

Master en Sciences de l'Ingénieur Industriel orientation électromécanique

HELHa Campus Mons 159 Chaussée de Binche 7000 MONS
 Tél : +32 (0) 65 40 41 46 Fax : +32 (0) 65 40 41 56 Mail : tech.mons@helha.be

1. Identification de l'Unité d'Enseignement

UE ME433 COP Energie et Techniques spéciales I			
Code	TEME1M33	Caractère	Optionnel
Bloc	1M	Quadrimestre(s)	Q1
Crédits ECTS	10 C	Volume horaire	120 h
Coordonnées des responsables et des intervenants dans l'UE	Adrien POURBAIX (adrien.pourbaix@helha.be) Christophe SPENS (christophe.spens@helha.be) Delphine LUPANT (delphine.lupant@helha.be) Loïck MYSTER (loick.myster@helha.be) Pierre-Maurice RANDOUR (pierre-maurice.randour@helha.be)		
Coefficient de pondération	100		
Cycle et niveau du Cadre Francophone de Certification	master / niveau 7 du CFC		
Langue d'enseignement et d'évaluation	Français		

2. Présentation

Introduction

Cette unité d'enseignement fait partie de la formation de Master en sciences de l'ingénieur industriel, section électromécanique, finalité Energie et Techniques Spéciales.

Elle a pour but d'acquérir et de consolider un ensemble de connaissances théoriques et pratiques dans le domaine de l'Energie et des Techniques Spéciales.

Celle-ci se décompose au **5 grandes parties** que sont : l'étude de l'enveloppe des bâtiments et le confort hygrothermique de ses occupants, l'études des machines frigorifiques et des pompes à chaleur, les méthodes de calcul des transferts de chaleur, l'étude des installations électriques d'un bâtiment industriel/domestique ainsi que les réglementations et normes relatives et enfin l'étude de la schématisation et la modélisation des bâtiments.

Cette UE est complémentaire de l'UE COP Energie et Techniques spéciales II qui se déroule pendant le deuxième quadrimestre.

Contribution au profil d'enseignement (cf. référentiel de compétences)

Cette Unité d'Enseignement contribue au développement des compétences et capacités suivantes :

- Compétence 3 **Analyser une situation en suivant une méthode de recherche scientifique**
 - 3.1 Identifier, traiter et synthétiser les données pertinentes
- Compétence 4 **Innover, concevoir ou améliorer un système**
 - 4.5 Modéliser, calculer et dimensionner des systèmes
- Compétence 6 **Utiliser des procédures, des outils spécifiques aux sciences et techniques**
 - 6.1 Exploiter le logiciel approprié pour résoudre une tâche spécifique

Acquis d'apprentissage visés

Au terme de cette Unité d'enseignement, pour la partie **confort hygrothermique et enveloppe du bâtiment** l'étudiant sera capable de :

- D'analyser et d'exploiter les données météorologiques de base;
- De comprendre les paramètres du confort hygrothermiques et de les exploiter dans le cadre du dimensionnement d'installations techniques;
- De caractériser l'enveloppe d'un bâtiment du point de vue thermique

Au terme de cette Unité d'enseignement, pour la partie **électricité** l'étudiant sera capable de :

- De réaliser un schéma électrique de puissance et de commande pour une installation type ;
- De sélectionner les équipements nécessaires au bon fonctionnement de l'installation ;
- De comprendre les grands principes de protection contre la foudre ;
- De comprendre et sélectionner une solution d'éclairage sur base d'un cahier des charges.

Au terme de cette unité d'enseignement, pour la partie **transferts de chaleur** l'étudiant sera capable de :

- Expliquer et manipuler les notions spécifiques aux transferts de chaleurs;
- Raisonner afin de sélectionner de manière adéquates les relations applicables et de formuler mathématiquement le système d'équations décrivant le problème;
- Etablir la méthode de résolution du problème;
- Résoudre des problèmes thermiques à l'aide d'outils de calcul (calculatrice, tableur, logiciel EES).

Au terme de cette unité d'enseignement, pour la partie **machines frigorifiques et pompes à chaleur** l'étudiant sera capable de :

- Décrire, comprendre et expliquer le fonctionnement d'une installation frigorifique;
- Décrire les principaux fluides frigorigènes;
- Analyser et traiter des données techniques relatives aux installations frigorifiques;
- Dimensionner en puissance une installation frigorifique;
- Mettre en évidence les principaux paramètres influençant les performances d'une installation frigorifique;
- Analyser les dysfonctionnements pour mieux comprendre la régulation des installations frigorifiques.

