

LA FORMATION ADOSSÉE À LA RECHERCHE AU SEIN DES ÉCOLES DE PARISTECH

Septembre 2023

Une formation d'ingénieur adossée à la recherche au sein des écoles de ParisTech

Les sept écoles de ParisTech forment les ingénieurs, managers et chercheurs de demain qui, dans une société où l'innovation occupe une place de plus en plus importante, contribuent à résoudre les défis globaux.

Les écoles dispensent aujourd'hui à leurs étudiants une formation solidement adossée à la recherche : laboratoires, enseignants-chercheurs, chercheurs, travaux pratiques et cours liés à la recherche... autant d'aspects qui permettent aux écoles d'offrir un écosystème riche et varié à leurs étudiants, leur permettant de se confronter à la recherche durant leur scolarité, et souvent dès le début.

L'introduction de la recherche dans la formation d'ingénieur permet

- De dispenser une formation à la pointe de la connaissance scientifique,
- D'initier les élèves ingénieurs à la recherche et de susciter des vocations dans ce domaine,
- De former les élèves ingénieurs à évoluer dans un environnement incertain où les solutions doivent être inventées,
- De stimuler la créativité des élèves ingénieurs.



La formation adossée à la recherche au sein des écoles de ParisTech en quelques chiffres

AgroParisTech

23 laboratoires
1200 chercheurs (220 AgroParisTech)
350 doctorants
~1500 publications par an
15 % des ingénieurs diplômés poursuivent en thèse

Arts et Métiers

258 enseignants-chercheurs
15 laboratoires et équipes de recherche
220 doctorants
1 école doctorale « Sciences des Métiers de l'Ingénieur »
+ de 400 publications par an
4,5 % des ingénieurs diplômés poursuivent en thèse
1 lauréat de l'ERC

École des Ponts ParisTech

12 laboratoires
500 chercheurs (100 ENPC)
600 doctorants (dont 200 ENPC)
~1000 publications par an
15 % des ingénieurs diplômés poursuivent en thèse
6 lauréats de l'ERC

Chimie ParisTech – PSL

50 enseignants-chercheurs
50 chercheurs (CNRS)
Environ 100 doctorants
475 publications par an
40% des ingénieurs diplômés poursuivent en thèse
7 lauréats de l'ERC

Institut d'Optique

150 doctorants
3 laboratoires de recherche
+ de 150 chercheurs permanents
~ 350 publications internationales par an
43% des ingénieurs diplômés poursuivent en thèse
8 lauréats de l'ERC

