



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et
Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

جامعة فرحات عباس سطيف 1
Université Ferhat Abbas Sétif 1



OFFRE DE FORMATION

Master Professionnalisant

2023 - 2024

Etablissement	Faculté / Institut	Département
<i>Université Ferhat Abbas Sétif 1</i>	Technologie	Electrotechnique

Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences et Technologies</i>	<i>Electrotechnique</i>	<i>Hydrogène Vert vecteur d'Énergie (HVE)</i>



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et
Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et
de la Recherche Scientifique

جامعة فرحات عباس سطيف 1
Université Ferhat Abbas
Sétif 1



عرض تكوين ماستر مهنية

2024-2023

القسم	الكلية/المعهد	المؤسسة
الإلكتروتقنية	التكنولوجيا	جامعة فرحات عباس - سطيف 1

التخصص	الفرع	الميدان
الهيدروجين الاخضر ناقل للطاقة	إلكتروتقنية	علوم وتكنولوجيا

Sommaire

Page

I - Fiche d'identité du Master

1 - Localisation de la formation

2 - Partenaires extérieurs

3 - Contexte et objectifs de la formation

A - Organisation générale de la formation : position du projet

B - Conditions d'accès

C - Objectifs de la formation

D - Profils et compétences visés

E - Potentialités régionales et nationales d'employabilité

F - Passerelles vers les autres spécialités

G - Indicateurs de performance attendus de la formation

4 - Moyens humains disponibles

A - Capacité d'encadrement

B - Equipe pédagogique interne mobilisée pour la spécialité

C - Equipe pédagogique externe mobilisée pour la spécialité

D - Synthèse globale des ressources humaines mobilisée pour la spécialité

5 - Moyens matériels spécifiques à la spécialité

A - Laboratoires Pédagogiques et Equipements

B - Terrains de stage et formations en entreprise

C - Documentation disponible au niveau de l'établissement spécifique à la formation Proposée

D - Espaces de travaux personnels et TIC disponibles au niveau du département, de l'institut et de la faculté

II - Fiches d'organisation semestrielle des enseignements de la spécialité (M1 et M2)

- Semestre 1

- Semestre 2

- Semestre 3

- Semestre 4

- Récapitulatif global de la formation

III - Programme détaillé par matière des semestres S1, S2, S3 et S4

IV- Accords / conventions	
VI- Curriculum Vitae succinct de l'équipe pédagogique mobilisée pour la Spécialité	
VI- Avis et Visas des organes administratifs et consultatifs	
VII- Avis et Visa de la Conférence Régionale	
VIII- Avis et Visa du Comité Pédagogique National de Domaine (CPND)	

I – Fiche d'identité du Master

1 - Localisation de la formation :

Faculté (ou Institut) : Technologie

Département : Electrotechnique

Références de l'arrêté d'habilitation de la licence (joindre copie de l'arrêté)

2- Partenaires extérieurs:

Autres établissements académiques partenaires :

- **Université Mohamed Boudiaf M'sila**
- **Université Akli Mohand Oulhadj Bouira**

Entreprises et autres partenaires socio-économiques :

- **SONATRACH**
- **SONELGAZ**

Partenaires internationaux :

- **Ecole Polytechnique Universitaire de Lille**
- **Ecole Polytechnique Universitaire de NANTES**

3 – Contexte et objectifs de la formation

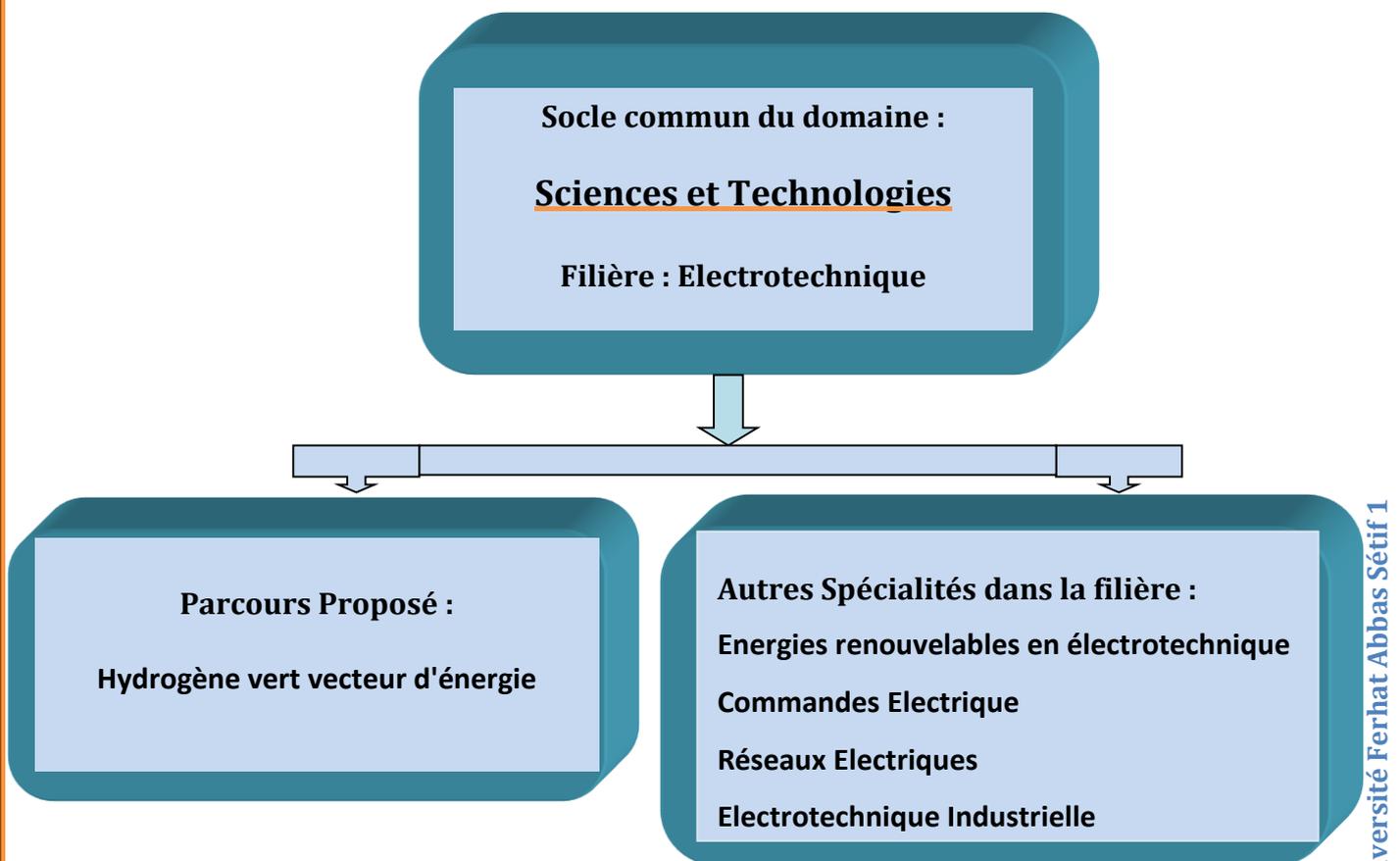
La formation en master professionnalisant en hydrogène vert en Algérie vise à répondre aux besoins croissants en énergie propre et durable dans le contexte de la transition énergétique. L'Algérie, en tant que pays riche en ressources naturelles, a un grand potentiel pour développer une économie de l'hydrogène vert, notamment en utilisant son abondante source d'énergie solaire pour produire de l'hydrogène par électrolyse de l'eau.

Les objectifs de la formation sont de fournir aux étudiants une solide base de connaissances théoriques et pratiques dans les domaines de la production, de la distribution du stockage et de l'utilisation de l'hydrogène vert, ainsi que des compétences en gestion de projet et en entrepreneuriat. Les diplômés de cette formation pourront travailler dans des secteurs tels que la production d'hydrogène, les réseaux de distribution, les piles à combustible, les applications industrielles et les transports.

Cette formation s'inscrit dans le cadre de la politique nationale de transition énergétique de l'Algérie, qui vise à réduire la dépendance aux énergies fossiles et à promouvoir le développement durable à travers l'utilisation de sources d'énergie renouvelables.

A – Organisation générale de la formation : position du projet

Le Master professionnel est l'un des trois masters de la filière de l'énergie renouvelable (voir figure) que le département de Génie électrique assurera dans le cadre du système de formation LMD.



B - Conditions d'accès

L'accès à ce master concerne les étudiants titulaires d'une licence académique L3 ou professionnelle ou niveau équivalent dans les domaines des sciences et technologies ouvrant accès au master.

Conditions d'accès

Filière	Master	Licences ouvrant accès au master	Classement selon la compatibilité de la licence	Coefficient affecté à la licence
Energie Renouvelable	Hydrogène vert vecteur d'énergie	Energie Renouvelable	1	1.00
		Energie Renouvelable en Electrotechnique	1	1.00
		Automatique	1	1.00
		Electrotechnique	1	1.00
		Génie Electrique	1	1.00
		Energétique	1	1.00
		Electrochimie-Chimie	2	0.80
		Génie des procédés	2	0.80
Electronique	3	0.80		

La sélection des candidats est faite par un jury d'admission dans la limite des places disponibles.

Peuvent aussi postuler à ce master, les étudiants qui répondent aux conditions suivantes :

- Pour les détenteurs de diplômes reconnus équivalents à la Licence LMD : L'accès peut être autorisé après étude de dossier par l'équipe de formation.*
- Retour aux études après une expérience professionnelle : L'accès peut être autorisé après étude de dossier par l'équipe de formation qui peut procéder à la validation des acquis de l'expérience.*

NB : Dans tous les cas ci-dessus, l'équipe de formation du Master peut émettre un avis sur des compléments nécessaires en enseignements pré requis.

C - Objectifs de la formation :

La formation en master professionnalisant en hydrogène vert en Algérie a pour objectif de donner aux étudiants les connaissances théoriques et pratiques nécessaires pour intervenir dans les différents secteurs liés à l'hydrogène vert, tels que la production, le stockage, la distribution et l'utilisation de l'hydrogène comme vecteur énergétique. Les étudiants acquièrent également des compétences en matière de conception, d'optimisation et de maintenance de systèmes utilisant l'hydrogène vert.

Cette formation s'inscrit dans le contexte de la transition énergétique et de la recherche de solutions alternatives pour répondre aux défis environnementaux, énergétiques et économiques auxquels sont confrontés les pays. Elle vise à répondre aux besoins du marché de l'emploi en formant des professionnels capables de contribuer au développement de l'industrie de l'hydrogène vert en Algérie et dans la région.

D - Profils et compétences visées :

L'objectif est la formation de professionnels hautement qualifiés, capables de répondre aux besoins du marché du travail dans le domaine de l'hydrogène vert pour acquérir des compétences transversales pour intervenir dans toutes les étapes des projets de conception d'un système à énergies renouvelables allant de la définition du cahier des charges à la réception du produit Le cadre formé

Les profils visés sont des étudiants titulaires d'une licence dans les domaines de la chimie, de la physique, de l'énergie, de l'environnement ou de l'ingénierie.

Les compétences visées sont multiples et couvrent des domaines variés tels que la production, le stockage, le transport, la distribution, l'utilisation et la valorisation de l'hydrogène vert. Les étudiants acquièrent des compétences techniques dans la conception, l'installation, la maintenance et l'optimisation de systèmes hydrogène. Ils apprennent également à réaliser des études de faisabilité et des analyses de cycle de vie pour évaluer l'impact environnemental, économique et social de projets liés à l'hydrogène vert.

En outre, la formation met l'accent sur le développement de compétences transversales telles que la communication, la gestion de projet, le travail en équipe et l'esprit d'entreprise, afin de préparer les étudiants à des postes de responsabilité dans le domaine de l'hydrogène vert.

E – Potentialités régionales et nationales d'employabilité :

L'Algérie dispose d'un fort potentiel pour le développement de l'hydrogène vert en raison de sa richesse en énergies renouvelables, en particulier le solaire et l'éolien mais aussi de l'hydrogène bleu et gris issu des hydrocarbures. La production d'hydrogène vert permettrait de valoriser ces ressources et de contribuer à la transition énergétique du pays vers une économie plus durable.

