

# Master en alternance

Université  
Paris Cité

ESIEE  
PARTS

Former  
les ingénieurs  
de la transition  
énergétique

# Ingénierie physique des énergies

Université Paris Cité  
Campus des Grands Moulins  
Paris 13

ESIEE  
Université Gustave Eiffel  
Noisy-le-Grand

# Quelle formation ?

## Le Master IPE

L'Université Paris Cité a créé 2 années de Master "Ingénierie physique des énergies" (IPE), parcours du Master "Physique fondamentale et applications" de l'UFR de Physique, afin de former des ingénieurs maîtrisant la physique et les techniques communes aux différentes filières énergétiques.

Le Master IPE est depuis 2021 associé à l'école d'ingénieurs ESIEE Paris, à l'UFR GHES de l'Université Paris Cité et au LIED (Laboratoire interdisciplinaire des énergies de demain), permettant aux étudiants de s'ouvrir aux problématiques interdisciplinaires de l'énergie.

## Sélection

Le Master IPE accueille chaque année de 20 à 30 étudiants issus pour moitié des Licences et Masters de Physique fondamentale ou appliquée au niveau L3 et M1, et pour moitié d'un cursus en école d'ingénieur.

C'est une formation exigeante dont l'accès est conditionné à un examen du dossier académique et à une audition avec les responsables.

## Compétences visées

Proposer des solutions d'énergies renouvelables répondant à un cahier des charges et une situation donnés,

Caractériser les performances énergétiques d'un système, le positionner par rapport au cahier des charges, et proposer des solutions d'amélioration pertinentes,

Optimiser le couple production/consommation : transport, distribution, stockage, maîtrise de la demande, etc.

## Débouchés

Le taux de réussite au Master IPE est proche de 100 %.

Il conduit à une embauche au niveau Bac+5 sur un statut d'ingénieur.

Il permet également d'entreprendre une thèse dans un laboratoire public ou privé R&D.

Depuis 2021, en fin de formation, 65 % des apprentis ont une promesse d'embauche (CDD ou CDI) dans l'entreprise où ils ont effectué leur apprentissage, et 8 % des étudiants commencent une thèse.

Globalement, près de 80 % des étudiants ayant suivi le Master ont trouvé un emploi dans l'année suivant la fin de la formation.

# Quels

# enjeux?

## **Maîtrise des énergies**

Cette filière propose de former des ingénieurs maîtrisant les systèmes de production, distribution, stockage et utilisation optimale des énergies, quel qu'en soit le type (fossile ou renouvelable) ou la nature (électrique ou thermique).

Ces ingénieurs maîtriseront les outils de modélisation numérique permettant d'aborder les concepts d'efficacité énergétique à différentes échelles.

## **Transition énergétique**

La transition énergétique nécessite de former des ingénieurs et techniciens ayant de solides connaissances en physique, mais également capables d'intégrer et d'anticiper dans leur pratique professionnelle les contraintes sociales et environnementales globales.

Le Master IPE prévoit pour cela des enseignements généraux sur les enjeux de la transition énergétique : concepts et ordres de grandeur de l'énergie, scénarios climatiques, tensions sur les ressources, évolutions légales, etc.

Certains de ces enseignements sont interdisciplinaires, permettant d'associer étudiants en sciences naturelles et étudiants en sciences humaines.

## **Interdisciplinarité**

Cette formation promeut l'interdisciplinarité via une collaboration étroite avec un Master de Sciences humaines.

Plusieurs enseignements communs (controverses, mobilités, législation environnementale, micro-économie) permettent de confronter les points de vues, les approches, et les contraintes.

En M2, un projet encadré interdisciplinaire associe étudiants en sciences humaines et en sciences physiques, afin d'élaborer des problématiques socio-techniques communes : comment aborder les enjeux sociaux d'une solution technique, ou les enjeux techniques d'un problème social.

## **Gestion et management**

Au-delà des aspects scientifiques et techniques, le programme comporte une importante composante managériale et socio-économique nécessaire à la compréhension des problématiques décisionnelles des entreprises.

# Quels

# métiers ?

Une grande majorité des étudiants issus de la formation sont embauchés dans des bureaux d'étude, d'ingénierie travaux, d'audit. La formation permet également d'accéder à des poursuites d'études, notamment via le doctorat.

## Métiers visés

Ingénieur qualité,  
Ingénieur études-conseil,  
Ingénieur d'affaires,  
Ingénieur production,  
Ingénieur maintenance et suivi  
opérationnel,  
Ingénieur bureau d'études,  
Ingénieur R&D,  
Responsable audit énergétique.

