

MASTÈRE SPÉCIALISÉ NOUVELLES TECHNOLOGIES DE L'ENERGIE

RÉSUMÉ DE LA FORMATION

Type de diplôme : Mastère spécialisé

Domaine ministériel : Sciences, Ingénierie et Technologies

PLUS D'INFOS

Niveau d'étude : BAC +6

Public concerné

* Formation continue

* Formation initiale

Nature de la formation : Diplôme

EN SAVOIR PLUS

<http://www.enseeiht.fr/fr/index.html>



Organisation de la formation

Mastère Nouvelles Technologies de l'Energie

Composante

École Nationale Supérieure d'Électrotechnique d'Électronique d'Informatique d'Hydraulique et des Télécommunications

Lieu(x) de la formation

Toulouse

Contact(s) administratif(s)

n7@enseeiht.fr

scolarite@ensiacet.fr

Mastère Nouvelles Technologies de l'Energie

PLUS D'INFOS

Organisation de la formation

• Année-Mastère et DHET NTE

• Semestre 1-Mastère et DHET NTE

• UE Formation générale-NTE

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE
SCHNEIDER HENRI

• Matière Anglais 3GE Eco-Energ. S9

Objectifs

Oral and written comprehension, production and interaction tasks

Key communication skills and human skills for professional purpose

Description

The english and Soft skills programme consist of 4 specific assignments per semester designed to develop language, communication and human skills for professional purpose.

INDIVIDUAL SCIENTIFIC PRESENTATIONS

Objective :to further develop and improve professional communication skills

including:

- * .how to structure a presentation
 - * .how to find ONE message that has impact for your audience
 - * .how to create a storyboard and design simple and high impact slides
 - * .how to connect with your audience by learning the importance of body language
 - * .how to adapt a presentation to different audiences
 - * .how to speak in "conversation" mode rather than "presentation" mode
- Presentation input & teaching

Structuring a presentation and finding ONE clear message for the audience

Creating a storyboard and designing high impact slides

Body language & connecting with your audience

Responsable(s)

HULL ALEXANDRA

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Anglais

- Matière Journées thématiques Energies et Dev Durable

Objectifs

Disposer d'une connaissance élargie des enjeux de l'énergie et de la transition énergétique

Les énergies fossiles

Le nucléaire

Le CO2

...

Description

Au-delà des enseignements sur les énergies renouvelables (Photovoltaïque, éolien, biogaz,...), au cœur de notre formation Nouvelles Technologies de l'Energie, nous souhaitons donner aux étudiants une vision élargie des problématiques et enjeux de l'énergie. Pour cela nous faisons appel à des industriels spécialistes des différents domaines. Ils interviennent une journée ou une demi-journée, les étudiants font un résumé de l'intervention qui est évalué.

Les journées thématiques :

Les enjeux de la transition énergétique : Stephan Astier Professeur émérite

Histoire de l'Electrochimie : Maurice Comta professeur émérite

Le nucléaire : Christian Latgé, *CEA - Cadarache Nuclear Research Centre*

Le CO2 : Jean-Yves Rossignol, ingénieur-conseil AJYR, agrément Ademe Bilan Carbone 2006®

L'Habitat : Gael Farigoules, Ingénieur INSA, Bureau d'Etude : SCOP ECOZIMUT

Economie : Luc Rouge Professeur d'Economie Toulouse Business School

Nous effectuons également des visites de sites industriels pour illustrer les différents enseignements

Site de production Eolien Photovoltaïque Ville franche de Lauragais

Site de production hydroélectricité Le Bazacle Toulouse

Plateforme Smart ZAE SCLE INEO démonstrateur smart grids

Site de traitement des déchets et production biogaz Clerverts , Organic Vallée

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

- Matière CV, Lettre de Motivation, Entretien

- Matière CV, Lettre de Motivation, Entretien

- Matière Journée Thématiques Energies et Dev. Durable

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

- Matière Professional English-LV1-Semestre 9

Responsable(s)
DENNIS CHLOE
TAYLOR KAY

- Matière Anglais Scientifique

Responsable(s)
TAYLOR KAY

- Choix 2 Anglais Professionnel - 3A

A choix: 1 Parmi 1 :

- Matière Anglais Clinique

Responsable(s)
TAYLOR KAY

- Matière Anglais de Cambridge ou Projet

Responsable(s)
TAYLOR KAY

- UE Conception systémique

Responsable(s)
FLOQUET PASCAL
SARENI BRUNO

- Matière Conception et Analyse Procédés

Objectifs

Il s'agit de donner aux étudiants les connaissances nécessaires pour modéliser et analyser des procédés et des chaînes logistiques « énergie » en utilisant les méthodologies du génie des procédés.

Description

* Conception et Analyse de Procédés Durables

- Formulation du problème
- Métrique de Développement Durable
- Critères techniques, énergétiques, environnementaux, sociaux

* Optimisation d'un procédé dans un simulateur modulaire

- La conception des procédés assistée par ordinateur
- Qu'est-ce qu'un simulateur de procédés ?
- Modélisation et simulation d'un procédé - Approche modulaire séquentielle
- Conception d'un procédé - Approche modulaire simultanée
- Application à l'optimisation d'un procédé
-
- * Modélisation et optimisation de chaînes logistiques « énergie »
- Principes de modélisation d'une chaîne logistique « énergie »
- Illustration dans un **bureau d'études de conception d'une chaîne « hydrogène »**
- * Modélisation et optimisation d'un éco-parc industriel
- Comprendre les enjeux de la mise en œuvre d'une politique d'écologie industrielle (mutualisation énergie-eau) dans un contexte d'économie circulaire
- Analyser les flux de matières et d'énergies entre les entités de l'éco-parc
- Illustration dans un **bureau d'études de conception des échanges au sein d'un éco-parc** via une optimisation multiobjectif (critère environnemental et critère économique) et analyse des solutions obtenues.

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

Méthode d'enseignement

Hybride

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

Sustainable Development in Practice: Case Studies for Engineers and Scientists, 2nd Edition

Adisa Azapagic (Editor), Slobodan Perdan (Co-Editor)

ISBN: 978-0-470-71872-8 February 2011

- Matière Modélisation systémique en Bond Graph

Pré-requis nécessaires

Notions élémentaires en physique (éléments sur la puissance et l'énergie) en électricité (formalisme circuit), en mécanique et hydraulique. Connaissances élémentaires en électronique de puissance (convertisseurs DC DC) et en conversion électromécanique.

Objectifs

Présentation de l'outil de modélisation multiphysique Bond Graph

Description

Part A : concepts théoriques de base des Bond Graphs

concepts généraux pour la modélisation pour les systèmes énergétiques multiphysiques ;

Eléments et composants de base des Bond-Graphs ;

Construction de Bond Graphs en électricité, mécanique and hydraulique ;

Exemples multidisciplinaires: EHA (Electro-Hydraulic Actuator), Générateur Photovoltaïque

Propriétés Causales des Bond Graphs : sens physique des couplages énergétiques, vision mathématique et Automatique ;

Du Bond Graph causal à l'analyse des systèmes : établissement formalisé d'une fonction de transfert à partir des chemins causaux

Part B. Applications : le Bond Graph en "electrical engineering"

Modèle à granularité variable de cellules de commutation et de convertisseurs statiques en électronique de puissance

Modèles pour la conversion électromécanique (machines électriques)

Exemples de systèmes en electrical engineering : systèmes hybrides à énergies renouvelables

Responsable(s)

JAAFAR AMINE

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

X. Roboam & al, "Conception systémique pour la conversion d'énergie électrique ¹, Gestion, analyse et synthèse", paru Septembre 2012 aux éditions Hermès, ISBN 978-2-7462-3192-4

G. Dauphin-Tanguy, Les Bond Graphs, édition Hermès, Paris, 2000

- Matière Ecoconception, ACV, gestion de projet

Objectifs

- Comprendre la démarche d'une analyse de cycle de vie ;
- Connaître les bases de données et les méthodes existantes ;
- Etre capable d'analyser et de critiquer une analyse de cycle de vie déjà réalisée ;

Etre en mesure d'appliquer la méthode d'analyse de cycle de vie

Description

Introduction : de l'écobilan à l'ACV, les normes ISO 14040

- Principe Général de l'ACV

- Présentation des quatre étapes de l'ACV :

1-Définition des objectifs du système :

Objectif et champ de l'étude ;

Fonction du produit ou du système ;

Unité fonctionnelle et flux de références ;

Arbre des processus ;

Exemples d'application ;

2- Inventaire des émissions et extractions

Base de données d'inventaire (ex. Ecolinvent...)

Exemple d'inventaire des extractions et émissions (fabrication d'alumine ...)

Méthode de calcul de l'inventaire des extractions et émissions

Bilan énergétique et bilan de CO2

3- Analyse de l'impact environnemental

Méthode d'interprétation des données d'inventaire

Caractérisation intermédiaire : calcul du score d'impact intermédiaire

Caractérisation des dommages : calcul du score de caractérisation de dommages

4- Interprétation

- Méthodologie de réalisation d'une ACV : Approche itérative (Evaluation préliminaire ou screening, Analyse détaillée), calcul « à la main », présentation sommaire des logiciels de calculs existants.

Programme et contenu du Bureau d'étude :

- * Réalisation d'une analyse de cycle de vie de panneaux solaires photovoltaïques, utilisation du logiciel SimaPro

Présentation des résultats sous forme de rapport et d'exposé oral

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

Méthode d'enseignement

Hybride

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

Analyse du cycle de vie : Comprendre et réaliser un écobilan, Olivier Jolliet, Myriam Saadé, Pierre Crettaz, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes

· Matière Conception par Optimisation

Objectifs

Il s'agit de donner aux étudiants les connaissances nécessaires pour appréhender le domaine de l'optimisation et, plus généralement, de l'aide à la décision : l'objectif principal de ce module n'est pas tant la présentation d'une collection d'algorithmes et de techniques utilisés comme autant de recettes, mais plutôt la présentation d'une démarche, dont le pré requis indispensable est la formalisation du problème à traiter.

. Une étude de cas dans le domaine de la conception d'un système énergétique illustre les concepts.

Description

L'objectif de ce cours est de présenter des méthodes d'optimisation multiobjectif et d'aide à la décision pour la résolution d'un problème, en vue de sélectionner une solution de compromis parmi une multitude de solutions possibles.

Principes des méthodes d'optimisation multiobjectif

Classification des différentes méthodes : méthodes scalaires, interactives, « floues », méthodes à base de métaheuristiques, méthodes d'aide à la décision ;

Présentation des méthodes scalaires et illustration à travers la résolution de problèmes analytiques simples ;

Intérêt et principes des méthodes à base de métaheuristiques : algorithmes génétiques multi-objectifs ;

Présentation des méthodes d'aide à la décision : relation d'ordre, relation d'équivalence, relation de préférence, définition d'un critère. Illustration à travers la méthode TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) ;

Etude de cas en bureau d'études: cogénération chaleur-électricité par une turbine à gaz : formulation du problème, optimisation multi-objectif et aide à la décision sur la base de critères techniques, économiques et environnementaux.

Responsable(s)

SARENI BRUNO

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

Optimisation multiobjectif 2002, Y. Collette, P. Siarry

- Matière Conception et Analyse Procédés

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

- Matière Modélisation systémique en Bond Graph

Pré-requis nécessaires

Connaissance de base des systèmes physiques.

Objectifs

A la fin du cours, l'étudiant maîtrise le formalisme Bond Graph en connaissant les différents éléments de base et les règles de connexion de ces éléments.

Il sera capable d'analyser les différents couplages dans un système en identifiant les boucles causales du système.

L'étudiant sera également capable de déterminer la fonction du transfert du système à partir du modèle Bond Graph établi.

Description

Le cours consiste à introduire l'approche de modélisation par l'outil Bond Graph. Il s'agit d'une approche multi-physique permettant de modéliser, sous le même langage, différents phénomènes physiques et de prendre en compte les divers couplages entre les composants d'un système. Cette approche est appliquée dans ce cours à différents exemples de systèmes multi-flux et multi-physiques.

Le cours est complété par un bureau d'étude qui consiste à modéliser un actionneur électro-hydrostatique (EHA) d'un avion A320 par l'approche Bond Graph et à remplacer la source d'alimentation de cet EHA par une pile à combustible hybridée par des super condensateurs.

Responsable(s)
JAAFAR AMINE

- Matière Ecoconception et ACV

Compétences visées

- Comprendre la démarche d'une analyse de cycle de vie ;
- Connaître les bases de données et les méthodes existantes ;
- Etre capable d'analyser et de critiquer une analyse de cycle de vie déjà réalisée .
- Etre en mesure d'appliquer la méthode d'analyse de cycle de vie.

Description

Introduction : de l'écobilan à l'ACV, les normes ISO 14040

- Principe Général de l'ACV
- Présentation des quatre étapes de l'ACV :

1-Définition des objectifs du système :

Objectif et champ de l'étude ;

Fonction du produit ou du système ;

Unité fonctionnelle et flux de références ;

Arbre des processus ;

Exemples d'application ;

2- Inventaire des émissions et extractions

Base de données d'inventaire (ex. EcoInvent...)

Exemple d'inventaire des extractions et émissions (fabrication d'alumine ...)

Méthode de calcul de l'inventaire des extractions et émissions

Bilan énergétique et bilan de CO2

3- Analyse de l'impact environnemental

Méthode d'interprétation des données d'inventaire

Caractérisation intermédiaire : calcul du score d'impact intermédiaire

Caractérisation des dommages : calcul du score de caractérisation de dommages

4- Interprétation

- Méthodologie de réalisation d'une ACV : Approche itérative (Evaluation préliminaire ou screening, Analyse détaillée), calcul « à la main », présentation sommaire des logiciels de calculs existants.

