



## CYCLE D'INGÉNIEUR POLYTECHNICIEN





# LE CYCLE D'INGÉNIEUR POLYTECHNICIEN

**2**  
POURQUOI VENIR À L'ÉCOLE  
POLYTECHNIQUE ?

**6**  
LA VIE DE CAMPUS

**8**  
UN ENVIRONNEMENT « STIMULANT »

**10**  
UNE ÉCOLE INTERNATIONALE

**12**  
LES VOIES D'ACCÈS  
LE CONCOURS

**14**  
LE CURSUS INGÉNIEUR

**19**  
AVANT L'ARRIVÉE SUR LE CAMPUS

**20**  
LES ANNÉES CAMPUS

**34**  
APRÈS LE CAMPUS

**35**  
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 Dréviron,**  
*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<sup>e</sup> 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 ;





480  
chercheurs et  
enseignants-chercheurs

► 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...).

## 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 23 laboratoires en co-tutelle avec le CNRS, le CEA, l'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<sup>e</sup> année, dans le « projet de recherche

en laboratoire » et dans le stage de recherche de 5 mois en fin de 3<sup>e</sup> année, ainsi que dans le stage de recherche de Master 2 que certains élèves choisissent d'effectuer en 4<sup>e</sup> année.

## 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.

39%  
d'enseignants étrangers





Plus de **30**  
accords de double-  
diplôme avec des  
établissements étrangers

Près de **90**  
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 53 % d'une promotion poursuit une activité en entreprise après l'École – 67 % choisissant l'industrie –, 27 % poursuit par un doctorat et 12 % entre dans les corps de l'État.

Dans son classement 2018 des 800 meilleures universités, le cabinet QS classe l'École polytechnique à la 1<sup>re</sup> place en France et à la 10<sup>e</sup> place mondiale des universités les plus réputées auprès des employeurs.

**EN 2018, QS CLASSE L'ÉCOLE  
POLYTECHNIQUE À LA 10<sup>e</sup> PLACE  
DES UNIVERSITÉS LES PLUS RÉPUTÉES  
AUPRÈS DES RECRUTEURS**

## Une ouverture internationale

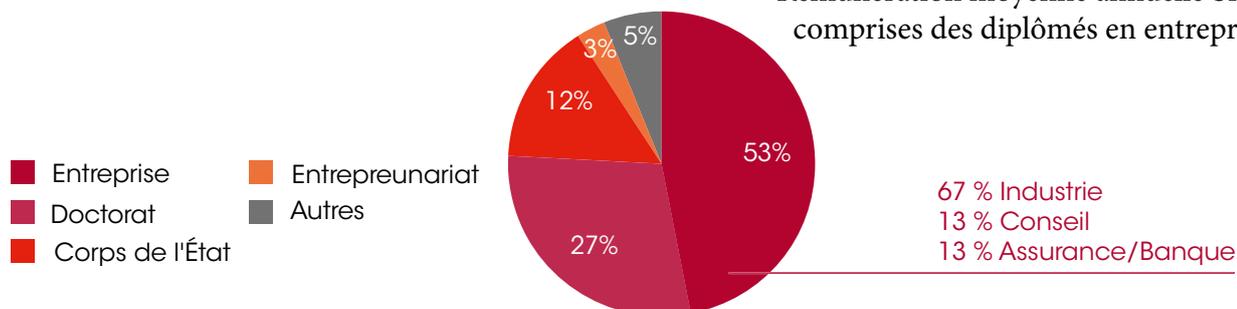
En 2019, le Times Higher Education dresse une liste des 170 universités les plus internationales au monde. L'École polytechnique, premier établissement français du classement, y figure à la 27<sup>e</sup> place. Ce bon positionnement de l'École reflète le succès de sa stratégie de développement de partenariats 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 : stage civil à l'étranger en 1<sup>re</sup> année, stage en entreprise de 3 mois en 2<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> année dans un établissement étranger.

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

## Les débouchés des polytechniciens diplômés en 2017

Rémunération moyenne annuelle brut primes comprises des diplômés en entreprise : **69 k€**



## 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 de 150 binets.



# 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**  
**8000M<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> 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 457€; 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 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 23 laboratoires de très haut niveau au sein même de l'École.

### Des projets scientifiques se déroulent tout au long du cursus

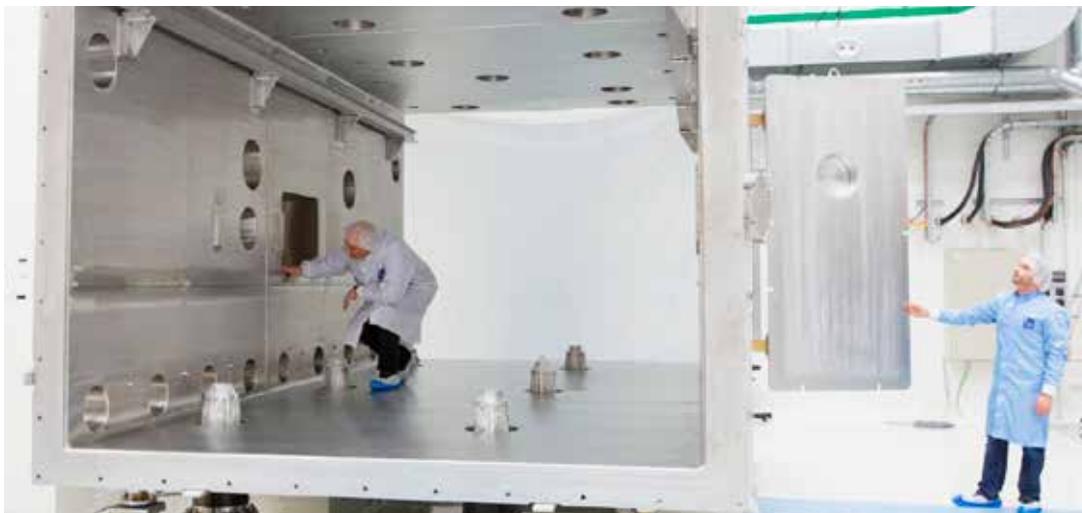
Dès la 1<sup>re</sup> année, des conférences scientifiques portant sur des thèmes de recherche d'actualité sont proposées aux élèves, ainsi que des visites des laboratoires et des rencontres avec les chercheurs.