## Postes obtenus

Exemples de fonctions  
occupées par des diplômés :  
Ingénieur d'affaires dans les nouvelles  
énergies (Solairedirect),  
Ingénieur d'études en efficacité  
énergétique (Cofely, Senova,  
Veolia),  
Ingénieur d'exploitation de réseaux  
d'énergie (Dakia, EDF),  
Chef de projet en énergies  
renouvelables,  
Ingénieur d'études en énergétique du  
bâtiment (bureau d'études),  
Travaux publics (SNCF Gare et  
Connexion).

## Missions d'apprentissage

Exemples de missions effectuées  
en entreprise :

- Dans des groupes de services aux  
énergies :
- (Vinci Énergie, Engie, Air Liquide,  
Véolia, Eiffage Énergie Systèmes)
  - consolidation et analyse du  
marché des électrolyseurs
  - intégration des prérogatives de  
la RE2020 dans les projets de  
conception, création d'un outil et  
apprentissage de la conception  
bas-carbone.
- Dans les réseaux de distribution :  
(Dalkia, Cofely, Enedis, EDF Lab)
- ingénierie thermique
  - coordination arrêt de tranche  
CNPE (nucléaire).
- Dans les services bâtiments,  
architecture & urbanisme :  
(ASCaudit, SUNSquare, Sénova,  
Greenaffair, Cameo Energy)
- audit énergétique
  - analyse de la dynamique de  
l'humidité dans le système  
d'isolation des transformateurs  
de puissance.
- Dans les énergies renouvelables :  
(EOLFI, Solstyc, Solaire Direct)
- optimisation d'un système  
hybride pour photovoltaïque.
  - achat/installation/gestion de  
projet photovoltaïque.

# Quel

# contenu ?

## Rythme d'alternance

Le calendrier d'alternance M1 est divisé en deux périodes en entreprise, de début décembre à mi-mars puis de mi-juin à mi-août.

Le calendrier d'alternance M2 est composé d'une seule période en entreprise, de mi-mars à fin août.

Les calendriers d'alternance peuvent varier légèrement d'une année sur l'autre. Il est nécessaire de vous rapprocher des gestionnaires pour obtenir le planning définitif.

## Principaux enseignements

Physique des énergies : caractéristiques des principales sources d'énergie, contexte énergétique/production/consommation, contexte législatif et économique, efficacité des procédés de transformation

Énergie électrique : distribution, stockage, machines électriques, réseaux intelligents

Énergie thermique : modes d'échange thermique, changement de phase, machines thermiques, pompes à chaleur, mécanique des fluides

Énergies fossiles et énergie nucléaire

Énergies renouvelables : éolien, solaire, biomasse, hydraulique

Modélisation mathématique et numérique, traitement du signal et des données, optimisation

TIC : technologies de communication, contrôle et régulation

Data Sciences et IA appliquée aux problèmes énergétiques

Réglementation thermique, audit énergétique

Énergétique du bâtiment

Analyse de cycle de vie et développement durable

Systèmes d'information géographique : territoires et énergies

Management, entrepreneuriat, connaissance des entreprises

Anglais

Sciences humaines : mobilités, controverses, économie, législation.

# Enseignements

## M1

<b>Sciences de l'ingénieur</b>	<b>180 h</b>
Matériaux, propriétés et applications 1 : propriétés électriques, mécaniques, thermiques, résistance des matériaux, corrosion, matériaux sous irradiation, isolation thermique des bâtiments	30 h
Mathématiques appliquées (mise à niveau)	30 h
Traitement du signal (Fourier, Laplace)	30 h
Capteurs, instrumentation et métrologie, capteurs thermométriques, caméra infrarouge, diagnostic énergétique	45 h
Contrôle des systèmes dynamiques (initiation à l'automatique)	30 h
Dessin industriel et initiation à Catia	15 h
<b>Physique de l'énergie et production d'énergie</b>	<b>210 h</b>
Production d'électricité et gestion des réseaux électriques 1 : notions de courant/tension monophasé/triphasé, circuits RLC/transformateurs, introduction aux composants de puissance	45 h
Mécanique des fluides fondamentale : concepts de base (transport/conservation de la masse/de la quantité de mouvement, viscosité, contrainte visqueuse) et notion de perte de charge	30 h
Thermique et technologies associées, thermodynamique appliquée : échanges thermiques et changements de phase, moteurs, cycle à vapeur, turbine à gaz, cycle combiné, cogénération, pompe à chaleur, climatisation, performances, caractéristiques et composants des machines thermiques	60 h
Méthodes numériques pour l'énergétique : introduction au calcul scientifique (Python, Matlab, différences finies...)	30 h
Physique de l'énergie et contraintes environnementales : caractéristiques des principales sources d'énergie, contexte énergétique/production/consommation, contextes législatif et économique, efficacité des procédés de transformation ; énergies renouvelables : éolien, solaire, biomasse...	45 h
<b>Anglais</b>	<b>80 h</b>
Communicative and study skills	30 h
Technical English 1: reading documents in English	20 h
Skills consolidation	30 h
<b>Gestion et management</b>	<b>45 h</b>
Management de projet	15 h
Découverte de l'entreprise	15 h
Leadership et gestion d'équipe OU Techniques de vente	15 h
<b>Sciences humaines</b>	<b>15 h</b>
Législation environnementale : développement durable, réglementation carbone, gestion des déchets	15 h