Objectif	Faire découvrir la recherche (académique ou privée) en 1A ou 2A pour sensibiliser, sans obligatoirement d'objectif de poursuite en thèse. Les élèves-ingénieurs savent ainsi si la recherche est un domaine dans lequel ils peuvent s'épanouir ou pas.
Poursuite en thèse	<p>Entre 10 et 15% des nouveaux diplômés poursuivent en thèse, un peu moins de 20% travaillent dans le secteur R&D.</p> <p>Des ingénieurs diplômés se lancent aussi dans un doctorat après 3-4 ans d'activité professionnelle.</p>
Écosystème	<p>250 enseignants-chercheurs et ingénieurs/techniciens AgroParisTech (1200 si on considère les personnels non AgroParisTech dans les laboratoires)</p> <p>La recherche à AgroParisTech (pluridisciplinaire, éthique et ouverte, du fondamental à l'appliqué, en symbiose avec sa mission de formation et en prise directe avec le monde socio-économique en général)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une recherche éthique, ouverte, en prise directe avec la société (dont une recherche participative incluant les étudiants dans le questionnement de notre recherche) : AgroParisTech dispose d'une charte d'éthique et de déontologie, de politique science ouverte, données de la recherche et sciences et société avec des chargés de mission dédiés. • Une formation par et à la recherche • Doctorats (via Université Paris-Saclay, ou AgroParisTech). AgroParisTech pilote l'école doctorale ABIES • « La recherche et moi » <p>L'innovation s'appuie sur les dispositifs des Innlabs, tiers-lieux thématiques et répartis sur les différents sites d'AgroParisTech qui accompagnent différentes parties prenantes (industriels, collectivités locales, et surtout étudiants ou diplômés entrepreneurs) dans leurs projets d'innovation dès les premières phases dans un environnement de formation et de recherche de haut niveau. Aujourd'hui, AgroParisTech compte 5 InnLabs : le FoodInnLab à Saclay, le FarmInnLab à Grignon, le ForestInnLab à Nancy, le TerritoiresInnLab à Clermont et le BiotechInnLab à Reims.</p>
Parcours pédagogique	<p><u>1A et 2A : « La recherche et moi »</u></p> <p>Objectif : faire découvrir la recherche (académique, mais pas uniquement) pour tester une vocation ou simplement mieux connaître la recherche.</p> <p>→ septembre : présentation du dispositif de formation et de sensibilisation à la recherche et de la stratégie recherche de l'établissement – sur la base du volontariat (ex. 80 élèves-ingénieurs pour une promotion de 300 en 2022)</p> <p>→ entretiens individuels pour préciser les attentes de chaque élève-ingénieur intéressé et planifier la suite (entre 70 et 100 entretiens chaque année).</p> <p>→ 1A et 2A : UE facultative « la recherche et moi » : accueil une demi-journée par semaine pendant 6 mois dans un laboratoire, public ou privé, avec un projet fil rouge. Convention entre le laboratoire, l'étudiant et l'établissement. Inscrit au supplément de diplôme (pas d'ECTS, mais valorisation dans le cadre d'une journée organisée par les graduate schools de l'Université Paris-Saclay autour des métiers de l'enseignement supérieur et de la recherche)</p> <p>→ 1A : module intégratif « immersion dans la recherche » : une immersion de deux semaines et demi dans un labo + une série d'entretiens à réaliser depuis les</p>

	<p>techniciens jusqu'au directeur d'unité à partir d'un questionnaire réalisé ensemble pour mieux comprendre le fonctionnement mais aussi les valeurs d'une unité de recherche.</p> <p>→ 1A : UE optionnelle « les métiers de la recherche » : une semaine fin mars à la découverte des métiers de la recherche et du métier de chercheur dans toutes ses dimensions, un exercice en groupe d'identification de questions de recherche</p> <p>→ Autres actions d'information, tout au long de l'année, autour du doctorat, de la recherche à l'international</p> <p>Les élèves-ingénieurs ne sont pas obligés de suivre tous ces modules.</p> <p>L'école encourage les enseignants-chercheurs à parler de leurs travaux de recherche avec les élèves-ingénieurs</p> <p><u>3A</u> : les élèves peuvent remplacer la 3A traditionnelle par un master recherche</p>
Rayonnement	Claire Chenu et Daniel Tomé : Lauriers de l'INRA respectivement en 2019 et 2016

