



Guide pédagogique

Module « Stockage et distribution de l'énergie » I2E_10.1 --(2 crédits ECTS)

Place du module et enjeux

La France s'est fixé l'objectif d'augmenter sensiblement la part des énergies renouvelables dans son bouquet énergétique. Ainsi, les réseaux électriques doivent s'adapter pour intégrer cette production intermittente et décentralisée. Ils doivent également satisfaire des besoins changeants et des usages nouveaux (véhicule électrique), tout en garantissant la fiabilité et la sécurité du réseau.

Le module EE 10.1 traite de ces questions en développant les évolutions du réseau électrique français vers les réseaux du futur (smart grids) et les techniques de stockage de l'électricité.

Teaching guide and syllabus

Module «Energy storage and distribution»--I2E_ 10.1- (2 ECTS credits)

Subject matter importance and associated issues

France has set the goal to seriously increase the part of renewable energies in its energetical mix. Thus, the electricity networks have to be adaptable in order to integrate this intermittent and decentralised energy production. They also have to meet changing needs and new uses (electric car), at the same time fully ensuring the reliability and safety of the network.

The module EE 10.1 deals with these issues by presenting the evolutions of the French electrical network towards the future networks (smart grids) and electricity storage techniques.

Responsable : Sandrine Bayle

Téléphone : 04 66 78 27 08

Courriel : sandrine.bayle@mines-ales.fr



IMT Mines Alès
École Mines-Télécom

Module

ENSEIGNEMENTS ACADEMIQUES	Volume horaire	Détail des coefficients	Crédits
Stockage et distribution de l'énergie	50h		
○ Réseaux intelligents	22	1	2
○ Stockage de l'énergie, batteries	28	1	

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
50	60	32	15			3	10		2

○ <i>Titre de la matière</i> : Réseaux intelligents									
Code : I2E_10.1.1					Titre du module : Stockage et distribution de l'énergie				
Semestre : S10					Cursus de rattachement : Département I2ER Option I2E				

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
22	27	16	5			1	5	1	2
Titre		Stockage et distribution de l'énergie							
résumé		Sans objet							

Responsable	Sandrine Bayle (IMT Mines Alès)
Equipe enseignante	Isabelle Marc (IMT Mines Alès), Xavier Roman (ENEDIS) Romain Saint Leger (Energy pool)

Mots-clés	Transport électricité, Pilotage du réseau électrique, Technologies de stockage de l'énergie, réseaux de distribution intelligents (smart grids)
Prérequis	

<p>Contexte et objectif général : La France s'est fixé l'objectif d'augmenter sensiblement la part des énergies renouvelables dans son bouquet énergétique. Ainsi, les réseaux électriques doivent s'adapter pour intégrer cette production intermittente et décentralisée. Ils doivent également satisfaire des besoins changeants et des usages nouveaux (véhicule électrique), tout en garantissant la fiabilité et la sécurité du réseau. Dans ce contexte, l'évolution du réseau électrique actuel, les technologies de stockage (mécanique, électrochimique, thermique) de l'électricité seront développées. L'impact des EnR sera traité via des exemples en zones interconnectées et/ou insulaires.</p>
<p>Programme et contenu : Réseaux intelligents (10h)</p> <p>Le réseau électrique actuel (structure, choix technologiques, pilotage) Les réseaux du futur (nouvelles réglementations, impact des EnR, du véhicule électrique, choix technologiques) Des présentations de projets de smart grids seront réalisées pendant les cours.</p> <p>Flexibilité énergétique (7h) : Definition du marché de l'énergie Fonctionnement de l'effacement énergétique</p> <p>Enedis et les réseaux du futur (5h)</p>
<p>Méthode et organisation pédagogique : Cours, TD, projet</p>
<p>Compétences visées : Expliquer le fonctionnement des réseaux de transport et de distribution de l'électricité</p>

Module

Comprendre la structure et le fonctionnement des réseaux intelligents d'énergie Connaître les impacts des EnR sur le réseau électrique français
Evaluation : Contrôles écrits A ces modalités d'évaluation principales pourront être ajoutés d'autres exercices qui seront précisés en au début de l'enseignement
Retour sur l'évaluation fait à l'élève : Consultation copies d'examen sur demande
Support pédagogique et références : Supports de cours (pdf)

○ <i>Titre de la matière</i> : stockages de l'énergie et batteries	
Code : I2E_10.1.2	Titre du module : Stockage et distribution de l'énergie
Semestre : S10	Cursus de rattachement : Département I2ER Option I2E

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
28	33	16	10			2	5	1	2
Titre		Stockage et distribution de l'énergie							
résumé		Sans objet							

Responsable	Sandrine Bayle (IMT Mines Alès)
Equipe enseignante	Romain Tessard (CEA), Jean-François Balmitgère (EDF), Christian Beauger (IMT Paris)

Mots-clés	Transport électricité, Pilotage du réseau électrique, Technologies de stockage de l'énergie, réseaux de distribution intelligents (smart grids)
Prérequis	

