

ÉCOLE NORMALE SUPRIEURE (PARIS) LES CURSUS ET DÉBOUCHÉS FILIERE PC

L'École normale supérieure a été créée par la Convention Républicaine de l'an III au côté d'autres grands établissements universitaires (Ecole polytechnique, Conservatoire des Arts et Métiers, Langues Orientales).

Deux siècles d'histoire peuvent paraître lourds à assumer après des anciens comme Louis Pasteur, Jean Jaurès, Henri Bergson, Alfred Kastler (prix Nobel de physique en 1966), Pierre Gilles de Gennes (prix Nobel de Physique en 1992) ou encore Claude Cohen-Tannoudji (prix Nobel de physique en 1997) qui a son activité de recherche dans les laboratoires de physique de l'ENS. Tous les médaillés Fields de mathématique français sont issus de l'ENS, de Laurent Schwartz, Jean-Pierre Serre, René Thom et Alain Connes, à Pierre Louis Lions et Jean-Christophe Yoccoz tous deux médaillés en 1994. Depuis la création de la médaille d'or du CNRS, 60 % de ces récompenses supérieures pour la recherche en France sont allées à des normaliens de toutes disciplines. Ainsi Jean-Claude Risset, physicien électronicien récompensé en 1999 comme compositeur et musicologue, illustre l'ouverture disciplinaire que nous encourageons.

Pour le futur élève de l'école, deux questions se posent :
Quelles formations pourra-t-il recevoir ?
Quels sont les débouchés possibles ?

Pour chacune des quatre années de scolarité, chaque élève compose son programme d'études à la carte, guidé en cela par les « caïmans » qui sont des jeunes anciens remplissant la fonction de tuteurs. Un cursus standard correspond à une formation scientifique solide dans une discipline principale où l'élève valide successivement une licence (année L3) en première année d'École, puis un master en deux ans, ainsi que des enseignements complémentaires d'ouverture vers d'autres secteurs. Il est alors prêt à commencer un véritable travail de recherche en préparant une thèse de doctorat. S'il le souhaite il peut préparer l'agrégation. Actuellement et en moyenne, 40 à 50% des élèves issus du concours PC passent une agrégation, et plus de 90% soutiennent une thèse.

A la différence des autres grandes Écoles, il n'y a pas de classement de sortie, ce qui donne plus de liberté et d'autonomie... pour bien travailler.

Au cours de leurs trois premières années à l'École, la quasi totalité des élèves effectue un séjour d'un semestre à l'étranger. L'École entretient des échanges avec les plus prestigieux établissements étrangers (Harvard, Cambridge, Oxford, Pise, Berlin...) dans lesquels il est possible de suivre des enseignements, de mener à bien une recherche et même d'acquérir un diplôme.

L'enrichissement intellectuel le plus important provient sans doute de la vie en collège, où la majorité des « conscrits » choisissent d'être internes, et du travail en commun. Notre Abbaye de Thélème moderne est en effet la seule grande École où soient présents des élèves de toutes les disciplines littéraires et scientifiques, lesquelles sont enseignées dans des départements de recherche de très haut niveau où travaillent chercheurs et enseignants.

Les élèves reçus par le concours PC choisissent généralement la physique ou chimie comme discipline principale, mais certains rejoignent parfois les sciences de la terre ou la biologie.

Enseignement et vie des élèves au Département de physique

Enseignement et recherche sont deux aspects indissociables de la vie du Département de physique. Depuis les cours fondamentaux du niveau licence jusqu'aux cours très spécialisés de l'École doctorale, des enseignements ont lieu au sein même du Département où tout est fait pour

favoriser les contacts entre étudiants et chercheurs. Un « tuteur », choisi parmi les membres du Département est associé à chaque élève pour le conseiller dans ses choix. Toutes les équipes de recherche peuvent être sollicitées pour une visite, un échange scientifique, une recherche de contacts. Les nombreux visiteurs du Département, la présence d'étudiants étrangers, offrent aussi l'opportunité de contacts enrichissants. Enfin, les élèves du Département sont conviés aux séminaires qui y ont lieu, plus particulièrement au séminaire général.

L'enseignement au Département de physique s'articule autour du « Parcours interuniversitaire de physique » (MIP). Il rassemble en un cursus de trois ans les enseignements de fin de licence, puis de master. La première année (L3) et le premier semestre de la seconde année (M1) sont consacrés aux apprentissages fondamentaux : physique statistique, mécanique quantique, méthodes mathématiques. Des enseignements optionnels (deux cours en première année et l'ensemble des quatre cours de deuxième année) permettent d'explorer des voies de spécialisation. Une place importante est dévolue à l'enseignement expérimental sous la forme de projets proches de problèmes actuels de recherche et d'un stage expérimental d'un mois à plein temps dans un laboratoire de recherche.

