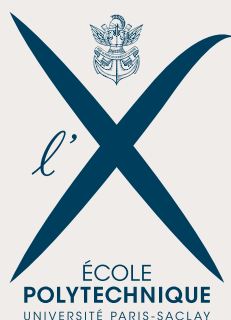




CYCLE D'INGÉNIEUR POLYTECHNICIEN



LE CYCLE D'INGÉNIEUR POLYTECHNICIEN

2

POURQUOI VENIR À L'ÉCOLE
POLYTECHNIQUE ?

6

LES DÉBOUCHÉS

8

LA VIE DE CAMPUS

10

UN ENVIRONNEMENT « STIMULANT »

12

UNE ÉCOLE INTERNATIONALE

14

LES VOIES D'ACCÈS
LE CONCOURS

16

LE CURSUS INGÉNIEUR

22

AVANT L'ARRIVÉE SUR LE CAMPUS

24

LES ANNÉES CAMPUS

44

APRÈS LE CAMPUS



47

CONTACTS

POURQUOI venir à l'École polytechnique

QUELQUES ENSEIGNANTS EMBLÉMATIQUES

Grégoire Allaire,
mathématicien,
Président de la Société
de Mathématiques
Appliquées
et Industrielles

Alain Aspect,
Professeur de Physique,
Prix Wolf, Prix Balzan

Pierre Cahuc,
Professeur d'Économie

Jean Dalibard,
Professeur de physique,
Professeur au Collège
de France,
Membre de l'Académie
des Sciences

Bernard Dré villon,
Professeur de Physique

Pierre Fayet,
Professeur de Physique,
Membre de l'Académie
des Sciences

Antoine Georges,
Professeur de physique,
Professeur au Collège
de France

Patrick Le Tallec,
Professeur

de mécanique
Hervé Le Treut,
Climatologue,
Membre de l'Académie
des Sciences

Pierre-Louis Lions,
Professeur
de Mathématiques
Appliquées,
Médaille Fields,
Professeur au Collège
de France,
Membre de l'Académie
des Sciences

Sylvie Méléard,
Professeur
de Mathématiques
Appliquées

Benjamin Werner,
Professeur
d'Informatique

Samir Zard,
Professeur de Chimie

Une formation pluridisciplinaire de haut niveau

L'École polytechnique forme des **ingénieurs d'excellence** dotés d'une culture pluridisciplinaire à forte dominante scientifique. Les principales disciplines scientifiques font l'objet de cours, de « petites classes » (travaux dirigés) ou de travaux expérimentaux. À cet enseignement s'ajoute une ouverture vers des disciplines littéraires et artistiques et la pratique de langues étrangères. La formation scientifique des deux premières années s'articule autour d'enseignements de haut niveau qui recouvrent neuf disciplines scientifiques, avant une phase de spécialisation à partir de la 3^e année.

Une formation humaine et militaire

La formation humaine, militaire et sportive est constitutive de la formation générale des élèves polytechniciens et est partie intégrante du projet

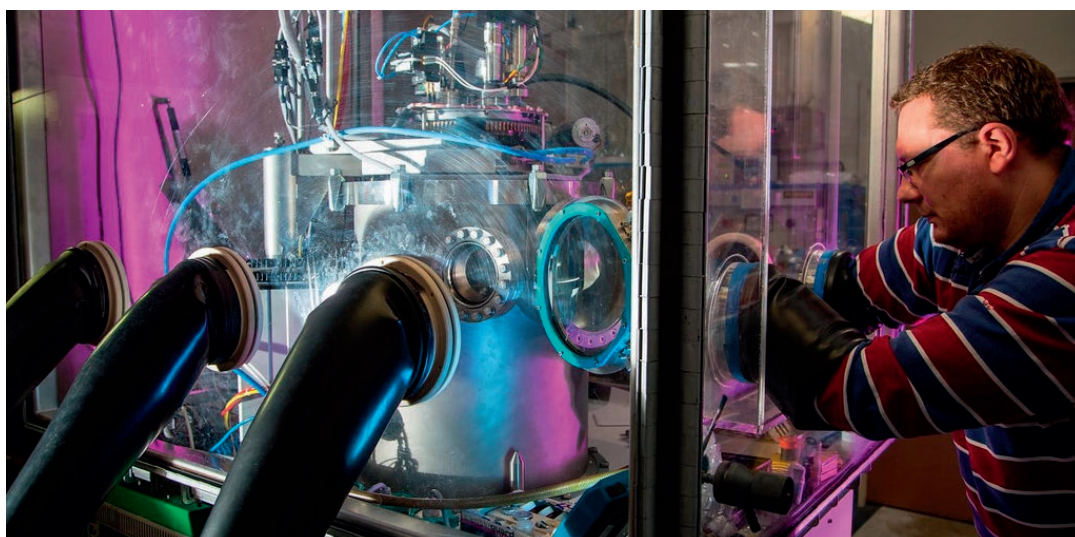
pédagogique de l'École. Elle a pour objectif général d'associer à un esprit d'ingénieur les compétences humaines et de communication indispensables pour aborder le monde professionnel.

Les objectifs particuliers de cette formation visent à développer la connaissance et la maîtrise de soi, les facultés d'adaptation et d'ouverture d'esprit, le goût du travail en équipe et le sens relationnel, l'aptitude à communiquer et à diriger, les qualités physiques et le goût de l'effort, et enfin, le sens de l'intérêt général.

Elle s'appuie sur quatre grands piliers :

- Un stage de formation humaine la première année, dans les armées ou des organismes civils ;
- Le sport comme discipline structurante, avec 6 heures de pratique sportive hebdomadaire ;
- Des rencontres de personnalités du monde de l'entreprise ou de l'action associative ;





670
enseignants

► L'encouragement du volontariat et de la prise d'initiative dans des activités périscolaires: associations à caractère social ou d'égalité des chances, activités associatives étudiantes, activités mémorielles (14 juillet, 8 mai, hommages...).

en laboratoire » et dans le stage de recherche de 6 mois en fin de 3^e année, ainsi que dans le stage de recherche de Master 2 que certains élèves choisissent d'effectuer en 4^e année.

39%
d'enseignants étrangers

Une formation par et à la recherche

L'enseignement du cycle polytechnicien se caractérise également par une formation à et par la recherche. Pour cela, l'École s'appuie sur un centre de recherche de pointe, comprenant plus de 22 laboratoires en co-tutelle avec le CNRS, le CEA, INRIA et l'INSERM...

Les élèves sont exposés à un environnement de recherche extrêmement riche et performant, tout d'abord à travers leur formation (cours magistraux, petites classes, travaux expérimentaux) qui est assurée pour une part importante par des Professeurs dont l'enseignement est sans cesse renouvelé et fortement ancré dans la recherche actuelle.

Les laboratoires de recherche de l'École sont aussi directement impliqués dans les « Projets Scientifiques Collectifs » et les « Modules en Laboratoire » en 2^e année, dans le « projet de recherche

Un corps professoral de renom

La formation polytechnicienne est assurée par un corps professoral de très haut niveau, issu notamment d'un centre de recherche internationalement reconnu.





34 accords
de double-diplôme
avec des établissements
étrangers

63 nationalités
sur le campus

Une grande variété de carrières

La pluridisciplinarité des ingénieurs formés à l'École polytechnique explique la grande diversité de carrières que suivent les polytechniciens : scientifiques de haut niveau, ingénieurs pour l'industrie, haut-fonctionnaires, managers, ... Si 52 % d'une promotion poursuit une activité en entreprise après l'École – 59 % choisissant l'industrie –, 24 % poursuit par un doctorat et 15 % entre dans les corps de l'État, dont 28 % effectue un doctorat.

Selon une récente étude du Times Higher Education magazine, l'École polytechnique est la 1^{re} école en France et la 4^e école au niveau mondial où il fait bon étudier pour devenir dirigeant d'entreprise.

**EN 2015, LE TIMES HIGHER
EDUCATION CLASSE L'ÉCOLE
POLYTECHNIQUE À LA 5^e PLACE
DES 100 UNIVERSITÉS LES PLUS
INTERNATIONALES**

Une ouverture internationale

En 2015, à partir du top 400 World University Rankings 2014-2015, le Times Higher Education dresse une liste des 100 universités les plus internationales au monde. L'École polytechnique figure à la 5^e place de ce classement. Ce bon positionnement de l'École reflète le succès de sa stratégie de développement de partenariats privilégiés avec des établissements étrangers choisis pour leur expertise scientifique unique.

L'École permet aux élèves d'avoir une expérience de quelques mois à l'étranger au cours des trois premières années de leur cursus : stages civils à l'étranger en 1^{re} année, stage en entreprise de 3 mois en 2^e année, ou encore stage de recherche de 6 mois sont autant d'occasions d'ouvertures sur d'autres cultures et d'autres pays. L'École leur permet aussi de mener l'intégralité de leur 4^e année dans un établissement étranger. Un cinquième de la promotion est composée d'étudiants internationaux, issus de 36 nationalités différentes.

Une formation à la fois généraliste et spécialisée

Le cycle ingénieur de l'École polytechnique est unique avec une formation qui se déroule sur quatre ans, au lieu de trois dans les autres écoles d'ingénieur. Ce cursus en quatre ans permet d'offrir aux élèves à la fois une formation pluridisciplinaire de haut niveau, qui les fait bénéficier d'une large assise scientifique en sciences fondamentales, sciences de l'ingénieur, sciences économiques et sociales, et une formation aussi spécialisée que celles dispensées dans tout cursus ingénieur.

Une vie étudiante et associative très riche qui responsabilise les élèves sur des projets d'envergure

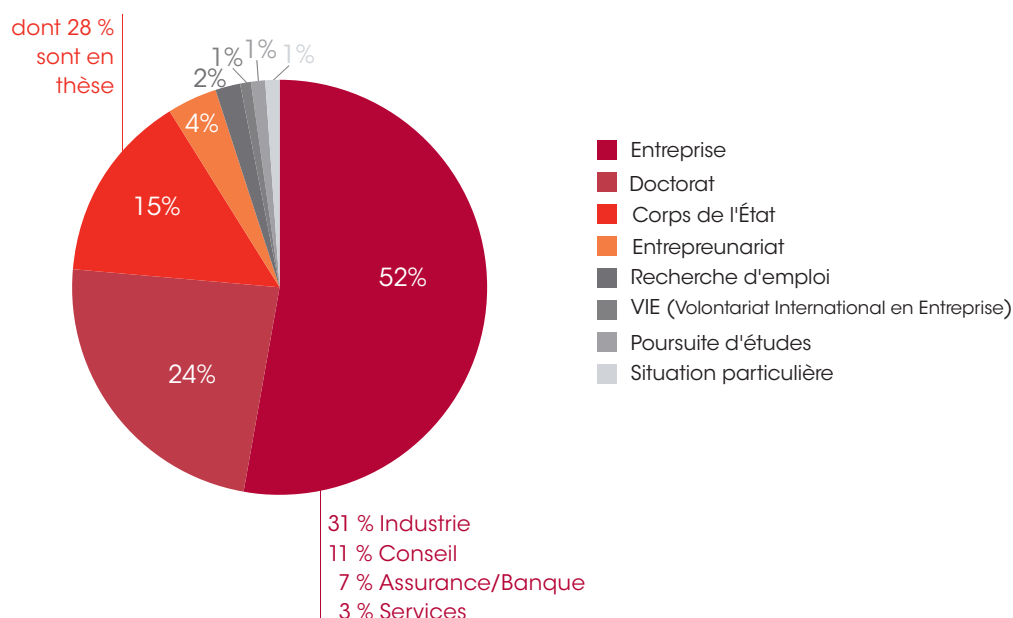
La vie associative sur le campus est extrêmement riche et diversifiée. Les élèves sont en internat, ce qui favorise le foisonnement d'activités extracurriculaires. Ils jouissent d'une grande liberté dans l'organisation d'activités scientifiques, culturelles et artistiques, de sorties et d'événements sportifs, qui sont gérés par les membres d'associations et de clubs nommés « binets ». On compte plus d'une centaine de binets.



LES DÉBOUCHÉS

Former pour l'État, l'entreprise et la recherche

Les débouchés des polytechniciens diplômés en 2014



52%
des polytechniciens
choisissent l'entreprise

4% des
polytechniciens créent
leur entreprise

28% de
la promotion poursuit
en doctorat après sa
formation à l'École
polytechnique

Évolution du salaire des polytechniciens à l'embauche entre 2011 et 2014

Salaire	2011	2012	2013	2014
Moyenne	44 000	47 000	45 000	45 000
Médiane	42 000	44 000	44 000	44 000

59% des polytechniciens en activité professionnelle en entreprise (hors corps de l'État et doctorat) ont choisi l'industrie. Les secteurs privilégiés par les polytechniciens sont l'énergie, la construction aéronautique, ferroviaire et navale, l'armement et les technologies de l'information (services)

40% des polytechniciens travaillant en entreprise ont effectué un stage chez leur employeur au cours de leur cursus

99% des polytechniciens sont en activité professionnelle dans les 6 mois après obtention de leur diplôme

Témoignages



Lara, ingénieur des Ponts, Eaux et Forêts, doctorante à l'École d'Économie de Paris.

