

Licence professionnelle en alternance

Techniques Physiques des Energies

www.u-psud.fr

- ▶ formation
- ▶ formations par diplôme
- ▶ domaine "Sciences Technologie Santé"
- ▶ Licences professionnelles

www.univ-paris-diderot.fr

- ▶ formation
- ▶ cursus professionnels
- ▶ Licences professionnelles

Responsables de la licence

Université Paris7-Diderot

Eric Herbert

☎ 01 57 27 50 16

✉ eric.herbert@univ-paris-diderot.fr

Université Paris Sud

Sandra Bouneau

☎ 01 69 15 66 10

✉ bouneau@ipno.in2p3.fr

Centre Formation Apprentissage

CFA FORMASUP Paris

4, rue Blaise Desgoffe – 75006 Paris

☎ 01 53 63 53 50

www.formasup-paris.com

Formation soutenue par la Fondation EDF

 FONDATION EDF



Les objectifs de la formation	Page 3
Les débouchés professionnels	Page 4
Métiers & compétences visés	
Description de la formation	Page 5
Les différentes périodes Les modalités du recrutement	
Les de promotions 2009-2016	Page 6
Formations d'origine des étudiants Entreprises d'accueil des alternants et sujet des alternances Devenir des étudiants	
Les enseignements	Page 9
Participation des professionnels à la formation	Page 11
Formation en entreprise	Page 12
Descriptif détaillé des enseignements	Page 14

Les objectifs de la formation

La licence professionnelle « Techniques Physiques des Energies » (TPE) a pour objectif d'offrir des débouchés de qualité aux étudiants motivés pour entrer dans l'entreprise dès bac+3. Elle forme des techniciens supérieurs / assistants ingénieur spécialistes des procédés propres à la production, à la consommation et à la maîtrise de l'énergie.

Le principal objectif de cette licence est d'accroître les trop faibles possibilités de formation dans le domaine de l'énergie et de répondre aux forts besoins d'embauche dans des secteurs en plein essor telle que la production d'électricité par les énergies renouvelables, l'énergie dans le bâtiment, le génie climatique ou l'industrie nucléaire ainsi que dans toutes les actions liées au développement durable (diagnostic énergétique, réduction des émissions de gaz à effet de serre, augmentation de l'efficacité énergétique, diversification des sources d'énergie).

La licence professionnelle vise donc à donner aux étudiants des compétences sur les principales sources d'énergie (éolien, fossiles, hydraulique, nucléaire, solaire, ...) et leurs filières énergétiques associées (production d'électricité et cogénération, production de chaleur et d'électricité renouvelables, transport et stockage de l'électricité, énergie dans le bâtiment, ...) leur offrant ainsi une vision globale sur l'ensemble des éléments d'une chaîne énergétique.

Ce profil « transversal », recherché notamment par les entreprises partenaires de la licence accroît non seulement les perspectives d'embauche des futurs techniciens mais leur assure également une autonomie de réflexion, un pouvoir d'adaptation aux évolutions rapides des technologies inhérentes à la problématique de l'énergie et une aptitude à progresser efficacement dans leur carrière.

Cet objectif ambitieux a nécessité la mise en place d'un enseignement non standard où les connaissances pratiques, méthodologiques et théoriques ont été axées sur les principales chaînes de transformations énergétiques, de la production à l'utilisation finale, et visent à mettre en exergue leurs caractéristiques communes, quelle que soit la source primaire d'énergie. Les enseignements couvrent ainsi les principaux domaines physiques liés à la problématique de l'énergie et les techniques correspondantes : transferts thermiques, thermodynamique appliquée, mécanique des fluides, matériaux et électricité. L'énergie nucléaire fait néanmoins l'objet d'un enseignement spécifique, portant sur la physique des réacteurs et la radioprotection.

Conçue pour répondre à une demande industrielle importante dans le domaine de l'énergie, la licence TPE repose naturellement sur un couplage étroit entre l'université et l'industrie où les compétences de chacun, réunies dans un enseignement dual universitaire/industriel, sont nécessaires à une formation professionnelle de qualité. Pour renforcer ce couplage et assurer une cohérence entre enseignements universitaires et acquisition de compétences professionnelles, la licence TPE propose une formation en apprentissage, en contrat de professionnalisation et également ouverte à la formation continue, alternant les périodes à l'université et en entreprise. La durée totale de l'apprentissage est de 26 semaines (congés payés inclus). La formation est complétée par un projet tutoré dont le sujet et le déroulement sont élaborés de façon concertée.

Après sélection, la licence TPE accueille des étudiants d'horizons variés ayant validé une licence de physique au niveau bac+2 (L2) à l'université ou bien titulaires d'un BTS ou d'un DUT dans le domaine de l'énergie, de l'électrotechnique ou des matériaux.

Les débouchés professionnels

Les fonctions attendues pour nos étudiants sont celles de technicien supérieur / assistant ingénieur dans les entreprises liées au domaine de l'énergie, quel que soit son mode de production, ou travaillant sur la maîtrise de sa consommation.

Le titulaire de ce diplôme participera à la maintenance, au développement et aux études d'amélioration des diverses techniques du domaine. Il réalisera des études, des mises au point, des essais et la mise en œuvre d'innovations technologiques.

Métiers visés

La plupart des types de poste ne sont pas spécifiques à une source d'énergie :

- technicien de maintenance / contrôle / essai / exploitation ;
- technicien d'intervention / surveillance ;
- responsable d'un parc d'instruments et de leur mise en œuvre ;
- chargé de projet d'étude concernant un nouveau dispositif ;
- assistant ingénieur en laboratoire de contrôle ou en laboratoire de R&D ;
- technicien instrumentation ;
- technicien audit environnemental / études de prix / bureau d'études ;
- attaché aux économies d'énergie dans les collectivités locales, les entreprises et les bureaux d'étude ;
- chargé d'affaire ingénierie.

Certains postes sont en revanche spécifiques à une technologie ou un domaine d'activités.

