

Energie solaire et optimisation thermique des bâtiments



Crédits ECTS
3 crédits



Période de
l'année
Printemps

En bref

> **Langue de cours:** Français

Présentation

Prérequis

Notions de base en :

- photométrie
- électricité
- équations différentiels

Objectifs d'apprentissage

A la fin du cours, l'étudiant sera capable de :

- * calculer le rayonnement solaire sur un point de référence terrestre.
- * argumenter et choisir une technologie photovoltaïque en fonction du contexte
- * définir un pré-dimensionnement d'une installation photovoltaïque (centrale solaire ou installation individuelle)
- * Calculer le rendement d'un capteur plan thermique en fonction de l'application.
- * Définir les besoins en énergie thermique d'un bâtiment et pré-dimensionner une solution de chauffage et de production d'ECS
- * Proposer des solutions pour économiser l'énergie et diminuer la production de CO₂ du bâtiment

Description du programme

Parmi les énergies durables disponibles, l'énergie issue du rayonnement solaire est très abondante et renouvelable. Cette ressource peut être utilisée directement sous forme de chaleur (solaire thermique) ou transformée en électricité (centrales thermiques ou transformation directe en électricité par effet photovoltaïque). En raison de son abondance, l'énergie solaire prend une part de plus en plus importante dans les ressources mondiales.

Dans ce cours, nous étudierons les caractéristiques de cette ressource et les technologies qui lui sont associées afin de disposer de tous les outils nécessaires pour concevoir des installations électriques et thermiques. Les connaissances apportées tout au long du cours visent également à comprendre les enjeux socio-économiques et scientifiques actuels.

Cette UE se situe au carrefour de plusieurs disciplines : électronique, optique, optronique, physique, thermique.

1. Introduction générale :

- Enjeux sociétaux
- Problèmes économiques et techniques, défis

2. Gisement solaire :

- Aspects physiques
- Principe du rayonnement solaire, absorption atmosphérique et dépendance locale, temporelle et spectrale de l'irradiance, photométrie.
- Optimisation de l'irradiance : concentrateurs solaires. Efficacité énergétique (énergie solaire reçue, rayonnement thermique, effet de serre).

3. Capteurs photovoltaïques

** Principe de fonctionnement :

Calcul d'une installation photovoltaïque, semi-conducteurs, diodes et effet photovoltaïques ; cellules ; matrices de cellules, adaptation d'impédance, défis à relever (coût, rendement, stockage)

** Filières technologiques :

- Silicium Cristallin : mono et polycristallin (Mono-Si, Poly-Si) - cellules en couches minces minérales : a-Si :H, CdTe, CIS, SIGS, a-Si :H, μ -Si, HIT, GaAs.
- Cellules organiques et hybrides: principes des cellules organiques, particularité des cellules à pérovskites

** Concepts avancés :

Structure de surface, cristaux photoniques, plasmonique, structures quantiques, concentration, ...

Conclusions et perspectives sur le photovoltaïque : quels espoirs, quels usages futurs ?

4. Thermique

** Capteurs solaires thermiques

- Le capteur plan : structure, performances, norme d'essai
- Les capteurs sous vide : fonctionnement, durée de vie, applications
- Autres capteurs : sans vitrage, applications courantes
- Capteurs à concentration : calcul du facteur de concentration, suivi du soleil, température chaudière, rendement, les différents types de centrales thermiques à concentration dans le monde actuel et leur capacité de production d'électricité

** Caractérisation thermique d'un bâtiment et optimisation

- Définition et évaluation de la conductance thermique d'un bâtiment
- Calcul des consommations de chauffage et d'ECS et positionnement d'un bâtiment dans le cadre du DPE énergétique

- Dispositifs économiseurs (, isolation thermique, échangeurs récupérateurs, installations solaires pour le chauffage et/ou l'ECS, matériaux biosourcés, ...)

Compétences et connaissances scientifiques et techniques visées dans la discipline

- Analyser le gisement solaire d'un site: calculer ses modifications saisonnières et identifier les sources d'ombrages
- En TD, sur un exemple d'application l'étudiant sera capable de pré-dimensionner une installation photovoltaïque. En particulier il proposera un lieu d'implantation d'une centrale et la durée de son utilisation. Il saura adapter la production d'énergie aux besoins.
- Acquérir les connaissances sur les technologies photovoltaïques les plus utilisées actuellement. Etre sensible au développement de nouvelles technologies. Savoir comparer ces technologies entre elles.
- connaître les temps de retour énergétique (cycle énergétique) et les faire corrélérer avec la technologie et le site d'exploitation
- anticiper les températures nécessaires pour l'optimisation de rendement d'un capteur thermique plan
- estimer un taux de couverture solaire
- reconnaître les avantages et inconvénients de différents sites géographiques pour les centrales solaires thermiques ou photovoltaïques

Modalité de contrôle des connaissances

Contrôle continu : 2 points de bonus (moyenne de petites évaluations de 5 min ou d'analyse de documents)
Devoir surveillé : 50% (gisement, photovoltaïque), 50% (thermique)

Bibliographie

1. Jannot, Y. & Moyne, C. (2016). *Transferts thermiques : Cours et 55 exercices corrigés*. Édilivre.
2. A., L. (s. d.). *Energie solaire photovoltaïque (French Edition)*. dunod.
3. Reddy, J. P. (2019). *Solar Power Generation : Technology, New Concepts & Policy* (1^{re} éd.). CRC Press.
4. Solanki, C. S. (2015). *Solar Photovoltaics - Fundamentals, Technologies and Applications (English) 3rd Edition* (3^e éd.). Prentice Hall.

Equipe pédagogique

- Lætitia ABEL-TIBERINI
- Caroline FOSSATI
- David DUCHE
- Daniel ROUX

Objectif de Développement Durable



Recours aux énergies renouvelables



Bâtir une infrastructure résiliente



Villes et communautés durables



Consommation et
production responsables



Lutte contre le changement climatique

Total des heures

CM	Cours Magistral	36h
TD	Travaux Dirigés	2h

Infos pratiques

Nom responsable UE

Responsable pédagogique

Laetitia Abel-Tiberini

✉ laetitia.abel-tiberini@centrale-med.fr