



Université
Paris Cité



*Licence professionnelle
Techniques Physiques des Energies*

Environnement et Energie



*UFR de Physique
IUT de Paris Pajol*



CONTACTS

À L'UFR de PHYSIQUE

Bâtiment Condorcet - UFR DE PHYSIQUE
4 rue Elsa Morante ou 10 rue A. Domon et L. Duquet – 75205 PARIS CEDEX 13
<https://physique.u-paris.fr/>

Imane Boucenna
01 57 27 62 52 / Bureau 736A
Courriel : imane.boucenna@u-paris.fr

Maitre de Conférences
Responsable de la formation

Christophe Grémare
01 57 27 61 36 / Bureau 314A
Courriel : gremare@u-paris.fr

Secrétariat, Scolarité

À L'IUT de PARIS PAJOL

Bâtiment Pajol
20 rue du département – 75018 PARIS
<https://iut.univ-paris-diderot.fr/>

Laurent Royon
01 57 27 62 52 / Bureau 736A
Courriel : laurent.royon@u-paris.fr

Professeur des Universités
Responsable de la formation

Aurélie Schermann
01 57 27 61 36 / Bureau 314A
Courriel : aurelie.schermann@paris7.jussieu.fr

Secrétariat, Scolarité

AU CFA FORMASUP PARIS

4 rue Blaise Desgoffe - 75006 PARIS
www.formasup-paris.com

Tél : 01 53 63 53 50
Courriel : contact@formasup-paris.com
Site : www.formasup-paris.com



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

SCIENCE & ENSEIGNEMENT

Les objectifs de la formation

La licence professionnelle Techniques Physiques des Energies-Environnement et Energie (TPE2E) a pour objectif d'offrir des débouchés de qualité aux étudiants motivés visant l'insertion professionnelle au niveau bac+3. Elle forme des techniciens supérieurs et des assistants ingénieur spécialistes des procédés propres à la production, à la consommation et à la maîtrise de l'énergie. Cette licence professionnelle donne aux futurs diplômés un profil polyvalent et des compétences transversales afin de répondre aux besoins d'embauche des entreprises dans les secteurs de l'énergie. Les étudiants acquièrent des compétences sur les principales sources d'énergie et leurs filières énergétiques associées, ce qui leur donne une compréhension complète et approfondie de l'ensemble des éléments d'une chaîne énergétique. Ceci concerne aussi bien le domaine de la production d'électricité par les énergies renouvelables, celui du bâtiment, du génie climatique, de l'industrie nucléaire ainsi que 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).

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'enseignements couvrant les principaux domaines physiques liés à la problématique de l'énergie et les techniques correspondantes : transferts thermiques, thermodynamique appliquée, mécanique des fluides, matériaux, conversion d'énergie et électricité.

Conçue pour répondre à une demande industrielle importante dans le domaine de l'énergie, la licence TPE-2E 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 propose une formation en apprentissage et en contrat de professionnalisation alternant les périodes à l'université et en entreprise. La durée totale de l'apprentissage est de 29 semaines (congés payés inclus). La formation est complétée par un projet tuteuré dont le sujet et le déroulement sont élaborés de façon concertée.

Après sélection, la licence TPE2E 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

Les différents postes offerts ne sont pas spécifiques à une source d'énergie :

- technicien de maintenance / contrôle / essai / exploitation ;
- technicien d'intervention / surveillance / maintenance ;
- 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 et mesures ;

- technicien audit environnemental / études de prix / bureau d'études ;
- attaché aux économies d'énergie dans les collectivités, les entreprises, les bureaux d'architecture
- chargé d'affaire ingénierie en énergie.

