

# Master en sciences de l'ingénieur industriel - électromécanique Finalité énergie et tech. sp.

**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   | TEMT1M33  | Caractère       | Obligatoire |
| Bloc   | 1M  | Quadrimestre(s) | Q1          |
| Crédits ECTS   | 10 C  | Volume horaire  | 120 h       |
| Coordonnées des responsables et des intervenants dans l'UE | <b>Adrien POURBAIX</b> (adrien.pourbaix@helha.be)<br>Christophe SPENS (christophe.spens@helha.be)<br>Delphine LUPANT (delphine.lupant@helha.be)<br>Loïck MYSTER (loick.myster@helha.be)<br>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 Énergie et Techniques Spéciales.

Elle a pour but d'acquérir et de consolider un ensemble de connaissances théoriques et pratiques dans le domaine de l'Énergie 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 et de ses équipements.

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 1 **Identifier, conceptualiser et résoudre des problèmes complexes**

- 1.1 Intégrer les savoirs scientifiques et technologiques afin de faire face à la diversité et à la complexité des problèmes rencontrés
- 1.4 Modéliser, calculer et dimensionner des systèmes
- 1.5 Sélectionner et exploiter les logiciels et outils conceptuels les plus appropriés pour résoudre une tâche spécifique

#### Compétence 3 **Maîtriser et intégrer l'ensemble des technologies nécessaires à la conception de systèmes électromécaniques**

- 3.1 Effectuer un choix raisonné d'un matériau dans le but d'une intégration optimale et le justifier en fonction des propriétés et de l'utilisation
- 3.2 Dimensionner, sélectionner, intégrer les éléments de systèmes multi-technologiques (mécanique, électrotechnique, automatique, informatique, hydraulique, pneumatique, thermique...)
- 3.4 Veiller à l'intégration des différentes technologies dans les systèmes pluridisciplinaires
- 3.5 Respecter et faire respecter les législations et réglementations en vigueur, les normes, les procédures en termes d'assurance qualité, de certification, d'hygiène et de sécurité notamment

dans le domaine concerné. (NBN....)

Compétence 4 **Gérer, améliorer, fiabiliser des process et des outils d'exploitation**

4.5 Assurer la veille technologique des outils et du matériel électromécanique dans un processus de production

Compétence 5 **S'intégrer et contribuer au développement de son milieu professionnel**

5.1 Planifier le travail en respectant les délais et contraintes du secteur professionnel (sécurité ...)

5.3 Travailler en autonomie et en équipe dans le respect de la culture d'entreprise

Compétence 6 **Entreprendre et innover, dans le cadre de projets personnels ou par l'initiative et l'implication au sein de l'entreprise**

6.3 Intégrer les enjeux sociétaux, économiques et environnementaux dans ses décisions

### **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 réaliser le câblage de l'ensemble des appareillages électriques d'une installation basse tension commune ;
- D'effectuer des mesures utiles à la vérification du bon fonctionnement et de la qualité d'une installation basse tension.

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) :

TEMT1M33 · 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 | (opt.) |
| Transferts de chaleur  | 30 h | (opt.) |
| Confort hygrothermique et enveloppe du bâtiment                  | 30 h | (opt.) |
| Alimentation électrique et protections                           | 12 h | (opt.) |
| Schématisation et modélisation du bâtiment et de ses équipements | 24 h | (opt.) |

#### 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, scroll, 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 projet de conception et de réalisation d'une armoire électrique comprenant les composantes de puissance et de commande d'une installation HVAC.

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**, la démarche d'apprentissage se subdivisera en 3 points :

- Etude de la matière théorique dispensée sur base de slides, de vidéos et de démonstrations par ordinateur ;
- Etude pratique de la schématisation de bâtiments sur base de plans (décodage) ;
- Etude du BIM à travers un projet dirigé sur ordinateur.

Si la situation sanitaire devenait défavorable, les cours pourraient se dérouler totalement ou en partie en distanciel.

### **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.

### **Sources et références**

Principles of Heating, Ventilation 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

## **Supports en ligne**

Les supports en ligne et indispensables pour acquérir les compétences requises sont :

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 Conected.

En ce qui concerne la partie sur l'**électricité**, Notes de cours disponibles sur la plateforme Connected 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. Si la situation sanitaire est défavorable, l'évaluation pourrait se dérouler totalement en distanciel.

En ce qui concerne la partie dédiée à l'**électricité**, l'évaluation se fera sous forme d'un examen oral individuel. 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, en présentiel, consistera, en première session, à :

- un examen écrit lié à la partie théorique (30%) ;
- un examen oral, pendant l'examen écrit, lié au décodage de plans (30 %) ;
- une évaluation continue liée au projet dirigé BIM (40%).

La cote finale correspondra à la moyenne géométrique entre ces trois parties et constituera la cote C5 de la cote globale de l'UE.

Pour la seconde session, les 3 évaluations subsisteront mais l'évaluation continue sera remplacée par un travail écrit personnel lié à la thématique liée au BIM.

Dans l'éventualité où les conditions sanitaires liées au COVID 19 imposeraient le passage à un mode d'évaluation distanciel, on s'orienterait vers un « Take Home Exam » et/ou un oral.

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

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

**Si une des compétences fondamentales de l'UE est non acquises, c'est-à-dire < 7/20, la note totale de l'UE sera non acquise et inférieure à 10/20.**

**Si la situation sanitaire devenait défavorable, les modes d'évaluation pourraient être modifiés et seront alors communiqués en temps utile aux étudiants.**

### **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 2021-2022).