« J'ai choisi d'intégrer le Corps des Ponts, Eaux et Forêts en septembre 2009 et j'ai suivi en parallèle les cours du département SEGF et du Master « Analyse et Politique Économique » de l'École d'Économie de Paris. J'ai ensuite effectué un stage d'un an à l'Agence Française de Développement de Nairobi, au Kenya. Aujourd'hui, en 3^e année de doctorat à l'École d'Économie de Paris, je travaille sur des problématiques liées à l'urbanisation en Afrique subsaharienne. La formation proposée, alliant expérience de terrain et formation par la recherche, ainsi que l'éventail des débouchés possibles dans le domaine du développement en France comme à l'étranger, répondaient parfaitement à mes aspirations professionnelles. »



Matthieu, ingénieur du Corps des Mines, chef de la division de Lyon de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN)

« Ancien de la promotion 2005, j'ai rejoint l'ASN en 2011 après avoir suivi 3 années de formation au sein du Corps des Mines pour me préparer à mes fonctions dans l'administration. Cette formation complémentaire a commencé par 2 ans de stage et s'est terminée par une année d'études aux Mines ParisTech. Je suis actuellement chef de la division de Lyon de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Je suis à la tête d'une équipe de 35 personnes, principalement des inspecteurs, de niveau ingénieur. »



Guillaume, docteur du Laboratoire de Physique et Mécanique des Milieux Hétérogènes

« Après une spécialisation en mécanique des fluides en troisième et quatrième année de l'X, j'ai poursuivi mon cursus par un doctorat au laboratoire de Physique et Mécanique des Milieux Hétérogènes. J'étais attiré par l'idée d'avoir ces trois années devant moi pour approfondir un sujet de la recherche actuelle, découvrir ce petit monde et enrichir ma culture scientifique. J'ai soutenu ma thèse - qui a rempli tous ces objectifs - en septembre 2013 et je suis maintenant ingénieur de recherche chez Saint-Gobain. »



Claire, ingénieur d'études chez Ondeo Systems (groupe Suez Environnement)

« Ancienne de la promotion 2006, j'ai complété ma formation par un Master en ingénierie environnementale à l'Imperial College à Londres, avec une spécialisation en gestion de l'eau. Je travaille depuis chez Ondeo Systems, filiale de Suez Environnement, où je conçois des outils informatiques intelligents pour la gestion des réseaux d'eau potable et d'assainissement. »



Nicolas, CTO et co-fondateur de WePopp

« Notre projet de création d'entreprise est né en 2010, à l'École polytechnique, lors d'un module expérimental d'informatique. Le déclic est survenu après 5 mois d'immersion dans l'écosystème des start-ups américaines de la Silicon Valley. L'engouement pour l'entrepreneuriat déborde là-bas de tous les côtés et nous sommes revenus en France sur-motivés ! Le projet a ensuite mûri au cours des masters entrepreneuriat que nous avons suivis, à l'X ou à HEC. Seul l'entrepreneuriat permet de travailler sur un projet auquel on croit, il ne faut surtout pas avoir peur de se lancer et de s'exposer. »

LA VIE de campus

Un site privilégié

Depuis 1976, l'École polytechnique est située à 15 km de Paris, sur le plateau de Saclay, en plein cœur de la cité scientifique de demain. Il offre à l'ensemble des personnes qui vivent au quotidien sur le campus, sur 164 ha (dont 120 ha d'espaces verts), des infrastructures permettant à chacun d'avoir accès à des services de proximité et à de multiples activités (sport, culture, loisirs).

1500 LOGEMENTS ÉTUDIANTS
1 MAISON D'HÔTES, 1 RESTAURANT
1 CAFÉTÉRIA
50 SALLES DE COURS
ET DE TRAVAUX PRATIQUES
15 AMPHITHÉÂTRES
8000M² D'INFRASTRUCTURES
SPORTIVES COUVERTES
8HA DE SURFACE SPORTIVE EXTÉRIEURE



Le logement

L'internat est obligatoire pour les élèves polytechniciens. Ils disposent de studios individuels de 18 m² appelés « caserts ». Confortables, équipés du téléphone et d'une connexion Ethernet, ils disposent d'une salle de bain individuelle. Les élèves sont logés avec la section sportive qu'ils ont intégrée en début de cursus – 16 disciplines au choix. Un « bar d'étage » (cuisine partagée) anime la vie de la section et permet aux élèves de se restaurer dans leurs logements. Le loyer toutes charges comprises est de 420 €; les élèves bénéficient des APL*. Ils peuvent ainsi participer pleinement à la vie de l'École. Un certain nombre de logements sont par ailleurs disponibles pour les couples et les familles.

** Aide personnalisée au logement*

La restauration

Le campus dispose d'une restauration collective, appelée « Magnan », qui accueille les élèves pour les trois repas. La cafétéria SAFRAN Saveurs, située dans le grand hall, vient compléter cette offre, ainsi qu'une épicerie locale solidaire et éthique (E.L.S.E.), tenue par l'association étudiante du même nom, une supérette tenue par les élèves ouverte à l'heure du déjeuner et le soir, et des « food trucks » présents sur le campus certains jours de la semaine.

Les infrastructures sportives

Le sport est un élément primordial de la formation polytechnicienne et le campus dispose d'infrastructures d'intérieur et de plein air exceptionnelles.

- 1 centre équestre
- 2 bassins de natation
- 1 salle d'escrime
- 1 dojo
- 1 lac semi-artificiel
- 3 gymnases
- 4 terrains de foot
- 3 terrains de rugby
- 6 courts de tennis
- 1 piste d'athlétisme de 400m
- 3 murs d'escalade
- 1 stand de tir
- 1 practice de golf
- des terrains multisports



L'accès

Par la route

À partir de la Porte d'Orléans ou d'Italie: par l'autoroute A6

À partir du Pont de Sèvres: par la N118

En transports en commun

RER B ou C

*Arrêt Lozère: itinéraire piéton de 15 minutes (300 marches environ).

ou

*Arrêt gare de Massy-Palaiseau, puis prendre un bus pour se rendre sur le campus: bus 91.06 (B, C) ou 91.10.

L'École possède son propre service d'autopartage, Key'Lib. Il propose de réserver sur Internet des voitures stationnées sur le campus et accessibles 24 heures/24 heures via la carte de membre.



UN ENVIRONNEMENT stimulant

La proximité avec un centre de recherche de pointe

Au moins 20% du temps de formation est consacré à la recherche sur les trois premières années du cycle polytechnicien. Les élèves bénéficient de la chance exceptionnelle d'avoir accès à un centre de recherche comprenant 22 laboratoires de très haut niveau au sein même de l'École, mais aussi aux laboratoires de recherche du plateau de Saclay.

Des projets scientifiques se déroulent tout au long du cursus

Dès la 1^{re} année, des conférences scientifiques portant sur des thèmes de recherche d'actualité sont proposées aux élèves, ainsi que des visites des laboratoires et des rencontres avec les chercheurs.

En 2^e année, une partie de la formation s'effectue sous forme de modules appliqués en laboratoire, les MODAL, au sein du centre de recherche de l'École polytechnique. Les élèves y abordent une thématique scientifique sur une période de neuf

semaines, à raison d'un jour par semaine. En lien avec les laboratoires de l'École, tous les élèves travaillent par petit groupe à un Projet scientifique Collectif. Ce travail s'effectue tout au long de l'année, au rythme d'une demi-journée par semaine.

En 3^e année, les Enseignements d'Approfondissement offrent à tous les élèves de nouvelles occasions d'immersion dans les laboratoires de l'École. Les élèves ont aussi la possibilité de remplacer certains cours/modules de 3^e année par un projet en laboratoire, sur une durée d'un trimestre. Enfin, tous les élèves effectuent un stage de recherche d'une durée de 4 à 6 mois. Ces stages se déroulent dans des laboratoires académiques, mais aussi dans des équipes de R&D industrielles, en France ou à l'étranger.

Après le cycle polytechnicien, 28% des élèves qui entrent dans un Corps de l'État effectuent un doctorat et 24 % des autres élèves poursuivent leur cursus ingénieur par un doctorat.



Les fonds contemporains de la BCX en chiffres

300 000 OUVRAGES

2 700 TITRES DE PÉRIODIQUES

5 300 REVUES ÉLECTRONIQUES

En libre accès dans les salles

183 000 MONOGRAPHIES

15 DERNIÈRES ANNÉES DES 380 ABONNEMENTS « PAPIER » DE PÉRIODIQUES

Une bibliothèque historique d'une grande richesse

La bibliothèque de l'École polytechnique (BCX)

Fondée en même temps que l'École, en 1794, la bibliothèque de l'École polytechnique est encyclopédique avec une très forte dominante en sciences. Partiellement issues des saisies révolutionnaires et napoléoniennes, ses premières collections n'ont cessé de s'enrichir, par des apports exceptionnels, par des legs ou par des acquisitions régulières.

Bibliothèque, centre d'archives et musée, la Bibliothèque de l'École polytechnique remplit une triple mission : documentaire en soutien à l'enseignement et à la recherche, patrimoniale de par la richesse de ses collections, culturelle à destination des élèves polytechniciens, des étudiants, des enseignants, des chercheurs, et du personnel de l'École. Elle pilote la politique documentaire de l'établissement et met en valeur son patrimoine historique et scientifique.



La bibliothèque propose de nombreuses ressources électroniques telles que bases de données, revues, livres, encyclopédies et dictionnaires, thèses, ainsi que l'interrogation de ses catalogues en ligne.

Le Centre de Ressources Historiques (CRH)

Le CRH conserve, restaure, communique et valorise le patrimoine écrit et muséographique de l'École polytechnique : des archives historiques et administratives, des pièces muséales variées (instruments scientifiques anciens – dont 87 classés parmi les monuments historiques –, iconographies – des dessins aux photographies – et « militaria »...) ainsi que le fonds de livres anciens (17 000 ouvrages édités jusqu'en 1850) et les premiers cours professés à l'École, jusqu'à 1900 inclus. Le CRH accueille chaque année les travaux pratiques des élèves en histoire des sciences qui produisent une dizaine d'exposés, articles ou expositions à partir des collections historiques de l'École.

L'environnement de l'Université Paris-Saclay

L'École polytechnique se situe au cœur du plateau de Saclay, qui accueille un nombre croissant d'établissements et d'institutions scientifiques : organismes publics de recherche (CNRS, INRA, ONERA, INSERM, CEA...), centres de recherche privés (Air Liquide, Danone, Thales R&T, Soleil...), établissements d'enseignement supérieur (ENSTA ParisTech, Université Paris-Sud, Institut d'Optique, HEC, Supélec...).

Elle est membre fondateur de l'Université Paris-Saclay. Comparable en taille aux grandes universités mondiales, cette dernière développe une stratégie de coopération universitaire internationale en s'appuyant sur une offre de formation de niveau Master et des équipes de recherche du plus haut niveau international.

UNE ÉCOLE internationale

Des partenariats stratégiques avec les meilleures universités mondiales

Avec plus de 200 accords de coopération avec des institutions étrangères, l'École polytechnique dispose d'un large réseau de partenaires dans le monde entier. Elle concentre aujourd'hui sa politique de développement international sur un nombre resserré d'institutions avec lesquelles elle partage des valeurs et des ambitions communes, telles que : Shanghai Jiao Tong University en Chine ; Cambridge University, Technische Universität München ou l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne, en Europe ; Caltech, Columbia ou le MIT aux États-Unis ; ou encore l'Instituto Tecnológico de Aeronáutica au Brésil. Avec ces établissements, l'X met en place des programmes de coopération stratégiques de haut niveau et innovants, permettant à l'École de tenir sa place dans le monde très compétitif des formations d'excellence.

Une mobilité encouragée

L'École polytechnique encourage ses étudiants à internationaliser leur parcours de formation et leur offre l'opportunité de vivre plusieurs expériences à l'international. Elle prépare ainsi ses élèves aux grands enjeux de la scène internationale.

Les élèves ont l'obligation de passer au moins 3 mois à l'étranger sous forme d'un séjour au sein d'une université, d'une entreprise ou d'un stage. Au-delà de l'apprentissage des langues, l'objectif pour les élèves est de connaître et ainsi d'évaluer le potentiel des pays dans lesquels, ou avec lesquels, ils pourront être amenés à travailler à la sortie de l'École.

Si les élèves sont bien accueillis par les meilleures universités américaines et européennes, ils sont également encouragés à réaliser une mobilité dans les grands pays émergents, comme le Brésil ou la Chine. La connaissance et la compréhension de ces pays dans lesquels la présence industrielle française est importante constitue un fort atout pour leur parcours professionnel futur.



Zoom sur le Programme Alliance avec l'Université de Columbia

L'École polytechnique est partenaire, avec Science Po Paris et l'Université de la Sorbonne (Paris I), du Programme Alliance avec l'Université de Columbia (New York).

Le but de ce programme novateur est d'inspirer et d'accompagner de nouvelles initiatives de coopération et de collaboration en matière de formation et de recherche, en encourageant notamment les échanges réguliers d'étudiants entre les institutions. Par exemple, l'École polytechnique accueille des membres de la Columbia Organization of Rising Entrepreneurs (CORE), l'une des plus importantes associations étudiantes américaines dédiées à l'entrepreneuriat, et l'Université de Columbia accueille en retour des élèves de l'X invités à découvrir l'écosystème entrepreneurial de New York.

Parmi les établissements qui accueillent le plus d'élèves polytechniciens chaque année :

Stanford, Berkeley, CalTech, Princeton, MIT, Columbia, Cambridge, Oxford, Imperial College, Technische Universität München, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, ETH Zürich, KTH.

100% d'une promotion effectue un séjour à l'étranger

40% des élèves effectuent leur 4^e année à l'étranger

Les élèves internationaux

L'École polytechnique jouit d'une longue tradition internationale. Pionnière, elle accueille, dès 1798, les tout premiers étudiants étrangers. L'École perpétue cette tradition et chaque année, plus de 800 talents internationaux, soit un tiers des étudiants du campus, viennent y suivre des programmes diplômants et non-diplômant.

L'École polytechnique a signé 25 accords de doubles diplômes au niveau du cycle d'ingénieur polytechnicien : les meilleurs étudiants des établissements partenaires obtiennent ainsi le diplôme d'ingénieur de l'École polytechnique et celui de leur université d'origine en bénéficiant d'une formation scientifique de grande qualité.

Des associations ouvertes sur l'international

L'ouverture internationale est manifeste sur le campus de l'École où sont représentées 63 nationalités et où de nombreuses associations d'élèves célèbrent la diversité culturelle à travers divers événements et cérémonies : organisation de défilés africains, Nouvel an chinois, exposition de photographies du Japon... D'autres associations permettent aux polytechniciens de participer à des rencontres et compétitions étudiantes internationales, ou même de les organiser :

coupe du monde étudiante de voile, simulation d'assemblées des Nations unies en Europe ou aux États-Unis, conférences d'Ambassadeurs étrangers, concours pour le Hult prize récompensant des initiatives d'étudiants du monde entier en entrepreneuriat social et solidaire, compétition d'ingénieurs à l'échelle européenne. La richesse associative de l'École renforce ainsi son rayonnement à l'international.