Programme et contenu du Bureau d'étude :

- * Réalisation d'une analyse de cycle de vie de panneaux solaires photovoltaïques, utilisation du logiciel SimaPro

Présentation des résultats sous forme de rapport et d'exposé oral

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

Bibliographie

Analyse du cycle de vie : Comprendre et réaliser un écobilan, Olivier Jolliet, Myriam Saadé, Pierre Crettaz, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes

- Matière Modélisation systémique en Bond Graph

Pré-requis nécessaires

Connaissance de base des systèmes physiques.

Objectifs

A la fin du cours, l'étudiant maîtrise le formalisme Bond Graph en connaissant les différents éléments de base et les règles de connexion de ces éléments.

Il sera capable d'analyser les différents couplages dans un système en identifiant les boucles causales du système.

L'étudiant sera également capable de déterminer la fonction du transfert du système à partir du modèle Bond Graph établi.

Description

Le cours consiste à introduire l'approche de modélisation par l'outil Bond Graph. Il s'agit d'une approche multi-physique permettant de modéliser, sous le même langage, différents phénomènes physiques et de prendre en compte les divers couplages entre les composants d'un système. Cette approche est appliquée dans ce cours à différents exemples de systèmes multi-flux et multi-physiques.

Le cours est complété par un bureau d'étude qui consiste à modéliser un actionneur électro-hydrostatique (EHA) d'un avion A320 par l'approche Bond Graph et à remplacer la source d'alimentation de cet EHA par une pile à combustible hybridée par des super condensateurs.

Responsable(s)

JAAFAR AMINE

- Matière Ecoconception et ACV

Compétences visées

- Comprendre la démarche d'une analyse de cycle de vie ;
- Connaître les bases de données et les méthodes existantes ;
- Etre capable d'analyser et de critiquer une analyse de cycle de vie déjà réalisée .
- Etre en mesure d'appliquer la méthode d'analyse de cycle de vie.

Description

Introduction : de l'écobilan à l'ACV, les normes ISO 14040

- Principe Général de l'ACV
- Présentation des quatre étapes de l'ACV :

1-Définition des objectifs du système :

Objectif et champ de l'étude ;

Fonction du produit ou du système ;

Unité fonctionnelle et flux de références ;

Arbre des processus ;

Exemples d'application ;

2- Inventaire des émissions et extractions

Base de données d'inventaire (ex. EcoInvent...)

Exemple d'inventaire des extractions et émissions (fabrication d'alumine ...)

Méthode de calcul de l'inventaire des extractions et émissions

Bilan énergétique et bilan de CO2

3- Analyse de l'impact environnemental

Méthode d'interprétation des données d'inventaire

Caractérisation intermédiaire : calcul du score d'impact intermédiaire

Caractérisation des dommages : calcul du score de caractérisation de dommages

4- Interprétation

- Méthodologie de réalisation d'une ACV : Approche itérative (Evaluation préliminaire ou screening, Analyse détaillée), calcul « à la main », présentation sommaire des logiciels de calculs existants.

Programme et contenu du Bureau d'étude :

* Réalisation d'une analyse de cycle de vie de panneaux solaires photovoltaïques, utilisation du logiciel SimaPro

Présentation des résultats sous forme de rapport et d'exposé oral

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

Bibliographie

Analyse du cycle de vie : Comprendre et réaliser un écobilan, Olivier Jolliet, Myriam Saadé, Pierre Crettaz, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes

- Matière Optimisation de procédés et systèmes énergétiques

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

- Matière Hybridation Energétique des systèmes

Objectifs

A la fin du cours, l'étudiant connaît les architectures des systèmes hybrides et les caractéristiques énergie/puissance des sources et des éléments de stockage de l'énergie.

Il sera capable d'analyser la mission d'un système énergétique, de juger sur la pertinence de son hybridation et de concevoir et dimensionner un système hybride.

L'étudiant sera également capable de proposer une stratégie de gestion d'énergie d'un système énergétique multi-sources en respectant les caractéristiques intrinsèques des sources associées.

At the end of the course, the student will be able to identify the architectures of the hybrid systems and to know the energy/power characteristics of some sources and energy storage elements.

He will be able to analyze the mission of an energy system, to evaluate the relevance of its hybridization and to design a hybrid system.

The student will also be able to propose an energy management strategy of a multi-source energy system by respecting the intrinsic characteristics of the associated sources.

Description

En plus des théories relatives à l'hybridation et à la gestion d'énergie des systèmes multi-sources, le cours est basé sur plusieurs exemples de systèmes énergétiques hybrides issus du retour d'expérience du laboratoire Laplace dans ce domaine de recherche. Ces exemples concernent en particulier le domaine de transport (l'aéronautique, le ferroviaire et le routier).

In addition to the hybridization theory and the energy management of multi-source systems, the course is based on several examples of hybrid energy systems from the Laplace laboratory experience feedback. These examples relate in particular to the transport field (aeronautics, rail and road).

Responsable(s)

JAAFAR AMINE

Bibliographie

[1] Akli C.R., Conception systémique d'une locomotive hybride autonome, Thèse de doctorat, Université de Toulouse, 2008.

[2] Bosch, Automotive Handbook, 6^{ème} édition, Bentley Publishers, 2004.

[3] Jaafar A., Akli C.R., Sareni B., Roboam X., Jeunesse A., « Sizing and Energy Management of a Hybrid Locomotive Based on Flywheel and Accumulators », *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol 58, n° 8, octobre 2009.

[4] Duf-Lopez R., Bernal-Agustin J.L., « Multi-objective design of PV–wind–diesel–hydrogen–battery systems », *Renewable Energy*, p. 2559-2572, avril, 2008.

- UE Systèmes Hybrides, Smart-grids

Responsable(s)

MONTASTRUC LUDOVIC

JAAFAR AMINE

- Matière Réseaux électriques décentralisés, embarqués

Objectifs

- * Connaître les critères caractéristiques (sécurité, stabilité...) d'un réseau électrique embarqué ou décentralisé par rapport à un réseau de distribution classique.
- * Appréhender les éléments principaux (stockage...) utilisés dans le dimensionnement d'un tel réseau.
- * Proposer différentes architectures de réseaux par rapport à un cahier des charges donné.
- * Savoir lire un schéma électrique complet d'une installation photovoltaïque en étant capable d'identifier les différents appareillages nécessaires ainsi que leur fonction et dimensionnement.

Description

1. Sécurité et fiabilité

- * Concepts liés (ségrégation défaut, reconfiguration, réseau de secours, ...)
- * Exemple d'un réseau aéronautique

2. Profil de mission à remplir

- * Intérêt de l'hybridation des sources afin d'optimiser leur utilisation
- * Utilisation du plan de Ragone dans le dimensionnement d'éléments de stockage

3. Qualité (réseau AC et DC)

- * Définition des normes de qualité (courant, tension)
- * Solutions d'amélioration de la qualité

4. Stabilité (réseau AC et DC)

- * Structure et fonctionnement des réseaux électriques AC
- * Principes des réglages de fréquence et de tension sur les réseaux (primaire, secondaire, ...)
- * Limitation de puissance des lignes de transport
- * Instabilité liée aux interactions filtres-systèmes régulés

5. Problèmes CEM

- * Types de couplage
- * Mesures des perturbations et moyens de protection
- * Enjeux de la CEM pour les réseaux électriques
- * Problématique de la foudre

6. Étude des installations PV raccordées au réseau de distribution

- * Définitions des appareillages électriques et des classes de protection
- * Schéma de liaison à la terre en BT
- * Parafoudres
- * Étude d'exemples de schéma d'installations

Responsable(s)

ROUX Nicolas
Nicolas.Roux@enseeiht.fr
Tel. 2428

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

T. Christen et M. W. Carlen, « Theory of Ragone plots », Journal of Power Sources 91, pp. 210-216.

O. Gergaud, « Modélisation énergétique et optimisation économique d'un système de production éolien et photovoltaïque couplé au réseau et associé à un accumulateur », Thèse ENS Cachan, 2002.

- Matière Hybridation énergétique des systèmes

Pré-requis nécessaires

Connaissances de base en électronique de puissance et en machines électriques.

Objectifs

A la fin du cours, l'étudiant connaît les architectures des systèmes hybrides et les caractéristiques énergie/puissance des sources et des éléments de stockage de l'énergie.

Il sera capable d'analyser la mission d'un système énergétique, de juger sur la pertinence de son hybridation et de concevoir et dimensionner un système hybride.

L'étudiant sera également capable de proposer une stratégie de gestion d'énergie d'un système énergétique multi-sources en respectant les caractéristiques intrinsèques des sources associées.

Compétences visées

- Connaître les architectures des systèmes énergétiques hybrides.
- Connaître les caractéristiques énergie/puissance des sources d'énergie.
- Être capable d'analyser une mission d'un système énergétique et de juger sur l'intérêt de son hybridation.
- Savoir concevoir et dimensionner un système hybride
- Proposer une stratégie de gestion d'énergie permettant de respecter les performances énergétiques des sources d'énergie d'un système hybride.

Description

En plus des théories relatives à l'hybridation et à la gestion d'énergie des systèmes multi-sources, le cours est basé sur plusieurs exemples de systèmes énergétiques hybrides issus du retour d'expérience du laboratoire Laplace dans ce domaine de recherche. Ces exemples concernent en particulier le domaine de transport (l'aéronautique, le ferroviaire et le routier).

Volume horaire

8.75 h

Responsable(s)

JAAFAR AMINE

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

- Matière Composants électrochimiques et Piles à combustibles

Pré-requis nécessaires

Cours Electrochimie

Objectifs

Descriptions des modèles circuit des composants électrochimiques piles à combustible et électrolyseurs.

Description et mise en oeuvre des outils de caractérisation par spectroscopie d'impédance

Description

- 1) Introduction sur les potentialités des piles à combustible et de l'hydrogène
- 2) Eléments de caractérisation et de modélisation sur les piles à combustible et les électrolyseurs (focus sur la technologie PEM)
 - 2.1) Principe de fonctionnement et constitution
 - 2.2) Composant idéal: considérations thermodynamiques
 - 2.3) Composant réel: prise en compte des phénomènes physico-chimiques irréversibles
 - 2.4) Modélisation dynamique par analogies électriques
 - 2.5) Caractérisations expérimentales: courbe de polarisation, échelons de courant, spectroscopie d'impédance
 - 2.6) Interactions piles à combustible/ convertisseurs DC/DC (boost et buck)

Le bureau d'étude et de recherche est axé sur la pile à combustible et consiste en :

Evaluer deux méthodologies complémentaires de caractérisation expérimentale :

- * Tracé dynamique de courbe tension-courant.
- * Spectroscopie d'impédance.

Paramétrer un modèle dynamique de pile PEM à partir de ces caractérisations expérimentales effectuées.

Evaluer le comportement dynamique de la pile PEM face à des perturbations générées par la connexion de convertisseurs statiques.

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

- Matière Electrochimie

Pré-requis nécessaires

Bases de la chimie

Objectifs

Acquérir les bases de l'énergétique et de la cinétique électrochimique

Comprendre le fonctionnement des générateurs électrochimiques

Description

- * Introduction : Grandeurs mesurables dans une chaîne électrochimique. Deux siècles de développement de l'électrochimie.
 - * Les chaînes électrochimiques à l'équilibre. Force électromotrice. Potentiel d'électrode. Loi de Nernst. Générateurs primaires, secondaires, piles à combustible. Capacité, rendement.
 - * Les chaînes électrochimiques traversées par un courant : Transfert électronique hétérogène. Couplage du transfert électronique hétérogène et des phénomènes de transport en solution. Les divers régimes cinétiques. Loi de Butler-Volmer. Intensité limite.
- Applications à la mise au point de procédés électrochimiques de synthèse. Applications à la corrosion. Applications à l'étude du fonctionnement des générateurs (charge, décharge).
 - Aperçu sur les diverses méthodes électrochimiques. Potentiostat.

Responsable(s)

VERGNES HUGUES

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

français

Bibliographie

A. J. BARD et L.R. FAULKNER. **Electrochimie : Principes, méthodes et applications. MASSON**

· Matière Smart Grids

Pré-requis nécessaires

Notions élémentaires en physique (éléments sur la puissance et l'énergie) en électricité (réseaux électriques). Connaissances élémentaires en électronique de puissance.

Objectifs

Définition des enjeux de gestion des réseaux électriques intelligents

Application à des micro réseaux incluant sources de production renouvelables, stockage

Description

I. Emergence des smart grids : évolution et contexte

1. Fonctionnement actuel des réseaux électriques: rappels

2. Des réseaux électriques en pleine mutation

3. Emergence du concept de smart grids

4. Principaux verrous des smart grids

II. Les services systèmes et services au réseau

1. Rappel des principes de réglage des producteurs et des réseaux électriques actuels
2. Les services réseaux et systèmes
 - dans les réseaux continentaux
 - dans les réseaux insulaires
- III. Nouveaux degrés de liberté :
 1. Le stockage, pour compenser l'intermittence de production, consommation
 2. L'intégration de la mobilité électrique: concept vehicle to grid (V2G) ; grid to vehicle (G2V)
 3. Les outils de prédictions pour la production (vent, irradiation) et la consommation
 4. Concepts de base pour la gestion des réseaux de distribution (GRD)
 5. Nouveaux concepts pour la gestion des réseaux de transport (GRT): lignes virtuelles
- IV. Les mécanismes de marchés et de régulation (en bref)
- V. Nécessité d'une vision technico économique
- VI. Les smart grids « démarrent » dans les réseaux insulaires
- VII Les microréseaux, smart home, compteur communicant

Bibliographie

Smart Grids, les réseaux électriques intelligents, ss la direction de N. Hadj Said et J.C Sabonnadière, éditions Hermes, EGEM Génie Electrique, ISBN 978 2 74622594 7

B. Robyns & Al, "Gestion et valorisation du stockage de l'énergie dans les réseaux électriques", édition ISTE, 2015, ISBN 978-1-78405-069-6

- Matière Réseaux Electriques décentralisés, embarqués

Pré-requis nécessaires

Circuits électriques de base et bilans de puissance.