En 2<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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 5 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, 31% des élèves poursuivent leur cursus ingénieur par un doctorat, dont 11 % au sein d'un corps d'État.



**La bibliothèque met à la disposition de ses utilisateurs :**

300 000 DOCUMENTS DONT 27 000 OUVRAGES EN SALLE

2 700 TITRES DE REVUES DONT 250 ABONNEMENTS ET 343 TITRES DE PÉRIODIQUES ANCIENS

15 000 REVUES ÉLECTRONIQUES ET 40 000 LIVRES ÉLECTRONIQUES

DES BASES DE DONNÉES

235 PLACES DE TRAVAIL ET 18 BOXES DE TRAVAIL

## Une bibliothèque historique d'une grande richesse

### La bibliothèque de l'École (BCX)

Fondée en même temps que l'École, en 1794, la bibliothèque de l'École est encyclopédique avec une très forte dominante en sciences. Partiellement issues des saisies révolutionnaires et napoléoniennes, ses collections se sont enrichies par des apports exceptionnels, des legs et des acquisitions régulières. Bibliothèque, centre d'archives et musée, la BCX remplit une triple mission : documentaire en soutien à l'enseignement et à la recherche, patrimoniale par la richesse de ses collections, et culturelle à destination des étudiants, enseignants, chercheurs et du personnel.

Elle dispose d'espace de travail collectifs ouverts tous les jours, même les week-ends, en continu.

### Le musée de l'X (Mus'X)

L'espace muséal de l'École polytechnique regroupe et valorise les collections patrimoniales de l'École gérées par la bibliothèque, héritage de 225 ans d'histoire et de découvertes scientifiques. Il s'articule autour de deux grands espaces abritant une exposition permanente et une exposition temporaire.



# 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 : l'Université de Pékin ou l'Université nationale de Singapour en Asie, 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 pour un séjour académique dans une université ou dans le cadre d'un stage en entreprise ou en laboratoire. Au-delà de l'apprentissage des langues, l'objectif pour les élèves est d'acquérir des compétences multiculturelles et d'adaptabilité, afin d'être préparés à travailler sur la scène internationale.

Si les élèves sont bien accueillis par les meilleures universités américaines et européennes, ils sont également encouragés à réaliser une mobilité dans les nouveaux marchés. 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

L'École polytechnique est partenaire, avec SciencePo Paris et l'Université de la Sorbonne (Paris I), du programme Alliance avec l'université de Columbia (New York) qui propose des programmes de financement pour les échanges de doctorants, pour les projets de recherche joints et pour la mobilité des chercheurs dans le cadre d'un programme de professeur invité.

### Zoom sur l'alliance Eurotech

Depuis 2018, l'X a rejoint l'alliance d'universités EuroTech qui rassemble l'université technique du Danemark, l'École polytechnique fédérale de Lausanne, l'université technique d'Eindhoven et l'université technique de Munich. Ce réseau européen a pour but de développer des solutions aux grands défis de la société.

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

30% des élèves effectuent leur 4<sup>e</sup> 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-diplômants.

L'École polytechnique a signé plus de 30 accords de doubles diplômes au niveau du cycle d'ingénieur polytechnicien : les meilleurs étudiants obtiennent ainsi le diplôme d'ingénieur de l'École polytechnique et celui de leur université partenaire et bénéficient d'une formation scientifique et globale de grande qualité.

## Des associations ouvertes sur l'international

L'ouverture internationale est manifeste sur le campus de l'École où sont représentées plus de 70 nationalités et où de nombreuses associations d'élèves célèbrent la diversité culturelle à travers divers événements et cérémonies : organisation du forum X-Afrique, 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 étrangers de profil scientifique et de très bon niveau, issus des institutions partenaires de l'École, de suivre une partie des enseignements du cycle d'ingénieur polytechnicien pendant un semestre ou une année.

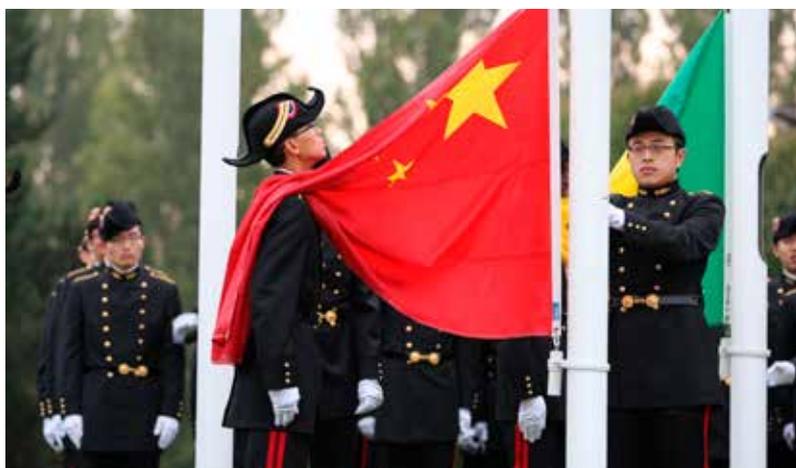
EN CYCLE INGÉNIEUR

28%  
d'élèves internationaux

153<sup>élèves</sup>  
à l'étranger pour leur  
4<sup>e</sup> année répartis  
dans

35  
établissements  
partenaires de 16 pays

30  
Plus de  
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, 420 étudiants français et 140 étudiants étrangers intègrent le cursus.