Le PEI, programme non-diplômant

Le Programme d'Échange International permet à des étudiants scientifiques étrangers de très bon niveau, issus des institutions partenaires de l'École, de suivre une partie des enseignements du cycle d'ingénieur polytechnicien.

EN CYCLE INGÉNIEUR

25%
d'élèves internationaux

36 nationalités

220 élèves
à l'étranger pour leur
4^e année répartis
dans

36 établissements
partenaires de 15 pays

25 accords
de double-diplôme



LES VOIES D'ACCÈS

Le concours

Les différentes filières d'admission

Le Cycle Polytechnicien est accessible par deux voies différentes et exclusives l'une de l'autre :

- Par les classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE), « voie 1 » ouverte aux candidats français et étrangers ;
- Par les universités en France et dans le monde entier, « voie 2 » différenciée entre un concours pour les candidats français et un autre concours pour les candidats étrangers.

De nombreux centres d'examens accueillent les candidats en France, en outre-mer et à l'international.

À l'issue de ce concours, 400 étudiants français et 120 étudiants étrangers intègrent le cursus.

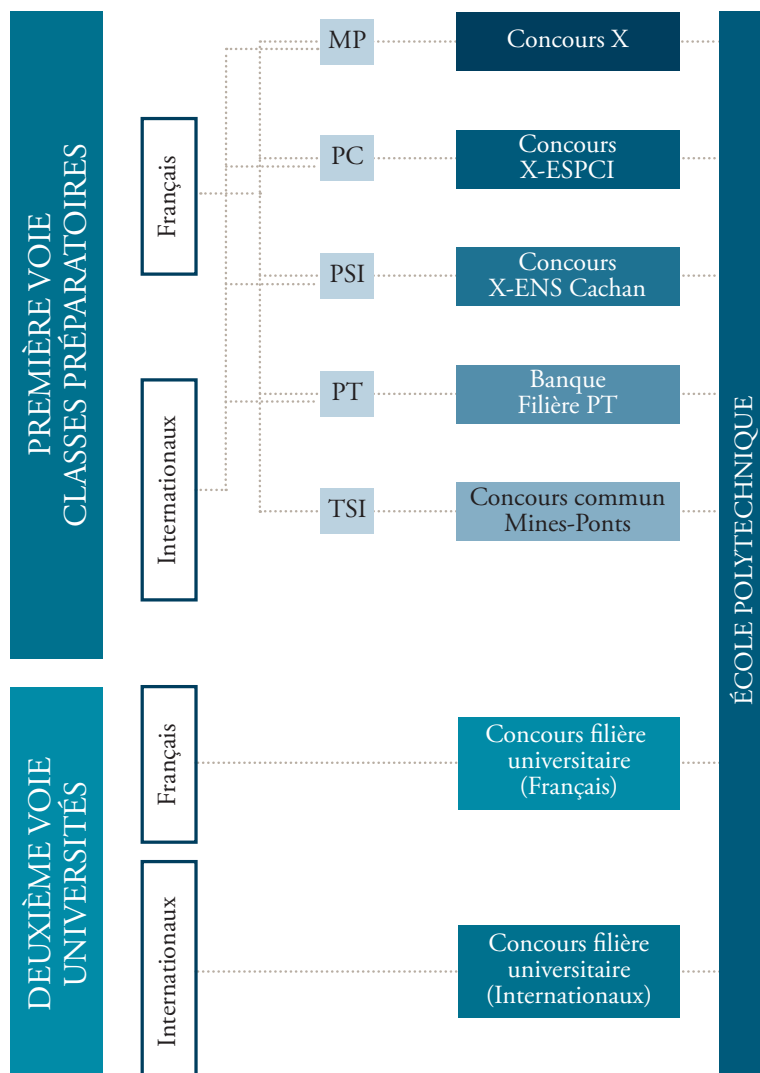
www.admission.polytechnique.edu

LES PLACES OFFERTES AU CONCOURS FRANÇAIS 2016

MP - option informatique : 102
 MP - option physique et sciences de l'ingénieur : 80
 PC : 130
 PSI : 57
 PT : 11
 TSI : 2
 Universités : 23

LES PLACES OFFERTES AU CONCOURS INTERNATIONAL 2016

120 dont universités : 75



La voie d'accès « classes préparatoires », étudiants français

Cette filière du concours s'adresse aux étudiants de nationalité française des classes préparatoires dans les filières MP, PC, PSI, PT et TSI. Des épreuves écrites donnent lieu à l'admissibilité puis des épreuves orales et de sport donnent lieu à une liste d'admission à l'issue de la réunion du jury.

Une visite médicale obligatoire pour tous aura lieu avant les épreuves orales.

La voie d'accès « universitaire », étudiants français

L'École polytechnique offre 23 places aux candidats français issus de la filière universitaire, chiffre en constante évolution. Cette filière concerne des étudiants de nationalité française inscrits en L3 dans des universités françaises ou étrangères. L'admissibilité se fait sur dossier. Les candidats sont ensuite admis sur les résultats des épreuves orales et de sport. Une visite médicale obligatoire aura lieu avant les épreuves orales.

Ce recrutement universitaire s'appuie en partie sur des accords de partenariat entre l'École polytechnique et certaines universités : l'Université Paris-Sud, l'Université de Montpellier 2, l'Université de Strasbourg et l'Université Bordeaux 1.

Les concours internationaux

Trois concours s'adressent aux étudiants étrangers :

Les étudiants des classes préparatoires en France et à l'étranger – hors filière TSI – se présentent au même concours que les candidats français.

Les étudiants issus des universités internationales disposant d'un excellent niveau en sciences sont sélectionnés sur dossier pour présenter des tests écrits et des épreuves orales qui déterminent leur admission. Ces candidats sont sélectionnés grâce à des centres d'écrits implantés à l'international et à un jury itinérant.

Les étudiants inscrits en L3 dans des universités françaises se présentent au même concours que les candidats de la voie universitaire française.



bit.ly/noticesX

Flasher ce code pour télécharger
la notice du concours

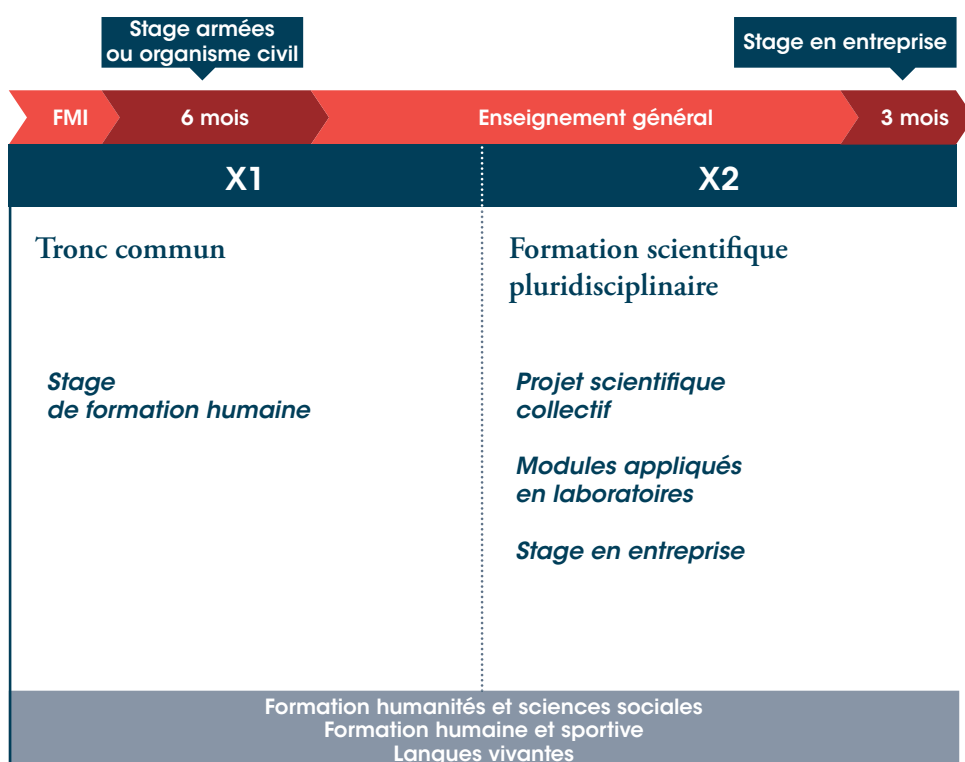
LE CURSUS ingénieur

Le cursus ingénieur en quatre ans s'articule autour de trois objectifs :

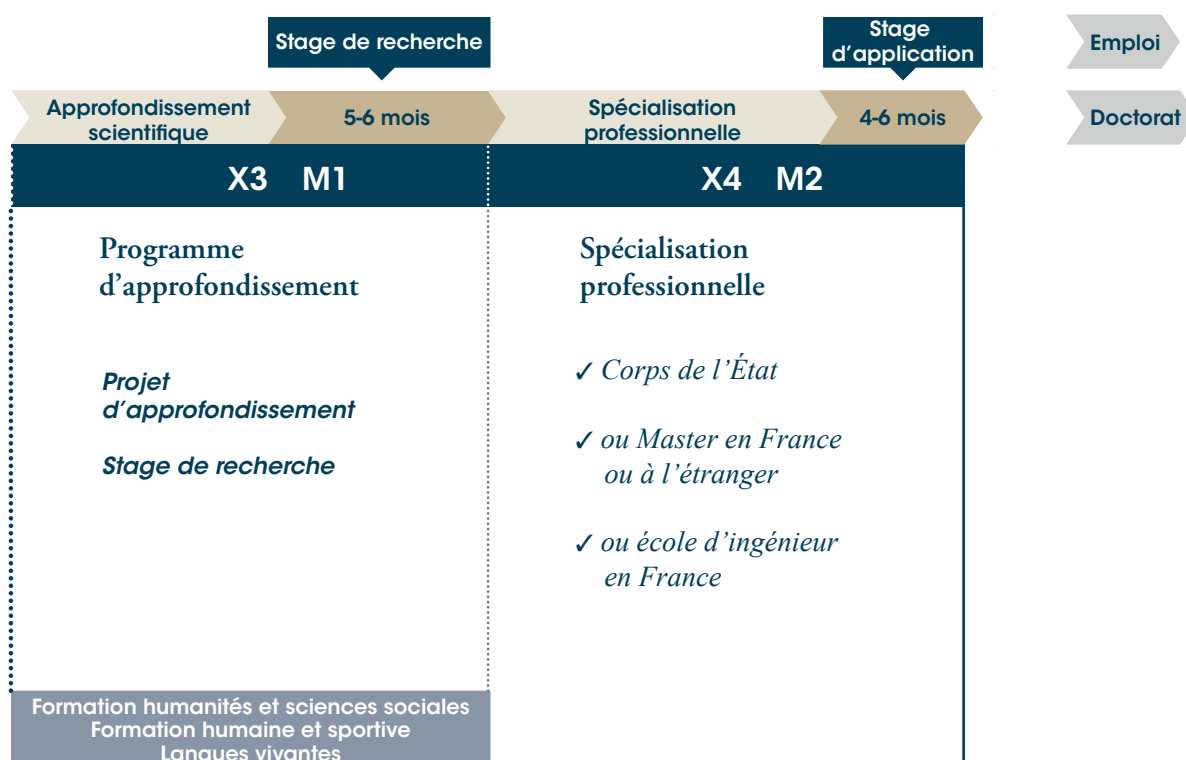
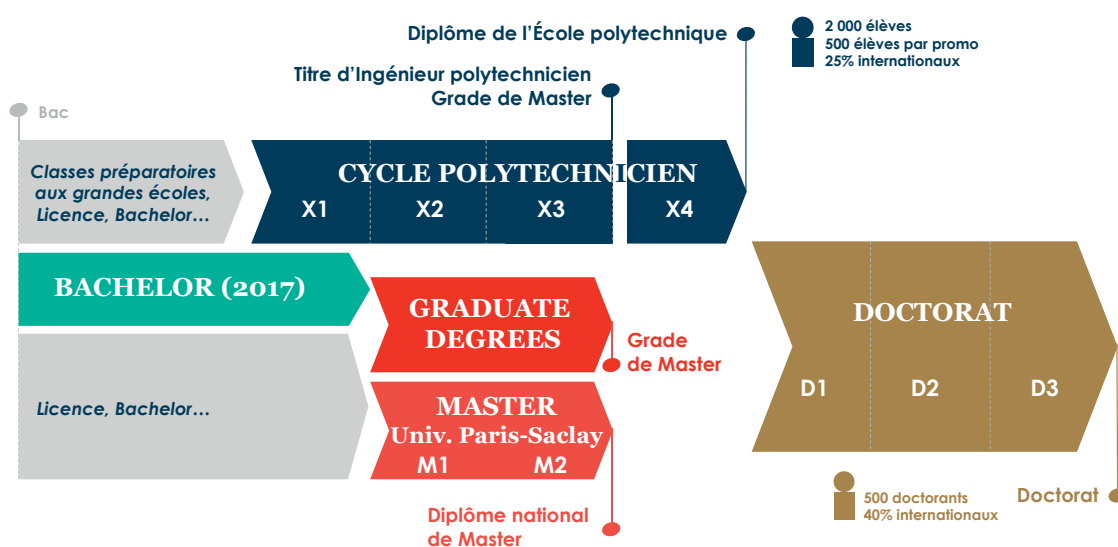
- dispenser une formation scientifique multidisciplinaire ;
- compléter cette formation scientifique par une formation humaine et une forte ouverture sur le monde extérieur ;
- offrir une spécialisation professionnelle.

La formation comprend une première phase de formation générale puis une seconde phase d'approfondissement et de spécialisation.