Fonctionnement des machines électriques

Objectifs

Connaitre les enjeux clés permettant de choisir l'architecture et dimensionner un réseau électrique embarqué par rapport à un cahier des charges.

Description

À l'issue de ce module, les étudiants connaîtront les éléments à prendre en compte lors du dimensionnement d'un réseau embarqué, comme les problématiques de qualité et stabilité, l'apport de l'hybridation, la sécurité et la fiabilité et la CEM.

Responsable(s)
ROUX NICOLAS

- Matière Hybridation Energétique des systèmes

Objectifs

A la fin du cours, l'étudiant connaît les architectures des systèmes hybrides et les caractéristiques énergie/puissance des sources et des éléments de stockage de l'énergie.

Il sera capable d'analyser la mission d'un système énergétique, de juger sur la pertinence de son hybridation et de concevoir et dimensionner un système hybride.

L'étudiant sera également capable de proposer une stratégie de gestion d'énergie d'un système énergétique multi-sources en respectant les caractéristiques intrinsèques des sources associées.

At the end of the course, the student will be able to identify the architectures of the hybrid systems and to know the energy/power characteristics of some sources and energy storage elements.

He will be able to analyze the mission of an energy system, to evaluate the relevance of its hybridization and to design a hybrid system.

The student will also be able to propose an energy management strategy of a multi-source energy system by respecting the intrinsic characteristics of the associated sources.

Description

En plus des théories relatives à l'hybridation et à la gestion d'énergie des systèmes multi-sources, le cours est basé sur plusieurs exemples de systèmes énergétiques hybrides issus du retour d'expérience du laboratoire Laplace dans ce domaine de recherche. Ces exemples concernent en particulier le domaine de transport (l'aéronautique, le ferroviaire et le routier).

In addition to the hybridization theory and the energy management of multi-source systems, the course is based on several examples of hybrid energy systems from the Laplace laboratory experience feedback. These examples relate in particular to the transport field (aeronautics, rail and road).

Responsable(s)

JAAFAR AMINE

Bibliographie

[1] Akli C.R., Conception systémique d'une locomotive hybride autonome, Thèse de doctorat, Université de Toulouse, 2008.

[2] Bosch, Automotive Handbook, 6^{ème} édition, Bentley Publishers, 2004.

[3] Jaafar A., Akli C.R., Sareni B., Roboam X., Jeunesse A., « Sizing and Energy Management of a Hybrid Locomotive Based on Flywheel and Accumulators », *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol 58, n° 8, octobre 2009.

[4] Duf-Lopez R., Bernal-Agustin J.L., « Multi-objective design of PV-wind-diesel-hydrogen-battery systems », *Renewable Energy*, p. 2559-2572, avril, 2008.

- Matière Electrochimie

Compétences visées

Acquérir les bases de l'énergétique et de la cinétique électrochimique

Comprendre le fonctionnement des générateurs électrochimiques

Description

* Introduction : Grandeurs mesurables dans une chaîne électrochimique. Deux siècles de développement de l'électrochimie.

* Les chaînes électrochimiques à l'équilibre. Force électromotrice. Potentiel d'électrode. Loi de Nernst. Générateurs primaires, secondaires, piles à combustible. Capacité, rendement.

* Les chaînes électrochimiques traversées par un courant : Transfert électronique hétérogène. Couplage du transfert électronique hétérogène et des phénomènes de transport en solution. Les divers régimes cinétiques. Loi de Butler-Volmer. Intensité limite.

- Applications à la mise au point de procédés électrochimiques de synthèse. Applications à la corrosion. Applications à l'étude du fonctionnement des générateurs (charge, décharge).
- Aperçu sur les diverses méthodes électrochimiques. Potentiostat.

Responsable(s)
VERGNES HUGUES

Bibliographie

- Matière Smartgrids (EE)

Pré-requis nécessaires

ce cours se veut introductif et requiert seulement des compétences assez générales en termes de réseaux électriques, compétences dispensées en 3^e année 3EA, en particulier dans les options CERE et Eco Energie.

Objectifs

ce cours en 4 séances a pour but de sensibiliser les étudiants à l'émergence des réseaux électriques intelligents (smart grids) en les distinguant du fonctionnement actuel des réseaux.

Au regard des réseaux électriques actuels, le concept de "smart grids", leurs caractéristiques et principaux verrous sont introduits. Les notions de "services systèmes/services au réseau" (contribution aux réserves de fréquence/tension, ajustement/ effacement, autoconsommation,...) sont présentées. De même, sont décrits les nouveaux degrés de libertés (stockage, mobilité électrique massive, prédictions de production et consommation, compteur communicant,... pour un ajustement de la consommation,...) permettant une "gestion intelligente des réseaux électriques". Le coût pour l'utilisateur de ces nouveaux concepts étant essentiel, un aperçu des mécanismes de marché et des éléments de modèles économiques (investissement, opération) permettront à l'étudiant de faire un lien "technico économique entre performance énergétique et impact économique. Enfin, quelques exemples de smart grids, et l'exemple détaillé de l'autoconsommation dans un éco quartier permettra de mettre ces concepts en évidence de façon plus concrète.

Description

les réseaux électriques intelligents plus communément nommés "smart grids" se situent pleinement dans le contexte de la transition énergétique. L'électrification massive constitue une voie privilégiée vers la nécessaire décarbonation du paysage. Après la mécanisation et l'informatique (internet), les smart grids sont considérés comme la 3eme révolution industrielle, de par le fait qu'ils constituent le maillon essentiel pour favoriser l'équilibrage production consommation d'électricité qui deviendra de plus en plus précaire au fur et à mesure de l'intégration massive d'énergies renouvelables intermittentes (solaire, éolien). Les smart grids se définissent par l'idée d'intégrer infrastructure électrique (énergie) les Technologies de l'Information et de la Communication, ceci afin d'apporter la flexibilité nécessaire pour résoudre ce problème d'équilibrage de puissance dans des conditions fiables (résilientes aux défauts, cyberattaques,...) et pour un coût acceptable par les consommateurs.

Responsable(s)
ROBOAM XAVIER

- Matière Réseaux Electriques décentralisés, embarqués

Pré-requis nécessaires

Circuits électriques de base et bilans de puissance.

Fonctionnement des machines électriques

Objectifs

Connaitre les enjeux clés permettant de choisir l'architecture et dimensionner un réseau électrique embarqué par rapport à un cahier des charges.

Description

À l'issue de ce module, les étudiants connaîtront les éléments à prendre en compte lors du dimensionnement d'un réseau embarqué, comme les problématiques de qualité et stabilité, l'apport de l'hybridation, la sécurité et la fiabilité et la CEM.

Responsable(s)
ROUX NICOLAS

- Matière Electrochimie

Compétences visées

Acquérir les bases de l'énergétique et de la cinétique électrochimique

Comprendre le fonctionnement des générateurs électrochimiques

Description

* Introduction : Grandeurs mesurables dans une chaîne électrochimique. Deux siècles de développement de l'électrochimie.

* Les chaînes électrochimiques à l'équilibre. Force électromotrice. Potentiel d'électrode. Loi de Nernst. Générateurs primaires, secondaires, piles à combustible. Capacité, rendement.

* Les chaînes électrochimiques traversées par un courant : Transfert électronique hétérogène. Couplage du transfert électronique hétérogène et des phénomènes de transport en solution. Les divers régimes cinétiques. Loi de Butler-Volmer. Intensité limite.

· Applications à la mise au point de procédés électrochimiques de synthèse. Applications à la corrosion. Applications à l'étude du fonctionnement des générateurs (charge, décharge).

· Aperçu sur les diverses méthodes électrochimiques. Potentiostat.

Responsable(s)

VERGNES HUGUES

Bibliographie

- Matière Smartgrids (EE)

Pré-requis nécessaires

ce cours se veut introductif et requiert seulement des compétences assez générales en termes de réseaux électriques, compétences dispensées en 3^e année 3EA, en particulier dans les options CERE et Eco Energie.

Objectifs

ce cours en 4 séances a pour but de sensibiliser les étudiants à l'émergence des réseaux électriques intelligents (smart grids) en les distinguant du fonctionnement actuel des réseaux.

Au regard des réseaux électriques actuels, le concept de "smart grids", leurs caractéristiques et principaux verrous sont introduits. Les notions de "services systèmes/services au réseau" (contribution aux réserves de fréquence/tension, ajustement/ effacement, autoconsommation,...) sont présentées. De même, sont décrits les nouveaux degrés de libertés (stockage, mobilité électrique massive, prédictions de production et consommation, compteur communicant,... pour un ajustement de la consommation,...) permettant une "gestion intelligente des réseaux électriques". Le coût pour l'utilisateur de ces nouveaux concepts étant essentiel, un aperçu des mécanismes de marché et des éléments de modèles économiques (investissement, opération) permettront à l'étudiant de faire un lien "technico économique entre performance énergétique et impact économique. Enfin, quelques exemples de smart grids, et l'exemple détaillé de l'autoconsommation dans un éco quartier permettra de mettre ces concepts en évidence de façon plus concrète.

Description

les réseaux électriques intelligents plus communément nommés "smart grids" se situent pleinement dans le contexte de la transition énergétique. L'électrification massive constitue une voie privilégiée vers la nécessaire décarbonation du paysage. Après la mécanisation et l'informatique (internet), les smart grids sont considérés comme la 3eme révolution industrielle, de par le fait qu'ils constituent le maillon essentiel pour favoriser l'équilibrage production consommation d'électricité qui deviendra de plus en plus précaire au fur et à mesure de l'intégration massive d'énergies renouvelables intermittentes (solaire, éolien). Les smart grids se définissent par l'idée d'intégrer infrastructure électrique (énergie) les Technologies de l'Information et de la Communication, ceci afin d'apporter la flexibilité nécessaire pour résoudre ce problème d'équilibrage de puissance dans des conditions fiables (résilientes aux défauts, cyberattaques,...) et pour un coût acceptable par les consommateurs.

Responsable(s)

ROBOAM XAVIER

- Matière Chaîne logistique de l'hydrogène

Responsable(s)
AZZARO-PANTEL CATHERINE

- Matière Production de l'hydrogène

Responsable(s)
SCHNEIDER HENRI

- Matière Stockage de l'hydrogène

Responsable(s)
TORRE JEAN PHILIPPE

- Matière Piles à combustibles et applications de l'hydrogène

- UE Energies renouvelables

Responsable(s)
ALLIET MARION
SCHNEIDER HENRI

- Matière Systèmes Eoliens

Pré-requis nécessaires

Connaissances de bases nécessaires en physique énergétique (notions énergie/puissance), notions élémentaires en électricité et en conversion électromécanique (notions élémentaires sur la génération électrique).

Objectifs

Description des enjeux technico-économiques et réglementaires de l'éolien en France

Description

- 1 . Historique, contexte, marchés de l'aérogénération électrique éolienne. Principaux acteurs du marché ; éléments de développement et de frein à l'expansion de la filière. Eléments de coûts et de développement d'un parc éolien.
- 2 . Caractérisation de la ressource éolienne (le vent), effets d'altitude et de sillage, éléments théoriques (limite de Betz) sur le productible éolien et sur l'efficacité énergétique des aérogénérateurs ; du contrôle mécanique par réglage des pâles aux zones de fonctionnement du démarrage à l'arrêt en sécurité.
- 3 . Constitution des aérogénérateurs électriques : nacelles avec et sans multiplicateur de vitesse ;
- 4 . éléments de conception des chaînes éoliennes selon leur taille et leur technologie ; mini TD ;
- 5 . Analyse transitoire et réglage stable du point de fonctionnement dans le plan couple vitesse ;

Principales architectures de conversion de puissance des chaînes asynchrones et synchrones respectivement avec et sans multiplicateur, avec et sans électronique de puissance ;

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

B. Multon, X. Roboam, B. Dakyo, C. Nichita, O. Gergaud, H. Ben Ahmed, "Aérogénérateurs électriques", Techniques de l'ingénieur D3960, Novembre 2004

• Matière Systèmes à biocombustibles

Objectifs

- * Connaître les différents biocarburants et leur filière de fabrication
- * Connaître l'état des lieux de la filière
- * Comprendre, à travers plusieurs exemples, comment la recherche et l'innovation peuvent apporter des solutions pour renforcer l'intérêt des filières biocarburants
- * Recherche bibliographie
- * Capacités de synthèse, discrimination
- * Présentation orale et capacité de persuasion

Description

Introduction sur les biocarburants :

- * Définition, les grandes familles, classification et Propriétés
- * Situation Mondiale, Européenne, Française
- * Bilans Environnementaux et Economique
- * Législation et ouverture sur l'emploi

Filière bioéthanol 1^{ère} génération:

- Propriétés et utilisations de l'éthanol carburant
- Procédé de production par filière : Schéma général, fermentation, préparation des matières premières, séparation de l'éthanol, perspectives d'amélioration
- Bilans énergétique et environnemental
- Développement de la filière (France, Europe, Monde)

Le biodiesel :

- Données générales : Physico-chimie, normes, rappel sur les production mondiales et européennes, sites de productions
- les matières premières et leur préparation.
- Chimie et procédés, catalyse basique (Lurgi), hétérogène (EsterFIP), ouverture vers procédé HVO

Le biogaz :

- Généralités et Production : Biogaz, GNV, Biogaz-carburant
- Transformations biologiques et Procédés
- Bilans environnementaux et économique en comparaison des autres utilisations

Les systèmes énergétiques biocatalysés: biopiles et électrolyseurs microbiens

- Contexte historique : de la recherche à la réalité économique pour des marchés de niche
- Deux familles de biopiles:
 - * Les piles microbiennes
 - * Les piles enzymatiques
- Production d'hydrogène par électrolyse microbienne

Le rôle de la recherche dans la production et l'utilisation du bioéthanol et du biodiesel, en relation avec les aspects énergétiques et environnementaux

- Introduction sur les enjeux des filières biocarburants
- Le rôle de la recherche pour la production de bioéthanol
 - * Les biocarburants « deuxième génération »
 - * Innovation dans le domaine des procédés de production
 - * Concept de bioraffineries
- Le rôle de la recherche pour la production de biodiesel
 - * Innovation en matière de raffinage et de transformation des huiles végétales
 - * Diversification des matières premières
 - * Adéquation entre motorisation et carburants oxygénés
- Bilans énergétiques et environnementaux

Evaluation :

Projet bibliographique par groupe autour d'une problématique spécifique des biocarburants tels que : la réduction des GES et autres polluants pour le bioéthanol, l'utilisation des terres agricoles pour la production de bioéthanol, le biodiesel produit à partir du procédé HVO, la compréhension des différents critères énergétique pour les carburants appliqué au bioéthanol de blé et au biodiesel de colza, le biogaz : quelle utilisation ? pour quelles raisons ?