Les contenus et volumes horaires sont indicatifs, ils peuvent varier d'une année à l'autre.  
Le volume horaire total est d'environ 530h.

# Enseignements

## M2

<b>Sciences de l'ingénieur</b>	<b>50 h</b>
Sciences des matériaux 2 : propriétés et contexte géopolitique, analyse de durabilité des matériaux (critique ou non, énergie grise)	20 h
Introduction aux systèmes d'information géographiques : territoires et énergies	30 h
<b>Physique de l'énergie et production d'énergie</b>	<b>265 h</b>
Production d'électricité et gestion des réseaux électriques 2 : machines électriques, principe des alternateurs et moteurs, introduction aux convertisseurs statiques, MPPT, compléments d'électrotechnique appliquée aux EnR (éolien et photovoltaïque)	50 h
Mécanique des fluides avancée : écoulements à bas Reynolds, milieux poreux, sédimentation, lits fluidisés, lubrification, portance, instabilité des couches limites, transition laminaire/turbulent, dissipation, longueur de mélange, cascade en échelles	50 h
Maîtrise de l'énergie dans le bâtiment : énergétique du bâtiment, réglementation thermique	40 h
Introduction aux méthodes numériques : éléments finis (COMSOL), volumes finis (ANSYS), analyse de données, machine learning	40 h
Énergie nucléaire : fonctionnement d'un réacteur (de la fission au générateur électrique), évolution d'une centrale (de son installation à son démantèlement)	45 h
Énergie hydraulique	20 h
Chaleurs renouvelables : biomasse, géothermie, récupération de chaleur fatale	20 h
<b>Anglais</b>	<b>65 h</b>
Technical English 2	15 h
Skills for the new TOEIC	25 h
Oral presentation skills	25 h
<b>Gestion et management</b>	<b>60 h</b>
Simulation de gestion d'entreprise	30 h
Leadership et gestion d'équipe OU Techniques de vente	15 h
Management de l'innovation et propriété intellectuelle	15 h
<b>Sciences humaines</b>	<b>85 h</b>
Mobilités : enjeux énergétiques liés aux déplacements, quelles politiques publiques de mobilité à l'heure du changement climatique ?	20 h
Controverses : explorer et visualiser la complexité des débats publics. Comprendre l'articulation entre aspects techniques et sociaux	30 h
Économie du développement durable : économie circulaire, inégalités sociales, innovation durable, capital naturel	25 h
Micro-économie : offre/demande, élasticité, structure de marché	10 h
<b>Projet encadré interdisciplinaire</b>	<b>30 h</b>

Les contenus et volumes horaires sont indicatifs, ils peuvent varier d'une année à l'autre.  
Le volume horaire total est d'environ 550h.

# Comment y accéder ?

## Candidature

L'accès à la formation se fait via la plateforme MonMaster. Avant de déposer une candidature, il est indispensable de contacter les responsables.

## Contrat d'apprentissage

Le contrat d'apprentissage est nécessaire pour l'inscription définitive à la formation.

La recherche d'une entreprise doit être entamée le plus tôt possible.

Le CFA (Centre de Formation des Apprentis) vous soutiendra dans cette démarche.

## Contacts

Responsable du M1 :

Benjamin Thiria  
benjamin.thiria@gmail.com  
01 40 79 45 21

Responsable du M2 :

Éric Herbert  
eric.herbert@u-paris.fr  
01 57 27 50 16

Administrateur :

Christophe Gremare  
gremare@univ-paris-diderot.fr  
01 45 92 66 10

## Site web

[aied.univ-paris-diderot.fr/ipe](http://aied.univ-paris-diderot.fr/ipe)

## Localisation

Les enseignements ont lieu pour moitié à l'Université Paris-Cité dans le 13<sup>e</sup>, pour moitié à l'ESIEE à Noisy-le-Grand :



Université Paris Cité  
Bâtiment Condorcet  
Campus des Grands Moulins  
Paris 13  
station Bibliothèque de France  
(ligne 14 ou RER C)



ESIEE  
Université Gustave Eiffel  
Noisy-le-Grand  
station Champs-sur-Marne  
(RER A)