Ingénieur polytechnicien : un cursus renouvelé



Les trois cursus de l'École polytechnique



Synopsis de la formation

Année 1

septembre		mars / avril		juillet	
Formation Humaine				Tronc commun Scientifique	
Français	Formation militaire initiale	Stage de formation d'officier	Stage de terrain en unité militaire	Économie Ouverture aux sciences économiques	
				Informatique Introduction à l'informatique Les principes des langages de programmation	
		Stage en organisme civil		Mathématiques Analyse réelle et complexe	
Francophones	Séminaire d'intégration	Stage de terrain en organisme civil		Mathématiques Appliquées Aléatoire	
				Semestre préparatoire	
Internationaux	Non francophones	Cours de français intensif	Français intensif Adaptation à la pédagogie scientifique française	Humanités et sciences sociales	
				Langues	
				Stage « techniques d'expression »	
				Sport	

Année 2

Les élèves choisissent 3 cours par période.

Fin août		Mi-janvier / fin janvier		Mi-juin			
Premier semestre			Second semestre				
Période 1		Période 2		Période 3		Période 4	
<p>Mathématiques Systèmes dynamiques</p> <p>Informatique ➤ Les bases de la programmation et de l’algorithmique ➤ Fondements de l’informatique</p> <p>Économie Microéconomie</p> <p>Physique Physique quantique avancée</p> <p>Biologie Biologie moléculaire et information génétique</p> <p>Mécanique Mécanique des milieux continus 1</p> <p>Chimie ➤ Introduction à la chimie moléculaire ➤ Chimie organique</p> <p>Mathématiques appliquées Statistiques</p>		<p>Mathématiques ➤ Distributions ➤ Analyse de Fourier et théorie spectrale</p> <p>Économie Macroéconomie</p> <p>Physique Relativité et principes variationnels</p> <p>Biologie La cellule, unité du vivant</p> <p>Mathématiques appliquées Approximation numérique et optimisation</p> <p>Mécanique Mécanique des milieux continus 2</p> <p>Chimie Fondements de la chimie moléculaire et des matériaux</p> <p>Informatique Conception et analyse d’algorithmes</p>		<p>Économie Économie internationale</p> <p>Mécanique Mécanique des fluides</p> <p>Mathématiques appliquées ➤ Analyse variationnelle des équations aux dérivées partielles ➤ Modélisation de phénomènes aléatoires</p> <p>Chimie Chimie de coordination</p> <p>Physique ➤ Électromagnétisme ➤ Physique statique 1</p> <p>Mathématiques Algèbre et théorie de Galois</p> <p>Biologie Écologie et biodiversité</p> <p>Informatique Programmation concurrente et distribuée</p>		<p>Informatique ➤ Programmation avancée ➤ Traitement des données massives</p> <p>Physique Physique statistique 2</p> <p>Mécanique ➤ Application industrielle en mécanique ➤ Dynamique de l’atmosphère et des océans</p> <p>Biologie Biologie et pathologie humaines</p> <p>Chimie Chimie des matériaux</p> <p>Mathématiques appliquées Contrôle des modèles dynamiques</p> <p>Mathématiques Géométrie différentielle</p> <p>Économie Économie de l’entreprise</p>	
MODAL		MODAL		MODAL		MODAL	
Humanités et sciences sociales Langues – Sport							



Année 3

septembre

février / mars

août

Programmes d'approfondissement

Biologie
 Bio-Informatique
 Chimie
 Économie
 Electrical Engineering
 Énergies du XXI^e siècle
 Informatique
 Innovation technologique
 Mathématiques
 Mathématiques Appliquées
 Mécanique
 Physique
 Sciences pour les défis de l'environnement

Humanités et sciences sociales

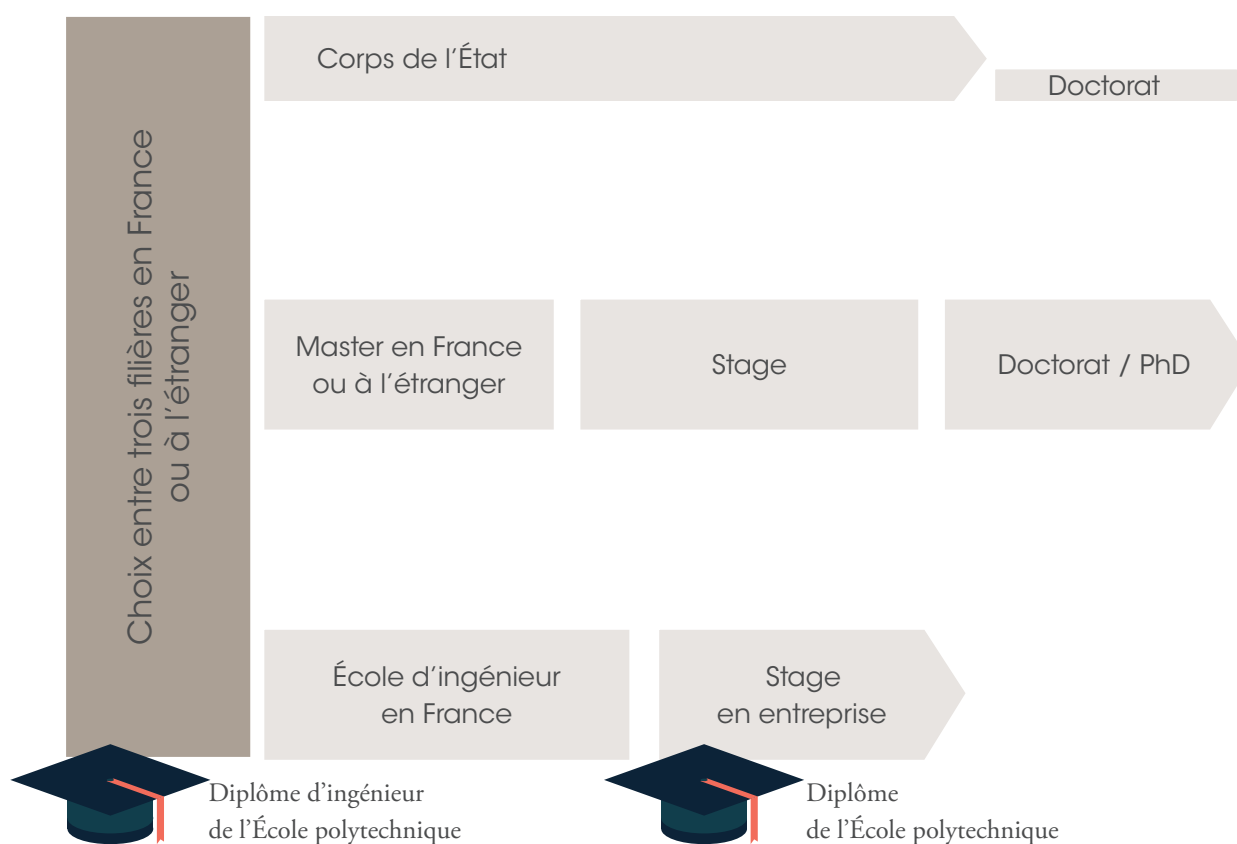
Langues

Formation humaine et sportive

Stage de recherche



Année 4



AVANT L'ARRIVÉE sur le campus

La Formation militaire initiale

Après une semaine d'incorporation en septembre sur le campus de l'École, la nouvelle promotion suit une formation humaine et militaire qui se déroule durant trois semaines au camp de la Courtine (Creuse). La FMI fait partie du projet pédagogique de l'École polytechnique. Elle permet d'inculquer les bases du savoir être et du savoir-faire militaire français, ce qui a du sens puisque les polytechniciens français sont sous statut militaire d'officier durant toute leur scolarité. Elle est aussi un moment privilégié où toute une promotion se rencontre et se découvre.

Par ailleurs, la FMI fonde le socle de la formation humaine et militaire du cursus polytechnicien et instaure un lien de respect et de confiance entre les futurs responsables de la nation et l'institution militaire et participe à former des futurs managers ayant le sens du collectif et de l'humain.

QUELQUES ACTIVITÉS DE LA FORMATION MILITAIRE INITIALE :

Topographie
Tir
Secourisme
Éducation physique
Course d'orientation
Parcours d'obstacles
Escalade – Rappel
Vie en campagne
Mise en situation
de responsabilités



Enfin, elle incite les élèves à développer de nouvelles facettes de leur personnalité. Les élèves vont y apprendre à vivre et travailler en équipe, découvrir le sens de la collectivité, exercer des responsabilités à travers le rôle de chef d'équipe, et faire naître un esprit de promotion. C'est une véritable formation humaine que vit l'élève : prendre conscience en ses capacités, surmonter ses difficultés, exercer la solidarité, le respect de l'intérêt général, le goût de l'effort.

Aliénor, X2013

« Des champs à perte de vue, quelques vaches aux détours de chemins que seuls empruntent tracteurs et GBC* : bienvenus dans la Creuse ! Exotiques pour certains, un peu trop authentiques pour d'autres, ces trois semaines à la Courtine ont constitué, pour ma part, le commencement véritable d'une année qui s'avèrera être passionnante et édifiante. J'y ai découvert le monde militaire, j'y ai vécu des expériences formidables, que ce soit lors d'activités sportives ou lors des « vies en campagne ». J'y ai rencontré des personnes qui, tout comme moi, n'attendaient qu'une chose : s'ouvrir au monde qui s'étendait devant nous.

Je garde bien sûr à l'esprit les heures difficiles où froid, pluie et fatigue semblaient rivaliser pour nous abattre. C'est cependant à ces instants que j'ai appris le plus sur ma capacité d'adaptation, et, plus généralement, sur l'importance et les bienfaits d'un groupe soudé : tous, à notre façon, nous pouvons faire rayonner nos qualités propres pour redonner du courage, relancer la bonne humeur. Ainsi, ce n'est pas sans raison qu'en avril, malgré six mois passés dispersés aux quatre coins du monde, nous nous sommes tous retrouvés comme si nous ne nous étions jamais quittés : il se forme à la Courtine un esprit de promotion inébranlable. »

**véhicule militaire*

Le stage de 1^{re} année

Le stage de formation humaine obligatoire pour tous les élèves de 1^{re} année se déroule pendant 6 mois dans les armées ou dans un organisme civil.

Chaque élève, au cours de ce stage spécifique et sans équivalent dans les autres écoles d'ingénieur, prend conscience de l'importance du facteur humain dans le monde du travail et développe ses compétences relationnelles au sein du groupe. Véritable enseignement à part entière de la formation académique dispensée à l'École, ce stage est conçu comme une expérience de maturité avec une triple rupture : géographique, sociologique et intellectuelle, avec l'univers des classes préparatoires ou de l'université. Ce stage vise à favoriser l'ouverture d'esprit et la connaissance des réalités sociales auprès des élèves qui seront demain amenés à exercer des responsabilités d'ingénieurs et de cadres.

Une diversité de stages avec des caractéristiques communes essentielles

65% des élèves effectuent leur stage au sein du ministère de la Défense, dans l'armée de terre (Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris, Unité d'Instruction et d'Intervention de la Sécurité Civile, Service militaire adapté en outre-mer...), l'armée de l'air (Escadron de Formation des Commandos de l'Air...), la marine (Commandos Marine, Officier adjoint passerelle...), la gendarmerie nationale (Compagnie de Gendarmerie des Transports Aériens de Toulouse...) ou la délégation générale pour l'armement (Centre d'Analyse Technico-opérationnelle de Défense...).

35% des élèves réalisent leur stage dans un organisme civil, dans l'enseignement (Fondation d'Auteuil, lycées publics d'enseignement général au Bénin, Maison d'arrêt de Fleury-Mérogis...), le social (Association « L'enfant à l'hôpital », Fédération Étudiante pour une Dynamique Études et Emploi avec un Handicap, Centre de promotion familiale, sociale et culturelle d'ATD Quart...).

Consultez notre brochure « Stage de formation humaine » pour plus d'informations



LES ANNÉES

campus

Le tronc commun

Au mois d'avril, à l'issue du stage de formation humaine, les élèves rejoignent le campus. D'avril à juillet, ils suivent une formation scientifique de « tronc commun », complétée par des enseignements de langues, des conférences scientifiques et des visites de laboratoires, ainsi qu'un séminaire de communication et une formation sportive.

Les enseignements de tronc commun

Économie

Ouverture aux sciences économiques

Ce cours introductif a pour but de sensibiliser l'ensemble des élèves en première année aux thèmes centraux des Sciences économiques, et de montrer comment nos méthodes d'analyse peuvent expliquer les différences de richesse entre pays.

Responsable : Pierre CAHUC

Informatique (1 cours au choix)

Introduction à l'informatique

La première partie de ce cours d'initiation aborde les bases de la programmation communes à la majorité des langages. Dans la deuxième partie, il aborde les différentes manières de représenter des données structurées ainsi que les algorithmes élémentaires les concernant. Enfin, la dernière partie présente certains outils conceptuels qui permettent de modéliser des problèmes concrets et de s'assurer de la correction d'un programme.

Responsable : François MORAIN

Les principes des langages de programmation

Ce cours a pour objectif de consolider les connaissances des élèves en programmation, leur offrant un panorama des principaux paradigmes existants : impératif (C, Java), fonctionnel (OCAML), orienté-objets (Java, OCAML) etc. Les concepts de ces langages de programmation sont introduits en en donnant une sémantique mathématique précise. Ce cours s'adresse aux élèves de première année ayant déjà acquis quelques connaissances en informatique avant leur entrée à l'École.

Responsable : Éric GOUBAULT

Mathématiques

Analyse réelle et introduction aux méthodes variationnelles

Ce cours constitue une initiation à l'analyse mathématique réelle et complexe, dont il présente quatre grandes thématiques : la théorie de la mesure et de l'intégration au sens de Lebesgue ; l'analyse de Fourier ; la théorie des espaces de Hilbert et les méthodes variationnelles ; la théorie des fonctions holomorphes (c'est-à-dire des fonctions d'une variable complexe qui sont dérivables au sens complexe). L'ensemble du cours vise à fournir aux élèves un socle de compétences solide en analyse fonctionnelle, qui leur ouvrira l'accès à plusieurs domaines scientifiques

Responsable : Frank PACARD

Introduction à l'analyse réelle

Il s'agit d'un cours d'analyse, décomposé en trois volets successifs : Topologie et analyse fonctionnelle, Intégration et théorie de la mesure, Espaces de Hilbert et opérateurs. Tous ces sujets appartiennent au cœur des mathématiques actuelles, et présentent un intérêt pour d'autres cours.