Au terme de cette unité d'enseignement, pour la partie **Schématisation et modélisation du bâtiment et de ses équipements** l'étudiant sera capable de :

- Définir et utiliser le vocabulaire technique de la construction (gros-œuvre et techniques spéciales) ;
- Maîtriser les conventions graphiques de base du bâtiment (gros-œuvre et techniques spéciales) ;
- Maîtriser les différentes technologies de construction d'un bâtiment et les différentes étapes de mise en oeuvre ;
- Savoir exploiter différents outils informatiques associés au BIM (Building Information Modeling).

Liens avec d'autres UE

Prérequis pour cette UE : aucun
Corequis pour cette UE : aucun

3. Description des activités d'apprentissage

Cette unité d'enseignement comprend l(es) activité(s) d'apprentissage suivante(s) :

TEME1M33· COP Energie et Techniques spéciales I 120h / 10 C

Cette activité d'apprentissage comprend les parties suivantes :

Machines frigorifiques et pompes à chaleur	24 h
Transferts de chaleur	30 h
Confort hygrothermique et enveloppe du bâtiment	30 h
Alimentation électrique et protections	12 h
Schématisation et modélisation du bâtiment et de ses équipements	24 h

Contenu

La partie de l'UE dédiée au **confort hygrothermique et à l'enveloppe du bâtiment** peut se décomposer en :

- Données météorologiques (température, rayonnement, humidité, vent, pluie). Notion de degrés-jour, enthalpie-jour, monotone de température, ... ;
- Confort humain – le confort hygrothermique, les critères de confort (température opérative, WBGT, PPD et PMV) ;
- Enveloppe des bâtiments – Transfert de chaleur et de masse, condensation interne, condensation superficielle, nœuds constructifs et ponts thermiques, surchauffe ;

- Matériaux et parois – Types de paroi et caractérisation des matériaux (murs, fenêtres, toitures, ...), inertie, les performances environnementales et les certifications (BREEAM, LEED, HQE).

La partie de l'UE dédiée à **l'électricité** peut se décomposer en :

- Distribution électrique ;
- Transmission de puissance ;
- Récepteurs électriques ;
- Canalisations ;
- Protection des personnes/des équipements ;
- Eclairage ;
- La foudre ;
- Consommations ;
- Schématique électrique et symboles ;
- RGIE, ...

La partie de l'UE dédiée aux **transferts de chaleur** peut se décomposer en :

D'abord des notions approfondies sur la conduction et le rayonnement thermique, qui complètent l'études des modes de transfert de base vu dans le cours de thermodynamique appliquée :

- Conduction :
 - o en stationnaire : problèmes d'ailettes, conduction avec génération interne de chaleur;
 - o en non stationnaire : réponse temporelle à une sollicitation thermique (échelon, rampe linéaire, sollicitation périodique) et phénomènes superficiels.
- Rayonnement : propriétés d'émission et d'absorption des surfaces (corps noir, surfaces grises et surfaces sélectives), échange entre surfaces (notions de facteur d'angle)

Ensuite, une approche globale permettant de résoudre des problèmes combinant tous les modes de transfert : mise en équation et méthode de résolution.

La partie de l'UE dédiée aux **machines frigorifiques et pompes à chaleur** peut se décomposer en :

- Explication de base d'un cycle à compression et spécificité en mode froid (machine frigorifique) et mode chaud (pompes à chaleur) ;
- Les fluides frigorigènes - type de fluide, caractéristiques environnementales, réglementation F-gaz (type de fluide, rétrofit, quantité, ...), nouveaux fluides ;
- Etude du cycle frigorifique dans le diagramme (logp, h) en mono et bi-étagé ;
- Les compresseur frigorifiques (pistons, scrool, vis, centrifuges, ...) ;
- Les évaporateurs et les condenseurs (eau et air) ;
- Les équipements auxiliaires (bouteille anti-coup, voyant, filtre, ...) ;
- Etude énergétique et dimensionnement (incidence du fluide sur les performances, ...) ;
- Les chiller (eau glacée et eau glycolée).

