



Les diplômes de chimie dans l'enseignement supérieur français (3) Les écoles d'ingénieurs

Elsa Champion*, Séverine Bléneau*

Malgré un accès difficile, les grandes écoles offrent un passeport d'entrée dans la vie active parmi les préférés des professionnels. Les diplômés des écoles d'ingénieurs bénéficient non seulement d'une excellente insertion dans l'industrie comme dans la recherche mais prétendent aussi à des salaires prometteurs.

Si le principal « vivier » de ces écoles provient des classes préparatoires, un pourcentage non négligeable d'étudiants intègre la première année via les admissions parallèles. En effet, de nombreux titulaires de bac + 2 (issus de DEUG, de DUT voire de BTS) sont attirés par cette formation privilégiée. De même, les titulaires de maîtrise ont parfois la possibilité de rentrer en deuxième année d'école d'ingénieurs. Les études durent 3 ans et offrent un diplôme de sortie à bac + 5.

Aux côtés des grandes écoles scientifiques généralistes « haut de gamme » (école des Mines, X, etc.), d'autres écoles reconnues proposent un

enseignement de spécialité. Dans le domaine de la chimie, les grandes écoles sont rassemblées autour de la **fédération Gay-Lussac**. Celle-ci regroupe 17 écoles disséminées dans toute la France ayant pour objectif de former des ingénieurs de haut niveau dans les secteurs de la chimie et du génie chimique. La mise en place d'un tel réseau a permis d'établir de solides liens avec les professionnels et d'être parfaitement au courant de leurs besoins et de leurs attentes. Une quinzaine d'autres écoles, indépendantes de la fédération Gay-Lussac, possèdent également une filière d'enseignement dans le domaine de la chimie et des matériaux. Certains établissements rendent accessibles les diplômes d'ingénieurs par la voie de la formation continue ou encore par l'alternance.

Si le titre français d'« ingénieur » est valorisé, son activité est des plus vagues. Les jeunes diplômés ont surtout une capacité d'adaptation qui est très prisée et une formation qui leur permet une intégration à tous les niveaux de l'entreprise. Les futurs cadres supérieurs savent développer les compétences et les qualités indispensables pour assumer une fonction souvent non technique et pour beaucoup dans la recherche. L'industrie chimique fait appel à ces ingénieurs au niveau de la production, du marketing, de la recherche et du développement... : tout autant de métiers largement destinés aux jeunes diplômés des grandes écoles, qu'une redoutable sélection ne doit pas abattre lorsqu'on voit les excellentes perspectives d'avenir qui leur sont offertes.

Les classes préparatoires : rythme soutenu et concours en vue

Les jeunes bacheliers qui désirent intégrer une école d'ingénieurs s'engagent, le plus souvent, pour deux années de classe préparatoire aux principaux concours des grandes écoles. Ces CPGE, implantées généralement dans des lycées, recrutent des bacheliers scientifiques (S) sans épreuve de rattrapage, après un examen sévère de leur dossier scolaire et éventuellement un passage devant jury. On distingue plusieurs types de classes préparatoires

Lexique des abréviations employées

- ATS : année préparatoire spéciale pour les techniciens supérieurs
- BTS : Brevet de Technicien Supérieur
- CEFI : comité d'étude de la formation des ingénieurs
- CESI : centre d'études supérieures industrielles
- CPGE : classes préparatoires aux grandes écoles
- CPI : classes préparatoires intégrées
- CTI : commission des titres d'ingénieurs
- DEUG : Diplôme d'Études Universitaires Générales
- DEUST : Diplôme d'Études Universitaires Scientifiques et Techniques
- DPE : ingénieur diplômé par l'État
- DUT : Diplôme Universitaires de Technologie
- MIAS : mathématiques, informatique et applications aux sciences
- NFI : nouvelle formation d'ingénieurs
- SM : sciences de la matière
- SVT : sciences de la vie et de la Terre
- TIPE : travaux d'initiative personnelle
- UIC : Union des Industries Chimiques
- UNAFIC : regroupe les associations d'ingénieurs chimistes

* 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris. Tél. : 01 55 42 80 57. Fax : 01 46 33 21 06. E-mail : bléneau@edpsciences.org



suivant les spécialités visées : MP, PC, TPC, TS, BCPST... (voir encadré). Pour la chimie, les écoles recrutent essentiellement des élèves issus de la filière physique/chimie (PC) : au sein de la fédération Gay-Lussac, près de 94 % des élèves issus des CPGE proviennent de PC (voir tableau I).