Présentation des résultats sous forme de présentation orale

Responsable(s)
ALLIET MARION

Méthode d'enseignement
En présence

Langue d'enseignement
Français

- Matière Valorisation biomasse Haute Température

Objectifs

Apporter des connaissances sur la phénoménologie de la conversion de la biomasse en vue du dimensionnement de réacteurs de vapogazéification.

Description

- Problématique politique/économique/sociale/stratégique

- nouvelles énergies
- énergie renouvelable
- avenir des énergies fossiles ?
- énergie "propre" (cycle du CO₂)
- indépendance énergétique
- les voies de valorisation de la biomasse
 - pyrolyse lente basse T : bio -> liquide
 - pyrolyse rapide haute T : bio -> gaz+charbon
 - pyrolyse très haute température : bio -> gaz
- Généralités sur les procédés de conversion

- Aspect technologique
- filières (gaz, liquide, bases carburants, ...)
- exemples de procédés

- Phénoménologie de la conversion de la biomasse

- définition de la biomasse
- les réactions, généralités
 - espèces mises en jeu
 - enthalpies de réaction => endothermicité => problématique de l'apport de la chaleur (combustion d'un résidu ou apport externe par combustion ou électrique)
- la pyrolyse et la vapogazéification à haute température
 - espèces mises en jeu
 - les réactions, détails
 - la thermo
 - comparaison aux résultats expérimentaux
 - la cinétique
 - la catalyse
 - bilan énergétique

- les réacteurs à lit fluidisé pour la mise en œuvre de la vapogazéification de la biomasse

- introduction à la fluidisation
- description des différentes approches de modélisation
 - l'approche corrélative GC
 - l'approche locale CFD
- résumé des corrélations essentielles pour le prédimensionnement des réacteurs à lits fluidisés
- méthode de prédimensionnement des réacteurs

BER : exemple sur un procédé de conversion du bois en gaz

- description générale
- bilan enthalpique
- prédimensionnement des zones réactionnelles

Responsable(s)
HEMATI MEHRDJI

Méthode d'enseignement
En présence

Langue d'enseignement
Français

Bibliographie

• Matière APP Photovoltaïque

Pré-requis nécessaires

Circuits électriques

Electronique de puissance

Objectifs

Connaître le principe de valorisation de l'énergie solaire photovoltaïque en relation avec le gisement, la conversion PV et les systèmes PV.

Savoir concevoir et dimensionner une installation PV pour un cahier des charges donné.

Connaître les modalités de calcul des indicateurs économiques et positionner les solutions dans le contexte français CRE (Commission de Régulation de l'Energie)

Description

L'énergie solaire : contexte et généralités

II La conversion photovoltaïque :

Le rayonnement dans l'espace, sur Terre, masse atmosphérique

Principes physiques, cellule à jonction PN, caractéristique, influence éclairément et T

Matériaux et technologies des cellules photovoltaïques

III De la cellule au générateur photovoltaïque, modularité

Associations de cellules, mise en série, en parallèle, déséquilibres et protections

Modélisation, simulation, commande MPPT

IV Systèmes photovoltaïques

Problématique, architectures, gestion de l'énergie (raccordé, isolé, stockage, ...)

Production énergétique, gisement solaire, caractérisation, dimensionnement, ACV

Systèmes raccordés au réseau

Systèmes autonomes non raccordés

V Calculs économiques : taux d'actualisation, inflation, TRI, LCOE, ...

Les mécanismes d'aides : tarifs de rachat, compléments de rémunération.

Responsable(s)

SCHNEIDER Henri

Henri.Schneider@enseeiht.fr

Tel. 2354

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

- Matière Installation hydroélectriques de faible puissance

Responsable(s)

BONOMETTI THOMAS

- Matière Systèmes Eoliens

Pré-requis nécessaires

Connaissances de bases nécessaires en physique énergétique (notions énergie/puissance), notions élémentaires en électricité et en conversion électromécanique (notions élémentaires sur la génération électrique).

Objectifs

Ce cours en 4 à 5 séances introduit les principaux tenants et concepts inhérents à la conversion d'énergie éolienne en électricité, passant par les principaux constituants des aérogénérateurs jusqu'aux architectures constituant l'éolien moderne sur terre ou en mer. Le contenu du cours inclut : Historique, contexte, marchés de l'aérogénération électrique éolienne. Principaux acteurs du marché ; éléments de développement et de frein à l'expansion de la filière. Eléments de coûts et de développement d'un parc éolien.

- * Caractérisation de la ressource éolienne (le vent), effets d'altitude et de sillage, éléments théoriques (limite de Betz) sur le productible éolien et sur l'efficacité énergétique des aérogénérateurs ; du contrôle mécanique par réglage des pâles aux zones de fonctionnement du démarrage à l'arrêt en sécurité.
- * Constitution des aérogénérateurs électriques : nacelles avec et sans multiplicateur de vitesse ;
- * éléments de conception des chaînes éoliennes selon leur taille et leur technologie ;
- * Analyse transitoire et réglage stable du point de fonctionnement dans le plan couple vitesse ;
- * Principales architectures de conversion de puissance des chaînes asynchrones et synchrones respectivement avec et sans multiplicateur, avec et sans électronique de puissance ; Eléments de réglage des puissances actives et réactives dans ces chaînes d'énergie.

- Matière Systèmes à Biocombustibles

Pré-requis nécessaires

Connaissances scientifiques basiques : savoir interpréter un graphique, manipuler des ordres de grandeur, comprendre des grandeurs tel qu'un rendement ou un bilan, notions en procédés, recherche bibliographique, ...

Compétences visées

Connaitre les différents biocarburants et leur filière de fabrication

Connaitre l'état des lieux de la filière

Comprendre, à travers plusieurs exemples, comment la recherche et l'innovation peuvent apporter des solutions pour renforcer l'intérêt des filières biocarburants

Recherche bibliographie

Capacités de synthèse, discrimination

Description

Introduction sur les biocarburants :

- * Définition, les grandes familles, classification et Propriétés
- * Situation Mondiale, Européenne, Française
- * Bilans Environnementaux et Economique Législation et ouverture sur l'emploi

Filière bioéthanol 1^{ère} génération:

- Propriétés et utilisations de l'éthanol carburant
- Procédé de production par filière : Schéma général, fermentation, préparation des matières premières, séparation de l'éthanol, perspectives d'amélioration
- Bilans énergétique et environnemental
- Développement de la filière (France, Europe, Monde)

Le biodiesel :

- Données générales : Physico-chimie, normes, rappel sur les production mondiales et européennes, sites de productions
- les matières premières et leur préparation.

Chimie et procédés, catalyse basique (Lurgi), hétérogène (EsterFIP), ouverture vers procédé HVO

Le biogaz :

- Généralités et Production : Biogaz, GNV, Biogaz-carburant
- Transformations biologiques et Procédés
- Bilans environnementaux et économique en comparaison des autres utilisations

Les systèmes énergétiques biocatalysés: biopiles et électrolyseurs microbiens

- * Contexte historique : de la recherche à la réalité économique pour des marchés de niche
- * Deux familles de biopiles:
 - * Les piles microbiennes
 - * Les piles enzymatiques
- * Production d'hydrogène par électrolyse microbienne

Le rôle de la recherche dans la production et l'utilisation du bioéthanol et du biodiesel, en relation avec les aspects énergétiques et environnementaux

- * Introduction sur les enjeux des filières biocarburants
- * Le rôle de la recherche pour la production de bioéthanol

- * Les biocarburants « deuxième génération »
- * Innovation dans le domaine des procédés de production
- * Concept de bioraffineries

- * Le rôle de la recherche pour la production de biodiesel
- * Innovation en matière de raffinage et de transformation des huiles végétales
- * Diversification des matières premières
- * Adéquation entre motorisation et carburants oxygénés
- * Bilans énergétiques et environnementaux

Responsable(s)

ALLIET MARION

Bibliographie

* Le baromètre des biocarburants (mise à jour presque tous les ans), publié par l'observatoire des Energie Renouvelables Obser'ER.

* Biomass, Biofuels, Biochemicals: Biofuels: Alternative Feedstocks and Conversion Processes for the Production of Liquid and Gaseous Biofuels, Second Edition, edited by

* Ashok Pandey, Christian Larroche, Claude-Gilles Dussap, Academic Press, 2019

Moletta, René. *La méthanisation*. 3e éd. Paris: Lavoisier-Médecine sciences, 2015.

• Matière Valorisation Biomasse Haute Température

Responsable(s)

ALLIET MARION

• Matière APP Photovoltaïque

Compétences visées

Connaître le principe de valorisation de l'énergie solaire photovoltaïque en relation avec le gisement, la conversion PV et les systèmes PV.

Savoir concevoir et dimensionner une installation PV pour un cahier des charges donné.

Connaitre les modalités de calcul des indicateurs économiques et positionner les solutions dans le contexte français CRE (Commission de Régulation de l'Energie)

Description

I L'énergie solaire : contexte et généralités

II La conversion photovoltaïque :

Le rayonnement dans l'espace, sur Terre, masse atmosphérique

Principes physiques, cellule à jonction PN, caractéristique, influence éclaircissement et T

Matériaux et technologies des cellules photovoltaïques

III De la cellule au générateur photovoltaïque, modularité

Associations de cellules, mise en série, en parallèle, déséquilibres et protections

Modélisation, simulation, commande MPPT

IV Systèmes photovoltaïques

Problématique, architectures, gestion de l'énergie (raccordé, isolé, stockage, ...)

Production énergétique, gisement solaire, caractérisation, dimensionnement, ACV

Systèmes raccordés au réseau

Systèmes autonomes non raccordés

V Calculs économiques : taux d'actualisation, inflation, TRI, LCOE, ...

Les mécanismes d'aides : tarifs de rachat, compléments de rémunération.

Responsable(s)
SCHNEIDER HENRI

Bibliographie

PHOTOVOLTAICS Fundamentals, technology and practice

Konrad Mertens WILEY Editions ISBN 978-1-118-63416-5

Techniques de l'ingénieur D3935 [Conversion photovoltaïque : du rayonnement solaire à la cellule](#) - Stephan Astier

Techniques de l'ingénieur D3936 [Conversion photovoltaïque : de la cellule aux systèmes](#) - Stephan Astier

Sites Internet : EPIA (www.epia.org), PV resources (www.pvresources.com), Observ'ER (www.energies-renouvelables.org), INES (www.institut-solaire.com)

- Matière Installation hydroélectriques de Faible Puissance

Compétences visées

Connaitre les différents ouvrages et différentes solutions techniques mises en œuvre pour des centrales hydrauliques inférieures à 12 MW

Savoir conduire un prédimensionnement technico-économique d'une petite centrale.

Description

L'hydroélectricité : différents types d'ouvrages

Les barrages, leur classement et leur surveillance

Les différentes turbines et le choix en fonction des caractéristiques de l'ouvrage

L'hydrologie d'un aménagement, les ouvrages de prise d'eau, d'amenée et de restitution, les turbines et la puissance disponible, les impacts environnementaux et leurs mesures de réduction. Réglementation à appliquer.

Organisation et législation de la production hydraulique en France, contrats d'obligation d'achat

Prédimensionnement technico-économique d'une centrale (BE)

Visite du site de production EDF Bazacle

Responsable(s)
DUMOND LIONEL

Bibliographie

L'énergie hydraulique - Roger Ginocchio, Pierre Louis Viollet - Collection EDF RetD - Edition TEC et Doc - Lavoisier

Mini-centrales hydroélectriques - Pierre Lavy - EYROLLES Environnement

- UE Projet long

- Matière Projet Long

Responsable(s)
SCHNEIDER HENRI

- UE Harmonisation NTE

- Matière Circuits électrique

Responsable(s)
JAAFAR AMINE

- Matière Conversion statistiques

Responsable(s)
SCHNEIDER HENRI

- Matière Conversion Electromécanique

Responsable(s)
NADAL CLEMENT

- Matière Thermodynamique

Responsable(s)
GOURDON CHRISTOPHE

- Matière Transfert

- Semestre 2 -Mastère et DHET NTE

- UE Thèse Professionnelle - Mastère et DHET NTE

Responsable(s)
AZZARO-PANTEL CATHERINE
SCHNEIDER HENRI

- Matière Thèse Professionnelle NTE

Responsable(s)
AZZARO-PANTEL CATHERINE
SCHNEIDER HENRI

- Semestre 1-Mastère et DHET NTE

- UE Formation générale-NTE

Responsable(s)
AZZARO-PANTEL CATHERINE
SCHNEIDER HENRI

- Matière Anglais 3GE Eco-Energ. S9

Objectifs

Oral and written comprehension, production and interaction tasks
Key communication skills and human skills for professional purpose

Description

The english and Soft skills programme consist of 4 specific assignments per semester designed to develop language, communication and human skills for professional purpose.

