
CHIMIE
AUX FRONTIÈRES



CHIMIE AUX FRONTIÈRES

Responsable

Samir Zard
samir.zard@
polytechnique.edu

Objectifs

Le monde de la chimie moléculaire a considérablement évolué au cours des trois dernières décennies. Le terme de « molécule » ou « d'architecture moléculaire » ne fait plus désormais exclusivement partie du langage du chimiste et est commun à de multiples disciplines, comme la biologie, la physique et les mathématiques si l'on considère le développement des codes de calculs quantiques et des méthodes de modélisation permettant de recréer et donc de comprendre des réactions chimiques « in silico ».

Le développement de nouvelles méthodes d'analyse d'objets de taille de plus en plus petite et de molécules de plus en plus complexes, et donc des nanosciences, de la biologie moléculaire, de nouvelles approches thérapeutiques, de la production de matières premières en quantités importantes, couplée à tous les problèmes liés au développement durable et aux contraintes environnementales, ont propulsé la chimie moléculaire à l'interface de nombreux domaines. Il devient en effet difficile d'aborder certains de ces domaines sans des connaissances de base en chimie moléculaire.

L'ensemble du programme d'approfondissement en chimie s'adresse donc à tous les

élèves ingénieurs ayant décidé d'orienter leur carrière dans le domaine de la chimie et de ses interfaces, soit dans le monde industriel soit dans le monde académique.

Ceci étant, une certaine flexibilité a été mise en place pour le choix des cours en chimie, car l'implication dans de nombreux secteurs, en particulier dans la biologie, la physique, l'économie et la finance, autorise en réalité une large palette de débouchés possibles.

Période 1 – Chimie moléculaire

Le programme d'approfondissement proposé par le Département de Chimie se place résolument aux interfaces de la chimie moléculaire avec plusieurs autres domaines d'où son nom un peu particulier de « chimie aux frontières ». L'objectif de ce programme est de fournir aux futurs ingénieurs des bases solides leur permettant de comprendre le fonctionnement des molécules, des techniques d'analyse et de caractérisation afin de pouvoir concevoir de façon réfléchie de nouveaux objets moléculaires adaptés aux besoins actuels: nouveaux principes actifs thérapeutiques, procédés catalytiques, nouveaux matériaux, nouvelles structures biologiquement actives, valorisation des ressources naturelles.



La première partie du programme comprend des cours de base qui approfondissent des aspects de la chimie moléculaire abordés en année 2, tels que la chimie organique et la chimie organométallique. Un cours, commun avec le programme d'approfondissement en chimie des matériaux, introduit la spectroscopie RMN et les autres techniques d'analyse permettant d'élucider la plupart des structures moléculaires. Cette première partie est accompagnée d'un module projet expérimental (PREX, cours optionnel) au cours duquel chaque élève effectue un travail de recherche avec un chercheur référent sur un thème de recherche en développement. Ce thème de recherche peut être issu d'une collaboration avec un partenaire industriel ou des thématiques de recherche du laboratoire concerné. Un des objectifs de ce travail expérimental effectué est de familiariser l'élève avec les différents aspects de la recherche en laboratoire (manipulations, conception, recherche bibliographique...). Alternativement, les étudiants peuvent choisir un module introductif à l'élaboration et la modélisation des matériaux, commun

avec les programmes d'approfondissement en chimie des matériaux et en physique.

Période 2 – Chimie aux Frontières

L'enseignement dispensé dans la deuxième période s'inscrit dans la suite logique de celui présenté au premier trimestre. Il propose des cours d'introduction ou d'approfondissement dans des domaines variés de la chimie moléculaire: la synthèse totale et la biosynthèse, la chimie des polymères, la chimie inorganique dont les deux derniers sont communs avec le programme d'approfondissement en chimie des matériaux.

Un cours permet aussi de familiariser les élèves aux principes de la modélisation moléculaire, domaine qui joue un rôle de plus en plus important dans différents domaines. Un cours de chimie industrielle présente les différents procédés et techniques utilisées dans le monde de l'industrie chimique; ce cours est également commun avec le programme d'approfondissement en chimie des matériaux.

L'enseignement est également complété par le module chimie aux frontières au cours duquel l'élève peut soit effectuer une recherche bibliographique en rapport avec un chercheur référent sur un domaine d'actualité, soit compléter sa formation pratique en poursuivant ou en entamant un projet de recherche en laboratoire avec un chercheur référent (voir programme première période).

Alternativement, les élèves peuvent choisir un cours de chimie biologique et thérapeutique, un cours de toxicologie humaine et environnementale (tous deux communs avec le programme d'approfondissement en biologie), un module sur les surfaces fonctionnelles actives (commun avec les programmes d'approfondissement en physique et en chimie des matériaux).

Débouchés

En France

Écoles:

Chimie ParisTech, ENSTA ParisTech (génie des procédés – environnement), IFP School (Advanced Technology in Petrochemicals – Polymers and Plastics), Mines ParisTech (développement industriel des procédés avancés).

Master Paris-Saclay:

les élèves peuvent compléter leur formation de chimiste en suivant le Master Molecular Chemistry, Science and Engineering.

Le Master Molecular Chemistry, Science and Engineering est une formation dédiée à la chimie moléculaire avec une ouverture vers les domaines connexes de la biologie et des sciences des matériaux. Il intègre également un module optionnel de chimie industrielle et de management de projets faisant partie du cursus Polytechnicien. La formation théorique (3-4 mois), effectuée totalement en anglais, est complétée par un projet de recherche de six mois.

M2 autres universités:

Chimie/génie chimique.

A l'étranger

Master of Science Chemistry, Biochemistry, Chemical Engineering, Environmental Engineering.

Projet 3A

Les projets seront discutés individuellement avec les élèves. Leur nature peut être très variée : un projet expérimental ou une recherche bibliographique sur une problématique donnée, ou bien l'inscription à un cours ou un EA supplémentaire. Pour les élèves particulièrement motivés par la chimie qui le souhaitent, il sera possible de combiner le projet 3A avec le PREX (CHI 572) et Chimie aux Frontières (CHI 583) pour pouvoir aller très loin dans l'approfondissement d'un projet de recherche original. La logique est de proposer des projets aussi cohérents que possible avec la vision plus large des élèves quant à leurs objectifs de carrière.

COMPOSITION DU PROGRAMME

Période 1

3 cours au choix

- CHI551 – Chemistry and Magnetism: from MRI to quantum computers
- CHI552 – Advanced Organic Chemistry
- CHI553 – Organometallic Chemistry

1 EA au choix

- CHI572 – Expérimental Project
- PHY570 – Materials design

Période 1 et 2

- CHI511 – Projet de chimie moléculaire

Période 2

3 cours au choix

- CHI561 – Total Synthesis and Biosynthesis
- CHI562 – Advanced Macromolecular Engineering
- CHI563 – Molecular Modelisation
- CHI564 – Chemical Engineering
- CHI565 – Chemistry & Light: from Electronic Structure to Sustainable Energy

1 EA au choix

- BIO582 – Toxicologie humaine et environnementale
- CHI581 – Medicinal Inorganic Chemistry: Using Metal Complexes in Medicine
- CHI583 – Frontiers in Chemistry
- PHY582 – Current trends in Materials Science

Période 3

Stage de recherche

- CHI591 – Nouvelles réactions et synthèse de produits naturels
- CHI592 – Chimie organométallique et catalyse
- CHI593 – Méthodes analytiques; modélisation moléculaire
- CHI594 – Matériaux fonctionnels