Le second semestre de la deuxième année est consacré au stage « long », qui s'effectue le plus souvent à l'étranger, en Europe et aux États-Unis principalement. Les étudiants sont confrontés aux réalités quotidiennes du métier de chercheur, dans des laboratoires choisis pour leur réputation scientifique et la qualité de leur encadrement. Les thèmes abordés sont très variés, de la physique des particules élémentaires à l'océanographie. Mais la recherche au département de physique ouvre également vers le très actif secteur de la physicochimie du vivant ou vers les sciences de la terre et de l'environnement.

La troisième année de scolarité, ou deuxième année de master (année M2), est essentiellement consacrée à la spécialisation. De nombreuses possibilités sont offertes aux élèves physiciens puisque le département de physique a développé un partenariat fort avec les universités Paris 6, Paris 7 et Paris 11. L'année de M2 comprend dans tous les cas un stage en laboratoire.

À la fin de ce parcours prédoctoral, en quatrième année d'École, les élèves physiciens s'orientent majoritairement vers la préparation d'une thèse. Chaque année quelques-uns d'entre eux choisissent de s'orienter vers l'enseignement et obtiennent un poste en classes préparatoires après avoir passé l'agrégation. Enfin les élèves physiciens fournissent un contingent relativement important des postes ouverts aux normaliens dans les grands corps de l'État.

Quelques années après leur sortie de l'École, les deux tiers des élèves suivent une carrière de chercheur, majoritairement dans la recherche publique et universitaire, mais aussi dans les entreprises privées. Certains - dix pour cent des élèves physiciens - sont enseignants en classes prépas. Les autres, vingt pour cent, font carrière dans l'administration ou les grandes entreprises, le plus souvent en étant membre d'un corps d'État.

Le site Web du département de physique : www.phys.ens.fr/enseign/

Enseignement et vie des élèves au Département de Chimie

Faire le choix de la chimie

La chimie « vivante », c'est à dire telle qu'elle se développe aujourd'hui dans les laboratoires de recherche transcende la plupart des grandes disciplines scientifiques (physique, science des matériaux, biologie) dès que l'aspect moléculaire y est déterminant. Aussi, faire le choix de la chimie à l'Ens, ce n'est pas seulement devenir « chimiste », mais c'est décider d'apporter sa contribution au formidable développement et rayonnement d'un domaine scientifique qui, centré sur la transformation des molécules et l'élaboration des matériaux, joue un rôle capital non seulement dans l'évolution des connaissances fondamentales mais aussi dans des secteurs clefs de l'économie

comme la santé, l'habillement, les loisirs, les transports et les technologies de pointe. Le chimiste, aujourd'hui, est l'artisan de systèmes moléculaires ayant des propriétés spécifiques : médicaments, fibres textiles, matériaux légers, résistants pour usages divers, ou composants électroniques moléculaires pour ne citer que quelques exemples. Son rôle ne se limite pas à l'élaboration de molécules ou de matériaux à la demande, son domaine est aussi celui de la connaissance et de la compréhension des processus moléculaires, quel que soit le secteur dans lequel ces processus interviennent (chimie, bien sûr, mais aussi, physique, sciences de la terre et biologie). A ce titre, faire le choix de la chimie, c'est transposer la démarche scientifique de Pasteur aux problématiques et enjeux du XXI^{ème} siècle.

Comment concevoir des systèmes moléculaires capables de répondre à des besoins spécifiques ? Schématiquement, on peut distinguer deux approches :

1) utiliser l'existant et essayer de l'améliorer ; à ce titre, les « produits naturels » constituent un réservoir et un modèle pour le chimiste désireux de synthétiser des molécules à propriétés ciblées. L'exemple du taxol (anticancéreux remarquable) et de ses dérivés illustre bien la démarche qui passe par l'identification de la structure d'une molécule bioactive extraite du monde végétal, sa synthèse totale ou l'hémisynthèse de composés apparentés dont on attend une activité plus grande -ou une toxicité plus faible

2) concevoir « intellectuellement » la structure idéale, ce qui ne peut être entrepris sans une parfaite compréhension préalable de son mode de fonctionnement, c'est à dire de sa réactivité chimique et physicochimique élémentaire.