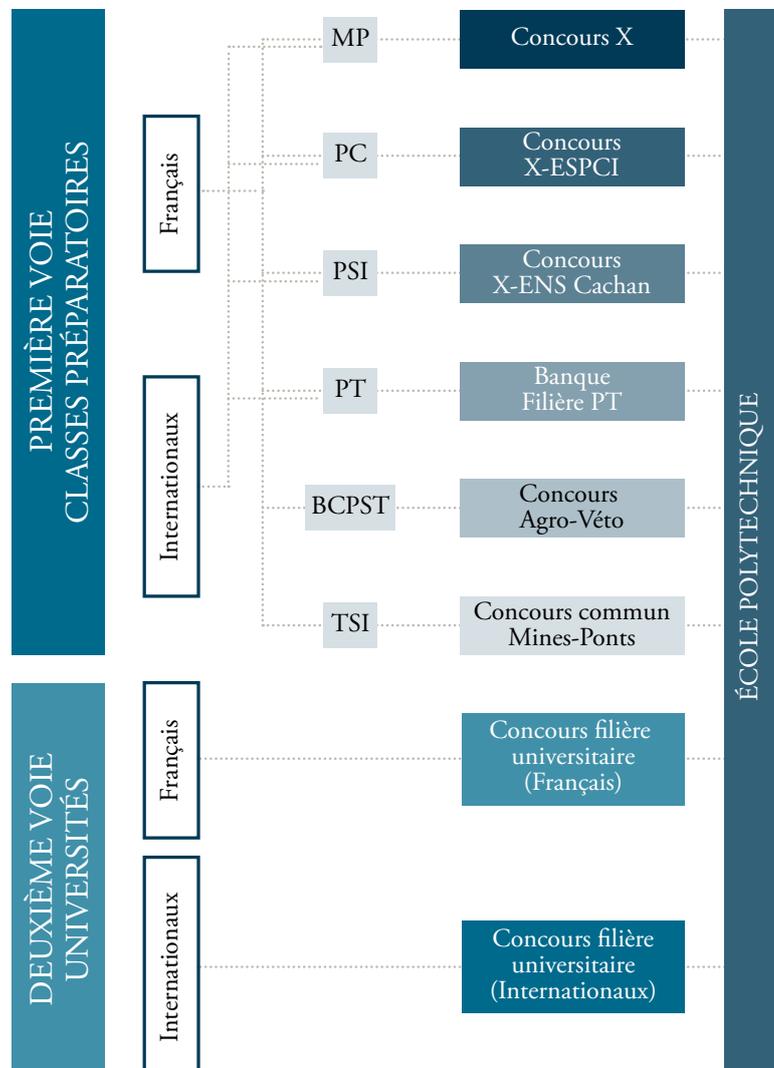
[www.admission.polytechnique.edu](http://www.admission.polytechnique.edu)

#### LES PLACES OFFERTES AU CONCOURS FRANÇAIS 2018

MP - option informatique : 102  
 MP - option physique et sciences de l'ingénieur : 80  
 PC : 130  
 PSI : 57  
 PT : 11  
 BCPST : 10  
 TSI : 2  
 Universités : 28

#### LES PLACES OFFERTES AU CONCOURS INTERNATIONAL 2018

140 dont universités : 95



## 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, BCPST 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 28 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.