Compétences visées

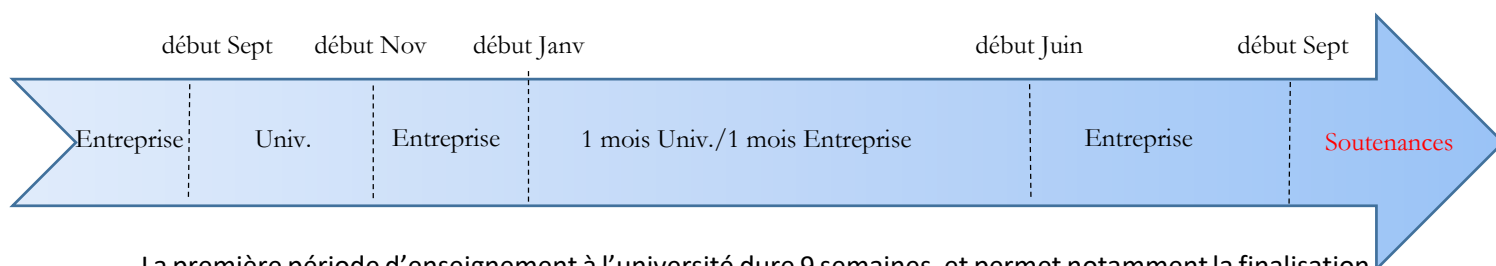
La formation vise à donner aux étudiants les moyens de diagnostiquer, d'analyser et de maîtriser les divers problèmes rencontrés dans les domaines des métiers cités. Cela nécessite des connaissances théoriques, méthodologiques et pratiques dans les secteurs de la mécanique des fluides, des transferts thermiques, de la conversion de l'énergie, 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, 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, corrosion, ...)
- ✦ Etre 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, logiciels d'analyse de données, ...), être capable de réaliser des diagnostics énergétiques et de proposer des solutions pour améliorer les performances des installations.

Description de la formation

Les différentes périodes

La licence professionnelle TPE2E est une formation en apprentissage qui alterne périodes d'enseignement à l'université et périodes en entreprise. Une première immersion en entreprise de deux semaines a lieu à la fin du mois d'août avant le démarrage des enseignements à l'université pour les étudiants-apprentis ayant déjà signé leur contrat d'apprentissage ou leur contrat de professionnalisation. Les différentes périodes sont résumées sur le schéma suivant :



La première période d'enseignement à l'université dure 9 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 début juin. 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 30 semaines, incluant les congés payés.

Rythme d'alternance de l'année 2021-2022

Août 2021							Septembre 2021							Octobre 2021							Novembre 2021							Décembre 2021											
N°	L	M	M	J	V	S	D	N°	L	M	M	J	V	S	D	N°	L	M	M	J	V	S	D	N°	L	M	M	J	V	S	D	N°	L	M	M	J	V	S	D
30						1		35			1	2	3	4	5	39					1	2	3	44	1	2	3	4	5	6	7	48			1	2	3	4	5
31	2	3	4	5	6	7	8	36	6	7	8	9	10	11	12	40	4	5	6	7	8	9	10	45	8	9	10	11	12	13	14	49	6	7	8	9	10	11	12
32	9	10	11	12	13	14	15	37	13	14	15	16	17	18	19	41	11	12	13	14	15	16	17	46	15	16	17	18	19	20	21	50	13	14	15	16	17	18	19
33	16	17	18	19	20	21	22	38	20	21	22	23	24	25	26	42	18	19	20	21	22	23	24	47	22	23	24	25	26	27	28	51	20	21	22	23	24	25	26
34	23	24	25	26	27	28	29	39	27	28	29	30				43	25	26	27	28	29	30	31	48	29	30						52	27	28	29	30	31		
35	30	31																																					

Janvier 2022							Février 2022							Mars 2022							Avril 2022							Mai 2022											
N°	L	M	M	J	V	S	D	N°	L	M	M	J	V	S	D	N°	L	M	M	J	V	S	D	N°	L	M	M	J	V	S	D	N°	L	M	M	J	V	S	D
						1	2	5	1	2	3	4	5	6	9	1	2	3	4	5	6	13					1	2	3	17							1		
1	3	4	5	6	7	8	9	6	7	8	9	10	11	12	13	10	7	8	9	10	11	12	13	14	4	5	6	7	8	9	10	18	2	3	4	5	6	7	8
2	10	11	12	13	14	15	16	7	14	15	16	17	18	19	20	11	14	15	16	17	18	19	20	15	11	12	13	14	15	16	17	19	9	10	11	12	13	14	15
3	17	18	19	20	21	22	23	8	21	22	23	24	25	26	27	12	21	22	23	24	25	26	27	16	18	19	20	21	22	23	24	20	16	17	18	19	20	21	22
4	24	25	26	27	28	29	30	9	28							13	28	29	30	31				17	25	26	27	28	29	30		21	23	24	25	26	27	28	29

