

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 ME517 COP Energie et techniques spéciales III			
Code	TEMT2M17	Caractère	Obligatoire
Bloc	2M	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) Frédéric MUSIN (frederic.musin@helha.be) Jonathan CHAPELLE (jonathan.chapelle@helha.be) Emmanuel VERHAEGHE (emmanuel.verhaeghe@helha.be) Delphine LUPANT (delphine.lupant@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 électromécanique, finalité énergie et techniques spéciales.

Elle a pour but d'acquérir et de consolider un ensemble de connaissances théoriques et pratiques en énergie et techniques spéciales.

Celle-ci se décompose en 6 grandes parties que sont : l'étude des grands principes que l'on peut rencontrer en **régulation** au travers d'applications spécifiques à des processus HVAC; **la domotique**, le transport et l'échange de données; **la sécurité incendie** des bâtiments; **la simulation thermique dynamique** via l'utilisation d'un logiciel de simulation thermique dynamique; **l'innovation énergétique** au travers d'une visite et/ou d'une conférence sur une technologie/étude innovante; **l'énergétique avancée** au travers de l'étude de principe/technologique complexe utilisées au niveau industriel ou tertiaire.

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**

- 3.2 Dimensionner, sélectionner, intégrer les éléments de systèmes multi-technologiques (mécanique, électrotechnique, automatique, informatique, hydraulique, pneumatique, thermique...)
- 3.3 Concevoir et déployer des systèmes d'automatisation permettant un fonctionnement optimal des systèmes électromécaniques
- 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 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**

- 6.1 Prendre en compte les missions, visions stratégiques et enjeux de son cadre professionnel

Compétence 8 **S'engager dans une démarche de développement professionnel**

- 8.1 Réaliser une veille technologique dans sa sphère d'expertise
- 8.5 Actualiser ses connaissances et s'engager dans les formations complémentaires adéquates

Acquis d'apprentissage visés

Dans le cadre de la partie liée à **la régulation**, l'étudiant sera capable de :

- Analyser une description fonctionnelle et un diagramme P&ID des processus de régulation des unités suivantes : centrale de traitement de l'air, chaufferie, cogénération, centrale de production de froid, régulation terminale de zone ;
- Traduire cette description fonctionnelle en liste d'entrée/sortie pour le dimensionnement et l'implémentation du processus de régulation thermique ainsi qu'en une topologie réseau ;
- Choisir les capteurs, actionneurs et automates de régulation en vue de la mise en oeuvre de la régulation;
- Evaluer la performance énergétique des régulations selon la norme EN15232.

Dans le cadre de la partie liée à **la domotique et data**, l'étudiant sera capable de :

. Définir, d'identifier et de nommer

- les différents principes et caractéristiques du système KNX;
- les différents supports de transmission utilisés par les systèmes KNX;
- les différentes informations transmises dans les télégrammes KN.

. De configurer le matériel KNX de base dans une installation domotique

Dans le cadre de la partie liée à **la sécurité incendie**, l'étudiant sera capable de :

- Trouver la législation générale régissant de la prévention incendie en Belgique ;
- Différencier les obligations des recommandations en matière de prévention incendie;
- Définir et expliquer les notions de résistance et de réaction au feu des matériaux tels que Rf, REI, classements des matériaux;
- Citer et expliquer l'ensemble des moyens de protections actives et passives, ainsi que de les inclure de manière adaptée à l'évolution d'un incendie dans le bâtiment.

Dans le cadre de la partie liée à **la simulation thermique dynamique**, l'étudiant sera capable de :

- D'utiliser dans une application simple l'outil informatique TRNSYS;
- De valider et interpréter des résultats provenant d'une simulation;
- De prendre conscience du potentiel et des limites que représente pour la profession cet outil en vue d'une exploitation ultérieure.

Dans le cadre de la partie liée à **l'innovation énergétique**, l'étudiant sera capable de :

- Appréhender un nouveau concept ou un nouveau produit dans le domaine de l'HVAC à travers une visite d'entreprise et/ou un conférence et/ou un cours;
- Effectuer un autoapprentissage sur base d'une présentation par un professionnel.

Dans le cadre de la partie liée à **l'énergétique avancée**, l'étudiant sera capable de :

- Connaître les paramètres d'influence des transferts de chaleur variables dans le temps (notion d'inertie thermique);
- Comprendre les principes et les limitations des méthodes de résolution numérique des transferts thermiques;
- Connaître les particularités des échanges de chaleur avec transfert de masse;
- Décrire, comprendre et expliquer le fonctionnement d'une tour de réfrigération;
- Appréhender les systèmes énergétiques dans leur globalité en appliquant aux systèmes de refroidissement dans les data centers.

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) :

TEMT2M17 · COP Energie et techniques spéciales III 120h / 10 C

Cette activité d'apprentissage comprend les parties suivantes :

Régulation HVAC	24 h	(opt.)
Domotique et data	24 h	(opt.)
Sécurité incendie	12 h	(opt.)
Simulation thermique dynamique	12 h	(opt.)
Innovation énergétique	12 h	(opt.)
Energétique avancée	36 h	(opt.)