Au niveau régional, la Wilaya de Sétif en Algérie dispose de nombreuses potentialités pour le développement de l'hydrogène vert et donc de l'employabilité dans ce domaine. En effet, la région dispose d'un fort potentiel en termes de production d'énergie renouvelable, notamment avec l'installation de plusieurs parcs solaires. De plus, elle dispose d'un réseau de gazoducs et de stations de compression de gaz naturel, qui peuvent être utilisés pour stocker et transporter l'hydrogène. La formation s'appuie aussi sur un fort et fidèle partenariat avec l'Ecole Polytechnique de Lille et le Centre de Recherche en Informatique Signal et Automatique de Lille (CRISAL UMR CNRS 9189).

En ce qui concerne l'employabilité, la formation en hydrogène vert permettrait de former des ingénieurs et des techniciens capables de concevoir, de mettre en œuvre et de maintenir des installations de production d'hydrogène vert. Ces professionnels pourraient travailler dans différents secteurs, tels que l'énergie, l'industrie automobile, l'aéronautique et la chimie, parmi d'autres. De plus, la demande croissante pour des énergies plus propres et plus durables dans le monde entier offre des opportunités d'exportation pour les entreprises algériennes opérant dans le domaine de l'hydrogène vert.

Les entreprises dans le domaine de l'hydrogène travaillent pour tous les secteurs industriels. On peut identifier 2 grandes familles de métiers

Entreprises de la production de l'H2	Créent des composants et solutions avec et pour	Clients
SONATRACH : production, stockage et transport de l'H2 SONELGAZ : Valorisation (Piles à combustible,		Electromobilité (Véhicules électriques) Défense (H2 comme carburant, Pile à combustible mobile) Habitations isolées

F – Passerelles vers les autres spécialités :

Les diplômés en Hydrogène Vert peuvent bénéficier de passerelles vers d'autres spécialités en fonction de leur profil et de leurs compétences. Par exemple, ils peuvent poursuivre leur formation en ingénierie des matériaux pour se spécialiser dans le développement de matériaux pour les piles à combustible à hydrogène, ou en génie électrique pour se spécialiser dans la conception de systèmes de stockage et de conversion d'énergie. Ils peuvent également se spécialiser dans des domaines connexes tels que l'énergie solaire, l'énergie éolienne, les réseaux intelligents, la gestion de l'énergie, etc.

Des passerelles vers la recherche fondamentale et appliquée sont aussi envisagées dans les domaines de l'électrochimie, chimie, automatique, énergie renouvelables, la résilience des systèmes hybrides à énergie renouvelables, l'électromobilité ...

G – Indicateurs de performance attendus de la formation :

Toute formation doit répondre aux exigences de qualité d'aujourd'hui et de demain. A ce titre, pour mieux apprécier les performances attendues de la formation proposée d'une part et en exploitant la flexibilité et la souplesse du système LMD d'autre part, il est proposé pour ce Master un certain nombre de mécanismes pour évaluer et suivre le déroulement des enseignements, les programmes de la formation, les relations étudiant/enseignant et étudiant/administration, le devenir des diplômés de ce master ainsi que les appréciations des partenaires de l'université quant à la qualité des diplômés recrutés et/ou des enseignements dispensés.

Les modalités d'évaluation peuvent être concrétisées par des enquêtes, des suivis sur terrain des étudiants en formation et des sondages auprès des étudiants recrutés et détenteurs de cette formation ainsi qu'avec leurs employeurs.

Toute étude ou enquête ou manifestation fera ensuite l'objet d'un rapport qui sera diffusé et archivé

1. Evaluation du déroulement de la formation :

En plus des réunions ordinaires du comité pédagogique, une réunion à la fin de chaque semestre sera organisée. Elle regroupera les enseignants et des étudiants de la promotion afin de débattre des problèmes éventuellement rencontrés, des améliorations possibles à apporter aux méthodes d'enseignement. A cet effet, il est proposé ci-dessous une liste plus ou moins exhaustive sur les indicateurs et les modalités envisagées pour l'évaluation et le suivi de ce projet de formation par le comité pédagogique :

En amont de la formation :

- ✓ Taux d'étudiants ayant choisi ce master (Rapport offre / demande).
- ✓ Rapport entre la capacité d'encadrement et le nombre d'étudiants demandeurs de cette formation.
- ✓ Évolution du nombre des demandes d'inscription à ce master au cours des années antérieures.
- ✓ Taux et qualité des étudiants qui choisissent ce master.
- ✓ Participation aux actions d'accompagnement mises en place pour la promotion des spécialités de la filière (leurs objectifs, débouchés, ...) à l'intention des étudiants du socle commun.

Pendant la formation :

- ✓ Régularité des réunions des comités pédagogiques et archivage des procès-verbaux.
 - ✓ Inventaire des problèmes récurrents soulevés pendant ces réunions et non solutionnés.
 - ✓ Validation des propositions de Projets de Fin d'étude au cours d'une réunion de l'équipe de formation.
 - ✓ Désignation d'un enseignant/médiateur/interlocuteur auprès des étudiants qui activera parallèlement et en dehors des réunions des comités pédagogiques :
- (Le médiateur est un enseignant, ayant le contact facile avec les étudiants et ouvert aux discussions, qui fera l'interface entre les étudiants et l'administration pour solutionner des problèmes critiques ou urgents qui peuvent éventuellement apparaître entre les étudiants et un enseignant).

En aval de la formation :

- ✓ Nombre et Taux de réussite des étudiants dans ce master.
- ✓ Nombre et Taux de réussite dans le passage d'un semestre à l'autre.
- ✓ Récompense et encouragement des meilleurs étudiants.
- ✓ Nombre et Taux de déperdition (échecs et abandons) des étudiants.
- ✓ Les causes d'échec des étudiants sont répertoriées.
- ✓ Organisation de séances de rattrapage à l'encontre des étudiants en difficulté.
- ✓ Des alternatives de réorientation sont proposées aux étudiants en situation d'échec.
- ✓ Nombre et Taux des étudiants issus de cette formation qui obtiennent leur diplôme dans des délais raisonnables.
- ✓ Nombre, Taux et qualité des étudiants issus de cette formation qui poursuivent leurs études en Doctorat.
- ✓ Enquête sur le Taux de satisfaction des étudiants sur les enseignements et les méthodes d'enseignement.
- ✓ Qualité des étudiants issus de cette formation qui obtiennent leur diplôme (critères de qualités à définir).

2. Evaluation du déroulement des programmes et des cours :

Les enseignements dans ce parcours feront l'objet d'une évaluation régulière (bisannuelle ou triennale) par l'équipe de formation et seront ensuite adressés, à la demande, aux différentes institutions : Comité Pédagogique National du Domaine de Sciences et Technologies, Conférences Régionales, Vice-rectorat chargé de la pédagogie, Faculté, Départements, ...

De ce fait, un système d'évaluation des programmes et des méthodes d'enseignement pourra être mis en place basé sur les indicateurs suivants :

- ✓ *Les salles pédagogiques sont équipées de matériels-supports à l'amélioration pédagogique (systèmes de projection (data shows), connexion wifi, ... etc.).*
- ✓ *Laboratoires pédagogiques disposant des équipements nécessaires en adéquation avec le contenu de la formation.*
- ✓ *Existence et utilisation de l'intranet au niveau des laboratoires pédagogiques et centres de calculs.*
- ✓ *Existence de logiciels anti-virus et logiciels pédagogiques au niveau des laboratoires pédagogiques et centres de calculs.*
- ✓ *Contrats de maintenance des moyens informatiques avec des fournisseurs.*
- ✓ *Formation du personnel technique sur les moyens informatiques et matériels pédagogiques.*
- ✓ *Existence d'une plate-forme de communication et d'enseignement dans laquelle les cours, TD et TP sont accessibles aux étudiants et leurs questionnements solutionnés.*
- ✓ *Les mémoires de Fin d'Etudes et/ou Fin de Cycles sont numérisés et disponibles.*
- ✓ *Formations d'appoint en langues étrangères au profit des étudiants disponibles.*
- ✓ *Taux de rénovation et d'utilisation du matériel pédagogique.*
- ✓ *Nombre de TPs réalisés ainsi que la multiplication du genre de TP par matière (diversité des TPs).*
- ✓ *Accès facile à la bibliothèque (Nombre d'espaces d'accès à la bibliothèque suffisants, accès à distance aux ouvrages en réseaux interne et externes, horaires d'ouverture étalés au-delà des horaires d'enseignement, ...)*
- ✓ *Nombre et Taux d'acquisition des ouvrages par la bibliothèque de l'établissement en rapport avec la spécialité.*
- ✓ *Taux d'utilisation des ouvrages, disponibles dans la bibliothèque de l'établissement, en rapport avec la spécialité.*
- ✓ *Adéquation des programmes par rapport aux besoins industriels et propositions de mise à jour.*
- ✓ *Implication des cadres professionnels dans l'enseignement (visite de l'entreprise, cours-séminaire assurés par des professionnels sur un sujet ou un aspect intéressant l'entreprise mais non pris en charge par les enseignements, ... etc.)*
- ✓ *Implication des professionnels dans la confection ou la modification d'une matière ou partie d'une matière d'enseignement (cours, TP) selon les besoins industriels.*
- ✓ *Ouverture de nouveaux Masters en relation avec la spécialité.*

3. Insertion des diplômés :

Il sera créé un comité de coordination, composé des responsables de la formation et des membres de l'Administration, qui sera principalement chargé du suivi de l'insertion des diplômés de la formation dans la vie professionnelle, de constituer un fichier de suivi des étudiants sortants diplômés de la formation, de recenser et/ou mettre à jour les potentialités économiques et industrielles existantes au niveau régional et national.

Pour mener à bien ces missions, ce comité aura toute latitude pour effectuer ou commander une quelconque étude ou enquête sur l'emploi et le post-emploi des diplômés.

Ci-après, une liste d'indicateurs et de modalités qui pourraient être envisagés pour évaluer et suivre ce projet :

Insertion professionnelle des diplômés :

- ✓ *Taux de recrutement des diplômés dans la vie professionnelle dans un poste en relation directe avec la formation.*
- ✓ *Possibilité de recrutement dans différents secteurs en relation avec l'intitulé de la formation.*
- ✓ *Recrutement des diplômés de ce master dans d'autres secteurs.*
- ✓ *Nature des emplois occupés par les étudiants à la fin de leurs études.*
- ✓ *Nombre et taux des étudiants sortants de cette formation occupant des postes de responsabilité dans les entreprises.*
- ✓ *Diversité des débouchés.*
- ✓ *Degré d'adaptation du diplômé recruté dans le milieu du travail.*
- ✓ *Réussite des candidats dans l'insertion professionnelle.*
- ✓ *La vitesse d'absorption des diplômés dans le monde du travail.*
- ✓ *Constitution d'un fichier des diplômés de la filière.*
- ✓ *Installation d'une association des anciens diplômés de la filière.*
- ✓ *Organisation de formations spécifiques à l'intention des étudiants diplômés pour réussir aux concours de recrutement.*
- ✓ *Disponibilité de l'information sur les postes d'emploi éventuels dans la région.*
- ✓ *Potentialités implicites à cette formation à la création d'entreprises.*
- ✓ *Formation d'appoint sur l'entrepreneuriat dispensé.*
- ✓ *Création de petites entreprises par les diplômés de la spécialité.*

Intérêt porté par le professionnel à la spécialité :

- ✓ *Degré de satisfaction des employeurs potentiels.*
- ✓ *Intérêt porté par les employeurs à la spécialité.*
- ✓ *Pertinence de la spécialité pour le monde du travail.*
- ✓ *Enquête sur l'évolution des métiers/emplois dans le domaine de la filière.*
- ✓ *Pérennité et consolidation des relations avec les industriels en particulier à la suite des stages de fin de cycle.*
- ✓ *Suivi des conventions (Université/Entreprise) et évaluation des relations entre l'entreprise et l'université.*
- ✓ *Organisation de manifestations (journées ouvertes, Forums, workshop) avec les opérateurs socio-économiques concernant l'insertion professionnelle des diplômés.*

