



CentraleSupélec

# OPTION ENERGIE

<http://www.option-energie.ecp.fr>

## LE TRONC COMMUN

Le cursus de l'Option Energie se compose d'un **tronc commun** de formation générale à la problématique énergétique dont l'ambition est de sensibiliser les étudiants à deux déclinaisons majeures de cette thématique : les **sources** et les **enjeux**. Cinq cours composent ce tronc commun : quatre cours consacrés aux quatre principales sources et filières d'énergie (filière des hydrocarbures, filière nucléaire, production d'énergie électrique et énergies renouvelables) ; et un cours traitant des enjeux stratégiques, économiques et environnementaux de la problématique énergétique.

La formation générale dispensée dans le tronc commun est complétée par des activités de **découverte du secteur industriel de l'énergie** organisées en étroite collaboration avec les entreprises partenaires de l'option. Diverses **rencontres et visites de sites** sont proposées aux étudiants afin de leur permettre d'affiner leur connaissance du monde de l'entreprise et du secteur de l'énergie. Enfin, chaque entreprise partenaire de l'Option Energie est conviée, à l'occasion de **deux mini-forums**, à rencontrer les étudiants de l'option et a ainsi l'opportunité d'exposer sa vision des grands enjeux énergétiques et sa stratégie dans ce domaine.

Les élèves-ingénieurs ECP de l'Option Energie peuvent, s'ils le souhaitent, être dispensés de certaines activités pédagogiques du tronc commun. Les conditions de dispense sont précisées dans les descriptifs des activités (voir plus bas). Si ces conditions sont réunies, les dispenses sont automatiquement accordées ; en revanche, **pour chaque dispense de cours obtenue par un(e) élève-ingénieur ECP, celui-ci (celle-ci) doit suivre et valider un cours électif supplémentaire.**

### PROGRAMME PEDAGOGIQUE DU TRONC COMMUN

(cliquer sur le nom de l'activité pour atteindre son descriptif)

Dispense possible	<a href="#">Découverte du secteur industriel de l'énergie</a>
Dispense possible	<a href="#">Energies renouvelables</a>
Obligatoire	<a href="#">Enjeux de l'énergie</a>
Obligatoire	<a href="#">Filière des hydrocarbures</a>
Dispense possible	<a href="#">Filière nucléaire</a>
Obligatoire	<a href="#">Production d'énergie électrique</a>

### DECOUVERTE DU SECTEUR INDUSTRIEL DE L'ENERGIE

**Coordonnateur(s) :** Franck Enguehard (CentraleSupélec)

**Intervenant(s) :** multiples représentants des entreprises partenaires de l'Option Energie

**Durée :** 7.5 jours

**ECTS :** 0 ; validation binaire

**Conditions de dispense :** être apprenti(e), et demander les dispenses. Par ailleurs, nul ne peut être dispensé de l'après-midi de rencontre et de discussions informelles placé dès le premier jour de fonctionnement de l'option.

**Descriptif :**

Les activités de découverte du secteur industriel de l'énergie comprennent :

- Un après-midi de rencontre et de discussions informelles avec des représentants des entreprises partenaires de l'Option Energie placé dès le premier jour de fonctionnement de l'option. La participation à cette demi-journée est obligatoire pour tous les élèves-ingénieurs ECP de l'option.
- Cinq jours de visites de sites industriels ou de R&D placés dès les premières semaines de la rentrée (entre le début septembre et la mi-octobre). Tout élève-ingénieur ECP doit obligatoirement participer à quatre visites sauf les apprentis qui, s'ils le souhaitent, peuvent être dispensés de ces visites pour travailler dans leur entreprise d'accueil.
- Deux jours de mini-forums « métiers et carrières dans le secteur de l'énergie » placés entre la mi-octobre et la mi-novembre. La participation à ces deux journées est obligatoire pour tous les élèves-ingénieurs ECP de l'option sauf les apprentis qui, s'ils le souhaitent, peuvent être dispensés de ces mini-forums pour travailler dans leur entreprise d'accueil.

Les activités de découverte du secteur industriel de l'énergie ne sont pas notées mais donnent lieu à une validation binaire : l'étudiant(e) valide ces activités s'il (elle) participe à tous les événements qui lui sont imposés, et ne les valide pas sinon.

[Retour au programme pédagogique](#)

---

**ENERGIES RENOUVELABLES**

**Coordonnateur(s) :** Jean-Claude Vannier (CentraleSupélec)

**Intervenant(s) :** Robert Soler (EDF), Jean-Claude Vannier (CentraleSupélec)

**Durée :** 18h hors contrôle

**ECTS :** 1.0

**Conditions de dispense :** avoir suivi et validé avec une note de 13/20 ou plus le cours de S8 « énergies renouvelables » (EN1600 - Jean-Claude Vannier), et demander la dispense.