Flasher ce code pour consulter  
les notices du concours

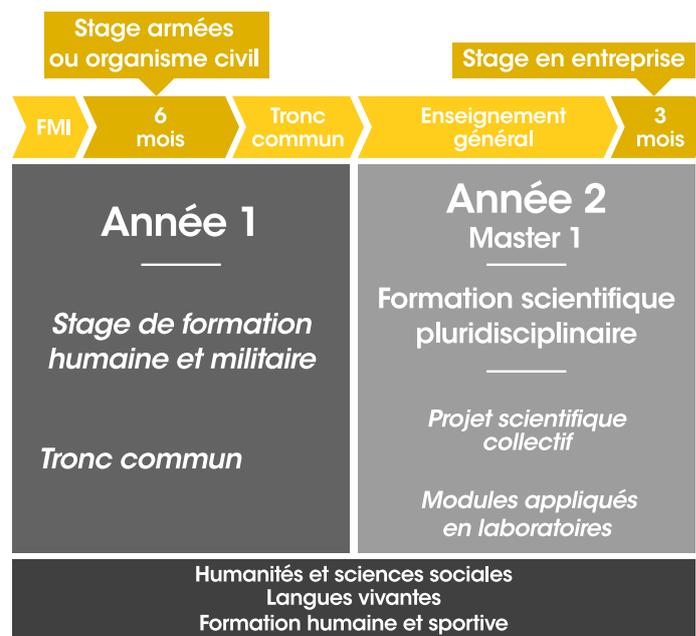
# LE CURSUS ingénieur

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

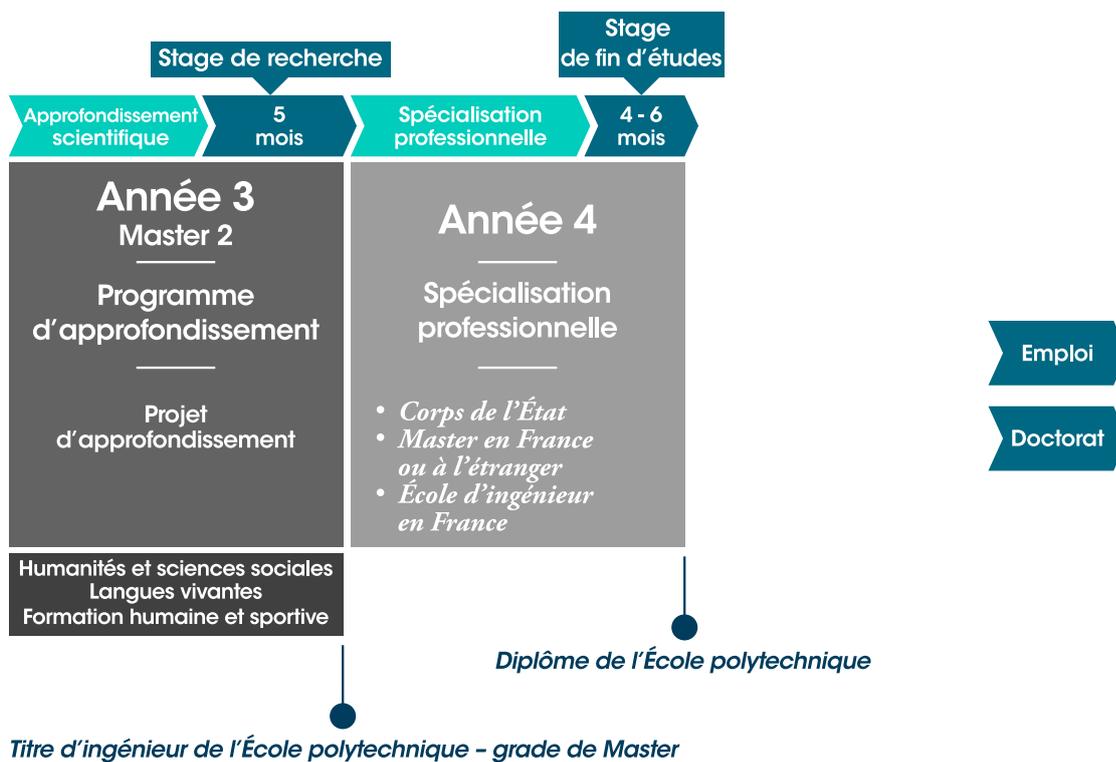
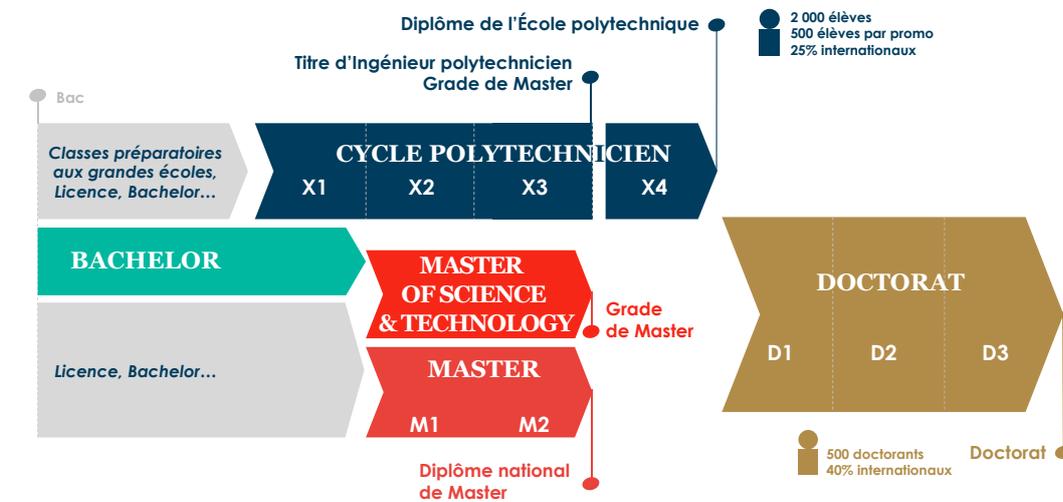
- ▶ dispenser une formation scientifique multidisciplinaire ;
- ▶ compléter cette formation scientifique par une formation humaine et une forte ouverture sur le monde extérieur ;
- ▶ offrir une spécialisation professionnelle.