Responsable : Bertrand RÉMY

Mathématiques appliquées

Aléatoire

Ce cours introduit les notions de base de la théorie des probabilités, c'est-à-dire l'analyse mathématique de phénomènes dans lesquels le hasard intervient. Il insistera en particulier sur les deux notions majeures qui sont les fondements de cette théorie: le conditionnement et la loi des grands nombres. L'enseignement a pour objectif l'acquisition du raisonnement probabiliste et l'apprentissage de la modélisation probabiliste et de la simulation. Cette modélisation est fondamentale dans de nombreux domaines d'applications. Le cours est illustré par de nombreux exemples concrets et des expérimentations numériques. Il offre aussi une petite ouverture statistique.

Responsable: Sylvie MÉLÉARD

Physique

Mécanique quantique

La mécanique quantique est probablement une des aventures intellectuelles les plus fertiles de l'humanité. Elle a permis de déterminer la structure des noyaux, des atomes, des molécules, d'élucider la nature de la lumière, et elle constitue un outil indispensable pour comprendre la physique moderne, des particules élémentaires jusqu'aux étoiles et au Big Bang. Son impact économique est tout aussi important: la plupart des produits de haute technologie (électronique, lasers et optronique, nanotechnologies, télécommunications) sont directement issus de concepts quantiques. Le but du cours est de proposer à l'ensemble des élèves une initiation à la mécanique quantique et à quelques-unes de ses applications.

*Responsables: Philippe GRANGIER,
Manuel JOFFRE*





La 2^e année

Sur l'ensemble de la deuxième année, chaque élève doit suivre et valider des cours au moins dans 4 disciplines différentes, ainsi qu'un Module Appliqué en Laboratoire (MODAL).

Cette formation est complétée par un enseignement d'Humanités et Sciences Sociales, un minimum de deux langues vivantes – sachant que de nombreux élèves entreprennent l'étude d'une troisième langue – et un sport.

La phase de formation générale inclut un projet scientifique collectif se déroulant sur l'ensemble de la deuxième année de scolarité. Elle s'achève par un stage en entreprise.

Mathématiques

Systèmes dynamiques

Ce cours présente la formation de base en géométrie et en systèmes dynamiques. Ce module permet de dominer les outils mathématiques utilisés dans les enseignements de mathématiques appliquées, physique, mécanique et économie. Il ouvre la voie aux programmes d'approfondissement de mathématiques de troisième année.

Enseignant : Raphaël KRIKORIAN

Analyse de Fourier et théorie spectrale

Le premier objectif de ce cours est d'approfondir certaines notions mathématiques utiles dans les autres sciences, notamment en analyse de Fourier et analyse spectrale. Le deuxième objectif est d'introduire quelques techniques élémentaires de résolution de plusieurs équations aux dérivées partielles.

Enseignant : Yvan MARTEL

Distributions

Ce cours présente une formation de base en analyse. Ce module permet de dominer les outils mathématiques utilisés dans les enseignements de mathématiques appliquées, physique, mécanique et économie. Il ouvre la voie aux programmes d'approfondissement de mathématiques de troisième année.

Enseignant : François GOLSE

Algèbre et Théorie de Galois

L'objet de ce cours est dans un premier temps d'introduire les bases et outils d'algèbre générale (groupes, anneaux, algèbres, quotients, extensions de corps...) qui permettront dans un deuxième temps de développer la théorie de Galois, ainsi que certaines de ses applications les plus remarquables.

Enseignant : David HERNANDEZ

Introduction à la Géométrie différentielle

Ce cours propose d'introduire quelques notions fondamentales de la géométrie différentielle : sous-variétés, espaces tangents, métriques riemanniennes, courbure, dérivées covariantes, géodésiques etc., en les illustrant par l'étude des surfaces. Il s'adresse à tous les étudiants désireux d'acquérir une culture de base dans ce domaine central des mathématiques, en particulier ceux se dirigeant vers une spécialisation en mécanique, en physique ou bien sûr en mathématiques.

Enseignant : David RENARD

Informatique

Les bases de la programmation et de l'algorithmique

Ce cours entend amener les élèves de niveau « Introduction à l'informatique » au niveau de fin du cours « Les principes des langages de programmation », afin de pouvoir poursuivre le cursus d'informatique de l'École. L'enseignement porte essentiellement sur les structures de données (graphes, listes, piles, files, arbres), sur l'algorithmique, et sur un minimum de théorie de la complexité.

Enseignant: Jean-Christophe FILLIÂTRE

Fondements de l'Informatique : logique, modèles, calculs

Ce cours présente les fondements de l'informatique en tant que science. Si l'idée d'utiliser des machines pour effectuer des calculs est ancienne, c'est dans les années 30 que les travaux d'Alan Turing, Alonzo Church, Kurt Goedel et d'autres ont posé les bases de ce qui allait devenir l'informatique que nous connaissons aujourd'hui.

Enseignant: Olivier BOURNEZ

Conception et analyse d'algorithmes

Les algorithmes sont au cœur de tout calcul. Ce cours, à partir des bases algorithmiques acquises au premier cours d'informatique, apporte aux élèves une solide formation en algorithmique moderne. Grâce à ce cours, les élèves auront une connaissance approfondie des principaux algorithmes, comprendront comment et pourquoi ils fonctionnent et seront capables de réduire d'autres problèmes de calcul à ces bases fondamentales.

Enseignant: Benjamin DOERR

Programmation concurrente et distribuée

Il n'est plus d'application qui ne soit intrinsèquement parallèle: depuis une simple interface graphique jusqu'au contrôleur pour robot, qui gère des événements concurrents et des programmes, s'exécutant de façon simultanée, et partageant des ressources communes. Ce cours vise à donner les outils pour maîtriser la programmation parallèle, efficace, en évitant les pièges, nombreux, liés à l'utilisation de ressources partagées.

Enseignant: Éric GOUBAULT

Programmation avancée

Nombreux sont les logiciels de grande envergure (taille, nombre de leurs auteurs, durée de vie). De telles réalisations ne sont possibles que grâce à une architecture modulaire, qui idéalement doit permettre à chaque composant d'être conçu, réalisé, testé, modifié, réutilisé, indépendamment des autres composants du système. Le principal objectif de ce cours est de présenter les concepts et mécanismes fondamentaux qui, dans un langage de programmation moderne, permettent cette organisation modulaire.

Enseignant: François POTTIER

Traitement des données massives

Le cours a pour but de se familiariser avec le langage C++ pour le traitement de données massives.

Dans la première partie du cours, nous étudions la programmation orientée objet en C++, et montrons comment profiler, optimiser et déboguer les programmes. Dans la seconde partie, nous décrivons quelques méthodes algorithmiques pour l'apprentissage à partir des données, et nous démontrons leurs utilisations en pratique sur des applications concrètes et variées. Dans la dernière partie du cours, nous nous intéressons à l'apprentissage sur des grands jeux de données.

Enseignant: Frank NIELSEN

L'interactivité des cours

L'École polytechnique est le premier établissement français à avoir diffusé des Formations en Ligne Ouvertes à Tous (FLOTs) ou MOOCs (Massive Open Online Courses) sur la plateforme américaine Coursera. Elle est aussi présente sur la plateforme française France Université Numérique (FUN). Des formations gratuites et de très haut niveau à la portée du plus grand nombre, tel est l'aspect révolutionnaire des MOOCs. L'interactivité est le réel point fort de ces cours en ligne.

L'expérience est très positive et les Professeurs de l'École mettent maintenant ce nouvel outil pédagogique à disposition des élèves.

Depuis quelques années, plusieurs enseignants utilisent des boîtiers électroniques permettant de mesurer de manière ludique la compréhension du cours par les élèves, au moyen d'un vote anonyme, en amphi comme en petites classes, selon l'approche dite de « l'enseignement par les pairs » développée notamment par le professeur Éric Mazur à Harvard.

Économie

Microéconomie

Ce cours présente une introduction aux principales notions et raisonnements de l'analyse microéconomique, c'est-à-dire l'analyse du comportement des agents économiques et de leurs interactions sur les marchés et dans les organisations.

Enseignants : Marie-Laure ALLAIN et Pierre PICARD

Macroéconomie

Ce cours aborde un grand nombre de questions macroéconomiques traditionnelles, tout en offrant aux élèves les outils de bases leur permettant de comprendre le monde qui les entoure et d'aborder avec rigueur les problèmes économiques auxquels ils pourront être confrontés.

Enseignant : Édouard CHALLE

Introduction à l'économétrie

L'économétrie est une discipline qui applique les méthodes statistiques à l'estimation des modèles économiques et à leur validation. Ce cours présente les concepts et les outils usuels de cette discipline (tests d'hypothèses, distributions, causalité, régression linéaire, modèles à variables qualitatives, etc.).

Enseignants : Francis KRAMARZ et Julien POUGET

Économie internationale

Ce cours vise à fournir aux étudiants un ensemble d'outils d'analyse de la macroéconomie et du commerce international. Il présente des modèles théoriques fondamentaux et apporte une attention toute particulière à l'analyse empirique et à la manière dont les modèles reproduisent les données.

Enseignants : Grégory CORCOS et Isabelle MÉJEAN

Économie de l'entreprise

Destiné aux élèves désireux de se familiariser avec les questions économiques et les problématiques d'entreprise, ce cours d'économie de l'entreprise vise à donner d'une part des outils conceptuels de compréhension des tendances macro-économiques structurant la vie des affaires, d'autre part des outils opérationnels d'analyse stratégique, financière et de gestion liées à l'entreprise.

Enseignant : Philippe TIBI

Physique

Physique quantique avancée

Rappels des principes de base; opérateur d'évolution; méthodes d'approximation (variations, perturbations stationnaires, perturbations dépendant du temps); résonance magnétique nucléaire; particules identiques et principe de Pauli; moment cinétique; atome d'hydrogène; addition des moments cinétiques; atomes et molécules.

Enseignant : Manuel JOFFRE

Relativité et principes variationnels

Fondements de la relativité restreinte; Transformations de Lorentz et optique relativiste; Espace-temps de Minkowski; Principes variationnels, équations d'Euler-Lagrange; Invariances et lois de conservation, théorie lagrangienne relativiste; Mécanique relativiste; Relativité et électromagnétisme; Mécanique hamiltonienne, liens avec la mécanique quantique; Ouverture vers la relativité générale.

*Enseignants : Christoph KOPPER
et Roland LEHOUCQ*

Électromagnétisme

Interaction champs-matière et application. Milieux, Matériaux et Structures; Énergie, Puissance et Forces; Modes, Ondes et Rayons; Anisotropies et Nonlinéarités; Antennes et oscillateurs; Métamatériaux; Magnétisme; Champs proches.

*Enseignants : Fabien BRETEAKER
et Jean-Marcel RAX*

Physique statistique 1

Cours introductif aux concepts fondateurs de la physique statistique. Principes de base de la physique statistique; entropie et statistique de Boltzmann; ensembles microcanonique, canonique et grand canonique; illustration simple: le gaz parfait classique. Les statistiques quantiques: Bose-Einstein et Fermi-Dirac.

*Enseignants : Jean-Philippe BOUCHAUD
et Gilles MONTAMBAUX*

Physique statistique 2

Transitions de phase, dynamique et approche de l'équilibre, méthode de Monte-Carlo, théorie de l'information, application à la matière condensée (condensation de Bose, théorie des bandes, magnétisme).

*Enseignants : Silke BIERMANN
et Rémi MONASSON*

Biologie

Biologie moléculaire et information génétique

Cet enseignement permet la découverte d'une discipline de base et constitue un passeport conseillé pour les autres cours de biologie de l'année 2 et les programmes d'approfondissement de l'année

3 proposés par le département. Il dégagera la logique de fonctionnement du monde vivant et montrera comment la biologie, discipline actuellement en plein essor, se développe de plus en plus à l'interface avec la physique, la chimie, l'informatique et les sciences de l'ingénieur.

Enseignant : Arnaud ECHARD

La cellule, unité du vivant

La cellule est l'unité structurale et fonctionnelle de tous les organismes vivant. Le but de ce cours est de décrire l'organisation, le fonctionnement et les dysfonctionnements de la cellule. Ce cours permet la découverte de la biologie cellulaire, discipline centrale des sciences de la vie, à l'interface avec de nombreux autres aspects de la biologie mais aussi avec la physique, la chimie, l'informatique et les sciences de l'ingénieur.

Enseignant : Sandrine ÉTIENNE-MANNEVILLE

Écologie et Biodiversité

Les théories de la biodiversité sont à l'interface entre l'écologie et l'évolution. Les processus qui interviennent dans la genèse et le maintien de la biodiversité sont présentés. Ces processus sont de nature génétique, macroévolutive, et écologique. Ces concepts sont abordés sous forme de modèles qui font intervenir la théorie des jeux, les modèles spatialement structurés, la génétique des populations et la dynamique des populations, mais aussi à l'aide d'étude de cas particuliers.

Enseignant : Tatiana GIRAUD

Biologie et Pathologie Humaines : du symptôme au mécanisme

Ce cours propose de découvrir les anomalies de fonctionnement à l'origine de pathologies humaines par une présentation de la progression du raisonnement scientifique conduisant du symptôme à l'élucidation des mécanismes et anomalies en cause, à l'échelle cellulaire et moléculaire.

Enseignant : Jean-Louis MARTIN

Mécanique

Mécanique des milieux continus I

L'enseignement présente les concepts fondamentaux de la Mécanique des milieux continus déformables dans le cadre simplifié des structures élancées. L'objectif est d'introduire tous les concepts dans ce cadre géométrique restreint afin d'arriver rapidement à des applications et de traiter de nombreux phénomènes avec un formalisme mathématique allégé.