Certains établissements proposent des classes préparatoires intégrées (CPI). L'intégration aux cycles d'ingénieurs est probablement facilitée pour les étudiants de ces CPI puisque l'enseignement y est adapté à la spécialité des écoles. Deux écoles de la fédération Gay-Lussac ont ouvert des CPI : l'ENSCR (Rennes) et l'ENSCL (Lille). Par ailleurs, trois autres écoles privées organisent des CPI qui autorisent uniquement un accès à leur propre cycle d'ingénieur (ils coûtent de 11 000 à 15 000 F par an ; les années ingénieurs étant de l'ordre de 20 000 F). Il s'agit de l'ESCOM (Cergy-Pontoise), de l'INSA (Rouen) et de CPE (Lyon). L'admission après le bac dans ces CPI se fait généralement par examen du dossier scolaire et interrogations écrites et/ou orales. Par la suite, l'accès au cycle d'ingénieur se fait soit par concours, soit par contrôle continu. Néanmoins, il s'agit pour les jeunes de s'engager dès la sortie du bac et une CPI impose un choix d'études scientifiques résolument orientées vers la chimie. Globalement, la fédération Gay-Lussac recrute 60 % de ses étudiants via les CPGE tandis que 15 % viennent des CPI. Soulignons qu'un certain nombre d'établissements préparent leurs étudiants au DEUG pendant les classes préparatoires et obtiennent d'excellents résultats à cet examen.

A mi-chemin entre les CPGE et le premier cycle intégré, le **cycle préparatoire polytechnique** (CCP) ouvre l'accès à 21 écoles d'ingénieurs regroupées au sein des 3 instituts nationaux polytechniques basés à Grenoble, Nancy et Toulouse. Les élèves sont recrutés avec un bac S, STI ou STL sans épreuve de rattrapage (ou équivalent pour les étrangers). L'enseignement y est gratuit.

Pendant deux ans, l'apprentissage au sein des classes préparatoires est très intensif : une trentaine

Les différentes filières de classes préparatoires scientifiques

BCPST : biologie, chimie, physique et sciences de la Terre
MP : mathématiques, physique
PC : physique, chimie
PSI : physique et sciences de l'ingénieur
PT : physique et technologie
PTSI : physique, technologie et sciences de l'ingénieur
TPC : technologie, physique et chimie
TSI : technologie et sciences industrielles

Nicolas Cheymol, professeur en CPGE (PC) au lycée Janson de Sailly

• Quelles sont les qualités requises pour les étudiants de CPGE ?

« Beaucoup de travail, il y a une assiduité très grande de la part des élèves qui doivent fournir un travail très important ».

• Comment se déroule l'enseignement expérimental ?

« Pour ce qui est de la filière PC, ils ont 2 heures de TP de chimie par semaine en 1^{ère} et 2^e années. Cela représente un volume horaire important. D'autre part, ils manipulent beaucoup de matériel ».

• Comment percevez-vous la désaffection des étudiants pour les études scientifiques ?

« J'ai l'impression que le recrutement maintenant est un peu plus difficile qu'avant. Effectivement, il y a un petit peu moins d'élèves qui demandent ces filières-là parce qu'elles nécessitent beaucoup de travail et une attention particulière. C'est peut-être plus dur maintenant parce que les élèves ne sont pas préparés de la meilleure façon. Les lycées parisiens ont probablement un peu moins de difficultés, mais c'est sûr qu'il y a une négligence plus modérée sur les dossiers des élèves qui veulent rentrer en prépa.

Pour ceux qui choisissent la filière PC, au mois de décembre, un certain nombre est intéressé par la chimie. Sur une classe d'environ 40 élèves, en moyenne 1/3 de mes élèves désirent faire de la chimie plus tard. Les autres visent la physique ou les écoles d'ingénieurs généralistes. J'aime bien, au début de l'année, sonder les élèves pour savoir ce qu'ils souhaitent faire et ce qu'ils connaissent de la chimie. On sent bien que pour eux, la chimie n'est pas quelque chose de très noble. Le plus souvent, ils préfèrent l'astrophysique, l'aérospatial... et au fur et à mesure des programmes de prépa, ils s'aperçoivent que la chimie est quand même importante dans pleins de domaines et on arrive à les motiver ».

• En fonction de quoi les élèves choisissent-ils leurs écoles ?

« Il y a deux choix. Tout d'abord, ils choisissent en fonction de leurs capacités dont ils ont bien conscience. Et puis, il y a aussi le goût de l'élève. En réalité, sur une classe, en 2 ou 3 ans, il n'y a quasiment pas d'échec. Il est vrai que quelques uns réintègrent la fac et ceux-là réussissent très bien. Le retour à la fac se fait par équivalence : ils attaquent en licence. Même les élèves faibles, s'ils sont sérieux et donnent leur maximum, arriveront toujours à avoir quelque chose d'intéressant en 5/2 (c'est-à-dire en 3^e année de prépa). En prépa, ce que j'aime bien, c'est l'encadrement des élèves. Dans chaque domaine, les professeurs sont là pour eux ; c'est comme un entraînement sportif, il faut qu'ils s'en sortent avec nous. Il y a des relations qui sont quand même agréables ».



d'heures hebdomadaires de cours, ponctuées des redoutées « colles » (interrogations orales) et de devoirs réguliers.

