

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 ME434 COP Energie et Techniques spéciales II			
Code	TEMT1M34	Caractère	Obligatoire
Bloc	1M	Quadrimestre(s)	Q2
Crédits ECTS	10 C	Volume horaire	120 h
Coordonnées des responsables et des intervenants dans l'UE	Adrien POURBAIX (adrien.pourbaix@helha.be) Delphine LUPANT (delphine.lupant@helha.be) Gilles JACOB (gilles.jacob@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 des systèmes de chauffage et de ventilation des bâtiments, l'étude des système de climatisation des bâtiments, l'étude des systèmes d'évacuation et d'adduction de l'eau, l'étude des systèmes d'énergies renouvelables et du stockage énergétique et enfin des laboratoires applicatifs sur des principes énergétiques.

Cette UE est complémentaire de l'UE COP Energie et Techniques spéciales I qui se déroule pendant le premier 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
- 1.6 Établir ou concevoir un protocole de tests, de contrôles et de mesures

Compétence 2 **Concevoir et gérer des projets de recherche appliquée**

- 2.3 Mener des études expérimentales, en évaluer les résultats et en tirer des conclusions
- 2.4 Valider les performances et certifier les résultats en fonction des objectifs attendus

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**

4.3 Planifier et réaliser des tests et des mesures...

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 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

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

- Comprendre la fiche technique d'un producteur de chaleur;
- Faire un choix judicieux quant au producteur de chaleur à choisir et effectuer son dimensionnement;
- Faire un choix judicieux quant à l'émetteur de chaleur à choisir (radiateur, convecteur, ventilo-convecteur, plancher chauffant, plafond réversible) et effectuer son dimensionnement;
- Réaliser l'équilibrage d'un réseau hydraulique;
- Comprendre les principes de base de la régulation des installations de chauffage et de ventilation;
- Calculer les débits d'air neufs nécessaires en fonction de la destination du local;
- Faire un choix judicieux quant système de ventilation à choisir et effectuer son dimensionnement (groupe, gaines et bouches).

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

- Comprendre et expliquer les principes de base de la climatisation;
- Comprendre et exploiter les caractéristiques de l'air humide;
- Dimensionner les batteries d'une CTA;
- Comprendre le principe de fonctionnement du calcul des charges et gains d'un bâtiment;
- Expliquer le principe de fonctionnement des principaux éléments pouvant constituer une installation de climatisation (Chiller, VRV, split-unit, convecteur, plafond réversible, ...);
- Dimensionner les principaux éléments pouvant constituer une installation de climatisation (Chiller, VRV, split-unit, convecteur, plafond réversible, ...).

Au terme de cette Unité d'enseignement, pour la partie **laboratoires d'HVAC** l'étudiant sera capable pour chacun des équipements étudiés de :

- Maîtriser les principes de fonctionnement;
- Identifier les éléments constitutifs;
- Comprendre les données des fiches techniques;
- Connaître les grandeurs à mesurer;
- Caractériser les performances à partir des mesures, des données des fiches techniques et des ressources théoriques nécessaire (diagramme de Mollier, diagramme de l'air humide, tables).

Au terme de cette Unité d'enseignement, pour la partie **énergies renouvelables et stockage** l'étudiant sera capable de :

- Citer et expliquer les différentes sources d'énergie renouvelable et leurs voies d'exploitation en utilisant le vocabulaire adéquat;
- Comprendre la problématique du stockage de l'énergie : les techniques de stockage et leurs limitations;
- Pour l'énergie solaire : expliquer les composants d'une installation thermique et photovoltaïque, dimensionner une installation, en calculer le gain énergétique et la rentabilité.

Au terme de cette Unité d'enseignement, pour la partie **adduction et évacuation des eaux** l'étudiant sera capable de :

- Réaliser un dossier technique d'une installation sanitaire;
- Expliquer le principe et le dimensionnement d'une installation d'évacuation des eaux de pluie et des eaux usées;

- Reproduire des croquis de techniques de montage de système d'évacuation des eaux;
- Expliquer le principe et le dimensionnement d'installation d'adduction dans le bâtiment;
- Réaliser des plans de mise en oeuvre d'installation sanitaire;
- Justifier des choix de matériels, et de mise en oeuvre d'équipements sanitaires.

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) :

TEMT1M34 · COP Energie et Techniques spéciales II 120h / 10 C

Cette activité d'apprentissage comprend les parties suivantes :

Climatisation	24 h	(opt.)
Chauffage et ventilation	36 h	(opt.)
Laboratoires d'HVAC	16 h	(opt.)
Adduction et évacuation des eaux	24 h	(opt.)
Energies renouvelables et stockage	20 h	(opt.)

Contenu

La partie de l'UE dédiée au **chauffage et à la ventilation** se décompose en :

- Les producteurs de chaleur (chaudières gaz, mazout, pompes à chaleur, Cogen...) - Théorie et aspects technologiques, monotone de chaleur, ... ;
- La production d'Eau Chaude Sanitaire - Dimensionnement et technologies (instantané, accumulation, ...) ;
- Les émetteurs de chaleur (radiateur, convecteur, ventilo-convecteur, plancher chauffant, pafond réversible) - Théorie et aspects technologiques ;
- La distribution hydraulique - Type de réseau, équilibrage, courbes de pompes, ...
- Régulation - Régulation climatique, vannes thermostatiques, vannes 3 voies, cascade de chaudières, ... ;
- Les équipements d'une installation de chauffage - Vase d'expansion, soupape de sécurité, bouteille casse-pression, ... ;
- La ventilation en résidentiel - Naturelle, mécanique, régulation, dimensionnement, bouches de pulsion, ... ;
- La ventilation dans le tertiaire - Par mélange et par déplacement, filtration, jet d'air, bouches de pulsion, régulation, équilibrage aéraulique, ... ;

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

- Introduction à la climatisation et aux différents systèmes possibles (tout eau, tout air, DX, ...) ;
- Théorie sur l'air humide. Transformations de l'air humide dans le cas d'une « CTA » (chauffer, refroidir, humidifier, déshumidifier et récupérer) équation et diagramme. Détermination du débit d'air sur base des charges et de l'écart de température et détermination de la droite de pulsion ;
- Théorie sur le calcul des gains et des charges ;
- Aspect technologique des producteurs et émetteurs pour la climatisation (split, mutli-split, débit de réfrigérant variable 2 et 3 tubes, chiller, convecteurs 2 et 4 tubes, poutres froides, plafonds réversibles, ...).