Contenu

La partie de l'UE dédiée à **la régulation** se décompose en :

- Une séance sur la performance énergétique des régulations (2h);
- Deux séances sur les descriptions fonctionnelles et P&ID par l'exemple. Observation du fonctionnement d'unités en temps réel et simulation. Analyse des descriptions et programmes Schneider Electric (2*2h) ;
- Une séance de traduction des descriptions fonctionnelles en en liste d'entrée/sortie. Choix des capteurs, actuateurs et régulateur. Topologie réseau. (2h) ;
- Une séance de démonstration des architectures de metering (2h);
- Une séance de démonstration d'une régulation en fonctionnement. Si les conditions sanitaires le permettent, cette séance se fera sur site opérationnel (4h);
- Des séances d'encadrement du projet consistant à évaluer la performance énergétique d'une installation donnée (3*2h). Le livrable sera constitué d'une présentation ppt commentée en anglais et d'une vidéo de présentation des résultats préenregistrée en anglais. Cette partie est coordonnée avec le cours d'anglais.

La partie de l'UE dédiée à **la domotique** et data se décompose en :

- Argument du système KNX;
- Vue d'ensemble du système KNX;
- Topologie des installations bus;
- Principes d'installation.

La partie de l'UE dédiée à **la sécurité incendie** se décompose en :

- Titres et extraits de la réglementation belge en matière de prévention incendie ;
- Notions générales de la résistance au feu, illustrées d'exemples concrets ;
- Notions générales de la réaction au feu, illustrées d'exemples concrets ;
- Présentation des moyens de protections actifs et passifs les plus rencontrés en entreprise, leurs avantages et inconvénients.

La partie de l'UE dédiée à **la simulation thermique dynamique** se décompose en :

- Introduction générale sur la STD. Avantages et inconvénients, principes de base et danger de la boîte noire ;
- Introduction à l'utilisation du logiciel « TRNSYS » ;
- Exercices applicatifs sur « TRNSYS » ;
- Démonstration de la simulation d'un bâtiment dans « DesignBuilder ».

La partie de l'UE dédiée à **l'innovation énergétique** se décompose en :

- Visites d'entreprise et/ou conférences sur une thématique bien précise.

La partie de l'UE dédiée à **l'énergétique avancée** se décompose en :

- Problèmes de conduction en non stationnaire : méthodes analytiques pour calculer la réponse à une sollicitation temporelle dans des cas simples (échelon, rampe linéaire, sollicitation périodique) et les phénomènes superficiels;
- Méthodes numériques: principe des méthodes numériques, application à des problèmes simples de conduction stationnaire;
- Transferts de masse et de chaleur : relations générales, application à la tour de refroidissement du point de vue théorique et pratique par la réalisation de laboratoires;
- Aperçu des techniques de refroidissement dans les data center.

Démarches d'apprentissage

En ce qui concerne la partie dédiée à **la régulation**, la démarche d'apprentissage se compose d'une succession progressive de mise à disposition de contenus, de séances d'exercices et de laboratoires. La partie laboratoire comprend l'intégration de l'ensemble des composants vus.

En ce qui concerne la partie dédiée à **la domotique et data**, la démarche d'apprentissage est un cours magistral et de séances d'exercices dirigés à réaliser sur le matériel KNX du centre de technologie avancée en domotique.

En ce qui concerne la partie dédiée à **la sécurité incendie**, la démarche d'apprentissage est un cours magistral illustré par plusieurs cas concrets.

En ce qui concerne la partie dédiée à **la simulation thermique dynamique**, la démarche d'apprentissage est un mix entre des cours magistraux , des séances d'exercices et de projets dirigés.

En ce qui concerne la partie dédiée à **l'innovation énergétique**, la démarche d'apprentissage se compose de visites et /ou conférences et/ou Webinar sur un ou plusieurs sujets en lien avec la filière.

En ce qui concerne la partie dédiée à **l'énergétique avancée**, la démarche d'apprentissage est une succession de présentation théorique et application systématique sur des cas concrets, d'un laboratoire sur la tour de refroidissement et la réalisation de travaux en groupe pour appliquer la matière vue au fur et à mesure de l'avancement de la matière.

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

Dispositifs d'aide à la réussite

Accompagnement proche de l'étudiant permettant la détection des difficultés et l'identification des dispositifs de remédiation éventuels à mettre en oeuvre.

Sources et références

Mise à disposition du logiciel TRNSYS et des documentations (en anglais).