Enseignant : Jean-Jacques MARIGO

Mécanique des milieux continus 2

L'enseignement présente les concepts fondamentaux de la Mécanique des milieux continus dans un cadre tridimensionnel général. Il les met en œuvre sur des exemples simples en Mécanique des fluides et en Mécanique des solides.

Enseignant : Patrick LE TALLEC



Mécanique des fluides

Ce cours a pour vocation de fournir aux élèves une base rigoureuse et générale sur le sujet. Le cours débute par des rappels sur les différents fluides, en regard de la physique, de la thermodynamique et de la mécanique, puis il reprend les différents principes de la mécanique des milieux continus pour aboutir aux équations fondamentales de la mécanique des fluides : les équations de Navier-Stokes.

Enseignant : Laurent JACQUIN

Application industrielle en mécanique

Ce cours constitue une initiation à l'analyse mécanique des solides en s'appuyant sur la simulation numérique (codes de calcul), dans la perspective d'études de pièces industrielles. Le périmètre est volontairement limité aux analyses quasi-statiques : certains des concepts mis en œuvre auront été présentés dans le cadre des cours de mécanique des milieux continus, d'autres seront introduits ici de manière allégée.

Enseignants : Éric CHARKALUK et Éric LORENTZ

Dynamique de l'atmosphère et des océans

Ce cours constitue une introduction à la « mécanique des fluides géophysiques », c'est-à-dire à la mécanique des fluides en rotation et stratifiés verticalement que constituent l'océan et l'atmosphère. Il est l'occasion d'étudier un grand nombre de méthodes et de processus génériques que l'on retrouve dans l'étude de tous les autres fluides. Mais l'accent principal est mis sur le rôle des forces de Coriolis et des invariants associés à la rotation (vorticité, vorticité potentielle, moment cinétique) qui structurent en premier lieu les écoulements atmosphériques et océaniques.

Enseignant : Hervé LE TREUT

Chimie

Introduction à la chimie moléculaire

Ce cours introduit les fondations théoriques de base permettant de décrire la structure et la réactivité des molécules organiques. La théorie des orbitales moléculaires permet d'expliquer la géométrie préférentielle des molécules ainsi que la nature des transformations qu'elles subissent lorsqu'elles sont mises en présence de réactifs de natures différentes.

Enseignant: Éric CLOT

Chimie organique

Ce cours a pour objectif de parfaire les bases de la chimie organique vue en classe préparatoire et d'implémenter ces connaissances en introduisant notamment la réactivité de composés azotés, d'hétéro-éléments, ou encore des dérivés de complexes de métaux de transition.

Enseignant: Laurence GRIMAUD

Fondements de la chimie moléculaire et des matériaux

Le cours expose les notions fondamentales permettant de rationaliser la chimie des métaux de transition. En s'appuyant sur la théorie des orbitales moléculaires (dont les bases seront rappelées succinctement pour qu'aucun pré-requis ne soit nécessaire), le cours est illustré par l'étude de molécules dont l'importance en chimie industrielle et en chimie verte est fondamentale.

Ensuite, à partir des notions de conjugaison et d'aromaticité, la structure des matériaux moléculaires et unidimensionnels est abordée pour introduire aux propriétés électroniques des solides et aux applications dans le domaine de l'électronique ou de la conversion d'énergie.

Enseignants: Gilles FRISON, Marc FOURMIGUE et Narcis AVARVARI

Chimie de coordination

Le cours présente les concepts et réactions de base de la chimie organométallique et leurs applications dans différents domaines: chimie fine, transformations catalytiques d'importance industrielle, synthèse de produits naturels, préparation de matériaux, valorisation des ressources naturelles, activation de petites molécules...

Enseignants: Didier BOURISSOU et Nicolas MÉZAILLES

Chimie des matériaux

Le cours présente une introduction aux polymères (synthèses et propriétés), illustrée par des exemples concrets de polymères industriels. Il se poursuit par une introduction à la chimie du solide, notamment aux oxydes et à leur caractérisation structurale, qui permet d'aborder les relations entre structure et propriétés qui jouent un rôle essentiel dans les applications concrètes des matériaux fonctionnels.

Enseignants: Thierry GACON et Laurent BOUTEILLER

Le stage de 2^e année en entreprise

D'une durée de 3 mois, le stage en entreprise de fin de 2^e année vise à permettre aux élèves de comprendre l'organisation d'une entreprise – l'évolution des carrières, la gestion des ressources humaines et financières, etc. – et de mettre en cohérence leur choix de parcours d'approfondissement de 3^e année avec leur projet professionnel. Cette expérience de la réalité

quotidienne d'un métier, grâce à une mission opérationnelle bien définie, leur permet de confirmer leur choix. Le service « Stages, Orientation, Insertion professionnelle et relations avec les Entreprises » (SOIE) les aide à construire leur projet et sollicite les entreprises d'accueil pour ce stage.

Mathématiques appliquées

Statistiques

Ce cours d'introduction présente la notion de modèle statistique ainsi que les principes et les concepts de base de l'estimation et des tests.

Enseignant : Alexandre TSYBAKOV

Approximation numérique et optimisation

Les simulations numériques deviennent incontournables dans les sciences, technologies et services.

Elles reposent le plus souvent sur des modèles mathématiques. Ce cours portera sur la modélisation mathématique de problèmes concrets, en particulier issus de l'ingénierie. La démarche du mathématicien appliqué sera présentée ainsi qu'un aperçu des méthodes numériques employées.

Enseignant : Grégoire ALLAIRE

Analyse variationnelle des équations aux dérivées partielles

Ce cours porte sur des modèles à base d'équations aux dérivées partielles. De tels modèles se rencontrent dans de multiples domaines scientifiques ou industriels, tels la mécanique des solides et des fluides, l'électromagnétisme, la climatologie, les écoulements sanguins, etc. L'accent est mis sur l'utilisation de principes variationnels pour la résolution théorique et pour l'élaboration de méthodes de résolution numériques.

Enseignant : François ALOUGES

Contrôle de modèles dynamiques

Ce cours aborde les modèles dynamiques (équations différentielles). De tels modèles se rencontrent dans de nombreuses situations concrètes : orbites de satellite, navigation, mais aussi en économie. Ils peuvent incorporer des outils déterministes ou aléatoires. Le cours portera sur l'analyse, l'approximation numérique et le contrôle de tels modèles.

Enseignant : Pierre-Louis LIONS

Modélisation de phénomènes aléatoires

L'aléa joue un rôle déterminant dans de multiples aspects des sciences de l'ingénieur (télécommunications, reconnaissance de formes, administration des réseaux...) et plus généralement en économie, en médecine, en biologie ou en physique. L'objet de ce cours est de formaliser la notion de dynamique aléatoire et de l'illustrer par des applications variées. Nous décrirons deux notions fondamentales en théorie des probabilités : les chaînes de Markov et les martingales.

Enseignant : Thierry BODINEAU



Humanités, langues et culture

Les humanités et sciences sociales

Depuis sa fondation en 1794, l'École polytechnique a constamment entretenu une tradition humaniste à travers un ensemble d'enseignements littéraires et artistiques. Il s'agit de compléter les « savoirs » scientifiques par des « savoir-faire » et des « savoir être » originaux : beaux-arts, histoire, littérature, architecture et musique. Le département des humanités et sciences sociales a accentué son ouverture aux sciences de l'homme et de la société : sociologie, anthropologie, économie qualitative, démographie, linguistique, et plus récemment sciences de gestion ou droit.

Les formations et enseignements dispensés constituent autant d'invitations à mettre en perspective les connaissances scientifiques apprises dans les autres départements avec les données fondamentales de l'histoire des hommes, des structures du corps social ou de la personnalité et de la créativité des individus qui les inventent, s'en emparent, en usent et les transforment.

Les élèves peuvent ainsi suivre les cours « Problèmes politiques et institutionnels », « Littérature française et Analyse littéraire », « Histoire des relations internationales au XX^e siècle », « Introduction à la psychanalyse », « Philosophies de l'Extrême-Orient », « Histoire de Paris. Paris, capitale. Histoire urbaine et construction culturelle », des cours de dessin, d'architecture, de design, ou encore de gravure ou de musiques actuelles.

Les langues vivantes enseignées à l'École polytechnique

Le cycle ingénieur polytechnicien comprend l'étude obligatoire de deux langues étrangères dont l'anglais, avec la possibilité de débiter une 3^e langue. Les élèves disposent d'un large choix.



9 langues
enseignées
à l'École polytechnique

ANGLAIS
ALLEMAND
ESPAGNOL
ITALIEN
PORTUGAIS
RUSSE
ARABE
CHINOIS
JAPONAIS



Finale du Tournoi
de joute oratoire
en langue anglaise



Participation
d'un groupe d'élèves
à un MUN à New York.
Le MUN est une simulation
de négociation
d'une résolution
des Nations-Unies.

Des élèves en voyage
linguistique
en Chine

Finale 2015
du Tournoi international
de physique à Varsovie.



La formation par et à la recherche

Le module appliqué en laboratoire

En 2^e année, une partie de la formation s'effectue sous forme de « modules appliqués en laboratoire », les MODAL, au sein du centre de recherche de l'École. Les élèves y abordent une thématique scientifique sur une période de neuf semaines, à raison d'un jour par semaine.

L'objectif du MODAL est de confronter les élèves à des problèmes, souvent difficiles à résoudre, réalistes, pour découvrir, maîtriser un outil d'analyse ou d'observation, un modèle ou une simulation du réel lié à la discipline choisie.

Le projet scientifique collectif

Tous les élèves travaillent par groupe (de 5 à 7 personnes) à un Projet Scientifique Collectif (PSC). Ce travail s'effectue tout au long de la 2^e année, au rythme d'une demi-journée par semaine.

Il a pour objectifs :

- De permettre un travail d'approfondissement scientifique piloté par les élèves eux-mêmes, sur un sujet de leur choix, dans une démarche qui doit être créative et collective.
- D'encourager le travail collectif et l'esprit d'équipe, sur une durée longue, permettant d'acquérir des bases d'organisation.
- De donner aux élèves une première expérience de la réalisation et de la gestion de projet.
- De favoriser la collaboration entre élèves et chercheurs.

Pour parvenir collectivement à identifier, poser et travailler à résoudre collectivement un problème d'envergure ou bien concevoir et réaliser un démonstrateur technologique innovant, les élèves doivent mettre en œuvre de façon autonome sur une longue durée une ou plusieurs disciplines scientifiques ainsi qu'une méthode et une organisation appropriées.

Le PSC implique des acteurs de l'ensemble de l'École, ainsi que ses partenaires proches, notamment la Fondation de l'École polytechnique.

Les sujets choisis par les élèves peuvent l'être en liaison avec un Laboratoire de l'École, un organisme de recherche tiers, une entreprise – qui est parfois une start-up – ou un acteur public. Les sujets peuvent trouver leur place sur un vaste continuum allant de la recherche fondamentale à l'ingénierie. Ils peuvent relever de l'étude en profondeur d'une discipline ou de la mise en œuvre de connaissances issues de plusieurs disciplines et doivent présenter un enjeu scientifique et/ou technologique intéressant.

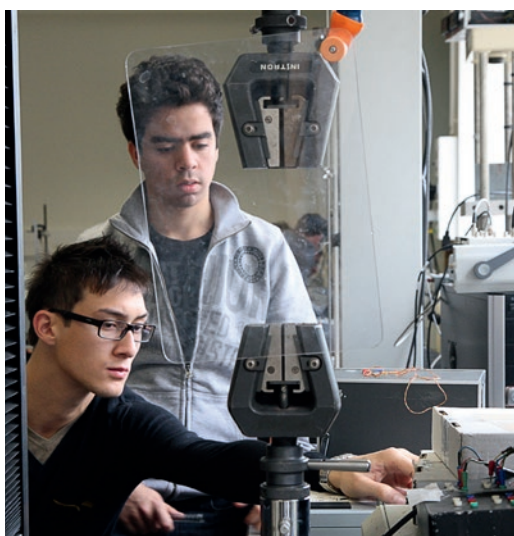
Tous les ans, des travaux de PSC se voient décerner des prix : prix remis par l'École, mais également prix remis par des entreprises ou remportés dans des concours nationaux ou internationaux. Chaque année, plusieurs travaux de PSC donnent lieu à des créations d'entreprises.

SAM, un projet scientifique qui a de l'avenir

SAM n'est pas un vélo ordinaire. Sa spécificité ? Celle d'être « un vélo intelligent » capable de changer de vitesse automatiquement en fonction du terrain et des capacités physiques du cycliste. L'idée a été développée, en 2012, par six étudiants de l'École polytechnique dans le cadre de leur Projet Scientifique Collectif (PSC). En 2013, trois d'entre eux décident de continuer l'aventure, au-delà du PSC.

Ils ont eu raison, puisque SAM a séduit le Jury du prix Jean-Louis Gerondeau Zodiac Aerospace 2013. « Ce prix a agi sur nous comme un véritable déclic. Le soutien de l'École nous donne envie de continuer.

Il apporte aussi, en plus de l'apport financier, une vraie crédibilité à notre projet, ce qui nous permet d'être plus confiants pour l'avenir », assurent les trois lauréats. Un autre soutien de taille vient aussi conforter leur ambition : celui de l'entreprise DECATHLON, qui regarde de près les avancées de SAM.



« Il y a tellement de bonnes idées qui sont développées lors des PSC. C'est le moment idéal pour se lancer. Continuer ses études tout en travaillant sur du concret, c'est apprendre à travailler en groupe tout en bénéficiant des conseils des chercheurs et du soutien de l'École ». Les trois coéquipiers espèrent bien, si les résultats escomptés sont obtenus, créer bientôt leur start-up.



15 disciplines
sont proposées

AVIRON
BADMINGTON
BASKET-BALL
BOXE
ÉQUITATION
ESCALADE
ESCRIME
FOOTBALL
HANDBALL
JUDO
NATATION
RAID-ORIENTATION
RUGBY
TENNIS
VOLLEY-BALL

Le sport

Prisé pour l'excellence de son enseignement scientifique et technique, l'École polytechnique est également reconnue pour la qualité de son enseignement sportif. Le sport y occupe une place prépondérante, à raison de 6 heures par semaine. L'École propose une grande offre d'activités physiques et sportives qui permet aux élèves de choisir une discipline en rapport avec leurs goûts, leurs besoins et leurs motivations personnelles.