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

## Ingénieur polytechnicien : un cursus rénové



## Les cursus de l'École polytechnique



## Synopsis de la formation

### Année 1

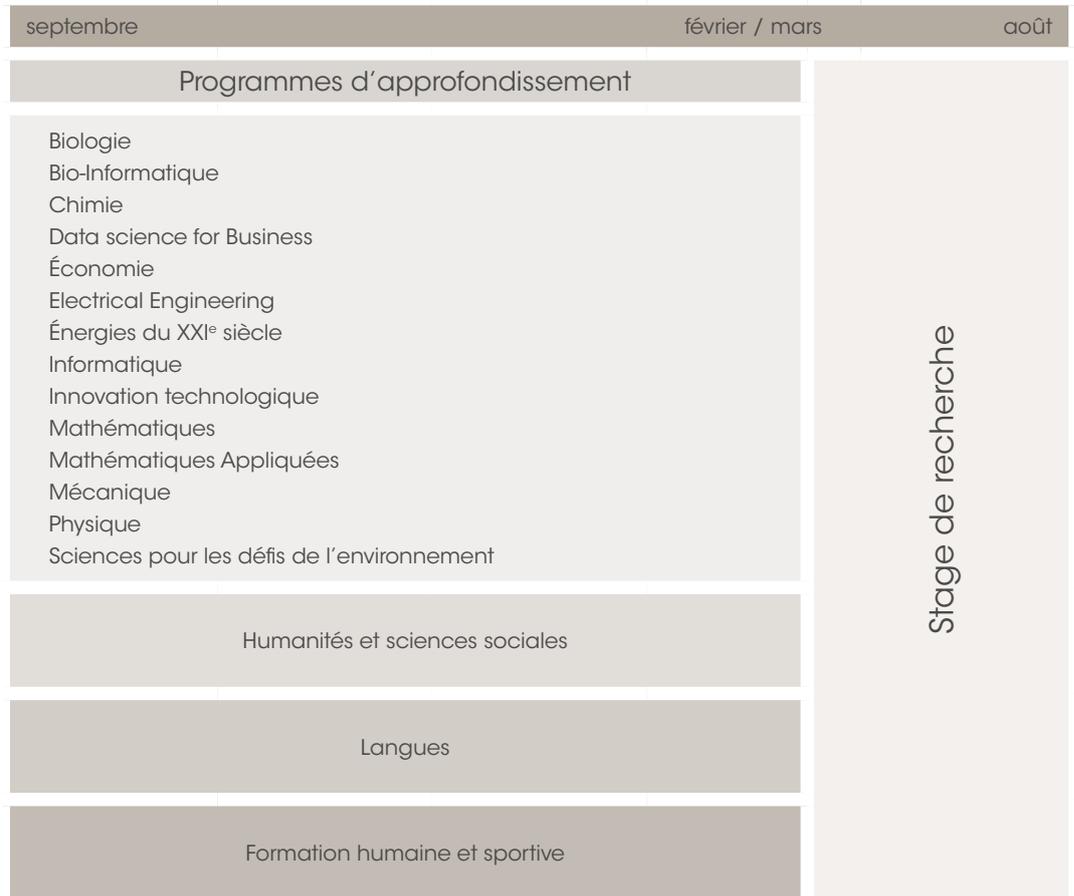
		septembre			mars / avril	juillet		
					Formation Humaine		Tronc commun Scientifique	
Français	Formation militaire initiale		Stage de formation d'officier		Stage de terrain en unité militaire		<b>Économie</b> Ouverture aux sciences économiques	
	Stage en organisme civil						<b>Informatique</b> Introduction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

## Année 2

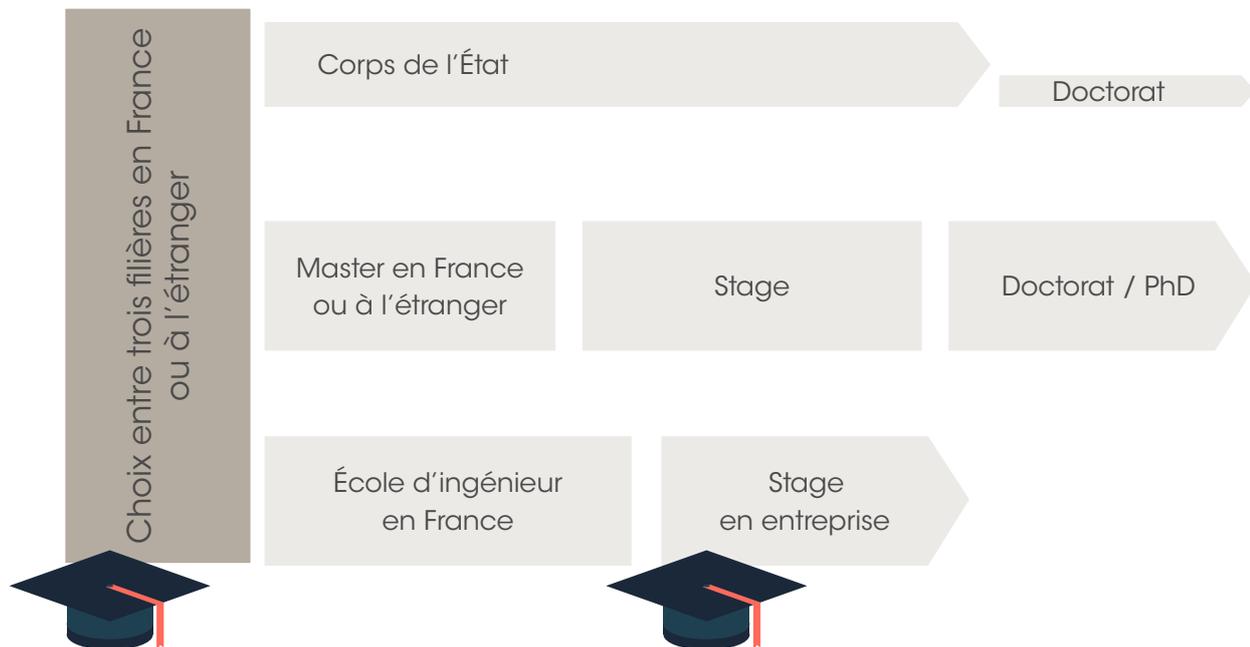
Les élèves choisissent 3 cours par période.