INDIVIDUAL SCIENTIFIC PRESENTATIONS

Objective :to further develop and improve professional communication skills

including:

- * .how to structure a presentation
- * .how to find ONE message that has impact for your audience
- * .how to create a storyboard and design simple and high impact slides
- * .how to connect with your audience by learning the importance of body language
- * .how to adapt a presentation to different audiences
- * .how to speak in "conversation" mode rather than "presentation" modePresentation input & teaching

Structuring a presentation and finding ONE clear message for the audience

Creating a storyboard and designing high impact slides

Body language & connecting with your audience

Responsable(s)
HULL ALEXANDRA

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Anglais

- Matière Journées thématiques Energies et Dev Durable**Objectifs**

Disposer d'une connaissance élargie des enjeux de l'énergie et de la transition énergétique

Les énergies fossiles

Le nucléaire

Le CO2

...

Description

Au-delà des enseignements sur les énergies renouvelables (Photovoltaïque, éolien, biogaz,...), au cœur de notre formation Nouvelles Technologies de l'Energie, nous souhaitons donner aux étudiants une vision élargie des problématiques et enjeux de l'énergie. Pour cela nous faisons appel à des industriels spécialistes des différents domaines. Ils interviennent une journée ou une demi-journée, les étudiants font un résumé de l'intervention qui est évalué.

Les journées thématiques :

Les enjeux de la transition énergétique : Stephan Astier Professeur émérite

Histoire de l'Electrochimie : Maurice Comta professeur émérite

Le nucléaire : Christian Latgé, *CEA - Cadarache Nuclear Research Centre*

Le CO2 : Jean-Yves Rossignol, ingénieur-conseil AJYR, agrément Ademe Bilan Carbone 2006®

L'Habitat : Gael Farigoules, Ingénieur INSA, Bureau d'Etude : SCOP ECOZIMUT

Economie : Luc Rouge Professeur d'Economie Toulouse Business School

Nous effectuons également des visites de sites industriels pour illustrer les différents enseignements

Site de production Eolien Photovoltaïque Ville franche de Lauragais

Site de production hydroélectricité Le Bazacle Toulouse

Plateforme Smart ZAE SCLE INEO démonstrateur smart grids

Site de traitement des déchets et production biogaz Clerverts , Organic Vallée

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

- Matière CV, Lettre de Motivation, Entretien**- Matière CV, Lettre de Motivation, Entretien****- Matière Journée Thématiques Energies et Dev. Durable**

Responsable(s)
AZZARO-PANTEL CATHERINE

- Matière Professional English-LV1-Semestre 9

Responsable(s)
DENNIS CHLOE
TAYLOR KAY

- Matière Anglais Scientifique

Responsable(s)
TAYLOR KAY

- Choix 2 Anglais Professionnel - 3A

A choix: 1 Parmi 1 :

- Matière Anglais Clinique

Responsable(s)
TAYLOR KAY

- Matière Anglais de Cambridge ou Projet

Responsable(s)
TAYLOR KAY

- UE Conception systémique

Responsable(s)
FLOQUET PASCAL
SARENI BRUNO

- Matière Conception et Analyse Procédés

Objectifs

Il s'agit de donner aux étudiants les connaissances nécessaires pour modéliser et analyser des procédés et des chaînes logistiques « énergie » en utilisant les méthodologies du génie des procédés.

Description

* Conception et Analyse de Procédés Durables

- Formulation du problème
- Métrique de Développement Durable
- Critères techniques, énergétiques, environnementaux, sociaux

* Optimisation d'un procédé dans un simulateur modulaire

- La conception des procédés assistée par ordinateur
- Qu'est-ce qu'un simulateur de procédés ?
- Modélisation et simulation d'un procédé - Approche modulaire séquentielle
- Conception d'un procédé - Approche modulaire simultanée
- Application à l'optimisation d'un procédé
-

* Modélisation et optimisation de chaînes logistiques « énergie »

- Principes de modélisation d'une chaîne logistique « énergie »
- Illustration dans un **bureau d'études de conception d'une chaîne « hydrogène »**

* Modélisation et optimisation d'un éco-parc industriel

- Comprendre les enjeux de la mise en œuvre d'une politique d'écologie industrielle (mutualisation énergie-eau) dans un contexte d'économie circulaire

- Analyser les flux de matières et d'énergies entre les entités de l'éco-parc

- Illustration dans un **bureau d'études de conception des échanges au sein d'un éco-parc** via une optimisation multiobjectif (critère environnemental et critère économique) et analyse des solutions obtenues.

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

Méthode d'enseignement

Hybride

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

Sustainable Development in Practice: Case Studies for Engineers and Scientists, 2nd Edition

Adisa Azapagic (Editor), Slobodan Perdan (Co-Editor)

ISBN: 978-0-470-71872-8 February 2011

- Matière Modélisation systémique en Bond Graph

Pré-requis nécessaires

Notions élémentaires en physique (éléments sur la puissance et l'énergie) en électricité (formalisme circuit), en mécanique et hydraulique. Connaissances élémentaires en électronique de puissance (convertisseurs DC DC) et en conversion électromécanique.

Objectifs

Présentation de l'outil de modélisation multiphysique Bond Graph

Description

Part A : concepts théoriques de base des Bond Graphs

concepts généraux pour la modélisation pour les systèmes énergétiques multiphysiques ;

Eléments et composants de base des Bond-Graphs ;

Construction de Bond Graphs en électricité, mécanique and hydraulique ;

Exemples multidisciplinaires: EHA (Electro-Hydraulic Actuator), Générateur Photovoltaïque

Propriétés Causales des Bond Graphs : sens physique des couplages énergétiques, vision mathématique et Automatique ;

Du Bond Graph causal à l'analyse des systèmes : établissement formalisé d'une fonction de transfert à partir des chemins causaux

Part B. Applications : le Bond Graph en "electrical engineering"

Modèle à granularité variable de cellules de commutation et de convertisseurs statiques en électronique de puissance

Modèles pour la conversion électromécanique (machines électriques)

Exemples de systèmes en electrical engineering : systèmes hybrides à énergies renouvelables

Responsable(s)

JAAFAR AMINE

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

X. Roboam & al, "Conception systémique pour la conversion d'énergie électrique ¹, Gestion, analyse et synthèse", paru Septembre 2012 aux éditions Hermes, ISBN 978-2-7462-3192-4

G. Dauphin-Tanguy, Les Bond Graphs, édition Hermès, Paris, 2000

- Matière Ecoconception, ACV, gestion de projet

Objectifs

- Comprendre la démarche d'une analyse de cycle de vie ;
- Connaître les bases de données et les méthodes existantes ;
- Etre capable d'analyser et de critiquer une analyse de cycle de vie déjà réalisée ;

Etre en mesure d'appliquer la méthode d'analyse de cycle de vie

Description

Introduction : de l'écobilan à l'ACV, les normes ISO 14040

- Principe Général de l'ACV
- Présentation des quatre étapes de l'ACV :

1-Définition des objectifs du système :

Objectif et champ de l'étude ;

Fonction du produit ou du système ;

Unité fonctionnelle et flux de références ;

Arbre des processus ;

Exemples d'application ;

2- Inventaire des émissions et extractions

Base de données d'inventaire (ex. Ecolnvent...)

Exemple d'inventaire des extractions et émissions (fabrication d'alumine ...)

Méthode de calcul de l'inventaire des extractions et émissions

Bilan énergétique et bilan de CO2

3- Analyse de l'impact environnemental

Méthode d'interprétation des données d'inventaire

Caractérisation intermédiaire : calcul du score d'impact intermédiaire

Caractérisation des dommages : calcul du score de caractérisation de dommages

4- Interprétation

- Méthodologie de réalisation d'une ACV : Approche itérative (Evaluation préliminaire ou screening, Analyse détaillée), calcul « à la main », présentation sommaire des logiciels de calculs existants.

Programme et contenu du Bureau d'étude :

* Réalisation d'une analyse de cycle de vie de panneaux solaires photovoltaïques, utilisation du logiciel SimaPro

Présentation des résultats sous forme de rapport et d'exposé oral

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

Méthode d'enseignement

Hybride

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

Analyse du cycle de vie : Comprendre et réaliser un écobilan, Olivier Jolliet, Myriam Saadé, Pierre Crettaz, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes

- Matière Conception par Optimisation

Objectifs

Il s'agit de donner aux étudiants les connaissances nécessaires pour appréhender le domaine de l'optimisation et, plus généralement, de l'aide à la décision : l'objectif principal de ce module n'est pas tant la présentation d'une collection d'algorithmes et de techniques utilisés comme autant de recettes, mais plutôt la présentation d'une démarche, dont le pré requis indispensable est la formalisation du problème à traiter.

. Une étude de cas dans le domaine de la conception d'un système énergétique illustre les concepts.

Description

L'objectif de ce cours est de présenter des méthodes d'optimisation multiobjectif et d'aide à la décision pour la résolution d'un problème, en vue de sélectionner une solution de compromis parmi une multitude de solutions possibles.

Principes des méthodes d'optimisation multiobjectif

Classification des différentes méthodes : méthodes scalaires, interactives, « floues », méthodes à base de métaheuristiques, méthodes d'aide à la décision ;

Présentation des méthodes scalaires et illustration à travers la résolution de problèmes analytiques simples ;

Intérêt et principes des méthodes à base de métaheuristiques : algorithmes génétiques multi-objectifs ;

Présentation des méthodes d'aide à la décision : relation d'ordre, relation d'équivalence, relation de préférence, définition d'un critère. Illustration à travers la méthode TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) ;

Etude de cas en bureau d'études: cogénération chaleur-électricité par une turbine à gaz : formulation du problème, optimisation multi-objectif et aide à la décision sur la base de critères techniques, économiques et environnementaux.

Responsable(s)

SARENI BRUNO

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

Optimisation multiobjectif 2002, Y. Collette, P. Siarry

- Matière Conception et Analyse Procédés

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

- Matière Modélisation systémique en Bond Graph

Pré-requis nécessaires

Connaissance de base des systèmes physiques.

Objectifs

A la fin du cours, l'étudiant maîtrise le formalisme Bond Graph en connaissant les différents éléments de base et les règles de connexion de ces éléments.

Il sera capable d'analyser les différents couplages dans un système en identifiant les boucles causales du système.

L'étudiant sera également capable de déterminer la fonction du transfert du système à partir du modèle Bond Graph établi.

Description

Le cours consiste à introduire l'approche de modélisation par l'outil Bond Graph. Il s'agit d'une approche multi-physique permettant de modéliser, sous le même langage, différents phénomènes physiques et de prendre en compte les divers couplages entre les composants d'un système. Cette approche est appliquée dans ce cours à différents exemples de systèmes multi-flux et multi-physiques.

Le cours est complété par un bureau d'étude qui consiste à modéliser un actionneur électro-hydraulique (EHA) d'un avion A320 par l'approche Bond Graph et à remplacer la source d'alimentation de cet EHA par une pile à combustible hybridée par des super condensateurs.

Responsable(s)

JAAFAR AMINE

- Matière Ecoconception et ACV

Compétences visées

- Comprendre la démarche d'une analyse de cycle de vie ;
- Connaître les bases de données et les méthodes existantes ;
- Etre capable d'analyser et de critiquer une analyse de cycle de vie déjà réalisée .
- Etre en mesure d'appliquer la méthode d'analyse de cycle de vie.

Description

Introduction : de l'écobilan à l'ACV, les normes ISO 14040

- Principe Général de l'ACV
- Présentation des quatre étapes de l'ACV :

1-Définition des objectifs du système :

Objectif et champ de l'étude ;

Fonction du produit ou du système ;

Unité fonctionnelle et flux de références ;

Arbre des processus ;

Exemples d'application ;

2- Inventaire des émissions et extractions

Base de données d'inventaire (ex. EcoInvent...)

Exemple d'inventaire des extractions et émissions (fabrication d'alumine ...)

Méthode de calcul de l'inventaire des extractions et émissions

Bilan énergétique et bilan de CO2

3- Analyse de l'impact environnemental

Méthode d'interprétation des données d'inventaire

Caractérisation intermédiaire : calcul du score d'impact intermédiaire

Caractérisation des dommages : calcul du score de caractérisation de dommages

4- Interprétation

- Méthodologie de réalisation d'une ACV : Approche itérative (Evaluation préliminaire ou screening, Analyse détaillée), calcul « à la main », présentation sommaire des logiciels de calculs existants.

Programme et contenu du Bureau d'étude :

- * Réalisation d'une analyse de cycle de vie de panneaux solaires photovoltaïques, utilisation du logiciel SimaPro

Présentation des résultats sous forme de rapport et d'exposé oral

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

Bibliographie

Analyse du cycle de vie : Comprendre et réaliser un écobilan, Olivier Jolliet, Myriam Saadé, Pierre Crettaz, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes

- Matière Modélisation systémique en Bond Graph

Pré-requis nécessaires

Connaissance de base des systèmes physiques.