4 - Moyens humains disponibles :**A : Capacité d'encadrement :**

Nombre d'étudiants : **30 Étudiants**

B. Equipe pédagogique interne mobilisée pour la spécialité

Nom et prénom	Diplôme de graduation	Diplôme de Spécialité	Grade	Matière à enseigner	Emargement
BADOUD Abd Essalam	Ingénieur	Doctorat	Pr	Bases de la régulation industrielle des procédés à risque	
RAHMANI Lazhar	Ingénieur	Doctorat	Pr	Electronique de puissance	
RADJELI Hammoud	Ingénieur	Doctorat	Pr	Machine Electrique	
BOUAFIA Abdelouahab	Ingénieur	Doctorat	Pr	Gestion des systèmes hybrides à ER	
CHAOUI Abdelmadjid	Ingénieur	Doctorat	Pr	Etude technico-économique, résilience des systèmes hybrides à ER.	
HEMSAS Kamel Eddine	Ingénieur	Doctorat	Pr	Modélisation multi-physique et supervision des systèmes hybrides à ER	
MOKEDDEM Diab	Ingénieur	Doctorat	Pr	Etude technico-économique, résilience des systèmes hybrides à ER.	
HARRAG Abdelghani	Ingénieur	Doctorat	Pr	Séminaires : Développement Durable et transition énergétique	
MERAHI Farid	Ingénieur	Doctorat	MCA	Conversion de l'énergie 1	
BOUKETIR Omrane	Ingénieur	Doctorat	MCA	Anglais Technique	
BOUROUBA Bachir	Ingénieur	Doctorat	MCA	Intelligence artificielle et commande avancée	
KEBBAB Fatima Zohra	Ingénieur	Doctorat	MCA	Capteurs et actionneurs	
DAILI Yacine	Ingénieur	Doctorat	MCA	Technologie de l'hybridation et smart grid, gestion thermique des SHENR, gestion des modes de fonctionnement	
AMROUNE Mohamed	Master	Doctorat	MCA	Technologie des piles combustible	
HAMLA Hichem	Ingénieur	Doctorat	MCA	Base du génie électrique et Ingénierie de semi-conducteur	

Intitulé du master : hydrogène vert vecteur d'énergie

Année Universitaire : 2023-2024

SAHLI Zahir	Ingénieur	Magister	MAA	Recyclage et éco-design, Efficacité énergétique dans les bâtiments	
ZERROUG Abdelah	Ingénieur	Doctorat	MCA	Langue et Sciences Humaines Sociale et Juridiques	
CHEBIRA FAKHRI	Ingénieur	Doctorat	MCA	Hydrogène, Electrochimie et batteries	
				Procédés de Production de l'hydrogène	
				Technologie de production de l'hydrogène	
				Technologies de Stockage et transport de l'hydrogène	
				Hydrogène pour la mobilité	
				Captation CO2, Injection de l'hydrogène.	
				Systèmes énergétiques et chimie de l'hydrogène	

Visa du département

Visa de la faculté

D : Synthèse globale des ressources humaines mobilisées pour la formation :

Grade	Effectif Interne	Effectif Externe	Total
Professeurs	5	1	11
Maîtres de Conférences (A)	8	3	11
Maîtres de Conférences (B)	0	0	0
Maître Assistant (A)	0	0	0
Maître Assistant (B)	0	0	0
Autre (*)	0	0	0
Total	13	9	22

(*) Personnel technique et de soutien

5 - Moyens matériels spécifiques à la spécialité

A- Laboratoires Pédagogiques et Equipements :

Intitulé des laboratoires impliqués : *Génie des procédés et électrochimie, Automatique et supervision, Matériaux, Génie électrique et Electronique de puissance*

Intitulé du laboratoire : *Maquette*

Capacité en étudiants : 12

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Electrolyseurs		
02	Plateforme multi-sources		
03	Eoliennes et Panneaux solaires		
04	Supervision et sécurité des systèmes de production H2 (Systèmes d'acquisition et de pilotage)		
05	Emulateurs de sources d'énergies renouvelables		
06	Laboratoire d'électrochimie		
07	Onduleurs et accessoires pour la conversion de l'énergie électrique		
08	Capteurs et actionneurs (H2, température, pression, Analyseurs par spectroscopie....) et actionneurs (électro vannes...)		
09	Plateforme Electronique de puissance		
10	Plateforme et moyens d'essais dédiés aux batteries		
11	Plateforme véhicules électriques à batterie et H2		
12	Plateforme maison intelligente		
13	Plateforme Piles à Combustible		

Intitulé du laboratoire : *Régulation*

Capacité en étudiants : 12

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Régulateur PID	04	
02	Eléments de retard 2ème ordre	04	
03	Relais de démarrage	02	
04	Bloc d'alimentation	07	
05	Générateur de fonction d'essai	03	
06	Cadre d'expérimentation	08	
07	Multimètre pour démonstration	07	
08	Afficheur de consigne	02	
09	Afficheur de consigne	03	
10	Régulateur à 2 point	02	
11	Amplificateur de puissance	06	
12	Servo-afficheur de consigne	01	
13	Système de régulation de température	03	
14	Kit Principe de base de la technique de régulation	01	

15	Convertisseur P/V	02	
16	Interrupteur à flotteur	02	
17	Récipient avec pompe	02	
18	Récipient à niveau	03	
19	Jeu d'accessoires pour réglage de niveau	01	
20	Sonde de température	02	
21	Capteur de déplacement magnétique	02	
22	Capteur de déplacement optoélectronique	03	
23	Capteur différentiel de pression	04	
24	Débitmètre	04	

Intitulé du laboratoire : Mesure

Capacité en étudiants : 12

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Alimentation stabilisée	04	
02	Oscilloscope double trace	04	
03	Oscilloscope numérique à mémoire double trace	02	
04	Banc de manipulation logique	07	
05	Banc de manipulation électronique A/N	03	
06	Générateur de fonction	08	
07	Multimètre numérique	07	
08	Alimentation stabilisée variable et programmable	02	
09	Ampèremètres	03	
10	Voltmètres	02	
11	Plaques d'essai	06	
12	Résistances à décade	05	

Intitulé du laboratoire : Puissance

Capacité en étudiants : 12

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Alimentation stabilisée variable haute puissance	04	
02	Alimentation stabilisée	04	
03	Alimentation stabilisée avec régulation fine	02	
04	Autotransformateur variable triphasé	05	
05	Autotransformateur sous capot simple	05	
06	Transformateur triphasé capoté	03	
07	Transformateur variable monoposte	07	
08	Batteries	02	
09	Onduleur	04	
10	Hacheur	04	
11	Redresseur	04	

Intitulé du laboratoire : Moteur

Capacité en étudiants : 12

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Equipements didactiques pour l'enseignement du transfert de chaleur contrôlés par ordinateur	01	
02	Banc d'essai Moteur électrique DC	02	
03	Modèle de changeur de vitesse	02	
04	Banc d'essai Moteur électrique AC	02	
05	Equipements didactiques de la régulation pour les machines AC	02	
06	Equipements didactiques pour la régulation pour les machines AC	02	

Intitulé du laboratoire : Machines électriques

Capacité en étudiants : 12

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Kit de machines à courant continu	02	
02	Kit de machines asynchrones	02	
03	Kit de machines synchrones	02	
04	Kit de transformateurs monophasés	02	
05	Kit de transformateurs triphasés	02	
06	Simulateur de pannes pour moteurs de cage d'écureuil	01	

Intitulé du laboratoire : Laboratoire de simulation.

Capacité en étudiants : 12

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	PC	12	
02	Logiciel Matlab		
03	Logiciel de simulation PSIM		
04	Logiciel LabView		
05	Logiciels de CAO des circuits PCB		
06	Logiciel de simulation Ansys		

C- Documentation disponible au niveau de l'établissement spécifique à la formation proposée (Champ obligatoire) : Bibliothèque de la faculté

Spécialité	Nombre de livres Français	Nombre de livres arabe
Electronique	452	0
Electrotechnique, Electromécanique et Automatique	86	0
Génie mécanique	573	282

D- Espaces de travaux personnels et TIC disponibles au niveau du département et de la faculté :

- ✓ *Centre de calcul de la faculté de technologie (Salles Informatiques, Multimédias et Internet équipés par des systèmes de projection (data shows), connexion wifi, ... etc).*
- ✓ *Centre de calcul du département de Génie Électrique*
- ✓ *Laboratoire de projets de fin d'étude.*

II – Fiches d’organisation semestrielles des enseignements de la spécialité

Semestre 1 Master :

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Bases de la régulation industrielle des procédés à risque	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Outils mathématique et bases de l'intelligence artificielle	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Hydrogène, Electrochimie et batteries	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Conversion de l'énergie 1	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Systèmes énergétiques et chimie de l'hydrogène	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Electronique de puissance	3	2	1h30		1h30	45h00	27h30	40%	60%
	Base du génie électrique et Ingénierie de semi-conducteur	3	2	1h30		1h00	37h30	27h30	40%	60%
	TP Systèmes énergétiques et chimie de l'hydrogène	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Bases de la régulation industrielle des procédés à risque	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Séminaires : Développement Durable et transition énergétique	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais Technique	1	1	1h30			22h30	02h30		100%

Total semestre 1		30	17	13h30	6h00	5h30	375h00	375h00		
-------------------------	--	-----------	-----------	--------------	-------------	-------------	---------------	---------------	--	--

Semestre 2 Master :

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Intelligence artificielle et commande avancée	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Capteurs et actionneurs	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Procédés de Production de l'hydrogène.	2	1	1h30			22h30			
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Machine Electrique.	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Technologie de production de l'hydrogène.	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Captation CO2, Injection de l'hydrogène.	1	1	1h30			22h30	22h30		100%
	TP Intelligence artificielle et commande avancées	2	1			1h30	22h30	37h30	100%	
	TP Capteurs et actionneurs	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Machine Electrique.	2	1			1h30	22h30	32h30	100%	
	TP Technologie de production de l'hydrogène.	2	1			1h00	15h00	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 1.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Technologies de Stockage et transport de l'hydrogène	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Technologie des piles combustible.	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Hydrogène pour la mobilité.	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 2		30	17	13h30	6h00	5h30	375h00	375h00		

Semestre 3 Master :

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 3.1 Crédits : 18 Coefficients : 9	Modélisation multi-physique et supervision des systèmes hybrides à ER	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Gestion des systèmes hybrides à ER	6	3	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Etude technico-économique, résilience des systèmes hybrides à ER.	6	3	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Modélisation multi-physique et supervision des systèmes hybrides à ER	2	1			2h00	30h00	32h30	100%	
	TP Gestion des systèmes hybrides à ER	2	1			2h00	30h00	55h00	100%	
	TP Etude technico-économique, résilience des Systèmes hybrides à ER.	2	1			1h30	22h30	37h30	100%	
	Stages en entreprise (Projet intégrateur)	3	2			4h30	67h30	37h30	100%	
UE Découverte Code : UED 3.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Recyclage et éco-design, Efficacité énergétique dans les bâtiments	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Technologie de l'hybridation et smart grid, gestion thermique des SHENR, gestion des modes de fonctionnement	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Langue et Sciences Humaines Sociale et Juridiques.	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 3		30	17	10h30	4h30	10h0	375h00	375h00		

Semestre 4

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	550	09	18
Stage en entreprise	100	04	06
Séminaires	50	02	03
Autre (Encadrement)	50	02	03
Total Semestre 4	750	17	30

Ce tableau est donné à titre indicatif

Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master

- Valeur scientifique (Appréciation du jury) /6
- Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury) /4
- Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury) /4
- Appréciation de l'encadreur /3
- Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury) /3

Récapitulatif global de la formation (S1, S2 et S3) :

VH \ UE	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours	337h30	45h00	112h30	67h30	585h00
TD	270h00	---	---	---	270h00
TP	---	270h00	22h30	---	270h00
Travail personnel	742h30	360h00	15h00	7h30	1125h00
Autre (préciser)	---	---	---	---	---
Total	1350h00	675h00	150h00	75h00	2250h00
Crédits	54	27	6	3	90
% en crédits pour chaque UE	60 %	30 %	10 %		100 %

Crédites des unités d'enseignement

- Unités Fondamentales 60%
- Unités méthodologiques 30%
- Unités de découverte et transversales 10%

III - Programme détaillé par matière du semestre S1

Semestre : 1**Unité d'enseignement : UEF 1.1.1****Matière 1 : Bases de la régulation industrielle des procédés à risque****VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)****Crédits : 4****Coefficients : 2****Objectifs de l'enseignement :**

Ce cours propose d'approfondir les connaissances des étudiants en automatique à travers la description de structures de Régulation, la synthèse de correcteurs évolués et le contrôle de systèmes. Comprendre les principes de base de la régulation industrielle et son utilisation dans les procédés à risque. Les étudiants devraient être en mesure de comprendre les différents types de systèmes de contrôle de processus, les composantes de base d'un système de contrôle et les avantages et les limites de chaque type de système. Comprendre les différents types de risques associés aux procédés industriels. Les étudiants devraient être en mesure de comprendre les méthodes d'analyse des risques et de déterminer les risques potentiels pour la sécurité, l'environnement et la qualité. Comprendre comment la régulation industrielle peut être utilisée pour contrôler les procédés à risque. Les étudiants devraient être en mesure de comprendre comment la régulation peut aider à prévenir les incidents et à réduire les risques pour les travailleurs et l'environnement.