Fin août	Mi-novembre	Mi-février	Fin mai
Période 1	Période 2	Période 3	
<p><b>Mathématiques</b> Calcul différentiel et fonctions holomorphes</p> <p><b>Informatique</b> ► Les bases de la programmation et de l'algorithmique ► Fondements de l'informatique</p> <p><b>Économie</b> Microéconomie</p> <p><b>Physique</b> Physique quantique avancée</p> <p><b>Biologie</b> Biologie moléculaire et information génétique</p> <p><b>Mécanique</b> Mécanique des milieux continus 1</p> <p><b>Chimie</b> Fondements de la chimie moléculaire et des matériaux</p> <p><b>Mathématiques appliquées</b> ► Statistiques ► Approximation numérique et optimisation</p>	<p><b>Mathématiques</b> Distribution, analyse de Fourier et équations aux dérivées partielles</p> <p><b>Économie</b> Macroéconomie</p> <p><b>Physique</b> ► Relativité et principes variationnels ► Ondes électromagnétiques</p> <p><b>Biologie</b> La cellule, unité du vivant</p> <p><b>Mathématiques appliquées</b> ► Analyse variationnelle des équations aux dérivées partielles ► Modélisation de phénomènes aléatoires</p> <p><b>Mécanique</b> Mécanique des fluides</p> <p><b>Chimie</b> Chimie organique</p> <p><b>Informatique</b> Conception et analyse d'algorithmes</p>	<p><b>Économie</b> ► Économie internationale ► Économie de l'entreprise</p> <p><b>Mécanique</b> ► Mécanique des milieux continus 2 ► Dynamique de l'atmosphère et des océans</p> <p><b>Mathématiques appliquées</b> Contrôle des modèles dynamiques</p> <p><b>Chimie</b> Chimie des matériaux</p> <p><b>Physique</b> Physique statistique 1</p> <p><b>Mathématiques</b> ► Algèbre et théorie de Galois ► Analyse fonctionnelle</p> <p><b>Biologie</b> Écologie et biodiversité</p> <p><b>Informatique</b> ► Traitement des données massives ► Informatique graphique 3D</p>	
<b>Humanités et sciences sociales</b>	<b>Humanités et sciences sociales</b>	<b>Management de l'innovation et entrepreneuriat</b>	
<b>PSC</b>	<b>PSC</b>	<b>PSC</b>	
<b>MODAL</b>	<b>MODAL</b>	<b>MODAL</b>	
<b>Langues – Sport</b>			

### Année 3



### 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 de trois semaines au camp de la Courtine (Creuse). La FMI permet d'inculquer les bases du savoir-être et du savoir-faire militaire français car les élèves français sont sous statut militaire d'officier durant toute leur scolarité.

Par ailleurs, la FMI fonde le socle de la formation humaine et militaire du cursus polytechnicien et participe à former des futurs managers ayant le sens du collectif et de l'humain.

Elle incite les élèves à développer de nouvelles facettes de leur personnalité, à apprendre à vivre et travailler en équipe, à découvrir le sens de la collectivité, à exercer des responsabilités et à faire naître un esprit de promotion.

## Le stage de 1<sup>re</sup> année

Le stage de formation humaine obligatoire pour tous les élèves de 1<sup>re</sup> année se déroule pendant 6 mois dans les armées ou dans un organisme civil.

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. 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 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 Monde...).

### 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

# 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*

#### Mécanismes de la programmation orientée - objet

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: Benjamin WERNER*

#### Mathématiques

##### Introduction à l'analyse réelle

Il s'agit d'un cours d'analyse, décomposé en trois volets successifs : Topologie des espaces vectoriels normés, Intégration et théorie de la mesure, Espaces issus de la théorie de l'intégration. Tous ces sujets appartiennent au coeur des mathématiques actuelles, et présentent un intérêt pour d'autres cours.

*Responsable: Yvan MARTEL*

#### Analyse réelle et introduction aux méthodes variationnelles

Ce cours vise à fournir un socle de compétences solide en analyse fonctionnelle afin d'ouvrir l'accès à plusieurs domaines scientifiques : mathématiques fondamentales, mathématiques appliquées, mécanique, physique théorique, etc. Il aborde des sujets mathématiques importants et intimement liés : la théorie de la mesure et de l'intégration de Lebesgue, la transformation de Fourier, la théorie des espaces de Hilbert et une introduction aux méthodes variationnelles.

*Responsable: Frank PACARD*

## 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.

*Responsables : Sylvie MÉLÉARD*

*Josselin GARNIER*

## 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<sup>e</sup> 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

#### Calcul différentiel et fonctions holomorphes

Ce cours est un enseignement de base en mathématiques permettant d'acquérir des outils utilisés dans les enseignements de mathématiques appliquées, physique, mécanique et économie. Il prépare aux autres cours de mathématiques plus avancés, en particulier ceux du programme d'approfondissement/M1.

*Enseignant: David RENARD*

#### Distribution, analyse de Fourier et équations aux dérivées partielles

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*

### 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*

### Analyse fonctionnelle

Ce cours entend fournir les bases de l'analyse fonctionnelle aussi bien en amont des applications aux équations aux dérivées partielles, qu'en amont des applications aux algèbres d'opérateurs. Des considérations de théories des groupes topologiques seront également prises en compte. Le cours reprend les propriétés analytiques et géométriques des espaces de Hilbert, de Banach et de leurs généralisations, avant de les mettre en action en théorie de la mesure, théorie spectrale, etc. Parmi la liste des sujets abordés, voici quelques notions importantes : convexité, points fixes, mesures de Haar, représentations des groupes compacts, opérateurs elliptiques, théorèmes de plongements entre espaces fonctionnels.