Contexte et objectif général : La France s'est fixé l'objectif d'augmenter sensiblement la part des énergies renouvelables dans son bouquet énergétique. Ainsi, les réseaux électriques doivent s'adapter pour intégrer cette production intermittente et décentralisée. Ils doivent également satisfaire des besoins changeants et des usages nouveaux (véhicule électrique), tout en garantissant la fiabilité et la sécurité du réseau. Dans ce contexte, l'évolution du réseau électrique actuel, les technologies de stockage (mécanique, électrochimique, thermique) de l'électricité seront développées. L'impact des EnR sera traité via des exemples en zones interconnectées et/ou insulaires.
Programme et contenu : <u>Stockage électrochimique de l'énergie (18h)</u> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Electrochimie ✓ Batteries au plomb, lithium-ion, NiMH, Zebra ✓ Piles à combustibles <u>Stockage hydraulique de l'énergie (7h)</u> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Systèmes de stockage/turbinage/pompage (STEP) ✓ Gestion des EnR dans les réseaux interconnectés ✓ Gestion des EnR dans des zones non interconnectées (îles) <u>Hydrogène production et stockage (3h)</u>
Méthode et organisation pédagogique : Cours, TD, projet
Compétences visées : Expliquer le fonctionnement des réseaux de transport et de distribution de l'électricité

Comprendre la structure et le fonctionnement des réseaux intelligents d'énergie Connaître les impacts des EnR sur le réseau électrique français
Evaluation : Contrôles écrits A ces modalités d'évaluation principales pourront être ajoutés d'autres exercices qui seront précisés en au début de l'enseignement
Retour sur l'évaluation fait à l'élève : Consultation copies d'examen sur demande
Support pédagogique et références : Supports de cours (pdf)

Méthode et organisation pédagogique

Cf ci dessus

Modalité d'évaluation

Le niveau d'acquisition des compétences sera évalué selon les exigences suivantes :

N° indicateur	Indicateur
1	connaître les savoirs formels et pratiques du socle des fondamentaux
2	Exploiter les savoirs théoriques et pratiques
3	Analyser, interpréter, modéliser, émettre des hypothèses, et résoudre

ENSEIGNEMENTS ACADEMIQUES	Volume horaire	Niveau d'acquisition
Stockage et distribution de l'énergie	50h	
○ Réseaux intelligents	22	2
○ Stockage de l'énergie, batteries	28	2

Engagement de l'étudiant, éthique et professionnalisme

La démarche éthique est définie dans le règlement intérieur de l'établissement. Chaque étudiant s'engage à en prendre connaissance et à la respecter.

Obligation des cours :

La présence en cours est obligatoire. Les évaluations font appel à du contrôle continu comprenant des évaluations surprises et/ou à des évaluations programmées dans l'emploi du temps. Une partie de l'évaluation du module peut reposer sur une appréciation du comportement professionnel attendu.

Nombre d'heures estimées de travail personnel : cf ci dessus

Nombre d'heures estimées de préparation aux travaux dirigés (TD) :

Pénalité pour retard (Conformément à l'article 3.3 du Règlement de scolarité, les enseignants peuvent appliquer des pénalités en cas de remise tardive de rapport sans motif valable (la validité du motif est laissée à l'appréciation de l'enseignant).

Tout travail remis en retard sans motif valable peut être pénalisé selon les modalités définies par l'enseignant au démarrage du cours.

Équipe enseignante

Romain Tessard (CEA),
Jean-François Balmitgère (EDF),
Christian Beauger (IMT Paris)
Isabelle Marc (IMT Mines Alès),
Xavier Roman (ENEDIS)
Romain Saint Leger (Energy pool)

Module

ACADEMIC TEACHING	Teaching hours	Coefficients	Credits
Energy storage and distribution	50h		
○ Smart grids	22	1	2
○ Energy storage, batteries	28	1	

Hours of presence	Total hours	Lectures	Work shop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
50	60	32	15			3	10		2

<i>Class title: Energy distribution</i>	
Code : I2E 10.1.1	Module title : Energy storage and distribution
Semester: S10	Classification : Department I2ER, Option I2E

Hours of presence	Total hours	Lectures	Work shop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
22	27	15	5			1	5		2

Head	Sandrine Bayle (IMT Mines Alès)
Teaching team	Isabelle Marc (IMT Mines Alès), Xavier Roman (ENEDIS) Romain Saint Leger (Energy pool)

Key words	Electricity transport, electrical network management, smart grids
Prerequisites	