Objectif	<p>Former les acteurs de terrain capables d'innover pour créer et mettre en œuvre les avancées technologiques et organisationnelles impactantes, indispensables aux transitions énergétiques, environnementales et sociétales</p> <p>Proposer pour atteindre cet objectif 3 parcours :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Métiers de l'industrie - Recherche et développement - Entrepreneuriat et innovation technologique
Écosystème	<p>Recherche portée par 15 laboratoires et plus de 250 enseignants-chercheurs</p> <p>Grâce à la diversité et la complémentarité de ses domaines de recherche, Arts et Métiers contribue aux avancées scientifiques sur l'ensemble du cycle de vie d'un produit, en génie mécanique, génie industriel et génie énergétique : conception et innovation, procédés d'industrialisation, durabilité, maintenance, et recyclage. Un positionnement profitable au monde industriel mais également aux étudiants de l'école, qui ont l'opportunité de se former sur l'ensemble de ces problématiques industrielles, au plus près des enseignants-chercheurs.</p> <p>Deux indicateurs confirment la qualité de la recherche portée à Arts et Métiers :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les nombreuses publications dans les plus grandes revues internationales (+ de 400 par an) - la recherche partenariale labellisée Carnot depuis 2006 <p>Le projet structurant Evolutive Learning Factory vise à développer des usines écoles innovantes qui s'appuient sur les plates-formes technologiques des campus Arts et Métiers et accélèrent le transfert des résultats de la recherche vers la formation. Ces plates-formes formation/recherche évolutives intègrent des systèmes industriels réels et leur jumeau numérique, de manière à positionner les étudiants dans un contexte de situation authentique d'apprentissage. Ces nouveaux espaces de travail, nécessitant l'interdisciplinarité, permettent de confronter les apprenants aux technologies et organisations de l'usine du futur, en intégrant les enjeux de transition écologique, transition digitale et responsabilité sociétale.</p>
Poursuite en thèse	<p>Un taux de poursuite en thèse faible, attribué aux sollicitations fortes de l'industrie offrant des opportunités de carrière prometteuses et bien rémunérées dès la sortie de l'école, ce qui incite les étudiants à privilégier directement une intégration professionnelle</p>
Parcours pédagogique	<p>La formation à et par la recherche est organisée de manière progressive :</p> <p>1^{ère} année : Sensibilisation à la recherche pour tous les élèves <i>via</i> des visites en laboratoires en région et des objectifs de formation par la recherche intégrés aux unités d'enseignement</p> <p>2^{ème} année : Mise en pratique des méthodologies de la recherche dans le cadre des projets pour tous les étudiants avec évaluation de ces compétences spécifiques</p> <p>3^{ème} année : Spécialisation éventuelle au moyen d'une formation bi-diplômante de master à vocation recherche en France ou à l'international. Les laboratoires de l'école constituent un terrain d'apprentissage privilégié et s'appuient sur quatre mentions de master - génie mécanique, génie industriel, énergie, ingénierie de la santé – avec 27 parcours proposés.</p>

	A l'issue de la scolarité :Sélection éventuelle pour une intégration dans une école doctorale de l'ENSAM ou d'un autre établissement.
Rayonnement	Francisco Chinesta : Médaille d'argent CNRS en 2019 Nicolas Ranc : Lauréat de l'ERC (European Research Council) en 2017