Connaissances préalables recommandées :

- Connaissance générale de la physique et de la chimie
- Compréhension des principes de base de l'électricité et de l'électronique
- Compréhension des principes de base de la thermodynamique
- Connaissance des principes de base de la mécanique des fluides
- Compréhension des principes de base de la programmation informatique

Contenu de la matière :**I. Introduction à la régulation industrielle**

Comprendre les différents types de systèmes de contrôle de processus (manuel, automatique, informatisé)

Comprendre les avantages et les limites de chaque type de système

Comprendre les principales composantes d'un système de contrôle de processus (capteurs, actionneurs, contrôleurs, etc.)

II. Analyse des risques

Comprendre les différents types de risques associés aux procédés industriels (risques de sécurité, risques environnementaux, risques de qualité, etc.)

Comprendre les méthodes d'analyse des risques (analyse des modes de défaillance et de leurs effets, analyse des arbres de défaillance, etc.)

III. Identification des systèmes en boucle ouverte et fermée**IV. Les régulateurs standards : P, PI, PD et PID****V. Contrôle des procédés à risque**

Comprendre comment la régulation industrielle peut être utilisée pour contrôler les procédés à risque

Comprendre comment la régulation peut aider à prévenir les incidents et à réduire les risques pour les travailleurs et l'environnement

VI. Études de cas et exemples pratiques

Analyse de cas concrets pour illustrer l'application des concepts théoriques

Étude d'exemples de régulation industrielle dans différents secteurs industriels (hydrogène, pétrochimie, agroalimentaire, pharmaceutique, etc.)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Semestre : 1**Unité d'enseignement : UEF 1.1.1****Matière 2 : Outils mathématique et bases de l'intelligence artificielle****VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)****Crédits : 4****Coefficients : 2****Objectifs de l'enseignement :**

Connaitre les bases des techniques de l'intelligence artificielle et son utilisation dans la commande, l'optimisation, le diagnostic et l'aide à la décision. Le module reprend les différentes topologies des réseaux de neurones et leurs algorithmes d'apprentissage, les différents concepts de base de la logique floue et ses applications et, enfin, le principe des méthodes heuristiques et leur programmation.

Connaissances préalables recommandées :

Les systèmes dynamiques. L'optimisation. Logique. Probabilités.

Contenu de la matière :**I. Introduction aux outils mathématiques de l'intelligence artificielle :**

Fonctions mathématiques utilisées en IA : fonctions linéaires, polynomiales, exponentielles, logistiques, etc.

Calcul matriciel : matrices et vecteurs, opérations matricielles, déterminants, inverses, etc.

Probabilités et statistiques : concepts de base, distributions de probabilités, échantillonnage, estimation, tests d'hypothèse, etc.

II. Algorithmes d'apprentissage automatique :

Introduction aux algorithmes d'apprentissage automatique : classification, régression, clustering, etc.

Modèles linéaires : régression linéaire, classification linéaire, régression logistique, etc.

Réseaux de neurones artificiels : perceptron multicouche, réseaux de neurones convolutifs, réseaux de neurones récurrents, etc.

III. Applications de l'intelligence artificielle :**IV. Outils logiciels pour l'IA :**

Bibliothèques Python et/ ou Matlab pour l'apprentissage automatique

Visualisation de données en Python et/ ou Matlab

Outils de préparation de données.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Semestre : 1**Unité d'enseignement : UEF 1.1.1****Matière 3 : Hydrogène, Electrochimie et batteries****VHS : 22h30 (Cours : 1h30)****Crédits : 2****Coefficients : 1****Objectifs de l'enseignement :**

Connaitre les bases des techniques de l'intelligence artificielle et son utilisation dans la commande, l'optimisation, le diagnostic et l'aide à la décision. Le module reprend les différentes topologies des réseaux de neurones et leurs algorithmes d'apprentissage, les différents concepts de base de la logique floue et ses applications et, enfin, le principe des méthodes heuristiques et leur programmation.

Connaissances préalables recommandées :

Les systèmes dynamiques. L'optimisation. Logique. Probabilités.

Contenu de la matière :**I. Introduction à l'hydrogène :**

Propriétés de l'hydrogène : densité, état gazeux, température d'ébullition, etc.

Production d'hydrogène : production par électrolyse, reformage de gaz naturel, énergie solaire, etc.

Stockage de l'hydrogène : stockage sous forme gazeuse, stockage sous forme liquide, stockage sous forme solide, etc.

II. Electrochimie :

Les cellules électrochimiques : cellule voltaïque, cellule électrolytique, etc.

Les réactions électrochimiques : oxydation, réduction, potentiel électrochimique, etc.

Les différentes formes d'électrodes : électrode à gaz, électrode à membrane, etc.

III. Batteries :

Principes de base des batteries : différence entre pile et batterie, cathode et anode, électrolyte, etc.

Les différents types de batteries : batteries au plomb-acide, batteries nickel-cadmium, batteries lithium-ion, etc.

Applications des batteries : stockage d'énergie renouvelable, véhicules électriques, appareils électroniques, etc.

IV. Applications de l'hydrogène :**Mode d'évaluation :**

Contrôle Examen : 100%.

Semestre : 1**Unité d'enseignement : UEF 1.1.2****Matière 1 : Conversion de l'énergie.****VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)****Crédits : 4****Coefficients : 2****Objectifs de l'enseignement :**

Comprendre les principes fondamentaux de la conversion d'énergie : les lois de la thermodynamique, les différentes formes d'énergie, les types de conversion d'énergie. Connaître les différentes technologies de conversion d'énergie : les moteurs thermiques, les générateurs électriques, les piles électrochimiques, les panneaux photovoltaïques

Connaissances préalables recommandées :

Les bases de la thermodynamique : les lois de la thermodynamique, les cycles thermodynamiques, les transferts thermiques, etc.

Les bases de l'électricité : les lois de l'électricité, les circuits électriques, les composants électriques, etc.

Les bases de la mécanique : les lois de la mécanique, les mouvements, les forces, etc.

Les bases de la chimie : les réactions chimiques, les propriétés des matériaux, etc.

Les bases de la physique : la cinématique, la dynamique, l'optique, etc.

Contenu de la matière :**I. Introduction à la conversion d'énergie :**

Principes fondamentaux de la conversion d'énergie : première et deuxième lois de la thermodynamique, efficacité, etc.

Types de sources d'énergie : énergie thermique, énergie électrique, énergie cinétique, énergie chimique, énergie nucléaire, énergie solaire, etc.

II. Conversion thermique :

Principes de la conversion thermique : cycle de Carnot, rendement, etc.

Les moteurs thermiques : moteurs à combustion interne, turbines à gaz, etc.

Les cycles de production d'électricité : cycle combiné gaz-vapeur, cycle à cycle organique de Rankine, etc.

III. Conversion électromécanique :

Les générateurs électriques :

Les moteurs électriques

IV. Conversion électrochimique :

Les piles électrochimiques : piles sèches, piles humides, piles à combustible, etc.

Les super-condensateurs : principe de fonctionnement, avantages et inconvénients, applications, etc.

V. Conversion d'énergie solaire :

Les panneaux photovoltaïques : principe de fonctionnement, types de cellules photovoltaïques, applications, etc.

Les capteurs solaires thermiques : principe de fonctionnement, types de capteurs, applications, etc.

Les centrales solaires thermiques : principe de fonctionnement, avantages et inconvénients, applications, etc.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Semestre : 1**Unité d'enseignement :** UEF 1.1.2**Matière 2 :** Systèmes énergétiques et chimie de l'hydrogène.**VHS :** 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**Crédits :** 4**Coefficients :** 2**Objectifs de l'enseignement :**

L'objectif principal de ce cours est de fournir aux étudiants une compréhension approfondie des systèmes énergétiques et de la chimie de l'hydrogène, afin de les préparer à des carrières dans les secteurs de l'énergie, de l'ingénierie et de la recherche.

Connaissances préalables recommandées :

Les bases de la thermodynamique : les lois de la thermodynamique, les cycles thermodynamiques, les transferts thermiques, etc.

Les bases de la chimie : les réactions chimiques, les propriétés des matériaux, etc.

Les bases de la physique : la cinématique, la dynamique, l'optique, etc.

Les bases de l'électricité : les lois de l'électricité, les circuits électriques, les composants électriques, etc.

Contenu de la matière :**I. Introduction aux systèmes énergétiques :**

Les différents types d'énergie (renouvelables et non-renouvelables)

L'importance de l'énergie dans la société

Les défis associés à la transition énergétique

II. Chimie de l'hydrogène :

La production d'hydrogène (électrolyse, reformage)

Le stockage et la distribution d'hydrogène

III. Les réseaux de distribution d'énergie :

Les réseaux électriques

Les réseaux de gaz naturel

Les réseaux de chaleur et de froid

IV. Évaluation des systèmes énergétiques :

Les outils d'évaluation (analyse de cycle de vie, évaluation économique)

Les critères d'évaluation (coût, durabilité, impact environnemental)

V. Intégration des énergies renouvelables :

Les sources d'énergie renouvelable (solaire, éolien, hydraulique)

L'intégration des énergies renouvelables dans les réseaux énergétiques existants

Les défis et les opportunités associés à l'intégration des énergies renouvelables

VI. La modélisation des systèmes énergétiques :

Les principes de la modélisation des systèmes énergétiques

Les outils de modélisation (systèmes de gestion de l'énergie, logiciels de simulation)

Les applications de la modélisation des systèmes énergétiques

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Semestre : 1**Unité d'enseignement :** UEM 1.1**Matière 1 :** Electronique de puissance / machines électriques.**VHS :** 45h00 (Cours : 1h30, TP : 1h30)**Crédits :** 3**Coefficients :** 2**Objectifs de l'enseignement :**

Partie A :

Développer une réflexion sur les structures et technologies des convertisseurs électroniques de puissance industriels. Analyser des montages permettant de préciser la fonction d'un interrupteur de puissance plongé dans un environnement de puissance et de commande (élément ou cellule de commutation). Etudier les différentes structures de conversion AC/DC, DC/DC et DC/AC

Partie B :

Posséder les bases nécessaires pour étudier le comportement des machines électriques en régimes permanents et en vitesse variable.

Maîtriser les principaux critères de choix des entraînements électriques en fonction des applications.

Connaissances préalables recommandées :

Comprendre les règles générales d'association des sources

Connaître les domaines d'application des principaux composants à semi-conducteur de l'électronique de puissance

Contenu de la matière :

Partie A :

Rôle de la conversion statique de l'énergie dans ses grands domaines d'application

Description et étude des principales structures de conversion :

DC/DC non isolées et isolées

AC/DC (Diodes, Thyristor et redresseurs MLI)

DC/AC (onduleur monophasé et triphasé 2 niveaux, MLI)

Partie B :

Principes des conversions électromécaniques d'énergie

Machines à courant continu

Modèles et schémas équivalents des machines à courant continu

Principe de commande du couple et régulation de la vitesse

Machines Synchrones

Constitution de la machine - pôles lisses et pôles saillant

Modélisation de la machine

Diagramme de fonctionnement

Utilisation en générateur : fonctionnement sur le réseau

Machines Asynchrones

Constitution de la machine

Schémas équivalents et caractéristiques

Démarrage et freinage

Fonctionnement à vitesse variable : pilotage scalaire.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Semestre : 1**Unité d'enseignement : UEM 1.1****Matière 3 : Base du génie électrique et Ingénierie de semi-conducteur.****VHS : 37h30 (Cours : 1h30, TP : 1h00)****Crédits : 3****Coefficients : 2****Objectifs de l'enseignement :**

L'objectif de l'enseignement en Base du génie électrique et Ingénierie de semi-conducteur est de fournir aux étudiants des connaissances de base en génie électrique ainsi qu'en ingénierie des semi-conducteurs. Cette matière permet aux étudiants de comprendre les principes fondamentaux de l'électricité, les circuits électriques et les composants de base tels que les résistances, les condensateurs et les inductances. Elle permet également d'aborder les aspects de l'ingénierie des semi-conducteurs, tels que les propriétés des matériaux semi-conducteurs, les technologies de fabrication, les dispositifs électroniques tels que les transistors et les diodes, et leur utilisation dans les applications électroniques modernes.