Juin 2022							Juillet 2022							Août 2022							Septembre 2022												
N°	L	M	M	J	V	S	D	N°	L	M	M	J	V	S	D	N°	L	M	M	J	V	S	D	N°	L	M	M	J	V	S	D		
22				1	2	3	4	5	26					1	2	3	31	1	2	3	4	5	6	7	36					1	2	3	4
23	6	7	8	9	10	11	12	27	4	5	6	7	8	9	10	32	8	9	10	11	12	13	14	37	5	6	7	8	9	10	11		
24	13	14	15	16	17	18	19	28	11	12	13	14	15	16	17	33	15	16	17	18	19	20	21	38									
25	20	21	22	23	24	25	26	29	18	19	20	21	22	23	24	34	22	23	24	25	26	27	28	39									
26	27	28	29	30				30	25	26	27	28	29	30	31	35	29	30	31					40									

■ Périodes en entreprise – 29 semaines
■ Périodes à l'université – 24 semaines

Les modalités du recrutement

Il est prévu trois campagnes de pré-sélection des candidats, la première ayant lieu début mars, la seconde début avril et la troisième mi-mai (voir les dates sur le site <http://aied.univ-paris-diderot.fr/tpc>). Les candidats retenus après examen de leur dossier ont un entretien de motivation devant les responsables de la formation.

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.

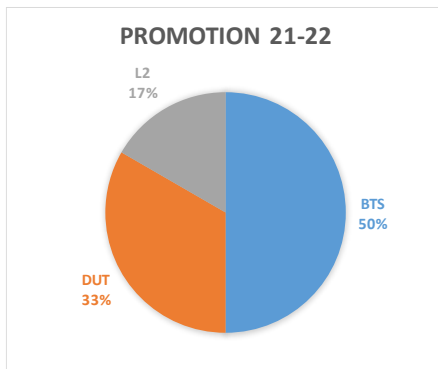
Pour aider les étudiants dans leurs démarches, plusieurs journées d'encadrement sont organisées entre mars et juillet : présentation des objectifs de la licence TPE2E, des débouchés professionnels, rédaction de CV et lettres de motivation, aide à la recherche de contrats d'apprentissage.

Promotion 2021- 2022

Chaque année, nous recevons une soixantaine de dossiers de candidature, nous sélectionnons une trentaine de candidats à auditionner et une quinzaine d'étudiants sont retenus admissibles. Dès l'origine, nous avons fait le choix de sélectionner des étudiants de bon niveau et très motivés, ayant un projet professionnel clair.

Formations d'origine des étudiants

Les formations d'origine des étudiants admis à la licence TPE2E depuis sa création sont les suivantes :



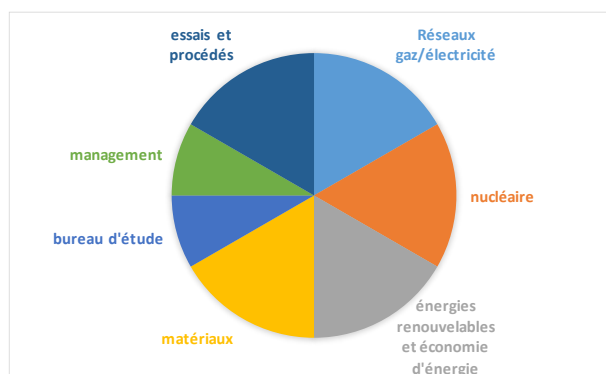
IUT mesures physiques, génie thermique & énergie, génie électrique & informatique industrielle

BTS électrotechnique, assistant technique de l'ingénieur, maintenance des systèmes de productions

Licence L2 physique

Entreprises d'accueil des alternants

Les missions confiées aux alternants au sein des entreprises couvrent un large domaine des métiers de l'énergie et sont le reflet de tous les secteurs d'activités couverts par les enseignements de la formation. En voici un aperçu :



Devenir des étudiants

Environ 50% des diplômés intègrent immédiatement le monde professionnel, la moitié étant embauchés dans l'entreprise qui les a accueillis pendant leur alternance.