ParisTech



Objectif	Former les ingénieurs par la recherche
Poursuite en thèse	35 à 40% des diplômés (moins de 10% à Chimie ParisTech - PSL, 90% dans un autre établissement en France ou à l'étranger)
Écosystème	<p>Le ratio volume horaire réalisé par les enseignants-chercheurs de l'établissement sur le volume horaire total de face à face pédagogique est de 81%.</p> <p>3 laboratoires en partenariat avec le CNRS (Unité Mixte de Recherche, UMR), dont 2 dans l'école et 1 externalisée à Saclay :</p> <ul style="list-style-type: none">- Institut de Recherche de Chimie de Paris (IRCP) UMR Chimie ParisTech – PSL/CNRS, 8 équipes (5 à 25 personnes : enseignants-chercheurs, chercheurs, maîtres de conférences, professeurs, doctorants, post-doctorants) Chimie moléculaire et chimie des polymères, énergie, matériaux et procédés, surfaces et interfaces.- I-CLeHS UMR Chimie ParisTech – PSL/CNRS, 4 équipes Institute of Chemistry for Life & Health Sciences Chimie médicinale, chimie physique et analytique Analyse, diagnostique, imagerie.- Institut Photovoltaïque d'Île-de-France (IPVF) Externalisé à Saclay, en collaboration avec l'École Polytechnique et des partenaires industriels (EDF, Air Liquide...)
Parcours pédagogique	<p>1 A : Avril : visite des laboratoires – échanges avec les chercheurs (1 journée) : un membre du laboratoire explique les travaux de recherche du laboratoire aux élèves. → Restitution devant la promotion et en présence de chercheurs avec un focus sur les voies de valorisation identifiées : présentation de ce qu'ils ont vu + une thématique particulière sur la transposition possible dans la vie de tous les jours.</p> <p>Mai (durée : 3 semaines) : TP projets dans les laboratoires de recherche. Ce dispositif concerne environ 10 élèves (objectif : 20-25), les autres élèves effectuent des TP plus classiques dans les laboratoires d'enseignement.</p> <p>Second semestre : projet transdisciplinaire (environ 60h), qui permet aux étudiants d'interagir avec les différentes équipes de recherche en fonction de leur sujet d'études.</p> <p>2 A : Projets d'Innovation en Groupe (PIG) liés à la recherche : les élèves travaillent toute l'année, 3h chaque semaine, sur les sujets proposés par les laboratoires ou des entreprises (apporter une solution innovante à un problème). Ils doivent adopter toute la démarche de recherche (recherche bibliographique, proposition d'un prototype innovant...).</p> <p>Le comité de pilotage est constitué de chercheurs. Ressources : laboratoires (conseil, labo pour phase expérimentale/prototypage). Fin mars : Rapport écrit et restitution orale devant la promotion et les clients.</p> <p>Stage long de 5 mois minimum en laboratoire académique ou industriel en France comme à l'international.</p>

	<p>3 A : Module entrepreneuriat : tout le projet de création d'une entreprise contribue à la formation à l'innovation. Stage de fin d'études (5-6 mois) : recherche académique ou R&D.</p> <p>40% des élèves font en parallèle de la 3A un master recherche (ex : Master Sciences et Génie des Matériaux, Master Chimie, Master Energie, Master Integrative Chemistry & Innovation, Master Ingénierie de la santé).</p>
Rayonnement	<p>Philippe Goldner : Médaille d'argent du CNRS (2022) Guillaume Lefevre : Médaille de bronze du CNRS (2023) Carlo Adamo : Advanced Grant de l'ERC (2022)</p>



École des Ponts
ParisTech

Objectif	<p>Permettre aux étudiants de se familiariser avec la recherche, en ayant la possibilité de travailler avec des chercheurs sur des projets dans les laboratoires de l'ENPC.</p> <p>Montrer que la recherche n'est pas à l'écart du monde de l'ingénierie, mais qu'elle fait partie du même écosystème technologique d'innovation et de création de valeur. L'ENPC a une recherche partenariale avec des acteurs du monde socio-économique très forte et vivante.</p> <p>Montrer que le doctorat est le diplôme de référence de l'excellence et de la compétence scientifiques et techniques au niveau international. C'est donc un complément important à la formation d'ingénieur dispensée dans les grandes écoles françaises comme l'ENPC. Être docteur est un atout important dans les grands groupes industriels internationaux.</p>
Poursuite en thèse	<p>10 à 15% des élèves poursuivent en thèse après leur formation d'ingénieur, dont une minorité dans les laboratoires de l'ENPC. Ces étudiants sont majoritairement issus des départements de mathématiques et informatique (IMI) et génie des matériaux et mécanique (GMM).</p>
Écosystème	<p>12 laboratoires de recherche ont pour tutelle l'ENPC, sur un très large spectre de disciplines scientifiques, depuis les mathématiques jusqu'aux sciences humaines et sociales, en passant par la mécanique, le génie civil, l'informatique, l'économie, les sciences de l'environnement et du climat. Ils regroupent environ 500 chercheurs dont 100 ENPC et presque 600 doctorants dont 200 ENPC.</p> <p>CEREA - Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique Thématiques : Environnement atmosphérique – Qualité de l'air – Modèle de données – Énergies renouvelables</p> <p>CERMICS - Centre d'Enseignement et de Recherche en Mathématiques et Calcul Scientifique Thématiques : Modélisation de l'incertain – Optimisation de systèmes – Analyse et simulation numérique</p> <p>CIRED - Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement Thématiques : Développement durable – Changement climatique – Économie environnementale</p> <p>HM&CO – Hydrologie Météorologie et Complexité Thématiques : Physique de l'hétérogénéité – Risques hydro-météorologiques – Ville résiliente</p> <p>LATTS - Laboratoire Techniques, Territoires et Sociétés Thématiques : Fabrique de l'urbain – Infrastructures sociotechniques – Conception et appropriations</p> <p>LEESU - Laboratoire Eau, Environnement et Systèmes urbains Thématiques : Eaux, sols et ville durable – Usages et innovations – Hydrosystème et société</p> <p>LHSV - Laboratoire d'Hydraulique Saint-Venant Thématiques : Énergies renouvelables – Risques naturels</p> <p>LIGM - Laboratoire d'Informatique Gaspard Monge Thématiques : IA – Vision 3D – Apprentissage</p> <p>LMD - Laboratoire de Météorologie Dynamique Thématiques : Climat et physique de l'atmosphère – Modèles de données – Énergies renouvelables</p>