Dans le domaine du bâtiment et du génie climatique

- chargé d'affaire/chargé d'études en génie climatique et thermique
- conducteur de travaux
- acheteur génie climatique

Dans le domaine des nouvelles énergies

- expert technique pour les installations énergies réparties (photovoltaïque en toiture, pompes à chaleur, énergie bois, ...)
- technico-commercial (photovoltaïque, éolien, pompes à chaleur, énergie bois ...)
- chargé d'affaire sur des projets de développement d'énergies nouvelles (PME, collectivités locales)

Dans le domaine du nucléaire

- technicien radioprotection / prévention des risques
- technicien combustible nucléaire / logistique nucléaire

Compétences visées

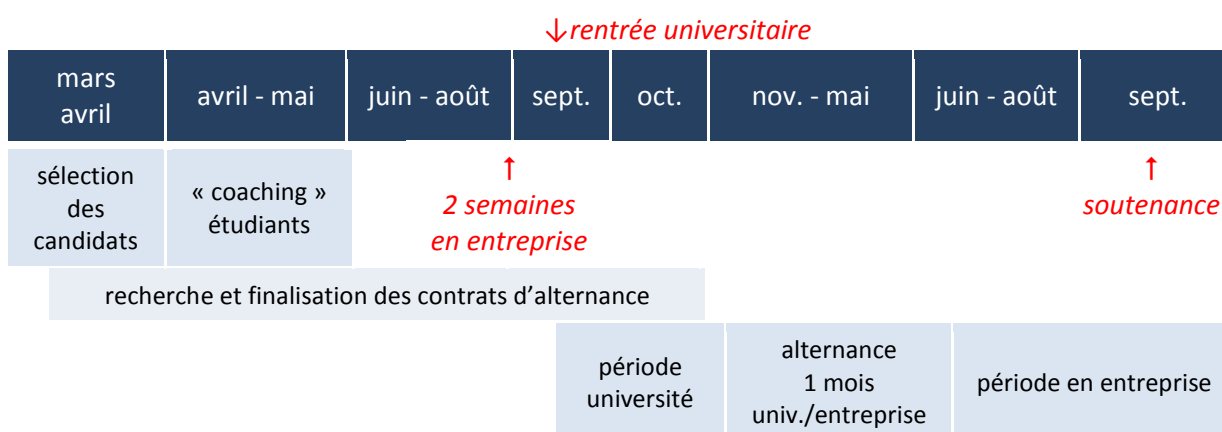
La formation vise à donner aux étudiants les moyens de diagnostiquer, d'analyser et de maîtriser les divers problèmes rencontrés dans les domaines des métiers cités. Cela nécessite des connaissances théoriques, méthodologiques et pratiques dans les secteurs de la mécanique des fluides, des transferts thermiques, des propriétés des matériaux, et de l'électricité, avec les outils et les moyens d'analyse adaptés. Nous listons ici les compétences générales attendues en fin de formation :

- Compréhension des phénomènes physiques de base qui interviennent dans les principaux systèmes énergétiques : transferts de chaleur, fonctionnement des machines thermiques, écoulements, production et distribution de l'électricité, propriétés mécaniques, thermiques et électriques des matériaux, ...
- Avoir une vue détaillée de l'ensemble d'une installation (centrales thermiques ou nucléaires, moteurs, chauffage solaire, pompe à chaleur, ferme éolienne, ...), de ses composants (échangeurs, turbines, pompes, générateurs électriques, ...) et de leurs liaisons.
- Comprendre les contraintes multiples auxquelles sont soumis les composants des installations énergétiques (haute température, tenue des matériaux, échanges thermiques, irradiation, corrosion, ...)
- Être capable de mettre en place des dispositifs adaptés à un problème posé (sélection des matériaux, dimensionnement d'échangeurs, de panneaux solaires, ...)
- Maîtriser les outils de mesure (capteurs thermiques, de débit, de radioactivité, logiciels d'analyse de données, ...), être capable de réaliser des diagnostics énergétiques et de proposer des solutions pour améliorer les performances des installations.
- Connaissance des aspects technico-économiques, législatifs, environnementaux des installations énergétiques, et des principes de radioprotection pour les installations nucléaires.

Description de la formation

Les différentes périodes

La licence professionnelle TPE est une formation en apprentissage qui alterne des périodes de 1 mois à l'université et en entreprise. Une période longue en entreprise se déroule de mai à septembre. Une première immersion en entreprise de deux semaines a lieu début septembre avant le démarrage des enseignements à l'université. Les différentes périodes sont résumées sur le schéma suivant :



La première période d'enseignement à l'université dure environ 8 semaines, et permet notamment la finalisation des contrats d'apprentissage. Dès le mois de novembre, l'alternance université/entreprise est mise en place, et ce jusqu'à fin mai. Enfin, l'étudiant termine son apprentissage par une période d'environ 3 mois en entreprise. Au total, la durée de l'apprentissage en entreprise est d'environ 26 semaines, incluant les congés payés.

Les modalités du recrutement

Il est prévu deux campagnes de pré-sélection des candidats, la première ayant lieu début mars, la seconde début avril. Les candidats retenus après examen de leur dossier ont un entretien de

motivation devant les responsables de la formation, et auquel certaines entreprises ont émis le souhait de participer.

Afin de favoriser la mise en relation des étudiants avec les entreprises, dès la phase de pré-sélection, l'équipe pédagogique transmet aux entreprises partenaires qui le souhaitent la liste des candidats retenus, ainsi que leurs CV et lettres de motivation.

Les étudiants admissibles doivent alors rechercher activement un contrat d'alternance par leurs propres moyens ou répondre aux offres de nos entreprises partenaires. L'admission à la licence est conditionnée par l'obtention d'un contrat avant la fin du mois d'août. Pour aider les étudiants dans leurs démarches, plusieurs journées d'encadrement sont organisées entre mars et avril : présentation des objectifs de la licence TPE, des débouchés professionnels et des entreprises partenaires, rédaction de CV et lettres de motivation, aide à la recherche de contrats d'apprentissage. Les industriels partenaires sont vivement encouragés à participer à cette phase de sélection et d'orientation, selon les modalités qu'ils souhaiteront.

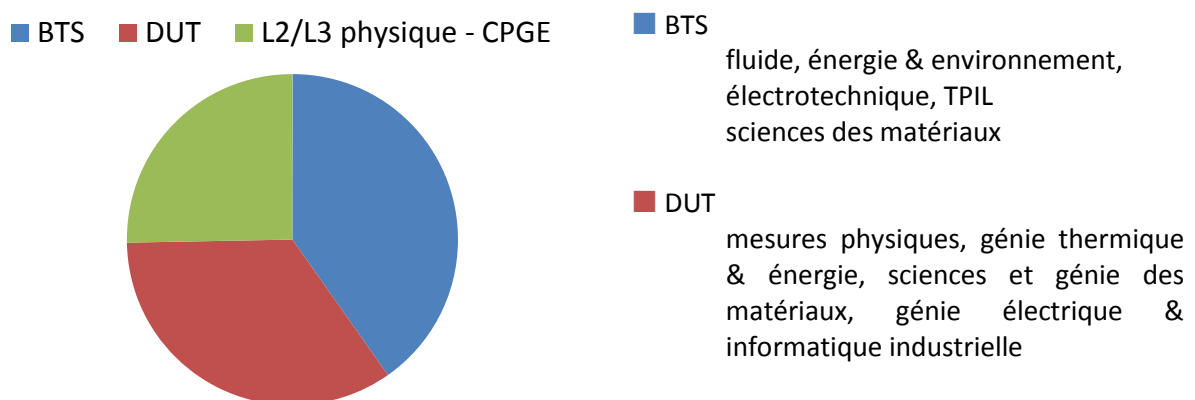
Après sélection, la licence TPE accueille des étudiants d'horizons variés ayant validé une licence de physique au niveau bac+2 (L2) à l'université ou bien titulaires d'un BTS ou d'un DUT dans le domaine de l'énergie, de l'électrotechnique ou des matériaux, ou encore en formation continue.