La partie de l'UE dédiée à la **Schématisation et modélisation du bâtiment et de ses équipements** peut se décomposer en :

- Présentation des principaux matériaux de construction utilisés dans le bâtiment et leurs propriétés ;
- Conception générale des bâtiments en ce qui concerne le gros-œuvre et les techniques spéciales ;
- Etude des conventions graphiques de base du bâtiment et décodage de plans 2D à travers un projet concret.
- Introduction au Building Information Modeling (BIM);
- Maîtrise des fonctionnalités de base d'un logiciel BIM (Revit) à travers un projet concret.

Démarches d'apprentissage

En ce qui concerne la partie dédiée au **confort hygrothermique et à l'enveloppe du bâtiment**, la démarche d'apprentissage sera un mix entre des cours magistraux, des exercices applicatifs et un projet concret à mener en petit groupe.

En ce qui concerne la partie dédiée à **l'électricité**, la démarche d'apprentissage sera un mix entre cours magistraux, exercices/projet et applications pratiques.

En ce qui concerne la partie dédiée aux **transferts de chaleur**, sera un mix entre théorie et application concrètes via des exercices. Un logiciel spécifique (EES Engineering Equation Solver) sera utilisé pour la résolution des exercices.

En ce qui concerne la partie dédiée aux **machines frigorifiques et pompes à chaleur**, sera un mix entre théorie et application concrètes via des exercices/projets à réaliser en groupe.

En ce qui concerne la partie dédiée à la **Schématisation et modélisation du bâtiment et de ses équipements**, commencera par de la matière théorique qui sera dispensée de manière ex-cathedra sur base de slides et de démonstrations par ordinateur pour ensuite passer à un projet dirigé sur ordinateur en salle informatique permettra d'expérimenter le BIM.

Dispositifs d'aide à la réussite

Les enseignants sont disponibles et répondent aux questions sur rendez-vous. Des exemples et des liens URL extérieurs illustrant les différentes parties du cours sont disponibles sur la plateforme en ligne.

Le cours magistral et les séances d'exercices et d'applications dirigés font l'objet d'une interaction directe lors des séances de cours entre étudiants et enseignants.

Après chaque session d'examen, une consultation des copies permettra à l'étudiant de détecter d'éventuelles difficultés dans son apprentissage.

Ouvrages de référence

Principles of Heating, Ventilatin and Air Conditioning in Buildings, MITCHELL John and BRAUN James, 2013, 587p.

<https://energieplus-lesite.be>

<https://www.cstc.be> > homepage

Le Recknagel tome 1, PYC Editions livres Paris, 1996, 757p.

Les dossiers du CSTC : Evaluation des ponts thermiques : les détails ont leur importance, A Tilemans, juin 2012

Le grand livre de l'isolation, GALLAUZIAUX Thierry et FEDULLO David, EYROLLES, 671p.

T. Wildi, G. Sybille , Electrotechnique, Ed. de Boeck, Bruxelles

L. Lasne, Electrotechnique - Cours, études de cas et exercices corrigés, Ed. Dunod, 2008

C. Palermo, Précis d'Electrotechnique, L'essentiel du cours, exercices avec corrigés détaillés, Dunod, 2018

Installations électriques domestiques, Vinçotte Ed. 2013

Compléments techniques du catalogue distribution électrique - 2016 / 2017, Schneider Electric, Altavia Saint-Etienne

Cahiers Techniques, Schneider Electric, Collection Technique 1992-2017

J. M. Broust, Appareillages et installations électriques industriels, Conception Coordination Mise en œuvre Maintenance, Ed. Dunod, 2019

Cengel, Y.A. (2002) Heat Transfer: A Practical Approach. 2nd Edition, McGraw-Hill, New York.

Technologie des installations industrielles – 10ème Edition – Collection Technique et ingénierie Dunod – Parution février 2015 – Auteurs Pierre Rapin, Patrick Jacquard, Jean Desmons

Production de Froid – Collection Technique et ingénierie Dunod – Parution novembre 2015 – Auteurs Francis Meunier, Paul Rivet, Marie-France Terrier

Fascicules du Fonds de Formation Professionnelle de la Construction.

Conventions graphiques de base pour le bâtiment, Rapport CSTC, 1998, n° 3, 83 p.

Nombreuses références sur www.bimportal.be & www.cstc.be.

Supports

En ce qui concerne la partie **confort hygrothermique et enveloppe du bâtiment**, syllabus disponible en ligne sur Connected et divers documents et fiches techniques pour le projet également disponibles en ligne sur Conencted.