Les étudiants qui ont souhaité s'insérer professionnellement ont tous obtenu un CDI dans l'année qui a suivi la licence (plus de 90% des étudiants ont répondu au questionnaire de suivi).

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 TPE2E.

Les enseignements

Les enseignements de la licence professionnelle TPE2E 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 les procédés et systèmes de conversion de l'énergie complète ces modules.

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

Politique Energétique	60 h
Mathématiques	
Matière et structure des matériaux	
Formation Entreprise	46 h
Communication	
Anglais	
Simulation Numérique	36 h
Traitement d'Images	
Electricité : production, transport, stockage	50 h
Thermique –Thermodynamique –Technologie associé	76 h
Matériaux : propriétés et applications	57 h
Fluides : écoulement et transferts d'énergie	64 h
Procédés et Conversion de l'Energie	70 h
	459h

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.
- ✦ 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 technique est composé de ces trois types d'enseignement qui, globalement, se répartissent ainsi :

Cours magistraux / travaux dirigés	~ 45 %
Travaux expérimentaux	~ 25 %
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 Perfectionnement est mis en place avec une forte implication des professionnels de l'entreprise, des enseignants l'université Paris Cité, ainsi que des représentants étudiants.

Formation en entreprise

La durée de la formation en entreprise est de 30 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 tuteuré, 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 tuteuré entreprise/université

En plus des enseignements à l'université et de sa formation en entreprise, l'étudiant effectue un projet tuteuré, 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 tuteuré 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.

Le projet tuteuré 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.

Le projet tuteuré 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. Il peut s'agir par exemple d'un travail bibliographique, ou d'une initiation à un logiciel de simulation spécifique, qui renforcerait sa spécialisation.

Chaque étudiant remet un mémoire portant sur son projet tuteuré 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 ECTS entre les modules d'enseignement, le projet tuteuré et les activités en entreprise est la suivante :

Modules d'enseignement : 35 ECTS

Projet tuteuré : 5 ECTS

Activité en entreprise : 20 ECTS

Descriptif détaillé des enseignements

Modules d'harmonisation des connaissances (60h – 5 ECTS)

Les intitulés complets de ces modules sont les suivants :

- HC1 : Politique de l'énergie (24 h – 2,5 ECTS)
- HC2 : Mathématiques (18 h – 1,5 ECTS)
- HC3 : Matière et structure des matériaux (18h – 1 ECTS)

	Contenu
HC1 Politique de l'énergie (CM : 24h)	Introduction à la physique de l'énergie 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, consommation et évolution, ordres de grandeur Concepts physiques de base : conservation de l'énergie et ses transformations, exemples d'installations et de chaînes énergétiques Epuisement des ressources – matériaux critiques
HC2 Mathématiques (CM-TD : 18h)	Rappels des fonctions de base Rappels sur la dérivation Rappels sur l'intégration Rappels du Développement Limité Rappels sur les opérateurs Rappels sur les manipulation vectorielles Rappels sur la résolution d'équation différentielles Rappels sur la notion d'incertitude.
HC3 Matière et structure des matériaux (CM-TD : 18h)	Les différents états de la matière : description macro-microscopique, définitions, énergie de liaisons. Rappels d'atomistique : structure d'un atome ; nombres quantiques ; configuration électronique ; classification périodique et lien avec la nature des liaisons. Liaisons dans les solides : covalente, ionique, métallique, Van der Waals, Hydrogène ; lien entre la nature des liaisons et les propriétés / entre les liaisons et la classe du matériau ; calcul des énergies de liaisons ioniques. Le réseau cristallin : réseaux de Bravais, nœuds, directions et plans. Les structures cristallines : structures métalliques, ioniques, covalentes, moléculaires.