*Enseignant: Bertrand RÉMY*

### 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*

### 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*

*et Claudia D'AMBROSIO*

## 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 BOYER*

### 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*

### Économie internationale

Ce cours a pour but d'offrir une introduction à l'économie internationale. Il combine la modélisation théorique à de nombreux éléments empiriques de façon à mieux comprendre un certain nombre d'enjeux liés au phénomène de mondialisation de nos économies contemporaines. Le cours est découpé en deux parties distinctes qui traitent des deux facettes de la mondialisation, les échanges de biens et services d'une part et les flux internationaux de capitaux d'autre part.

*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 macroéconomiques 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*

## Le stage de 2<sup>e</sup> année en entreprise

D'une durée de 3 mois, le stage en entreprise de fin de 2<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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.

### 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*

#### 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. 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

#### 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 prérequis 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*

*et Narcis AVARVARI*

#### 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*

#### Chimie des matériaux

Ce cours montre le lien direct existant entre la structure chimique des matériaux et leurs propriétés, et l'importance de la compréhension des mécanismes de synthèse et de la maîtrise des procédés de mise en œuvre. Il est divisé en deux grandes parties, la première sur les matériaux organiques (polymères Industriels) et la seconde sur les matériaux inorganiques (chimie du Solide).

*Enseignants : Thierry GACOIN,*

*Guilhem DEZANNEAU*

*et Laurent BOUTEILLER*

## Mathématiques appliquées

### Statistiques

Ce cours fournit les outils de statistique mathématique permettant de mettre en œuvre toutes les étapes de la modélisation d'un phénomène concret depuis le choix du modèle probabiliste jusqu'à son estimation et son évaluation ; décrit des exemples concrets de modélisation dans divers domaines (traitement du signal, économétrie, sciences de l'environnement, etc.) ; et transmet un savoir-faire pratique fondé à la fois sur la maîtrise des outils théoriques et sur leurs applications à partir d'un logiciel informatique comme Scilab.

*Enseignant: Eric MOULINES*

### Approximation numérique et optimisation

Ce cours est une introduction à la simulation numérique et à l'optimisation qui sont des ingrédients indispensables à l'analyse qualitative et quantitative de tous les modèles ou systèmes issus des sciences, de la technologie ou de l'industrie et des services. Il est divisé en trois parties : les deux premières sont consacrées à l'approximation numérique des équations aux dérivées partielles qui constituent la grande majorité des modèles physiques ; et la troisième est dédiée à l'optimisation et à ses algorithmes numériques de type gradient.

*Enseignant: Grégoire ALLAIRE*

### Analyse variationnelle des équations aux dérivées partielles

Les équations aux dérivées partielles jouent un rôle fondamental en modélisation de phénomènes complexes dans des domaines aussi variés que la mécanique, la physique ou la biologie. Le cours vise à mettre en évidence le lien entre les modèles classiques en mécanique ou physiques à base d'équations aux dérivées partielles, l'analyse mathématique sous-jacente, et le développement de la méthode des éléments finis.

*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: Alexandre ERN*

### 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

*Enseignant: Thierry BODINEAU*



## La 3<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> siècle : les outils de séquençage de nombreux génomes et les outils analytiques et d'imagerie à l'interface entre biologie, informatique, physique et chimie.

Deux parcours, « Cellules, organismes, génomes, évolution » et « Biologie aux interfaces », 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**

La bio-informatique s'attache à la construction de modèles informatiques et mathématiques pour expliquer et prédire les phénomènes biologiques se déroulant à l'échelle de la cellule, de ses composants, voire des organismes. Le programme d'approfondissement en bio-informatique constitue une introduction aux concepts et enjeux de cette discipline, à travers des cours généraux en biologie et en informatique, et quelques autres modules qui peuvent constituer un début de spécialisation.

*Responsable : Philippe CHASSIGNET*

### **Chimie**

Ce programme offre deux parcours aux élèves ingénieurs ayant décidé d'orienter leur carrière vers la chimie et ses interfaces : un parcours « Chimie aux frontières » 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*

### **Data science for business**

Ce programme a pour objectif de former les élèves en data science qui combine la modélisation mathématique, les statistiques et la visualisation afin de convertir des quantités massives d'information en connaissances, afin d'en faire des data managers capables d'exploiter les résultats d'analyse des données dans leurs prises de décisions stratégiques.

*Responsable : Eric MOULINES*

### **Économie**

Le programme d'approfondissement en économie propose deux parcours : « Stratégie d'entreprise et finance » qui met l'accent sur les méthodes quantitatives et le data management, et le « Master in economics » qui s'appuie sur les méthodes quantitatives avancées pour l'analyse théorique et empirique en économie.

*Responsables : Pierre PICARD  
et Jean-Baptiste MICHAU*

### **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, les objets connectés, l'électronique de puissances, l'automatisation des systèmes embarqués et complexes, le traitement du signal et de l'information, les nanotechnologies et la nanoélectronique, les réseaux et télécommunications et l'architecture logicielle et matérielle des systèmes informatiques.

*Responsables: Yvan BONNASSIEUX,  
Henri-Jean DROUHIN, Sylvie PUTOT  
et Erwan LE PENNEC*

### **Énergies du XXI<sup>e</sup> 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). Le programme s'appuie sur des cours en physique, mécanique, mathématiques appliquées et économie, et combine composante scientifique, sensibilisation aux enjeux économiques et technologiques, et découvertes du secteur.