	<p>LVMT - Laboratoire Ville, Mobilité, Transport Thématiques : Mobilité durable – Dynamiques territoriales – Économie des transports – Modélisation et analyse des traces numériques – Nouveaux services de mobilité</p> <p>Laboratoire NAVIER Thématiques : Structures innovantes & fabrication numérique – Comportement multi-échelle et multi-physique – Écomatériaux – Géomécanique</p> <p>PjSE - Paris-Jourdan Sciences Économiques Thématiques : Politiques publiques – Économie environnementale – Marché, comportements, gouvernance – Macroéconomie et économie internationale.</p>
<p>Parcours pédagogique</p>	<p>Septembre : Leçon inaugurale sur la recherche (ex. « l'ingénieur peut-il encore inventer l'avenir ? », « renversement du temps et innovation : ou comment transformer de beaux concepts de physique en startups »).</p> <p>1 A : Un programme de sensibilisation pour l'ensemble de la promotion</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cours - Parcours recherche : découvrir la recherche de l'École et mieux connaître l'activité des chercheurs via des rencontres de chercheurs et doctorants des laboratoires sur des créneaux dédiés tout au long de l'année. - Projet ingénierie recherche (2nd semestre) <p>2 A : Stage court ou long en entreprise ou en laboratoire</p> <p>3 A : Initiation à la recherche renforcée (optionnel)</p> <p>Un projet de recherche (mission de recherche en laboratoire) déployé sur un semestre complet :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 200 heures / 8.5 ECTS / environ 20 heures d'encadrement - Rédaction type article et soutenance type conférence - Travail en binômes (plutôt qu'en groupe de 4) - Ouverture à la méthodologie de la recherche : bibliographie, rédaction,...
<p>Rayonnement</p>	<p>Jean Sulem : Prix International Society of Rock Mechanics science achievement award (2022) Amaury Hayat : Prix Forbes under 30 (2021) Olivier Baverel : Pioneer award in architecture (2021)</p>