Une enquête du conseil des ingénieurs et scientifiques de France (CNISF), effectuée en janvier et février 1999, montrait que 77 % des ingénieurs chimistes ont intégré leur école d'ingénieurs à l'issue du concours préparé en CPGE ou CPI, contre 21 % entrés directement au niveau bac + 2 (1^{ère} année) ou bac + 4 (2^e année); les diplômés d'écoles étrangères constituent les 2 % restant (voir *L'Actualité Chimique*, mars 2000, article de Jean-Claude Champossin, p. 46).

Les admissions parallèles : BTS, DUT, DEUG et maîtrises sont également candidats

En première année, l'intégration aux écoles d'ingénieurs est accessible aux titulaires de DEUG SM ou SVT (voir de DEUST), de DUT et aussi de BTS. Dans les écoles universitaires, les titulaires d'un DEUG constituent la majorité du flux; ils sont moins nombreux dans les écoles dont le recrutement principal se fait par les classes préparatoires. Ces derniers peuvent présenter un concours d'entrée, dit « concours DEUG », qui leur est réservé en 1^{ère} année d'école d'ingénieur.

Les admissions parallèles après un bac + 2 sont en augmentation, mais elles nécessitent un excellent dossier. La fédération Gay-Lussac accueille en 1^{ère} année 25 % d'étudiants issus de la filière universitaire, de BTS ayant suivi une année supplémentaire et de DUT génie chimique ou mesures physiques. Les titulaires d'une maîtrise de sciences ont également la possibilité d'intégrer une 2^e année, la plupart du temps par le biais d'un examen.

Dominique Raynaud, directeur de la fédération Gay-Lussac : « Il y a deux catégories de bac + 2 : les DUT et les BTS. En général, les DUT sont un tout petit peu meilleurs au sens théorique. Quand on

recrute des BTS (dont certains ont fait un bac + 3), on sélectionne les tout premiers. La plupart du temps, ce sont des étudiants qui se sont orientés en BTS pour des raisons culturelles, de communication ou d'information. Certains ont eu aussi un peu peur d'aborder des études longues de front et veulent se réorienter compte tenu de leurs bons résultats. On les aime bien parce qu'ils ont une culture pratique très efficace; ils ont le sens de la matière et du concret. Ceux que nous recrutons s'en sortent très bien dans les études théoriques qu'ils court-circuitent du reste en partie, puisqu'ils n'ont pas fait les prépa où le niveau de théorie est maximum. L'école de CPE Lyon mélange à la fois des gens qui viennent du concours CCP, de leur CPI et des gens venant de BTS ou DUT. Il y a un brassage de population très profitable à l'ensemble des promotions ».

A titre d'exemple, l'ESEM à Orléans disposait cette année de 113 places pour les élèves des classes préparatoires, de 15 places pour les titulaires d'un DEUG (STPI, MIAS, SM) et enfin de 20 places pour les titulaires d'un DUT ou d'un BTS, la plupart ayant effectué une année ATS.

Il faut souligner que les écoles recrutent aussi un certain nombre d'étudiants étrangers venant d'universités européennes.

Le concours : passage incontournable de l'admission en école d'ingénieurs

La plupart des grandes écoles de chimie et de génie chimique recrutent par la voie des **concours communs polytechniques** (CCP). Six concours différents sont destinés aux étudiants issus des classes préparatoires MP, PC, PSI, TSI, TPC; chacun d'eux comportant des épreuves écrites d'admissibilité ainsi que des épreuves orales et pratiques. A l'écrit des CCP, on retrouve plusieurs matières – mathématiques, physique, chimie, informatique, sciences industrielles, français, langues vivantes –

Tableau I - Répartition des 1 283 élèves de 1^{ère} année des écoles de la fédération Gay-Lussac.

CPGE = 771	CPI = 182	DEUG = 113	DUT, BTS = 135	Étrangers = 27	Redoublants = 37
PC = 724	CPI FGL = 61	SM = 86	DUT = 130		
TPC = 17	CPP = 44	SVT = 15	BTS = 5		
PSI = 15	Autres = 77	Autres = 12			
BCPST = 12				Étudiants en séjour à l'étranger = 18	
MP = 3					

La 2^e année a accueilli 173 nouvelles admissions dont 114 élèves titulaires d'une maîtrise scientifique, les autres suivent une formation continue.



ENSEIGNEMENT

pour lesquelles chaque école attribue des coefficients qui lui sont propres. Les épreuves orales, quant à elles, varient selon les écoles. Il y a parfois des entretiens de motivation et de personnalité, voir même des QCM de culture générale.

Quelques-unes des écoles recrutent sur les concours E3A réservés aux élèves issus des classes préparatoires MP et PC ou E4A pour ceux de la filière PSI. Pour le concours E3A 2000, il y avait au total 1 438 places en MP et 1 149 en PC. Les frais de dossier pour les écoles des concours CCP et les écoles en banque d'épreuves sont d'environ 750 francs, quelque soit le nombre de concours auxquels on s'inscrit.

L'ESPCI Paris, quant à elle, recrute spécifiquement sur le concours X-ESPCI qui porte sur le programme de la filière PC pour les épreuves écrites, orales et sportives. Pour l'INSA, le recrutement se fait en commun avec les autres instituts et sur dossier.