Les problématiques des chimistes peuvent ainsi être classées en trois domaines distincts mais évidemment interdépendants: (i) l'identification de la structure des molécules ou assemblages moléculaires de la nature ou de la vie, (ii) la synthèse, à partir de briques élémentaires, de ces mêmes molécules ou de variantes devant permettre de moduler les propriétés et (iii) la connaissance ou mieux la compréhension de leur mode de fonctionnement, c'est à dire de l'origine de leurs propriétés biologiques, mécaniques, optoélectroniques...

Depuis peu, ce dernier domaine, qui est celui de la réactivité fondamentale, cherche à aller au-delà de la détermination des mécanismes réactionnels par reconstitution de la succession d'étapes et de la chaîne d'intermédiaires entre les réactifs et les produits observés à temps long, de façon statistique, sur un très grand nombre de molécules. L'enjeu est considérable puisqu'il s'agit de décrire, en temps réel et à l'échelle d'une molécule vraie, comment s'opèrent les transferts d'énergie par mouvement électronique, les déplacements d'atomes, responsables de la réactivité ; des dispositifs spectroscopiques expérimentaux utilisant des sources lasers ultrarapides (femto-picoseconde) donnent un suivi dynamique des états excités et de leur processus de relaxation.

C'est dans ce contexte général que s'inscrit la démarche scientifique des diverses équipes de recherche constituant le Département de Chimie.

Les études de chimie au département

Dès leur entrée à l'Ens, les élèves qui souhaitent faire de la chimie leur discipline principale sont accueillis dans le Département où le passage du statut d'étudiant à celui de chercheur se fait insensiblement mais inéluctablement. Dans leur très grande majorité, les étudiants commencent un doctorat au cours de leur scolarité à l'Ens, certains au sein du Département la plupart à l'extérieur en fonction de leur centres d'intérêt. Même si c'est le cas pour la majorité d'entre eux, tous ne feront leur carrière dans les universités ou organismes de recherche : certains décideront de rejoindre les Corps de l'Etat, le secteur industriel, l'administration, d'autres, agrégés feront le choix de l'enseignement en classes préparatoires... mais tous auront reçu au Département de chimie puis dans leur laboratoire de thèse, une formation *à et par* la recherche.

Les études sont organisées autour du parcours prédoctoral chimie (*voir site web www.chimie.ens.fr*) : cette formation de haut niveau permet aux normaliens et aux auditeurs sélectionnés à l'issue des classes préparatoires ou des deux premières années de licence d'acquérir les connaissances indispensables pour entamer, dans de bonnes conditions, des études doctorales

que ce soit dans les domaines de la chimie de synthèse ou de l'approche physicochimique de la réactivité. Ce cursus peut être adapté pour les élèves désireux d'aborder des problématiques de recherche de la biologie à l'échelle moléculaire avec les outils et méthodes de la chimie : une première année largement consacrée à la chimie et complétée par des enseignements optionnels de biologie, permet de choisir en deuxième année d'école entre un master de biologie ou un master de chimie avec des enseignements dans l'une et l'autre des disciplines et un stage, généralement à l'étranger, dans un laboratoire à l'interface.

Les enseignements de licence (L3) et de première année de master (second semestre de M1) présentent tous les aspects de la chimie moderne, respectant un équilibre entre chimie inorganique, organique, et physicochimie nécessaire à la formation de l'« honnête homme » chimiste. Le premier semestre de l'année M1 est consacré à un stage long en laboratoire de recherche, le plus souvent à l'étranger. L'année M2 correspond à une formation spécialisée dans l'un ou l'autre des grands secteurs de la chimie d'aujourd'hui.

Au cours de sa scolarité, le normalien chimiste peut, s'il le désire, préparer l'agrégation de chimie au sein même du Département. Indispensable pour ceux qui souhaitent s'orienter vers l'enseignement en classes préparatoires, la préparation à l'agrégation est aussi choisie par une fraction significative des élèves qui se destinent à l'enseignement supérieur et à la recherche.

Pour les élèves qui ne se s'estiment pas suffisamment passionnés par la recherche, bien d'autres carrières sont possibles. Sans parler de ceux qui se dirigent rapidement vers le monde de l'entreprise, l'ENS propose chaque année des places dans les grands corps de l'état (Mines, Télécom, Ponts, ENGREF...) qui peuvent accueillir des élèves désireux d'une activité professionnelle plus directement en prise sur la vie de la cité.