USGE6F - Sciences et techniques pour l'énergétique

Mis à jour le 23-04-2026

Code : USGE6F

Unité spécifique de type mixte

12 crédits

Responsabilité nationale :
EPN01 - Bâtiment et énergie / Brice TREMEAC

Présentation

Objectifs pédagogiques

Compléments de thermodynamique et utilités industrielles (46 heures)

Utiliser les compétences acquises au cours des semestres 5 à 8 pour analyser différents types d'installatins couramment utilisées dans l'industrie. Le fil conducteur sera l'efficacité énergétique et les limites définies par les lois de la physique.

Valorisation : chaleur, biomasse, déchets, … (26 heures)

Energie, climat : veille réglementaire et normative (26 heures)

Etudes et visites techniques (12 heures)

Compléter le contenu de formation à travers des études de cas ou des visites d'installations permettant d’apporter un complément de formation scientifique et techniques.

Hydrogène pour le spatial (25 heures)

TP Hydrogène (12 heures)

Programme

Contenu

Compléments de thermodynamique et utilités industrielles (46 heures)

Méthodologie d'approche d'une installation

Bilans : masse, énergie, entropie, exergie

Application à différents cycles de machines thermiques

Vapeur

Physique de la vapeur

Conception et dimensionnement de la boucle vapeur d'eau/condensat

Efficacité énergétique : économie d’énergie en chaufferie, sur le réseau de distribution, dans l’utilisation des purgeurs, sur le circuit de retour condensat, utilisation de la vapeur de revaporisation

Air comprimé :

Bases théoriques : pression, débit, vitesse

Distribution : pertes de charges, bouclage du réseau de distribution, capacité tampon.

Production : énergie spécifique de compression (Wh/(n)m3), vitesse variable, gestion multi compresseurs, refroidissement des compresseurs

Traitement : séchage (frigorifique ou à adsorption), critères de choix, coût énergétique en exploitation, filtration, déshuilage, etc.

Audit d’une installation : suivi des consommations, fuites, récupération d'énergie...

Refroidissement :

Tour de refroidissement ouvertes, fermées, hybrides ; refroidisseurs adiabatiques

Aspects réglementaires : la rubrique 2921

La liquéfaction des gaz

Cycles cryogéniques de liquéfaction

Principe (cycle de Linde et de Claude)

Application : production de gaz industriels, liquéfaction du gaz naturel

Les systèmes à sorption de production de froid

Les systèmes à absorption LiBr-eau

Les systèmes à absorption ammoniac-eau

L'adsorption solide

Valorisation : chaleur, biomasse, déchets, … (26 heures)

Introduction

Situer le contexte (économique, population mondiale, défis...)

Problème du CO2 et rappels sur la photosynthèse

Définitions (biomasse, carburants de première, deuxième et troisième génération...)

Les filières de valorisation et technologies associées

Les voies biochimiques (fermentation, méthanisation)

L'extraction

Les voies thermochimiques (combustion, pyrolyse, gazéification)

Les différents produits issus de la valorisation et leurs utilisations

Méthane

Bioéthanol

Biodiesel

Gaz de synthèse

Bio-huiles

Charbon

Applications

Les choix de la Normandie, de la France et de grands pays industrialisés ou émergents

Etude de cas- Dimensionnement d'une installation de méthanisation (en partie)

Visite d'installation Biomasse

Energie, climat : veille réglementaire et normative (26 heures)

Comment assurer les besoins en énergie sans hypothéquer l'avenir des générations futures ?

Impact environnemental et marché du CO2

Certificats d'émission, taxe carbone, Certificats d'économie d'énergie

Les protocoles internationaux et les directives européennes

La loi POPE, le Facteur 4, les PCET et la SNDD

La compensation carbone, les coûts du changement climatique

Analyse cycle de vie, les étiquetages énergétiques

L’ouverture des marchés de l'énergie, les composantes de la facturation, la CSPE

Le comptage de l’énergie, les contrats d’achat d’énergie

Etudes et visites techniques (12 heures)

Exemples de visites techniques

Visite de "poste source" RTE, de site éolien, de centrale nucléaire, de centrale solaire photovoltaïque, de chaufferie biomasse, de centre de méthanisation, etc..

Exemples d'études techniques

Dimensionnement d'une salle "blanche" dans l'industrie pharmaceutique depuis le cahier des charges jusqu’au dimensionnement complet de l’installation (réseaux hydrauliques et aérauliques, batteries, récupérateur d’énergie, ventilateur et pompe, régulation, filtres, pièges acoustiques, etc…)

La réglementation dans un environnement industriel : élaboration et hiérarchie des textes, structure du système législatif et réglementaire français, réglementation de l'environnement industriel, l'inspection des installations classées.

Dimensionnement d'une PAC géothermique sur sondes

Analyse comparative et dimensionnement d'un système de valorisation de chaleur fatale pour usage en chaleur ou valorisation en énergie électrique, en froid, etc...

Hydrogène pour le spatial (25 heures)

Chaine de valeur

Etude energétique end to end de la production et à l'utilisation du LH2 (hydrogène liquéfié)

Infrastructure moyen d'essai

Installation de compression hydrogène à partir d’hydrogène liquide (support Microsoft Visio Pro)

Transport hydrogène liquide/compressé

Transition vers la mobilité lourde

Re-aménagement péniche/bus/aviation pour l'H2

Compromis entre stockage GH2 v/s LH2 - PAC v/s combustion H2

TP Hydrogène (12 heures)

TP électrolyseur PEM (Proton Exchange Membrane).

Mode de fonctionnement selon les paramétres T, P

Rendement eau/elec/quantité de H2 (kWh)

Stockage à haute pression

Comparaison thermodynamique/métrologie experimentale

Métrologie hydorgène liquéfié

Pile à combustible

Fonctionnement des stacks : montage d'une PAC et métrologie

Modalités de validation

- Contrôle continu
- Projet(s)

Description des modalités de validation

Compléments de thermodynamique et utilités industrielles (46 heures)

Valorisation : chaleur, biomasse, déchets, … (26 heures)

Energie, climat : veille réglementaire et normative (26 heures)

Etudes et visites techniques (12 heures)

Hydrogène pour le spatial (25 heures)

TP Hydrogène (12 heures)