Connaissances préalables recommandées :

Les connaissances préalables recommandées pour suivre l'enseignement de Base du génie électrique et Ingénierie de semi-conducteur incluent une base solide en physique (électromagnétisme, mécanique, optique) ainsi qu'une connaissance de base en électronique et en théorie des circuits.

Contenu de la matière :

1. Introduction au génie électrique :
 - Définition et domaines d'application
 - Circuit électrique et composants de base
 - Lois de Kirchhoff et théorème de superposition
2. Théorie des semi-conducteurs :
 - Notions de physique des semi-conducteurs
 - Propriétés électriques des semi-conducteurs
 - Types de semi-conducteurs : intrinsèques et extrinsèques
 - Bande d'énergie et mécanisme de conduction
3. Composants électroniques :
 - Diodes : principe de fonctionnement et applications
 - Transistors : bipolaires et à effet de champ, principe de fonctionnement et applications
 - Circuits intégrés : types, technologies de fabrication et applications
4. Électronique de puissance :
 - Convertisseurs statiques : redresseurs et onduleurs
 - Commande des convertisseurs : modulation de largeur d'impulsion (MLI) et techniques avancées
5. Applications de l'ingénierie de semi-conducteur :
 - Énergie renouvelable : panneaux solaires et éoliennes
 - Automobile : contrôle du moteur, régulateurs de tension, systèmes de sécurité
 - Électronique grand public : télévisions, ordinateurs, smartphones

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Semestre : 1**Unité d'enseignement : UEM 1.1****Matière 2:** TP Systèmes énergétiques et chimie de l'hydrogène.**VHS : 22h30 (TP : 1h30)****Crédits : 2****Coefficients : 1****Objectifs de l'enseignement :**

L'objectif de l'enseignement sur les TP Systèmes énergétiques et chimie de l'hydrogène est de permettre aux étudiants d'acquérir des compétences pratiques en matière de systèmes énergétiques et de chimie de l'hydrogène. Les TP leur permettent d'approfondir leurs connaissances théoriques et de se familiariser avec les techniques de laboratoire pour l'analyse, la production et le stockage d'hydrogène. Les étudiants pourront ainsi développer leur compréhension des systèmes énergétiques, de l'efficacité énergétique et des technologies de production d'énergie à partir de l'hydrogène vert. L'enseignement vise également à renforcer leur capacité à travailler en équipe et à appliquer les connaissances acquises à des problèmes concrets liés aux systèmes énergétiques et à la chimie de l'hydrogène.

Connaissances préalables recommandées :

Les connaissances préalables recommandées sont généralement les notions de base en chimie, notamment la stœchiométrie, les notions de thermodynamique et les lois de conservation de l'énergie. Il est également recommandé d'avoir une bonne compréhension de la structure atomique et moléculaire, ainsi que des notions de base en électrochimie.

Contenu de la matière :

Le TP Systèmes énergétiques et chimie de l'hydrogène peut inclure les éléments suivants :

- Introduction à la chimie de l'hydrogène et des piles à combustible
- Étude des différents types de piles à combustible (PEMFC, SOFC, AFC, etc.)
- Étude des caractéristiques et des performances des piles à combustible
- Étude des systèmes énergétiques à l'hydrogène et des applications possibles
- Étude de la production d'hydrogène à partir de différentes sources d'énergie renouvelable (électrolyse de l'eau, reformage de gaz naturel, gazéification de la biomasse, etc.)
- Étude des systèmes de stockage d'hydrogène et des technologies associées
- Étude de la régulation et de la gestion des systèmes énergétiques à l'hydrogène.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%.

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UEM 1.1

Matière 4 : TP Bases de la régulation industrielle des procédés à risque.

VHS : 22h30 (TP : 1h30)

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif est de mettre en pratique et donner un aspect concret aux notions vues au cours " Bases de la régulation industrielle des procédés à risque " par des travaux pratiques pour mieux comprendre et assimiler le contenu de cette matière.

Les travaux pratiques sur les bases de la régulation industrielle des procédés à risque ont pour objectifs :

1. Comprendre le fonctionnement des différents composants utilisés dans les systèmes de régulation industrielle.
2. Acquérir les compétences nécessaires pour configurer et régler les différents types de régulateurs industriels utilisés dans les procédés à risque.
3. Connaître les différentes méthodes d'analyse et de réglage des systèmes de régulation industrielle.
4. Savoir mettre en place des procédures de sécurité pour minimiser les risques associés aux procédés industriels régulés.
5. Être capable de diagnostiquer et de résoudre les problèmes liés aux systèmes de régulation industrielle des procédés à risque.

Connaissances préalables recommandées :

Les connaissances préalables recommandées pour le TP sur les bases de la régulation industrielle des procédés à risque incluent :

1. Une bonne compréhension de la physique et de la chimie des procédés industriels
2. Des connaissances de base en électricité et en électronique
3. Une compréhension de base de la régulation industrielle et de ses principes
4. Des compétences en informatique et en programmation

Contenu de la matière :

TP1. Introduction aux systèmes de régulation industrielle :

TP2. Analyse de systèmes de régulation industrielle :

TP3. Identification des paramètres des systèmes (temps de réponse, constante de temps, etc.)

TP4. Réglage des régulateurs en fonction des caractéristiques des systèmes

TP5. Programmation des régulateurs en fonction des paramètres des systèmes

TP6. Analyse de risques dans les procédés industriels.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%.

III - Programme détaillé par matière du semestre S2

Semestre : 2**Unité d'enseignement : UEF 1.2.1****Matière 1 : Intelligence artificielle et commande avancées****VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TP : 1h30)****Crédits : 4****Coefficients : 2****Objectifs de l'enseignement :**

L'objectif de l'enseignement "Intelligence artificielle et commande avancée" est de donner aux étudiants les connaissances théoriques et pratiques nécessaires pour comprendre les principes de base de l'intelligence artificielle et de la commande avancée, ainsi que les techniques et les outils utilisés pour concevoir et développer des systèmes de commande avancée basés sur l'intelligence artificielle. Les étudiants seront en mesure d'utiliser ces connaissances pour concevoir, analyser et implémenter des systèmes de commande avancée pour diverses applications, notamment dans les domaines de l'automatisation industrielle, de la robotique, de la commande de processus et de la commande de systèmes complexes.

Connaissances préalables recommandées :

Pour suivre efficacement l'enseignement sur l'intelligence artificielle et la commande avancée, il est recommandé d'avoir des connaissances en mathématiques avancées (algèbre linéaire, calcul différentiel et intégral, théorie des probabilités) ainsi qu'en contrôle des systèmes dynamiques. Une connaissance de base de la programmation informatique peut également être utile.

Contenu de la matière :**Chapitre 1 : Généralités sur le "soft computing" (01 semaines)****Chapitre 2 : Logique floue et ses applications (02 semaines)**

Concepts de base : sous-ensembles flous et logique floue.

- Structure d'un système flou. Modèle du raisonnement flou
- Identification et commande floues

Chapitre 3 : Réseaux de neurones artificiels (02 semaines)

- Les réseaux multicouches et algorithme la rétro-propagation
- Réseaux neuronaux récurrents
- Réseaux RBF et apprentissage

Chapitre 4 : Réseaux adaptatifs et réseaux neuro-flous (02 semaines)

- Mémoires associatives et réseaux de classification.

Réseaux neuro-flous

Chapitre 5 : Algorithmes génétiques (02 semaines)

- AGs - Evolution différentielle
- Algorithme luciole

Chapitre 6 : Technique d'optimisation par essaims de particules (02 semaines)

- Recherche locale
- Recherche locale avancée (recuit simulé, recherche tabou, ...)

Algorithmes coopératifs : colonies de fourmis, ...

Chapitre 7 : Probabilité et raisonnement probabiliste (02 semaines)

- Raisonnement probabiliste
- Réseaux bayésiens

Chapitre 8 : Systèmes experts et leurs applications (02 semaines)

- Systèmes experts
- Systèmes experts flous
- Application à la prise de décision

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40%; Examen : 60%.

Semestre : 2**Unité d'enseignement :** UEF 1.2.1**Matière 1 :** Capteurs et actionneurs**VHS :** 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**Crédits :** 4**Coefficients :** 2**Objectifs de l'enseignement :**

L'objectif de l'enseignement sur les capteurs et actionneurs est de permettre aux étudiants de comprendre les principes fondamentaux des capteurs et des actionneurs, ainsi que les différentes techniques utilisées pour mesurer des grandeurs physiques et agir sur les systèmes industriels. Les étudiants apprennent également à concevoir et à choisir des capteurs et des actionneurs adaptés aux applications industrielles, ainsi qu'à évaluer leurs performances et leur fiabilité. Enfin, l'enseignement aborde également les aspects liés à l'intégration de capteurs et d'actionneurs dans les systèmes de contrôle et d'automatisation.

Connaissances préalables recommandées :

Electronique analogique, Fonctions d'électronique, Mesures électriques et électroniques, Traitement du signal.

Contenu de la matière :**Chapitre 1 : Notions sur les Capteurs (02 semaines)**

Grandeurs mesurables, Vocabulaire, Rôles d'un capteur, Types de mesurandes, Caractéristiques générales d'un capteur : étendue de mesure, sensibilité, reproductibilité, Fonctionnement en linéaire, hystérésis, résolution, dérive, les erreurs de mesure,... Les parasites. Type de capteurs (actifs, passifs, composites, ...), capteurs simples, intégrés et/ou intelligents.

Chapitre 2 : Conditionnement des capteurs (04 semaines)

Définition d'un circuit de conditionnement, Montage potentiométrique (Mesure des résistances, Mesure des impédances complexes, Les inconvénients du montage potentiométrique. Pont de Wheatstone, Mesures des impédances complexes, Kelvin, Wien, Maxwell, Owen, Hay, Anderson, ..., Amplificateurs d'instrumentation, Amplificateurs différentiels, amplificateurs de charge et amplificateurs d'isolement. Circuits de linéarisation et de conditionnement non-linéaire. Évaluation de la distorsion des systèmes de conditionnement. Conditionnement et CEM.

Chapitre 3 : Exemples de capteurs industriels (04 semaines)

Capteur de position et de déplacement. Capteur de Pression. Capteur de niveau. Capteur de température (thermocouple et Pt100 ...). Capteur de débit. Capteur de courant, jauges de contraintes,...

Chapitre 4 : Systèmes de transmission pour capteurs (03 semaines)

Les transmetteurs (Intérêt d'un transmetteur, Paramétrage des transmetteurs, choix d'un transmetteur, boucle de courant 4-20mA, Symboles, les transmetteurs intelligents). Systèmes de transmission analogiques et numériques. Transmission en tension et en courant (4-20 mA). Techniques de modulation/démodulation. Transmission numérique série synchrone ou asynchrone. Principes, caractéristiques et protocoles (RS232C, RS422, RS485, ...).

Chapitre 5 : Introduction aux capteurs intelligents (02 semaines)

Intérêt et principes, architecture générale (module de captage, unité de traitement, interface de communication, module d'alimentation), avantages et inconvénients, Réseaux de capteurs intelligents, exemples de protocoles de communication.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen: 60%.

Semestre : 2**Unité d'enseignement : UEF 1.2.1****Matière 1 : Procédés de Production de l'hydrogène.****VHS : 22h30 (Cours : 1h30)****Crédits : 2****Coefficients : 1****Objectifs de l'enseignement :**

Acquérir des connaissances technologiques étendues sur les différents capteurs rencontrés en milieu industriel et sur leurs utilisations (métrologie, acquisition de données). Comprendre une feuille de spécifications de tout type de capteur.

Connaissances préalables recommandées :

Electronique analogique, Fonctions d'électronique, Mesures électriques et électroniques, Traitement du signal.

Contenu de la matière :**Chapitre 1 :** Introduction à la production d'hydrogène :

Les différents processus de production d'hydrogène, les applications de l'hydrogène, les avantages et les inconvénients de l'hydrogène comme source d'énergie, la sécurité dans la production d'hydrogène, etc.

Chapitre 2 : Production d'hydrogène à partir de combustibles fossiles : Les processus de production d'hydrogène à partir de combustibles fossiles, tels que la réforme du méthane, la gazéification du charbon, etc.

Chapitre 3 : Production d'hydrogène à partir de sources renouvelables : Les processus de production d'hydrogène à partir de sources renouvelables, tels que l'électrolyse de l'eau, la fermentation biologique, etc.