Il est parfois délicat pour un novice de comprendre l'organisation personnalisée des concours de chaque école, qu'ils fonctionnent ou non en banques d'épreuves, en réseaux ou en fédérations. Par exemple, l'ITECH et l'ESCOM recrutent sur le concours ECRIN et comptent parmi les 11 écoles partenaires pour les épreuves et les travaux d'initiative personnelle (TIPE) des concours E3A et E4A. L'ESCOM appartient à la fédération d'écoles supérieures d'ingénieurs et cadres (FESIC), qui réunit 19 écoles privées, reconnues par l'État et membres de la Conférence des grandes écoles, associées dans le cadre d'un regroupement commun. Par ailleurs, l'ENSTIB Épinal et l'ESEM Orléans, écoles internes aux universités, appartiennent au réseau Archimède qui regroupe 38 écoles internes aux universités recrutant des élèves de prépa. Les candidats à ces écoles participent aux épreuves écrites des concours E3A et E4A.

Les écoles de la fédération Gay-Lussac

La fédération Gay-Lussac

Créée en 1988, la fédération Gay-Lussac regroupe 17 des principales écoles de chimie et de génie chimique, chacune étant habilitée par le ministère de l'Éducation nationale et reconnue par la commission des Titres des écoles d'ingénieurs de formation initiale. Elles sont publiques, privées, généralistes, spécialisées, à temps plein ou en alternance, chacune ayant des dominantes différentes comme la biochimie, le management des entreprises ou la chimie organique. La fédération a

pour rôle d'assurer une synergie entre les écoles pour mutualiser leurs compétences et améliorer la motivation des étudiants. Elle forme 4 000 élèves ingénieurs chimistes ou de génie chimique depuis la recherche jusqu'au stade industriel, sort près de 1 400 diplômés par an et compte 72 laboratoires de recherche en partenariat entre autre avec le CNRS, l'INRA... Comme on peut le voir sur la carte, ces écoles sont réparties sur toute la France.



Les écoles de la fédération Gay-Lussac

Les coordonnées de chacune des écoles sont disponibles sur le serveur de la SFC : www.sfc.fr

- CPE Lyon : chimie, physique, électronique
- ECPM Strasbourg : école européenne de chimie des polymères et matériaux
- ENSC : école nationale supérieure de chimie dont celles de Clermont-Ferrand (ENSCCF), Lille (ENSCL), Montpellier (ENSCMon), Mulhouse (ENSCMu), Paris (ENSCP), Rennes (ENSCR)
- ENSCP Bordeaux : école nationale supérieure de chimie et physique
- ENSIACET Toulouse : école nationale supérieure des ingénieurs en arts chimiques et technologiques
- ENSIC Nancy : école nationale supérieure des industries chimiques
- ENSSPICAM Marseille : école nationale supérieure de synthèses de procédés et d'ingénierie chimique
- ESCOM : école supérieure de chimie organique et minérale
- ESPCI Paris : école supérieure de physique et chimie industrielle
- ITECH : institut textile et chimique
- INSA Rouen : institut national des sciences appliquées
- ENSGTI Pau : école nationale supérieure en génie des technologies industrielles



**Valérie Jacques, responsable communication
à l'ENSCP, Bordeaux**

« L'ENSCP est assez ancienne, elle a commencé à exister vraiment sous sa forme actuelle depuis 1920. Il y a plusieurs filières de formations : une filière d'ingénieurs en chimie et physique en 3 ans après les CPGE, une filière ingénieur par apprentissage dans le domaine des matériaux, mais aussi des masters spécialisés. A côté de ça, on a 6 laboratoires de recherche implantés à l'école de chimie, dont certains notamment sont associés au CNRS et reconnus. Il y a un certain nombre de partenariats industriels, tout d'abord de par notre activité de recherche. Et puis, nous développons un partenariat fort dans le cadre de la formation, via les stages en entreprises et dans le cadre de projets d'étude des masters spécialisés.

Au niveau de la filière ingénieur, nous avons majoritairement un recrutement sur classes préparatoires mais on développe également des admissions parallèles en 1^{ère} et 2^e année, aux niveaux licences et maîtrises. C'est tout de même très marginal : sur des promos de 60, ça concerne 5 ou 6 étudiants. Sur le niveau de formation, il y a peut-être quelques lacunes sur certains points parce qu'ils ne voient pas tout le programme de classe préparatoire pendant leurs premières années mais ils sont beaucoup plus au point que ce que l'on pense.

