

**Polytechnique Montréal**  
**DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE**

**DESIGN ET EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE**  
**EN MÉCANIQUE DU BÂTIMENT – MEC8256**

**PLAN DE COURS - Hiver 2020**

Cours : MEC8256 (anciennement MEC4250) - 3 crédits  
Théorie en classe : 4 h/sem. (Périodes 25-26-27 et 35-36 une semaine sur deux)  
Travaux dirigés : 1 h/sem. (Périodes 35-36, une semaine sur deux)  
Travail à domicile : 4 h/sem.  
Cours préalables : MEC3200  
Professeurs :

- Michel Bernier, ing., Ph.D. ([michel.bernier@polymtl.ca](mailto:michel.bernier@polymtl.ca))  
Bureau : C-318.6
- Massimo Cimmino, ing., Ph.D. ([massimo.cimmino@polymtl.ca](mailto:massimo.cimmino@polymtl.ca))  
Bureau : C-318.11

Chargé de laboratoire :

- Aziz Mbaye ([aziz.mbaye@polymtl.ca](mailto:aziz.mbaye@polymtl.ca))  
Bureau : C-318.18

Périodes de consultation :  
option 1 : après les périodes de cours  
option 2 : prendre rendez-vous

Qualités BCAPG (Bureau Canadien d'Agrément des Programmes de Génie)											
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Connaissance en génie	Analyse de problèmes	Investigation	Conception	Utilisation d'outils d'ingénierie	Travail individuel et en équipe	Communication	Professionnalisme	Impacts sur société et environnement	Déontologie	Économie et gestion de projets	Apprentissage continu
AP			AP	AP				AP			

### OBJECTIFS GÉNÉRAUX

- Permettre aux étudiants d'acquérir des connaissances pour l'analyse des différents systèmes de climatisation/chauffage/réfrigération.
- Transmettre des aptitudes aux étudiants leur permettant de concevoir des systèmes de climatisation/chauffage/réfrigération.
- Rendre l'étudiant apte à faire des choix d'équipements.

### OBJECTIFS SPÉCIFIQUES :

À la fin de l'étude de chacun des thèmes suivants, l'étudiant devrait être capable de :

1. Introduction
  - Comprendre la problématique reliée à la conception d'un système de climatisation/chauffage.
  - Décrire et comprendre les différents systèmes possibles.
2. Calcul de la consommation énergétique
  - Calculer la consommation énergétique d'un bâtiment à l'aide des méthodes suivantes : degrés-jours ; fourchettes de température ; horaire.
  - Comprendre la tarification énergétique.
3. Chauffage
  - Connaître le fonctionnement (incluant la performance) des composantes suivantes : pompes, chaudières, corps de chauffe, serpentins de chauffage, réservoirs d'expansion.
  - Connaître les principaux mécanismes de régulation des systèmes de chauffage.
  - Faire les calculs relatifs à la conception d'un système complet incluant pompe, chaudière, corps de

- chauffe, serpentin de chauffage, réservoir d'expansion, tuyauterie, mécanismes de régulation.
- Comprendre le fonctionnement du chauffage radiant et des systèmes à la vapeur.

#### 4. Climatisation

- Comprendre le fonctionnement (incluant la performance) des composantes suivantes : ventilateur, filtre, serpentin de refroidissement.
- ~~Connaître les principaux mécanismes de régulation des systèmes de climatisation.~~
- ~~Connaître les principes de base de la diffusion de l'air dans une pièce.~~
- Faire les calculs relatifs à la conception d'un système complet incluant ventilateur/gaines, filtre, serpentin de refroidissement, diffuseur, mécanismes de régulation.

#### 5. Réfrigération

- Comprendre le fonctionnement (incluant la performance) d'un appareil de réfrigération fonctionnant selon le cycle de compression.
- Connaître les principaux réfrigérants disponibles et identifier ceux qui sont nuisibles pour l'environnement.
- Comprendre le fonctionnement d'un système à absorption et savoir évaluer son rendement.
- Connaître les principaux appareils pour effectuer du rejet thermique.
- ~~Comprendre le fonctionnement d'un système de refroidissement gratuit.~~

#### 6. Introduction à la modélisation des systèmes thermiques

- Connaître les principes de base de la modélisation des systèmes thermiques.

### Cours magistraux :

Les heures de cours théoriques sont réparties dans le trimestre à raison de quatre heures par semaine : un bloc de trois heures et un autre de deux heures (une semaine sur deux). L'horaire des cours magistraux se trouve sur le site du cours.

### Travaux dirigés :

Ce cours comporte des travaux de conception de systèmes de chauffage/climatisation/réfrigération. Ces travaux seront réalisés en équipe de trois et comprennent la remise de trois rapports (les rapports recto/verso sont acceptés). La composition des équipes est la responsabilité des étudiants et elle peut changer au cours du trimestre. Les séances de travaux dirigés sont d'une durée de deux heures et ont lieu dans une salle informatique, une semaine sur deux. L'horaire des séances de travaux dirigés se trouve sur le site du cours. Le professeur sera présent dans cette salle durant cette période pour répondre aux questions.