Objectifs	Assurer une mission d'intérêt public pour le développement des industries optiques par le triple biais de la formation, de la recherche et de la valorisation.
Poursuite en thèse	<p>43% des étudiants.</p> <p>Nombreuses thèses en EPIC (CEA, ONERA) ou thèses CIFRE chez les grands industriels (SAGEM, St Gobain, Essilor...).</p> <p>Le taux de poursuite en thèse est beaucoup plus faible dans la filière Innovation-Entrepreneuriat.</p>
Écosystème	<p>3 laboratoires de recherche :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Laboratoire Charles Fabry : 43 chercheurs permanents, 67 doctorants et post-doctorants - Laboratoire Photonique Numérique et Nanosciences : 20 chercheurs permanents - Laboratoire Hubert Curien : 90 chercheurs permanents. <p><u>Thèmes de recherche</u> : Biophotonique & Microscopie, Imagerie et Information, Intelligence artificielle, Conception Optique, Image de synthèse, réalité mixte, Lasers, Photonique Non Linéaire, Télécom Optique, fibres, Radiation, Nanophotonique, Optique Quantique.</p> <p>Intrication très forte de l'école avec le CNRS.</p> <p>Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (AERES) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un triptyque vertueux fondamental-applications-innovation porté par une formation scientifique et technique de très haute qualité et avec une composante expérimentale forte - Filière Innovation-Entrepreneurs : une filière pédagogique innovante unique dans le paysage des écoles d'ingénieurs - Une recherche du plus haut niveau, très visible à l'international - Un engagement volontariste de l'IOGS et des partenaires locaux sur la politique de site à Bordeaux et Saint-Etienne - Une très forte spécialisation assumée qui assure à l'IOGS une position unique au sein de l'Université Paris-Saclay.
Parcours pédagogique	<p>1 A</p> <p>Projet d'insertion en laboratoire (en fin d'année, durée : 1 semaine) : Immersion dans une équipe de recherche sous forme compacte et concentrée afin d'observer le travail au quotidien des chercheurs.</p> <p>Objectif : découvrir un domaine de recherche et une équipe de chercheurs, à travers la compréhension du lien entre des questionnements de long terme et l'activité quotidienne des chercheurs.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Visite des activités de l'équipe d'accueil - Travail de bibliographie (au moins 2 articles : 1 article de vulgarisation introduisant certaines questions du domaine recherche et 1 article de l'équipe d'accueil décrivant un travail récent dans ce domaine). <p>→ Permet aux étudiants de se rendre compte en quoi consiste la recherche académique.</p>

	<p>2A : les étudiants peuvent suivre un master 1 à l'université partenaire en sus des cours du cycle ingénieur à Saclay (« voie «Irène Joliot-Curie »)</p> <p>3A</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les étudiants suivent l'intégralité des cours de master et des cours plus spécifiques en sciences de l'ingénieur au sein de l'Institut d'Optique - Stage en laboratoire <p><u>Site de Paris-Saclay FISE :</u> M1 « Physique – voie Irène Joliot-Curie » (Univ. Paris-Saclay) M2 « Réseau Optique et Systèmes Photoniques » (ROSP) (Univ. Paris-Saclay) - M2 « Automatique et Traitement du Signal et des Images » (ATSI) (Univ. Paris-Saclay) M2 « Systèmes biologiques et concepts physiques » (SBCP) (Univ. Paris-Saclay) M2 « Grands instruments » (Univ. Paris-Saclay) M2 « Physique des plasmas et de la fusion » (Univ. Paris-Saclay) M2 « Quantum Light Materials and Nano Sciences » (QLMN) (Univ. Paris-Saclay) Parcours "Light and Matter"</p> <p><u>Site de Bordeaux :</u> M1 « Light Sciences & Technologies » (Univ. Bordeaux) M2 « Light Sciences & Technologies » (Univ. Bordeaux) M2 « Ingénierie des systèmes pour l'image et le signal »</p> <p><u>Site de Saint-Etienne :</u> M1 + M2 « Optique – Image – Vision - Multimedia » (OIVM) (Univ. Saint-Etienne) M2 « Imagerie Médicale Signal et Système » (Univ. Lyon)</p>
Rayonnement	<p>Alain Aspect : Prix Nobel de physique en 2022</p> <p>Grand Prix Jacques Herbrand (physique) 2022</p> <p>1 récipiendaire de la médaille de l'innovation 2022 du CNRS</p> <p>3 lauréates du prix For Women in Science 2022</p>