Au niveau des relations internationales, c'est quelque chose que l'école souhaite très fortement développer. On a déjà pas mal de relations avec l'étranger parce que les étudiants de la filière ingénieur ont un stage de 6 mois à faire en fin de 2^e année qu'ils peuvent effectuer notamment à l'étranger. Sur une promotion de 60/70, c'est quasiment la moitié des étudiants qui partent à l'étranger pour ce stage là. Cela explique qu'on ait pas mal de contacts avec des entreprises étrangères. De plus, dans le cadre de programme comme « Leonardo » ou « Erasmus », on a la possibilité d'envoyer nos étudiants faire une année à l'étranger dans une université étrangère et nous-mêmes, d'en recevoir. On a des accords avec des universités allemandes, anglaises, espagnoles... Il est vrai que beaucoup de nos étudiants sont embauchés dans des entreprises étrangères aussi. A terme, on a également l'envie d'accueillir de plus en plus d'étrangers chez nous, et cela peut se faire via la création d'un master of engineering and science. Ces masters spécialisés sont payants.

Sur la promotion de l'année dernière, 17 étudiants (sur 70) ont poursuivi une thèse pour faire de la recherche, après avoir fait le DEA au cours de la 3^e année. 17 autres sont partis faire un master spécialisé chez nous ou à l'étranger. Ça fait donc presque la moitié de la promo qui poursuit ses études. Une dizaine de garçons font leur service militaire et puis, 15 à 17 ont trouvé vraiment un emploi ; 3 ou 4 autres cherchent encore. Il n'y a pas véritablement de règle pour le salaire d'embauche, ça dépend de l'entreprise et de la mission ».

Une nouvelle école d'ingénieurs à Toulouse

Cette année 2001, à Toulouse, deux grandes écoles - l'ENSCT et l'ENSIGC - ont fusionné pour donner naissance à l'ENSIACET (école nationale supérieure des ingénieurs en arts chimiques et technologiques). Cette école devient le premier centre européen de formation et de recherche dans le domaine de la transformation de la matière. Au sein de l'Institut national polytechnique de Toulouse (3 000 étudiants), l'ENSIACET s'organise autour de 4 centres de recherche dont 2 sont associés au CNRS et à l'INRA. L'ENSIACET accueillera 700 étudiants dès septembre 2001 et formera des ingénieurs dans 5 spécialités : chimie, matériaux et procédés, génie chimique, informatique et procédés, génie industriel. « Les industriels ont souligné que le morcellement de la chimie sur le territoire français est peut-être un peu trop important. C'est vrai que plus les unités sont petites et plus le prix de revient à la formation est élevé ; néanmoins, la qualité pédagogique est meilleure. A Lyon, une fusion a déjà eu lieu il y a 6 ou 7 ans. A Toulouse, il y avait côte à côte une école de génie chimique et une autre de chimie. La plupart des écoles de chimie donnent des enseignements en génie chimique et inversement. A Toulouse, ces 2 écoles étaient non seulement dans la même ville mais pas très loin. Ça paraissait logique de les rapprocher. C'est un beau projet » (Dominique Raynaud).

Notons que parmi les écoles de la fédération Gay-Lussac, trois d'entre elles sont résolument orientées vers le génie chimique et le génie des procédés : l'ENSIC de Nancy, l'ENSIACET de Toulouse (ex ENSIGC) et l'ENSGTI de Pau.

Le cycle ingénieur

Dans les trois années suivant les classes préparatoires, les deux premières années correspondent à l'acquisition des données du plus général au plus industriel. La dernière année est plus axée sur la formation ingénieur proprement dite, c'est-à-dire que les élèves choisissent souvent un domaine de spécialisation (certains approfondissent la chimie analytique, la chimie de l'environnement, les matériaux...). Mais il y a surtout de 4 à 6 mois de stage en usine ou en centre de recherche. Cette formation de 3^e année est plus de terrain, industrielle, avec des données économiques à prendre en compte. Chaque école dispense donc un enseignement optionnel en dernière année d'au moins 150 heures, qui permet aux étudiants d'orienter leur projet professionnel et d'effectuer



Heures d'enseignement	Écoles de chimie et de génie chimique	École sans spécialité dominante
Cours et travaux dirigés	1 350 à 1 800 h	1 620 h
Travaux pratiques et petits projets	550 à 850 h	570 h
Options	100 à 250 h	380 h
Projets industriels de fin d'études	14 à 20 semaines	16 semaines
Total encadré en école	3 000 h	3 130 h

Source : UIC (1998).

éventuellement leur dernière année dans une autre école de la fédération. En 3^e année, sur 1 528 élèves, 1 240 sont dans leur école d'origine et 173 à l'étranger. Les enseignements dispensés accordent une importance particulière à l'enseignement pratique qui constitue en effet 40 % du programme. A côté des sciences de bases, un grand intérêt est porté à la gestion, la qualité, l'hygiène et la sécurité, les langues et les sciences humaines. Notons que l'ESPCI propose une scolarité en 4 ans, permettant notamment un approfondissement de l'enseignement en physique.

La fédération développe 3 projets d'innovation pédagogique : les TICE ou technologies de l'information et de la communication, le programme « Leonardo » ainsi que des projets de « masters of science and engineering ». Certains établissements proposent une année supplémentaire entre la 2^e et la 3^e année permettant de se consacrer principalement à l'alternance (cette option concerne 258 élèves cette année).