À partir de la fin de la 1^{re} année du cycle ingénieur, les élèves choisissent leur section sportive parmi 15 disciplines : athlétisme, aviron, basket-ball, course d'orientation et raid, équitation, escalade, escrime, football, boxe, handball, judo, natation, rugby, tennis et volley-ball.

L'enseignement est dispensé par des cadres militaires et des professionnels du sport. La section sportive choisie reste la même pour toute la scolarité, à savoir pour les cours de sport de 2^e et 3^e année.

Les élèves peuvent aussi s'adonner à d'autres activités, hors du campus : parachutisme, canoë, voile, ski, aviation (bimoteur), course d'orientation, raid, parapente, surf, plongée, etc.

Rythmant la vie de l'École, les compétitions universitaires et les tournois, organisés avec l'aide de l'Association Sportive de l'École Polytechnique (A.S.E.P.) font également partie intégrante de la formation étudiante.

Voir les infrastructures sportives page 9



Des conférenciers de haut niveau

Pour permettre aux élèves de réfléchir sur leur future position au sein du monde de l'entreprise, d'élargir leur connaissance des enjeux sociétaux majeurs et de confronter leur expérience à des témoignages humains forts de sens, des invités de marque sont régulièrement invités à l'École polytechnique.

La Direction de la Formation Humaine et Militaire planifie un cycle de conférences organisé en quatre volets :

► **Les conférences grands témoins** s'adressent aux élèves en 2^e année et s'appuient sur le témoignage de personnes engagées dans la société civile ou dans des causes d'intérêt général.

► **Les conférences portant sur les relations internationales** s'adressent aux élèves en 3^e année.

► **Les conférences « métiers » et les conférences « entreprises »** sont destinées majoritairement aux élèves en 2^e année et abordent les problématiques de l'entreprise.

Le Binet PolitiX, une association étudiante de l'École polytechnique dédiée à la réflexion politique, organise tout au long de l'année des conférences, tables rondes et débats sur différents thèmes en relation avec la politique.

L'association des polytechniciens cinéphiles

Cineph'X représente le lien de la promotion avec le monde du cinéma et de ses principaux acteurs. Depuis 2012, Cineph'X fait venir sur le campus de l'École polytechnique des grands noms du cinéma français, réalisateurs ou producteurs, et organise des Masterclass avec les élèves.

Ils sont venus à l'École depuis 2015 :

Claude Bartolone

(Président de l'Assemblée nationale),

Éric Betzig (prix Nobel de chimie 2014),

Michel Combes (PDG d'Alcatel-Lucent),

Carlos Ghosn (PDG de l'Alliance Renault-Nissan),

Martin Hairer (Médaille Fields 2014),

François Hollande (Président de la République),

Cédric Klapisch (réalisateur et producteur),

Jean-Yves Le Drian (ministre de la Défense),

Marie-Noëlle Lieneman (sénatrice de Paris),

Emmanuel Macron (ministre de l'économie,

de l'industrie et du numérique),

Mohamed Moncef Marzouki

(ancien Président de la République tunisienne),

Valérie Pécresse (Présidente du Conseil régional

d'Île-de-France),

Plantu (dessinateur et caricaturiste),

Jean-Jacques Salaün (DG de Zara France),

Yoichi Suzuki (Ambassadeur du Japon en France),

Tidjane Thiam (DG de Crédit Suisse),

Jean Tirole (prix Nobel d'économie 2014),

Najat Vallaud-Belkacem

(ministre de l'éducation nationale,

de l'enseignement supérieur et de la recherche),

Hubert Védrine (ancien ministre des affaires étrangères).

La 3^e année

Les Parcours d'approfondissement **Biologie**

Le programme d'approfondissement de biologie est axé sur l'exploitation des deux avancées majeures dont bénéficient les sciences du vivant du XXI^e siècle : les outils de séquençage de nombreux génomes et les outils analytiques et d'imagerie à l'interface entre biologie et informatique, physique, chimie et mécanique.

Deux parcours mettent respectivement l'accent sur chacune de ces deux avancées, tout en partageant plusieurs modules (environnement de la cellule, immunologie, neurobiologie et développement, biologie computationnelle, biodiversité et fonctionnement des systèmes, cibles biologiques et stratégies thérapeutiques).

Responsable : Yves MÉCHULAM

Bio-Informatique

Le programme d'approfondissement de bio-informatique associe à parts égales des modules de biologie et des modules d'informatique (algorithmique, théorie de l'information, « Big data », programmation en C++) afin de permettre aux élèves d'aborder les enjeux contemporains et futurs du séquençage des génomes et de la génomique comparée, de la classification des protéines et des ARN, et de la prédiction et de l'ingénierie des structures de protéines.

*Responsables : Thomas SIMONSON
et Jean-Marc STEYAERT*

Chimie

Ce programme offre deux parcours aux élèves ingénieurs ayant décidé d'orienter leur carrière vers la chimie et ses interfaces : un parcours « chimie moléculaire » où l'on approfondit la synthèse totale et la biosynthèse, l'élaboration de matériaux moléculaires pour l'électronique et

l'optique, les nanosciences, la chimie organique, organométallique, biologique ou thérapeutique ; et un parcours « chimie des matériaux » qui aborde notamment la chimie du solide, les surfaces molles, et les matériaux pour l'énergie.

Les deux parcours ont des enseignements communs sur les techniques d'analyse et de caractérisation (dont la RMN), la chimie inorganique, la chimie des polymères et la chimie industrielle.

Responsables : Samir ZARD et Thierry GACOIN

Économie

Le programme d'approfondissement en économie propose deux parcours : « Économie et politiques publiques » (en collaboration avec Sciences Po et l'ENSAE ParisTech), qui apporte des outils en économie, droit et sociologie pour l'analyse et l'évaluation des politiques publiques ; « Économie quantitative et finance » (en collaboration avec HEC), qui aborde notamment la théorie des jeux et l'économie de l'incertain.

Les deux parcours partagent des enseignements en microéconomie, macroéconomie et économétrie.

Responsables : Pierre CAHUC et Raicho BOJILOV

Electrical engineering

Le programme d'approfondissement « Electrical Engineering », qui s'appuie sur un large choix de modules en informatique, physique et mathématiques appliquées, prépare à des spécialisations dans des domaines tels que l'électronique et la microélectronique, l'automatisation des systèmes embarqués et complexes, le traitement du signal et de l'information, les nanotechnologies, les réseaux et télécommunications et l'architecture logicielle et matérielle des systèmes informatiques.

*Responsables : Yvan BONNASSIEUX,
Henri-Jean DROUHIN, Albert COHEN
et Erwan LE PENNEC*

Énergies du XXI^e siècle

L'objectif de ce programme est l'acquisition des concepts scientifiques essentiels dans le développement des énergies dites « non fossiles » comme l'énergie nucléaire ou les énergies renouvelables (en particulier éolien, solaire, hydraulique), en abordant également des problématiques transverses tels que le stockage d'énergie.

Des enseignements sur la dynamique du système climatique et l'économie du secteur énergétique permettent aux élèves d'acquérir une vision d'ensemble de la problématique énergétique mondiale.

Responsables : Patrick LE TALLEC et Michel GONIN



Le projet de recherche en laboratoire

En 3^e année les élèves ont la possibilité de remplacer un enseignement d'approfondissement par un « projet de recherche en laboratoire ».

Antoine suit un projet de recherche en laboratoire au LadHyX :

« J'ai choisi de suivre un Projet de recherche en laboratoire en 3^e année. C'est une sorte de petite thèse, encadrée par un chercheur. Je passe par toutes les phases de la recherche sur un sujet peu ou jamais traité auparavant.

Mon projet consiste à trouver un moyen d'atténuer les vagues, de lisser la mer avec un rideau de bulles, ce qui peut être utile lors d'un amerrissage par exemple. A raison d'une après-midi ou d'une journée par semaine, je prends des initiatives pour monter ma propre expérience et cela peut déboucher sur des résultats intéressants. J'avais besoin d'appliquer ce que j'avais appris en cours et de découvrir la recherche très concrètement. »

Informatique

Le programme d'approfondissement d'informatique offre trois parcours principaux : « Conception des Systèmes Informatiques », « Algorithmique efficace » (notamment appliquée aux axes « Image, Vision, Apprentissage » et « Optimisation, Recherche Opérationnelle »), et « Réseaux et sécurité » (qui couvre les problématiques de communication, des protocoles réseaux à la cryptologie en passant par la théo-

rie de l'information et le pair-à-pair).

Des possibilités supplémentaires de couplage avec les programmes de mathématiques et mathématiques appliquées sont par ailleurs offertes, par exemple sur la thématique « sciences des données ».

*Responsables : Olivier BOURNEZ
et Stéphane LENGRAND*

L'enseignement d'approfondissement (EA)

À chaque trimestre d'un parcours d'approfondissement, les élèves choisissent trois cours et un enseignement d'approfondissement (EA). Il s'agit de proposer aux élèves de se focaliser une thématique scientifique ou expérimentale pointue en petit groupe.

Yvan Bonnassieux encadre un EA de « maturation technologique » :

« Nous travaillons sur un challenge lancé par l'entreprise Parrot. Il consiste à créer un objet connecté innovant dans le domaine du sport, de la santé ou de l'écologie. Mon groupe de

cinq élèves a entrepris de créer une balle de golf intelligente qui peut être retrouvée grâce à une puce RFID interne, via un téléphone portable. Je les encadre au niveau scientifique et technologique. L'EA leur permet de découvrir des champs technologiques liés à leur parcours approfondissement et de faire de la science de façon expérimentale. Notons enfin qu'une partie des élèves a la volonté de créer une start-up autour de ce projet d'EA. »

Innovation technologique

L'objectif du programme « Innovation Technologique » est de doter les élèves à la fois d'une expertise dans un domaine scientifique et technique et d'une capacité d'innovation, qu'elle prenne la forme d'activités nouvelles dans une organisation existante ou de création d'entreprise.

Le cursus des élèves choisissant ce programme se compose pour moitié d'enseignements scientifiques appliqués (biomécanique et biomatériaux pour la santé, « Big Data » Systèmes d'Information, modélisation mathématique en ingénierie, génie environnemental, génie mécanique, génie électrique, imagerie biologique et biomédicale), et pour l'autre moitié d'enseignements centrés sur l'innovation, eux-mêmes déclinés en trois parcours : « Ingénierie de l'innovation », « Entrepreneuriat », « Management de l'innovation ».

Responsable : Yvan BONNASSIEUX

Mathématiques

Les cours proposés dans le Programme d'Approfondissement de Mathématiques couvrent des domaines divers de l'analyse, de l'algèbre et de la géométrie, en associant théories fondamentales et applications contemporaines.

Ils donnent accès à une formation par la recherche au plus haut niveau, mais aussi à un ensemble de métiers d'ingénieurs à fort contenu mathématique. Un parcours « mathématiques et informatique » permet d'aborder des domaines tels que l'algorithmique avancée, le raisonnement assisté par ordinateur ou la cryptologie.

Responsable : Anna CADORET

Mathématiques appliquées

Ce programme permet d'approfondir la démarche des mathématiques appliquées, notamment les étapes de modélisation, d'analyse mathématique, de simulation numérique, et d'interprétation des résultats. Les applications concernent de très nombreux domaines : mécanique, physique, sciences de l'ingénieur, contrôle des systèmes, traitement des signaux et des images, finance de marché, économie, biologie, etc.

Un nouveau parcours « sciences des données » est commun avec le programme d'approfondissement en informatique. Plusieurs autres couplages sont offerts avec des enseignements en informatique (« Image, vision, apprentissage » et « Optimisation et recherche opérationnelle ») et mécanique.

Responsables : Carl GRAHAM, Erwan LE PENNEC, Olivier PANTZ

Mécanique

Le programme d'approfondissement de Mécanique offre des cours de base sur les méthodes et outils scientifiques d'analyse et de modélisation des matériaux (plasticité, viscoplasticité, matériaux actifs, biologiques...), des écoulements de fluides, ou des structures mécaniques (tant en statique qu'en dynamique); des cours avancés sur le comportement des fluides et des structures sous chargement complexe, leurs interactions ainsi que leur analyse par des méthodes numériques.

Il comprend également des Enseignements d'Approfondissement sur une grande variété de sujets, où la majeure partie du temps est consacrée à un projet personnalisé, des conférences techniques et une journée de visites d'usines et/ou de centres de recherche.

Responsable : Antoine SELLIER

Physique

Le programme d'approfondissement de Physique est structuré en trois parcours thématiques (« Des particules aux étoiles : interactions fondamentales et constituants élémentaires », « Photons et atomes : lasers, optique, plasmas », « De l'atome au matériau : matière condensée, matière molle, matériaux fonctionnels ») et un parcours international « Physique des hautes énergies » auquel est directement rattachée une année de master 2 organisée conjointement par l'École polytechnique et l'ETH Zürich.

Il permet aux élèves d'appréhender la diversité et l'étendue des phénomènes relevant de la physique et d'approfondir leurs connaissances théoriques ou expérimentales sur des sujets choisis.

Responsables : Michel GONIN et Philippe GRANGER

Sciences pour les Défis de l'Environnement

L'objet de ce programme est de permettre aux élèves d'aborder les défis scientifiques de l'environnement sur une base interdisciplinaire en les familiarisant à des connaissances et des outils dans des domaines qui peuvent être théoriques, expérimentaux ou liés à la modélisation. Il leur permettra de mettre en œuvre ces outils au travers d'exemples : gestion de populations, filières énergétiques, changements climatiques, gestion de l'eau, services à l'environnement...

Le programme est ainsi organisé autour de trois grandes thématiques que sont « Biodiversité et Écologie », « Mécanique et physique pour l'environnement », « Économie et management de l'environnement ».