### ÉVALUATION :

Examen périodique (18 février - 2 heures) .....	30%
Travaux dirigés .....	25%
Examen final .....	45%

Note : Lors des examens (Périodique et Final), la seule documentation permise est une feuille de format lettre (81/2" x 11") ou A4 (21 cm x 29.7 cm) recto-verso, créée de manière libre par chaque étudiant(e). Seules les calculatrices non programmables sont admises.

### Reprise du cours :

Les étudiants reprenant le cours MEC8256 doivent reprendre l'examen périodique et l'examen final. Ils peuvent, s'ils le souhaitent, être dispensés des Travaux Dirigés s'ils avaient obtenu pour cette évaluation une note supérieure à 15/20. Dans ce cas, ils conserveront pour cette partie de l'évaluation la note qu'ils avaient obtenue auparavant. La pondération appliquée sera celle de l'année en cours.

# SUJETS ABORDÉS

1. Introduction
  - 1.1 Problématique de la conception de systèmes de chauffage/climatisation
  - 1.2 Description des différents systèmes possibles
    - 1.2.1 Climatisation
    - 1.2.2 Chauffage
    - 1.2.3 Réfrigération et rejet thermique
2. Calcul de la consommation énergétique
  - 2.1 Méthode des degrés-jours
  - 2.2 Méthode des fourchettes de température (Bin)
  - 2.3 Calcul horaire
  - 2.4 Tarification énergétique
3. Chauffage
  - 3.1 Système à eau
    - 3.1.1 Pompes et pertes de charge
    - 3.1.2 Chaudières
    - 3.1.3 Corps de chauffe
    - 3.1.4 Serpentin de chauffage
    - 3.1.5 Réservoirs d'expansion
    - 3.1.6 Régulation des systèmes
    - 3.1.7 Conception d'un système
  - 3.2 Systèmes à la vapeur
  - 3.3 Chauffage radiant
4. Climatisation
  - 4.1 Ventilateurs
  - 4.2 Dimensionnement des gaines
  - 4.3 Filtres
  - ~~4.4 Serpents de refroidissement~~
  - ~~4.5 Régulation~~
  - ~~4.6 Diffusion d'air dans les pièces~~
    - ~~4.6.1 Théorie des jets libres~~
    - ~~4.6.2 Diffuseurs~~
  - ~~4.7 Conception d'un système~~
5. Réfrigération
  - 5.1 Cycle à compression
    - 5.1.1 Différents types de refroidisseurs
    - 5.1.2 Pompe à chaleur
  - 5.2 Réfrigérants
  - 5.3 Systèmes à absorption
  - 5.4 Rejet thermique
    - 5.4.1 Condenseur à air
    - 5.4.2 Tour de refroidissement
    - ~~5.4.3 Refroidissement gratuit~~
      - ~~5.4.3.1 Principe de fonctionnement~~
      - ~~5.4.3.2 Échangeur à plaque~~
  - 5.5 Conception de systèmes

# Documentation

Des notes de cours ainsi que des présentations powerpoint seront déposées sur le site web du cours. Les étudiants ont la responsabilité de les récupérer et de les imprimer au besoin.

## RÉFÉRENCES

*Les trois livres suivants couvrent l'essentiel de la matière au programme (Leur achat n'est pas requis).*

Kuehn, T.H., Ramsey, J.W., Threlkeld, J.L., Thermal Environmental Engineering, Third edition, Prentice-Hall, 1998.

McQuiston, F.C., Parker, J.D., Spitler, J.D., Heating, Ventilating, and Air Conditioning - Analysis and Design, Wiley, sixth Edition, 2005.

Mitchell, J.W., Braun, J.E., Principles of Heating, Ventilating, and Air Conditioning in Buildings, Wiley, 2013.

### Autres références :

1. ASHRAE Handbooks
  - a) 2018 Refrigeration
  - b) 2019 HVAC Applications
  - c) 2016 HVAC Systems and Equipment
  - d) 2017 Fundamentals
2. Kreider, J.F., Rabl, A., **Heating and Cooling of Buildings, Design for Efficiency**, McGraw-Hill, 1994.
3. McQuiston, F.C., Spitler, J.D., **Cooling and Heating Load Calculation Manual**, ASHRAE, 1992.
4. Clifford, G., **Modern Heating, Ventilating, and Air Conditioning**, Prentice-Hall Inc., 1990.
5. Stoecker, W.F., Jones, J.W., **Refrigeration and Air Conditioning**, McGraw-Hill, 1982.
6. Duffie, J.A., Beckman, W.A., **Solar Engineering of Thermal Processes**, Wiley, 2006.
7. AICVF (Association des ingénieurs de Chauffage et Ventilation de France), **Guide de l'eau chaude sanitaire dans les bâtiments résidentiels et tertiaires**, PYC édition, 1991.
8. Cusseau, R. et collaborateurs, **Manuel de la régulation et de la gestion de l'Énergie**, PYC Édition, 1983.
9. **Règlement sur l'économie de l'énergie dans les nouveaux bâtiments**, Éditeur officiel du Québec, 1992.
10. **Loi et règlement commentés sur l'économie de l'énergie**, éditeur officiel du Québec, 1993.