En marge de la fédération Gay-Lussac, d'autres écoles proposent un cycle d'ingénieurs dans le domaine de la chimie et des matériaux. Parmi elles, on retrouve l'INSA Rouen, des écoles appartenant au réseau Archimède, Eiffel ou encore à la FESIC, comme par exemple l'HEI (hautes études industrielles, Lille).

Dominique Fourcade, promotion 2000 de l'ENSCP, ingénieur produit chez Pechiney

• Comment as-tu intégré l'école ?

« J'ai intégré l'école par la voie classique du concours après une prépa en deux ans, à Toulouse. La prépa classique me laissait le choix au bout de 2 ans de pas mal d'écoles ».

• Comment se déroule la scolarité à l'ENSCP ?

« Ce qui est bien, c'est que l'école n'est pas spécialisée dans un domaine particulier de la chimie, les enseignements sont assez variés. D'un point de vue pratique, il y a quand même beaucoup de TP. Au niveau des langues, l'anglais est obligatoire ; la deuxième langue l'est également sauf pour les personnes qui ont des lacunes et qui ont presque 2 fois plus de cours d'anglais. Par rapport aux stages, il y en a un chaque année : 2 mois, 4 mois et 5 mois la 3^e année avec la possibilité de partir à l'étranger. Ce sont des choses importantes qu'on arrive à bien valoriser une fois qu'on a le diplôme, au moment de l'embauche par exemple. La 1^{ère} année, j'ai effectué un stage technicien dans le domaine pharmaceutique et j'étais préparatrice de médicaments. L'année d'après, on fait un stage ingénieur de 4 mois et je l'ai effectué chez Elf, dans le centre de recherche de Lacq. Ça reste quand même plus ou moins une fonction de technicien mais avec un contact plus privilégié avec l'ingénieur de service. En 3^e année, je voulais avoir une expérience à l'étranger. L'école propose une trentaine de stages à l'étranger. C'était une bonne opportunité pour moi de partir au Canada où j'ai fait un stage dans la recherche publique. Une trentaine d'étudiants de la promo sont partis à l'étranger. En dernière année, avec les admissions parallèles, on est à peu près 80. Finalement, l'école fait en sorte qu'environ 1/3 de la promo parte chaque année et donc que tout le monde soit parti au moins une fois ».

• Comment s'est déroulée ton recrutement chez Pechiney et à quel type de poste as-tu été embauchée ?

« Maintenant, je suis ingénieur produit en recherche et développement dans le domaine des céramiques. Ça a été très rapide. Je suis revenue du Canada mi-août, et mi-septembre, j'avais un travail. Le fait de venir de l'école a joué ; être partie presque 6 mois à l'étranger a également été déterminant ; c'est le point commun de tous les ingénieurs ici ».

• Quel est ton salaire ?

« 230 kF par an ».



Laboratoire de travaux pratiques en 1924, ENSCP, rue Pierre Curie (Fonds documentaires de l'ENSCP).



Danièle Olivier, directrice de Chimie Paris

• Quelle sont les spécificités de votre école ?

« Ici, à l'ENSCP, j'ai une spécialité qui est chimie et radiochimie à l'aval du cycle électronucléaire – traitement des déchets radioactifs. J'accueille en 3^e année tous les élèves des autres écoles de la fédération qui seraient intéressés par cet enseignement. Cette année, on attend 12 étudiants dont 3 ou 4 seulement qui viennent de l'école. De la même façon, j'ai monté une grosse spécialité dans le domaine de la chimie pour le vivant avec une forte interface avec la chimie, la biologie, la pharmacologie, la pharmacocinétique... Cette formation professionnalisée de dernière année a été organisée avec des enseignants-chercheurs et des chercheurs de l'unité mixte Aventis-ENSCP-CNRS de thérapie génique non virale.

L'école propose également un nouvel enseignement correspondant à une demande industrielle très forte qui est la modélisation des procédés industriels, la gestion des gros logiciels ou des systèmes de production sur une usine. Par ailleurs, il y a une autre demande, plus en amont, qui est la nécessité de modélisation des systèmes chimiques réels, qu'ils soient solides ou liquides et pour laquelle on va ouvrir sans doute l'année prochaine une spécialité. Les axes prioritaires de formation sont obligatoirement des axes prioritaires de recherche ».

• Quels sont vos critères de recrutement ?

« On recrute toujours dans les 300 premiers des 2 400 reçus au concours commun polytechnique. Il est éventuellement possible d'intégrer l'école via le circuit parallèle des universités sur dossier au niveau de la 1^{ère} et de la 2^e année.

Toutes les écoles de la fédération ont décidé de s'ouvrir à l'accueil des étrangers et j'ai affiché ma volonté d'avoir 10 % d'étudiants étrangers en formation d'ingénieurs dans mon établissement. C'est difficile, notamment parce qu'il faut mettre au point des systèmes de concours dans les pays pour sélectionner les candidats. Nous formons des ingénieurs étrangers ou des cadres de haut niveau pour favoriser l'implantation des industries françaises à l'étranger. Nos clients, ce sont les industriels français implantés en Europe, dans leur filiale en Chine, dans les pays de l'Est, en Amérique latine... ».