**Descriptif :**

Première partie (J.-C. Vannier - 12h) :

Thèmes clés abordés : ressources renouvelables, technologies de conversion en énergie électrique, aérogénérateurs (caractéristiques des turbines, solutions électrotechniques), stockage d'énergie électrique et solutions possibles.

L'objectif de cette première partie est de fournir aux étudiants une vision des ressources énergétiques renouvelables et des différentes technologies de conversion des ressources primaires renouvelables vers une forme finale électrique.

Les nouveaux moyens de production qui se mettent en place aujourd'hui, ou qui vont s'imposer, exploitent des ressources renouvelables ou fossiles.

Une partie sera consacrée plus particulièrement aux aérogénérateurs, qui exploitent des systèmes de conversion électrotechniques (machines électromagnétiques, électronique de puissance, électrochimie, ...).

Une autre partie de cet enseignement traitera plus spécifiquement des techniques de stockage de l'énergie électrique associées aux systèmes de conversion de l'énergie.

Une séance de TD viendra mettre en pratique le cours.

Deuxième partie (R. Soler - 6h) :

Thèmes clés abordés : la conversion photovoltaïque de l'énergie solaire et la filière solaire thermodynamique à concentration.

L'objectif de cette deuxième partie est de présenter aux étudiants les deux filières de production électrogène à base d'énergie solaire.

Un premier volet est consacré au PhotoVoltaïque (PV) et permettra d'aborder la ressource solaire et sa variabilité, les principes de conversion du rayonnement solaire en électricité, l'état de l'art des différentes technologies, les voies actuelles de R&D, l'exploitation des centrales PV et les enjeux liés à l'intégration au réseau.

Le deuxième volet traite du solaire thermodynamique et aborde les principes de conversion du rayonnement en chaleur puis en électricité, l'intérêt de la concentration, les différentes options technologiques et en particulier le stockage thermique et les possibilités d'hybridation.

[Retour au programme pédagogique](#)

---

## ENJEUX DE L'ENERGIE

**Coordonnateur(s) :** Pascal Da Costa (CentraleSupélec)

**Intervenant(s) :** Pascal Da Costa (CentraleSupélec), Estelle Iacona (CentraleSupélec) ; des représentants d'entreprises et d'organismes d'envergure internationale interviendront par des conférences thématiques.

**Durée :** 18h hors contrôle

**ECTS :** 1.0

**Descriptif :**

Ce cours a pour ambition de présenter un large panorama des différentes problématiques d'ordre technologique, économique, politique, géographique directement liées au contexte énergétique aux échelles mondiale, nationales et locales :

- L'énergie à l'ère de l'Economie du Développement Durable
- Etat des lieux énergétique : population, consommation, production, réserves, potentialité des énergies renouvelables
- Etat des lieux des ressources minérales
- Marchés européens de l'électricité
- Etat des lieux économique et prospective mondiale des marchés du nucléaire civil
- Nouvelles technologies de l'énergie : prospectives, enjeux
- Prospectives économiques de l'énergie à l'aide des modèles macroéconomiques : modèles de l'AIE et de l'OCDE

[Retour au programme pédagogique](#)

---

## FILIERE DES HYDROCARBURES

**Coordonnateur(s) :** Philippe Persillon (Total Professeurs Associés (TPA))

**Intervenant(s) :** Jean Bera (TPA), Jehan Eric Blumereau (TPA), Yves Leroy (Total), Robert Pelletier (TPA), Philippe Persillon (TPA), Daniel Saincry (TPA)

**Durée :** 18h hors contrôle

**ECTS :** 1.0

**Objectifs :** compréhension des grands enjeux scientifiques-techniques et économiques-stratégiques de la filière des hydrocarbures dans l'offre énergétique mondiale ; panorama des différents métiers contribuant à la découverte, l'exploitation et la transformation des hydrocarbures.

**Descriptif :**

Les enseignants sont quasiment tous rattachés soit à l'entreprise Total soit à l'association Total Professeurs Associés, et interviennent dans leurs domaines d'expertise respectifs.