Objectifs

A la fin du cours, l'étudiant maîtrise le formalisme Bond Graph en connaissant les différents éléments de base et les règles de connexion de ces éléments.

Il sera capable d'analyser les différents couplages dans un système en identifiant les boucles causales du système.

L'étudiant sera également capable de déterminer la fonction du transfert du système à partir du modèle Bond Graph établi.

Description

Le cours consiste à introduire l'approche de modélisation par l'outil Bond Graph. Il s'agit d'une approche multi-physique permettant de modéliser, sous le même langage, différents phénomènes physiques et de prendre en compte les divers couplages entre les composants d'un système. Cette approche est appliquée dans ce cours à différents exemples de systèmes multi-flux et multi-physiques.

Le cours est complété par un bureau d'étude qui consiste à modéliser un actionneur électro-hydrostatique (EHA) d'un avion A320 par l'approche Bond Graph et à remplacer la source d'alimentation de cet EHA par une pile à combustible hybridée par des super condensateurs.

Responsable(s)

JAAFAR AMINE

- Matière Ecoconception et ACV

Compétences visées

- Comprendre la démarche d'une analyse de cycle de vie ;

- Connaître les bases de données et les méthodes existantes ;
- Etre capable d'analyser et de critiquer une analyse de cycle de vie déjà réalisée .
- Etre en mesure d'appliquer la méthode d'analyse de cycle de vie.

Description

Introduction : de l'écobilan à l'ACV, les normes ISO 14040

- Principe Général de l'ACV
- Présentation des quatre étapes de l'ACV :

1-Définition des objectifs du système :

Objectif et champ de l'étude ;

Fonction du produit ou du système ;

Unité fonctionnelle et flux de références ;

Arbre des processus ;

Exemples d'application ;

2- Inventaire des émissions et extractions

Base de données d'inventaire (ex. EcoInvent...)

Exemple d'inventaire des extractions et émissions (fabrication d'alumine ...)

Méthode de calcul de l'inventaire des extractions et émissions

Bilan énergétique et bilan de CO2

3- Analyse de l'impact environnemental

Méthode d'interprétation des données d'inventaire

Caractérisation intermédiaire : calcul du score d'impact intermédiaire

Caractérisation des dommages : calcul du score de caractérisation de dommages

4- Interprétation

- Méthodologie de réalisation d'une ACV : Approche itérative (Evaluation préliminaire ou screening, Analyse détaillée), calcul « à la main », présentation sommaire des logiciels de calculs existants.

Programme et contenu du Bureau d'étude :

- * Réalisation d'une analyse de cycle de vie de panneaux solaires photovoltaïques, utilisation du logiciel SimaPro

Présentation des résultats sous forme de rapport et d'exposé oral

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

Bibliographie

Analyse du cycle de vie : Comprendre et réaliser un écobilan, Olivier Jolliet, Myriam Saadé, Pierre Crettaz, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes

- Matière Optimisation de procédés et systèmes énergétiques

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

- Matière Hybridation Energétique des systèmes

Objectifs

A la fin du cours, l'étudiant connaît les architectures des systèmes hybrides et les caractéristiques énergie/puissance des sources et des éléments de stockage de l'énergie.

Il sera capable d'analyser la mission d'un système énergétique, de juger sur la pertinence de son hybridation et de concevoir et dimensionner un système hybride.

L'étudiant sera également capable de proposer une stratégie de gestion d'énergie d'un système énergétique multi-sources en respectant les caractéristiques intrinsèques des sources associées.

At the end of the course, the student will be able to identify the architectures of the hybrid systems and to know the energy/power characteristics of some sources and energy storage elements.

He will be able to analyze the mission of an energy system, to evaluate the relevance of its hybridization and to design a hybrid system.

The student will also be able to propose an energy management strategy of a multi-source energy system by respecting the intrinsic characteristics of the associated sources.

Description

En plus des théories relatives à l'hybridation et à la gestion d'énergie des systèmes multi-sources, le cours est basé sur plusieurs exemples de systèmes énergétiques hybrides issus du retour d'expérience du laboratoire Laplace dans ce domaine de recherche. Ces exemples concernent en particulier le domaine de transport (l'aéronautique, le ferroviaire et le routier).

In addition to the hybridization theory and the energy management of multi-source systems, the course is based on several examples of hybrid energy systems from the Laplace laboratory experience feedback. These examples relate in particular to the transport field (aeronautics, rail and road).

Responsable(s)

JAAFAR AMINE

Bibliographie

[1] Akli C.R., Conception systémique d'une locomotive hybride autonome, Thèse de doctorat, Université de Toulouse, 2008.

[2] Bosch, Automotive Handbook, 6^{ème} édition, Bentley Publishers, 2004.

[3] Jaafar A., Akli C.R., Sareni B., Roboam X., Jeunesse A., « Sizing and Energy Management of a Hybrid Locomotive Based on Flywheel and Accumulators », *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol 58, n° 8, octobre 2009.

- UE Systèmes Hybrides, Smart-grids

Responsable(s)
MONTASTRUC LUDOVIC
JAAFAR AMINE

- Matière Réseaux électriques décentralisés, embarqués

Objectifs

- * Connaître les critères caractéristiques (sécurité, stabilité...) d'un réseau électrique embarqué ou décentralisé par rapport à un réseau de distribution classique.
- * Appréhender les éléments principaux (stockage...) utilisés dans le dimensionnement d'un tel réseau.
- * Proposer différentes architectures de réseaux par rapport à un cahier des charges donné.
- * Savoir lire un schéma électrique complet d'une installation photovoltaïque en étant capable d'identifier les différents appareillages nécessaires ainsi que leur fonction et dimensionnement.

Description

1. Sécurité et fiabilité

- * Concepts liés (ségrégation défaut, reconfiguration, réseau de secours, ...)
- * Exemple d'un réseau aéronautique

2. Profil de mission à remplir

- * Intérêt de l'hybridation des sources afin d'optimiser leur utilisation
- * Utilisation du plan de Ragone dans le dimensionnement d'éléments de stockage

3. Qualité (réseau AC et DC)

- * Définition des normes de qualité (courant, tension)
- * Solutions d'amélioration de la qualité

4. Stabilité (réseau AC et DC)

- * Structure et fonctionnement des réseaux électriques AC
- * Principes des réglages de fréquence et de tension sur les réseaux (primaire, secondaire, ...)
- * Limitation de puissance des lignes de transport
- * Instabilité liée aux interactions filtres-systèmes régulés

5. Problèmes CEM

- * Types de couplage
- * Mesures des perturbations et moyens de protection
- * Enjeux de la CEM pour les réseaux électriques
- * Problématique de la foudre

6. Étude des installations PV raccordées au réseau de distribution

- * Définitions des appareillages électriques et des classes de protection

- * Schéma de liaison à la terre en BT
- * Parafoudres
- * Étude d'exemples de schéma d'installations

Responsable(s)

ROUX Nicolas
Nicolas.Roux@enseeiht.fr
Tel. 2428

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

T. Christen et M. W. Carlen, « Theory of Ragone plots », Journal of Power Sources 91, pp. 210-216.

O. Gergaud, « Modélisation énergétique et optimisation économique d'un système de production éolien et photovoltaïque couplé au réseau et associé à un accumulateur », Thèse ENS Cachan, 2002.

- Matière Hybridation énergétique des systèmes**Pré-requis nécessaires**

Connaissances de base en électronique de puissance et en machines électriques.

Objectifs

A la fin du cours, l'étudiant connaît les architectures des systèmes hybrides et les caractéristiques énergie/puissance des sources et des éléments de stockage de l'énergie.

Il sera capable d'analyser la mission d'un système énergétique, de juger sur la pertinence de son hybridation et de concevoir et dimensionner un système hybride.

L'étudiant sera également capable de proposer une stratégie de gestion d'énergie d'un système énergétique multi-sources en respectant les caractéristiques intrinsèques des sources associées.

Compétences visées

- Connaître les architectures des systèmes énergétiques hybrides.
- Connaître les caractéristiques énergie/puissance des sources d'énergie.
- Être capable d'analyser une mission d'un système énergétique et de juger sur l'intérêt de son hybridation.
- Savoir concevoir et dimensionner un système hybride
- Proposer une stratégie de gestion d'énergie permettant de respecter les performances énergétiques des sources d'énergie d'un système hybride.

Description

En plus des théories relatives à l'hybridation et à la gestion d'énergie des systèmes multi-sources, le cours est basé sur plusieurs exemples de systèmes énergétiques hybrides issus du retour d'expérience du laboratoire Laplace dans ce domaine de recherche. Ces exemples concernent en particulier le domaine de transport (l'aéronautique, le ferroviaire et le routier).

Volume horaire

8.75 h

Responsable(s)

JAAFAR AMINE

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement
Français

- Matière Composants électrochimiques et Piles à combustibles

Pré-requis nécessaires

Cours Electrochimie

Objectifs

Descriptions des modèles circuit des composants électrochimiques piles à combustible et électrolyseurs.

Description et mise en oeuvre des outils de caractérisation par spectroscopie d'impédance

Description

- 1) Introduction sur les potentialités des piles à combustible et de l'hydrogène
- 2) Eléments de caractérisation et de modélisation sur les piles à combustible et les électrolyseurs (focus sur la technologie PEM)
 - 2.1) Principe de fonctionnement et constitution
 - 2.2) Composant idéal: considérations thermodynamiques
 - 2.3) Composant réel: prise en compte des phénomènes physico-chimiques irréversibles
 - 2.4) Modélisation dynamique par analogies électriques
 - 2.5) Caractérisations expérimentales: courbe de polarisation, échelons de courant, spectroscopie d'impédance
 - 2.6) Interactions piles à combustible/ convertisseurs DC/DC (boost et buck)

Le bureau d'étude et de recherche est axé sur la pile à combustible et consiste en :

Evaluer deux méthodologies complémentaires de caractérisation expérimentale :

- * Tracé dynamique de courbe tension-courant.
- * Spectroscopie d'impédance.

Paramétrer un modèle dynamique de pile PEM à partir de ces caractérisations expérimentales effectuées.

Evaluer le comportement dynamique de la pile PEM face à des perturbations générées par la connexion de convertisseurs statiques.

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

- Matière Electrochimie

Pré-requis nécessaires

Bases de la chimie

Objectifs

Acquérir les bases de l'énergétique et de la cinétique électrochimique

Comprendre le fonctionnement des générateurs électrochimiques

Description

- * Introduction : Grandeurs mesurables dans une chaîne électrochimique. Deux siècles de développement de l'électrochimie.
- * Les chaînes électrochimiques à l'équilibre. Force électromotrice. Potentiel d'électrode. Loi de Nernst. Générateurs primaires, secondaires, piles à combustible. Capacité, rendement.
- * Les chaînes électrochimiques traversées par un courant : Transfert électronique hétérogène. Couplage du transfert électronique hétérogène et des phénomènes de transport en solution. Les divers régimes cinétiques. Loi de Butler-Volmer. Intensité limite.

- Applications à la mise au point de procédés électrochimiques de synthèse. Applications à la corrosion. Applications à l'étude du fonctionnement des générateurs (charge, décharge).
- Aperçu sur les diverses méthodes électrochimiques. Potentiostat.

Responsable(s)

VERGNES HUGUES

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

français

Bibliographie

A. J. BARD et L.R. FAULKNER. **Electrochimie : Principes, méthodes et applications. MASSON**

- Matière Smart Grids

Pré-requis nécessaires

Notions élémentaires en physique (éléments sur la puissance et l'énergie) en électricité (réseaux électriques). Connaissances élémentaires en électronique de puissance.

Objectifs

Définition des enjeux de gestion des réseaux électriques intelligents

Application à des micro réseaux incluant sources de production renouvelables, stockage

Description

I. Emergence des smart grids : évolution et contexte

1. Fonctionnement actuel des réseaux électriques: rappels

2. Des réseaux électriques en pleine mutation

3. Emergence du concept de smart grids

4. Principaux verrous des smart grids

II. Les services systèmes et services au réseau

1. Rappel des principes de réglage des producteurs et des réseaux électriques actuels

2. Les services réseaux et systèmes

- dans les réseaux continentaux

- dans les réseaux insulaires

III. Nouveaux degrés de liberté :

1. Le stockage, pour compenser l'intermittence de production, consommation
2. L'intégration de la mobilité électrique: concept vehicle to grid (V2G) ; grid to vehicle (G2V)
3. Les outils de prédictions pour la production (vent, irradiation) et la consommation
4. Concepts de base pour la gestion des réseaux de distribution (GRD)
5. Nouveaux concepts pour la gestion des réseaux de transport (GRT): lignes virtuelles

IV. Les mécanismes de marchés et de régulation (en bref)

V. Nécessité d'une vision technico économique

VI. Les smart grids « démarrent » dans les réseaux insulaires

VII Les microréseaux, smart home, compteur communicant

Bibliographie

Smart Grids, les réseaux électriques intelligents, ss la direction de N. Hadj Said et J.C Sabonnadière, éditions Hermes, EGEM Génie Electrique, ISBN 978 2 74622594 7

B. Robyns & Al, "Gestion et valorisation du stockage de l'énergie dans les réseaux électriques", édition ISTE, 2015, ISBN 978-1-78405-069-6

- Matière Réseaux Electriques décentralisés, embarqués

Pré-requis nécessaires

Circuits électriques de base et bilans de puissance.

Fonctionnement des machines électriques

Objectifs

Connaitre les enjeux clés permettant de choisir l'architecture et dimensionner un réseau électrique embarqué par rapport à un cahier des charges.

