ENSMAC

# Stockage et conversion de l'énergie

École / Prépa
ENSMAC

Niveau d'étude
Bac + 5

## Présentation

**Code interne :** PMU9-MSSCE

## Description

Face au réchauffement climatique, à l'épuisement des ressources d'énergie fossiles ou à la pollution de nos villes, les énergies renouvelables sont devenues une réponse incontournable. L'une des difficultés majeures est de convertir et stocker cette énergie renouvelable à grande échelle et de façon rentable. Le stockage de l'énergie s'avère donc être un domaine de recherche stratégique, générant de forts impacts économiques, sociaux et sociologiques. Afin de répondre à ces enjeux, la France a vu il y a une dizaine d'années sous la houlette du Ministère français de l'Education et de l'Enseignement Supérieur se structurer le Réseau pour le Stockage Electrochimique de l'Energie (RS2E), fédérant une dizaine de laboratoires de recherche français en pointe ainsi que de nombreux industriels (CEA, EDF, Solvay, SAFT...). La spécialisation Stockage et Conversion de l'Energie vise donc, en synergie avec ce réseau, à donner à nos futurs ingénieurs une vision large des problématiques gravitant autour du stockage de l'énergie.

## Objectifs

L'objectif pédagogique est double :

- Acquérir des connaissances scientifiques et techniques sur les différents dispositifs de stockage et conversion de l'énergie, ainsi que sur les matériaux mis en jeu.
- Acquérir une culture générale transversale pour être capable de résoudre un problème en lien avec le stockage de l'énergie (comme le choix de matériaux ou de systèmes pour une application stockage donnée) et d'évoluer professionnellement dans le domaine.

## Heures d'enseignement

| | | |
|---|---|---|
| TP | Travaux Pratiques | 63h |
| PRJ | Projet | 81h |
| CI | Cours Intégrés | 126h |

## Pré-requis obligatoires

L'ensemble des cours de 1A et 2A tous parcours hors MIDD

# Syllabus

## Partie 1 : Synthèse et caractérisation de matériaux pour l'énergie

### Description et mise en œuvre des techniques usuelles de synthèse et de caractérisation des matériaux pour le domaine de l'énergie

- Synthèses de matériaux pour l'énergie par voie hydrothermale, ionothermale, supercritique, électrochimique, cours et TP (N. Recham, Amiens)
- Nanomatériaux pour l'énergie, cours et TP (S. Cassaignon, Sorbonne Univ)
- Matériaux et couche minces (R. Bianchini, ENSMAC)
- Méthodes de caractérisation (P. Vinatier, ENSMAC)
- TP microscopie en champ proche (A. Kuhn)

## Partie 2 : Stockage de l'énergie

### Objectifs

- Décrire les différents systèmes de stockage existants sur le marché (principe, limitations, applications…)
- Formuler les voies de développement technique et scientifique en cours et futures
- Présenter les enjeux économiques, sociétaux, environnementaux… du stockage de l'énergie

### Contenu (cours et TP)

- Les générateurs électrochimiques (F. Le Cras, CEA)
- Les électrolytes solides et leurs applications aux batteries (P. Vinatier, ENSMAC)
- La formulation des électrodes (B. Lestriez, Univ Nantes et M. Morcrette, LRCS Amiens)
- Les supercondensateurs (O. Crosnier, Univ Nantes)

## Partie 3 : Conversion et production de l'énergie

### Objectifs

- Décrire les différents systèmes de conversion et production de l'énergie existants sur le marché (principe, limitations, applications…)
- Formuler les voies de développement technique et scientifique en cours et futures
- Présenter les enjeux économiques, sociétaux, environnementaux…

### Contenu (Cours et TP)

- Le photovoltaïque : cours et TP (L. Vignau et G. Wantz, ENSMAC)
- Solar Water Splitting (A. Kuhn, ENSMAC)
- Les piles à combustible (F. Mauvy et Jacinthe Gamon, ICMCB – Bordeaux, C. Coutanceau, Univ Poitiers)
- Le stockage de l'hydrogène (J.L. Bobet, ICMCB – Bordeaux)
- Les électro-chromes (A. Rougier, ICMCB – Bordeaux)
- Le nucléaire (Y. Pontillon, CEA)

NOMBREUSES CONFERENCES ACADEMIQUES ET INDUSTRIELLES (UMICORE, RENAULT, SAFT, STELLANTIS, SOLVAY, CEA, ACC...)