Promotions 2009 -- 2016

Chaque année, nous recevons une centaine de dossiers de candidature, nous sélectionnons une trentaine de candidats à auditionner et une douzaine d'étudiants sont retenus admissibles. Dès l'origine, nous avons fait le choix de sélectionner des étudiants de bon niveau et très motivés, et nous avons souhaité que tous les étudiants retenus puissent bénéficier d'un contrat d'apprentissage ou de professionnalisation.

Formations d'origine des étudiants

Les formations d'origine des étudiants admis à la licence TPE depuis sa création sont les suivantes :



Entreprises d'accueil des alternants

Les entreprises ayant accueilli les étudiants et les sujets des stages/apprentissages, qui couvrent un large domaine des métiers de l'énergie, sont indiqués les tableaux suivants :

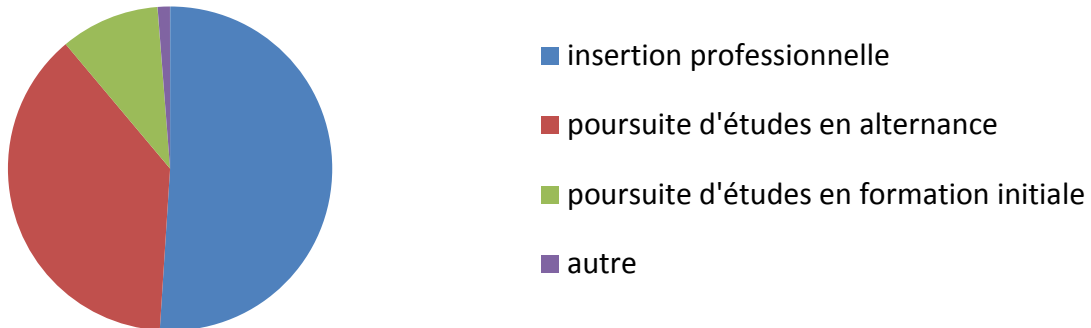
entreprise	Sujet d'alternance
Air Liquide	développement de la technologie d'oxy-combustion combinée à la récupération d'énergie pour l'amélioration de la combustion de gaz à bas PCI
Alteara	études techniques Climatisation – Ventilation – Chauffage, électriques et thermiques
ANDRA	étude d'un projet photovoltaïque et maîtrise de la consommation électrique des bâtiments
AREVA	procédés des réacteurs et simulations de pannes du circuit primaire
	essais pompe primaire BARRACUDA
	veille marché du nucléaire et concurrence
	dimensionnement des batteries de secours d'une centrale nucléaire et détermination de la valeur d'alarme de mi-décharge de ces batteries
	simulations thermo-hydrauliques du circuit primaire – étude d'ouverture de brèche
Brûleur AEM	élaboration d'une nouvelle méthode de mesures pour les rendements énergétiques des appareils à gaz
Bureau Veritas	contrôles règlementaires d'installations électriques
Cap Ingelec	études thermiques, électriques, Climatisation – Ventilation – Chauffage
CEA	étude de la sensibilité à la fragilisation par l'hydrogène des matériaux métalliques
	développement d'une méthode de désaturation de matériaux cimentaires en vue de leur caractérisation par des essais de diffusion de radionucléides
Cegelec	dimensionnement des réseaux hydrauliques de production de chaleur
CIC Orio	réalisation d'un prototype de couplage panneau photovoltaïque/chauffage solaire
Cogemex	énergie du bâtiment : études, maintenance et services
EDF	systèmes de mesures de déformations par fibre optique pour l'auscultation des ouvrages hydrauliques
	instrumentation capteur ultrasons pour le diagnostic des installations énergétiques
	certificats d'économies d'énergie/partenariat entreprises - EDF Bleu Ciel
	certificats d'économies d'énergie/partenariat entreprises - EDF Bleu Ciel
	service partenariat entreprises – EDF Bleu Ciel
	économies d'énergie particuliers – EDF Bleu Ciel
	procédé d'examen non-destructif par ultrasons de mesure d'usure in-situ des tubes guides de grappes de commande des REP
	technicien d'exploitation en centrale nucléaire
ENNESYS	optimisation et exploitation du système de régulation de la production de micro-algues dédiée à la production d'énergie
ERDF	raccordement de producteurs autonomes sur le réseau de distribution électrique HT et BT
	gestion et maîtrise des réseaux électriques
GDF Suez et filiales	étude pour la mise en œuvre de la ventilation dans un bâtiment nucléaire
	étude de la corrosion des canalisations pour le transport du gaz
	bureau d'études en Climatisation – Ventilation – Chauffage
	étude, analyse et suivi de la production d'énergie bois et charbon pour le chauffage urbain
Hecla	études et diagnostics des lignes aériennes HT
IDEX Energies	conducteur de travaux en Chauffage – Ventilation – Climatisation & Désenfumage
IRSN	implantation d'un accélérateur X pour l'étude des effets des rayonnements sur les tissus biologiques
	étude de scénarios d'évolutions de parcs électronucléaires et participation au développement d'outils dédiés
	requalification d'une installation anthroporadiométrique
	étude des techniques de remédiation du gaz radon dans les bâtiments dans le cadre des

	nouvelles réglementations thermiques
	problématique du radon dans les bâtiments et efficacité énergétique
	validation d'un analyseur de surface spécifique (BET) pour l'étude des matériaux de stockage des déchets nucléaires (argilite, ciment, béton)
	études préliminaires des effets de l'irradiation neutronique du matériau de cuve d'un REP
Pechon	bureau d'études en Climatisation – Ventilation – Chauffage
Saint-Gobain	structures et propriétés des matériaux isolants
	développement et caractérisation de nouveaux matériaux isolants
	contact verre-métal : étude des transferts de chaleur transitoires
	mesures de conductivité thermique sous humidité contrôlée à pression atmosphérique de matériaux pour le bâtiment
SPIE Batignolles	gestion de projet dans le domaine du génie climatique
SYS e.n.r.	étude technique de projet solaire photovoltaïque
	dimensionnement et installation d'une centrale photovoltaïque
	conception, réalisation et expérimentation d'un hydrolyseur photovoltaïque
Veolia	étude et dimensionnement d'un système photovoltaïque