Arrêté Royal du 7 juillet 1994 fixant les normes de base en matière de prévention contre l'incendie et l'explosion, auxquelles les bâtiments nouveaux doivent satisfaire. Et les arrêtés royaux de modification subséquents : Arrêté Royal du 4 avril 1996, Arrêté Royal du 18 décembre 1996, Arrêté Royal du 19 décembre 1997, Arrêté Royal du 4 avril

2003, Arrêté Royal du 13 juin 2007, Arrêté Royal du 1 mars 2009, Arrêté Royal du 12 juillet 2012, Arrêté Royal du 7 décembre 2016

Bureau de normalisation (2017, 15 avril). Conditions générales de vente. Récupéré le 17 mars, 2019, de https://www.nbn.be/sites/default/files/uploads/NBN/20170415_Conditions_generales_de_vente_NBN.PDF

Cahay, J. L. (2017). Chapitre 1 : Règlementation. Centre fédéral de Connaissances pour la sécurité civile. Partie 2 Prévention incendie dans les bâtiments - niveau 2 (PREV-2), 12-94

Centre de connaissance belge sur le bien-être au travail du Service public fédéral Emploi, Travail et Concertation sociale. (2016, 2 mai). Méthodes de hiérarchisation des risques. Récupéré 16 mars, 2019, de <https://www.beswic.be/fr/politique-du-bien-etre/analyse-des-risques/methodes-danalyse-et-de-hierarchisation-des-risques/methodes-de-hierarchisation-des-risques>

CSTC. (2016). Les exigences incendie en Belgique. Récupéré 16 mars, 2019, de <https://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=services>

Institut Provincial de Formation - École du Feu. (2005). Module 1: Bases légales. Formation au brevet de Technicien en prévention

Institut Provincial de Formation - École du Feu. (2005). Module 2: Règlements. Formation au brevet de Technicien en prévention, 9-38

Institut Provincial de Formation - École du Feu. (2010). Module 2: Législation européenne - Normalisation - Certification - Accréditation - Législation belge du travail. Formation au brevet de Technicien en prévention, 50-62

Malchaire, J., & Koob, J. P. (2006). Fiabilité de la méthode Kinney d'analyse des risques. Bruxelles, Belgique: Université catholique de Louvain, Unité Hygiène et Physiologie du Travail, 3-7.

Pouvoirs publics. (2018, 9 octobre). Récupéré le 21 décembre, 2019, de https://www.belgium.be/fr/la_belgique/pouvoirs_publics

Règlement Général pour la Protection du Travail, article 52

Service public fédéral Emploi, Travail et Concertation sociale. (2018, 6 novembre). Code du bien-être au travail. Récupéré 7 janvier, 2019, de <http://www.emploi.belgique.be/moduleDefault.aspx?id=1958>

Titre 3 du livre III du code du bien-être au travail

Supports en ligne

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

En ce qui concerne la partie liée à **la régulation** : Slides, manuels, fiches techniques.

En ce qui concerne la partie liée à **la domotique et data Présentation PowerPoint, Syllabus, Travaux dirigés.**

En ce qui concerne la partie liée à **la sécurité incendie** : Syllabus et slides.

En ce qui concerne la partie liée à **la simulation thermique dynamique** : les présentation power point et documentations TRNSYS.

En ce qui concerne la partie liée à **l'innovation énergétique** : présentation et/ou webinar.

En ce qui concerne la partie liée **l'énergétique avancée** : les notes de cours et les slides sont disponibles sur la plateforme connected.

4. Modalités d'évaluation

Principe

En ce qui concerne la partie liée à **la régulation**, l'évaluation consistera en un QCM sur les bases théoriques pour 50% des points et un projet pour 50% des points. L'ensemble de l'évaluation sera englobée dans une cote **C1**.

En ce qui concerne la partie liée à **la domotique et data**, en ce qui concerne la partie liée à la domotique et data, l'évaluation consistera en une évaluation continue dont la cote dépendra d'un questionnaire sur la théorie, du nombre de TP réalisé et d'un exercice récapitulatif mixant la majorité des exercices vu en labo.

L'ensemble de l'évaluation sera englobée dans une cote **C2**.

En ce qui concerne la partie liée à **la sécurité incendie**, l'évaluation consistera en un examen écrit avec des questions à choix multiple et des questions ouvertes portant sur des questions théoriques. L'ensemble de l'évaluation sera englobée dans une cote **C3**.

En ce qui concerne la partie liée à **la simulation thermique dynamique**, l'évaluation consistera en un examen oral sur l'explication et l'analyse d'un exercice pratique. L'ensemble de l'évaluation sera englobée dans une cote **C4**.

En ce qui concerne la partie liée à **l'innovation énergétique**, l'évaluation consistera en une présentation orale par petit groupe lors de laquelle les étudiants présenteront leurs démarches et résultats. A la suite de cette présentation, des questions seront posées de manière individuelle afin de vérifier la maîtrise du sujet. L'ensemble de l'évaluation sera englobée dans une cote **C5**.

En ce qui concerne la partie liée à **l'énergétique avancée**, l'évaluation est réalisée de manière continue. A la fin de chaque chapitre un travail applicatif sera demandé en groupe et évalué. L'ensemble de l'évaluation sera englobée dans une cote **C6**.

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

$$C_g = 6 / ((1/C1) + (1/C2) + (1/C3) + (1/C4) + (1/C5) + (1/C6))$$

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 2019-2020).

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).