Description

À l'issue de ce module, les étudiants connaîtront les éléments à prendre en compte lors du dimensionnement d'un réseau embarqué, comme les problématiques de qualité et stabilité, l'apport de l'hybridation, la sécurité et la fiabilité et la CEM.

Responsable(s)

ROUX NICOLAS

- Matière Hybridation Energétique des systèmes

Objectifs

A la fin du cours, l'étudiant connaît les architectures des systèmes hybrides et les caractéristiques énergie/puissance des sources et des éléments de stockage de l'énergie.

Il sera capable d'analyser la mission d'un système énergétique, de juger sur la pertinence de son hybridation et de concevoir et dimensionner un système hybride.

L'étudiant sera également capable de proposer une stratégie de gestion d'énergie d'un système énergétique multi-sources en respectant les caractéristiques intrinsèques des sources associées.

At the end of the course, the student will be able to identify the architectures of the hybrid systems and to know the energy/power characteristics of some sources and energy storage elements.

He will be able to analyze the mission of an energy system, to evaluate the relevance of its hybridization and to design a hybrid system.

The student will also be able to propose an energy management strategy of a multi-source energy system by respecting the intrinsic characteristics of the associated sources.

Description

En plus des théories relatives à l'hybridation et à la gestion d'énergie des systèmes multi-sources, le cours est basé sur plusieurs exemples de systèmes énergétiques hybrides issus du retour d'expérience du laboratoire Laplace dans ce domaine de recherche. Ces exemples concernent en particulier le domaine de transport (l'aéronautique, le ferroviaire et le routier).

In addition to the hybridization theory and the energy management of multi-source systems, the course is based on several examples of hybrid energy systems from the Laplace laboratory experience feedback. These examples relate in particular to the transport field (aeronautics, rail and road).

Responsable(s)

JAAFAR AMINE

Bibliographie

[1] Akli C.R., Conception systémique d'une locomotive hybride autonome, Thèse de doctorat, Université de Toulouse, 2008.

[2] Bosch, Automotive Handbook, 6^{ème} édition, Bentley Publishers, 2004.

[3] Jaafar A., Akli C.R., Sareni B., Roboam X., Jeunesse A., « Sizing and Energy Management of a Hybrid Locomotive Based on Flywheel and Accumulators », *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol 58, n° 8, October 2009.

[4] Duf-Lopez R., Bernal-Agustin J.L., « Multi-objective design of PV-wind-diesel-hydrogen-battery systems », *Renewable Energy*, p. 2559-2572, April, 2008.

- Matière Electrochimie

Compétences visées

Acquérir les bases de l'énergétique et de la cinétique électrochimique

Comprendre le fonctionnement des générateurs électrochimiques

Description

* Introduction : Grandeurs mesurables dans une chaîne électrochimique. Deux siècles de développement de l'électrochimie.

* Les chaînes électrochimiques à l'équilibre. Force électromotrice. Potentiel d'électrode. Loi de Nernst. Générateurs primaires, secondaires, piles à combustible. Capacité, rendement.

* Les chaînes électrochimiques traversées par un courant : Transfert électronique hétérogène. Couplage du transfert électronique hétérogène et des phénomènes de transport en solution. Les divers régimes cinétiques. Loi de Butler-Volmer. Intensité limite.

· Applications à la mise au point de procédés électrochimiques de synthèse. Applications à la corrosion. Applications à l'étude du fonctionnement des générateurs (charge, décharge).

· Aperçu sur les diverses méthodes électrochimiques. Potentiostat.

Responsable(s)

VERGNES HUGUES

Bibliographie

- Matière Smartgrids (EE)

Pré-requis nécessaires

ce cours se veut introductif et requiert seulement des compétences assez générales en termes de réseaux électriques, compétences dispensées en 3^e année 3EA, en particulier dans les options CERE et Eco Energie.

Objectifs

ce cours en 4 séances a pour but de sensibiliser les étudiants à l'émergence des réseaux électriques intelligents (smart grids) en les distinguant du fonctionnement actuel des réseaux.

Au regard des réseaux électriques actuels, le concept de "smart grids", leurs caractéristiques et principaux verrous sont introduits. Les notions de "services systèmes/services au réseau" (contribution aux réserves de fréquence/tension, ajustement/ effacement, autoconsommation,...) sont présentées. De même, sont décrits les nouveaux degrés de libertés (stockage, mobilité électrique massive, prédictions de production et consommation, compteur communicant,... pour un ajustement de la consommation,...) permettant une "gestion intelligente des réseaux électriques". Le cout pour l'usager de ces nouveaux concepts étant essentiel, un aperçu des mécanismes de marché et des éléments de modèles économiques (investissement, opération) permettront à l'étudiant de faire un lien "technico économique entre performance énergétique et impact économique. Enfin, quelques exemples de smart grids, et l'exemple détaillé de l'autoconsommation dans un éco quartier permettra de mettre ces concepts en évidence de façon plus concrète.

Description

les réseaux électriques intelligents plus communément nommés "smart grids" se situent pleinement dans le contexte de la transition énergétique. L'électrification massive constitue une voie privilégiée vers la nécessaire décarbonation du paysage. Après la mécanisation et l'informatique (internet), les smart grids sont considérés comme la 3eme révolution industrielle, de par le fait qu'ils constituent le maillon essentiel pour favoriser l'équilibrage production consommation d'électricité qui deviendra de plus en plus précaire au fur et à mesure de l'intégration massive d'énergies renouvelables intermittentes (solaire, éolien). Les smart grids se définissent par l'idée d'intégrer infrastructure électrique (énergie) les Technologies de l'Information et de la Communication, ceci afin d'apporter la flexibilité nécessaire pour résoudre ce problème d'équilibrage de puissance dans des conditions fiables (résilientes aux défauts, cyberattaques,...) et pour un cout acceptable par les consommateurs.

Responsable(s)

ROBOAM XAVIER

- Matière Réseaux Electriques décentralisés, embarqués

Pré-requis nécessaires

Circuits électriques de base et bilans de puissance.

Fonctionnement des machines électriques

Objectifs

Connaitre les enjeux clés permettant de choisir l'architecture et dimensionner un réseau électrique embarqué par rapport à un cahier des charges.

Description

À l'issue de ce module, les étudiants connaîtront les éléments à prendre en compte lors du dimensionnement d'un réseau embarqué, comme les problématiques de qualité et stabilité, l'apport de l'hybridation, la sécurité et la fiabilité et la CEM.

Responsable(s)

ROUX NICOLAS

- Matière Electrochimie

Compétences visées

Acquérir les bases de l'énergétique et de la cinétique électrochimique

Comprendre le fonctionnement des générateurs électrochimiques

Description

- * Introduction : Grandeurs mesurables dans une chaîne électrochimique. Deux siècles de développement de l'électrochimie.
- * Les chaînes électrochimiques à l'équilibre. Force électromotrice. Potentiel d'électrode. Loi de Nernst. Générateurs primaires, secondaires, piles à combustible. Capacité, rendement.
- * Les chaînes électrochimiques traversées par un courant : Transfert électronique hétérogène. Couplage du transfert électronique hétérogène et des phénomènes de transport en solution. Les divers régimes cinétiques. Loi de Butler-Volmer. Intensité limite.

- Applications à la mise au point de procédés électrochimiques de synthèse. Applications à la corrosion. Applications à l'étude du fonctionnement des générateurs (charge, décharge).
- Aperçu sur les diverses méthodes électrochimiques. Potentiostat.

Responsable(s)

VERGNES HUGUES

Bibliographie

- Matière Smartgrids (EE)

Pré-requis nécessaires

ce cours se veut introductif et requiert seulement des compétences assez générales en termes de réseaux électriques, compétences dispensées en 3^e année 3EA, en particulier dans les options CERE et Eco Energie.

Objectifs

ce cours en 4 séances a pour but de sensibiliser les étudiants à l'émergence des réseaux électriques intelligents (smart grids) en les distinguant du fonctionnement actuel des réseaux.

Au regard des réseaux électriques actuels, le concept de "smart grids", leurs caractéristiques et principaux verrous sont introduits. Les notions de "services systèmes/services au réseau" (contribution aux réserves de fréquence/tension, ajustement/ effacement, autoconsommation,...) sont présentées. De même, sont décrits les nouveaux degrés de libertés (stockage, mobilité électrique massive, prédictions de production et consommation, compteur communicant,... pour un ajustement de la consommation,...) permettant une "gestion intelligente des réseaux électriques". Le coût pour l'utilisateur de ces nouveaux concepts étant essentiel, un aperçu des mécanismes de marché et des éléments de modèles économiques (investissement, opération) permettront à l'étudiant de faire un lien "technico économique entre performance énergétique et impact économique. Enfin, quelques exemples de smart grids, et l'exemple détaillé de l'autoconsommation dans un éco quartier permettra de mettre ces concepts en évidence de façon plus concrète.

Description

les réseaux électriques intelligents plus communément nommés "smart grids" se situent pleinement dans le contexte de la transition énergétique. L'électrification massive constitue une voie privilégiée vers la nécessaire décarbonation du paysage. Après la mécanisation et l'informatique (internet), les smart grids sont considérés comme la 3eme révolution industrielle, de par le fait qu'ils constituent le maillon essentiel pour favoriser l'équilibrage production consommation d'électricité qui deviendra de plus en plus précaire au fur et à mesure de l'intégration massive d'énergies renouvelables intermittentes (solaire, éolien). Les smart grids se définissent par l'idée d'intégrer infrastructure électrique (énergie) les Technologies de l'Information et de la Communication, ceci afin d'apporter la flexibilité nécessaire pour résoudre ce problème d'équilibrage de puissance dans des conditions fiables (résilientes aux défauts, cyberattaques,...) et pour un coût acceptable par les consommateurs.

Responsable(s)

ROBOAM XAVIER

- Matière Chaîne logistique de l'hydrogène

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

- Matière Production de l'hydrogène

Responsable(s)

SCHNEIDER HENRI

- Matière Stockage de l'hydrogène

Responsable(s)
TORRE JEAN PHILIPPE

- Matière Piles à combustibles et applications de l'hydrogène

- UE Energies renouvelables

Responsable(s)
ALLIET MARION
SCHNEIDER HENRI

- Matière Systèmes Eoliens

Pré-requis nécessaires

Connaissances de bases nécessaires en physique énergétique (notions énergie/puissance), notions élémentaires en électricité et en conversion électromécanique (notions élémentaires sur la génération électrique).

Objectifs

Description des enjeux technico-économiques et réglementaires de l'éolien en France

Description

- 1 . Historique, contexte, marchés de l'aérogénération électrique éolienne. Principaux acteurs du marché ; éléments de développement et de frein à l'expansion de la filière. Eléments de coûts et de développement d'un parc éolien.
- 2 . Caractérisation de la ressource éolienne (le vent), effets d'altitude et de sillage, éléments théoriques (limite de Betz) sur le productible éolien et sur l'efficacité énergétique des aérogénérateurs ; du contrôle mécanique par réglage des pâles aux zones de fonctionnement du démarrage à l'arrêt en sécurité.
- 3 . Constitution des aérogénérateurs électriques : nacelles avec et sans multiplicateur de vitesse ;
- 4 . éléments de conception des chaînes éoliennes selon leur taille et leur technologie ; mini TD ;
- 5 . Analyse transitoire et réglage stable du point de fonctionnement dans le plan couple vitesse ;

Principales architectures de conversion de puissance des chaînes asynchrones et synchrones respectivement avec et sans multiplicateur, avec et sans électronique de puissance ;

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

B. Multon, X. Roboam, B. Dakyo, C. Nichita, O. Gergaud, H. Ben Ahmed, "Aérogénérateurs électriques", Techniques de l'ingénieur D3960, Novembre 2004

B. ROBYNS, A DAVIGNY, B. FRANCOIS, A HENNETON, J SPROOTEN, "Production d'énergie électrique à partir des sources renouvelables", Hermès Sciences Publications-Lavoisier, ISBN. 978-2-7462-2489-6, 5-2012

- Matière Systèmes à biocombustibles

Objectifs

- * Connaître les différents biocarburants et leur filière de fabrication
- * Connaître l'état des lieux de la filière

- * Comprendre, à travers plusieurs exemples, comment la recherche et l'innovation peuvent apporter des solutions pour renforcer l'intérêt des filières biocarburants
- * Recherche bibliographique
- * Capacités de synthèse, discrimination
- * Présentation orale et capacité de persuasion

Description

Introduction sur les biocarburants :

- * Définition, les grandes familles, classification et Propriétés
- * Situation Mondiale, Européenne, Française
- * Bilans Environnementaux et Economique
- * Législation et ouverture sur l'emploi

Filière bioéthanol 1^{ère} génération:

- Propriétés et utilisations de l'éthanol carburant
- Procédé de production par filière : Schéma général, fermentation, préparation des matières premières, séparation de l'éthanol, perspectives d'amélioration
- Bilans énergétique et environnemental
- Développement de la filière (France, Europe, Monde)

Le biodiesel :

- Données générales : Physico-chimie, normes, rappel sur les production mondiales et européennes, sites de productions
- les matières premières et leur préparation.