entreprise	Sujet de stage
Agro Energy	élaboration et mise en place de la stratégie commerciale pour le développement de chaufferies biomasse
Bouygues	mesure de la consommation énergétique dans le logement
CERQUAL	utilisation du moteur ThCEex pour le Diagnostic de Performance énergétique des bâtiments existants
EDF	veille concurrentielle sur le photovoltaïque
Laboratoire du Génie Electrique de Paris – CNRS/UPSud/Supélec	caractérisation et performance des cellules photovoltaïques
	développement, conception et montage de plateformes de caractérisation de modules photovoltaïques en extérieur
Institut de Physique Nucléaire d'Orsay – CNRS/université Paris Sud	étude R&D pour le refroidissement d'un détecteur à -25°C
	étude thermo-hydraulique du circuit de refroidissement du calorimètre Panda
	simulation de perte de charge et de transfert thermique, conception CAO d'une ligne cryogénique, test et mesure de pression et de température sur prototype
	étude thermique d'un banc de conditionnement, étude du système de refroidissement et calcul de pertes de charge
	essais de performances aux rayonnements ionisants d'un système de dosimétrie passive dédié au suivi radiologique des extrémités
CNRS/université Paris7-Diderot	analyse des propriétés thermiques de structures de chaussées et leur contribution à la formation des îlots de chaleurs urbains
Laboratoire Interdisciplinaire des Energies de Demain	optimisation de la géométrie d'un échangeur thermique – mélangeur en régime chaotique
	dimensionnement, conception & analyse d'un photo-bioréacteur
	caractérisation d'un photo-bioréacteur à agitation et à air pulsé
Roland François énergies	étude, installations et maintenance en génie climatique
Activité Solaire France	dimensionnement de centrales photovoltaïques et évaluation des investissements
Cap Ingelec	réalisation de bilans économique, énergétique et environnemental dans les bâtiments

Devenir des étudiants

Environ 35% des diplômés poursuivent leurs études dans une formation en alternance (école d'ingénieurs ou master) dans le domaine de l'énergie et le plus souvent dans l'entreprise où ils ont été apprentis durant la licence TPE. Environ 50% des diplômés intègrent immédiatement le monde professionnel. Les étudiants qui ont souhaité s'insérer professionnellement ont tous obtenu un CDI dans l'année qui a suivi la licence (90% des étudiants ont répondu au questionnaire de suivi).



Exemples de postes occupés par les diplômés après la licence pro TPE	
Chargé d'affaires pour l'étude et la rénovation des conduites de gaz - GRDF	Chargé de mesures – Centre d'étanchéité et d'auscultation nucléaire - EDF
Chargé d'affaires en génie climatique - SPIE	Agent d'études sur le réseau HTA - ERDF
Chargé d'études – AREVA TA	Préleveur atmosphérique – DIOXLAB
Technicien supérieur en analyse physico-chimie pour la recherche automobile - PSA	Assistant technique d'ingénieur sur le transport d'énergie électrique – HECLA
Assistant technique - bâtiment - Rockwool	Analyste bilan comptage – GRTgaz
Chargé d'études – réseau HTA - ERDF	Chargé d'études en génie climatique - Pechon
Technicien d'exploitation – Cofely réseaux	Chargé d'études de prix - Cogemex
Technicien en radioprotection - IRSN	Opérateur de conduite en centrale nucléaire - EDF

Les enseignements

Les enseignements de la licence professionnelle TPE se divisent en trois grands groupes de modules : les modules d'harmonisation des connaissances, les modules d'enseignement général et les modules de formation technique.

Au début de la formation, **des modules d'harmonisation des connaissances** sont proposés aux étudiants pour les préparer à suivre les enseignements qui constituent la formation technique spécifique de la licence professionnelle.

Les **modules d'enseignement général** visent à fournir les compétences nécessaires au futur diplômé pour son insertion dans le monde professionnel.

Les **modules de formation technique** à la physique des énergies constituent le cœur de la licence professionnelle. Ils couvrent les principaux domaines physiques liés à la problématique de l'énergie et aux procédés associés : électricité, transferts thermiques et thermodynamique appliquée, mécanique des fluides, propriétés des matériaux. Un enseignement spécifique sur l'énergie nucléaire et la radioprotection complète ces modules.

Le tableau suivant donne une vision synthétique de l'ensemble des enseignements.

harmonisation des connaissances ~ 75 h	Problématique de l'énergie et des contraintes environnementales	45 h
	Compléments d'électrotechnique	15 h
	Dessin industriel	15 h
enseignement général ~ 90 h	Méthodes et simulations numériques	30 h
	Anglais	25 h
	Formation à l'entreprise	10 h
	Construction d'un projet professionnel	10 h
	Communication scientifique	15 h
formation technique pour la physique des énergies ~ 365 h	Electricité : production, transport, stockage	60 h
	Thermique et technologies associées / thermodynamique appliquée	100 h
	Matériaux, propriétés et applications	60 h
	Fluides : écoulements et transferts d'énergie	85 h
	Energie nucléaire et radioprotection	60 h

La formation à l'université s'appuie sur un couplage fort entre trois types d'enseignement :

- les cours/TD universitaires qui abordent les principaux concepts physiques liés à la production et à la consommation d'énergie, au travers d'exemples concrets que les étudiants sont amenés à rencontrer dans leur futur métier ;
- les travaux expérimentaux qui illustrent les concepts vus en cours tout en développant les compétences techniques des étudiants. Des installations spécifiques à la formation technique sur l'énergie ont été mises en place (turbine, pompe à chaleur, chauffage solaire, panneaux PV, caméra thermique, échangeurs de chaleur, ...);
- les interventions industrielles (séminaires, cours, visites) qui ont pour vocation, au travers par exemple d'études de cas concret, à présenter les technologies utilisées dans les entreprises, leur mise en œuvre, les méthodologies et outils développés, ainsi que les métiers associés. Elles permettent ainsi aux étudiants de faire le lien entre les concepts enseignés et le travail que l'on peut attendre d'eux dans l'entreprise, et les aident également à avoir une vision concrète et transversale des différentes technologies.

Chaque module est composé de ces trois types d'enseignement qui, globalement, se répartissent ainsi :

Cours magistraux / travaux dirigés	~ 40 %
Travaux expérimentaux	~ 30 %
Interventions d'industriels	~ 30 %

Cette formation implique une coordination précise des interventions des différents participants. C'est pourquoi un responsable pédagogique de l'université est désigné pour chaque module. Son rôle est d'organiser le déroulement du module, de faire le lien avec les intervenants industriels et d'assurer la cohérence entre les enseignements théoriques, expérimentaux et professionnels.

De manière à évaluer chaque année la formation et à proposer des ajustements, un Conseil de Formation (couplé au Conseil de Perfectionnement) est mis en place avec une forte implication des professionnels de l'entreprise, des enseignants des universités Paris7-Diderot et Paris Sud, ainsi que des représentants étudiants.

