatre régions (Abattu *et al.*, 1993). Elle est aussi l'occasion de relations directes écoles d'ingénieurs - entreprises.

Ce n'est donc pas fortuit si la région Rhône-Alpes connaît maintenant, après une période de déshérence, des dynamiques locales qui débouchent sur de nouvelles écoles d'ingénieurs. Cette évolution constitue une forme de convergence avec les trois autres régions, mais, plus largement, s'inscrit dans une évolution, la nécessité d'une plus grande proximité entre la vie professionnelle et la formation, proximité qui ne signifie pas adéquation, mais mise en relation interactive.

* *
*

Cette recherche met en lumière tout d'abord une grande diversité des systèmes sociétaux. Nous avons pu ramener cette diversité à deux modèles. Dans le premier, que nous appellerons modèle régulé, les diplômes délivrés à l'issue de la formation sont reconnus immédiatement par les employeurs. La formation a un volet « expérientiel ». Les mobilités se jouent majoritairement au sein de marchés internes. Nous pouvons rattacher à ce modèle les ingénieurs allemands type *Fachhochschulen* et ceux formés à l'uni-

versité (*Technischen Universität*), et les ingénieurs français. Dans le deuxième modèle, le diplôme qui sanctionne la formation, essentiellement académique, n'a pas de valeur professionnelle en lui-même. Celle-ci s'établira par le marché de l'emploi, à l'issue de quelques années d'expérience, éventuellement certifiée par une organisation professionnelle d'ingénieur. Les mobilités externes jouent un rôle important dans ce deuxième modèle, que nous appellerons concurrentiel. Il renvoie au cas des ingénieurs espagnols et italiens.

Un prolongement de ce travail pourrait être de rapprocher ces spécificités sociétales d'autres

dimensions, telles que les modèles de compétitivité et d'innovation et les modes de régulation macro-économiques, dans la ligne des travaux sur les modèles d'innovation (Lundvall, 1992).

Les débats, et les évolutions des institutions et des pratiques, sont actuellement importants. Les convergences entre les quatre régions sont notables, mais elles laissent en présence des systèmes sociétaux bien spécifiques. Notre analyse incite à la prudence dans les comparaisons éléments par éléments et les tentations « d'importation », en matière de formation, qui pourraient en découler. Les systèmes sociétaux sont des systèmes construits. Pour partie, ils procèdent donc de leur histoire, et en tirent leurs caractères dominants. Pour partie, ils connaissent des processus d'évolution et l'émergence de nouvelles formes. Ces dernières, sous contrainte de cohérence, et à terme, peuvent devenir à leur tour des caractères dominants (de Besses, 1993).

Le modèle des grandes écoles françaises recrutant sur concours, qui marque fortement le système sociétal français, fait l'objet d'appréciations élogieuses en terme de niveau de formation, et de capacités intellectuelles. Par nature, ce modèle se développe au niveau national. Si l'on analyse l'ensemble du système de formation des ingénieurs dans sa diversité, au niveau d'une région, comme nous l'avons fait, ce point fort français a son revers : c'est un « retard » dans l'importance des dynamiques locales, tant au niveau institutionnel, qu'au niveau des itinéraires professionnels individuels.

Cependant, ce retard ne doit pas être seulement imputé à la polarisation du système de formation, mais aussi aux structures industrielles françaises et à la prédominance des grands groupes dans l'emploi des ingénieurs. Il provient également de la centralisation

traditionnelle en France en matière d'enseignement. La décentralisation est encore en phase d'apprentissage (Mouy, 1993). Les dynamiques locales prennent aujourd'hui rapidement de l'importance en Rhône-Alpes, après une phase de centralisation. Nous émettons l'hypothèse qu'il en sera de même ultérieurement des itinéraires individuels, en particulier en raison de l'importance croissante des PMI dans l'emploi des ingénieurs. La vérification de cette hypothèse pourrait également être un prolongement de la recherche. Par ces évolutions, la région Rhône-Alpes devient le lieu d'un développement partiellement endogène.

Les trois séries de convergences dégagées ne sont pas productrices d'uniformisation, mais prolongent et modèlent de nouvelles diversités. Ce qui est commun aux quatre régions, ce sont les raisons qui fondent les évolutions. Les deux premières séries de convergence renvoient aux transformations transnationales des systèmes productifs. La troisième convergence procède de transformations sociales profondes qui traversent l'Europe, que l'on peut résumer par un affaiblissement des identités nationales au profit de l'attachement régional, voir local.