Chapitre 4 : Stockage et transport de l'hydrogène : Les différents types de stockage d'hydrogène, les méthodes de transport de l'hydrogène, les avantages et les inconvénients de chaque méthode.

Chapitre 5 : Applications de l'hydrogène : Les différentes applications de l'hydrogène dans les secteurs de l'énergie, de l'industrie, de la mobilité, etc.

Chapitre 6 : Analyse économique de la production d'hydrogène : L'analyse économique de la production d'hydrogène, les coûts associés à la production d'hydrogène, les avantages économiques de la production d'hydrogène, etc.

Mode d'évaluation :

Examen: 100%.

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UEF 1.2.2

Matière 1 : Machine Electrique.

VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

A la fin de ce cours, l'étudiant sera capable d'établir les équations générales de conversion d'énergie électromécanique appliquées aux machines synchrones, asynchrones et à courant continu et saura déterminer leurs caractéristiques en régimes statiques ou variables. Ce qui permet notamment de prendre en compte l'association des machines aux convertisseurs statiques.

Connaissances préalables recommandées :

Circuits électriques triphasés, à courants alternatifs, puissance. Circuits magnétiques, Transformateurs monophasés et triphasés, Machines électriques à courants continu et alternatif (fonctionnement moteur et génératrice).

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Principes généraux (03 semaines)

Principe de la conversion d'énergie électromécanique. Principe du couplage stator/rotor : la machine primitive. Bobinages des machines électriques. Calcul des forces magnétomotrices. Équation mécanique ;

Chapitre 2 : Machines synchrones (04 semaines)

Généralités et mise en équations de la machine synchrone à pôles lisses. Étude du fonctionnement de la machine synchrone. Différents systèmes d'excitation. Réactions d'induit. Éléments sur la machine synchrone à pôles saillants sans et avec amortisseurs. Diagrammes de Potier, diagramme des deux réactances et diagramme de Blondel. Éléments sur les machines à aimants permanents. Alternateurs et Couplage en parallèle. Moteurs synchrones, démarrage...

Chapitre 3 : Machines asynchrones (04 semaines)

Généralités. Mise en équation. Schémas équivalents. Couple de la machine asynchrone. Caractéristiques et diagramme de la machine asynchrone. Fonctionnement moteur/générateur, démarrage, freinage. Moteurs à encoches profondes et à double cages, Moteurs asynchrones monophasés ;

Chapitre 4 : Machines à courant continu (04 semaines)

Structure des machines à courant continu. Équations des machines à courant continu. Modes de démarrage, freinage et réglage de vitesse des moteurs à courant continu. Phénomènes de commutation. Saturation et réaction d'induit. Pôles auxiliaires de commutation. Fonctionnement moteur/générateur.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen: 60%.

Semestre : 2**Unité d'enseignement : UEF 1.2.2****Matière 1 : Technologie de production de l'hydrogène.****VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)****Crédits : 4****Coefficients : 2****Objectifs de l'enseignement :**

L'objectif du cours sur les technologies de production et transport de l'hydrogène est de fournir aux étudiants des connaissances sur les différentes technologies de production l'hydrogène. Les étudiants apprendront les avantages et les inconvénients de chaque technologie, ainsi que les applications pratiques et les exigences de sécurité associées. Le cours abordera également les enjeux économiques et environnementaux liés à la production, à la production de l'hydrogène.

Connaissances préalables recommandées :

Base en chimie et en physique, notamment sur les notions de réaction chimique, d'équilibre chimique, de thermodynamique et de cinétique chimique.

Contenu de la matière :

1. Introduction à la production d'hydrogène : principes et enjeux
2. Étude des différentes technologies de production d'hydrogène : électrolyse de l'eau, reformage de gaz naturel, gazéification de la biomasse, etc.
3. Manipulation des équipements utilisés pour la production d'hydrogène : électrolyseurs, réacteurs de reformage, etc.
4. Analyse des paramètres de production : température, pression, flux de gaz, etc.
5. Évaluation des performances des équipements et des processus de production
6. Sécurité dans la manipulation des équipements et des gaz combustibles

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen: 60%.

Semestre : 2**Unité d'enseignement : UEM 1.2****Matière 1 : Captation CO₂, Injection de l'hydrogène****VHS : 22h30 (Cours : 1h30)****Crédits : 1****Coefficients : 1****Objectifs de l'enseignement :**

L'objectif principal est de comprendre les principes fondamentaux de la captation de CO₂ et de l'injection d'hydrogène dans différents processus industriels, tels que la production d'énergie, la production de produits chimiques et la capture et stockage de carbone.

Les objectifs spécifiques peuvent inclure :

1. Comprendre les différentes technologies de captation de CO₂ et d'injection d'hydrogène, leurs avantages et leurs inconvénients.
2. Connaître les différentes sources de CO₂ et les méthodes de séparation et de captage du CO₂.
3. Étudier les différentes technologies de production d'hydrogène, y compris la production d'hydrogène à partir de sources renouvelables et la capture et l'utilisation du CO₂ pour produire de l'hydrogène.
4. Évaluer les différents types d'injecteurs d'hydrogène, les paramètres de fonctionnement et les effets sur les performances des processus.
5. Comprendre les réglementations environnementales liées à la captation de CO₂ et à l'injection d'hydrogène.

Connaissances préalables recommandées :

Base en chimie et en physique, notamment sur les notions de réaction chimique, d'équilibre chimique, de thermodynamique et de cinétique chimique.

Contenu de la matière :

1. Introduction à la captation de CO₂ et à l'injection d'hydrogène
2. Principes et technologies de la captation de CO₂
3. Technologies de stockage de CO₂
4. Processus d'injection d'hydrogène
5. Stockage géologique d'hydrogène
6. Aspects économiques et environnementaux de la captation de CO₂ et de l'injection d'hydrogène

Le cours peut également inclure des études de cas et des travaux pratiques pour permettre aux étudiants de mieux comprendre les applications concrètes de la captation de CO₂ et de l'injection d'hydrogène.

Mode d'évaluation :

Examen: 100%.

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UEM 1.2

Matière 1 : TP Intelligence artificielle et commande avancées.

VHS : 22h30 (TP : 1h30)

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

Programmer et simuler des lois de commande basées sur les techniques de l'intelligence artificielle.

Connaissances préalables recommandées :

Logiciel de simulation et de programmation. Les systèmes dynamiques. L'optimisation. Logique. Probabilités, image processing toolbox.

Contenu de la matière :

TP 1 : Introduction à la logique floue.

TP 2 : Réseaux de neurones artificiels.

TP 3 : Réseaux adaptatifs et réseaux neuro-flous.

TP 4 : Algorithmes génétiques.

TP 5 : PSO.

TP 6 : Systèmes experts et raisonnement probabiliste.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UEM 1.2

Matière 1 : TP Capteurs et actionneurs.

VHS : 22h30 (TP : 1h30)

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

Les TP ont pour objectif de permettre aux étudiants de manipuler et de mettre en place différents types de capteurs et actionneurs. Ils pourront ainsi se familiariser avec les différentes technologies de capteurs et d'actionneurs, comprendre leur fonctionnement, leur calibration et leur mise en œuvre.

Connaissances préalables recommandées :

Electronique analogique, Fonctions d'électronique, Mesures électriques et électroniques, Traitement du signal.

Contenu de la matière :

1. Comprendre les principes de fonctionnement des différents types de capteurs et actionneurs (par exemple, capteurs de pression, de température, de proximité, moteurs, vannes, etc.).
2. Savoir choisir et dimensionner un capteur ou un actionneur pour une application donnée en fonction des critères spécifiques de performance et de coût.
3. Savoir utiliser des outils de mesure et de test pour caractériser les performances d'un capteur ou d'un actionneur (par exemple, oscilloscopes, générateurs de signaux, multimètres, analyseurs de spectre, etc.).
4. Savoir concevoir et mettre en place des circuits d'interface entre les capteurs/actionneurs et les systèmes de contrôle ou les microcontrôleurs.
5. Savoir programmer des microcontrôleurs pour lire et traiter les données de capteurs et activer les actionneurs en fonction de différents scénarios.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UEM 1.2

Matière 1 : TP Machine Electrique.

VHS : 22h30 (TP: 1h30)

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

Compléter, consolider et vérifier les connaissances déjà acquises dans le cours.

Connaissances préalables recommandées :

Circuits électriques triphasés, à courants alternatifs, puissance. Circuits magnétiques, Transformateurs monophasés et triphasés, Machines électriques à courants continu et alternatif (fonctionnement moteur et génératrice).

Contenu de la matière :

1. Caractéristiques électromécanique de la machine asynchrone ;
2. Diagramme de cercle ;
3. Génératrice asynchrone fonctionnement autonome;
4. Couplage d'un alternateur au réseau et son fonctionnement au moteur synchrone ;
5. Détermination des paramètres d'une machine synchrone ;

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UEM 1.2

Matière 1 : TP Technologie de production de l'hydrogène.

VHS : 15h00 (TP : 1h00)

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

Les travaux pratiques ont pour but de permettre aux étudiants de :

- Comprendre les différentes méthodes de production d'hydrogène, leurs avantages et leurs inconvénients.
- Manipuler et mettre en œuvre les différentes technologies de production d'hydrogène.
- Analyser les paramètres de production, tels que la température, la pression et le débit, et leur influence sur le rendement de la production d'hydrogène.
- Identifier et résoudre les problèmes rencontrés lors de la production d'hydrogène.
- Évaluer les coûts de production et la viabilité économique des différentes méthodes de production d'hydrogène.

Connaissances préalables recommandées :

- Des connaissances de base en chimie, en thermodynamique et en génie des procédés peuvent être utiles pour une meilleure compréhension des concepts liés à la production de l'hydrogène.
- Des connaissances en électricité et en génie électrique peuvent également être nécessaires pour certains aspects liés à l'électrolyse de l'eau.

Contenu de la matière :

1. Introduction à la production d'hydrogène : principes et enjeux
2. Étude des différentes technologies de production d'hydrogène : électrolyse de l'eau, reformage de gaz naturel, gazéification de la biomasse, etc.
3. Manipulation des équipements utilisés pour la production d'hydrogène : électrolyseurs, réacteurs de reformage, etc.
4. Analyse des paramètres de production : température, pression, flux de gaz, etc.
5. Évaluation des performances des équipements et des processus de production
6. Sécurité dans la manipulation des équipements et des gaz combustibles

Les travaux pratiques peuvent également inclure des visites de sites de production d'hydrogène pour permettre aux étudiants de voir les processus de production en action.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UED 1.2

Matière 1 : Technologies de Stockage et transport de l'hydrogène.

VHS : 22h30 (Cours : 1h30)

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif du cours est de fournir aux étudiants des connaissances sur les différentes technologies de stockage et de transport de l'hydrogène. Les étudiants apprendront les avantages et les inconvénients de chaque technologie, ainsi que les applications pratiques et les exigences de sécurité associées. Le cours abordera également les enjeux économiques et environnementaux liés à la production, au stockage et au transport de l'hydrogène.

Connaissances préalables recommandées :

Les connaissances préalables recommandées pour le cours sur les technologies de stockage et transport de l'hydrogène sont :

- Connaissance de base en thermodynamique, mécanique des fluides, transfert de chaleur.
- Connaissance des principes de base de l'électrochimie et de la production d'hydrogène.
- Connaissance de base en génie chimique et des procédés industriels.
- Connaissance des propriétés physiques et chimiques de l'hydrogène.
- Connaissance de base en sécurité industrielle et en gestion des risques.

Ces connaissances préalables permettront aux étudiants de mieux comprendre le contenu du cours et de faciliter leur apprentissage

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction aux technologies de stockage et transport de l'hydrogène :

Les différents types de stockage d'hydrogène, les méthodes de transport de l'hydrogène, les avantages et les inconvénients de chaque méthode, les principes physiques de stockage et transport de l'hydrogène.

Chapitre 2 : Stockage d'hydrogène sous forme gazeuse :

Les technologies de stockage d'hydrogène sous forme gazeuse, y compris la compression et la liquéfaction, les avantages et les inconvénients de chaque méthode, les considérations de sécurité.

Chapitre 3 : Stockage d'hydrogène sous forme liquide :

Les technologies de stockage d'hydrogène sous forme liquide, y compris la cryogénie et les hydrates de gaz, les avantages et les inconvénients de chaque méthode, les considérations de sécurité.

Chapitre 4 : Stockage d'hydrogène sous forme solide :

Les technologies de stockage d'hydrogène sous forme solide, y compris l'adsorption et l'absorption, les avantages et les inconvénients de chaque méthode, les considérations de sécurité.