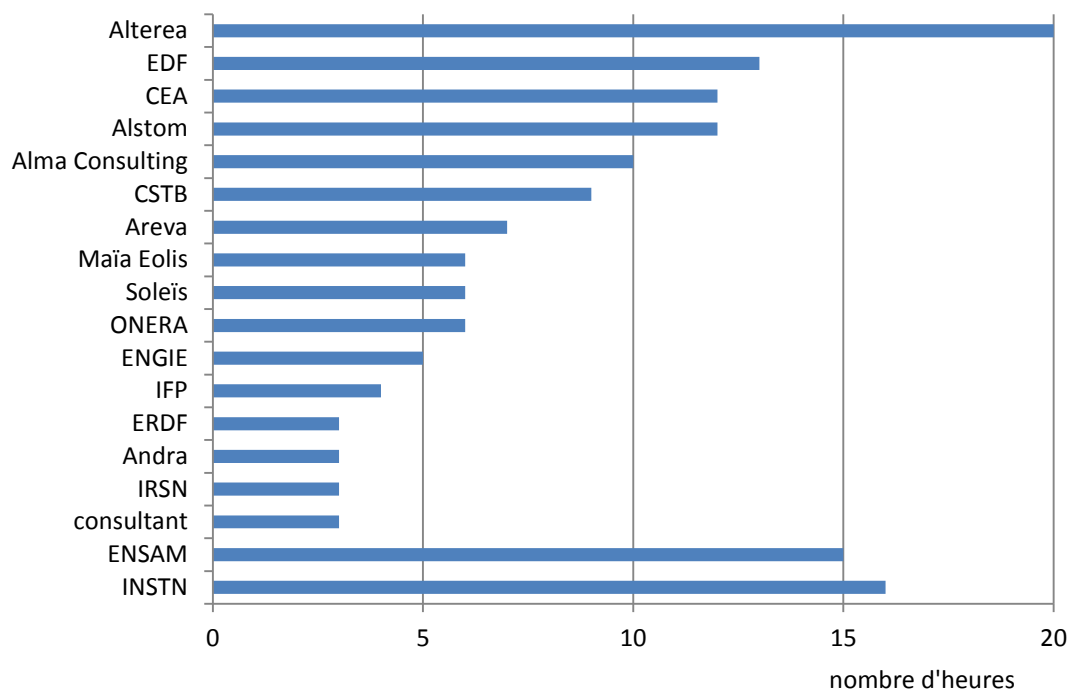
Participation des professionnels à la formation

Les enseignements

Dans une licence professionnelle, la participation des partenaires industriels aux enseignements doit représenter 30 %. Leurs interventions peuvent se faire sous la forme de séminaires (SI), de cours (CI), de travaux pratiques sur site industriel (TPI) et de visites d'installation (VI). Le tableau suivant regroupe les interventions des entreprises, les sujets abordés et les volumes horaires correspondants pour l'année 2013 – 2014 :

	Sujet	Type	Entreprise	Volume horaire
problématique de l'énergie et des contraintes environnementales	économie de l'énergie, coûts comparés, externalités	CI	Areva	7 h
	législation de l'énergie	CI	ALMA Consulting	10 h
	valorisation du biogaz, biométhane & power-to-gas	SI	ENGIE	6 h
électricité : production, transport et stockage	réseaux électriques, gestion de la connexion du photovoltaïque au réseau	SI	ERDF	3 h
	sécurité électrique, transport et distribution	CI	Alstom	6 h
	visite d'un poste de distribution et d'un parc éolien	VI	ERDF	7 h
	stockage	CI	Alstom	6 h
thermique et thermodynamique appliquée	moteurs	SI/VI	IFP	3 h
	imagerie thermique / diagnostic	SI	Consultant (CSTB)	3 h
	génie climatique : installations et dimensionnent	CI	Alterea	20 h
matériaux, propriétés et applications	matériaux - énergie - bâtiments	CI	CSTB	9 h
	installations photovoltaïques, études de cas	CI	Soleis	6 h
	matériaux sous irradiation	CI	CEA	9 h
fluides : écoulements et transferts d'énergie	éolien : projet et maintenance	CI	Maïa Eolis	6 h
	technologie des éoliennes	CI	ONERA	6 h
	étude du fonctionnement d'une éolienne en soufflerie	CI/TPI	ENSAM	7 h
	installations hydrauliques / turbo machines	CI/TPI	ENSAM	8 h
énergie nucléaire et radioprotection	introduction à la sureté nucléaire	SI	IRSN	3 h
	démantèlement d'une centrale, contrôle de la contamination et de l'activation	SI	CIDEN - EDF	3 h
	cycle du combustible et gestion déchets	CI	CNRS - ANDRA	6 h
	fonctionnement d'une centrale de type REP	SI	Consultant (EDF)	7 h
	radioprotection	CI/TPI	INSTN	20 h
	Installations nucléaires	VI	AREVA	6 h

La répartition du volume horaire global des enseignements dispensés par les professionnels entre les différentes entreprises est la suivante (hors visites et enseignements dédiés à l'insertion professionnelle des étudiants) :



La préparation des futurs diplômés à leur insertion dans le monde du travail est également prise en charge par des professionnels. Elle comprend un encadrement dès l'admissibilité pour les aider à trouver un contrat d'apprentissage (CV, lettre de motivation, simulation d'entretien), un module de communication « efficace » (15 h), un enseignement de « culture de l'entreprise » (10 h) ainsi qu'un travail encadré pour construire un projet professionnel et trouver un emploi (10 h).

Formation en entreprise

La durée de la formation en entreprise est de 26 semaines. Au cours de cette période, l'apprenti est encadré par un maître d'apprentissage de l'entreprise et par un tuteur pédagogique de l'université, qui effectue deux visites dans l'entreprise afin de rencontrer l'étudiant et son encadrant. Un livret d'apprentissage aide au suivi régulier de l'apprenti et assure la liaison entre les trois partenaires.

En fin d'année, après la période d'apprentissage, chaque étudiant remet un mémoire qui non seulement décrit son activité dans l'entreprise, mais constitue également un réel travail de synthèse et de réflexion. Il est notamment attendu de l'étudiant qu'il situe son travail dans un cadre plus général, qui peut être celui de l'entreprise ou de la problématique associée. Comme pour le projet tutoré, le mémoire comprend une page de résumé en anglais. La présentation orale du mémoire se fait devant un jury composé de professionnels et d'enseignants. En plus du mémoire et de la soutenance, l'évaluation du travail de l'apprenti tient compte de son comportement dans l'entreprise à travers une grille d'évaluation remplie par le maître d'apprentissage.

Le projet tutoré entreprise/université

En plus des enseignements à l'université et de sa formation en entreprise, l'étudiant effectue un projet tutoré, d'une durée totale équivalente à 4 semaines. Ce projet peut constituer un complément à la formation de l'étudiant sur des besoins spécifiques recommandés par l'encadrant de l'entreprise pour le bon déroulement de l'alternance. Il peut également donner à l'étudiant l'opportunité de

découvrir des aspects connexes de son activité dans l'entreprise. Enfin, le projet tutoré peut consister à approfondir un point spécifique de son travail.