Responsable : Claude BASDEVANT



Encourager et soutenir l'innovation et l'entrepreneuriat

L'École polytechnique encourage l'esprit d'innovation et l'entrepreneuriat aussi bien auprès des élèves du cycle ingénieur, des étudiants en Master ou en doctorat, que des chercheurs de ses laboratoires, par le biais de plusieurs structures visant spécifiquement à accompagner la création d'entreprises et de start-up : Le pôle entrepreneuriat et innovation développe au cœur du campus un écosystème entrepreneurial, au sein du bâtiment LA FIBRE ENTREPRENEUR – Drahi - X Novation Center, qui réunit des espaces de prototypage et de coworking, un accélérateur de start-up, une pépinière au service de ses élèves et de tous ses entrepreneurs. ce lieu dédié à l'entrepreneuriat favorise la rencontre avec des associations d'anciens élèves business angels et entrepreneurs, un partenariat avec Incuballiance, l'incubateur du Campus Paris-Saclay, etc. Dans ce sens, l'École s'efforce de maximiser les échanges

et les occasions de rencontre entre ses élèves et ses équipes de recherche.

Au-delà des différents programmes de sensibilisation à l'entrepreneuriat intervenant dans les deux premières années du cursus, trois masters encourageant à l'innovation et à l'entrepreneuriat sont proposés aux élèves. La première année de ces masters représente le Parcours d'Approfondissement dans le cadre de la 3^e année du cycle ingénieur.

Le Master « Innovation technologique et entrepreneuriat » (IT&E) vise directement à encourager l'innovation et à donner aux étudiants le goût, l'envie et les clés pour entreprendre. Ce Master se situe au croisement de la recherche scientifique et de l'entrepreneuriat. Certains cours ou projets réunissent des élèves de l'École polytechnique, d'HEC et d'ailleurs.

Le Master « Projet - Innovation - Conception » (PIC) est une formation diplômante tournée vers le management de projets innovants dans les entreprises. Ce Master forme des experts de l'implantation et du pilotage des processus d'innovation en les mobilisant dans le cadre d'une situation d'innovation réelle en entreprise tout au long du cursus.

Le Master « Industries de Réseau et Économie Numérique » (IREN) forme des étudiants de haut niveau maîtrisant les principes de fonctionnement des industries de réseau et de l'économie numérique.

La formation multidisciplinaire de l'École polytechnique prépare ses élèves à appréhender des problèmes complexes, en particulier des problématiques d'innovation et d'entrepreneuriat, compétences qu'ils pourront mettre en pratique, soit dans l'univers de la recherche et de l'enseignement supérieur, soit à des postes opérationnels dans les entreprises et les administrations, soit enfin dans les start-up qu'ils auront créées.

Les projets scientifiques collectifs des élèves en 2^e année peuvent aussi conduire à une création de start-up et un module d'évaluation du potentiel business de ces projets leur est d'ailleurs proposé.

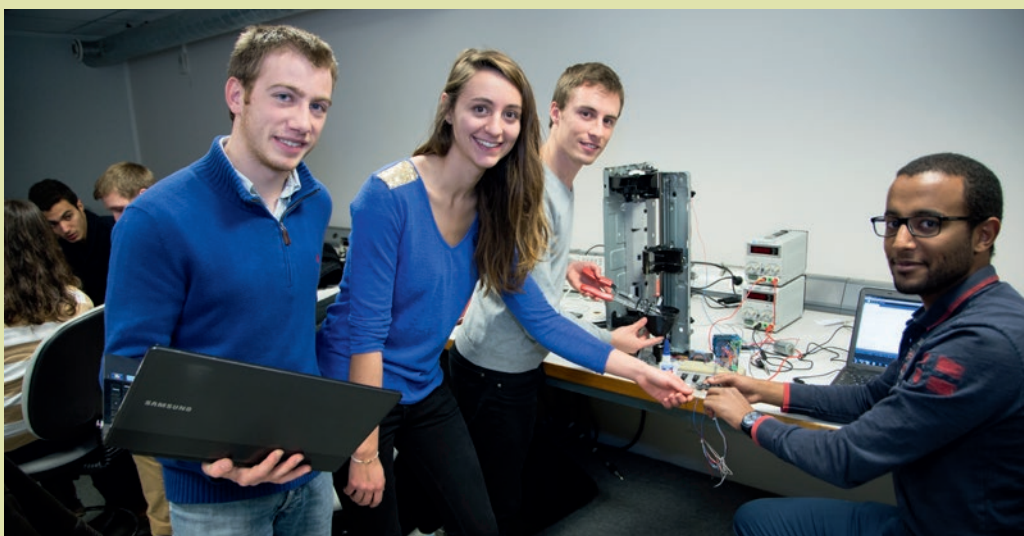
Les réseaux de l'École sont au cours du dispositif: le cabinet Start-up (association étudiante) mais aussi les réseaux d'entrepreneurs, d'entreprises, d'investisseurs... s'impliquent aux côtés des entrepreneurs.

Un module de design de technologies innovantes

Charles Baroud, enseignant du programme d'approfondissement « Innovation technologique » :

« Nous sommes partis du constat que l'on doit former des ingénieurs, c'est-à-dire des personnes qui créent. Nous avons donc besoin de confronter nos élèves à une situation dans laquelle ils doivent combiner des compétences scientifiques, techniques et leur créativité afin d'inventer des objets nouveaux. Le cours est articulé autour de présentations magistrales

sur l'innovation, la propriété intellectuelle et la technique (dessin 3D, mécanique électronique libre, etc.), puis autour de quatre projets. Cette année, le challenge final était de fabriquer un instrument de musique à partir d'une imprimante jet d'encre plus un budget de 30 €. Les élèves ont présenté des instruments à corde, à vent ou à percussion, tous programmés pour jouer des chansons! »



APRÈS le campus

Le stage de recherche

Le stage de recherche de fin de 3^e année est une initiation à la recherche scientifique. D'une durée maximale de 6 mois, il permet aux élèves de s'immerger véritablement dans le monde de la recherche académique ou de la R&D et d'obtenir des résultats substantiels.

Chaque année, cinq élèves qui se distinguent par les résultats obtenus lors de leur stage de recherche sont récompensés par la médaille L.E. Rivot décernée par l'Académie des Sciences.

Témoignages

Cyril, X2011, en stage à la Plate-Forme Cellules Souches Esteam Paris-Sud

« Mon sujet de recherche consistait à étudier le rôle du récepteur de la prorénine (une protéine lysosomale) à l'aide d'une lignée de cellules souches pluripotentes induites (iPSC) issue d'un patient atteint d'une maladie neurodégénérative d'origine génétique.

Le caractère novateur de ce sujet résidait dans l'utilisation combinée d'iPSC et de la technologie CRISPR-Cas, deux avancées qui constituent une véritable révolution dans le domaine de la biologie. Les iPSC sont des cellules adultes reprogrammées en cellules souches, dont la récente découverte a valu au Professeur Yamanaka le Prix Nobel de médecine en 2012. La technologie CRISPR-Cas est quant à elle un nouvel outil de génie génétique qui permet de modifier facilement le génome d'une cellule.

Mon stage a duré plus de cinq mois, ce qui m'a permis de pousser vraiment loin mon sujet de recherche et d'apprendre des techniques d'analyse très diversifiées. »



Professor Ravichandran, Director of the Graduate Aerospace Laboratories at Caltech, tuteur de Jean-Pierre, X2011

« Jean-Pierre has been doing very well here at Caltech in his internship. He has extended a model from LMS (Laboratoire de mécanique des solides, CNRS/EP) to include viscoelasticity. He has conducted nice experiments to characterize the viscoelastic properties of MREs. He has accomplished a lot in a few weeks and he will be an outstanding PhD student. He is highly independent and knows his continuum mechanics. He is also a critical thinker and a great communicator. He is the best student intern I have had in my lab from l'X in the past 10+ years and one of the very best students I have encountered altogether in the last 25 years. I hope he will choose to be in academia since he will be an outstanding scholar and teacher. »

La 4^e année

Suivie aussi bien en France qu'à l'étranger, la spécialisation de quatrième année est constituée suivant la modalité choisie :

- d'une formation proposée par le corps d'appartenance, si l'élève entre dans un corps de l'État,
- d'une formation d'ingénieur,
- d'une spécialisation de type Master avec thèse,
- d'une formation par la recherche.

Cette formation de spécialisation fait partie de la scolarité de l'École polytechnique et est effectuée sous le contrôle administratif et pédagogique de l'École, sauf pour les élèves intégrant un corps de l'État, pour lesquels cette formation est effectuée sous le statut et sous le contrôle du corps recruteur.

Le format général de la formation de spécialisation est de trois semestres : deux semestres d'enseignements et un semestre de stage en entreprise ou en laboratoire de recherche. Au-delà de la 4^e année du cursus, les élèves terminent leur formation (cette période correspond normalement au semestre de stage) en qualité d'étudiant de l'organisme d'accueil et de l'École polytechnique.

Les corps de l'État

En décembre de leur troisième année de scolarité, les élèves français de l'École polytechnique peuvent poser leur candidature pour leur admission dans un corps de fonctionnaires dont le recrutement est assuré par la voie de l'École polytechnique. Les places offertes sont réparties en fonction du classement et de l'ordre de préférence exprimé par chaque candidat. Une fois sélectionnés, les élèves intègrent leur corps d'accueil à la fin de leur troisième année de scolarité. Leur formation de spécialisation s'effectue alors sous le contrôle du corps d'accueil, et sous le statut de ce corps.

Les différents corps de l'État :

- Ingénieurs des Mines
- Ingénieurs des Ponts, des Eaux et des Forêts
- Ingénieurs de l'Armement
- Ingénieurs maritimes
- Administrateurs INSEE
- Armée de Terre
- Armée de l'Air
- Marine Nationale
- Gendarmerie

Les formations d'ingénieur

Ce complément de formation permet d'acquérir, au-delà de la formation d'ingénieur généraliste et scientifique de l'École polytechnique, une connaissance générale et une compréhension approfondie des techniques et des applications industrielles dans un secteur professionnel spécifique. Les études se déroulent dans un établissement partenaire, ce qui permet à l'étudiant de découvrir une autre culture d'enseignement. Elles capitalisent sur certains des approfondissements suivis en troisième année.

En France, ces formations d'ingénieurs en partenariat sont actuellement organisées avec quelques établissements du plateau de Saclay, avec les membres de ParisTech, avec les établissements toulousains du secteur électronique et aérospatial, ou avec les écoles d'Informatique ou de Télécommunications de Grenoble, de Sophia Antipolis et de Brest.

À l'étranger, ces formations d'ingénieurs correspondent à la partie terminale d'un cycle de formation d'ingénieur d'une école d'ingénieur ou d'une université technique partenaire.

Les formations de type Master

Les spécialisations de type Master avec thèse proposées dans le cadre de la quatrième année de l'École polytechnique sont des formations spécialisées d'une durée de 3 semestres au-delà de la troisième année, reconnues à l'échelle internationale, regroupant autour d'un thème ou d'une discipline donnée des cours d'approfondissement scientifiques et techniques, une expérience de gestion de projet, et un stage de 4 à 6 mois.

Les formations proposées dans le cadre de cette filière comprennent :

- les masters de l'École polytechnique qui relèvent tous du domaine Sciences, Technologies, Santé ;

- la spécialisation en innovation technologique « Nouvelles Stratégies Concurrentielles » organisée par l'École polytechnique ;
- les programmes X-HEC ;
- les formations spécialisées de type Master avec thèse proposées par un établissement ou une université étrangère de renom international (Master américain, etc.). Le master sera en règle générale, un master de faculté d'ingénieur.

Les études doctorales

Couronnée par la soutenance d'une thèse sanctionnée par le diplôme de doctorat internationalement reconnu, cette formation se déroule dans le cadre de l'école doctorale de l'École polytechnique, ou dans une autre école doctorale en France ou à l'étranger.

En France, cette formation par et à la recherche commence par une année de Master recherche suivi d'un doctorat.

À l'étranger, cette formation par la recherche se fait dans le cadre d'une formation doctorale proposée par le département d'accueil, et conduit à la délivrance d'un Ph.D.

La recherche, c'est avant tout une excellente formation ouverte et internationale qui sera valorisée par la suite auprès de nombreuses entreprises. À moyen ou long terme, l'apport de la recherche est un atout indispensable à leur activité.

L'élève peut cependant faire un autre choix que celui prévu par l'École polytechnique. Il devra dans ce cas faire approuver son projet personnel de formation par le jury de passage en 4^e année de l'École. Ce plan personnel devra respecter les grandes lignes de la politique de formation de l'X.

Nous contacter

Les adresses électroniques :
 prenom.nom@polytechnique.edu (*sans accent*)

L'adresse postale :
 École polytechnique
 Route de Saclay
 91 128 Palaiseau CEDEX

Site institutionnel : www.polytechnique.edu
 Facebook : École Polytechnique
 YouTube : École Polytechnique channel
 Twitter : @Polytechnique

DIRECTION

Président

Jacques Biot

Tél. : 01 69 33 30 03

Directeur général

Yves Demay

Tél. : 01 69 33 38 82

DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE

Directeur

Frank Pacard

Tél. : 01 69 33 30 71

Direction des études

Jean-Baptiste Bordes

Tél. : 01 69 33 33 00

DIRECTION DU CONCOURS

Directeur

Michel Gonin

Tél. : 01 69 33 32 22

DIRECTION DES RELATIONS INTERNATIONALES

Directeur

Mathieu Le Traon

Tél. : 01 69 33 39 41

DIRECTION DE LA FORMATION HUMAINE ET MILITAIRE

Directeur

Colonel Bernard Tourneur

Tél. : 01 69 33 28 98

BUREAU DES ÉLÈVES

Tél. : 01 69 33 27 27

DIRECTION DE LA COMMUNICATION

Directrice

Anne Trotoux-Coppermann

Tél. : 01 69 33 38 78

Réalisation : direction de la communication

Graphisme et impression : Centre Poly-Média

Crédits photos :

Collections École polytechnique – J. Barande, Ph. Lavialle

Février 2016