Modules d'enseignement général (82 h – 7 ECTS)

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

- EG1 : anglais (22 h – 3 ECTS)
- EG2 : formation à l'entreprise (12 h – 1 ECTS)
- EG3 : construction d'un projet professionnel (12 h – 1 ECTS)
- EG4 : simulation numérique (21 h – 1 ECTS)
- EG5 : traitement d'image (15 h – 1 ECTS)

	Contenu
EG1 Anglais (CM-TD :22h)	Mise à niveau en anglais général Formation à l'anglais scientifique et technique Expression orale
EG2 Formation à l'entreprise (CM-TD :12h)	Organisation des entreprises Cadre juridique, administratif, économique certification, normalisation, procédure qualité
EG3 Construction d'un projet professionnel (CM-TD :12h)	Rédaction CV, lettres de motivation Entretien d'embauche Valorisation parcours et compétences
EG 4 Simulation numérique (CM-TP :21h)	Interpolation polynomiale 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 simulation numérique appliquée aux phénomènes d'advection et de diffusion 1D et 2D
EG 5 Traitement d'image (TD : 15h)	La prise d'images numérique Traitement d'une image numérique Traitement des vidéos numériques

Formation technique à la physique des énergies (317 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 la conversion de l'énergie et différents procédés de stockage. 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 (50h – 4 ECTS)
- FT2 : thermique et technologies associées/thermodynamique appliquée (76 h – 5 ECTS)
- FT3 : matériaux, propriétés et applications (57h – 5 ECTS)
- FT4 : fluides : écoulements et transferts d'énergie (64h – 5 ECTS)
- FT5 : procédés de conversion et stockage de l'énergie (70h – 4 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.

	Contenu
FT1 Électricité : production, transport, stockage (CM,TD, TP : 50 h)	Introduction à l'électricité : composants élémentaires, modélisation électrique (thévenin et Norton) Régime périodique, puissance et introduction aux harmoniques Sensibilisation à la sécurité électrique Machines synchrone et asynchrones : alternateur, moteur, Puissances triphasées le continu et l'alternatif, Machine à courant continu, les inductances, les transformateurs et les convertisseurs non isolés tels que le redresseur, les convertisseurs DC/DC et les onduleurs.

<p style="text-align: center;">FT2 Thermique et technologies associées/thermodynamique (CM,TD, TP : 76 h)</p>	<p>Thermodynamique : système thermique fermé/ouverts Travail et Chaleur 1er Principe de la thermodynamique L'entropie et le 2nd Principe de de la thermodynamique Modes de transferts de chaleurs (sans changement de phase) Applications aux échangeurs de chaleur Machines thermiques : application moteur, cycle frigorifique, cycle pompe à chaleur</p>
<p style="text-align: center;">FT3 Matériaux, propriétés et applications (CM, TD, TP : 57 h)</p>	<p>Classification des matériaux Défauts dans les cristaux Propriétés mécaniques des matériaux Propriétés électrique des matériaux Propriétés électrochimiques des matériaux : piles électrochimiques et corrosion des métaux</p>
<p style="text-align: center;">FT4 Fluides : écoulements et transferts d'énergie (CM,TD,TP : 64 h)</p>	<p>Introduction Analyse dimensionnelle Forcées exercées sur un fluide Hydrostatique Cinématique Dynamique Équations de bilan Pertes de charge Fluides parfaits incompressibles Introduction à l'aérodynamique des rotors éoliens</p>
<p style="text-align: center;">FT5 Procédés de conversion et stockage de l'énergie (CM,TD,TP : 70 h)</p>	<p>Procédés de stockage d'énergie thermique Procédés de conversion d'énergie Stockage de l'hydrogène Matériaux à changement de phase Matériaux bio-sourcés Biomasse</p>