Son déroulement est très souple et se définit au cas par cas, afin de s'adapter aux contraintes de l'entreprise d'accueil. Il peut se dérouler tout au long de l'année, à hauteur d'une journée par semaine par exemple, ou être concentré sur une ou plusieurs périodes plus longues, selon les souhaits de l'encadrant. Trois formes sont ainsi proposées :

1. Le projet tutoré peut se dérouler au sein de l'entreprise. Il peut permettre à l'étudiant d'élargir le spectre de ses compétences en complément du travail d'apprentissage, en lui fournissant par exemple une vue plus globale des activités de son entreprise, ou en lui donnant une vision plus transversale de son travail.
2. Le projet tutoré peut être au contraire un travail d'approfondissement d'un sujet donné au sein même de l'entreprise, ou correspondre à un travail personnel de l'étudiant, encadré par un tuteur universitaire. Il peut s'agir par exemple d'un travail bibliographique, ou d'une initiation à un logiciel de simulation spécifique, qui renforcerait sa spécialisation.
3. Il peut s'agir d'un complément à la formation de l'étudiant en vue du bon déroulement de son apprentissage : le correspondant de l'entreprise indique à l'étudiant un ensemble de notions techniques spécifiques à acquérir pour lui permettre d'être opérationnel le plus rapidement possible. Dans ce cas, le projet tutoré a lieu avant l'apprentissage, dans un laboratoire de l'université ou dans un autre organisme d'accueil (INSTN, par exemple, pour les apprentis s'orientant vers la filière nucléaire).

Selon les sujets du projet, il est envisagé de dispenser une dizaine d'heures d'enseignement spécifique. Par exemple, il est possible de regrouper les étudiants se destinant à travailler dans l'industrie nucléaire pour les initier à la problématique de la sûreté (prévention, surveillance, principe de la défense en profondeur), aspect incontournable dans cette filière.

Chaque étudiant remet un mémoire portant sur son projet tutoré dans lequel il présente, en une dizaine de pages, la problématique posée, l'étude réalisée et les conclusions de son travail. Ce mémoire est accompagné d'un résumé en anglais. Il est évalué par un enseignant de l'équipe pédagogique et fait l'objet d'une soutenance devant un jury composé d'enseignants et de professionnels. La rédaction et la soutenance de ce premier mémoire doivent permettre à l'étudiant d'apprendre à structurer un rapport et un exposé oral. Il prépare ainsi l'étudiant à la rédaction de son rapport d'apprentissage.

La répartition des ECTS¹ entre les modules d'enseignement, le projet tutoré et les activités en entreprise est la suivante :

Modules d'enseignement	35 ECTS
Projet tutoré	5 ECTS
Activités en entreprise	20 ECTS

¹ European Credits Transfer System

Descriptif détaillé des enseignements

Modules d'harmonisation des connaissances (~ 75 h – 4,5 ECTS)

Les intitulés complets de ces modules sont les suivants :

- HC1 : Problématique de l'énergie et des contraintes environnementales (45 h – 1,5 ECTS)
- HC2 : Compléments d'électrotechnique (15 h – 1,5 ECTS)
- HC3 : Dessin industriel (15 h – 1,5 ECTS)

HC1 problématique de l'énergie et des contraintes environnementales	Cours / TD (20 h)
	introduction à la physique de l'énergie (15h) <ul style="list-style-type: none"> • les différentes formes de l'énergie et ses principales transformations, rendement et facteur de charge, unités et conventions, ordres de grandeur • tour d'horizon des sources : principes de base, utilisations, potentiels, ordres de grandeurs • contexte énergétique mondial actuel et futur, réserves en combustibles fossiles, contrainte climatique, ordres de grandeur • concepts physiques de base : conservation de l'énergie et ses transformations, exemples d'installations et de chaînes énergétiques • efficacité / Analyse Cycle de Vie (5 h) : présentation et définitions, méthodologie, outils et bases de données
	Interventions industrielles / entreprises (25 h)
	<ul style="list-style-type: none"> • économie de l'énergie (7 h) : compétitivité des filières énergétiques, taux d'actualisation, approche technico-économique, comparaison entre les filières de production électrique, les externalités • législation de l'énergie (10 h) : <ul style="list-style-type: none"> ○ le droit : définition, normes, outils et les différents ordres ○ cadre juridique des entreprises : les règles, les interlocuteurs, les instances ○ cadre juridique du bâtiment : réglementations, bâtiments HQE, THPE, BBC, diagnostics de performance énergétique, les partenaires ○ installations classées • introduction à l'énergie solaire (3 h) : filières et technologies associées • valorisation du biogaz, biométhane & power-to-gas (6 h)
HC2 compléments d'électrotechnique	Cours / TD (15 h)
	<ul style="list-style-type: none"> • introduction à l'électricité, grandeurs électriques, ses composants élémentaires et analogie, champs électromagnétiques • modélisation des circuits électriques (Thévenin, Norton...) • introduction aux régimes sinusoïdaux, systèmes monophasés et triphasés • formation à la prévention et risques électriques • installations électrotechniques • introduction à l'étude des systèmes
HC3 dessin industriel	Cours / TD (15 h)
	<ul style="list-style-type: none"> • initiation au logiciel de CAO CATIA : exécution de modèles à partir d'esquisses, assemblages et mises en plan • modélisation des pièces mécaniques, assemblage d'un étau d'usinage et d'un vérin pneumatique d'après des plans fournis

Modules d'enseignement général (90 h – 7,5 ECTS)

Nous avons rassemblé ici les enseignements nécessaires au futur diplômé pour son insertion dans le monde professionnel :

- EG1 : Méthodes et simulations numériques (30 h – 2,5 ECTS)
- EG2 : anglais (25 h – 3 ECTS)

- EG3 : formation à l'entreprise (10 h – 1 ECTS)
- EG4 : construction d'un projet professionnel (10 h)
- EG5 : communication scientifique (15 h – 1 ECTS)

EG1 méthodes numériques	<p style="text-align: center;">Cours / TP (30 h)</p> <ul style="list-style-type: none"> • interpolation polynomiale : ordre de précision et phénomène d'instabilité • dérivation et intégration spatiale – équations différentielles ordinaires • équations aux dérivées partielles et méthode des différences finies, consistance et stabilité • initiation au logiciel de programmation MATLAB : rédaction de codes de simulation d'équations aux dérivées partielles • simulation numérique appliquée aux phénomènes d'advection et de diffusion 1D et 2D
EG 2 anglais	<p style="text-align: center;">Cours / TD (25 h)</p> <ul style="list-style-type: none"> • mise à niveau en anglais général • formation à l'anglais scientifique et technique • expression orale
EG 3 formation à l'entreprise	<p style="text-align: center;">Cours (10 h)</p> <ul style="list-style-type: none"> • organisation des entreprises • cadre juridique, administratif, économique • certification, normalisation, procédure qualité
EG 4 projet professionnel	<p style="text-align: center;">Cours / TP (10 h)</p> <ul style="list-style-type: none"> • rédaction CV, lettres de motivation • entretien d'embauche • valorisation parcours et compétences
EG5 communication	<p style="text-align: center;">Cours / TD (15h)</p> <ul style="list-style-type: none"> • créer un message efficace, choisir un support de communication adapté, contrôler la bonne compréhension du message reçu, mélanger efficacement mots et visuels, créer un ensemble captivant de messages, parler efficacement en public • nombreux exemples de la vie quotidienne et de l'entreprise. Travail personnel et en petits groupes. Participation active de l'ensemble de la classe