En s'écartant d'une approche strictement marchande et transnationale d'un espace professionnel européen des ingénieurs, cette recherche a montré la vitalité des systèmes sociétaux régionaux, leur aptitude à inventer des solutions. Par là, les préférences régionales, qui pourraient dans une analyse orthodoxe être retenues comme des « viscosités » inefficaces, contribuent à la plasticité de la relation formation-emploi, et, finalement, à son efficacité dans les phases de changement structurel.

Marie de Besses
IREPD Grenoble

Bibliographie

APEC (1990), Département études et développement. Fiches marchés par fonctions Ingénieurs et cadres de production.

Abattu C. et al. (1993), *La place de la formation dans la mutation des entreprises dans quatre régions d'Europe*. Rapport de recherches PPSH - IREPD Grenoble.

Abattu C. et de Besses M. (1993), *La formation dans des PMI européennes : des trajectoires diversifiées*. Communication proposée à la 39^e conférence de l'ICSB, juin 94, IREPD, décembre, Grenoble.

Adler T., Dybowski G. et Schmidt H. (1993), « Allemagne, la formation professionnelle en question », traduction de l'article paru dans le no 22/1993/1 de la revue du BIBB in *Céreq-Bref*, juin, Paris.

Banque de France (1990), Milan et la Lombardie « *Observatoire financier des régions de l'Europe du Sud* », OFIRES, octobre, Paris.

Baptiste F. et Bernoux P. (1990), Les ingénieurs CESI *Formation Emploi* n° 30 avril-juin.

- Barcelo M. (1990), Communication aux journées : « *Passat, present i futur de la Ciencia, la Tecnica i la Ricerca a Catalunya* », Association des ingénieurs industriels de Catalogne, Barcelone.
- Bauer M. et Bertin-Mourou B. (1987), *Les 200 – comment devient-on un grand patron ?* Collection l'Épreuve des faits, Le Seuil, Paris.
- Boisgontier P. et de Bernardy M. (1988), « *Grains de technopole : micro-entreprises grenobloises et nouveaux espaces productifs* », PUG, Grenoble.
- Bouffartigue P. (1992), « *Ingénieurs débutants à l'épreuve du modèle de carrière* » in Colloque : Genèse des groupes professionnels AIS, novembre, Paris.
- Bureth A. et Llerena P. (1992), *Système local d'innovation - approche théorique et premiers résultats empiriques*. BETA, Strasbourg.
- Bussi F., Statistiques ISTAT (1989), in OCDE (1992), *Centro Studi Investimenti Sociali « Italy »* in « *From Higher Education to Employment* » OCDE, vol. III, Paris.
- CADAS (1991), « *La formation des ingénieurs* », Académie des sciences, document multigraphié, mars, Paris.
- CEFI (1991), *Ingénieurs, quels emplois ? La Gazette du CEFI n° 10*, juillet, Paris.
- Callon M. (1989), *La dynamique des réseaux technico-économiques : essai d'intégration des apports récents de la sociologie des sciences et de l'économie du changement technique*. Communication au colloque « Irréversibilité dans les modes de croissance » EHESS Paris, 21-23 juin.
- Castells E. I. et Soler i Parellada F. (1990), Communication aux journées : « *Passat, present i futur de la Ciencia, la Tecnica i la Ricerca a Catalunya* », Association des ingénieurs industriels de Catalogne, Barcelone.
- Charu F. (1991), *Les entreprises peuvent-elles apprendre ?* Analyses de la SEDEIS n° 84, novembre, Paris.
- Commission nationale d'évaluation du ministère de l'Éducation nationale (1991), *L'institut National Polytechnique de Grenoble*, MEN Paris.
- Cossalter C. (1988), « *Les chercheurs en milieu industriel* », *Collection des études n° 39*, Céreq, août, Paris.
- de Bernardy M., Neumann W. et Winterhalter F. (1991), « *Analyse comparative des pratiques de diffusion technologique à partir des centres de formation technique en Rhône-Alpes et dans le Bade-Wurtemberg* » DATAR – mission FRADE, document multigraphié, Paris.
- Decomps (1989), *Rapport sur l'évolution des formations d'ingénieurs et de techniciens supérieurs*, ministère de l'Éducation nationale, Paris.
- Dunford M. (1992), *Trajectoires industrielles et relations sociales dans les régions de nouvelle croissance économique in Les régions qui gagnent – Ouvrage collectif sous la direction de Benko G. et Lipietz A.*, PUF, Collection Économie en Liberté, Paris.
- Frappat P. (1979), « *Grenoble, le mythe blessé* », A. Moreau ed., Grenoble.
- Guillon R. (1988), *BTS et DUT tertiaires : quelle professionnalisation ?* *Collection des études n° 35*, Céreq, Paris.
- Houssel J.P. (1990), « *L'industrie spontanée en Italie* », *Annales de Géographie n° 554*, Paris.
- IRER (1992), « *Il diretto allo studio nel sistema universitario lombardo* », ouvrage collectif, Franco Angeli ed., Milano.
- Larraga (Sr V.) (1990), *Communicacio jornades : Passar, Present et Futur a Catalunya*, Actes des journées Associacio/Collegi Enginyers Industrials de Catalunya, Barcelone.
- Lundvall B. A. (1992), *National systems of innovation – Towards a theory of innovation and interactive learning*, ouvrage collectif, Pinter publishers, London.
- MEN (1992), « *Les écoles d'ingénieurs publiques et privées en 1991-92* », direction de l'Évaluation et de la Prospective, note d'évaluation 92-36, septembre, Paris.
- Marshall A. (1900), *Economics of industry*, chap. 10, Macmillan and Co, London.
- Massit C. (1989), *La formation professionnelle face aux transformations dans la production manufacturière – une comparaison Baden-Wurtemberg/Rhône-Alpes*, conseil régional Rhône-Alpes, Charbonnières-les-bains, septembre.
- Massit C. (1992), « *Innovation et Formation : une comparaison franco-allemande* », Thèse de Doctorat, université Pierre Mendès-France, Grenoble, décembre 1991.
- Maurice M., Sellier F. et Silvestre J.J. (1982), *Politique d'éducation et organisation industrielle en France et en Allemagne*, PUF, collection sociologie, Paris.
- Ministerium für Wirtschaft Mittelstand und Technologie (1990), « *Wirtschaftnahe Forschungseinrichtungen in Baden-Wurtemberg* », Stuttgart.
- Möbus M. et Sevestre P. (1991), *Formation professionnelle et emploi : un lien plus marqué en Allemagne*, *Economie et Statistiques n° spécial France-Allemagne*, septembre-octobre.
- Möbus M. et Verdier E. (1992), *Le système de formation professionnelle en République fédérale d'Allemagne, résultats de recherches françaises et allemandes*, Céreq, *Collection des études n° 61*, Paris, février.
- Morsel H., Parent J.F. (1991), « *Les industries de la région grenobloise* », PUG, Grenoble.