En ce qui concerne la partie sur l'**électricité**, Notes de cours disponibles sur la plateforme ConnectedD et de la documentation technique.

En ce qui concerne la partie liée aux **transferts de chaleur**, les slides et les énoncés des exercices sont disponibles sur la plateforme connected.

En ce qui concerne la partie liée aux **machines frigorifiques et pompes à chaleur**, les notes de cours, les logiciels de simulation et certains ouvrages de référence.

En ce qui concerne la partie liée à la **schématisation et modélisation du bâtiment et de ses équipements**, les présentations sont disponibles sur connectED. Le manuel et le logiciel REVIT (Autodesk) sera mis à disposition des étudiants.

4. Modalités d'évaluation

Principe

En ce qui concerne la partie dédiée au **confort hygrothermique et à l'enveloppe du bâtiment**, l'évaluation consistera en un examen oral portant sur des questions théoriques et/ou pratiques qui peuvent être en lien avec un projet à réaliser en groupe. Cette cote sera pondérée par un coefficient allant entre 0 et 1.1 évaluant la présence, le comportement et l'attitude de l'étudiant pendant les séances de cours. L'ensemble de l'évaluation sera englobée dans une cote C1.

En ce qui concerne la partie dédiée à **l'électricité**, l'évaluation se fera sous forme d'évaluation continue à travers des exercices et petits projets à réaliser. L'ensemble de l'évaluation sera englobée dans une cote C2.

En ce qui concerne la partie dédiée aux **transferts de chaleur**, l'évaluation se décompose en deux parties. Une première partie qui consistera en un travail par groupe durant les dernières heures de cours dont le but est de résoudre un problème concret grâce au logiciel EES. La résolution sera détaillée dans un rapport qui comptera pour 30% de la note et une deuxième qui consistera en un examen oral qui portera sur la théorie et les exercices pour 70% de la note.

L'ensemble de l'évaluation sera englobée dans une cote C3.

En ce qui concerne la partie dédiée aux **machines frigorifiques et pompes à chaleur**, l'évaluation consistera en un examen oral portant sur des questions théoriques et/ou pratiques qui peuvent être en lien avec des exercices réalisés en groupe. L'ensemble de l'évaluation sera englobée dans une cote C4.

En ce qui concerne la partie dédiée à la **schématisation et modélisation du bâtiment et de ses équipements**, l'évaluation consistera en première session à un examen écrit lié à la partie théorique pour 50% de la cote et d'une évaluation continue liée au projet dirigé pour 50% de la cote. La cote finale correspondra à une moyenne géométrique entre ces deux parties. Pour la seconde session, l'évaluation consistera en un examen écrit lié à la partie théorique pour 50% de la cote et d'un travail écrit personnel lié à une thématique liée au BIM pour 50% des points. La cote finale correspondra à une moyenne géométrique entre ces deux parties. L'ensemble de l'évaluation sera englobée dans une cote C5.

Le cote globale de l'UE (Cg) sera calculée sur base d'une moyenne harmonique des cotes des différentes parties selon la formule suivante :

$$C_g = 5 / ((1/C1) + (1/C2) + (1/C3) + (1/C4) + (1/C5))$$

Dispositions complémentaires

Si l'étudiant fait une note de présence à une évaluation ou ne se présente pas à une évaluation, la note "PR" ou "PP" sera alors attribuée à l'UE et l'étudiant représentera cette partie.

D'autres modalités d'évaluation peuvent être prévues en fonction du parcours académique de l'étudiant. Celles-ci seront alors consignées dans un contrat didactique spécifique proposé par le responsable de l'UE, validé par la direction ou son délégué et signé par l'étudiant pour accord.

Référence au RGE

En cas de force majeure, une modification éventuelle en cours d'année peut être faite en accord avec le Directeur de département, et notifiée par écrit aux étudiants. (article 67 du règlement général des études 2020-2021).

Ces modes d'évaluation pourront être modifiés durant l'année académique étant donné les éventuels changements

de code couleur qui s'imposeraient de manière locale et/ou nationale, chaque implantation devant suivre le code couleur en vigueur en fonction de son code postal (cfr. le protocole année académique 2020-2021 énoncé dans la circulaire 7730 du 7 septembre 2020 de la Fédération Wallonie Bruxelles).