Formation technique à la physique des énergies (365 h – 23 ECTS)

Ces modules constituent la formation technique spécifique de cette licence professionnelle. Ils ont été élaborés de manière à permettre aux futurs techniciens d'appréhender une chaîne énergétique dans son ensemble, depuis la production jusqu'à l'utilisation finale, d'en évaluer ses performances et d'en connaître les principales caractéristiques technologiques, quelle qu'en soit la source primaire d'énergie. En conséquence, les enseignements portent sur les différents modes de transfert de l'énergie (chaleur, fluide), ses transformations (thermique, mécanique, électrique) et ses usages, et sont complétés par un module spécifique à l'énergie nucléaire et la radioprotection. Ces modules couvrent les principaux domaines physiques liés à la problématique de l'énergie ainsi que les techniques qui leur sont associées. Leurs intitulés complets sont les suivants :

- FT1 : électricité : production, transport, stockage (~60 h – 4 ECTS)
- FT2 : thermique et technologies associées/thermodynamique appliquée (~100 h – 5,5 ECTS)
- FT3 : matériaux, propriétés et applications (~60 h – 4,5 ECTS)
- FT4 : fluides : écoulements et transferts d'énergie (~85 h – 5,5 ECTS)
- FT5 : énergie nucléaire et radioprotection (~60 h – 3,5 ECTS)

La mise en œuvre de cet enseignement transversal s'appuie conjointement sur une approche pragmatique où les notions abordées sont appliquées à des cas réels, que les étudiants

rencontreront au cours de leur formation en entreprise ou dans leur futur métier, et sur la cohérence entre les modules au travers d'applications communes qui sont étudiées sous des aspects différents. Par ailleurs, l'assimilation des nombreux concepts et phénomènes physiques est renforcée par un travail expérimental conséquent.

FT1 électricité : production, transport, stockage	Cours / TD (25 h)
	<ul style="list-style-type: none"> • rappels sur le triphasé (représentation de Fresnel, nombres complexes, puissances, couplages) • transformateur (justification de son utilisation et de sa constitution, établissement de son modèle,...) • alternateur synchrone (descriptions des parties tournantes et fixes, obtention d'une fem pour une spire et pour un bobinage, fonctionnement à vide et en charge, modèle et bilan de puissance,...) • machine asynchrone (description du fonctionnement, établissement du modèle équivalent, fonctionnement en moteur ou en génératrice,...) • étude d'une micro centrale hydroélectrique (étude de faisabilité, étude de la génératrice et de l'impact sur l'environnement) • éoliennes (origine du vent, répartition du vent en France, calcul de la puissance transmise par une éolienne, étude de l'éolienne du site de Guitrancourt, ...) • stockage électrochimique
	Travaux expérimentaux (20 h)
	<ul style="list-style-type: none"> • sécurité électrique • mesures de puissance (déphasage, puissances active, réactive, apparente,...) • mesure de puissances et rendement d'une machine tournante (estimation de pertes,...) • hacheur en pont, conversion continu-continu et continu-alternatif • étude d'un système photovoltaïque
	Interventions industrielles / entreprises (18 h)
	<ul style="list-style-type: none"> • visite installation électrique bâtiment Condorcet Paris7 - Diderot • visite poste de distribution CRA et d'un parc éolien - Picardie EDF • sécurité électrique dans les produits transport et distribution (3 h) • raccordement d'installations de production sur le réseau de distribution (6 h) • domotique (3 h) • stockage (6 h)
FT2	Cours / TD (28 h)
thermique et technologies associées	<ul style="list-style-type: none"> • modes de transfert <ul style="list-style-type: none"> ○ rayonnement (angle solide, Corps Noir, Corps Gris, radiativité, analogie électrique) ○ conduction (loi de Fourier, nombre de Biot, équation de la chaleur, modèle de l'ailette, résistance thermique, résistance de contact) ○ convection (convection forcée, adimensionnement de l'équation de la chaleur et origine des corrélations, utilisation des corrélations) • étude des échangeurs thermiques cylindrique co- et contre-courant par les méthodes DTLM (Différence de Température Logarithmique Moyenne) et NUT (Nombre d'Unités de Transfert) • imagerie thermique : rayonnement infrarouge, thermographie, (bolomètre) et photoélectrique (cellules photovoltaïques, photodiodes, phototransistors MOS)
	Travaux expérimentaux (20 h)
	<ul style="list-style-type: none"> • rayonnement du corps noir • échangeurs à tube et à plaque : mesure des performances en mode courant parallèle et contre-courant • chauffage solaire / ballon de stockage : montage et installation, bilan d'énergie et pertes thermiques, performances • imagerie thermique : caméra infrarouge bolométrique, diagnostic énergétique
	Interventions industrielles / entreprises (3h)
	<ul style="list-style-type: none"> • Imagerie thermique et diagnostic (3 h)

thermodynamique appliquée	Cours / TD (20 h)
	<ul style="list-style-type: none"> • rappels des principes fondamentaux, instruments de mesure (thermomètres, manomètres...) • machines thermiques (moteurs, réfrigérateurs, pompes à chaleur) : fonctionnement pratique, usages, avantages et inconvénients des différents types de machines • diagrammes de phases, de Mollier, binaires : lecture et utilisation des diagrammes
	Travaux expérimentaux (16 h)
	<ul style="list-style-type: none"> • moteur de Stirling : étude d'un moteur de Stirling, tracé du cycle (P, V) et détermination du rendement à l'aide d'un frein de Prony • vapeur saturante : caractérisation d'une thermistance Ge, mesure de la pression de vapeur saturante de l'eau en fonction de la température • turbine à vapeur : étude du fonctionnement, mesure du rendement • pompe à chaleur : étude du fonctionnement, mesure du COP
	Interventions industrielles / entreprises (20 h)
	<ul style="list-style-type: none"> • moteur (4 h) • génie climatique : caractéristiques, fonctionnement et dimensionnement des installations (20 h)