Chapitre 5 : Transport d'hydrogène :

Les différentes méthodes de transport d'hydrogène, y compris les pipelines, les camions-citernes, les navires et les trains, les avantages et les inconvénients de chaque méthode, les considérations de sécurité.

Chapitre 6 : Applications des technologies de stockage et transport de l'hydrogène :

Les différentes applications des technologies de stockage et transport de l'hydrogène dans les secteurs de l'énergie, de l'industrie, de la mobilité, etc.

Chapitre 7 : Analyse économique des technologies de stockage et transport de l'hydrogène :
L'analyse économique des technologies de stockage et transport de l'hydrogène, les coûts associés à chaque méthode, les avantages économiques des technologies de stockage et transport de l'hydrogène, etc

Mode d'évaluation :

Examen: 100%.

Semestre : 2**Unité d'enseignement : UED 1.2****Matière 1 : Technologie des piles combustible.****VHS : 22h30 (Cours : 1h30)****Crédits : 1****Coefficients : 1****Objectifs de l'enseignement :**

L'objectif du cours est d'introduire les principes fondamentaux de cette technologie et de comprendre le fonctionnement des différents types de piles à combustible. Les étudiants apprendront également les applications des piles à combustible, y compris les véhicules à pile à combustible, les systèmes de cogénération, les micro- et mini-réseaux, etc. L'accent sera mis sur les avantages et les inconvénients de chaque type de pile à combustible, ainsi que sur les défis actuels et les perspectives d'avenir de cette technologie.

Connaissances préalables recommandées :

Les connaissances préalables recommandées sont :

- Les bases de la chimie générale (atomes, molécules, réactions chimiques)
- Les notions de thermodynamique (lois de la thermodynamique, enthalpie, entropie, etc.)
- Les bases de l'électrochimie (potentiel, courant, électrodes, etc.)
- Les bases de la physique (électricité, magnétisme, etc.)
- Les notions de génie électrique (circuits électriques, sources d'énergie, etc.)
- Les bases de la mécanique des fluides (écoulement des fluides, pression, débit, etc.)
- Les notions de matériaux et leur comportement en conditions extrêmes (hautes températures, hautes pressions, etc.)

Ces connaissances permettront aux étudiants de comprendre les principes physiques, chimiques et électrochimiques qui sous-tendent le fonctionnement des piles à combustible, ainsi que les différents types de piles à combustible et leurs applications possibles.

Contenu de la matière :

- Introduction aux piles à combustible : définitions, principes de fonctionnement, types de piles à combustible, avantages et inconvénients, applications.
- Étude de la pile à combustible PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell) : principe de fonctionnement, éléments constitutifs, bilan énergétique, types de membranes, optimisation de l'efficacité et de la durabilité.
- Étude de la pile à combustible SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) : principe de fonctionnement, éléments constitutifs, bilan énergétique, types de matériaux, optimisation de l'efficacité et de la durabilité.
- Matériaux utilisés pour les piles à combustible : électrodes, catalyseurs, électrolytes, substrats, revêtements.
- Assemblage des piles à combustible : conception, fabrication, intégration dans des systèmes énergétiques.
- Contrôle et gestion des piles à combustible : surveillance en temps réel, diagnostic de défaillances, contrôle de la température et de l'humidité, régulation de la puissance.
- Applications des piles à combustible : transport (véhicules électriques à hydrogène), production d'électricité (micro-cogénération, alimentation de secours), stockage d'énergie, industrie chimique, aérospatiale.
- Développements futurs et perspectives de la technologie des piles à combustible : nouveaux matériaux, améliorations de l'efficacité, réduction des coûts, développement de réseaux de distribution d'hydrogène.

Mode d'évaluation :

Examen: 100%.

Semestre : 2**Unité d'enseignement : UET 1.2****Matière 1 : Hydrogène pour la mobilité.****VHS : 22h30 (Cours : 1h30)****Crédits : 1****Coefficients : 1****Objectifs de l'enseignement :**

L'objectif du cours est d'introduire les principes de base de la technologie de l'hydrogène appliquée aux transports, en se concentrant sur les véhicules à hydrogène. Les étudiants apprendront les avantages et les inconvénients des véhicules à hydrogène par rapport aux véhicules conventionnels, ainsi que les défis technologiques et économiques actuels et futurs liés à l'infrastructure de ravitaillement en hydrogène.

Connaissances préalables recommandées :

Il est recommandé d'avoir des connaissances de base en chimie et en physique, ainsi que de bonnes notions en génie mécanique et en énergie.

Contenu de la matière :

1. Introduction à l'hydrogène et à la mobilité : définitions, propriétés de l'hydrogène, historique de la mobilité hydrogène, etc.
2. Production d'hydrogène : technologies de production, sources d'hydrogène, impact environnemental, etc.
3. Stockage et transport d'hydrogène : types de stockage, infrastructures de distribution, transport d'hydrogène liquide, etc.
4. Piles à combustible : types, avantages, inconvénients, applications, etc.
5. Véhicules à hydrogène : conception, performances, économie, coûts, sécurité, etc.
6. Systèmes de ravitaillement : technologies, coûts, normes, réglementation, etc.
7. Analyse du cycle de vie : évaluation environnementale et économique des systèmes d'hydrogène pour la mobilité.
8. Perspectives d'avenir : développements technologiques, perspectives de marché, défis et opportunités de l'hydrogène pour la mobilité.

Mode d'évaluation :

Examen: 100%.

III - Programme détaillé par matière du semestre S3

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEF 3.1

Matière 1 : Modélisation multi-physique et supervision d'un système hybride à ER.

VHS : 67h30 (Cours : 3h00, TD : 1h30)

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif du cours et la supervision d'un système hybride à énergie renouvelable est de fournir aux étudiants les connaissances et compétences nécessaires pour modéliser et superviser les systèmes hybrides à ER. Les étudiants apprendront à développer des modèles multi-physiques pour différents composants du système, tels que les panneaux solaires, les éoliennes, les batteries et les convertisseurs de puissance. Ils apprendront également à concevoir des stratégies de supervision pour assurer le fonctionnement optimal du système.

Connaissances préalables recommandées :

Pour suivre ce cours, il est recommandé d'avoir une bonne compréhension de la modélisation et de la simulation des systèmes électriques, ainsi que des connaissances de base en énergie renouvelable et en stockage d'énergie. Une compréhension de base de la programmation informatique (notamment en MATLAB et Simulink) est également souhaitable.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction aux systèmes hybrides à énergies renouvelables (ER) :

Les différents types de sources d'énergie renouvelable, les systèmes hybrides à ER, les avantages et les inconvénients de ces systèmes, les principes physiques de ces systèmes.

Chapitre 2 : Modélisation multi-physique :

Les différents outils de modélisation multi-physique, y compris les logiciels de simulation, les modèles physiques, les modèles de comportement, les techniques de modélisation hybride, les avantages et les inconvénients de chaque méthode.

Chapitre 3 : Modélisation des composants du système hybride à ER

La modélisation des composants du système hybride à ER, tels que les panneaux solaires, les éoliennes, les batteries, les convertisseurs de puissance, les chargeurs, les régulateurs, les onduleurs, les transformateurs, les éléments de stockage d'énergie, etc.

Chapitre 4 : Supervision des systèmes hybrides à ER : La supervision des systèmes hybrides à ER, y compris la surveillance, la commande, la régulation, la protection, la maintenance, l'optimisation et la gestion des données.

Chapitre 5 : Analyse de la performance du système hybride à ER : L'analyse de la performance du système hybride à ER, y compris la mesure, la surveillance, l'évaluation, la prédiction et l'optimisation des performances du système.

Chapitre 6 : Applications des systèmes hybrides à ER : Les différentes applications des systèmes hybrides à ER dans les secteurs de l'énergie, de l'industrie, de la mobilité, etc.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen: 60%.

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEF 3.1

Matière 1 : Gestion des Systèmes Hybrides à ER.

VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif du cours et la gestion optimale de ces systèmes est de fournir aux étudiants une compréhension approfondie des différents types de systèmes hybrides à ER, ainsi que des techniques et des outils nécessaires pour une gestion optimale de ces systèmes. Les étudiants apprendront les principes fondamentaux de la production et du stockage de l'énergie renouvelable, ainsi que les défis associés à l'intégration de ces sources d'énergie intermittentes dans les systèmes énergétiques.

Connaissances préalables recommandées :

Il est recommandé d'avoir des connaissances préalables en énergie renouvelable, en génie électrique, en modélisation et simulation de systèmes énergétiques, en contrôle et commande, en optimisation et en informatique industrielle.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction aux systèmes hybrides à énergies renouvelables (ER) : Les différents types de sources d'énergie renouvelable, les systèmes hybrides à ER, les avantages et les inconvénients de ces systèmes, les principes physiques de ces systèmes.

Chapitre 2 : Composants des systèmes hybrides à ER : Les différents composants des systèmes hybrides à ER, tels que les panneaux solaires, les éoliennes, les batteries, les convertisseurs de puissance, les chargeurs, les régulateurs, les onduleurs, les transformateurs, les éléments de stockage d'énergie, etc.

Chapitre 3 : Modélisation et simulation des systèmes hybrides à ER : Les différentes méthodes de modélisation et de simulation des systèmes hybrides à ER, les logiciels de simulation, les modèles de comportement, les techniques de modélisation hybride, les avantages et les inconvénients de chaque méthode.

Chapitre 4 : Gestion optimale des systèmes hybrides à ER : Les différentes stratégies de gestion optimale des systèmes hybrides à ER, y compris la gestion de l'énergie, la planification de la charge, la gestion de la demande, la régulation de la tension, la régulation de la fréquence, l'optimisation de la production d'énergie, etc.

Chapitre 5 : Intégration des systèmes hybrides à ER dans le réseau électrique : Les différentes méthodes d'intégration des systèmes hybrides à ER dans le réseau électrique, y compris la gestion de la connexion au réseau, la gestion de la puissance, la régulation de la tension et de la fréquence, la protection contre les surtensions et les courts-circuits, etc.

Chapitre 6 : Analyse de la performance des systèmes hybrides à ER : L'analyse de la performance des systèmes hybrides à ER, y compris la mesure, la surveillance, l'évaluation, la prédiction et l'optimisation des performances du système.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen: 60%.

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEF 3.1

Matière 1 : Etude technico économique, résilience des Systèmes hybrides à ER.

VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif du cours est d'enseigner aux étudiants les concepts de base du calcul économique et de la résilience, ainsi que les méthodes de modélisation et d'analyse pour évaluer la viabilité et la durabilité des systèmes hybrides à énergies renouvelables. Les étudiants apprendront à évaluer les coûts et les bénéfices associés aux différentes technologies d'énergie renouvelable, à modéliser les performances et les impacts environnementaux de ces technologies, ainsi qu'à concevoir des systèmes hybrides qui sont à la fois économiquement viables et résilients aux perturbations extérieures.

Connaissances préalables recommandées :

Des connaissances de base en mathématiques, en économie et en énergie renouvelable soient nécessaires pour comprendre le contenu de ce cours. Des connaissances en modélisation et simulation de systèmes énergétiques peuvent également être utiles.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction au calcul technico-économique : Les principes fondamentaux du calcul technico-économique, les différentes méthodes de calcul, l'analyse coût-bénéfice, l'analyse du cycle de vie, l'analyse du retour sur investissement, etc.

Chapitre 2 : Évaluation de la résilience des systèmes hybrides à ER : Les différents aspects de la résilience des systèmes hybrides à ER, tels que la résistance, la robustesse, la redondance, la flexibilité, la capacité de récupération, etc.

Chapitre 3 : Analyse de la fiabilité des systèmes hybrides à ER : L'analyse de la fiabilité des systèmes hybrides à ER, y compris la modélisation de la fiabilité, la mesure de la fiabilité, l'évaluation de la fiabilité, l'optimisation de la fiabilité, etc.

Chapitre 4 : Évaluation de la durabilité des systèmes hybrides à ER : L'évaluation de la durabilité des systèmes hybrides à ER, y compris la mesure de la durabilité, l'analyse du cycle de vie, l'optimisation de la durabilité, etc.

Chapitre 5 : Analyse des risques des systèmes hybrides à ER : L'analyse des risques associés aux systèmes hybrides à ER, y compris l'identification des risques, l'évaluation des risques, la gestion des risques, la planification d'urgence, etc.