Chimie et procédés, catalyse basique (Lurgi), hétérogène (EsterFIP), ouverture vers procédé HVO

Le biogaz :

- Généralités et Production : Biogaz, GNV, Biogaz-carburant
- Transformations biologiques et Procédés
- Bilans environnementaux et économique en comparaison des autres utilisations

Les systèmes énergétiques biocatalysés: biopiles et électrolyseurs microbiens

- Contexte historique : de la recherche à la réalité économique pour des marchés de niche
- Deux familles de biopiles:
 - * Les piles microbiennes
 - * Les piles enzymatiques
- Production d'hydrogène par électrolyse microbienne

Le rôle de la recherche dans la production et l'utilisation du bioéthanol et du biodiesel, en relation avec les aspects énergétiques et environnementaux

- Introduction sur les enjeux des filières biocarburants
- Le rôle de la recherche pour la production de bioéthanol
 - * Les biocarburants « deuxième génération »
 - * Innovation dans le domaine des procédés de production
 - * Concept de bioraffineries
- Le rôle de la recherche pour la production de biodiesel

- * Innovation en matière de raffinage et de transformation des huiles végétales
- * Diversification des matières premières
- * Adéquation entre motorisation et carburants oxygénés

- Bilans énergétiques et environnementaux

Evaluation :

Projet bibliographique par groupe autour d'une problématique spécifique des biocombustibles tels que : la réduction des GES et autres polluants pour le bioéthanol, l'utilisation des terres agricoles pour la production de bioéthanol, le biodiesel produit à partir du procédé HVO, la compréhension des différents critères énergétique pour les carburants appliqué au bioéthanol de blé et au biodiesel de colza, le biogaz : quelle utilisation ? pour quelles raisons ?

Présentation des résultats sous forme de présentation orale

Responsable(s)
ALLIET MARION

Méthode d'enseignement
En présence

Langue d'enseignement
Français

- Matière Valorisation biomasse Haute Température

Objectifs

Apporter des connaissances sur la phénoménologie de la conversion de la biomasse en vue du dimensionnement de réacteurs de vapogazéification.

Description

- Problématique politique/économique/sociale/stratégique

- nouvelles énergies
- énergie renouvelable
- avenir des énergies fossiles ?
- énergie "propre" (cycle du CO₂)
- indépendance énergétique

- les voies de valorisation de la biomasse

- pyrolyse lente basse T : bio -> liquide
- pyrolyse rapide haute T : bio -> gaz+charbon
- pyrolyse très haute température : bio -> gaz

- Généralités sur les procédés de conversion

- Aspect technologique
- filières (gaz, liquide, bases carburants, ...)
- exemples de procédés

- Phénoménologie de la conversion de la biomasse

- définition de la biomasse

- les réactions, généralités
 - espèces mises en jeu
 - enthalpies de réaction => endothermicité => problématique de l'apport de la chaleur (combustion d'un résidu ou apport externe par combustion ou électrique)
- la pyrolyse et la vapogazéification à haute température
 - espèces mises en jeu
 - les réactions, détails
 - la thermo
 - comparaison aux résultats expérimentaux
 - la cinétique
 - la catalyse
 - bilan énergétique

- les réacteurs à lit fluidisé pour la mise en œuvre de la vapogazéification de la biomasse

- introduction à la fluidisation
- description des différentes approches de modélisation
 - l'approche corrélative GC
 - l'approche locale CFD
- résumé des corrélations essentielles pour le prédimensionnement des réacteurs à lits fluidisés
- méthode de prédimensionnement des réacteurs

BER : exemple sur un procédé de conversion du bois en gaz

- description générale
- bilan enthalpique
- prédimensionnement des zones réactionnelles

Responsable(s)
HEMATI MEHRDJI

Méthode d'enseignement
En présence

Langue d'enseignement
Français

Bibliographie

Phénomènes de transfert en génie des procédés Jean Pierre Couderc Christophe Gourdon, Alain Liné Edition Tech et Doc Lavoisier

- Matière APP Photovoltaïque

Pré-requis nécessaires

Circuits électriques

Electronique de puissance

Objectifs

Connaître le principe de valorisation de l'énergie solaire photovoltaïque en relation avec le gisement, la conversion PV et les systèmes PV.

Savoir concevoir et dimensionner une installation PV pour un cahier des charges donné.

Connaître les modalités de calcul des indicateurs économiques et positionner les solutions dans le contexte français CRE (Commission de Régulation de l'Energie)

Description

L'énergie solaire : contexte et généralités

II La conversion photovoltaïque :

Le rayonnement dans l'espace, sur Terre, masse atmosphérique

Principes physiques, cellule à jonction PN, caractéristique, influence éclairement et T

Matériaux et technologies des cellules photovoltaïques

III De la cellule au générateur photovoltaïque, modularité

Associations de cellules, mise en série, en parallèle, déséquilibres et protections

Modélisation, simulation, commande MPPT

IV Systèmes photovoltaïques

Problématique, architectures, gestion de l'énergie (raccordé, isolé, stockage, ...)

Production énergétique, gisement solaire, caractérisation, dimensionnement, ACV

Systèmes raccordés au réseau

Systèmes autonomes non raccordés

V Calculs économiques : taux d'actualisation, inflation, TRI, LCOE, ...

Les mécanismes d'aides : tarifs de rachat, compléments de rémunération.

Responsable(s)

SCHNEIDER Henri

Henri.Schneider@enseeiht.fr

Tel. 2354

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

- Matière Installation hydroélectriques de faible puissance

Responsable(s)
BONOMETTI THOMAS

- Matière Systèmes Eoliens

Pré-requis nécessaires

Connaissances de bases nécessaires en physique énergétique (notions énergie/puissance), notions élémentaires en électricité et en conversion électromécanique (notions élémentaires sur la génération électrique).

Objectifs

Ce cours en 4 à 5 séances introduit les principaux tenants et concepts inhérents à la conversion d'énergie éolienne en électricité, passant par les principaux constituants des aérogénérateurs jusqu'aux architectures constituant l'éolien moderne sur terre ou en mer. Le contenu du cours inclut : Historique, contexte, marchés de l'aérogénération électrique éolienne. Principaux acteurs du marché ; éléments de développement et de frein à l'expansion de la filière. Eléments de coûts et de développement d'un parc éolien.

- * Caractérisation de la ressource éolienne (le vent), effets d'altitude et de sillage, éléments théoriques (limite de Betz) sur le productible éolien et sur l'efficacité énergétique des aérogénérateurs ; du contrôle mécanique par réglage des pâles aux zones de fonctionnement du démarrage à l'arrêt en sécurité.
- * Constitution des aérogénérateurs électriques : nacelles avec et sans multiplicateur de vitesse ;
- * éléments de conception des chaînes éoliennes selon leur taille et leur technologie ;
- * Analyse transitoire et réglage stable du point de fonctionnement dans le plan couple vitesse ;
- * Principales architectures de conversion de puissance des chaînes asynchrones et synchrones respectivement avec et sans multiplicateur, avec et sans électronique de puissance ; Eléments de réglage des puissances actives et réactives dans ces chaînes d'énergie.

- Matière Systèmes à Biocombustibles

Pré-requis nécessaires

Connaissances scientifiques basiques : savoir interpréter un graphique, manipuler des ordres de grandeur, comprendre des grandeurs tel qu'un rendement ou un bilan, notions en procédés, recherche bibliographique, ...

Compétences visées

Connaitre les différents biocarburants et leur filière de fabrication

Connaitre l'état des lieux de la filière

Comprendre, à travers plusieurs exemples, comment la recherche et l'innovation peuvent apporter des solutions pour renforcer l'intérêt des filières biocarburants

Recherche bibliographie

Capacités de synthèse, discrimination

Présentation orale et capacité de persuasion

Description

Introduction sur les biocarburants :

- * Définition, les grandes familles, classification et Propriétés

- * Situation Mondiale, Européenne, Française
- * Bilans Environnementaux et Economique Législation et ouverture sur l'emploi

Filière bioéthanol 1^{ère} génération:

- Propriétés et utilisations de l'éthanol carburant
- Procédé de production par filière : Schéma général, fermentation, préparation des matières premières, séparation de l'éthanol, perspectives d'amélioration
- Bilans énergétique et environnemental
- Développement de la filière (France, Europe, Monde)

Le biodiesel :

- Données générales : Physico-chimie, normes, rappel sur les production mondiales et européennes, sites de productions
- les matières premières et leur préparation.

Chimie et procédés, catalyse basique (Lurgi), hétérogène (EsterFIP), ouverture vers procédé HVO

Le biogaz :

- Généralités et Production : Biogaz, GNV, Biogaz-carburant
- Transformations biologiques et Procédés
- Bilans environnementaux et économique en comparaison des autres utilisations

Les systèmes énergétiques biocatalysés: biopiles et électrolyseurs microbiens

- * Contexte historique : de la recherche à la réalité économique pour des marchés de niche
- * Deux familles de biopiles:
 - * Les piles microbiennes
 - * Les piles enzymatiques
- * Production d'hydrogène par électrolyse microbienne

Le rôle de la recherche dans la production et l'utilisation du bioéthanol et du biodiesel, en relation avec les aspects énergétiques et environnementaux

- * Introduction sur les enjeux des filières biocarburants
- * Le rôle de la recherche pour la production de bioéthanol
- * Les biocarburants « deuxième génération »
- * Innovation dans le domaine des procédés de production
- * Concept de bioraffineries
- * Le rôle de la recherche pour la production de biodiesel
- * Innovation en matière de raffinage et de transformation des huiles végétales
- * Diversification des matières premières
- * Adéquation entre motorisation et carburants oxygénés
- * Bilans énergétiques et environnementaux

Responsable(s)
ALLIET MARION

Bibliographie

* Le baromètre des biocarburants (mise à jour presque tous les ans), publié par l'observatoire des Energie Renouvelables Obser'ER.

* Biomass, Biofuels, Biochemicals: Biofuels: Alternative Feedstocks and Conversion Processes for the Production of Liquid and Gaseous Biofuels, Second Edition, edited by

* Ashok Pandey, Christian Larroche, Claude-Gilles Dussap, Academic Press, 2019

Moletta, René. *La méthanisation*. 3e éd. Paris: Lavoisier-Médecine sciences, 2015.

- Matière Valorisation Biomasse Haute Température

Responsable(s)
ALLIET MARION

- Matière APP Photovoltaïque

Compétences visées

Connaître le principe de valorisation de l'énergie solaire photovoltaïque en relation avec le gisement, la conversion PV et les systèmes PV.

Savoir concevoir et dimensionner une installation PV pour un cahier des charges donné.

Connaitre les modalités de calcul des indicateurs économiques et positionner les solutions dans le contexte français CRE (Commission de Régulation de l'Energie)

Description

I L'énergie solaire : contexte et généralités

II La conversion photovoltaïque :

Le rayonnement dans l'espace, sur Terre, masse atmosphérique

Principes physiques, cellule à jonction PN, caractéristique, influence éclairement et T

Matériaux et technologies des cellules photovoltaïques

III De la cellule au générateur photovoltaïque, modularité

Associations de cellules, mise en série, en parallèle, déséquilibres et protections

Modélisation, simulation, commande MPPT

IV Systèmes photovoltaïques

Problématique, architectures, gestion de l'énergie (raccordé, isolé, stockage, ...)

Production énergétique, gisement solaire, caractérisation, dimensionnement, ACV

Systèmes raccordés au réseau

Systèmes autonomes non raccordés

V Calculs économiques : taux d'actualisation, inflation, TRI, LCOE, ...

Les mécanismes d'aides : tarifs de rachat, compléments de rémunération.

Responsable(s)

SCHNEIDER HENRI

Bibliographie

PHOTOVOLTAICS Fundamentals, technology and practice

Konrad Mertens WILEY Editions ISBN 978-1-118-63416-5

Techniques de l'ingénieur D3935 [Conversion photovoltaïque : du rayonnement solaire à la cellule](#) - Stephan Astier

Techniques de l'ingénieur D3936 [Conversion photovoltaïque : de la cellule aux systèmes](#) - Stephan Astier

Sites Internet : EPIA (www.epia.org), PV resources (www.pvresources.com), Observ'ER (www.energies-renouvelables.org), INES (www.institut-solaire.com)

- Matière Installation hydroélectriques de Faible Puissance

Compétences visées

Connaitre les différents ouvrages et différentes solutions techniques mises en œuvre pour des centrales hydrauliques inférieures à 12 MW

Savoir conduire un prédimensionnement technico-économique d'une petite centrale.

Description

L'hydroélectricité : différents types d'ouvrages

Les barrages, leur classement et leur surveillance

Les différentes turbines et le choix en fonction des caractéristiques de l'ouvrage

L'hydrologie d'un aménagement, les ouvrages de prise d'eau, d'amenée et de restitution, les turbines et la puissance disponible, les impacts environnementaux et leurs mesures de réduction. Réglementation à appliquer.

Organisation et législation de la production hydraulique en France, contrats d'obligation d'achat

Prédimensionnement technico-économique d'une centrale (BE

Visite du site de production EDF Bazacle

Responsable(s)

DUMOND LIONEL

Bibliographie

L'énergie hydraulique - Roger Ginocchio, Pierre Louis Viollet - Collection EDF RetD - Edition TEC et Doc - Lavoisier

- UE Projet long

- Matière Projet Long

Responsable(s)
SCHNEIDER HENRI

- UE Harmonisation NTE

- Matière Circuits électrique

Responsable(s)
JAAFAR AMINE

- Matière Conversion statistiques

Responsable(s)
SCHNEIDER HENRI

- Matière Conversion Electromécanique

Responsable(s)
NADAL CLEMENT

- Matière Thermodynamique

Responsable(s)
GOURDON CHRISTOPHE

- Matière Transfert

- Semestre 2 -Mastère et DHET NTE

- UE Thèse Professionnelle - Mastère et DHET NTE

Responsable(s)
AZZARO-PANTEL CATHERINE
SCHNEIDER HENRI

· Matière Thèse Professionnelle NTE

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE
SCHNEIDER HENRI

Composante

École Nationale Supérieure d'Électrotechnique d'Électronique d'Informatique d'Hydraulique et des Télécommunications