La partie de l'UE dédiée aux **laboratoires d'HVAC** se décompose en :

- L'échangeur à plaque : détermination du flux échangé, du coefficient de transfert U, des pertes de charge;
- La machine frigorifique (chambre froide + cycle frigorifique à compression de vapeur) : analyse des éléments constitutifs, représentation du cycle dans le diagramme de Mollier, calcul de la puissance frigorifique et de l'EER;
- La chaudière à condensation : identifier les différents composants, calculer le rendement de la chaudière, identifier les particularités de la chaudière propres à la condensation;
- La tour de refroidissement : description du principe de fonctionnement et des éléments constitutifs, caractérisation de l'air humide, calcul de la puissance dissipée par la tour.

La partie de l'UE dédiée aux **énergies renouvelables et au stockage** se décompose en :

- Classification des sources d'énergie renouvelable : solaire directe (thermique et photovoltaïque), solaire

- indirecte (éolien, hydraulique, biomasse), géothermique, de la mer;
- Pour chaque type : description de la ressource, des technologies de captation et de conversion et des impacts environnementaux;
- Les voies de stockage de l'énergie et leurs limitations (combustible, stockage thermique à changement de phase, stockage hydraulique et à air comprimé);
- Pour l'énergie solaire photovoltaïque et thermique : principe, composants et dimensionnement d'une installation dans le domaine du bâtiment. Calcul du gain et de la rentabilité.

La partie de l'UE dédiée à l'**adduction et évacuation des eaux** se décompose en :

- Notions de base de l'hydraulique urbaine;
- L'épuration individuelle des eaux domestiques;
- Adduction principe et dimensionnement d'installations d'adduction dans le bâtiment;
- Evacuation des eaux, principe et dimensionnement d'installations d'évacuation d'eaux de pluie et usées;
- Présentation de techniques de montage et de conceptions.

Démarches d'apprentissage

En ce qui concerne la partie dédiée au **chauffage et à la ventilation**, 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 la **climatisation**, 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 aux **laboratoires d'HVAC**, la démarche d'apprentissage se composera de laboratoires sur des installations expérimentales à réaliser par petits groupes.

En ce qui concerne la partie dédiée aux **énergie renouvelables et stockage**, la démarche d'apprentissage sera basée sur un cours théoriques illustrés d'application, de lecture d'articles scientifiques et réflexions en petits groupes

En ce qui concerne la partie dédiée **l'adduction et l'évacuation des eaux**, la démarche d'apprentissage sera basée au départ sur une méthode expositive pour les matières théoriques, réflexion de groupes, analyses de schémas, photos, plans. Pour ensuite passer à un travail en groupe sur un projet concret.

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

Dispositifs d'aide à la réussite

Néant

Sources et références

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 2, PYC Editions livres Paris, 1996, 1192p.

Le Recknagel tome 3, PYC Editions livres Paris, 1996, 728p.

Rapport numéro 14 : Conception et dimensionnement des installations de chauffage central à eau chaude – CSTC, avril 2013.

<http://www.radson.be>

Rapport N°18 du CSTC, Dimensionnement des systèmes de chauffage par le sol à eau chaude, Juin 2016.

Manuel de l'équilibrage, Honeywell, 2008.

Supports en ligne

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

En ce qui concerne la partie **chauffage et ventilation**, 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 **climatisation**, 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 **laboratoires d'HVAC**, notices de laboratoires et documents techniques.

En ce qui concerne la partie **énergies renouvelables et stockage**, slides, articles de référence.

En ce qui concerne la partie **l'adduction et l'évacuation des eaux**, slides et syllabus.

4. Modalités d'évaluation

Principe

En ce qui concerne la partie dédiée au **chauffage et à la ventilation**, l'évaluation consistera en un examen oral portant sur des questions théoriques 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 la **climatisation**, l'évaluation consistera en un examen oral portant sur des questions théoriques 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 C2. Si la situation sanitaire est défavorable, l'évaluation pourrait se dérouler totalement en distanciel.

En ce qui concerne la partie dédiée aux **laboratoires d'HVAC**, l'évaluation consistera par des rapports de laboratoire à rendre à l'enseignant à une date convenue entre les deux parties. Ces laboratoires sont à réaliser en groupe. Les laboratoires sont non récupérables en 2ème session. L'ensemble de l'évaluation sera englobée dans une cote C3.

En ce qui concerne la partie dédiée aux **énergies renouvelables et au stockage**, La note résultera de l'évaluation d'un travail réalisé par groupe. L'ensemble de l'évaluation sera englobée dans une cote C4.

En ce qui concerne la partie dédiée à **l'adduction et l'évacuation des eaux**, l'évaluation sera composée d'une évaluation continue, d'un projet écrit et d'une défense orale de celui-ci. Au vu du caractère des activités, la présence des étudiants est obligatoire afin d'acquérir les compétences attendues. De ce fait, un facteur de présence sera appliquée pour établir la cote finale. 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 :

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

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).