Chapitre 6 : Évaluation économique des systèmes hybrides à ER : L'évaluation économique des systèmes hybrides à ER, y compris l'analyse coût-bénéfice, l'analyse du retour sur investissement, l'analyse des coûts de cycle de vie, etc.

Chapitre 7 : Optimisation des systèmes hybrides à ER : L'optimisation des systèmes hybrides à ER, y compris l'optimisation de la production d'énergie, l'optimisation du stockage d'énergie, l'optimisation de la consommation d'énergie, l'optimisation du dimensionnement, etc.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen: 60%.

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEM 3.1

Matière 1 : TP Modélisation multi-physique et supervision d'un système hybride à ER.

VHS : 30h00 (TP : 2h00)

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

Les objectifs des travaux pratiques sont les suivants :

- Apprendre à utiliser des logiciels de simulation pour évaluer la faisabilité et la rentabilité de différents scénarios de systèmes hybrides à énergies renouvelables.
- Acquérir des compétences pratiques dans l'analyse des données et la prise de décision pour la conception de systèmes hybrides à énergies renouvelables résilients et économiquement viables.
- Évaluer la résilience des systèmes hybrides à énergies renouvelables aux perturbations externes telles que les catastrophes naturelles et les changements climatiques.

Connaissances préalables recommandées :

Des connaissances de base en mathématiques, en économie et en énergie renouvelable soient nécessaires pour comprendre le contenu de ce cours. Des connaissances en modélisation et simulation de systèmes énergétiques peuvent également être utiles.

Contenu de la matière :

TP 1 : Introduction à la modélisation multi-physique : Les principes fondamentaux de la modélisation multi-physique, les différentes méthodes de modélisation, l'analyse de sensibilité, etc.

TP 2 : Modélisation d'un système hybride à ER : La modélisation d'un système hybride à ER à l'aide de logiciels de modélisation tels que Matlab/Simulink, Dymola, etc. Les différents éléments du système tels que les panneaux solaires, les éoliennes, les batteries, les piles à combustible, etc.

TP 3 : Supervision d'un système hybride à ER : La mise en place de la supervision d'un système hybride à ER à l'aide de logiciels de supervision tels que Labview, Wonderware, etc. La surveillance de différents paramètres tels que la production d'énergie, la consommation d'énergie, la température, la pression, etc.

TP 4 : Analyse des performances du système : L'analyse des performances d'un système hybride à ER en utilisant les résultats de la modélisation et de la supervision. La mesure de l'efficacité énergétique, la mesure de la production d'énergie, la mesure de la consommation d'énergie, etc.

TP 5 : Optimisation du système : L'optimisation du système hybride à ER en utilisant les résultats de l'analyse des performances. L'optimisation de la production d'énergie, l'optimisation du stockage d'énergie, l'optimisation de la consommation d'énergie, l'optimisation du dimensionnement, etc.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEM 3.1

Matière 1 : TP Gestion Systèmes hybrides à ER

VHS : 30h00 (TP : 2h00)

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

Les objectifs des travaux pratiques sont les suivants :

- Comprendre les principes de base des systèmes hybrides à énergies renouvelables et leur gestion optimale
- Acquérir des compétences pratiques dans la modélisation et la simulation des systèmes hybrides à énergies renouvelables
- Apprendre les méthodes de dimensionnement et de calcul technico-économique des systèmes hybrides à énergies renouvelables
- Mettre en place des stratégies de gestion optimale pour assurer la stabilité du système et maximiser son rendement énergétique
- Évaluer la résilience des systèmes hybrides à énergies renouvelables et les mesures à prendre en cas de perturbations ou d'incidents.

Connaissances préalables recommandées :

Il est recommandé d'avoir des connaissances préalables en énergie renouvelable, en génie électrique, en modélisation et simulation de systèmes énergétiques, en contrôle et commande, en optimisation et en informatique industrielle.

Contenu de la matière :

TP 1 : Introduction aux systèmes hybrides à ER : Les principes fondamentaux des systèmes hybrides à énergie renouvelable, les avantages et les défis, les différents éléments du système, les stratégies de gestion, etc.

TP 2 : Analyse des performances des systèmes hybrides à ER : La mesure de l'efficacité énergétique, la mesure de la production d'énergie, la mesure de la consommation d'énergie, etc.

TP 3 : Modélisation des systèmes hybrides à ER : La modélisation d'un système hybride à ER à l'aide de logiciels de modélisation tels que Matlab/Simulink, Dymola, etc. Les différents éléments du système tels que les panneaux solaires, les éoliennes, les batteries, les piles à combustible, etc.

TP 4 : Gestion optimale des systèmes hybrides à ER : Les différentes stratégies de gestion optimale des systèmes hybrides à ER, la gestion de la production et de la consommation d'énergie, la gestion du stockage d'énergie, l'optimisation du dimensionnement, etc.

TP 5 : Supervision des systèmes hybrides à ER : La mise en place de la supervision d'un système hybride à ER à l'aide de logiciels de supervision tels que Matlab, Labview, Wonderware, etc. La surveillance de différents paramètres tels que la production d'énergie, la consommation d'énergie, la température, la pression, etc.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEM 3.1

Matière 1 : TP Etude technico économique, résilience des Systèmes hybrides à ER.

VHS : 22h30 (TP : 1h30)

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

Les objectifs des travaux pratiques sont les suivants :

- Acquérir une compréhension approfondie des concepts de calcul technico-économique et de résilience des systèmes hybrides à énergies renouvelables.
- Apprendre à utiliser des outils logiciels pour effectuer des simulations et des analyses technico-économiques de systèmes hybrides à énergies renouvelables.
- Identifier les paramètres clés qui influencent les performances des systèmes hybrides à énergies renouvelables et évaluer les coûts associés à leur mise en place.
- Comprendre les défis de la gestion optimale des systèmes hybrides à énergies renouvelables, tels que la variabilité des sources d'énergie renouvelable et les contraintes de stockage.
- Évaluer la résilience des systèmes hybrides à énergies renouvelables face à des événements

Connaissances préalables recommandées :

Des connaissances de base en mathématiques, en économie et en énergie renouvelable soient nécessaires pour comprendre le contenu de ce cours. Des connaissances en modélisation et simulation de systèmes énergétiques peuvent également être utiles.

Contenu de la matière :

TP1: Introduction au calcul technico-économique : Les principes fondamentaux du calcul technico-économique, les différentes étapes du processus, les indicateurs de performance, les coûts, les revenus, etc.

TP 2: Analyse de la résilience des systèmes hybrides à ER : L'évaluation de la résilience du système hybride à ER en utilisant les résultats de la modélisation, de la supervision et de l'analyse des performances. L'identification des risques, l'évaluation des risques, la planification d'urgence, etc.

TP 3: Étude de cas : Calcul technico-économique et résilience d'un système hybride à ER : Étude de cas d'un système hybride à ER existant ou hypothétique, impliquant l'analyse de la performance du système, la conception d'un plan de gestion de la résilience, et l'analyse technico-économique du système.

TP4: Analyse des coûts et des revenus : L'analyse des coûts et des revenus associés à la mise en place et à l'exploitation d'un système hybride à ER, l'analyse de rentabilité, la durée de vie du système, etc.

TP5: Planification et conception de systèmes hybrides à ER : La planification et la conception d'un système hybride à ER à l'aide d'outils de modélisation tels que Matlab/Simulink, Dymola, etc. La gestion des coûts et la résilience du système doivent être pris en compte lors de la conception.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEM 3.1

Matière 1 : Projet intégrateur

VHS : 67h30 (TP : 4h30)

Crédits : 3

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Projet intégrateur : Réaliser un projet intégrateur de conception d'un SHENR de la définition du cahier des charges à la réception du produit.

Mode d'évaluation :

Examen : 100%.

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UED 3.1

Matière 1 : Recyclage et éco-design, Efficacité énergétique dans les bâtiments.

VHS : 22h30 (Cours : 1h30)

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif du cours est de fournir aux étudiants des connaissances sur les principes de l'éco-conception, du recyclage et de l'efficacité énergétique dans les bâtiments. Les étudiants apprendront les différentes étapes de l'éco-conception, ainsi que les critères à prendre en compte pour améliorer la durabilité des produits et des bâtiments. Le cours abordera également les techniques de recyclage des matériaux, en mettant l'accent sur les avantages environnementaux et économiques du recyclage.

Connaissances préalables recommandées :

Des connaissances de base en génie civil, en thermodynamique, en électricité et en électronique pour suivre le cours Recyclage et éco-design, Efficacité énergétique dans les bâtiments.

Contenu de la matière :

- Les principes de l'éco-conception et les approches de conception écologique pour les produits et les bâtiments
- La certification et les labels écologiques pour les bâtiments
- Les technologies pour l'efficacité énergétique dans les bâtiments, comme les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, l'éclairage et l'isolation
- Les concepts de la gestion de l'énergie dans les bâtiments, y compris la surveillance et la mesure de la consommation d'énergie, la gestion de la demande, la gestion de l'énergie renouvelable et la gestion des systèmes d'énergie distribuée
- Les aspects économiques de l'efficacité énergétique dans les bâtiments, tels que le calcul des coûts-bénéfices et l'analyse de rentabilité des investissements
- Les considérations liées au recyclage et à la gestion des déchets dans la conception et la construction de bâtiments durables.
- Le contenu peut également inclure des études de cas et des projets pratiques pour appliquer les concepts théoriques à des situations réelles.

Mode d'évaluation :

Examen: 100%.

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UED 3.1

Matière 1 : Technologie de l'hybridation et smart grid, gestion thermique des SHENR, gestion des modes de fonctionnement.

VHS : 22h30 (Cours : 1h30)

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif du cours est d'enseigner les principes fondamentaux de l'hybridation des systèmes énergétiques à base de sources d'énergie renouvelable (SHENR) et la gestion de l'interconnexion des réseaux intelligents (smart grids). Les étudiants apprendront également les différentes méthodes de gestion thermique des SHENR, ainsi que la gestion des modes de fonctionnement pour optimiser l'utilisation de ces systèmes.

Connaissances préalables recommandées :

- Les principes de base de l'électricité et de l'électronique.
- Les notions de base des énergies renouvelables et de leurs technologies.
- Les principes de base de la thermodynamique et de la mécanique des fluides.
- Les principes de base de la gestion de l'énergie et de la régulation.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction aux SHENR et à l'hybridation : Présentation des sources d'énergie renouvelable (solaire, éolien, hydraulique, géothermique, biomasse) et des concepts de l'hybridation (combinaison de différentes sources d'énergie renouvelable pour optimiser la production d'énergie).

Chapitre 2 : Smart grids : Introduction aux réseaux intelligents (smart grids) et à leur rôle dans l'intégration des SHENR. Analyse des défis techniques et économiques liés à l'intégration des SHENR dans les réseaux électriques existants, ainsi que des solutions proposées pour y faire face.

Chapitre 3 : Gestion thermique des SHENR : Présentation des principes fondamentaux de la gestion thermique des SHENR, y compris les échanges de chaleur, la thermodynamique des fluides, les technologies de stockage de chaleur et les dispositifs de régulation de la température. Étude des différentes solutions de gestion thermique pour les systèmes hybrides à énergie renouvelable.

Chapitre 4 : Gestion des modes de fonctionnement : Introduction aux différents modes de fonctionnement des SHENR, tels que le mode de production maximale, le mode de stockage maximal et le mode de consommation minimale. Analyse des algorithmes de gestion de l'énergie pour optimiser la production, le stockage et la consommation d'énergie dans les systèmes hybrides à énergie renouvelable.

Chapitre 5 : Cas d'étude : Étude de cas pour appliquer les concepts et les outils présentés dans le cours à un système hybride à énergie renouvelable réel. Les étudiants devraient être en mesure de concevoir et de simuler un système hybride à énergie renouvelable, de sélectionner les composants appropriés, de dimensionner le système et de proposer des solutions de gestion de l'énergie.

Mode d'évaluation :

Examen: 100%.

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UET 3.1

Matière 1 : Langue et Sciences Humaines Sociale et Juridiques.

VHS : 22h30 (Cours : 1h30)

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière vise à améliorer le niveau des étudiants en anglais dans un domaine spécifique tel que le domaine des Télécommunications et l'enseignement.

Contenu de la matière :

Compréhension et expression orale
Acquisition de vocabulaire télécoms
Analyse de la communication verbale et non verbale.
Présentation formelle
Ecrire un abstract

Mode d'évaluation :

Examen : 100%.