

# USEG0Q - Sciences et techniques de spécialité

## Présentation

### Objectifs pédagogiques

- Apporter un socle de connaissances théoriques solide pour l'ingénieur énergéticien généraliste.
- Apporter un socle de connaissances théoriques solide sur l'écoulement des fluides.
- Apporter un socle de connaissances théoriques solide sur les transferts radiatifs.
- L'ingénieur en énergétique est un expert de la maîtrise de l'énergie à toutes les étapes du système. Ce module se concentre sur la production et le stockage de l'énergie.

### Compétences

- Maîtriser le second principe de la thermodynamique.
- Connaître les différents cycles thermodynamiques.
- Connaître les différents états des fluides.
- Maîtriser les concepts d'écoulement des fluides.
- Comprendre les équations traduisant les écoulements.
- Comprendre les lois qui régissent les transferts radiatifs.
- Appliquer les principes de la thermodynamique à la production et au stockage de l'énergie.
- Connaître l'ensemble des systèmes de production et de stockage d'énergie existants.
- Appréhender la production et le stockage de l'énergie sous le prisme de l'économie d'énergie.

## Programme

### Contenu

#### Thermodynamique II : coefficient 1

- Introduction : rappel du premier principe de la thermodynamique, limitations du premier principe, nécessité du second, énoncé du second principe, différence entre les processus réversibles et irréversibles.
- Entropie et inégalité de Clausius : introduction à l'entropie, variation d'entropie pour système fermé réversible et irréversible, l'inégalité de Clausius, entropie et irréversibilité des processus naturels.
- Température thermodynamique : échelle de température absolue, température thermodynamique en relation avec l'entropie, définition de l'entropie en termes de température.
- Réversibilité et efficacité des machines thermiques : définitions des machines thermiques, analyse des cycles réversibles de Carnot, expression de l'efficacité de Carnot, comparaison de l'efficacité des machines réelles et idéales.
- Second principe et entropie totale : entropie totale d'un système isolé, production d'entropie due aux frottements, entropie dans les transferts de chaleur et de travail.
- Applications en ingénierie énergétique : analyse des cycles de puissance et de réfrigération, analyse des systèmes de production de chaleur, optimisation énergétique et limites de rendement.
- Entropie et équilibre thermodynamique : équilibre thermodynamique, maximum d'entropie pour un système à l'équilibre.
- Second principe et écologie industrielle : concepts de l'écologie industrielle, analyse de flux d'entropie dans les processus industriels, approches pour l'amélioration de l'efficacité énergétique et la réduction de l'entropie générée.

#### Mécanique des fluides : coefficient 2

- Etat fluide : forces appliquées sur un fluide (volume, surface), fluide parfait, fluide réel.
- Description cinématique des écoulements : régimes d'écoulement (laminaire, turbulent), nombre de Reynolds.

Mis à jour le 10-10-2024



**Code : USEG0Q**

Unité spécifique de type mixte

7 crédits

**Responsabilité nationale :**

EPN01 - Bâtiment et énergie /

Brice TREMEAC

- Equations de la mécanique des fluides : continuité, impulsion, énergie.
- Fluides parfaits : équation de Navier Stokes, théorème de Bernoulli, notion de charge.
- Fluides réels : théorèmes d'Euler, notion de couche limite, notion de perte de charge.
- Réseaux : calcul des pertes de charge linéiques en régime laminaire et turbulent, perte de charge singulière, caractéristiques des Turbomachines, réseaux ramifiés.

### **Transferts radiatifs : coefficient 1**

- Introduction : concepts de base, différents modes de transferts thermiques (conduction, convection, rayonnement), importance des transferts radiatifs.
- Fondements théoriques du rayonnement : nature et propriétés du rayonnement électromagnétique, loi de Planck et distribution du rayonnement du corps noir, loi de Stefan-Boltzmann et émission d'énergie par les surfaces, coefficient d'émissivité et d'absorption des surfaces.
- Loi de Beer-Lambert et opacité des milieux : absorption, émission et diffusion du rayonnement, loi de Beer-Lambert et son application aux milieux opaques, opacité des milieux et son impact sur les transferts radiatifs.
- Echange radiatif entre surfaces : facteurs de forme et vue radiante, analyse des configurations d'échange radiatif, transfert radiatif entre surfaces noires, grises et réelles, applications aux échangeurs de chaleur et aux systèmes énergétiques.
- Transfert radiatif dans les milieux semi-transparents : approche du bilan radiatif dans les milieux semi-transparents, coefficient d'absorption et de transmission, applications aux vitrages et aux matériaux semi-transparents.
- Rayonnement solaire et énergétique des bâtiments : modèle du rayonnement solaire incident sur la terre, comportement radiatif des surfaces extérieures et intérieures des bâtiments, implications en matière de conception énergétique des bâtiments.
- Transfert radiatifs dans les systèmes de combustion : rayonnement des flammes et des gaz de combustion, influence du rayonnement sur l'efficacité des systèmes de combustion, techniques de modélisation des transferts radiatifs dans les systèmes de combustion.
- Transfert radiatif dans les systèmes de conversion d'énergie : application des transferts radiatifs aux systèmes solaires thermiques, transferts radiatifs dans les réacteurs nucléaires, transferts radiatifs dans les cellules solaires photovoltaïques.
- Intégration du second principe de thermodynamique : relation entre transferts radiatifs et second principe, étude des limites d'efficacité énergétique en considérant les transferts radiatifs.
- Synthèse : perspectives d'applications dans les domaines de l'énergie et de l'environnement.

### **Production et stockage de l'énergie : coefficient 2**

- Thermodynamique : principes fondamentaux de la conversion de l'énergie thermique en énergie mécanique, électrique ou chimique.
- Énergies renouvelables : technologies et procédés de production d'énergie à partir de sources renouvelables telles que le solaire, l'éolien, l'hydroélectricité, etc.
- Énergie nucléaire : principes de base de la fission nucléaire et des réacteurs nucléaires pour la production d'électricité.
- Stockage de l'énergie : méthodes de stockage de l'énergie, telles que les batteries, les supercondensateurs et les volants d'inertie, etc.
- Réseaux électriques : production, distribution et gestion de l'énergie électrique au sein des réseaux électriques.
- Gestion de l'énergie : optimisation et gestion de l'énergie pour améliorer l'efficacité et la durabilité des systèmes de production d'énergie.
- Économie de l'énergie : les principes économiques liés à la production, à la distribution et à la consommation d'énergie, ainsi que les politiques énergétiques.

### **Modalités de validation**

- Contrôle continu
- Examen final