Mouy P. (1993), La région Rhône-Alpes in *La place de la formation dans la mutation des entreprises dans quatre régions d'Europe*, Rapport de recherches PPSH – IREPD, Grenoble.

Pastore R. (1991), « *Differenziarsi per crescere-scenari di internazionalizzazione del professionismo tecnico* », ouvrage collectif CENSIS, Roma.

Pazzi R.S. et Ribolzi L. (1991), « *Universita flessibile – percorsi universitari alternativi et demanda delle imprese* », Fondazione IBM Italia, Etas libri ed., Roma.

Perrin J.C. (1992), « The innovation capacity of a region's industry » in *Revue Quaderns de Tecnologia*, n° spécial sur *Avaluacio de Tecnologies* n° 6, Institut Catala de Tecnologia, Barcelone, octobre.

Politecnico (1988), « *125^à del Politecnico di Milano* », Coopérativa libraria universitaria des Politecnico di Milano, Milan.

Schwartz Y. (1990), « De la qualification à la compétence » in *Flash Formation continue* n° 339 -15/02, CUIDEP, Grenoble.

Stroobants M. (1992), Travail et compétence. Récapitulation critique des approches des savoirs au travail, Céreq, *Formation-Emploi* n° 33, Paris.

Suleiman E.N. (1979), *Les élites en France – Grands corps et grandes écoles*, trad. de « *Elits in French Society : the Politics of Survival* », Seuil, Paris.

Tessaring M. (1989), I.B.B. « *Allemagne* » in « *From Higher Education to Employment* », OCDE, vol. 1, Paris.

Veltz P. (1989), « *Politiques technologiques et développement régional – quelques enseignements d'une comparaison France-Allemagne* », document multigraphié, LATS – CERTES, septembre, Paris.

Vincent M. (1989), *Les formations technologiques supérieures en Europe. La formation des ingénieurs*, ADR document multigraphié, Grenoble.