- Première partie (3h). Intervenant : Philippe Persillon. Introduction aux enjeux de l'énergie et au mix énergétique 2010-2030. Eléments de stratégie de Total. Place des hydrocarbures dans l'économie : passé, présent et futur.
- Deuxième partie (3h). Intervenant : Yves Leroy. Introduction aux géosciences.
- Troisième partie (3h). Intervenant : Jean Bera. Le Forage : technique et évolutions.
- Quatrième partie (3h). Intervenant : Daniel Saincry. Le gaz naturel : propriétés, traitement, liquéfaction. Economie du GNL (Gaz Naturel Liquéfié).
- Cinquième partie (3h). Intervenant : Robert Pelletier. L'art subtil du raffinage : optimisation économique permanente d'unités de séparation physique et de conversion chimique pour coller aux spécifications des produits et aux quantités demandées par le marché. Introduction à la pétrochimie, une industrie tirée par le marché des polymères. Importance économique de la chaîne. Pourquoi une croissance si forte malgré sa mauvaise image dans l'opinion ? Quid de ce développement avec un pétrole plus rare (nouvelles matières premières, recyclage, ...) ?

- Sixième partie (3h). Intervenant : Jehan Eric Blumereau. Les différents contrats de production.

**Savoir-faire acquis en fin de cours :** premiers éléments de connaissance de l'industrie pétrolière et ouverture sur les possibilités de carrière d'un ingénieur généraliste dans ce secteur d'activité.

**Support de cours :** documents projetés pendant les séances de cours.

[Retour au programme pédagogique](#)

---

## FILIERE NUCLEAIRE

**Coordonnateur(s) :** Hervé Cordier (EDF)

**Intervenant(s) :** Hervé Cordier (EDF), Nicole Dellerio (Areva), Pascal Yvon (CEA)

**Durée :** 18h hors contrôle

**ECTS :** 1.0

**Conditions de dispense :** avoir suivi et validé avec une note de 13/20 ou plus le cours de S8 « ingénierie nucléaire » (EN1500 - Pascal Yvon), et demander la dispense.

### **Descriptif :**

Le but de ce cours est de fournir aux étudiants les bases techniques permettant d'appréhender le domaine de la production d'énergie nucléaire dans sa globalité.

Cet objectif est atteint :

- En donnant les bases des principaux domaines scientifiques couverts par le domaine de l'énergie nucléaire, à savoir la neutronique, la thermohydraulique, l'électricité, la chimie, la radiochimie et le génie des matériaux,
- En montrant comment ces connaissances sont appliquées dans les principaux domaines du nucléaire (cycle du combustible, production d'électricité, durée de vie des matériels, ...).

Bien que la filière REP serve de base au cours, d'autres filières sont abordées (UNGG, REB, RNR, Gen IV).

Le point de vue adopté est de considérer l'étudiant comme un futur chef de projet de l'industrie nucléaire et de lui donner les éléments permettant de discuter avec les spécialistes des différents domaines techniques de cette industrie (ex : neutronicien, thermohydraulicien, électricien, chimiste, spécialiste de l'environnement, ...).

A l'issue de ce cours, les étudiants possèdent les bases indispensables pour appréhender, s'ils le désirent, les autres cours à dominante nucléaire de l'Option Energie (ex : ingénierie thermohydraulique nucléaire, cycle du combustible nucléaire, ...).

Ce cours est structuré en 3 parties distinctes : « réacteurs nucléaires », « irradiation des matériaux » et « cycle du combustible ».

A l'issue de ce cours, l'étudiant est capable :

- D'échanger des points de vue techniques avec n'importe quel spécialiste d'un domaine de l'industrie nucléaire,

- D’avoir une vision d’ensemble des contraintes qui existent dans le domaine nucléaire,
- D’avoir une vision multidisciplinaire d’un problème pouvant apparaître dans l’industrie nucléaire.

[Retour au programme pédagogique](#)

---

## **PRODUCTION D’ENERGIE ELECTRIQUE**

**Coordonnateur(s) :** Martin Hennebel (CentraleSupélec)

**Intervenant(s) :** Jean-Pierre Fanton (CentraleSupélec), Martin Hennebel (CentraleSupélec), Jean-Noël Marquet (EDF)

**Durée :** 15h hors contrôle

**ECTS :** 1.0

### **Descriptif :**

Ce cours vise à donner une vision large des moyens de production d’énergie électrique, à la fois sous l’angle des coûts de production et sous celui des caractéristiques techniques. Ces dernières sont importantes pour comprendre la manière dont est géré un parc de production pour satisfaire à chaque instant l’équilibre production-consommation.

Le cours est organisé de la manière suivante :

- Présentation du système / réseau électrique dans lequel s’insèrent les moyens de production (3h),
- Présentation des coûts de production (3h),
- Présentation des centrales de production hydroélectrique, des grands barrages à la petite hydraulique (3h),
- Présentation des centrales de production thermique conventionnelle (à flamme) (3h),
- Présentation des centrales de cogénération (3h).

La production nucléaire est abordée dans le cadre du cours « filière nucléaire ».

[Retour au programme pédagogique](#)

---