*Responsables: Patrick LE TALLEC et Michel GONIN*

### **Informatique**

Le programme d'approfondissement en informatique s'articule autour de cinq filières : « Algorithmes et fondements des langages de programmation », « Algorithme efficace », « Conception des systèmes informatiques », « Cyber-sécurité » et « Internet des objets pour une société numérique ».

Des possibilités supplémentaires de couplages sont offertes avec les programmes de mathématiques et mathématiques appliquées : « Calcul haute performance », « Image, vision, apprentissage », « Optimisation » et « Science des données ».

*Responsables: Olivier BOURNEZ  
et Sylvie PUTOT*

### **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, chimie et applications, imagerie biologique et biomédicale), et pour l'autre moitié d'enseignements centrés sur l'innovation, eux-mêmes déclinés en deux parcours: « Ingénierie et management de l'innovation » et « Entrepreneuriat ».

*Responsables: Yvan BONNASSIEUX,  
Bruno MARTINAUD et Christophe MIDLER*

### **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.

## Le projet de recherche en laboratoire

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

## 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 sur une thématique scientifique ou expérimentale pointue en petit groupe.

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 parcours « sciences des données » est commun avec le programme d'approfondissement en informatique. Plusieurs autres couplages sont offerts avec des enseignements en informatique et mécanique.

*Responsables : Xavier ALLAMIGEON,  
Stéphane GAÏFFAS, Erwan LE PENNEC  
et Carl GRAHAM*

### 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, des écoulements de fluides, ou des structures mécaniques ; et 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.

*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 pointus.

*Responsables : Michel GONIN  
et Philippe GRANGIER*

### Sciences pour les Défis de l'Environnement

L'ambition du programme est d'initier les élèves aux approches scientifiques permettant de comprendre et de modéliser les différentes composantes de la Terre et leurs interactions : climat, biosphère, activités humaines. Le programme propose des enseignements de physique, mécanique, biologie, écologie et économie.

*Responsable : Rival PLOUGONVEN*

## 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 « Introduction aux problèmes institutionnels », « Littérature française », « Histoire des relations internationales au XX<sup>e</sup> siècle », « Introduction à la psychanalyse », « Philosophies de l'Extrême-Orient », « Histoire moderne des religions », 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<sup>e</sup> langue. Les élèves disposent d'un large choix.

10 langues  
enseignées  
à l'École polytechnique

**ANGLAIS**  
**ALLEMAND**  
**ESPAGNOL**  
**ITALIEN**  
**PORTUGAIS**  
**RUSSE**  
**ARABE**  
**CHINOIS**  
**JAPONAIS**  
**FRANÇAIS LANGUE**  
**ÉTRANGÈRE**



## La formation par et à la recherche

### Le module appliqué en laboratoire

En 2<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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.

Les sujets choisis par les élèves peuvent l'être en liaison avec un laboratoire de l'École, un organisme de recherche tiers, une entreprise ou un acteur public.

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.

## Le stage de recherche

Le stage de recherche de fin de 3<sup>e</sup> 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.

## 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<sup>re</sup> 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, ultimate 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<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> 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*

16 disciplines  
sont proposées

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



## 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> année.
- **Les conférences « métiers » et les conférences « entreprises »** sont destinées majoritairement aux élèves en 2<sup>e</sup> année et abordent les problématiques de l'entreprise.

**Le Binet Tribunes de l'X**, 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 :

**Bernard Arnault** (Président de LVMH),  
**Claude Bartolone** (Président de l'Assemblée nationale),  
**Éric Betzig** (prix Nobel de chimie 2014),  
**John Chambers** (Président de Cisco),  
**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 Salauin** (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).

## Innovation et 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. 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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 cœur du dispositif: le Cabinet start-up (association étudiante) mais aussi les réseaux d'entrepreneurs, d'entreprises, d'investisseurs...

# APRÈS

## le campus

### La 4<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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 candidater 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, en France ou à l'étranger, ce qui permet à l'étudiant de découvrir une autre culture d'enseignement. Elles capitalisent sur certains des approfondissements suivis en troisième année.

#### 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 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.

L'élève peut 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<sup>e</sup> année de l'École.

## Nous contacter

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

L'adresse postale :  
École polytechnique  
Route de Saclay  
91 128 Palaiseau CEDEX  
Tél. : 01 69 33 36 36

Site institutionnel : [www.polytechnique.edu](http://www.polytechnique.edu)  
Facebook : École Polytechnique  
YouTube : École Polytechnique channel  
Twitter : @Polytechnique  
Instagram : @polytechniqueparis

### **DIRECTION**

*Président*  
Eric Labaye

*Directeur général*  
François Bouchet

### **DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE**

*Directeur*  
Frank Pacard

*Direction des formations*  
Dominique Rossin

*Direction déléguée  
du cycle ingénieur polytechnicien*  
Pierre Dauchy

### **DIRECTION DU CONCOURS**

*Directeur*  
Michel Gonin

### **DIRECTION DU MARKETING ET DES RELATIONS INTERNATIONALES**

*Directrice*  
Rachel Maguer

### **DIRECTION DE LA FORMATION HUMAINE ET MILITAIRE**

*Directeur*  
Colonel Bernard Tourneur

### **BUREAU DES ÉLÈVES**

### **DIRECTION DE LA COMMUNICATION**

*Directrice*  
Anne Trotoux-Coppermann

Réalisation : Direction de la communication

Graphisme et impression : Centre Poly-Média

Crédits photos :

Collections École polytechnique – J. Barande, Ph. Lavalie  
Avril 2019





**ÉCOLE POLYTECHNIQUE**  
91128 PALAISEAU CEDEX  
[www.polytechnique.edu](http://www.polytechnique.edu)