• Comment se déroule le partenariat avec les entreprises ?

« Il se déroule très bien : j'ai 13,7 millions de francs de contrat avec les industriels par an sur lesquels j'ai 5 millions de salaires payés pour des thésards ou des post-doc. 80 % des enseignements de 3^e année sont effectués par des industriels. De plus, tous les contenus des programmes ont été définis avec eux en fonction de leurs besoins pour les 5 à 10 ans qui viennent. Au cours des deux premières années, les élèves ont tout de suite un contact avec les industriels : il y a un stage (plus ou moins rémunéré), de 2 ou 3 mois à la fin de la 1^{ère} année, de connaissance de l'entreprise qui est préparé par l'équipe s'occupant des sciences humaines et sociales dans l'école. Quand les étudiants en reviennent, ils sont interrogés et ont un rapport à faire. En 2^e année, ils ont un stage de 4 à 5 mois d'ingénieur en entreprise dans tout les domaines possibles : la production, le marketing... Là aussi, ils ont un rapport à fournir et à soutenir devant un jury mixte école/entreprise. Mais, il n'y a pas que les stages : dès la 1^{ère} année, ils ont des ateliers et des conférences sur les métiers de l'ingénieur, la connaissance de l'entreprise... En 2^e année, en plus des cours d'économie, gestion..., ils font des études de procédés sur site industriel, des simulations d'entretien d'embauche avec des vrais DRH, etc. Les professionnels sont nationaux et internationaux (on est à 96 % d'une promotion d'élèves qui part à l'étranger pour un stage de plus de 3 mois). Les élèves partent surtout entre la 2^e et 3^e année. Cette année, 28 d'entre eux (sur 72) partent en stage industriel de 2^e année à l'étranger : en Europe, aux États-Unis, au Canada, mais aussi en Chine. Une trentaine partent faire leur stage de formation par la recherche en 3^e année. Environ 10-12 s'en vont en 1^{ère} année. Pour le recrutement, ça les aide sérieusement ; en particulier, plus ils partent loin et dans des conditions difficiles, plus ça les aide.

Nous insérons 80 % de nos ingénieurs dans les gros groupes internationaux comme Atofina, L'Oréal... A peu près 70 % d'entre eux commencent en R & D car la formation par la recherche dans notre établissement est très importante (ce qui sous-entend beaucoup de maths et de physique dans la formation). De plus, chaque année, 30 à 40 % de mes étudiants poursuivent en thèse après avoir fait un DEA ».

La formation continue : devenir ingénieur sans passer par les grandes écoles

La fédération Gay-Lussac comptabilise 300 stages, 30 000 heures de formation, 3 000 stagiaires.

La formation d'ingénieur n'est pas seulement ouverte en formation initiale mais elle est accessible aux salariés d'entreprise. Le CESI notamment propose des formations d'ingénieurs et, par exemple, celle d'ingénieur en génie industriel (option procédés en zones à atmosphère contrôlée). Il s'agit de formations majoritairement accessibles



aux salariés d'entreprises ayant cinq ans d'expérience professionnelle. Elles se déroulent sur des périodes d'environ 2 ans d'alternance CESI/entreprise.

Après l'école : choisir entre vie active et 3^e cycle ?

Les écoles d'ingénieurs proposent un certain nombre de DEA destinés aux étudiants qui souhaiteraient faire une thèse et débiter leur carrière dans la recherche. Ces DEA peuvent se faire pendant la dernière année d'école. La fédération Gay-Lussac a recensé un millier de doctorants et compte près de 300 thèses soutenues par an. « Certains DEA peuvent être considérés comme une spécialité ; mais, en général, ils conduisent à des thèses. Dans l'immédiat, on est passé de 30 à 35 % d'étudiants faisant des thèses à 18-20 %. Les industriels préfèrent le plus souvent les gens disponibles immédiatement » (Dominique Raynaud).

L'enquête du CNISF a montré que la nécessité d'acquérir une formation complémentaire a concerné 60 % des ingénieurs parmi lesquels 51 % ont entrepris une filière doctorante et 25 % une formation en gestion. Hormis la formation par la recherche, les jeunes diplômés peuvent s'engager vers les masters spécialisés nombreux et très diversifiés, soit pour acquérir une double compétence (surtout dans le domaine du management), soit pour se spécialiser dans un domaine. Les écoles d'application viennent après une école d'ingénieurs ou une très bonne maîtrise. On en distingue 6 dans le domaine de la chimie et des matériaux, avec des spécialités variées allant du pétrole aux caoutchoucs.

Dans les écoles de la fédération Gay-Lussac, c'est 2 à 3 offres d'emploi en moyenne qui sont proposées aux élèves avec un salaire annuel d'embauche moyen de 195 kF. 80 % des salaires d'embauche des ingénieurs se situent entre 201,1 et 214,2 kF.