<p>Context and general objective: France has set the goal to seriously increase the part of renewable energies in it's energetical mix. Thus, the electricity networks have to be adaptable in order to integrate this intermittent and decentralised energy production. They also have to meet changing needs and new uses (electric car), at the same time fully ensuring the reliability and safety of the network. In this context, the evolution of the current electricity network, the power storage technologies (electrochemical mechanical, thermal) will be developed. The EnR impact will be presented through examples in interconnected or insular zones.</p>
<p>Programme and contents: <u>Smart grids (10h)</u> The current electricity network (structure, technological choices, management) Future networks (new regulations, EnR impact, electrical car impact, technological choices) Presentations of smart grids projects will be given during the course.</p> <p><u>Energy flexibility (7h) :</u> Definition of the energy market Functioning of energy shaving</p> <p><u>Enedis and future networks (5h)</u></p>
<p>Method and pedagogic organisation: Courses, tutorial classes, project</p>
<p>Targeted skills or knowledge : To be able to explain the operation of electricity transport and distribution networks To be able to understand the structure and the operation of smart grids To know the impacts of EnR on the French electrical network</p>
<p>Evaluation : Written examinations These main examination methods may be supplemented by other exercises, which will be specified at the start of the course</p>
<p>Feedback made to the student :</p>

Module

Consulting copies of exams on request
Teaching material and references : Teaching aids (pdf)

<i>Class title: Energy storage</i>	
Code : I2E 10.1.2	Module title : Energy storage and distribution
Semester: S10	Classification : Department I2ER, Option I2E

Hours of presence	Total hours	Lectures	Work shop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
28	33	16	10			2	5		2
Title		Energy storage and distribution							
Summary									

Head	Sandrine Bayle (IMT Mines Alès)
Teaching team	Romain Tessard (CEA), Jean-François Balmitgère (EDF), Christian Beauger (IMT Paris)

Key words	energy storage technologies, smart grids
Prerequisites	

<p>Context and general objective: France has set the goal to seriously increase the part of renewable energies in it's energetical mix. Thus, the electricity networks have to be adaptable in order to integrate this intermittent and decentralised energy production. They also have to meet changing needs and new uses (electric car), at the same time fully ensuring the reliability and safety of the network. In this context, the evolution of the current electricity network, the power storage technologies (electrochemical mechanical, thermal) will be developed. The EnR impact will be presented through examples in interconnected or insular zones.</p>
<p>Programme and contents: <u>Energy and electrochemical storage (18h)</u> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Electrochemistry ✓ Lead-ion batteries, lithium-ion, NiMH, Zebra ✓ Fuel cells <u>Hydraulic energy storage (7h)</u> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Storage and Transfer Stations Energy -Pumping (STEP) ✓ Impact of EnR in interconnected zones ✓ Impact of EnR in insular zones <u>Hydrogen production and storage (3h)</u></p>
<p>Method and pedagogic organisation: Courses, tutorial classes, project</p>
<p>Targeted skills or knowledge : To be able to explain the operation of electricity transport and distribution networks To be able to understand the structure and the operation of smart grids To know the impacts of EnR on the French electrical network</p>
<p>Evaluation : Written examinations These main examination methods may be supplemented by other exercises, which will be specified at the start of the course</p>
<p>Feedback made to the student : Consulting copies of exams on request</p>
<p>Teaching material and references : Teaching aids (pdf)</p>

Method and teaching organisation *(to be used for providing more detail concerning the teaching methods used):*

Testing procedures

The student's level of knowledge acquisition will be evaluated according to the following points :

N° Indicator	Indicator
1	To know the formal and practical knowledge constituting the foundation of a given field
2	Exploit theoretical and practical knowledge
3	Analyse, interpret, model, hypothesize and solve problems

Grading scheme:

ACADEMIC TEACHING	Teaching hours	Indicator
Energy storage and distribution	50h	
○ Smart grids	22	2
○ Energy storage, batteries	28	2

Student commitments, ethics and professionalism

Expectations concerning ethics are defined in the establishment's code of conduct. Each student is expected to know and respect the code of conduct.

Obligatory presence in classes (According to article 5.3 of the Code of conduct, physical presence at certain teaching exercises can be deemed obligatory:

Obligatory presence in classes is required. Evaluations require announced and unannounced controls. Part of the evaluation can rely on the judgement of expected professional behaviour

Estimated hours of personal study *(evaluate in function of the type of teaching method used): in order to acquire the required learning level, the student is expected (must) to spend a minimum of 45min of personal study time per hour spent in class.*

Estimated hours of preparation required for labs/Work Shop:

Late penalties (According to article 3.3 of the Teaching Code, teachers can administer penalties for reports/homework that are late without a valid justification (validity is left to the teacher's best judgement)).

All late work is subject to penalties according to the teacher judgement. The procedure has to be clarified at the beginning of the course.

Teaching team (list the names of the teachers and what they teach, with contact information (phone and email))

<i>(Title) Name</i>	Field of expertise	Email/phone
Romain Tessard (CEA), Jean-François Balmitgère (EDF), Christian Beauger (IMT Paris) Isabelle Marc (IMT Mines Alès), Xavier Roman (ENEDIS) Romain Saint Leger (Energy pool)		

Approbation

Ce guide pédagogique entre en vigueur à compter du...

Il est porté à la connaissance des élèves par une publication sur

Rédaction	Vérification	Validation
L'enseignant responsable du module : 	Le responsable d'UE / de département :	Le directeur de l'école, Pour le directeur et par délégation, Le directeur de la DFA / de la DE :