TP sur la plateforme de prototypage du Hub de l'énergie (labo du RS2E à Amiens) pendant 2 jours

Déplacement au collège de France (Paris) pour des conférences dans le cadre de la chaire de l'énergie de l'académicien J.M. Tarascon

TP montage de dispositifs photovoltaïques en salle blanche, atelier AIME Toulouse

## Partie 4 : Projet Industriel

### Objectifs

Le Projet Industriel permet aux élèves de travailler sur un sujet d'actualité proposé par un industriel en lien avec la spécialisation. Cela implique de respecter un cahier des charges donné en répondant aux divers objectifs affichés par l'industriel. Le sujet peut être un sujet bibliographique et/ou de la veille technologique.
Le travail réalisé doit utiliser la démarche de la conduite de projets dans l'industrie.
Il est professionnalisant et peut éventuellement déboucher sur un stage dans l'Entreprise commanditaire.

### Contenu

Les élèves travaillent par groupe de 4 à 6 personnes dont 1 Chef de projet.
Chaque groupe de projet doit travailler en concertation avec l'Entreprise commanditaire du projet et avec l'enseignant tuteur du projet (chaque groupe est suivi spécifiquement par un enseignant du module de spécialisation).
Chaque groupe bénéficiera d'un accompagnement personnalisé veille technologique / brevet (cours 2 h + accompagnement 18 h).
Chaque groupe de projet doit remettre à la fin du projet un rapport écrit de 20 pages maximum.

### Modalités d'évaluation

Orale (Présentation : 20 min ; Discussion : 20 min)

## Partie 5 : grand oral

### Objectifs

- Etre capable de sélectionner des données de la littérature en rapport avec son sujet de stage de spécialisation
- Définir le projet dans ses différents contextes (managérial, économique, scientifique, ...)
- Expliquer les problématiques scientifiques et techniques du projet
- Proposer et défendre une planification de la démarche scientifique et technique adoptée

### Contenu

Sur la base du sujet de stage de spécialisation, il s'agit de remettre le sujet proposé dans différents contextes (managérial, économique, scientifique..), de discuter de sa validité scientifique et de proposer diverses stratégies pour atteindre les objectifs et de défendre à l'oral un plan d'action.
Les élèves présentent oralement leur sujet à un jury composé de deux examinateurs (enseignants, industriels ...) minimum. Il s'ensuit une discussion qui permet de balayer l'ensemble des thématiques abordées au cours des enseignements de spécialisation. Des questions sur les cours suivis tout au long du cursus de l'élève peuvent aussi être posées.

### Modalités d'évaluation

Orale (Présentation : 10 min ; Discussion : 20 min)

## Responsables

- Liliane Guerlou-Demourgues
- Rafael Bianchini

# Informations complémentaires

Spécialisation au choix

# Modalités de contrôle des connaissances

## Évaluation initiale / Session principale

| Type d'évaluation | Nature de l'évaluation | Durée (en minutes) | Nombre d'épreuves | Coefficient de l'évaluation | Note éliminatoire de l'évaluation | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Contrôle Continu | Evaluation de compétences | | | | | |

## Seconde chance / Session de rattrapage

| Type d'évaluation | Nature de l'évaluation | Durée (en minutes) | Nombre d'épreuves | Coefficient de l'évaluation | Note éliminatoire de l'évaluation | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Contrôle Continu | Evaluation de compétences | | | | | |

# Infos pratiques

# Contacts


## Responsable module

Rafael Bianchini Nuernberg

Rafael.Bianchini_Nuernberg@bordeaux-inp.fr

## Responsable module

Liliane Demourgues

Liliane.Guerlou-Demourgues@bordeaux-inp.fr