Il semble que les jeunes ingénieurs diplômés s'orientent en premier lieu vers le secteur commercial, puis vers l'approvisionnement, la logistique, la qualité, la production et l'ingénierie. On distingue en effet, 4 grandes filières où l'on retrouve 40 à 50 % des ingénieurs/cadres : commerce et marketing ; recherche et développement ; production ; études et ingénierie. Il ne faut pas négliger les métiers transversaux qui font appel à une pluridisciplinarité comme le management, activité prisée et accessible aux ingénieurs après un 3^e cycle type MBA ou master.

François Boussion, responsable de la formation à l'UIC

• Quelles sont les compétences requises pour être ingénieur aujourd'hui ?

« On a eu un groupe de travail qui a travaillé pendant un an avec des professeurs, des directeurs d'écoles, des industriels, pour voir quelles étaient les nouvelles compétences requises pour être ingénieur chimiste : au-delà d'une solide culture scientifique et technique, l'ingénieur chimiste possède un bon niveau de culture générale qui lui permet d'appréhender et de comprendre l'environnement social et culturel de l'entreprise, une bonne compréhension de l'économie d'entreprise et une capacité à l'intégrer en permanence grâce à sa formation. La notion de compétitivité devient essentielle, prix de revient, amortissement, rentabilité, sont des notions dont il faut que tout ingénieur s'imprègne ; une culture la plus internationale possible ; une capacité d'adaptation dans le temps comme dans l'espace. Enfin, il doit faire preuve d'une personnalité affirmée reposant sur de réelles capacités managériales que les écoles doivent développer, savoir travailler en équipe, diriger et mobiliser le personnel, communiquer, avoir une sensibilité aux valeurs éthiques et humaines ».

• Quels sont les besoins des entreprises ?

« Au niveau des besoins de l'industrie, il y a une reprise très nette. On le voit au travers des statistiques qui nous sont données par les écoles d'ingénieurs de la FGL. Le temps de recherche de travail des ingénieurs chimistes s'est considérablement réduit. La formation d'ingénieur chimiste est appréciée par d'autres industries. On sort environ 1 200 ingénieurs et ça répond assez bien aux besoins des entreprises ; il y a une amélioration dans ces filiales. Actuellement, les secteurs qui embauchent le mieux, c'est aussi bien la chimie lourde que la parachimie, c'est assez général ».

• Quel est le rôle de l'UIC dans la formation d'ingénieur ?

« Il est très important. Nous avons des liens très étroits au niveau des 17 écoles d'ingénieurs de la fédération Gay-Lussac. Il y a entre nous des groupes de travail et nous avons élaboré ensemble le programme de base dans les écoles d'ingénieurs. Nous avons également des liens très étroits avec l'Éducation nationale. Notamment, une convention générale de coopération a été signée le 23 novembre 2000 avec Jack Lang, définissant un certain nombre d'axes de coopération. Au sein de l'UIC, il existe une commission de l'enseignement supérieur dans laquelle nous avons des représentants d'entreprises qui proposent les lignes directrices de la politique pour la formation des ingénieurs et cadres ».



1^{ère} promotion de l'ENSCP, en 1899, photographiée par Nadar, avec le directeur Charles Friedel (Fonds documentaires de l'ENSCP).

L'Union des Industries Chimiques (UIC) étudie beaucoup l'évolution des compétences requises pour les jeunes diplômés. Notamment, l'un des nouveaux rôles donnés à ces ingénieurs est l'encadrement : ils doivent établir leur autorité, leur projet. L'adaptation des ingénieurs sur le marché du travail et leur compétitivité nécessitent un suivi et une révision de leur formation à tous les niveaux de

l'enseignement. Aujourd'hui, la mondialisation impose une ouverture des ingénieurs chimistes vers l'étranger. De plus en plus de missions à l'étranger leur sont confiées. L'un des débats actuels au sein de l'UIC et de tous ceux concernés par la formation des ingénieurs chimistes est l'ouverture des étudiants scientifiques à l'international. La connaissance des cultures étrangères est aujourd'hui indispensable aux jeunes ingénieurs et de plus en plus recherchée. Ces échanges à l'international sont rendus difficiles par la diversité des diplômes, des niveaux et des titres. Une harmonisation européenne semble donc indispensable et à ce titre, le 26 janvier dernier, le programme **ESOPE** - *European standing observatory for the engineering profession and education* - a été mis en place.

Il y a donc une véritable volonté d'ouverture à l'international de la part des écoles françaises qui veulent former des ingénieurs étrangers bi-culturels, de haut niveau. Les jeunes doivent côtoyer des étrangers et partir à l'étranger.

Remerciements

Merci pour leur accueil et leur collaboration à la réalisation de cet article à toutes les personnes interviewées et à l'ENSCP pour nous avoir autorisé la publication de leurs photos.

Quelques sites utiles

www.sfc.fr www.uic.fr
www.gaylussac.net www.education.gouv.fr
www.letudiant.fr