FT3 matériaux, propriétés et applications	Cours / TD (40 h)
	<ul style="list-style-type: none"> • propriétés physiques des matériaux : structure de la matière (liaisons entre atomes, solides cristallins et amorphes) • propriétés thermiques (capacité, dilatation, conductibilité) • propriétés électriques (conducteurs, diélectriques, semi-conducteurs et opto-électronique, supraconducteurs) • propriétés magnétiques (moments électroniques et atomique, dia-, para-, ferro-, antiferro- et ferri-magnétisme) • classification des matériaux (métaux et alliages, céramiques et verres, polymères, composites) • propriétés mécaniques (contraintes, déformation et élasticité), propriétés élastiques des matériaux à partir d'expériences d'essais mécaniques (détermination des coefficients élastiques à partir d'expérience de traction ou de compression) • corrosion
	Interventions industrielles / entreprises (25 h)
	<ul style="list-style-type: none"> • matériaux sous irradiation (9 h) : rappel sur les matériaux et le rayonnement, interaction matière-rayonnement, effet des radiations sur la microstructure, effet des radiations sur les propriétés mécaniques, étude de cas d'un réacteur, choix des matériaux pour les installations nucléaires • matériaux - énergie - bâtiment (9 h) : les réglementations thermiques françaises dans le neuf et dans l'existant, les méthodes de calcul des déperditions par transmission (règles Th-U), les matériaux et produits isolants, les techniques et procédés d'isolation, les ponts thermiques et les techniques de traitement • installation photovoltaïque (6 h)

FT4 fluides : écoulements et transferts d'énergie	Cours / TD (30 h)
	<ul style="list-style-type: none"> • statique des fluides (pression, Archimède, équilibre des corps flottants) • cinétique des fluides (euler Vs Lagrange, ligne de courant, accélération d'une particule fluide, conservation de la masse) • transport diffusif et viscosité (convection/diffusion de la chaleur, advection/diffusion de la quantité de mouvement, viscosité microscopique, mesure de la viscosité, rhéologie, nombre de Reynolds et régimes d'écoulement, autres nombres sans dimensions, qu'est-ce qu'une instabilité ?) • analyse dimensionnelle et notions de similitude (théorème PI, recherche pratique des nombres sans dimension) • dynamique des fluides, équations de Navier-Stokes (contraintes dans un fluide, équation du mouvement, conditions aux limites, solutions laminaires, pertes de charges régulières,

	<p>fluides parfaits/équation d'Euler, conservation de l'énergie/équation de Bernoulli, cavitation, équations de bilan : force sur un barrage, force sur un auget, pertes de charges singulières, portance)</p> <ul style="list-style-type: none"> • couches limites (équation de Prandtl, épaisseur d'une couche limite, distance d'entrée dans un tube, contrainte pariétale, décollement de la couche limite) • énergie éolienne <ul style="list-style-type: none"> ○ introduction à l'aérodynamique des rotors éoliens, classification des éoliennes, éléments constitutifs, profils aérodynamiques (paramètres géométriques, efforts et coefficients aérodynamiques, fonctionnement normal et en décrochage) ○ aérodynamique des rotors éoliens : théorie de Froude Rankine, rendement théorique de Betz ○ courbes puissance et couple, points de fonctionnement et régulation des éoliennes
	Travaux expérimentaux (40 h)
	<ul style="list-style-type: none"> • écoulement en milieu poreux • sillage d'un cylindre (en soufflerie, tube de Pitot) • mesures de débits (phénomène venturi, rotamètre, diaphragme) • écoulement de Poiseuille cylindrique (étude de perte de charge, transition vers la turbulence) • étude de panache thermique par la méthode "Vélocimétrie par Image de Particules" (PIV) • étude du sillage d'un cylindre par la méthode "Vélocimétrie Laser-Doppler" (LDV) • détermination en soufflerie des courbes caractéristiques d'une éolienne • travaux pratiques en soufflerie sur une éolienne à axe horizontal instrumentée. Mesures de couple, de puissance et de rendement. Détermination des courbes caractéristiques : coefficient de puissance et coefficient de couple en fonction de la rapidité spécifique. Etude de l'influence du calage des pales. Rédaction d'un compte rendu d'essais • turbo machines
	Interventions industrielles / entreprises (12 h)
	<ul style="list-style-type: none"> • maintenance éolienne (3 h) • technologie éolienne (6 h) : évolution des machines et état du marché, le potentiel, principe de fonctionnement du rotor, fabrication des pales, aéroélasticité • installations hydrauliques (3 h)

	Cours / TD (20h)
	<ul style="list-style-type: none"> • bases de la physique nucléaire (12 h) <ul style="list-style-type: none"> ○ description du noyau dans son état fondamental, modèle de la goutte liquide ○ radioactivité (les différents types, loi de décroissance, chaînes radioactives) ○ introduction à l'interaction particules-matière (gamma, particules chargées, neutron) • énergie nucléaire (8 h) <ul style="list-style-type: none"> ○ réactions induites par neutrons : diffusion (ralentissement), capture, fission ○ bases de physique des réacteurs : criticité, pilotage ○ cycle du combustible
	Interventions industrielles / entreprises (20 h)
FT5	<ul style="list-style-type: none"> • cycle du combustible - déchets nucléaires (6 h) • installations du cycle du combustible (3 h) • sûreté nucléaire (3 h) • démantèlement (3 h) • fonctionnement d'une centrale de type REP (7 h) : cœur du réacteur, générateur de vapeur, turbines, condenseur • visite du site EPR – Flamanville et de La Hague (2 jours)
Energie nucléaire et radioprotection	Cours / travaux expérimentaux (24 h)
	<ul style="list-style-type: none"> • statistique et analyse de données (cours 4h) <ul style="list-style-type: none"> ○ présentation des résultats expérimentaux (graphes, histogrammes, ...) ○ définitions de variable aléatoire et lois de probabilité, distributions discrètes (Poisson) et continues (Gaussienne), intervalles de confiance ○ traitement incertitudes statistiques et systématiques ○ méthodes d'ajustement d'un modèle aux données

- radioprotection (cours 4h)
 - historique, structures internationales et nationales
 - différentes catégories et modes d'exposition
 - effets des rayonnements ionisants
 - système de protection radiologique, principes de base de protection, surveillance des expositions
 - les différents acteurs en France
- physique nucléaire/radioprotection (TP 16 h)
 - démonstration pratique de l'utilisation de débitmètres et dosimètres opérationnels
 - mesures de flux de rayonnements/mesures de comptage
 - utilisation de différentes sondes de dépistage de radioactivité et estimation de leur réponse selon la nature et l'énergie des rayonnements ionisants
 - recherche et mesure de contamination surfacique (directe et par frottis) et atmosphérique (contrôleur de frottis et de vêtements)
 - mise en œuvre d'une chaîne de spectroscopie gamma : détecteur semi-conducteur, électronique de comptage, analyseur multi-canal
 - identification spectroscopique de radioéléments : étalonnage en énergie d'une chaîne de mesure, utilisation d'une bibliothèque de données d'émissions de rayonnements de radionucléides (LARA, CEA-LNHB)
 - mesure d'activité, étalonnage en rendement

